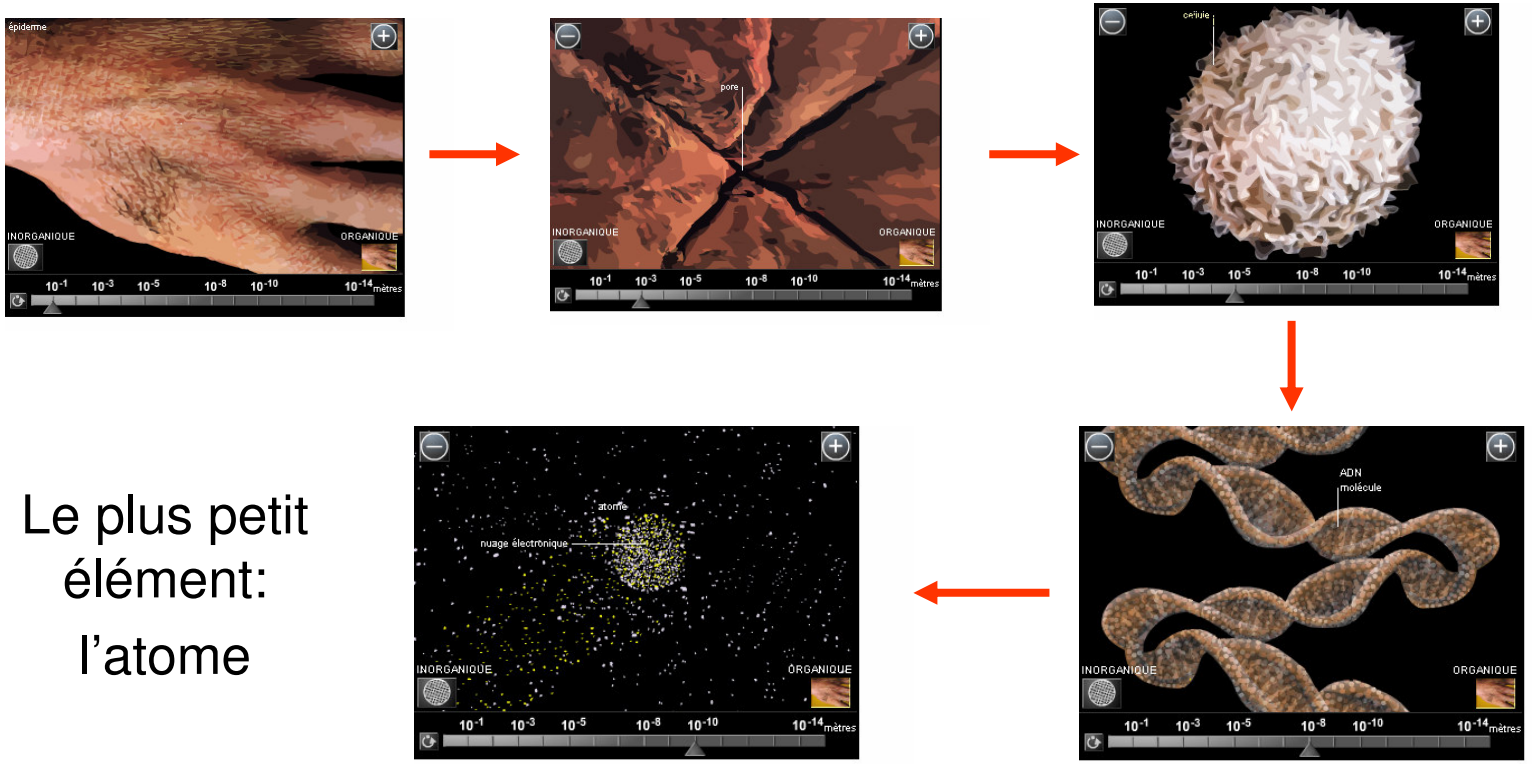
INITIATION A L'ELECTRICITE

Séance 1:

- Atomes / molécules / électrons
- Piles
- Premiers circuits simples (à expérimenter)

ATOMES / MOLECULES

La matière est constituée d'atomes:



Le plus petit élément:

l'atome

1 millimètre divisé par 10 000 000

ATOMES / MOLECULES

Quand on grossit la matière à l'aide d'un microscope, en augmentant de plus en plus le grossissement, on peut voir des éléments de plus en plus petits. Dans le cas de notre main par exemple, voici ce que l'on verrait en augmentant de plus en plus le grossissement:

- d'abord des détails de notre peau comme des pores (trous permettant d'évacuer la sueur)
- ensuite, les cellules de notre peau qui se présentent comme des petits sacs contenant de petits corpuscules baignant dans un liquide. Notre corps est constitué de milliards de ces cellules
- plus petits encore, les composants de la cellule comme les noyaux
- au cœur de ces noyaux, on découvre des molécules géantes comme l'ADN qui contient toute la « recette » utile pour notre fabrication
- plus petit encore, on devine les premières petites molécules composées de quelques atomes
- et enfin… les atomes élémentaires qui composent notre corps (principalement du carbone, hydrogène, oxygène, azote)

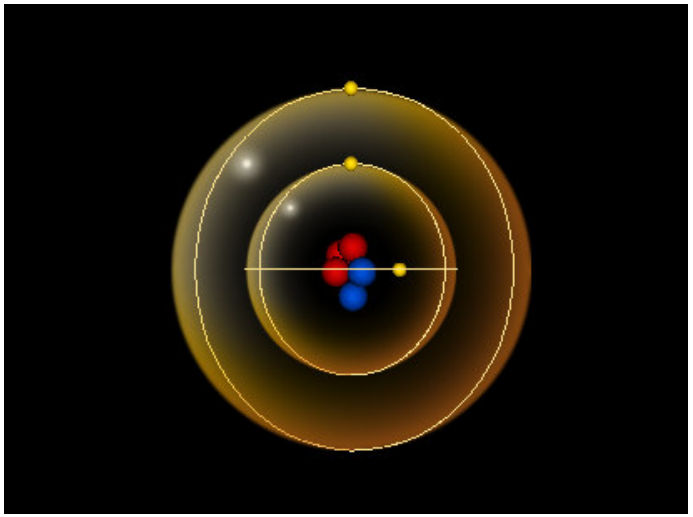
Ces atomes sont la plus petite particule de matière. Si on « démonte » un atome de carbone par exemple, les morceaux n'auront plus les caractéristiques du carbone.

ATOMES / MOLECULES

Des grains d'électricité autour des atomes: les électrons

Un atome est constitué d'un noyau central entouré d'un nuage d'électrons

Les électrons sont de petits grains d'électricité



Taille: 1 millimètre divisé par 10 000 000

ATOMES / MOLECULES

Les atomes sont très petits.

Pour avoir une idée de leur taille, il faut partir d'une longueur d'un millimètre sur sa règle et la diviser en dix millions de parties égales (10 000 000).

La taille d'un atome correspond à cette toute petite longueur obtenue.

Tous les atomes sont constitués de la même façon:

- un noyau central très petit
- un nuage d'électrons qui tournent autour (électron: petit grain d'électricité)

Ces électrons sont au cœur de l'électricité et de l'électronique. Les ampoules brillent grâce à eux et vous pouvez téléphoner à vos copains sur votre portable toujours grâce à eux.

ATOMES / MOLECULES

Les atomes restent seuls ou se groupent en molécules:

Exemples d'atomes:

Cuivre, Fer, Soufre, plomb….

→ Ce sont des boules plus ou moins grosses et entourées d'électrons. Leur noyau est très petit: ce sont les électrons qui « font le volume ».

Exemples de molécules:

Oxygène, hydrogène, eau

→ Ce sont des groupements d'atomes. Il en existe une infinité.

→ C'est la combinaison d'atomes qui détermine les caractéristiques des molécules

→ Les électrons servent de « ciment ».

ATOMES / MOLECULES

Les atomes peuvent exister seuls ou groupés en molécules.

Ce qui fait la différence entre les atomes:

- leur masse (noyau plus ou poins lourd)
- leur nuage électronique (nombre et organisation des électrons)

Dans notre univers, il existe environ 92 atomes naturels différents

Ces 92 atomes naturels peuvent se grouper en molécules plus ou moins grosses, plus ou moins longues. Ce qui caractérise une molécule, ce sont les atomes qui la composent et leur arrangement. Le nombre de molécules différentes est très grand. Tous les corps de l'univers sont construits à partir de ces 92 atomes de base. Notre corps est également composé de ces atomes, principalement carbone, hydrogène, oxygène et azote.

Les molécules ont des propriétés très différentes de leur composantes. Par exemple l'hydrogène et l'oxygène qui composent l'eau sont gazeuses alors que l'eau est liquide.

La molécule la plus longue est notre ADN qui contient notre recette de fabrication. Dépliée, sa longueur est d'environ 1 mètre !

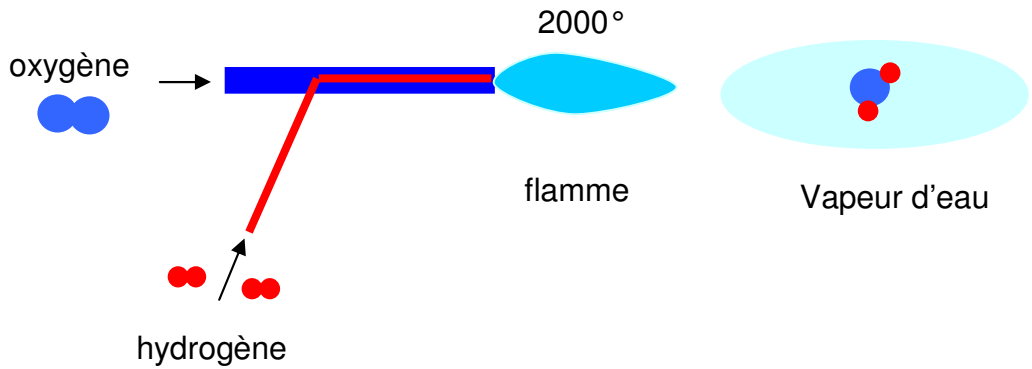
REACTIONS ENTRE MOLECULES

Réactions chimiques:

Elles se passent entre des atomes et molécules qui « aiment » réagir ensemble

Exemple:

entre molécules d'oxygène et d'hydrogène pour donner de l'eau



Réaction de l'oxygène et hydrogène dans un chalumeau oxhydrique

(pour découpage de ferrailles)

→ il y a échange et réorganisation des électrons entre les réactifs

→ souvent, il y a production de chaleur

REACTIONS ENTRE MOLECULES

Certains atomes et molécules ont tendance à réagir ensemble pour former de nouveaux corps.

Ces réactions s'appellent réactions chimiques. Ce sont uniquement les nuages d'électrons autour des atomes et des molécules qui entrent en jeu. Les noyaux ne jouent aucun rôle dans les réactions chimiques.

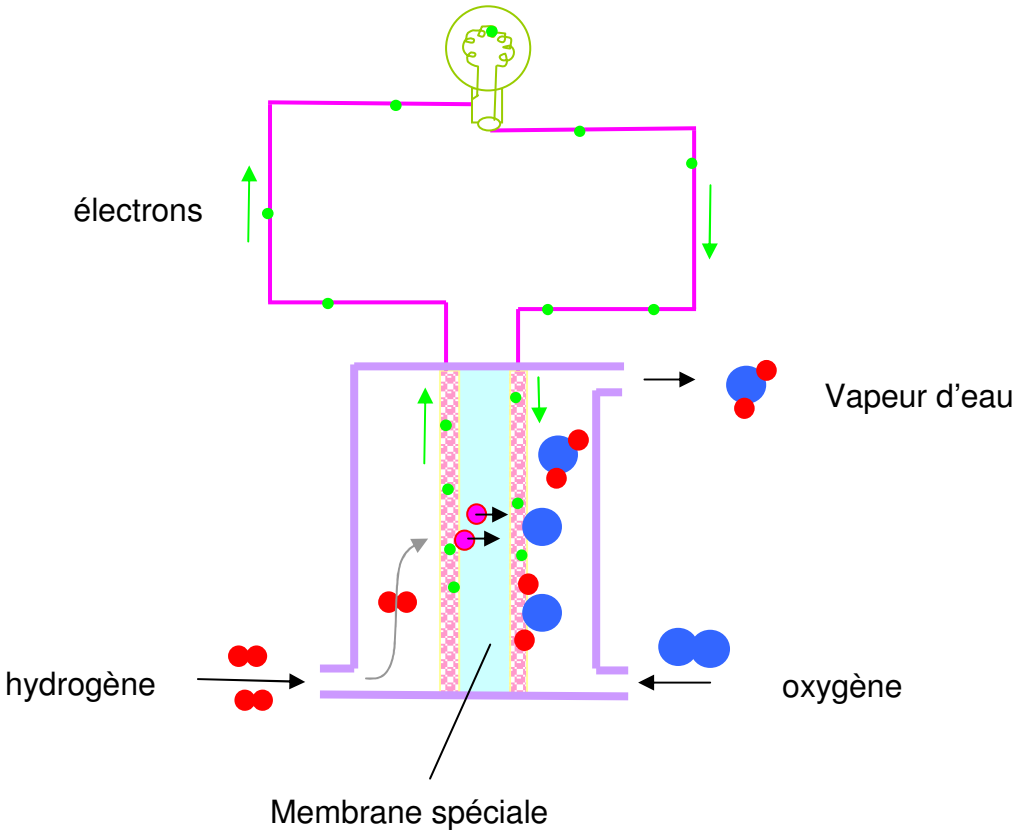
Comme illustration, on choisit ici une réaction entre l'oxygène et l'hydrogène qui donne de l'eau. C'est une réaction très violente. Quand cette réaction est organisée dans un chalumeau (celui du soudeur), elle produit une flamme dont la température est proche de 2000°C.

Si un jour vous allez au palais de la découverte à Paris, vous pourrez y voir une expérience très spectaculaire. Le manipulateur fabrique des bulles de savon avec un mélange d'oxygène et d'hydrogène, puis il les enflamme: ça provoque une belle explosion !

Oxygène et hydrogène sont très abondants autour de nous. Nous respirons l'oxygène de l'air et l'hydrogène est dans la plupart des corps qui nous entourent, en particulier ceux que nous mangeons…. Mais pas de panique, les réactions dans notre corps sont très pacifiques…

REACTIONS ENTRE MOLECULES

Réactions chimiques dans une pile:



→ on organise la réaction dans une pile

→ Hydrogène et oxygène réagissent en échangeant des électrons à travers un circuit extérieur

→ il y a production de courant électrique (énergie récupérable)

REACTIONS ENTRE MOLECULES

Mais revenons à notre projet robotique !

Nous, ce qu'il nous faut, c'est du courant électrique pour faire marcher les moteurs de nos robots… et pas seulement de la chaleur !

Eh bien il existe une façon d'organiser la rencontre entre oxygène et hydrogène tout en récupérant un courant électrique: il « suffit » de les faire réagir dans une pile.

Voici comment se passe cette rencontre:

• l'hydrogène est amené d'un côté par un tuyau

• cet hydrogène donne un électron à l'électrode moins (-) de la pile et devient un ion hydrogène qui passe à travers de la membrane séparatrice

• de l'autre côté, l'ion hydrogène retrouve un électron qui a voyagé à travers le circuit extérieur à l'électrode plus (+)

• il redevient de l'hydrogène

• il peut alors réagir avec l'oxygène pour donner de l'eau

Cette pile à hydrogène et oxygène est très connue: c'est la fameuse pile à combustible qui équipera peut-être un jour nos voitures électriques.

LES PILES ELECTRIQUES

La pile Leclanché (Brevet Georges Leclanché en 1866)

→Ici les réactifs sont de l'oxyde de manganèse et du zinc

LES PILES ELECTRIQUES

Evidemment, pour notre projet robotique nous n'allons pas utiliser une pile à combustible hydrogène et oxygène !

Heureusement, il existe un moyen plus simple: la pile de lampe de poche !

Son principe est fondamentalement le même:

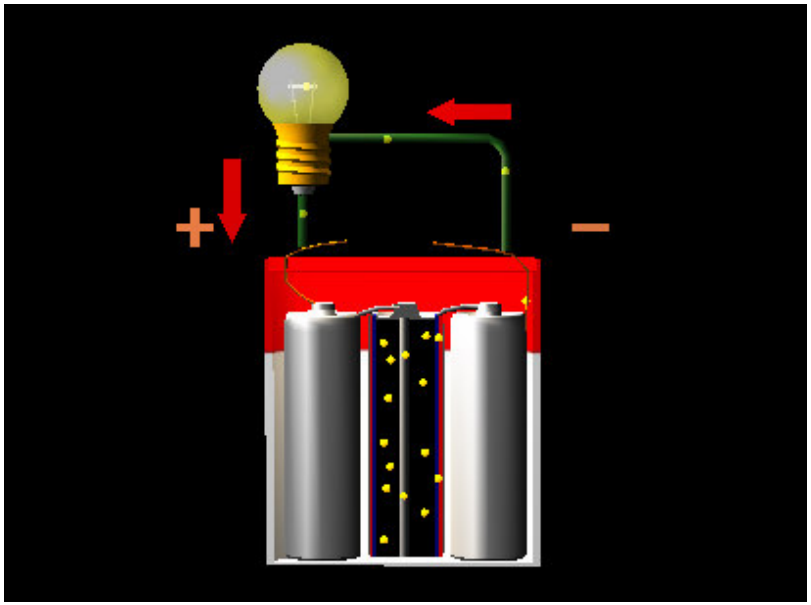
C'est une réaction chimique « domestiquée » qui produit les électrons dans un circuit extérieur.

Mais cette fois les réactifs ne sont plus l'oxygène et l'hydrogène, mais par exemple de l'oxyde de manganèse et du zinc.

Le principe de la pile que nous utilisons a été mis au point en 1866 par un inventeur belge (Georges Leclanché).

LES PILES ELECTRIQUES

La pile plate comporte 3 éléments en série de type Leclanché



→ La réaction chimique dans la pile ne se produit que si les électrons passent dans le circuit extérieur (circuit de l'ampoule). Elle ne s'use que si l'on s'en sert !

→ Quand tous les produits ont réagi, il n'y a plus de courant: la pile est déchargée.

LES PILES ELECTRIQUES

La pile plate que vous utilisez est constituée par 3 éléments du type Leclanché.

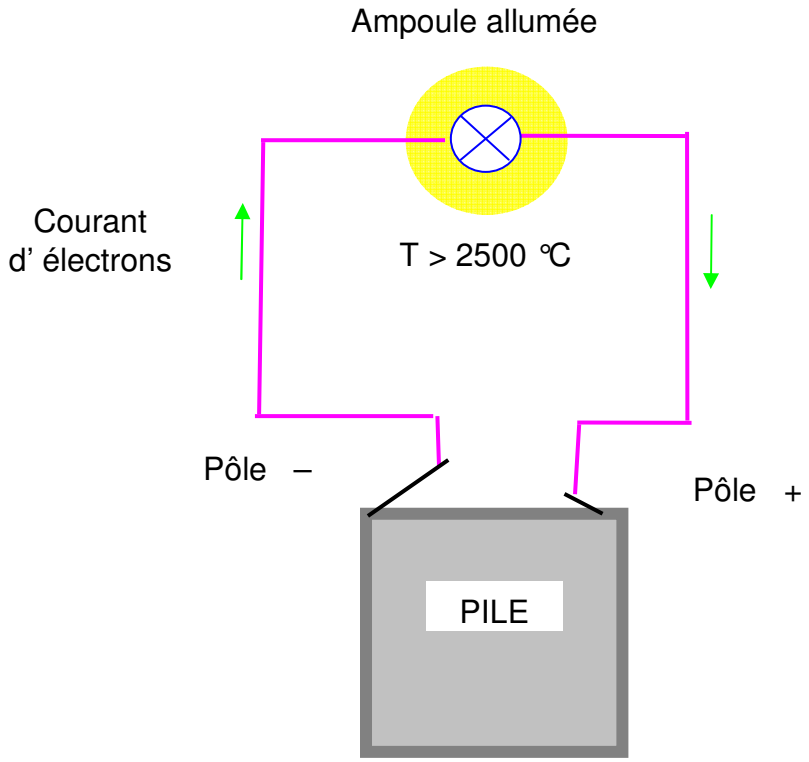
Ce qui est important à retenir est que dans cette pile, c'est la réaction chimique entre deux réactifs qui produit le courant électrique.

Quand toute la quantité de réactif a réagi, il n'y a plus de courant électrique produit. On dit que la pile est déchargée.

En principe, les réactifs ne réagissent que si l'on utilise le courant électrique. Quand le circuit électrique est coupé, la réaction chimique à l'intérieur de la pile s'arrête. On dit que la pile ne s'use que si l'on s'en sert.

CIRCUITS SIMPLES

Circuit avec une ampoule



→ Les électrons sont freinés au niveau du filament très fin de l'ampoule.

→ Il y a échauffement: la température du filament atteint 2500 °Celsius

→ A cette température de 2500 °C, le filament émet de la lumière blanche

CIRCUITS SIMPLES

C’est le circuit le plus simple. C’est celui que l’on trouve dans toutes les lampes de poche.

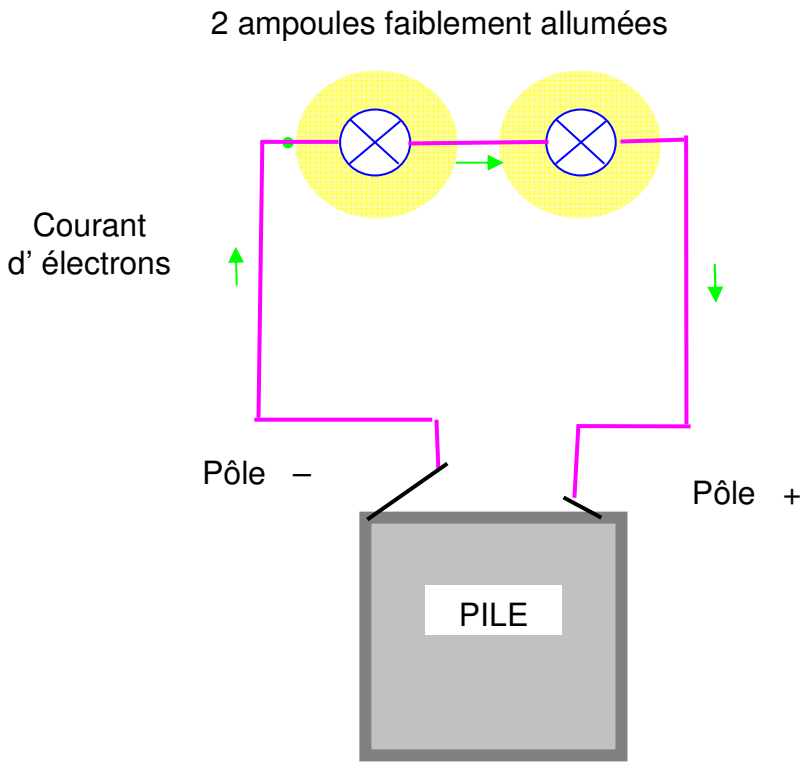
Le courant d’électrons part de la borne - de la pile à travers un fil conducteur. Ce courant passe ensuite dans l’ampoule, à travers un filament très fin, puis revient à la borne + de la pile.

Au niveau du filament fin, le courant d’électrons est freiné. A cet endroit il y a production de chaleur, à cause de ce « frottement ». Tout frottement produit de la chaleur. Vous avez sans doute déjà vu comment on allume du feu en frottant une tige de bois contre une autre….

Le filament est tellement fin que la chaleur produite fait augmenter sa température jusqu’à 2500°C. A cette température les corps émettent de la lumière. Plus la température est élevée et plus la lumière émise est blanche. Vous avez tous vu une aiguille ou une pièce de fer sortant du feu: elle rayonne une lueur rouge. Sa température est à ce moment proche de 800°C (indicatif), bien en dessous de la température nécessaire pour produire une lumière blanche.

CIRCUITS SIMPLES

Circuit avec 2 ampoules identiques en série



→ Les électrons sont freinés deux fois plus (2 ampoules)

→ Le courant d'électrons est ralenti

→ Le frottement au niveau des filaments est moins fort: la température est plus faible

→ La lumière émise est plus faible et plus rouge

→ Le courant est le même dans chaque ampoule: elles brillent de la même façon

CIRCUITS SIMPLES

Avec les deux ampoules montées en série, quand on ferme le circuit qui permet au courant de passer, on constate immédiatement que les ampoules brillent moins que normalement et rayonnent une lumière rougeâtre.

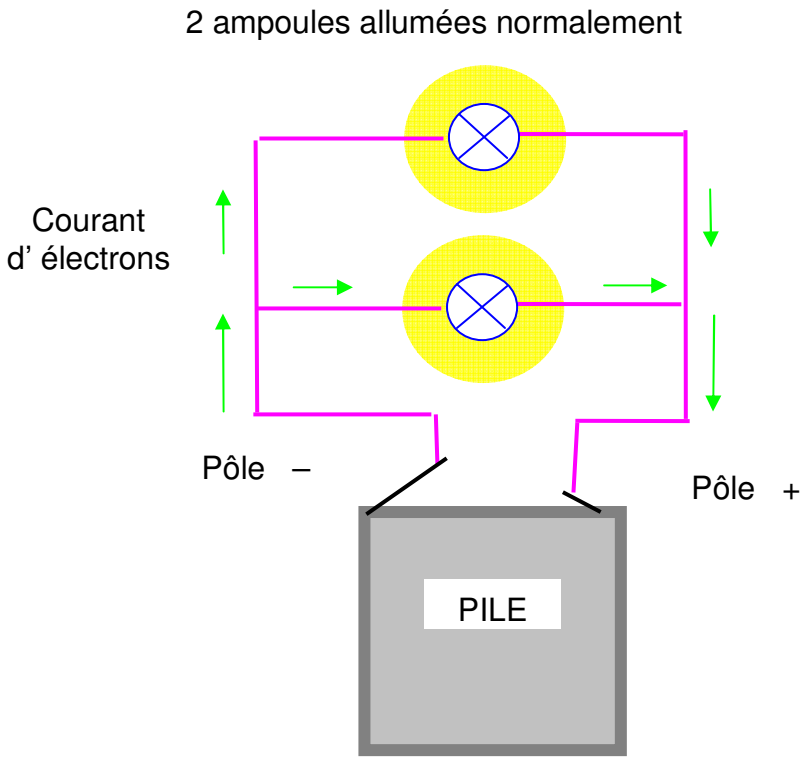
Cette fois, les électrons ont deux endroits difficiles à traverser. Ils sont freinés deux fois plus qu ’avec une seule ampoule. En conséquence, le courant d’électrons est moins fort et la chaleur produite au niveau des filaments est moindre.

La température des filaments est plus basse que normalement et le rayonnement se fait plus dans le rouge (pensez à la pièce de métal rougie qui sort du feu ...)

On constate également que les ampoules brillent de la même façon. C’est parce qu’elles sont traversées par le même courant et qu’elles sont identiques.

CIRCUITS SIMPLES

Circuit avec 2 ampoules identiques en parallèle



→ la pile est un générateur capable de générer beaucoup d'électrons (beaucoup plus que la quantité nécessaire pour faire briller une ampoule normalement)

→ on relie aux bornes de la pile la première ampoule qui brille normalement

→ quand on relie la deuxième ampoule, la pile se met à produire deux fois plus d'électrons et on ne note pas de baisse du courant dans la première ampoule

→ chaque ampoule est traversée par le même courant d'électrons et brille de la même façon

CIRCUITS SIMPLES

Dans le cas de deux ampoules en parallèle, chaque ampoule est reliée directement aux bornes de la pile. Ainsi le courant dans une ampoule n'est pas ralenti par la présence de la deuxième ampoule. En conséquence les deux ampoules brillent normalement.

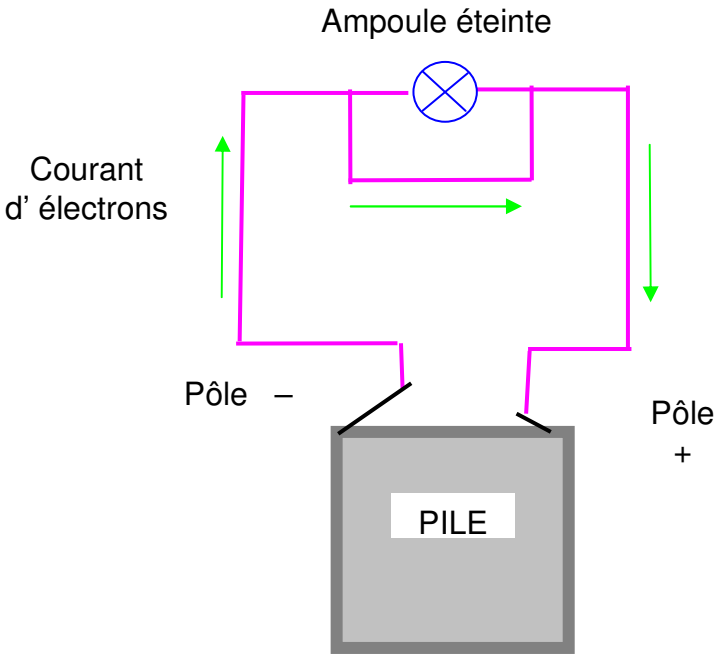
Cependant le courant d'électrons produit par la pile doit être double de celui produit pour alimenter une seule ampoule. Mais la pile est un générateur capable de fournir ce courant sans « faiblir »…

Nota:

Les explications données ici sont qualitatives (sans nombres, sans calculs..). En fait pour être plus rigoureux, il faudra parler dans une prochaine séance de la tension de la pile (volts) et du courant qu'elle débite (ampères).

CIRCUITS SIMPLES

Et le célèbre court-circuit !



→ on relie les deux bornes de l'ampoule avec un fil de cuivre conducteur

→ Le courant passe plus facilement dans ce fil, plutôt que dans l'ampoule où il est freiné.

→ l'ampoule n'est traversée par aucun courant: elle s'éteint

ATTENTION: les électrons ne sont plus freinés et leur débit est très grand. La réaction chimique à l'intérieur de la pile se fait très rapidement. Il n'y aura bientôt plus de réactifs et la pile sera déchargée…..

CIRCUITS SIMPLES

Tout est parti d'un court-circuit fait par un de vos camarades au cours d'une dernière séance. Je lui ai fait remarquer qu'il fallait vite arrêter pour ne pas décharger la pile.

Il m'a alors fait la remarque suivante:

Pourquoi la pile se décharge puisque l'électricité sort par un pôle de la pile et rentre par l'autre: rien ne se perd !

Pas bête comme remarque ! Pas évident de répondre du tac au tac…

Voilà pourquoi j'ai rédigé ces quelques planches…. Et maintenant vous comprenez tous pourquoi la pile se décharge rapidement…