

Jean-Pierre Petit

# L'AMBRE ET LE VERRE

Histoire de l'électricité

Cette électricité est vraiment dénuée du moindre intérêt. Un amusement de salon, tout au plus. Ça n'a aucun avenir, si vous voulez mon avis.



édité par l'association Science et Culture pour tous

# PROLOGUE

Papy, c'est catastrophique !  
Anselme et moi, on ne comprend  
rien à ce qu'est l'**ELECTRICITE**  
Les ampères, les volts, les ohms  
tout cela se mélange dans nos  
pauvres têtes !



# ÉLECTRICITÉ STATIQUE



Il fallut attendre 1740 pour que des hommes comme le Français Dufay se posent la question de savoir **POURQUOI** ces phénomènes se produisaient




les hommes se mirent alors à frotter absolument n'importe quoi, pour essayer. Ils se sont aperçus non seulement que l'ambre et la résine pouvaient être **ELECTRISÉS PAR FROTTEMENT**, mais que le soufre et le **VERRE** possédaient aussi cette propriété. On construisit alors des machines, où on mettait des sphères ou des disques de résine, de soufre et de verre, qu'on électrisait, en les frottant sur des coussinets de cuir, en les mettant en rotation avec une manivelle



au point qu'on obtint des **ETINCELLES**, bien visibles dans l'obscurité

on appela cela la **TRIBO-ELECTRICITE**





il existe beaucoup de matériaux qui peuvent être électrisés par le frottement de l'air. Par temps sec, les pneus des voitures se chargent et on peut ressentir une décharge en saisissant la poignée du véhicule. Les chats peuvent aussi charger leur poil par frottement (\*)  
Un chat électriquement chargé, isolé par les coussinets de ses pattes, ressent une décharge quand il lèche quelque chose ou quelqu'un

bien fait !

Les pales en matériau synthétique du rotor d'un hélicoptère se chargent couramment sous plus de 100.000 volts. Lorsque les pilotes veulent récupérer un naufragé, ils laissent d'abord tremper le câble dans l'eau avant que celui-ci ne s'en saisisse.

Les plongeurs sautent dans l'eau, depuis l'hélicoptère, pour éviter d'être le trait d'union à travers lequel la machine se déchargera dans l'eau de mer

(\*) Un chat très velu peut se charger sous 50.000 volts, et produire de très jolies étincelles, dans l'obscurité. Si la secousse est ressentie, le dommage corporel reste insignifiant, car l'intensité électrique reste trop faible.



on peut créer un phénomène électrique très spectaculaire, en s'enfermant dans un local obscur, avec un rouleau de chatterton. On opère alors par arrachement

par arrachement ?

quand on tire sur le ruban apparaît une vive lueur bleutée à l'endroit où s'opère le décollement

elle est assez intense pour qu'on arrive à lire un texte !

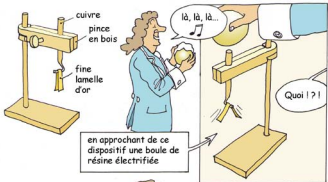
cela constituerait un moyen assez peu économique pour s'éclairer



Seuls certains matériaux peuvent être électrisés par frottement. On s'ingénia à frotter tous les **METEAUX** possibles sans obtenir le moindre résultat

# ÉLECTRISATION INDUITE

Mais on découvre que ceux-ci ne restaient pas sans réagir, quand on approchait un objet électriquement chargé, fait de résine ou de verre.



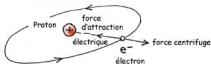
Il fallut attendre 1905 pour que le Néo-Zélandais Ernest Rutherford montre que la matière était faite d'atomes. Puis le Danois Niels Bohr, en 1913, décrivit ceux-ci comme étant constitués par un **NOYAU**, chargé positivement, autour duquel gravitaient un ou plusieurs **ELECTRONS**, porteurs d'une charge électrique négative.

Les charges de même signe se repoussent



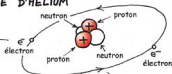
Les charges de signes contraires s'attirent, ce qui permet de construire un **ATOME D'HYDROGÈNE** où un électron orbite autour d'un noyau constitué par un unique **PROTON**, la force d'attraction électrique (entre charges de signes opposés) équilibrant la **FORCE CENTRIFUGE**.

### ATOME D'HYDROGÈNE



dans les noyaux des autres atomes cohabitent plusieurs protons, et des particules électriquement neutres, appelées **NEUTRONS**

### ATOME D'HÉLIUM



je ne comprends pas les particules qui ont des charges de même signe se repoussent

Qu'est-ce qui tient ensemble ces deux protons, dans ce noyau d'atome d'hélium ?



les particules composant les **NOYAUX** des atomes s'appellent des **NUCLEONS**. Leur cohésion est assurée par la **FORCE NUCLEAIRE**, attractive, qui devient plus importante que la force créée par les charges électriques, à courte distance



Noyau d'hélium

2 protons  
2 neutrons

dans un noyau d'atome il y a toujours, grosso modo, autant de protons, chargés positivement, que de neutrons, dépourvus de charge électrique

mais il y a **TOUJOURS** autant de protons, de charges  $+$  que d'électrons, de charges  $-$ , ce qui fait que tous les atomes sont **ELECTRIQUEMENT NEUTRES**

Dans les gaz et les liquides, les atomes s'assemblent pour former des **MOLECULES**, constituées au minimum par deux atomes

Exemple, la molécule d'oxygène :

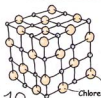


ou de gaz carbonique :  $CO_2$  oxygène | carbone | oxygène

ou d'eau : hydrogène | oxygène | hydrogène

Dans les **LIQUIDES**, ou les **GAZ** les molécules évoluent librement, tout en restant électriquement **NEUTRES**

Dans un **SOLIDE** les noyaux sont fixes les uns par rapport aux autres



Sel de cuisine : chlorure de Sodium où les noyaux s'agencent selon un maillage cubique

Sodium

Chlore



Dans un **MÉTAL** (à l'état solide) les atomes sont fixes les uns par rapport aux autres. Une partie des électrons évolue librement, à la manière dont des abeilles circulent dans une ruche. Quand un morceau de métal est livré à lui-même, les densités de charges positives, contenues dans les noyaux, et les densité des charges négatives, celles des électrons sont égales. Le milieu est électriquement neutre.

## MORCEAU DE MÉTAL



noyau  
 électron

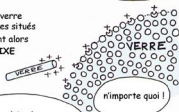
Quand on frotte de l'ambre, ou de la résine, sa surface se tapisse d'électrons supplémentaires, qui s'attachent sur les atomes et constituent une distribution **FIXE** de charges négatives.



jusqu'à la découverte des **CHARGES ÉLECTRIQUES** on parlait alors d'électricité résineuse



Quand on frotte un morceau de verre on arrache des électrons d'atomes situés à sa surface. Ces **LACUNES** sont alors l'équivalent d'une distribution **FIXE** de charges positives.



on parlait alors d'électricité vitreuse

n'importe quoi !





Si on approche un morceau de résine, chargé négativement, d'un morceau de métal, les électrons de celui-ci se trouveront repoussés



Le phénomène d'électrisation induite se concentrera sur la surface, le corps du métal restant neutre. Sous l'action des charges négatives portées par le bloc de résine, tout se passe comme si la face en regard, du

bloc de métal, se tapissait de charges positives, la face opposée se trouvant tapissée, elle, de charges négatives.




- 1) Les charges opposées s'attirent, les charges de même signe se repoussent
- 2) Ces forces sont proportionnelles à l'inverse du carré de la distance qui les sépare




Les charges + étant plus proches de la résine que les charges - celle-ci va légèrement attirer le bloc de métal





que se passerait-il si au lieu d'approcher du métal un morceau de résine électrisé négativement, on avait approché un morceau de verre, électrisé positivement ?



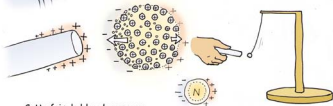
réfléchis, Sophie. Tu auras aussi un phénomène d'électrisation induite, mais inversé



cela veut dire que le morceau de métal sera repoussé ?



perdu !



Cette fois, le bloc de verre va attirer les électrons du métal, qui vont se rassembler sur le face qui est en regard, et quitter la face opposée. Au résultat, on aura toujours une (légère) attraction



j'ai compris pourquoi les deux lamelles d'or s'écartent quand vous rapprochez votre bloc de résine électrisée

Par effet d'électrisation induite les charges présentes à la surface repoussent les électrons du métal vers les feuilles d'or. Et comme les charges de même signe se repoussent, celles-ci s'écartent



Les deux objets s'attirent légèrement mais les feuilles d'or se soulèvent, car leur poids est infime



il se passe pratiquement la même chose quand vous approchez un bloc de verre électriquement chargé (à la surface duquel on a arraché des électrons)



Les électrons se retirent des feuilles d'or et s'amassent à la partie supérieure de la tige



les feuilles d'or chargées positivement se repoussent



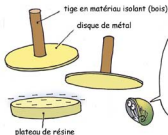


mais quand on éloigne les blocs électrisés, les électrons retournent à leurs places, le phénomène disparaît et le morceau de métal redevient **ELECTRIQUEMENT NEUTRE**

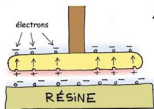


comment **CHARGER** un morceau de métal ?

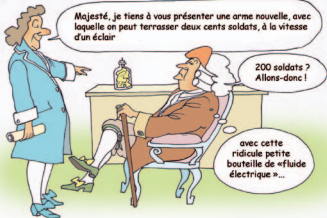
# L'ÉLECTROPHORE



cet objet très simple a été inventé en 1800 par l'italien Volta. En approchant le disque de métal d'une galette de résine électrisée, on crée un effet d'électrisation induite



repoussés par les électrons présents à la surface de la galette de résine, ceux du métal quittent la partie inférieure du disque, pour migrer vers sa partie supérieure



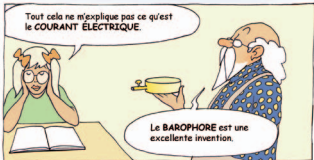
La molécule d'eau est la « Molécule de Mickey »



Soumise à l'action d'un objet électriquement chargé, la molécule d'eau s'oriente, et il en résulte une force d'attraction.



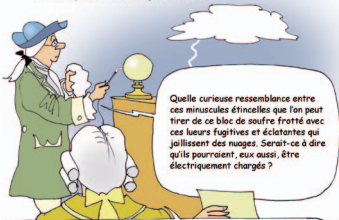
En frottant celles qu'on trouve dans ces magasins, qui vendent ces cochonneries de hamburgers, et en les approchant d'un mince filet d'eau, on peut le dévier d'un angle de quatre vingt dix degrés.





# L'ÉLECTRICITÉ DANS LA NATURE

A Philadelphie, en 1750, Benjamin Franklin.

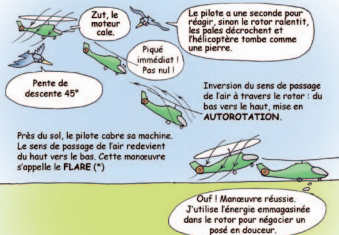


Mon cher, vous avez vu cette lettre qui vient de Londres. L'académie se gausse de vos idées qu'elle juge fantaisistes.



# LE COURANT CONTINU

Les sources de **COURANT CONTINU** domestiques sont les **PILES** (non rechargeables) et les **ACCUMULATEURS** (rechargeables) qui équipent les automobiles et maintenant l'outillage et tous les **SANS FILS**. Dans le monde de l'automobile, des systèmes **HYBRIDES** où des accumulateurs sont rechargés en continu par des moteurs conventionnels, qui peuvent ainsi travailler au meilleur rendement et à la moindre consommation, se développent. Le franco-australien Pascal Chrétien (\*) est le pionnier de l'hélicoptère hybride, ce système palliant le défaut majeur de cette machine volante : son incapacité à se poser sans dommage si une panne moteur se produit dans la **ZONE DE MORT**, rendant impossible l'atterrissage en autorotation. Un hélicoptère peut **PLANER**, à sa manière, au prix d'une délicate **TRANSITION**.



(\*) Pascal Chrétien : [pascal.chretien@swissmail.org](mailto:pascal.chretien@swissmail.org)

(\*\*) La Passion Verticale : gratuitement téléchargeable à : <http://www.savoir-sans-frontieres.com>

Mais cette manœuvre ne peut s'effectuer que si on dispose, au ras du sol, d'une vitesse de 100km/h, ou si à vitesse zéro on est à plus de 100m d'altitude ou, dans une situation intermédiaire, sinon se trouve dans la

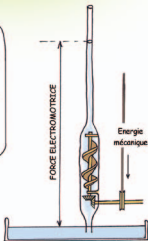
### ZONE DE MORT :



Dans cette zone : impossible d'effectuer une transition, de passer en autorotation et de réussir à négocier un atterrissage en douceur.

Or, la plupart du temps, les pilotes d'hélicoptère travaillent « dans la zone de mort ». Le fait de disposer en permanence, dans une batterie d'une réserve d'énergie (électrique) leur permettant de pallier la déficience de leur moteur conventionnel, un moteur électrique prenant le relais, supprimerait ce risque inhérent à l'hélicoptère (\*).

Revenons au courant continu. Un générateur électrique est une pompe à électrons, capable de fournir une « pression électronique » dite **FORCE ELECTROMOTRICE**. Si on assimile ce générateur à une pompe à eau, l'image serait la hauteur (égale pression) à laquelle la pompe pourrait élever le fluide, en « **CIRCUIT OUVERT** ».



Le frottement est le phénomène à travers lequel la nature transforme de l'énergie mécanique en énergie thermique, en chaleur. C'est ce qu'on fait en frottant ses mains l'une contre l'autre pour se réchauffer

On peut même fondre de la glace en la frottant.

Sérieux ?

Quand on est sur une pente de ski, faible, et qu'on doit exercer une petite pression pour déclencher la glisse, ça n'est pas « pour décoller les skis », mais pour faire fondre une fine couche de neige, au contact avec les skis, grâce à la chaleur dégagée par le frottement. Ainsi, on ne skie pas sur la neige, mais sur un fin film d'eau, qui regèle aussitôt.

Ca me donne une idée

Marie, sais-tu que quand tu tournes ta cuillère dans ta mayonnaise, tu élèves sa température ?

Oh, pas de beaucoup parce que la mayonnaise a une capacité calorifique élevée

Quel rapport entre tout cela et l'électricité ?

# LES DANGERS DE L'ELECTRICITE

1780

Mamma mia ! Le couisses de la grenouille, elles bougent, sous l'effet de l'électricité !?

Eh oui. Avant qu'Alessandro Volta n'invente la PILE, Luigi Galvani découvrit que les muscles se contractaient lorsqu'ils étaient parcourus par de faibles courants

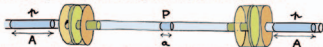
?!?

Ce qui était valable pour les grenouilles l'était aussi pour les êtres humains, et les escargots

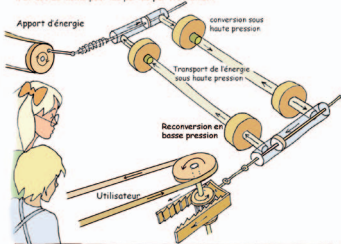
Si on touche une source de courant qui délivre une tension inférieure à 50 volts, elle ne présente aucun danger, à condition d'avoir les mains bien sèches

Le corps humain contient nombre d'éléments qui conduisent bien l'électricité : les nerfs, les vaisseaux sanguins, les muscles, les viscères. En dessous de 50 volts, la peau se comporte comme un isolant

La solution, c'est le **VERIN**, qui transforme un déplacement de grande ampleur  $A$ , sous faible pression  $p$ , en faible déplacement  $a$ , sous haute pression  $P$ .

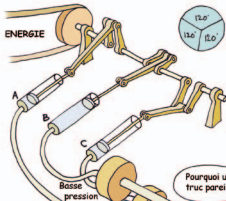


Cette formation ne modifie pas la quantité d'énergie  $p A = P a$ , transportée à la fréquence  $f$ . Mais comme à chaque cycle le déplacement  $a$  du fluide est réduit, il en est de même pour les pertes par frottement



Dans le monde de l'électricité, le transport d'une masse fluide incompressible, sera remplacé par un transport de charges électriques. Dans un conducteur parcouru par un **COURANT ALTERNATIF**, les charges électriques sont animées d'un mouvement de flux et de reflux. Le mot **INTENSITE** remplace le mot débit et le mot **TENSION** celui de pression. Un **TRANSFORMATEUR** convertit de courant de telle manière que le produit  $V \times I$  soit conservé. Le principe de fonctionnement, faisant appel à l'**ELECTROMAGNETISME**, sort du cadre du présent ouvrage

*de Mathieu*



En fait, dans les alternateurs le courant est produit en **TRIPHASE**. L'image est donnée par ce vilbrequin. Les vérins, éleveurs, puis abaisseurs de pression, produisent des courants alternatifs, **DEPHASES**. La somme de ces pressions reste constante et fournit un **NEUTRE**, qui est mis à l'air libre.

Pourquoi un truc pareil ?



Transport sous haute pression

Reconversion en basse pression

Mise à l'air libre

C'est à cause des **MOTEURS ELECTRIQUES**. En triphasé, ils démarrent toujours et ne peuvent se bloquer. Dans une usine, on connecte des moteurs aux fils **A, B, C**. Quand vous n'êtes pas alimenté en triphasé, l'EDF vous branche sur un des trois fils et sur le neutre

A

N

C



Et voilà. Si vous avez suivi tout cela, vous faites partie de ces rares privilégiés à avoir compris ce qu'était le

**TRIPHASE**



Ne vous êtes-vous jamais demandé : « qu'y a-t-il derrière une des prises de courant de ma maison ? Qu'est-ce que cette mystérieuse électricité, dont je me sers à chaque instant de ma vie ? ».

Pour tenter de répondre à cette question, l'auteur nous entraîne dans un voyage qui débute à l'antiquité, quand l'ambre, qui se dit en Grec elektron, attirait des petits objets. Puis on passe au siècle des lumières, quand les scientifiques de l'époque, frottant tout ce qui leur passait par la main, montent des expériences de plus en plus extraordinaires, mettant en jeu des tensions et des énergies sans cesse croissantes, au point que l'abbé Nollet put, avec une bouteille de Leyde, ancêtre de nos condensateurs, jeter à terre les deux cents soldats de la garde de Louis XV, à qui il avait demandé de se tenir par la main.

Un analogie fondée sur la mécanique des fluides permet d'expliquer les choses d'une manière qui est accessible pour un lecteur de plus de douze printemps. Et c'est normal car l'électricité est un fluide. Dans nos fils conducteurs circule un « gaz d'électrons ». On verra au passage comment, quand il fut question de définir le passage du « courant électrique », on se trompa de sens ! Normal : on avait une chance sur deux, et il est trop tard pour revenir en arrière...

Cette même analogie vous permettra de comprendre pourquoi l'énergie électrique est obligatoirement transportée sous haute tension (400.000 volts au dessus de nos campagnes ), puis réduite à 20.000, puis 220 volts avant d'arriver chez vous.

Et enfin, cerise sur le gâteau, on vous expliquera pourquoi, dans les entrées de vos prises de courant, l'une est « la phase » et l'autre « le neutre ». Interrogez les ingénieurs de votre entourage. Vous verrez que bien peu de gens connaissent la réponse !

Vendu exclusivement par correspondance au profit de l'association

Science et Culture pour Tous, BP 55, 84122 Pertuis.

scienceculturepourtous@gmail.com

8,5 €, port compris

9,5 € pour l'étranger



ISBN 978-2-9185640-1-0



9

782918

564010

Soutenu par

