

Le courant électrique, c'est quoi ?

Avant de parler du courant électrique nous allons essayer de comprendre qu'est-ce que l'électricité ? Pour cela nous devons reparler de vieilles connaissances, qui nous entourent, qui nous constituent, revenir aux fondements de la matière. Aucune connaissance particulière préalable n'est requise pour effectuer ce "voyage".

La matière

Si vous vous trouvez que je suis trop rapide ou succinct, vous avez [un article sur la matière](#), un [autre sur les atomes](#) et encore [sur les liaisons chimiques](#), mais normalement si vous avez bien dormi et que vous me faites confiance ☐ (bien que je vous le déconseille, contrôlez toujours ce que l'on vous raconte ☐), poursuivez la lecture de cet article.

La matière est formée de particules, celles que les physiciens du [CERN](#) poursuivent, pas le simple morceau de matière. Ces particules élémentaires peuvent, lorsque certaines conditions sont présentes, se combiner pour former un [atome](#). Ce sera notre élément de base. Il est constitué de 3 entités : électrons, protons et neutrons. Nous ne parlerons donc que d'[électrons](#) et des combinaisons de particules appelées [protons](#) et [neutrons](#).

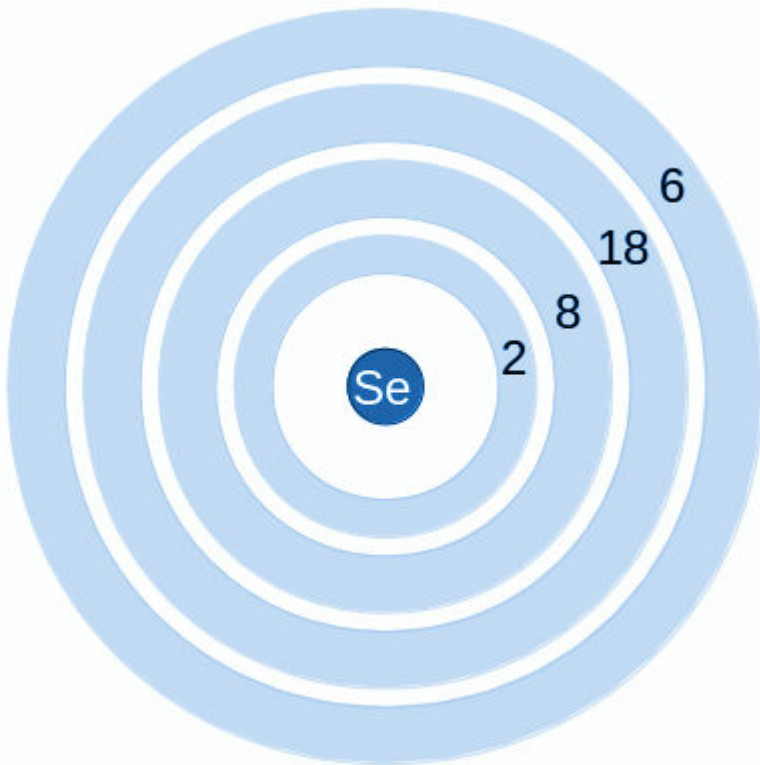
Vous avez le tuba et le masque à portée de main ? Ok, alors on part pour cette exploration !

L'atome

En son centre vous avez un amas appelé le noyau constitué de protons et de neutrons. Le nombre de [protons](#) peut varier de 1 à 118, ce qui correspond à toute la matière décrite dans le tableau périodique des éléments (d'en haut gauche à en bas droite), de toute la matière connue en fait.



Le nombre de **neutrons** lui peut varier de 0 à 176 suivant le nombre de protons. Ne me demandez pas pourquoi, c'est comme cela, on le constate. Le dernier élément constituant notre atome est l'**électron** qui lui il virevolte autour du centre (le noyau). Pour chaque atome, vous avez le même nombre d'électrons que de protons. Un petit schéma, **c'est une représentation symbolique** pas la réalité d'un atome de Sélénium (pris au hasard!) pour "visualiser" la bête :



Le noyau de l'atome est le disque bleu foncé, au centre, noté Se. Il contient les protons (34) et les neutrons (44 pour le Sélénium le plus répandu). Et les 34 électrons de l'atome ? Ces derniers sont répartis sur des zones, on parle de couches (anneaux bleu clair). Une simple addition de vérification : $2+8+18+6=34$ le compte y est !!

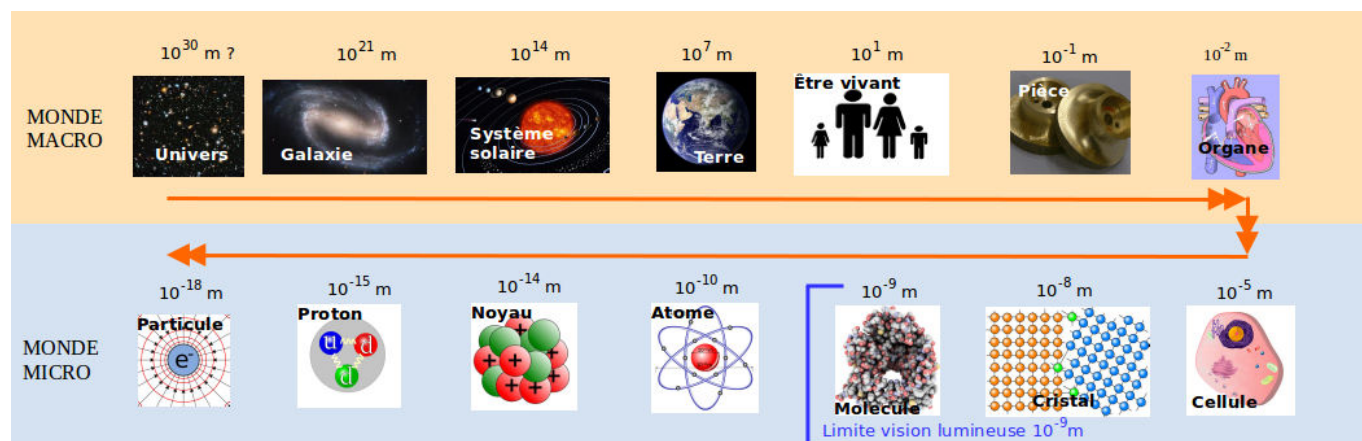
Voilà pour le décor, maintenant parlons un peu des acteurs.

L'électron

Cette particule, l'électron, est un "animal" étrange, on connaît ses caractéristiques, comment elle réagit à ceci, à cela mais pas le pourquoi ! Et encore moins de quoi elle est

constituée car c'est une particule dite "élémentaire". Pour l'instant nous sommes incapables de "voir" quelque chose de plus petit que 10^{-18} m, remarquez que c'est déjà vraiment très petit. Il semblerait que sa dimension est approximativement 10^{-22} m. **Première conclusion : on n'en a JAMAIS vu !**

Vision des divers ordres de grandeurs



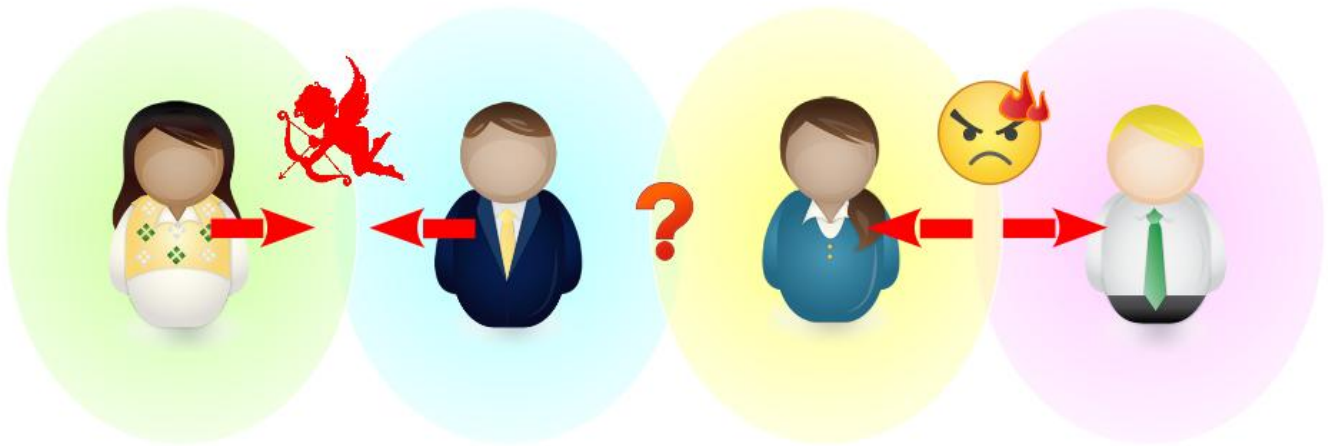
Comment connaît-on ses caractéristiques ? Parce qu'il réagit à trois des forces fondamentales : la **gravité**, l'**électromagnétisme** et les **interactions faibles**. Ces réactions seront-elles visibles et donc mesurables. De ces mesures les physiciens en ont déduit ses caractéristiques. Ils ont notamment découvert que notre électron est la clé dans tout ce qui concerne les liaisons chimiques, le magnétisme, l'électricité, l'optique, la supraconductivité ... etc.

l'électron : très petit et mystérieux MAIS primordial.

Dans le monde qui nous entoure, les particules émettent ou subissent des champs de diverses teneurs. Ci-dessous je vous présente cette notion de champ mais si vous voulez plus de renseignements rendez-vous [ici](#).

PETIT PARALLÈLE

Lorsque une entité réagit à un champ on donne un nom à ce phénomène et on nomme également l'action résultante. Pour cette démonstration (qui n'en est pas une), nous allons utiliser un monde théorique et fictif. Le choix des formes est totalement fortuit, c'est un monde imaginaire :

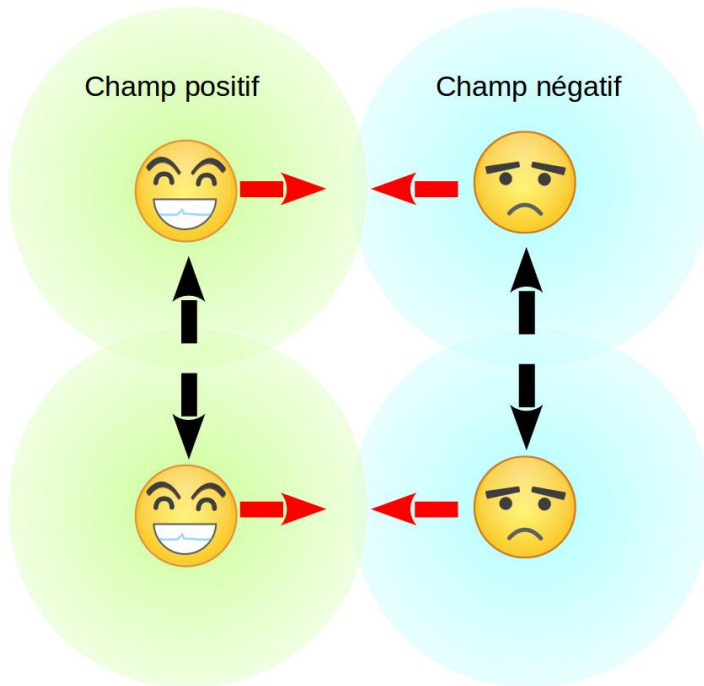


Nous allons essayer d'imaginer les relations entre ces entités. Chacune génère un champ nommé "amour" qui peut varier en "couleur" (le terme couleur est symbolique, pas dans le sens physique du terme). Lorsque deux entités se rencontrent ou plutôt sont suffisamment proches pour que leurs champs "amour" interfèrent, il peut se produire une attraction, une répulsion ou rien du tout suivant leur "couleur" ! Ne me demandez pas "pourquoi" on ne sait pas, on constate que c'est comme cela ! Heureusement ce monde n'est qu'imaginaire ! ;-). Dans le cas fictif présenté, nous pouvons déduire les règles :

- champ amour vert et champ amour bleu : attraction
- champ amour bleu et champ amour jaune : pas d'interaction
- champ amour jaune et champ amour violet : répulsion
- et beaucoup d'autres combinaisons

Pour un électron on ne parle pas de champs "amour" mais de champs "électrique". Lorsque une particule émettant un champ électrique (un électron par exemple) rencontre un champ électrique elle réagit, tout au moins elle interfère avec. Pour nos particules élémentaires c'est nettement plus simple que le cas fictif présenté plus haut ! L'électron génère un champ "électrique" "négatif" et si son champ rencontre un champ "positif" les particules sont attirées l'une vers l'autre. Si les deux champs sont "négatifs", les particules sont repoussées, idem si les champs sont tous les deux "positifs". Voilà les règles sont assez simples en fin de compte.

- champ électrique négatif et champ électrique positif : attraction
- champ électrique négatif et champ électrique négatif : répulsion
- champ électrique positif et champ électrique positif : répulsion



Donc notre électron possède une caractéristique nommée “charge” qui est dite “négative”. Pour faciliter les futures prévisions, nos amis les physiciens ont défini une valeur pour cette caractéristique “charge” : $-1,602 \times 10^{-19}$ Coulomb (C). Ce chiffre, un peu mystérieux, comme sorti du chapeau, ainsi que son unité seront expliqués un peu plus loin. Je vous les indique uniquement pour information, nous ne ferons pas de calcul avec.

un électron → une charge électrique négative

Remarque : lorsque les physiciens parlent d’anti-matière ce sont par exemple des électrons avec une charge électrique positive, on parle de “positron” au contraire du vrai électron qui a une charge électrique négative. Bon heureusement pour nous cette anti-matière n’est pas répandue, car la matière et l’anti-matière annihilent lorsqu’elles se rencontrent. Vous risquez de “toucher” l’anti-matière lors d’une tomographie par exemple.

Le proton

maintenant je vous laisse deviner : si l’électron est le porteur d’une charge électrique négative, le proton lui sera suspens : le porteur d’une charge électrique positive.

un proton → une charge électrique positive

Le neutron

Là aussi je vous laisse deviner : le neutr(e)on, il est porteur d'aucune charge électrique ! Bon c'est plus facile pour un Suisse de comprendre la situation du neutron. On n'entend rien, on voit rien et on dit rien, on ne se mêle pas des choses dites électriques !

Conclusion provisoire

*Voilà c'est fini pour l'essentiel, tout a été dit. Cela ne vous éclaire pas sur ce qu'est un courant électrique ? Patience, mais j'espère que vous avez noté les terminologies de charge **électrique** et champ **électrique**, c'est **électrique** !*

- *nous avons deux des trois particules qui constituent l'atome qui génèrent un champ électrique et naturellement elles réagissent à ce champ.*
- *Ne demandez pas pourquoi, car on ne sait pas, c'est comme cela*
- *Un atome c'est petit. Il y en a autant dans une goutte d'eau que de gouttes d'eau dans l'océan, ce qui fait une "épéclée" (tiré du Vaudois) d'atomes.*

L'électricité

L'électricité c'est le domaine qui prend en compte toutes les formes ou actions dû à la présence de charges électriques. C'est vaste car cela touche de l'infiniment petit à l'infiniment grand. Oui, j'ai oublié de vous le dire si un électron (charge négative) attire un proton (charge positive) deux électrons attirent deux fois plus fort le proton !

Les effets des charges électriques, les effets de leur champ sont cumulables.

Un électron c'est une
charge négative
Regardez sa tête !



Le dégradé noir, c'est
son champ électrique
associé

Petite présentation des champs et des charges électriques. A tout honneur notre ami l'électron. Évidemment comme il est négatif, il a sa tête des mauvais jours et son aura n'est pas très gaie ! L'idée c'est que plus vous êtes loin de lui moins vous sentez les effets de son champ électrique, de sa charge.

C'est le principe de "loin des yeux, loin du coeur !". Bien que théoriquement l'effet de la charge, du champ, de notre électron se ressent à l'infini, dans la réalité à une certaine distance elle n'a plus trop d'influence.

L'effet d'une charge électrique (son champ) diminue si on s'éloigne d'elle.

On peut bien sûr avoir le même schéma pour un proton, le porteur de la charge positive et de son champ associé, la couleur verte, celle de l'espoir, lui sied bien je trouve ☐



L'intérêt est de comprendre qu'en un point de l'espace, les effets des champs s'additionnent, donc si, dans un endroit il y a beaucoup d'électrons ou de protons il y aura une accumulation des effets de leurs champs respectifs. Si on a un électron on aura une charge (un champ) électrique alors que si une centaine d'électrons sont en un endroit, on aura un champ (une charge) électrique 100 fois plus grand. Comme les électrons sont très très petits on peut imaginer que beaucoup d'électrons peuvent s'accumuler en un seul endroit, par exemple $6,241\ 509\ 629\ 152\ 65 \times 10^{18}$ électrons. Vous vous doutez bien que ce chiffre n'est pas pris au hasard, vous le comprendrez en calculant l'intensité de la charge électrique si tous ces électrons sont au même endroit. La charge électrique résultante sera :

$$6,241\ 509\ 629\ 152\ 65 \times 10^{18} * (- 1,602 \times 10^{-19}) \text{ soit environ } 1 \text{ (C) .}$$

en français : un Coulomb

Vous me direz que cela "vous fait une belle jambe" parce que vous n'avez pas la moindre idée que ce que cela représente en réalité un Coulomb ! ☐

Encore un peu de patience on y vient. ☐

Le courant électrique

C'est simplement un déplacement de charges (négatives ou positives).

Donc pour bien expliquer, si je prends un électron dans ma main (c'est imaginaire bien sûr) et que je déplace ma main, je crée un courant électrique. À chaque fois qu'une charge électrique se déplace, on a un courant électrique.

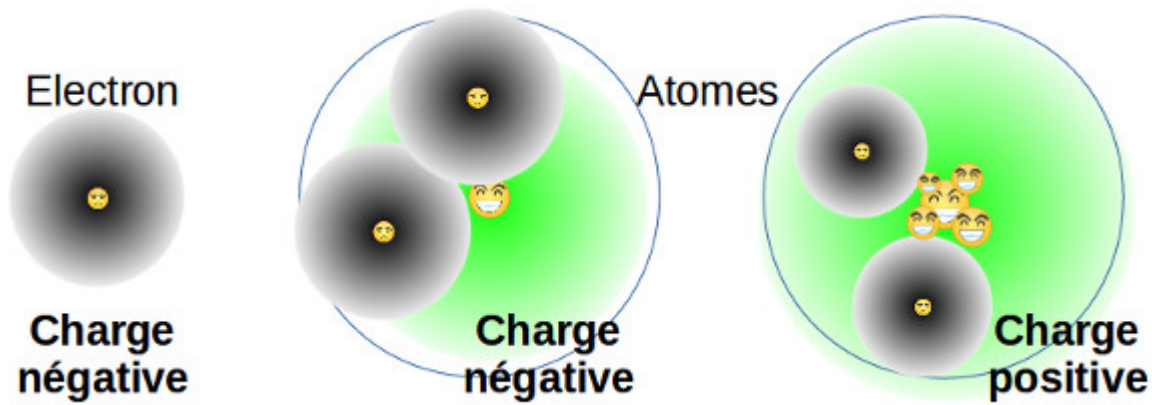
MAIS me direz vous, les électrons (charges négatives) et les protons (charges positives) appartiennent aux atomes, donc si on déplace l'un on déplace l'autre ! Comme il y a autant d'électrons que de protons dans un atome l'effet des charges s'annule, l'atome est électriquement neutre, vu de l'extérieur il n'est pas chargé. Donc pas de courant.

C'est maintenant que nous devons regarder comment les atomes s'accumulent pour former la matière. Nous allons faire un rapide survol de la chose, pour une explication plus complète rendez-vous [ici](#).

LA MATIÈRE

La matière qui nous entoure est constituée d'atomes assemblés en solides, en liquides ou en gaz. Ces échafaudages d'atomes font que par moment les électrons peuvent être mis en commun et vont et viennent d'un atome à l'autre. C'est le cas pour les métaux par exemple. Parfois on a des atomes libres mais qui peuvent avoir pris/perdu un électron. Donc on peut trouver des électrons isolés ou des atomes avec plus de protons que d'électrons ou encore des atomes avec plus d'électrons que de protons.

Résumé des charges électriques possibles.



Les électrons “libres”, sont observés dans les métaux, des matériaux solides. Cette caractéristique est particulièrement vraie pour le cuivre par exemple. Dans un morceau de cuivre, il y a beaucoup d’électrons dit “libres”, ils peuvent se déplacer dans la matière. Mais comme nous l’avons vu s’il y a déplacement d’électrons, il y a déplacement de charges électriques, donc il y a du courant électrique !

Le cas des atomes chargés (négativement ou positivement) qui se déplacent, on les trouve dans les liquides par exemple. Nous n’en parlons pas ici.

Déplacement de beaucoup d’électrons

Pour finir avec cette unité (le Coulomb) imaginons que nous observons la section d’une barre d’un matériel quelconque. Dans cette barre circule des charges électriques. Si nous voyons passer 1 coulomb, c’est-à-dire $6,241\ 509\ 629\ 152\ 65 \times 10^{18}$ charges élémentaires ceci en une seconde, nous dirons que nous avons un courant électrique d’un [Ampère](#) 1(A). C’est “la relation” entre le monde de la matière et le monde électrique ! Deux très courtes vidéos pour illustrer ces affirmations.

Je viens de trouver cette superbe vidéo (8’05) qui parle de l’électricité en général, la première partie, après l’historique, montre très bien ce qu’est le courant électrique.

QUELQUES CONSÉQUENCES

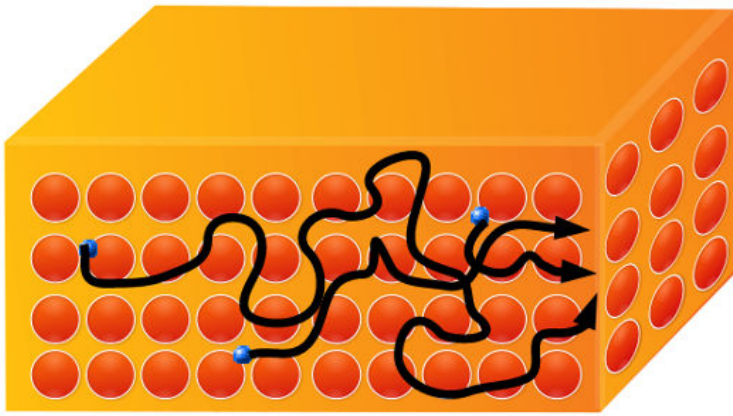
Matière :

On comprend que certaines matières permettent aux électrons de se déplacer (les métaux par exemple) et que d'autres ne libèrent aucun électron (les isolants). Dans les premières, il y a possibilité d'avoir du courant électrique alors que dans les isolants, il n'y a pas de charges électriques libres donc pas de courant électrique.

Échauffement :

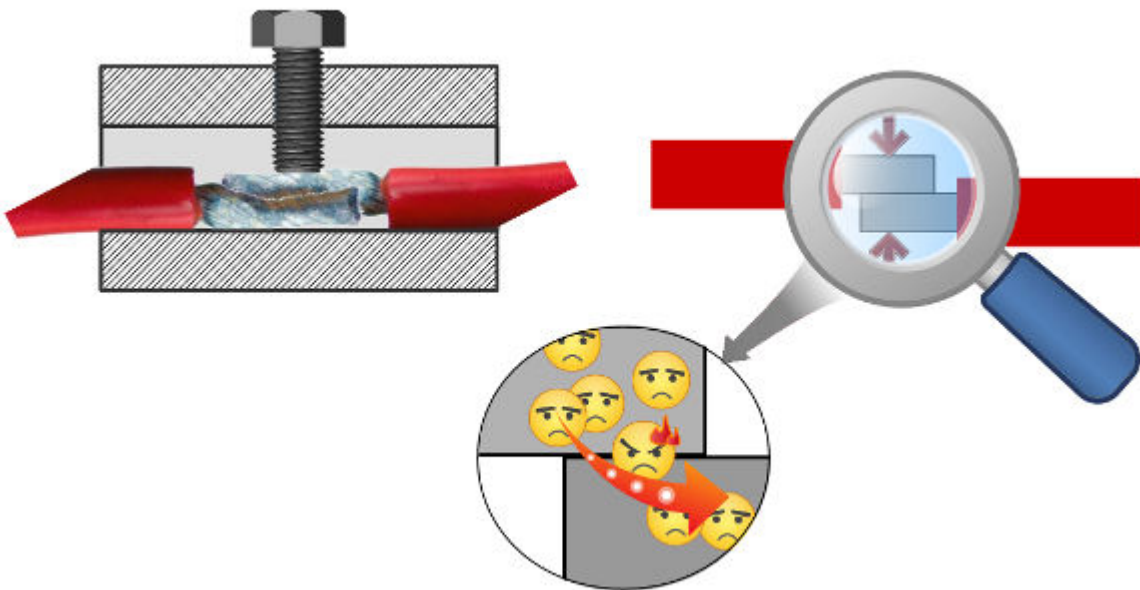
Si on observe une barre métallique traversée par un courant électrique, on constate que si la température de la barre diminue le courant électrique passe mieux, ce qui peut-être contraire à notre "instinct". En fait il ne faut pas oublier que l'électron est un objet typiquement quantique, c'est-à-dire que ce n'est pas un morceau minuscule de matière qui se promène mais un objet autant corpusculaire qu'ondulatoire. Donc le déplacement d'un électron dans un fil électrique cela correspond autant au déplacement d'une onde qu'une particule. Les atomes sont bien rangés dans le cristal et même si leur mouvement brownien (la température) est important cela ne les dérangent pas trop. En fait l'augmentation de la température du fil laisse "moins d'espace libre" pour le passage des électrons, mais ce n'est pas là le phénomène le plus important. Ce qui freine (échauffe) l'électron ce sont les impuretés, atomes déformant le cristal, les changements d'orientation des cristaux et les changements de milieu.

Prenons le cas d'un déplacement d'électron dans un fil métallique. Que se passe-t-il en réalité. La matière est constituée d'une multitude d'atomes et donc l'électron surfe dans le cristal et se "heurte" sur le premier défaut rencontré (impureté, changement orientation, dislocation, changement de milieu, etc). C'est au travers d'un chemin plein d'embûches qu'il peut arriver à traverser le fil.



Pour avancer, notre électron dépense beaucoup d'énergie, mettez vous à sa place, il se cogne partout ! Donc énergie dépensée : ça chauffe. Le fil métallique chauffe lorsqu'il est traversé par beaucoup d'électrons (rappel : un électron c'est très très petit). C'est un des ennuis des circuits électriques. Nota : pour chauffer votre café, c'est plutôt utile ce phénomène.

Maintenant imaginez ce que peut représenter un changement de milieu pour notre électron. Il arrive au bout du fil métallique et il doit changer de fil : il y a un connecteur. Que se passe-t-il ?



*La première chose ce que l'on peut dire c'est que c'est **plus facile de se déplacer dans la***

matière que de changer de matière ou de morceau de matière. Lorsque le courant électrique (un flux d'électron) arrive à une connexion, ça chauffe beaucoup, car il lui faut beaucoup d'énergie pour changer de milieu. La grande conséquence est le danger d'incendie par échauffement ! Le nombre de connexion que le courant rencontre avant d'atteindre la lumière de votre bureau est très grand (prises, fils muraux, tableau électrique, etc. ...). On compte facilement plus de 300 connexions dans une maison standard, 300 endroits où cela chauffe. Et cela explique pourquoi la grande majorité des incendies sont dû à des "mauvais contacts".

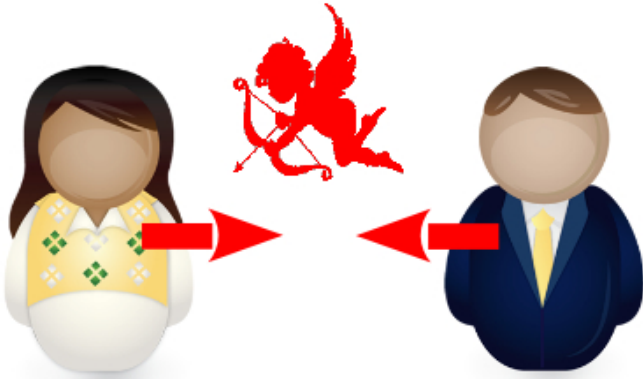
Exemple d'une prise électrique laissée à l'extérieur sans protection particulière : à ne pas faire ☐ !



Vous trouverez [ici](#) un document sur les sources électriques d'incendies les plus répandues en France.

force :

Un courant électrique existe lorsque qu'il y a déplacement de charges électriques. Oui, d'accord mais pourquoi ces charges se déplacent-elles ? Si vous ne l'avez pas encore bien saisi, les charges électriques positives veulent rejoindre les charges négatives et vice versa.



C'est une image, mais je pense que c'est clair !
De plus personne n'a jamais vu d'électron ou
de proton, alors ils sont peut-être comme ça !

Les charges opposées s'attirent, donc il y a une force d'attraction entre elles. C'est cette force qui permet le déplacement de charges donc le courant électrique.

Conclusion

Merci les électrons !

C'est grâce à eux que vous êtes là en train de lire cette fin d'article. Oui je sais, il était temps mais quand on aime, on ne compte pas !

Pour finir une série de vidéos didactiques de 1983 de Jacques Rouxel: "voyage en électricité". Bien que le traitement du sujet est bien plus vaste que le présent article (production et charges électriques), je ne peux que vous les recommander, de plus c'est ludique, alors que demander de plus