

Une **EXPOSITION** du Musée des Arts et Métiers - CNAM

Volt(a)

de l'étincelle à la pile

Du 3 septembre 2003
au 21 février 2004

Espace des sciences

Centre Colombia

1^{er} étage
Rennes



L'animation pile

Circuit électrique / conducteur et isolant

Matériel :

- 1 pile plate de 4.5 V
- 1 ampoule
- 2 pinces crocodiles
- 2 fils en métal (laiton ou cuivre)
- 2 fils de coton ou de laine
- 2 fils en plastique (type scoubidou)

Question :

Comment allumer l'ampoule avec le matériel que tu as à ta disposition ?

Manipulation :



Montage simple



Circuit fermé

Explication :

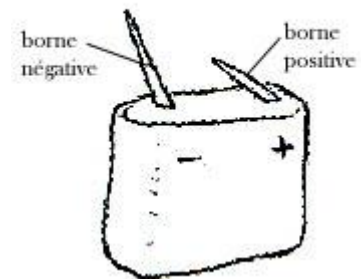
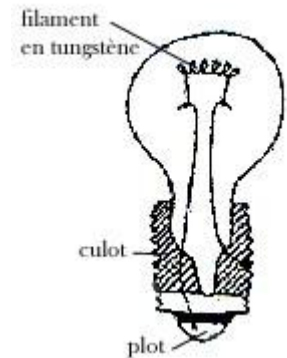
Pour que l'ampoule s'allume, il suffit de la mettre directement au contact de la pile.

La pile produisant le courant électrique est appelée le générateur. Il possède une borne (+) et une borne (-). L'ampoule elle aussi possède deux bornes : une au niveau du plot central et une au niveau du culot. Pour que l'ampoule s'éclaire, il faut donc mettre en contact ses deux bornes avec les deux bornes de la pile.

Pour commander l'allumage d'une ampoule, deux fils sont alors nécessaire pour relier les bornes de l'ampoule à celles de la pile. La boucle comportant la pile, la lampe et les deux fils métalliques constituent un **circuit électrique** fermé. Pour éteindre l'ampoule, il suffit d'ouvrir le circuit.

Les métaux (or, cuivre, aluminium, fer, laiton...) laissent passer le courant. On arrive à allumer l'ampoule. Ce sont de bons **conducteurs électriques**.

Au contraire, le plastique, les fils de cotons ou de laine et même le bois, le verre, la céramique, le papier, le caoutchouc ne permettent pas d'allumer l'ampoule. Ce sont des **isolants électriques** : ils ne laissent pas passer le courant.



Tension électrique

Matériel :

- ➔ 1 pile plate
- ➔ 1 voltmètre avec 2 cordons de mesures

Question :

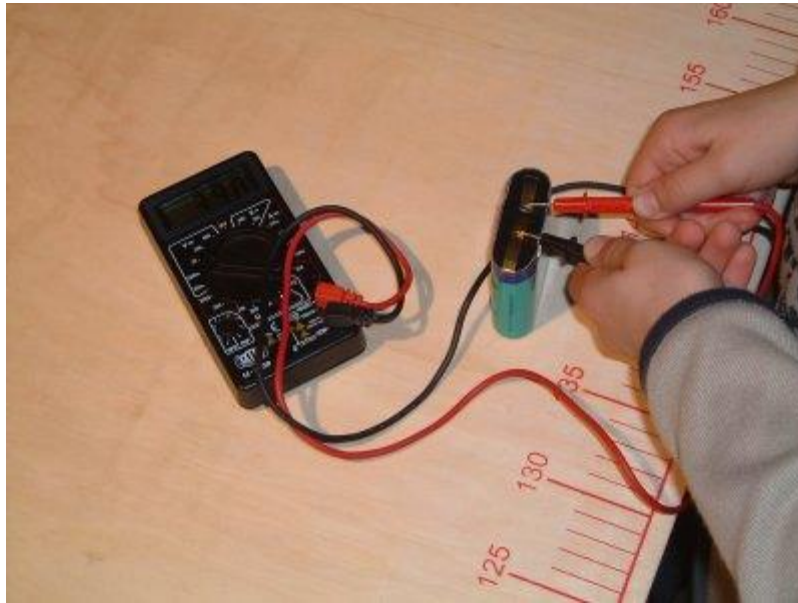
Il est fréquent de trouver dans le commerce des multimètres plutôt que des voltmètres simples. Ce sont des appareils qui permettent de mesurer différents paramètres électriques (des ampères mesurant le débit du courant électrique, des ohms mesurant la résistance du conducteur face au courant qui le traverse, des courants continus ou alternatifs, des tensions...)

La valeur qui nous intéresse est celle de la tension du courant continu fourni par la pile, mesurée en Volts (V). Il faut donc placer le curseur dans la zone " courant continu " et comprise entre 0 et 20V.



Que mesure-t-on alors aux bornes de la pile ?

Manipulation :



Mesure de la tension aux bornes de la pile

Explication :

Les chiffres qui apparaissent sur le cadran du voltmètre quand tu relies les deux fiches aux bornes de la pile, te donne une indication sur l'énergie électrique potentielle que peut fabriquer la pile.

On appelle cette grandeur, **la tension**.
L'unité électrique utilisée est **le volt (V)**.

Sil n'y a pas de tension entre deux points d'un circuit complet, il n'y aura pas de courant électrique.

Quand la pile est neuve, le voltmètre indique 4.5 V ou plus. Si la pile a déjà été utilisée, elle s'est usée et la valeur est plus faible que 4.5 V.

Comment fonctionne une pile ?

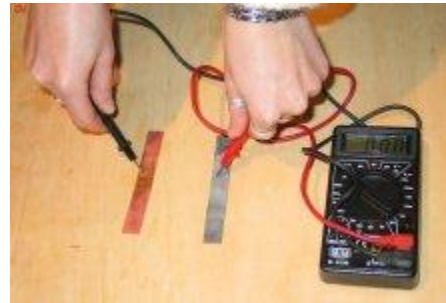
L'électrolyte

Matériel :

- 1 voltmètre
- 1 pot d'huile
- 1 pot de vinaigre
- 1 pot d'eau
- 1 citron
- 1 pomme de terre (ou une pomme verte)
- 1 lame en cuivre
- 1 lame en zinc

Question :

Si tu tiens la lame de cuivre dans une main et la lame de zinc dans l'autre, arrives-tu à mesurer une tension aux bornes des deux lames, avec le voltmètre ?
Et si tu poses les deux lames sur la table, arrives-tu à détecter de l'électricité ?



Mesure de la tension des lames

Manipulation :

Tu lis une valeur quand tu tiens les lames dans tes mains ! La combinaison lame de cuivre, corps humain et lame de zinc constitue donc une pile qui fabrique de l'électricité !

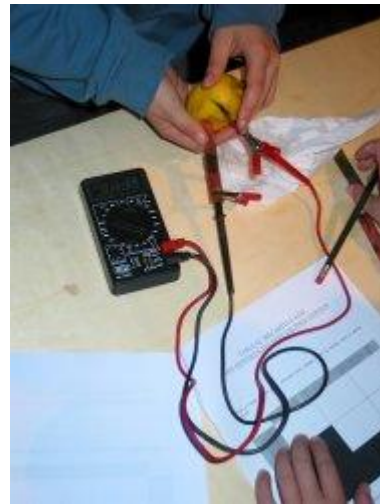
Avec le matériel à ta disposition, peux-tu fabriquer d'autres piles que la pile humaine ?
Attention à ce que les deux lames ne se touchent pas !

Mesure la tension sur le voltmètre et compare tes résultats.

	Corps humain	Huile	Vinaigre	Eau	Pomme de terre	Citron
Tension donnée par le voltmètre						



Le voltmètre mesure une tension quand les 2 lames trempent dans un liquide, ici de l'eau.



Le voltmètre mesure une tension quand les 2 lames sont plantées dans un citron.

Explication :

Quand tu plantes les lames en métal dans les différentes substances, tu arrives parfois à lire une valeur, différente d'une substance à une autre. Le citron ou le vinaigre sont acides et sont ce qu'on appelle de bons **électrolytes** : ils permettent des échanges ioniques entre les deux métaux, c'est à dire des réactions chimiques qui produisent de l'électricité.

La pomme de terre ou l'eau salée, qui sont des composés à base de sels, sont également des électrolytes.

Les électrodes : couple de métaux

Matériel :

- 1 citron
- 2 lames de zinc
- 2 lames de fer
- 2 lames de cuivre
- 2 lames d'aluminium
- 1 voltmètre

Question :

La nature des métaux que tu trempe dans l'électrolyte est-elle importante ?

Manipulation :

Pour répondre à cette question, essaye, grâce au matériel que tu as à ta disposition, de trouver toutes les combinaisons possibles de métaux pour fabriquer une pile. Mesure la tension sur le voltmètre et compare tes résultats.

Quelle est la meilleure combinaison ?

	Zinc	Cuivre	Aluminium	Fer
Zinc				
Cuivre				
Aluminium				
Fer				



La tension est très faible voire nulle quand on essaye de fabriquer une pile au citron avec deux lames de cuivre.



On remarque le même résultat avec une pomme de terre.

Explication :

La meilleure combinaison est celle où tu utilises la lame de cuivre et la lame de zinc. Pour pouvoir fabriquer une pile, il est nécessaire d'utiliser deux métaux différents. En effet, ils possèdent des potentiels d'oxydoréduction différents, ce qui permet ainsi des échanges ioniques, chimiques entre les deux, à travers l'électrolyte.

Fabrication de la pile de Volta

Matériel :

- 1 rondelle de cuivre
- 1 rondelle de zinc
- 1 rondelle de feutrine
- Du vinaigre
- 1 voltmètre

Question :

Maintenant que tu sais qu'il faut un couple de métaux et un électrolyte pour fabriquer une pile, essaye, grâce au matériel que tu as à ta disposition, de réaliser une pile " portable ". Mesure ensuite sa tension.

Comment faire pour obtenir une pile de plus grande tension ?

Manipulation :



Tension aux bornes de la pile

Explication :

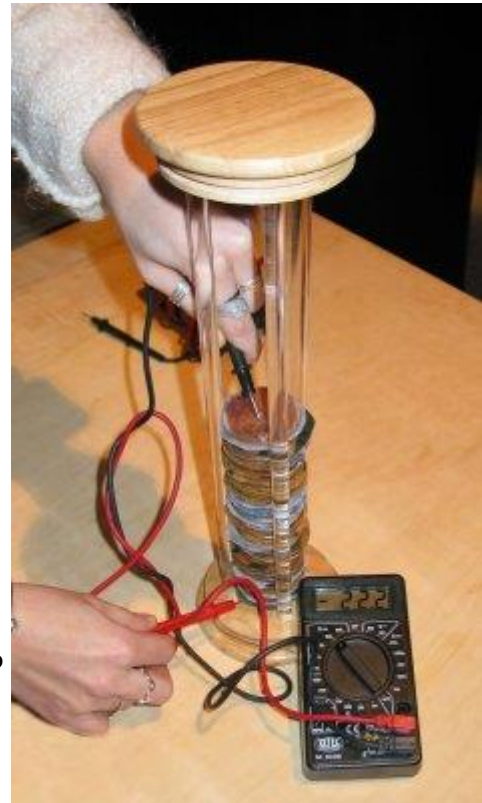
On construit une pile en imbibant la rondelle de feutrine avec le vinaigre et en l'insérant entre les deux rondelles de métaux différents. La tension obtenue est d'environ un volt.

Pour obtenir une tension plus grande, il suffit d'empiler plusieurs de ces unités " sandwich " (rondelles zinc, feutrine, cuivre) : de les mettre en série.

Attention au sens de l'empilement ! La rondelle de cuivre d'une unité doit être en contact avec la rondelle de zinc de l'autre unité sandwich que tu ajoutes.

Il est possible, avec une telle pile, d'allumer une petite diode qui ne demande pas beaucoup d'intensité . En effet, la pile de Volta ne délivre que quelques centièmes d'ampères.

Tu viens de refaire la même expérimentation que Alessandro Volta qui a inventé la première pile en empilant ces unités. C'était en 1800.



Renseignements complémentaires

Historique :

A la fin du 18^e siècle, Luigi Galvani (1737-1798), médecin et professeur d'anatomie à Bologne, étudie l'effet de décharges électriques sur les grenouilles.

Il découvre incidemment que les muscles se contractent lors de simples contacts avec deux métaux différents : le laiton de la table et l'acier du bistouri.

Il pense qu'il existe une électricité dans le corps des animaux, plus précisément dans leurs nerfs et dans leurs muscles.

A la même époque, Alessandro Volta (1745-1827), professeur de physique à Pavie, s'intéresse aux Travaux de Galvani. Il reproduit ses expériences et aboutit à la conclusion que les contractions musculaires des animaux sont dues à l'action des deux métaux et d'un liquide conducteur.

Pour lui, c'est cette association de trois éléments qui crée le courant et non pas l'organisme de l'animal.

En 1800, il réalise ce qui sera **la première pile** : il entasse des disques de deux métaux différents, l'argent et le cuivre séparés par des rondelles de carton imbibées d'eau salée. Le premier générateur de courant continu était né.



Volta ne sait pas encore que l'énergie électrique de sa pile provient d'une transformation chimique des métaux et que sa durée de vie est limitée.

A destination des plus grands :

Toutes les piles fonctionnent selon le même principe, soit la transformation directe de l'énergie développée lors d'une réaction chimique d'oxydo-réduction en énergie électrique. Cette réaction se produit entre deux électrodes immergées dans un électrolyte liquide ou solide. Lors du fonctionnement, la **cathode** (électrode positive) est réduite par l'absorption d'électrons libérés par l'oxydation de l'**anode** (électrode négative). Dans leur déplacement, les électrons sont forcés à utiliser un circuit extérieur (filament d'une lampe de poche par exemple), où ils libèrent de l'énergie. Dans les piles dites à cellules primaires, la réaction chimique ne procède que dans un sens; elle est irréversible et s'épuise quand toute l'énergie chimique du système est consommée. Par contre, dans les piles dites à cellules secondaires (ou accumulateurs), la réaction est réversible. Ces piles peuvent être rechargées par l'apport d'une source énergétique extérieure.

Chaque type de pile possède une composition unique de matériaux, qui détermine sa capacité, ses caractéristiques, son rendement et sa durée de vie.

Achat du matériel :

Voici les endroits où tu pourras te procurer le matériel utilisé durant les différentes expériences.

Ampoule (3.7V)	~0.70 euro l'unité	Grande surface
Piles plate (4.5V)	~2.50 euros l'unité	
Huile / vinaigre / citrons / pommes et pommes de terre		
Multimètre	~15 euros le premier prix	Magasin de bricolage (Castorama)
Fils de scoubidou (lot de 20)	~3.5 euros	Magasin de loisirs créatifs
Feutrine	~0.80 euro la feuille	
Bobine de métal	~1.5 euros	
Rondelles de cuivre		Ferronnier d'arts
Rondelles de zinc		
Plaquettes en cuivre (lot de 50)	~27.50 euros	Catalogue PHYTEX SCIENCES 533 rue de cocherel Z.I. N° 1 Netreville 27000 EVREUX tél : 02.32.31.06.90 phytex.sciences@wanadoo.fr (link sends e-mail) www.phytex.f (link is external)
Plaquettes en aluminium (lot de 50)	~25 euros	
Plaquettes en fer (lot de 50)		
Plaquettes en zinc (lot de 50)	~25.50 euros	
Pinces crocodiles (lot de 24)	~16 euros	