

1. Présentation des accumulateurs électriques:

Les batteries (ou accumulateurs) et les piles sont des systèmes électrochimiques, qui stockent de l'énergie sous forme chimique et la restituent sous forme électrique. Les batteries sont basées sur un système électrochimique _____, contrairement aux piles.

On les retrouve dans les appareils autonomes ou embarqués qui sont de plus en plus nombreux au quotidien :



2. Principe de fonctionnement d'une batterie :

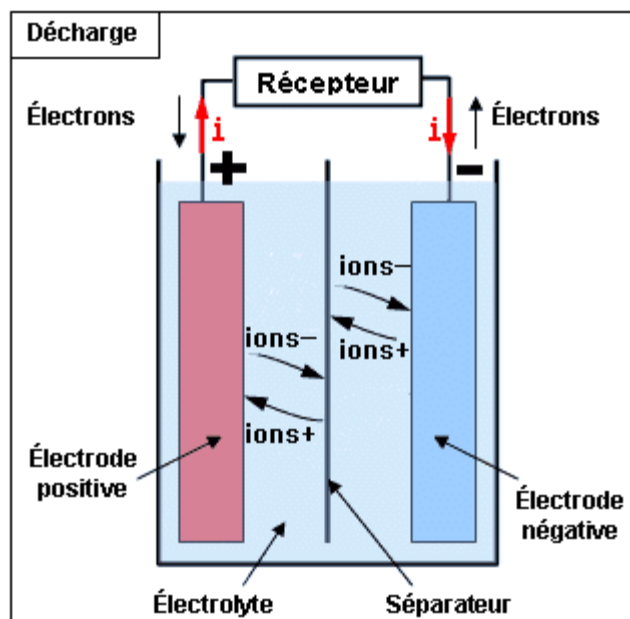
Le courant est produit par la circulation d'électrons entre 2 plaques ou électrodes :

- une électrode positive ou plaque positive composée d'un corps oxydant, capable d'attirer des électrons,
- une électrode négative ou plaque négative composée d'un corps réducteur, capable de céder des électrons.

Une batterie ou une pile se caractérise par un couple «oxydant-réducteur», (par exemple Plomb/Oxyde de plomb, Nickel/Cadmium...) échangeant des électrons.

Les deux plaques baignent dans une solution électrolytique (ou électrolyte), liquide ou sous forme de gel. C'est la réaction entre la solution et les électrodes qui est à l'origine du déplacement des électrons et des ions dans la solution.

Un isolant poreux (ou séparateur) permet de séparer les deux plaques tout en autorisant le passage des ions.



Phase de décharge

Une batterie chargée possède un excès d'électrons au niveau de sa plaque négative et un manque d'électrons au niveau de sa partie positive. La réaction électrochimique engendre le déplacement des électrons au travers du récepteur, créant ainsi le courant. Lorsque les deux plaques possèdent le même nombre d'électrons, la batterie ne débite plus de courant.

Phase de charge

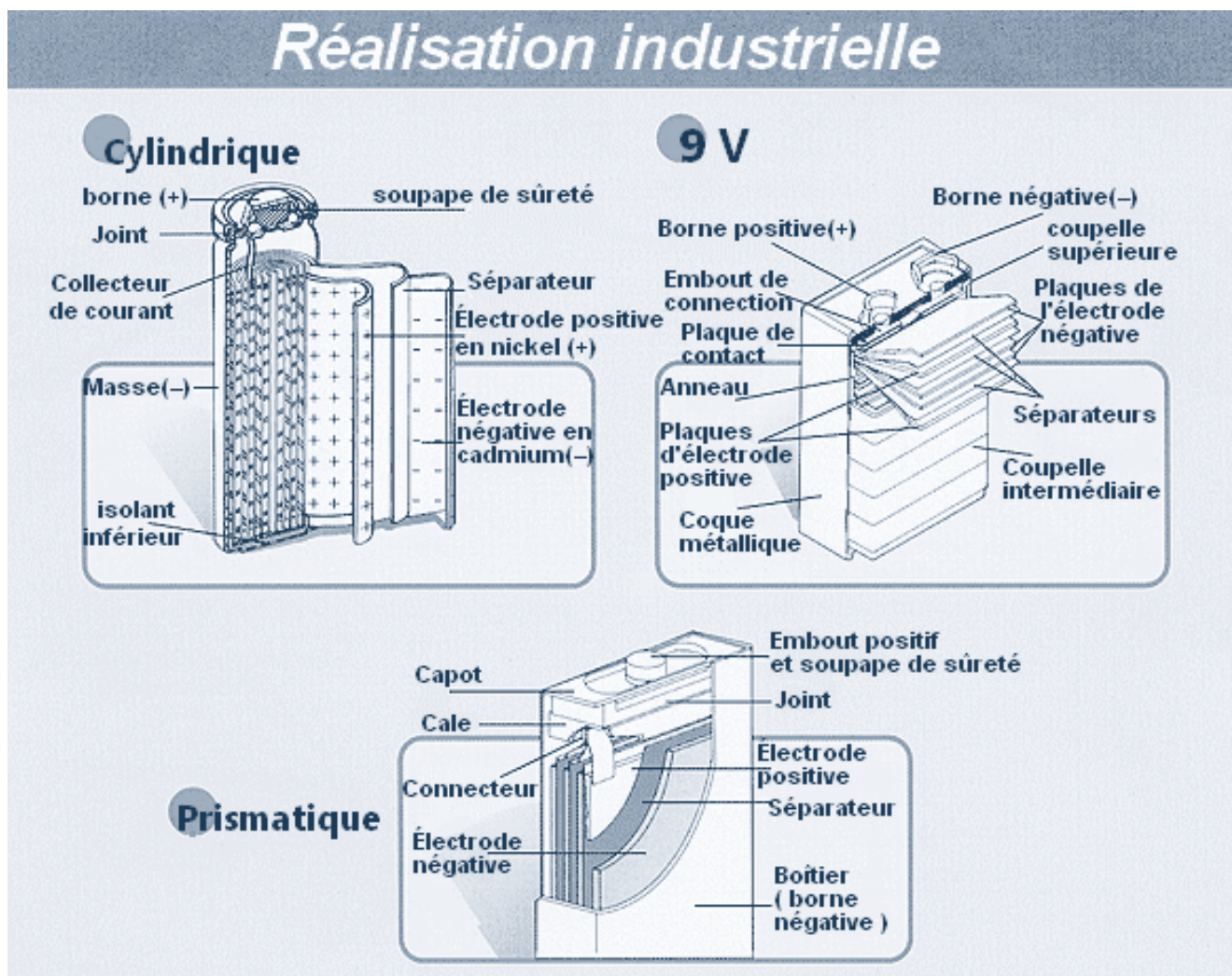
Le procédé est l'inverse de la décharge : pendant la charge, la batterie est réceptrice du courant fourni par le secteur. Un générateur est placé aux bornes de la batterie et débite en sens inverse dans le système. À l'intérieur de la batterie, l'énergie chimique se manifeste par un transfert de matière grâce à une circulation des ions. À l'extérieur de la batterie, l'énergie électrique se manifeste par un déplacement d'électrons.

3. Les différents accumulateurs électriques:

La tension nominale aux bornes d'un élément primaire (deux plaques : électrode + et électrode -) dépend des couples de matériaux utilisés dans la batterie. Par exemple, aux bornes de batterie au plomb (couple plomb/oxyde de plomb), la tension théorique maximale est de 2 V. Afin d'obtenir une batterie de 12 V il faut empiler 6 entités primaires.

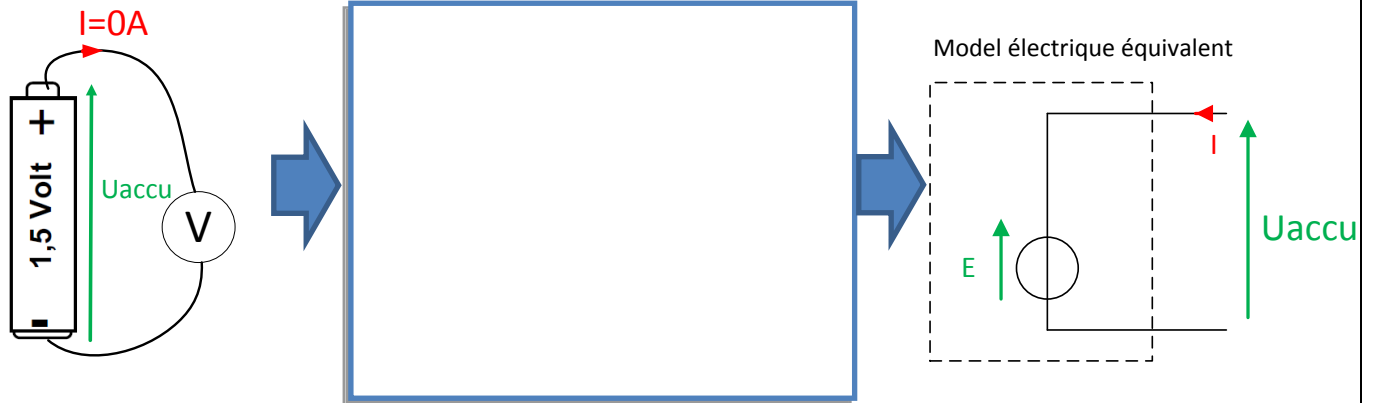
Deux formes principales sont proposées :

- agencement cylindrique,
- agencement prismatique.



4. 1er modèle : essai à vide d'un accumulateur électrique initialement chargé

On mesure à l'aide d'un voltmètre la tension aux bornes d'une pile initialement chargée.



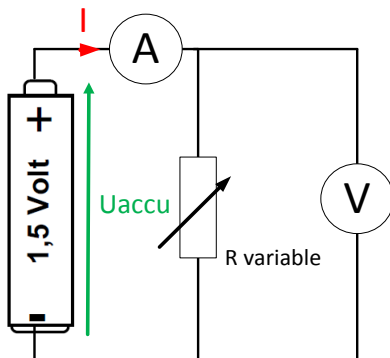
5. 2ème modèle : essai en charge d'un accumulateur électrique initialement chargé

En plaçant une résistance variable aux bornes de la pile nous pouvons faire varier le courant débité par celle-ci.

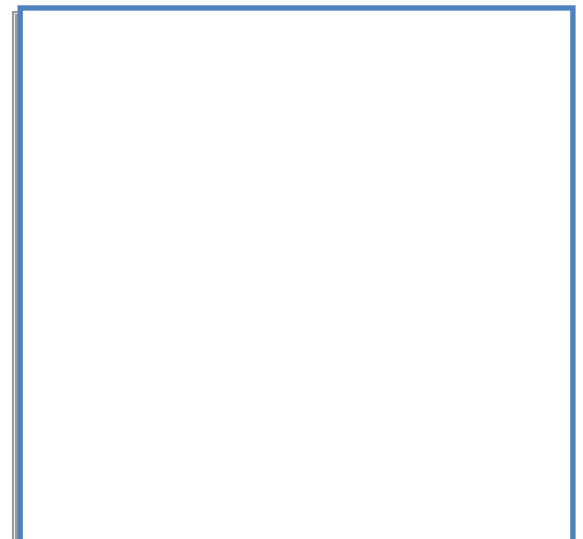
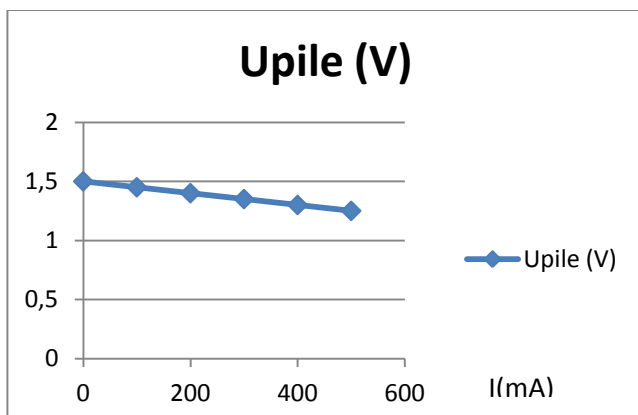
Plus on diminue la résistance plus on augmente _____

Plus on augmente la résistance plus on diminue _____

On fait varier la charge et, à l'aide d'un voltmètre et d'un ampèremètre, on mesure le courant délivré par la pile et la tension à ses bornes.



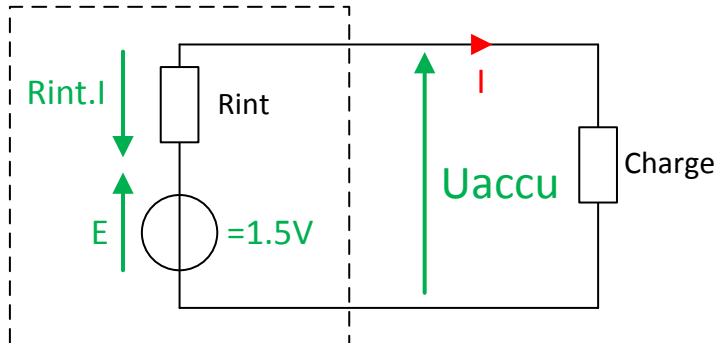
U_{accu} (V)	1,5	1,45	1,4	1,35	1,3	1,25
I (mA)	0	100	200	300	400	500



Quel élément électrique présente une chute de tension à ses bornes proportionnelle au courant qui le traverse ?

.....

Modèle électrique équivalent



Equation électrique de notre modèle :

$$U_{accu} =$$

Application : Déterminer la valeur de la résistance interne de l'accumulateur électrique qui a été utilisé pour l'essai.

Que manque-t-il encore à notre modèle pour mieux modéliser le fonctionnement d'un accumulateur électrique?

6. 3eme modèle : prise en compte du comportement non linéaire des constituants de l'accumulateur

Une pile peut stocker une certaine quantité de charges électriques, c'est ce que l'on appelle sa capacité.

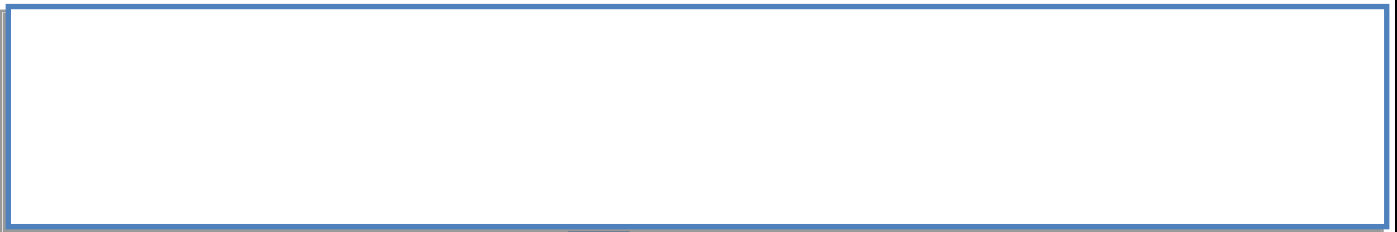
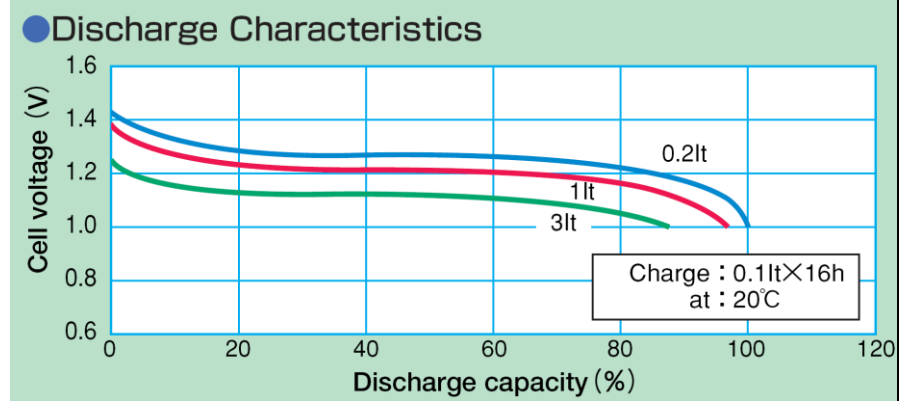
Application : Sur notre pile il est écrit 1.5V - 1000mA.h. Cela signifie qu'elle peut fournir 1000mA pendant une heure.

Déterminer l'énergie stockée dans notre pile en joule (on considère la tension constante et égale à 1.5V).

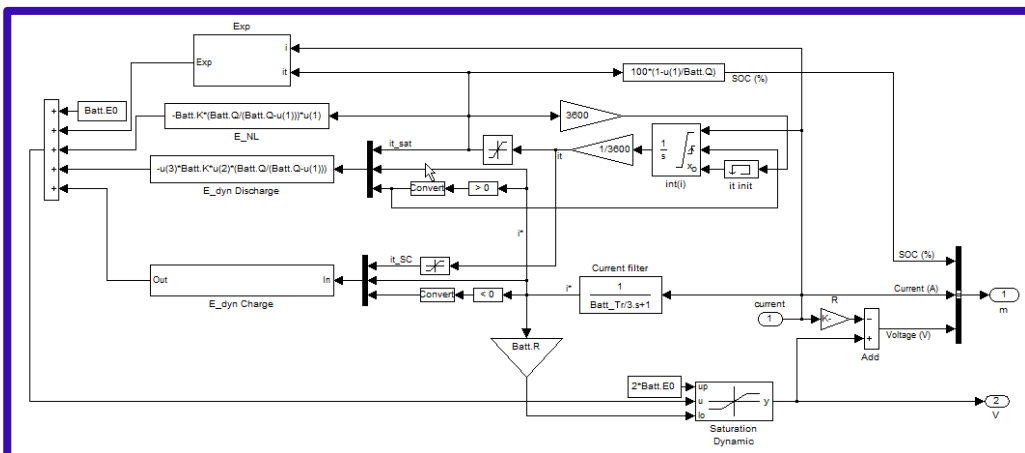
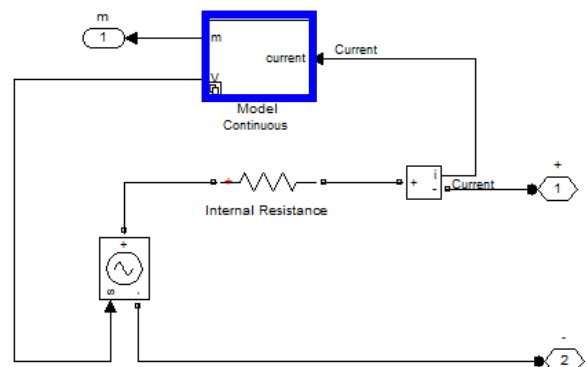
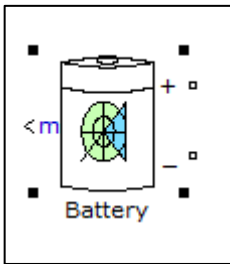
Nous avons mesuré l'allure de la tension pour différentes valeurs de courant en fonction du temps :

On appelle « I_t » le courant de décharge nominal correspondant à une heure de fonctionnement. Dans notre cas 1000mA

I décharge = $0.2 \cdot I_t = 0.2 \cdot 1000\text{mA} = 200\text{mA}$
 I décharge = $1 \cdot I_t = 1000\text{mA} = 1\text{A}$
 I décharge = $3 \cdot I_t = 3\text{A}$



Le logiciel Matlab modélise ce phénomène :



7. Modélisation sous forme d'un diagramme fonctionnel.

Lorsque l'on connaît les équations qui régissent le comportement d'un système, on peut, grâce à ces équations, construire le diagramme fonctionnel du système.

Les logiciels multi-physiques (exemple Matlab) peuvent exécuter des simulations à partir de ces modèles.

Les éléments de base des diagrammes fonctionnels :

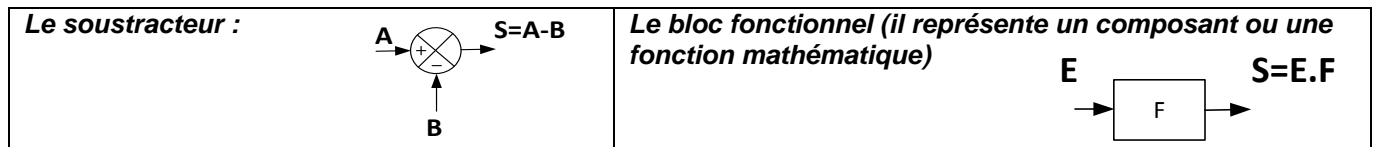
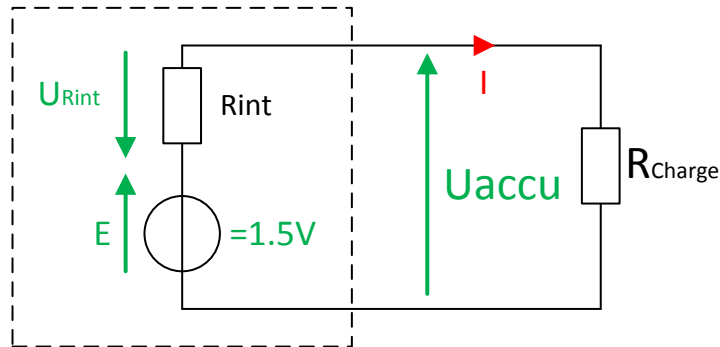


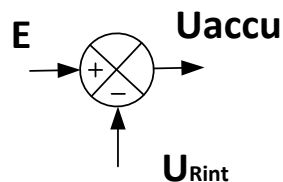
Diagramme fonctionnel d'un accumulateur électrique

Modèle électrique équivalent



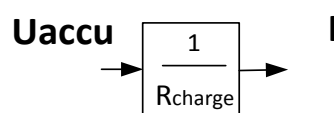
Equation électrique de notre modèle :

1^{er} bloc :



$U_{accu} \equiv$

2^{eme} bloc :



$I \equiv$

3^{eme} bloc : Il faut réaliser le bloc permettant de calculer U_{rint} à partir de I

$U_{Rint} \equiv$

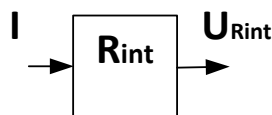


Diagramme complet :

