

Apprentissage des sciences par la réalisation de manipulations simples

Observation – Construction - Expérimentation – Explication

Cycle 2 et Cycle 3

Chimie Expérimentale

Eric Langlet (eric.langlet@univ-valenciennes.fr)

Electricité

Franck Ebel (franck.ebel@univ-valenciennes.fr)

Mécanique

Didier Moraux (didier.moraux@univ-valenciennes.fr)

Institut Universitaire de Technologie
Département Mesures Physiques
Antenne de Maubeuge
Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis

« Celui qui ne comprend pas et qui le dit, est celui qui fait le plus évidemment preuve d'intelligence, car il a compris qu'il n'a pas compris et c'est ce qui est le plus difficile à comprendre. Remercions-le, car il fait un cadeau à tous ceux qui, autour de lui, croyaient, à tort, avoir compris. »

Raymond Devos

L'électricité

Electricité 1 : Le courant électrique
Electricité 2 : l'électrostatisme
Electricité 3 : Le magnétisme
Electricité 4 : Initiation à l'informatique
Annexe 1 : Symboles électriques
Annexe 2 : La pile
Annexe 3 : Les aimants permanents



Franck Ebel

Professeur Certifié en électronique
Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis
Franck.ebel@univ-valenciennes.fr

IUT Mesures Physiques, Z.I. du champ de l'abbesse, 59 600 Maubeuge
Tél : 03 27 53 17 70, Télécopie : 03 27 64 74 95, Mél : seciutmp@univ-valenciennes.fr
Site web : www.univ-valenciennes/IUT/iutmph

Le courant électrique

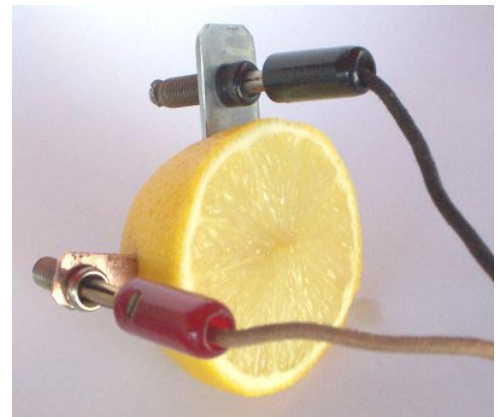
I) LA PILE AU CITRON :

a) matériel :

- un ou plusieurs citrons
- un ou des morceaux de cuivre (ex : fil de cuivre, plomberie...)
- un ou des morceaux de zinc (ex : vieilles gouttières ...)
- quelques bouts de fil électrique
- des pinces crocodiles (éventuellement)
- petite diode électroluminescente ou petit moteur.

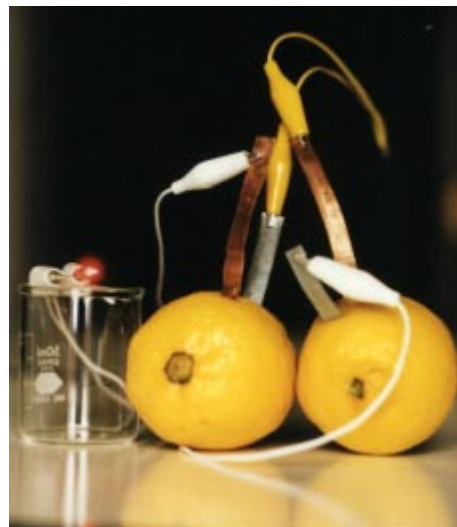
b) expérience :

Prenons un demi citron placé sur une tasse et maintenu par exemple avec de la pâte à modeler. Nous allons maintenant enfoncer un morceau de **cuivre** qui sera la **borne positive**. Enfonçons maintenant le morceau de **zinc** (**borne négative**) à un ou deux centimètre de notre borne positive. Notre pile est terminée. Nous pouvons maintenant mesurer, à l'aide d'un voltmètre la tension aux bornes de la pile. Pour obtenir un voltage plus important, il suffit de connecter en série plusieurs piles ainsi fabriquées.



Sur cette photo, nous voyons deux piles mises en série, reliées à une diode électroluminescente.

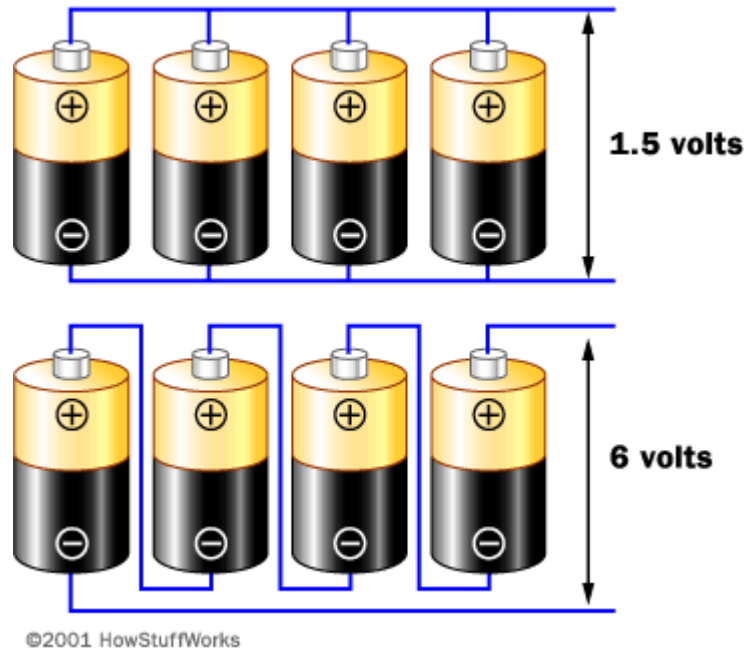
Notre borne positive est reliée à l'anode de la D.E.L., la borne négative de la première pile est reliée à la borne positive de la deuxième et la borne négative de la deuxième pile, à la cathode de la D.E.L.



Le montage ainsi réalisé peut être comparé à une pile de 1,5 Volts.

On peut pousser maintenant l'étude en prenant de vraies piles et en les associant en parallèle (montage du haut) et en série (montage du bas).

On pourra noter l'addition des tensions pour un montage en série et non en parallèle (qui est une addition du courant).



c) explications :

On peut comparer le courant électrique au débit de l'eau :

Pour qu'il y ait débit, il faut qu'il existe une différence de niveau entre deux récipients, c'est le principe des vases communicants.

Pour le courant, il faut que les deux métaux utilisés soient différents, il se crée un potentiel électrique entre les deux métaux, c'est **la tension**.

C'est grâce à la disparité chimique du cuivre et du zinc qu'un courant électrique prend naissance et peut circuler dans le jus de citron acide.

La même chose arriverait avec d'autres couples de métaux mais le courant serait plus faible.

d) élargissement de l'expérience :

On peut reprendre cette expérience en utilisant les mêmes métaux pour la borne positive et négative et mesurer la tension (proche de zéro), remplacer le citron par une pomme de terre, un morceau de polystyrène et ainsi montrer qu'il faut un élément acide pour que l'expérience fonctionne .

II) LE PASSAGE DU COURANT :

a) matériel :

- 1 pile 4,5 Volts
- 1 ampoule 3,5 Volts 0,2 ampères
- fils de cuivre (avec pinces crocos si possible).
- 1 trombone

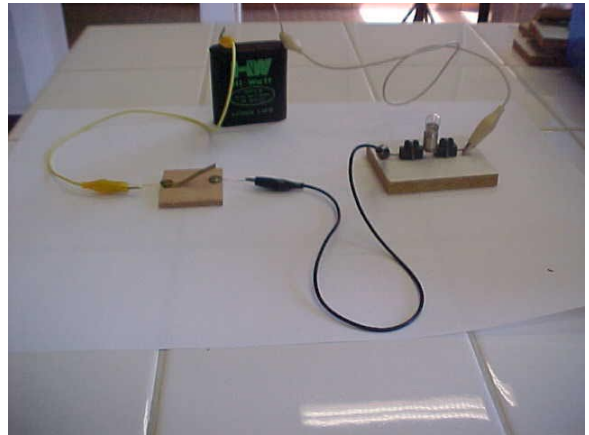
b) expérience :

Reliez la borne négative de la pile à l'aide du fil de cuivre sur le trombone.

Reliez la borne positive de la pile à l'aide d'un fil de cuivre sur le culot de l'ampoule.

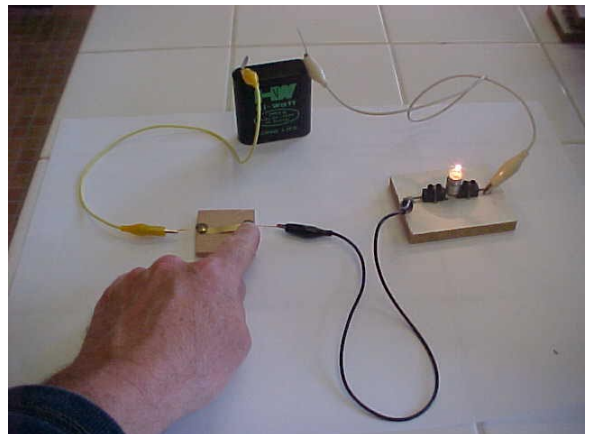
Reliez le corps de l'ampoule à un fil de cuivre.

L'autre côté du fil n'étant pas relié pour l'instant.

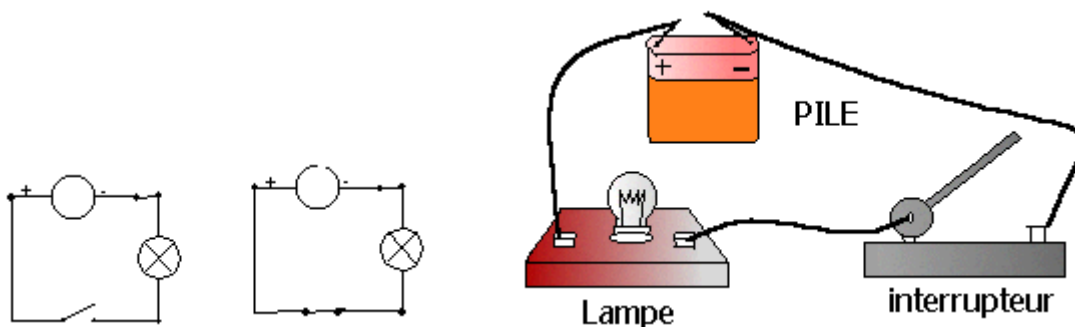


On constate que l'ampoule est éteinte car le circuit n'étant pas fermé, il n'y a pas passage du courant.

Si maintenant on relie le fil au trombone, on constate que le courant circule car le circuit est fermé. On peut maintenant remplacer le trombone par des éléments différents tel que le verre, le bois, l'aluminium ou tout autres matériaux afin de déterminer les éléments conducteurs et non conducteurs.



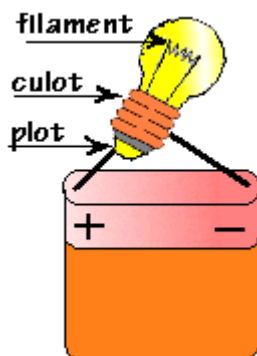
On pourra maintenant essayer de traduire ce circuit (ampoule éteinte et allumée) en schéma électrique en donnant les symboles de l'ampoule et de la pile.



c) explications :

On peut reprendre la comparaison précédente :

La borne positive à un potentiel supérieur à la borne négative donc quand on ferme le circuit il se crée un « débit » d'électrons (courant d'électrons). Les électrons étant un des éléments composant la matière.



d) élargissement de l'expérience :

On peut reprendre maintenant l'expérience en remplaçant l'ampoule par un buzzer ou remplacer la pile par une pile 1,5 Volts et voir la différence de luminosité de l'ampoule.

III) CONDUCTEURS OU ISOLANTS :

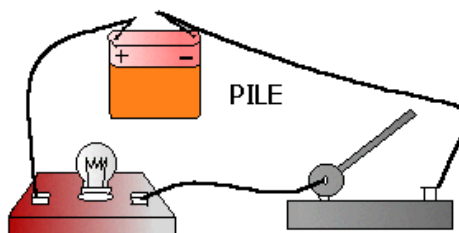
a) matériel :

- 1 pile 4,5 Volts
- 1 ampoule 3,5 Volts 0,2 ampères
- fils de cuivre (avec pinces crocos si possible).
- 1 morceau de bois
- 1 morceau de verre
- 1 morceau d'aluminium
- 1 citron
- 1 verre d'eau
- Du sel

b) expérience :

Reprenez le montage précédent
Nous allons remplacer l'interrupteur par les différents objets (aluminium, bois, verre, citron...).

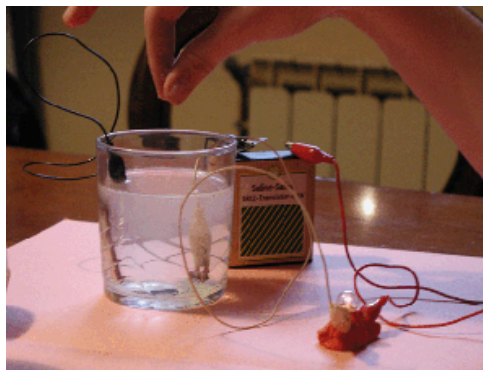
Si l'ampoule s'allume, l'objet est conducteur
sinon, c'est un isolant.



On peut maintenant reprendre l'expérience en remplaçant les objets par un verre d'eau (laissez les deux fils pendre dans le verre d'eau). La lampe est éteinte.

Si maintenant, nous ajoutons une certaine quantité de sel dans l'eau tout en remuant, l'ampoule s'allume : l'eau salée est un bon conducteur.

Les bulles que nous observons indiquent le passage de l'électricité de l'eau salée dans le métal.



IV) REALISATION PRATIQUE :

a) matériel :

- fil de cuivre rigide
- plaque de bois pour support
- 1 pile 4,5 Volts
- fil de cuivre souple

b) montage :

A l'aide du fil de cuivre rigide, réalisez une forme quelconque (exemple : étoile ci-contre). Reprenez le montage de la pile et de l'ampoule précédente et remplacez le trombone par votre forme en cuivre. Fixez le tout sur une plaque en bois par exemple. Au bout du fil en cuivre souple (fil noir de la photo) reliez un cercle de fil de cuivre rigide qui entoure votre forme précédente.



c) but du jeu :

Le but du jeu est de parcourir la forme de cuivre à l'aide du cercle de cuivre sans qu'ils se touchent : l'ampoule ne doit pas s'allumer ou si vous remplacez l'ampoule par un buzzer, ce dernier ne doit pas sonner.

On démontre donc, par le jeu, le passage du courant.

d) élargissement du jeu :

On peut améliorer le jeu en remplaçant l'ampoule par une alarme de vélo achetée dans le commerce ou en fabricant un petit circuit électronique qui émettra par exemple une sirène de police ou autre.

L'électrostatisme

V) LA REGLE ATTRAYANTE :

a) matériel :

- des morceaux de papier
- 1 règle en plastique
- 1 chiffon de laine

b) l'expérience :

Découpez le papier en petits morceaux que vous disposez sur la table.

Prenez la règle en plastique et approchez la des morceaux de papier. Rien ne se passe.

Maintenant frottez la règle avec le chiffon en laine et approchez la des morceaux de papier. Les morceaux viennent se coller sur la règle.



c) explications :

Au départ la règle est électriquement neutre (autant de protons (+) que d'électrons (-)). Quand on frotte la règle avec le chiffon en laine, la règle prend des charges négatives au chiffon.

Quand on approche la règle ainsi chargée vers les morceaux de papier, les charges du papier se « séparent » et les charges positives se retrouvent du côté de la règle et comme les charges s'attirent, le papier « colle » à la règle.

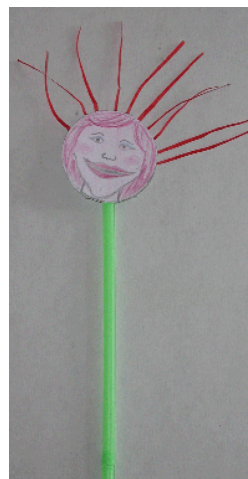
d) élargissement de l'expérience :

De la même manière, on peut prendre un ballon de baudruche gonflé que l'on va frotter avec le chiffon de laine. Si on pose maintenant le ballon sur un mur lisse ou au plafond, il colle pour les mêmes raisons que précédemment.

VI) LA MARIONNETTE :

a) matériel :

- 3 pailles en plastique
- du papier de soie
- 1 petit carton (papier bristol)
- de la pâte à modeler
- de la colle
- des crayons de couleurs
- 1 chiffon de laine



b) expérience :

Découpez un disque de 2,5 cm de rayon dans le papier bristol et dessinez un visage dessus. Collez des bandes de soie très étroites de 6 cm de long, pour faire les cheveux, et une paille sur l'envers de la tête.

Plantez le tout dans un socle de pâte à modeler. Chargez les pailles et posez les sur l'envers du visage.

Les cheveux se dressent.



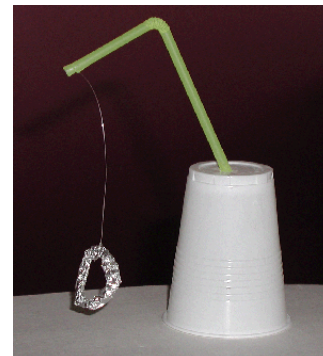
c) explications :

L'explication ne diffère pas de celle de l'expérience précédente.

VII) LE PENDULE :

a) matériel :

- 1 paille
- de la pâte à modeler
- du fil à coudre ou du fil de pêche
- du papier d'aluminium
- 1 règle
- 1 chiffon de laine



b) expérience :

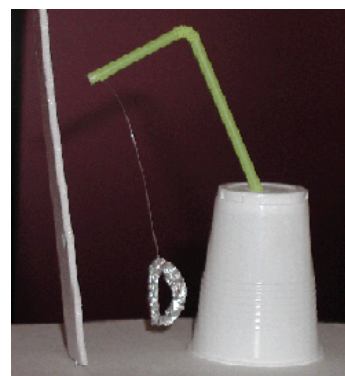
Faites une boule avec du papier d'aluminium (avec un carré d'aluminium d'environ 3 cm) attachez cette boule avec le fil à coudre.

Attachez l'autre côté à l'extrémité de la paille.

Plantez la paille dans un socle de pâte à modeler et courbez l'autre extrémité (voir photo).

Approchez maintenant la règle.

Chargez la règle et approchez la de nouveau, le papier d'aluminium est attiré.





c) explications :

Elles sont toujours identiques aux deux expériences précédentes.

Electricité 3

Le magnétisme

VIII) L'AIMANT et LA LIMAILLE :

a) matériel :

- limaille de fer
- 1 aimant
- 1 morceau de verre ou de plexiglas

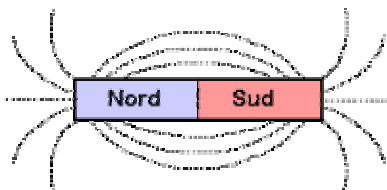
b) expérience :

Placez la limaille de fer sur une feuille.
Maintenez le verre à environ un centimètre au dessus de la limaille et approchez l'aimant au dessus du verre.
On remarque que la limaille est attirée vers la plaque de verre.
Il existe donc une « force invisible » qui attire la limaille.



c) explications :

L'aimant est composé de deux pôles (NORD et SUD) qui créent un champ magnétique.
On peut repérer ces pôles en utilisant une boussole comme ci-dessous. L'aiguille indique la direction du pôle nord donc si celle-ci se dirige vers l'aimant, cette face est le pôle nord donc la face opposée est le pôle sud.



IX) L'ELECTROAIMANT :

a) matériel :

- 1 pile plate
- 1 gros clou en fer (110 mm)
- du fil électrique émaillé
- des punaises métalliques
- des trombones ou épingles
- limaille de fer



b) expérience :

Coupez le conducteur souple (fil de cuivre) en deux morceaux. Branchez un morceau de fil à chacune des bornes de la pile.

Enroulez le fil électrique autour du clou, le bobinage doit être serré, continu, en nombre suffisant (sur deux ou trois couches). Grattez l'extrémité des fils électriques pour enlever le vernis. Réunir le noyau de l'électroaimant et la partie électrique.

Branchez les deux fils sur la pile.



Si on approche maintenant notre montage près des trombones ou de la limaille de fer, on peut remarquer qu'ils sont légèrement attirés par celui-ci.

On a donc créé un aimant.

c) explications :

Un champ magnétique va se créer autour du fil quand celui-ci est traversé par un courant électrique. Ce champ magnétique est du même type que celui des aimants, il est assez faible. Mais si l'on fabrique une bobine de fil dont le centre est en fer, l'effet magnétique est beaucoup plus grand. Chaque tour de fil augmente cet effet.

Initiation à la programmation

X) LES FEUX TRICOLORES :

a) montage :

La maquette présentée a été réalisée au sein de l'I.U.T. mesures physiques de Maubeuge à l'aide de matériaux usuels.

Le but de départ était de présenter une maquette sur le thème du transport lors de « la fête de la science », manifestation nationale.



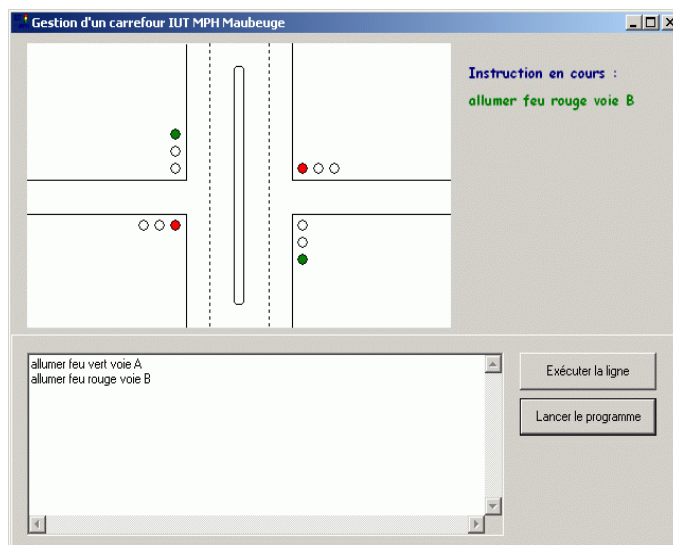
b) but de la maquette :

Un logiciel fut créé par la suite à l'aide de « DELPHI » permettant d'aborder les bases de la programmation à l'aide d'un langage simple.

Nous sommes donc en présence d'un croisement entre une route principale et une route secondaire et de deux capteurs de détection de véhicule.

Les instructions utilisées et utilisables sont :

allumer feu **vert** voie **A**
 éteindre feu **vert** voie **B**
 attendre **2 secondes**
 si voiture voie **B** présente alors
 si voiture voie **B** absente alors
 aller à



c) utilisation et fabrication :
















L'objectif serait que chaque établissement fabrique ou soit doté de la maquette afin de sensibiliser les élèves aux bases de la programmation, peut être aussi de l'algorithme, afin de développer une rigueur de démarche, une logique.

Pour tout renseignement : franck.ebel@univ-valenciennes.fr
Jerome.hennecart@ac-lille.fr

Objet du message : maquette pédagogique

Annexe 1

Les symboles électroniques

| NOM | SYMBOLE |
|-----------------------------------|--|
| Pile |  |
| générateur de tension continue |  |
| générateur de tension alternative |  |
| Lampe |   |
| Résistance |  |
| Moteur |  |
| Interrupteur fermé |  |
| Interrupteur ouvert |  |
| Ampèremètre |  |
| Voltmètre |  |
| Transformateur |  |
| Diode |  |
| Diode électroluminescente |  |
| Condensateur |  |

Annexe 2

La pile

Alessandro Volta est né à Côme en 1745, ville d'Italie située au nord de Milan. Initié à l'électrostatique par l'un de ses amis lors de ses études au séminaire, il choisit de se consacrer à l'étude de l'électricité. Il entre alors en correspondance avec [l'abbé Nollet](#).



Après avoir monté des expériences, Volta interprète l'électricité comme étant une matière dont les particules s'attirent. Il fut nommé principal du collège royal de Côme où il enseigna la physique expérimentale et fit la découverte du méthane. Un voyage dans les pays germaniques lui permit de rencontrer quelques savants, dont Horace de Saussure

A partir de 1779, il occupa une chaire de physique à Pavie, au sud-ouest de Milan. Soucieux d'établir une mesure universelle de l'électricité, il définit une unité de tension avec laquelle il gradua l'électromètre de Saussure et que lui-même améliora. Ses recherches étaient liées à l'étude de l'électricité atmosphérique, c'est pourquoi il tenta avec [Laplace](#) et Lavoisier mais en vain, de mesurer des variations d'électrisation de l'air. A l'occasion de recherches en chimie, il développa la technique de [l'eudiomètre](#) grâce à laquelle il approcha de très près les résultats qui devaient être ceux de [Gay-Lussac](#)

concernant la proportion de l'oxygène dans l'air.

En 1792, Volta commença une longue série d'expériences relatives à la découverte de [Galvani](#). Il montra que la cause de l'électricité résidait dans la mise en contact de deux corps différents, deux métaux notamment Il commença alors le classement des couples de métaux en fonction de leur force électromotrice.

En 1800, il annonça la constitution définitive de sa pile: une "pile" de paires de disques, l'un en argent l'autre en zinc, et, entre elles, du carton humide.

Alors qu'il manifestait à Paris pour la reconnaissance de la république Cisalpine, il montra son invention devant le premier consul c'est à dire Napoléon Bonaparte. Ayant fait valoir la différence entre sa pile et les machines électrostatiques, à savoir que la pile voltaïque produit un courant électrique de basse tension alors que pour les machines, la circulation est faible et la tension élevée. Sa pile fut adoptée et utilisée en chimie. L'instauration de l'empire valut à Volta d'être fait comte puis sénateur du royaume d'Italie, son activité scientifique cessa. Bon expérimentateur, il se montra plus médiocre comme théoricien, ne se mêlant pas de physique mathématique. Il mourut à Côme, sa ville natale, en 1827 à l'âge de 82 ans.

Plus tard, on nomma VOLT l'unité de tension électrique en hommage à ses travaux.

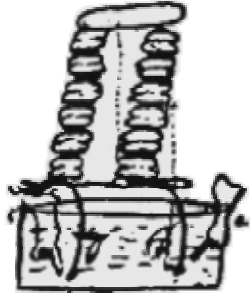
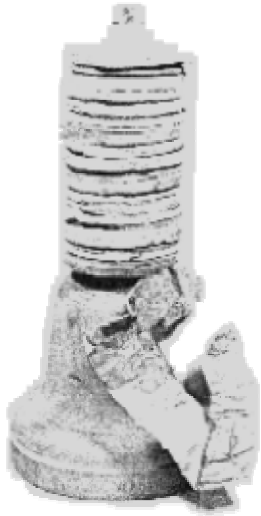

[INTRODUCTION](#)

Le terme " pile ", définissant aujourd'hui un générateur de courant continu, facilement transportable grâce à sa petite taille, vient de la réalisation, par le savant italien Volta, d'un générateur constitué par un empilage de disques. L'unité de la tension, le volt, provient aussi de ce physicien. Cette découverte révolutionnaire engendra par la suite la création de batteries plus importantes, par exemple Napoléon en offre une comprenant près de 600 piles à l'École Polytechnique, une plus puissante sera ensuite créée à Londres, par la " Royal Institution ". Avec de tels générateurs, de nombreuses découvertes fondamentales allaient bien vite se succéder, de sorte que pendant longtemps la pile parut douée d'un pouvoir extraordinaire, pour être ensuite améliorée au fil du temps. Dans une première partie, nous parlerons de la pile de Volta, comment elle fonctionne et de quoi elle est constituée. Puis nous étudierons la découverte de la dépolarisation des piles. Dans une troisième partie, nous aborderons le cas des piles sans dépolarisants, ensuite le cas des piles sèches pour enfin terminer sur les piles actuellement utilisées. Notre dossier comporte aussi une partie expérimentale qui compare les piles rechargeables, piles de conception assez récente, à des piles sèches normales.

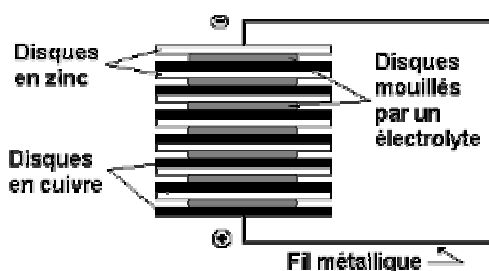
1) [La première pile:](#)

En 1800, Alessandro Volta (1745-1827) réalise la première " pile ", en s'inspirant des expériences menées par Luigi Galvani (1737-1798), autre italien, qui remarque une contraction dans les cuisses d'une grenouille placée

au contact de deux métaux différents. La pile Volta est formée de disques de zinc et de cuivre, séparés les uns des autres par de l'acide, seul le dernier disque de cuivre est relié par un fil métallique au dernier disque de zinc permettant ainsi le passage de courant dans ce fil conducteur. Par contre le principal inconvénient de cette pile est le fait qu'il se produit un ruissellement d'eau acide, provoquant des courts-circuits à l'intérieur de la pile.

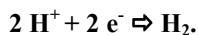
| | | |
|---|---|--|
|  |  |  |
| <p>dessin de Volta : projet de la première pile dite "à colonnes" (1799).</p> | <p>Réalisation concrète (1800).</p> | <p>Modèle plus avancé.</p> |

Schématisation de la Pile Volta:



2) Invention de dépolarisants pour les piles:

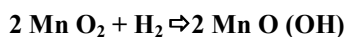
Dans la pile Volta, entre les plaques de Zinc et celles de Cuivre, se trouvent des disques mouillés par un électrolyte acide. Un électrolyte est un corps contenant des ions et qui se déplace pour conduire le courant. L'électrolyte acide contient des ions hydrogène H^+ . Lors du passage d'électrons dans cet électrolyte, il se forme du dihydrogène.



Le dihydrogène est un isolant et va, ici, être polarisant car il va se déposer sur l'électrode + en cuivre et formera un écran qui empêchera ou plutôt qui ralentira le passage des électrons. On remarquera une baisse de la fem et par conséquent aussi de l'intensité. La polarisation est, dans un sens plus général, un dépôt d'ions ou de gaz sur une ou plusieurs électrodes de la pile. Ce dépôt forme une couche, un écran qui empêche les électrons de passer donc qui empêche à la pile de produire un courant continu.

La découverte de la dépolarisation a permis de créer des piles avec une durée de vie supérieure. C'est Antoine César Becquerel (1788-1878), qui en 1826, découvre le premier la dépolarisation. Pour réduire cette polarisation des électrodes, il faut faire intervenir des dépolarisants. Ces dépolarisants empêchent la formation de substances pouvant gêner l'acheminement des électrons entre les électrodes. Ce sont en fait des oxydants capables de détruire le dépôt d'hydrogène.

On réalise par la suite des piles à dépolarisants liquides (acide nitrique, bichromate de potassium...) ou solides (dioxyde de plomb ou de manganèse). Par exemple, le dihydrogène pourrait être gênant dans la pile de Leclanché mais le dioxyde de Manganèse oxyde le dihydrogène pour former un composé beaucoup moins gênant.

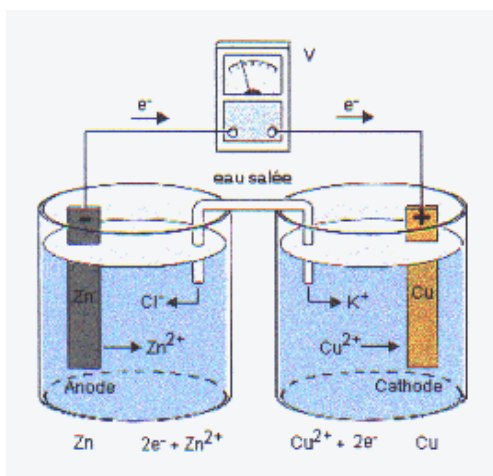


Le dihydrogène disparaît et ne peut donc pas polariser la pile.

Créée en 1843, la pile de Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899) utilise comme dépolarisant de l'acide nitrique. De plus, elle a une force électromotrice beaucoup plus élevée que celle de Daniell et possède par conséquent une longévité de vie plus importante que les piles précédemment inventées. En effet, elle peut fournir un courant d'intensité plus élevée si, dans chaque circuit, on utilise des résistances identiques pour comparer les fem.

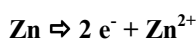
3) Des piles sans dépolarisants:

John Frédéric Daniell (1790-1845), a quand à lui, inventée en 1836 une pile sans dépolarisant. Elle ressemble à celle de Volta (électrodes en zinc et en cuivre).

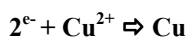


Schématisme récente de la pile Daniell

Dans ce circuit, l'électrode -, celle en Zinc, fournit les électrons.

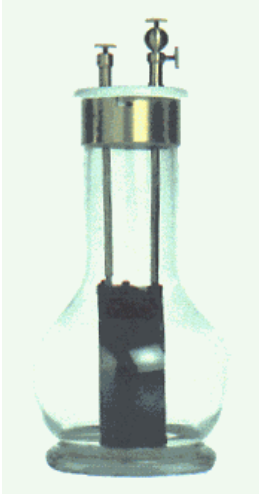


Les électrons vont jusqu'à l'électrode + de Cuivre où il se forme du métal cuivre.



La polarisation n'est pas présente dans la pile de Daniell qui ne nécessite donc pas de dépolarisant. Cette pile est dite impolarisable. Même si il ne se déroule pas de polarisation, il se déroule un autre phénomène, celui de l'oxydo-réduction qui est cependant présent dans toutes les piles.

Johann Christian Poggendorf (1796-1877) invente en 1842 la pile à bichromate ($\text{Cr}_2 \text{O}_7^{2-}$). Cette pile évite d'elle-même la polarisation de ses électrodes par un dégagement d'oxygène, dont la combinaison avec l'hydrogène empêche cette polarisation. Ces piles ont une fem de 2V et fournissent des débits plus élevés: elles sont donc plus intéressantes car elles ne font pas intervenir de dépolarisants.



Pile au bichromate de potassium

4) Des piles sèches:

La pile sèche, créée par Georges Leclanché (1839-1882), en 1868, ne fait intervenir aucune solution liquide et est donc plus facilement utilisable. Elle engendrera les piles sèches actuelles telles qu'on les connaît car sans solutions, elles sont plus aisément transportables.

L'électrode positive, en carbone, est entourée d'un dépolarisant solide (à base de bioxyde de Manganèse). Les précédentes piles ont subi grâce à Leclanché de nombreuses améliorations:

-- production de courant de plus forte intensité due à une réduction de l'épaisseur de l'électrolyte

-- fonctionnement à basse température grâce à une modification de l'électrolyte (remplacé par un électrolyte saturé de zinate de potassium).

Leclanché a donc fabriqué la première pile " sèche ", beaucoup plus pratique que celles contenant des solutions liquides et très utilisée de nos jours.

Dans la pile de Charles Féry (1865-1935), très inspirée par celle de Leclanché, l'oxygène de l'air dissout du liquide dans la pile qui sert de dépolarisant. Les piles sèches actuelles sont inspirées du modèle de Féry ainsi que celui de Leclanché. Elles ne contiennent pas de solutions liquides, sont petites, légères donc plus facilement transportables et utilisables.

Annexe 3

Les aimants permanents

Ils sont collés sur le réfrigérateur, mais on ne sait pas trop d'où ils viennent. Ils sont cachés un peu partout, là où ils sont utiles, là où ils peuvent causer des dommages. Les aimants permanents font partie intégrante de nos vies, mais que savons-nous au juste à leur sujet? Bien peu de choses habituellement. Ce qui suit permettra certainement de vous éclairer à ce propos.

La fabrication des aimants

Le principal mode de fabrication d'un aimant permanent est le frittage. Les composés qui entreront dans la composition de l'aimant sont d'abord extraits de minerais. Ensuite, ils sont dosés, mélangés et calcinés pour finalement donner le matériau recherché. Ce matériau brut est ensuite concassé, puis broyé en une fine poudre. Cette poudre est ensuite pressée en présence d'un champ magnétique, dont elle s'imprènera. La prochaine étape est le frittage, qui consiste à agglomérer la poudre en la chauffant, mais sans la faire fondre. L'aimant est alors presque terminé. Il ne reste qu'à le refroidir à l'aide de jets d'air : c'est la trempe. L'aimant peut alors être usiné. Il sera coupé, percé et meulé pour qu'il ait la forme voulue. Il peut ensuite être enduit d'une couche protectrice de zinc, de nickel ou de résine d'époxy. L'aimant est maintenant terminé, il ne reste plus qu'à l'inspecter pour s'assurer qu'il corresponde bien aux critères établis et qu'à l'emballer.

Certains aimants sont aussi formés par moulage. Le matériau obtenu à partir de la matière première est alors fondu et versé dans un moule dans lequel il refroidira en présence d'un champ magnétique. Cette technique permet de produire des aimants de formes plus complexes que ce qui peut être obtenu par frittage, et possédant des propriétés mécaniques différentes.

Les différentes sortes d'aimants permanents

Les aimants sont fabriqués à partir de nombreux matériaux qui ont tous la propriété d'être ferromagnétiques. Ils peuvent donc être aimantés et garder cette aimantation. Les premiers aimants permanents artificiels ont été fabriqués à partir des années 1930. Ces aimants étaient de type Alnico, formés à partir d'un alliage d'aluminium, de nickel, de cobalt (d'où l'abréviation) et de fer. Les aimants Alnico sont parmi les moins forts, mais sont toujours grandement utilisés.

Les aimants appartenant au deuxième type sont rassemblés sous le nom de ferrite. Ils ont été commercialisés à partir des années 1950 et sont fabriqués à base d'oxyde de fer. Ils prennent la forme d'une céramique ou d'un matériau flexible, ce dernier étant fabriqué à partir de caoutchouc sur lequel une poudre de céramique aimantée a été appliquée. Les aimants de ce type peuvent contenir du baryum et du strontium (ex. : SrFe_2O_3).

Le dernier groupe d'aimants comprend tous ceux qui sont fabriqués à partir d'éléments qu'on appelle les « terres rares », donc appartenant aux lanthanides et aux actinides. La première génération de ce type d'aimants, l'alliage SmCo_5 , a été développée aux États-Unis au cours des années 1960 et était destinée à l'industrie militaire. Une seconde génération d'aimants à base de samarium est apparue durant les années 1970. Ce nouvel alliage était composé de samarium, de cuivre, de cobalt, de fer et de

zirconium. Les aimants de la troisième génération sont ceux fabriqués à base de néodyme et sont le plus souvent appelés NdFeB, bien que la formule chimique complète de l'alliage soit $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$. Ces derniers aimants sont les plus forts de tous. Ils sont parfois appelés les rois des aimants ou les super-aimants.

Attention aux aimants!

Les aimants et leur champ magnétique ont des effets parfois indésirables si l'on n'y prête pas attention. Ils sont de véritables dangers pour les cartes bancaires et de crédit, les rubans magnétiques, comme ceux des cassettes audio et vidéo, les disquettes, les disques durs et tout autre support magnétique d'information. Un aimant trop proche et adieu les données! Les aimants peuvent aussi causer des dommages permanents aux moniteurs d'ordinateur et aux téléviseurs en magnétisant la grille métallique qui se situe juste derrière l'écran. Les images apparaissent alors complètement distordues. De quoi redresser le portrait de certains!

En plus d'être sur votre frigo, les aimants sont partout, et parfois là où ils sont indésirables. Tous les haut-parleurs, les écouteurs de baladeur et les combinés de téléphone en contiennent. De plus, ce sont souvent des aimants particulièrement puissants. Ce n'est donc pas une bonne idée de mettre votre téléphone tout près de votre ordinateur... Vous avez aussi dû remarquer au magasin, sur le comptoir près d'une caisse, un petit écriteau indiquant de ne pas déposer de cartes magnétiques à cet endroit. Cela signifie que le magasin est pourvu d'un système antivol magnétique. Une fine languette magnétisée est appliquée sur le boîtier du CD ou à l'intérieur du livre que vous voulez acheter. Le caissier ou la caissière doit la démagnétiser à l'aide du dispositif dissimulé dans le comptoir pour éviter que vous ne déclenchiez le système d'alarme lors de votre sortie du magasin. Enfin, mesdames, l'aimant le plus indésirable de tous est probablement celui qui est inséré dans le fermoir de votre sac à main. Bien sûr, il en facilite la fermeture, mais il peut aussi démagnétiser votre carte de crédit si précieuse et vous laisser sans le sou...