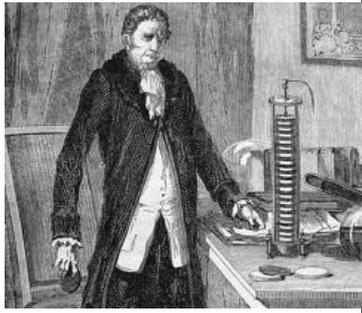
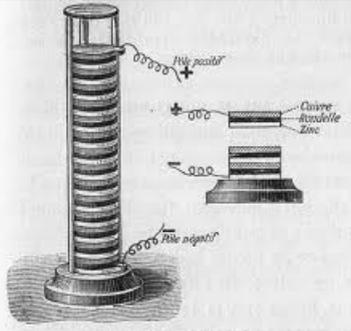


# Stocker l'énergie à l'aide d'un système électrochimique.

	<p>Dans les années 1800, le physicien Alexandre Volta empila des rondelles de cuivre et de zinc séparées par des linges imbibés de solution d'acide sulfurique (<math>H^+; SO_4^{2-}</math>). Il découvrit ainsi que cette pile de métaux produisait un courant électrique. La première pile électrochimique venait de naître.</p>	
---	--	---

## I) Quels sont les principes des piles et des accumulateurs ?

Les piles convertissent l'énergie ..... en énergie ..... grâce à un transfert spontané d'..... qui se produit entre deux couples oxydant-réducteur. Les deux couples oxydant-réducteur n'étant pas en contact direct, le transfert d'électrons s'effectue par l'intermédiaire du circuit électrique ..... Les piles ou les accumulateurs sont constitués de 3 éléments principaux conduisant le courant électrique : une électrode ....., une électrode ..... et un ....., liquide ou gélifié contenant des .....

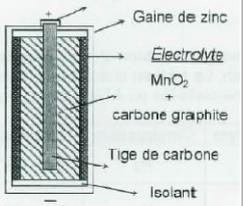
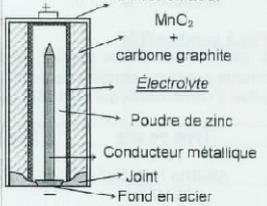
### 1) Fabriquer une pile :

Voir le T.P. N° 1 Comment fabriquer une pile ?

#### a) Quelle différence entre une pile alcaline et saline ?

La différence entre une pile alcaline et une pile saline se situe à plusieurs niveaux. Le premier, c'est la composition de l'électrolyte. L'électrolyte est une substance ou un composé qui, à l'état liquide ou en solution, permet le passage du courant électrique par déplacement d'ions. Les piles ont deux électrodes qui sont le pôle positif et le négatif et ces électrodes sont plongées dans l'électrolyte pour transformer l'énergie chimique en énergie électrique.

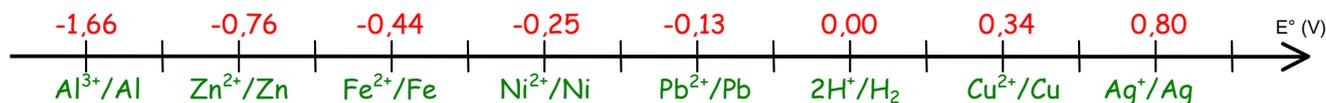
Dans une pile alcaline, l'électrolyte est de la potasse ; le potassium est un métal alcalin ce qui donne le nom de pile alcaline. Dans une pile saline, l'électrolyte est du chlorure d'ammonium qui est un composé ionique que l'on appelle sel d'où le nom de pile saline. Une pile alcaline est plus chère car plus performante. Elle se décharge de manière progressive en 50 ou 60 heures, tandis qu'une pile saline va se décharger de manière régulière en environ 20 à 25 heures.

	Pile saline	Pile alcaline
		
anode	récipient de zinc	réducteur : poudre de zinc collecteur : tige métallique
cathode	oxydant : $MnO_2$ - poudre de carbone collecteur : graphite	oxydant : $MnO_2$ + poudre de carbone collecteur : récipient en acier.
électrolyte	chlorure d'ammonium et de zinc gélifiés	solution aqueuse d'hydroxyde de potassium

b) Calculer la force électromotrice (f.e.m.) d'une pile.

Le transfert d'électrons dans une pile est spontané et se fait par le circuit extérieur de la pile. Il est dû à la dissymétrie entre les couples rédox  $Zn^{2+}/Zn$  et  $Cu^{2+}/Cu$ .

La force électromotrice (f.e.m.) de cette pile se calcule à l'aide de la table des potentiels standards de quelques couples rédox suivante :



La force électromotrice E de la pile cuivre zinc étudiée en T.P. est :

$$E = E_{Cu^{2+}/Cu}^0 - E_{Zn^{2+}/Zn}^0 = \dots\dots\dots$$

Lorsque la pile fonctionne, l'anode en Zinc s'use irréversiblement. Les piles hors d'usage doivent être recyclées.

Electrochimie : la pile par Profroques (10 min 36)

<https://www.youtube.com/watch?v=qV7D0zsz844>

2) Qu'est-ce qu'un accumulateur ?

Un accumulateur est un dispositif destiné à stocker de l'énergie qui lui permettra de fournir un courant électrique. Il est parfois appelé « à tort » pile rechargeable. Lorsque l'on parle d'éléments rechargeables, on utilise le terme ..... On les distingue des piles électriques qui, par définition, ne sont pas rechargeables. Les piles fournissent la quantité d'électricité prévue lors de leur fabrication. Après leur fin de vie, il faut les recycler. En effet, les piles et les accumulateurs contiennent des métaux lourds (mercure, zinc, plomb, cadmium) en grandes quantités. Ces métaux lourds sont connus pour être dangereux pour la santé et pour l'environnement : une pile au mercure jetée dans la nature suffit pour contaminer  $1m^3$  de terre et  $1\ 000\ m^3$  d'eau pendant 50 ans !

En raison de la dangerosité des métaux lourds, la santé publique est également concernée par ces pollutions.

- Les intoxications au mercure sont possibles par inhalation ou ingestion. Manger des animaux contaminés par le mercure est donc un vecteur d'intoxication. Ce métal est connu depuis l'antiquité pour provoquer des troubles neurologiques : tremblements, difficultés d'élocution...

- Les autres métaux lourds ont des effets tout aussi effrayants sur le système nerveux, le sang et les reins.

3) Fabriquer un accumulateur :

Voir le T.P. N° 2 Comment fabriquer un accumulateur au plomb ?

#### 4) Les accumulateurs au plomb des automobiles :

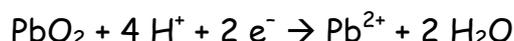
Les batteries d'automobile sont constituées d'accumulateurs au plomb. La tension mesurée aux bornes d'un accumulateur est d'environ 2 V. Pour obtenir la tension recherchée (6V, 12 V, 24 V), Les accumulateurs sont montés en série et constituent une batterie d'accumulateurs.

Chaque accumulateur comprend deux électrodes en plomb (Pb) dont l'une est recouverte de dioxyde de plomb (PbO<sub>2</sub>) baignant dans une solution aqueuse d'acide sulfurique.

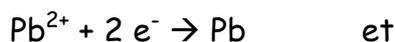
Au cours de la décharge, l'accumulateur est un générateur de courant continu. Il se comporte comme une pile. Les réactions sont spontanées : la borne négative est le siège d'une .....



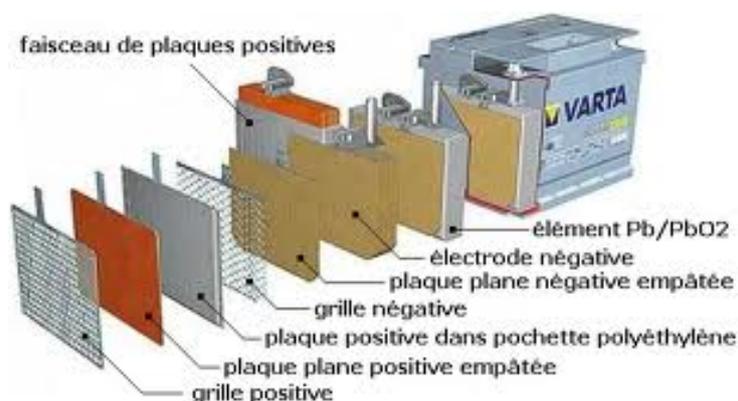
tandis qu'une .....se déroule à la borne positive.



Au cours de la charge, l'accumulateur fonctionne en récepteur : sa borne négative est reliée à la borne négative d'un générateur et sa borne positive est reliée à la borne positive de ce générateur. Le générateur délivre une tension continue supérieure à celle de l'accumulateur et impose le sens du courant. Les réactions chimiques sont des réactions forcées, en sens inverse de celles observées au cours de la décharge



Les réactifs sont régénérés. À la fin de la charge, l'accumulateur peut être à nouveau utilisé en générateur de courant continu.



## II) Energie stockée par un accumulateur :

### 1) Les caractéristiques d'un accumulateur :

Les types d'accumulateur les plus courants sont de type Plomb-acide, Ni-Cd (nickel-cadmium), Ni-MH (nickel-métal hydrure), Lithium-ion...

#### a) Réaction d'oxydoréduction :

Lors de la transformation électrochimique, les réactions chimiques mises en jeu aux électrodes sont des réactions ..... Le transfert d'électrons se fait par le circuit extérieur de la pile ou de l'accumulateur.

Durant la décharge, l'anode (borne négative) subit une ..... et la cathode (borne positive) subit une .....

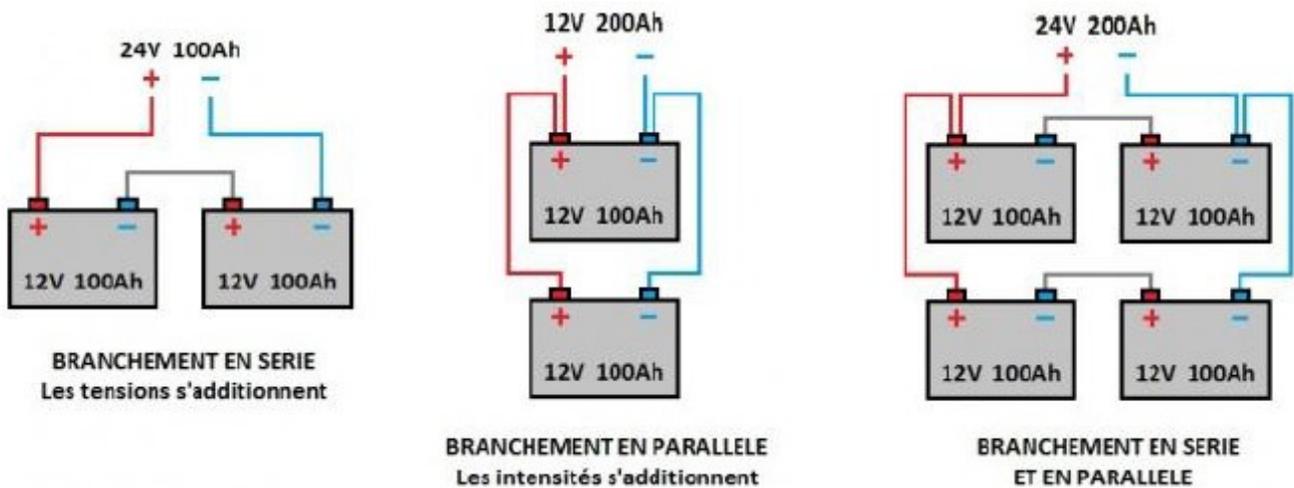
b) Un accumulateur est caractérisé par :

- Sa capacité  $Q$  à garder la charge dans le temps, ce qui correspond à la quantité d'électricité emmagasinée par l'accumulateur. Elle se mesure en Ah ou mAh, en multipliant un courant constant  $I$  par le temps de charge/décharge  $t$ . Cette capacité diminue au fur et à mesure de la vie de l'accumulateur. ....
- L'énergie stockée dans la batterie  $E$  (en Wh) est égale à sa charge électrique  $Q$  (en Ah) multipliée par la tension moyenne  $U$  (en V) sous laquelle cette charge est déchargée. ....

Exemple : Batterie 12 V / 50 Ah / 420 A (Tension / capacité / courant maxi)

c) Capacité d'une association de batteries :

On distinguera les associations en série (l'intensité est constante, les tensions s'additionnent), des associations en parallèle (ou dérivation) ou c'est l'inverse (la tension est constante, les intensités s'additionnent.)



d) La densité énergétique :

C'est la quantité d'énergie stockée par unité de masse ou de volume. Elle s'exprime en Wh/kg ou en Wh/L.

Comparaison de différentes technologies utilisées dans les batteries.

Type de batterie	Densité (Wh/kg)	Plage de puissance	Rendement	Utilisations
Plomb	50	100 W à 10 MW	70 à 85 %	Véhicules routiers, véhicules électriques, site isolé non raccordé au réseau.

NiCd Nickel- Cadmium	50	Quelques watts	70 à 80 %	Outillage portatif, rasoirs électriques.
NiMH Nickel Métal Hydruure	75	Quelques watts	70 à 80 %	Téléphones portables, appareils photo, rasoirs électriques.
Li-ion Lithium- ion	300	100 W à 10 MW	85 à 90 %	Téléphones portables, véhicules électriques, appareils photo, ordinateurs portables.
Li-Pol Lithium polymère	120	100 W à 10 MW	85 à 90 %	Véhicules électriques légers, téléphones portables.
Na-S Sodium- Soufre	100 à 120	50 kW à 10 MW	85 à 90 %	Stockage d'énergie intégré à un système de production d'électricité.

L'accumulateur au plomb (batterie de voiture) par Bosch (2 min 02)

<https://youtu.be/uyMA7padCKk>

Les batteries Lithium-ion par ScienceLoop (4 min 11)

<https://www.youtube.com/watch?v=VQyooUrr5B8>

Exercice N°1: Citer deux critères et les commenter qui font que l'on choisisse plus facilement des batteries Li-ion que des batteries au plomb.

Les critères sont ..... et ....., en effet .....  
..... est nettement ..... pour une batterie au Li-ion que  
pour une batterie au plomb et son ..... est supérieur. Les batteries Li-ion  
sont donc plus ..... que les batteries au plomb pour une même énergie  
stockée.

Exercice N°2:

Les batteries d'accumulateurs Lithium Polymère (LiPo) équipent la plupart des drones.

1) Sous quelle forme est stockée l'énergie ?

.....

2) Les grandeurs inscrites sur la batterie sont : 4 cells, 14,8 V, 325,6 W.h et 22 000 mA.h.

a) Vérifier que l'énergie E stockée dans la pile est bien 325,6 W.h

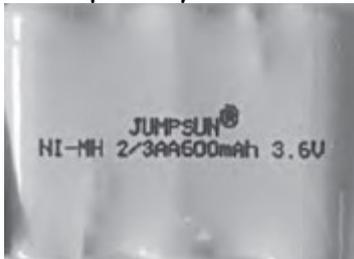
E = .....

b) Les batteries LiPo et NiMh ont respectivement une densité énergétique de 120 W.h/kg et 75 W.h/kg. Calculer la masse à  $10^{-3}$  près de chaque batterie pour la même énergie E stockée calculée précédemment.

Pour la batterie LiPo :  $m_{LiPO} = \dots\dots\dots$

Pour la batterie NiMh :  $m_{NiMh} = \dots\dots\dots$

Exercice N°3: Voici une batterie de lampe à dynamo formé de plusieurs accumulateurs.



1) Pour cette batterie, donner :

a) La tension disponible lue sur le document.

La tension disponible est .....

b) La capacité lue sur le document.

La capacité est de .....

2) Calculer l'énergie stockée E.

E = .....

III) Bonus :

Piles et batteries par C'est pas sorcier (26 min 01)

<https://www.youtube.com/watch?v=mItO3l82Ic0>