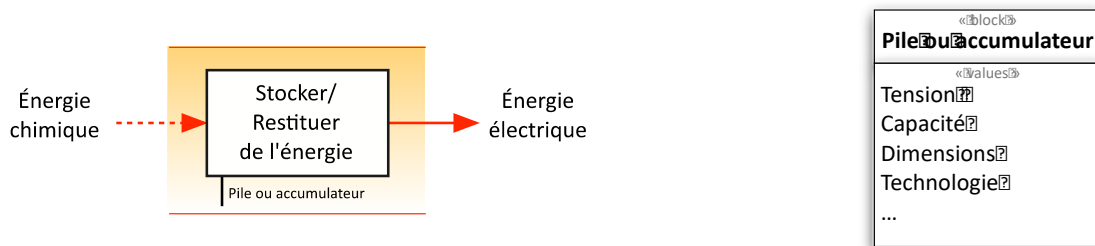


# PILES ET ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES : LES BATTERIES

## 1. Introduction



On trouve les batteries dans les systèmes utilisant des sources d'énergie électrique autonomes ou embarquées. Ces systèmes sont de plus en plus nombreux au quotidien : Téléphones portables, appareils photo, objets connectés, équipements radiocommandés, outillages électroportatifs, véhicules électriques, ...

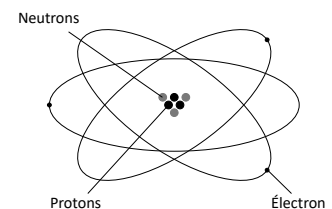


### 1.1. Principe de fonctionnement

#### Rappel de physique :

Les atomes sont constitués

Certains atomes perdent ou gagnent des électrons et deviennent alors



**Fonctionnement :**

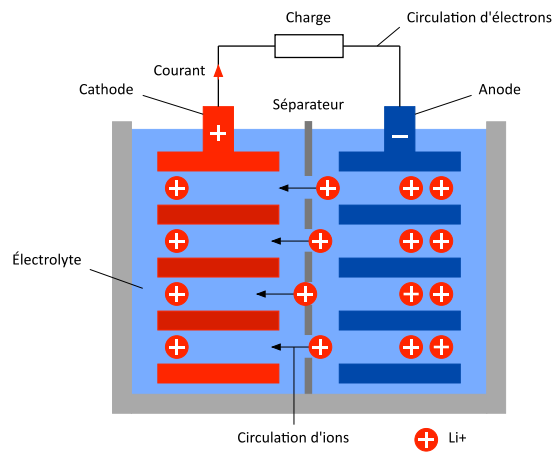
Une anode et une cathode sont plongées dans un électrolyte, (élément permettant aux ions de circuler).

Une réaction chimique appelée **oxydoréduction** entraîne :

Au niveau de l'anode (le pôle négatif), une **oxydation**, c'est-à-dire une perte d'électrons, qui engendre la création d'ions positifs pouvant circuler dans l'électrolyte. Il y a une perte de matière au niveau de l'anode.

Au niveau de la cathode (le pôle positif), une **réduction**, c'est-à-dire un gain d'électrons, qui engendre une création de matière par recombinaison des électrons circulant par le fil électrique et des ions circulant dans l'électrolyte.

Ce processus est réversible, on parle de CHARGE / DECHARGE de l'accumulateur



**1.2. Les différents types d'accumulateurs**

Les piles et accumulateurs sont souvent classés par types de technologie :

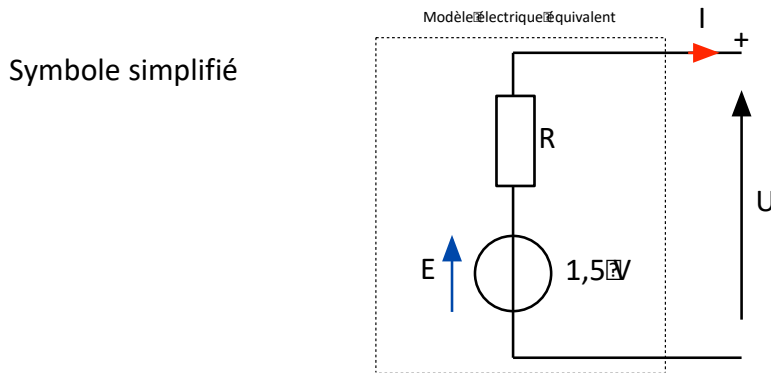
- Plomb : batterie de traction ou de démarrage
- Nickel : batterie pour le domestique
- Lithium : Appareils numériques ou batterie de traction véhicule électrique...



## 2. Étude du modèle électrique équivalent d'un accumulateur

### 2.1. Symbole et schéma équivalent

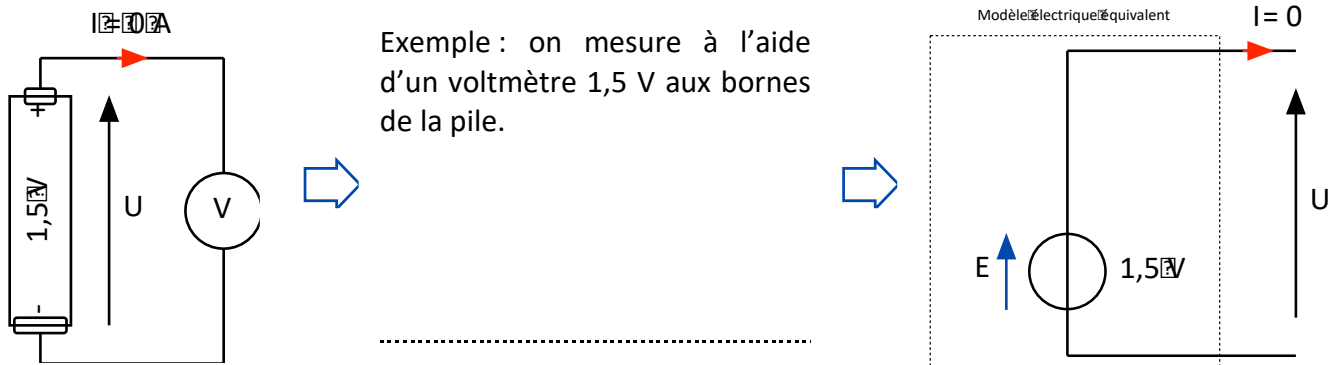
Le modèle électrique de base d'un accumulateur est donné sur le schéma ci-dessous :



Afin de déterminer les éléments qui composent l'intérieur de cet accumulateur, on peut effectuer 2 essais : à vide pour déterminer E et en charge pour déterminer R

### 2.2. Essai à vide

On mesure à l'aide d'un voltmètre la tension aux bornes de l'accumulateur chargé.



#### Conclusion :

L'essai à vide, accumulateur chargé, permet de déterminer

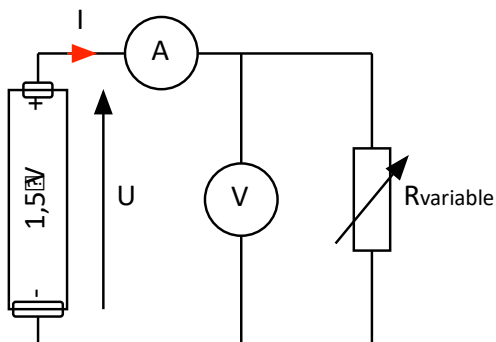
### 2.3. Deuxième modèle : Essai en charge

Ce second modèle va faire apparaître une chute de tension lorsque l'accumulateur débite (ou absorbe) un courant.

En plaçant une résistance variable aux bornes de l'accumulateur chargé, nous pouvons faire varier le courant débité par celui-ci. Cette manipulation va permettre de tracer la caractéristique de décharge de l'accumulateur.

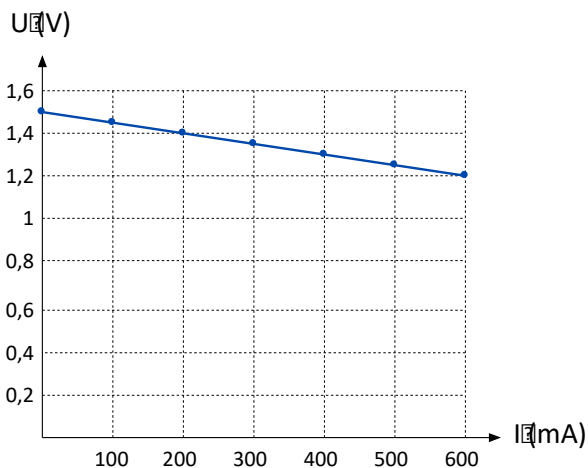
A l'aide d'un ampèremètre et d'un voltmètre, on mesure le courant délivré et la tension à ses bornes pour différentes valeurs de la résistance

**Exemple :**



U (V)	1,5	1,45	1,4	1,35	1,3	1,25	1,2
I (mA)	0	100	200	300	400	500	600

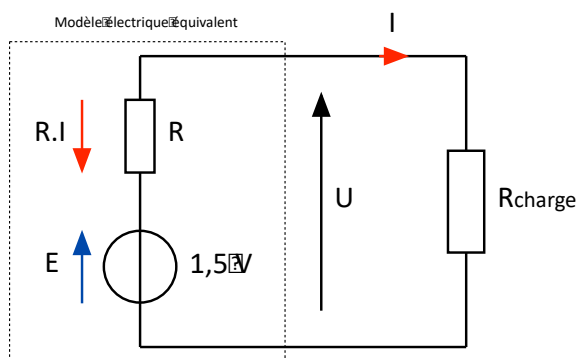
**Caractéristique  $U = f(I)$  :**



.....

.....

**Modèle électrique**



Équation électrique de notre modèle :

**Application :**

On peut déterminer la valeur de la résistance interne de l'accumulateur R pour l'essai précédent.

**Conclusion :**

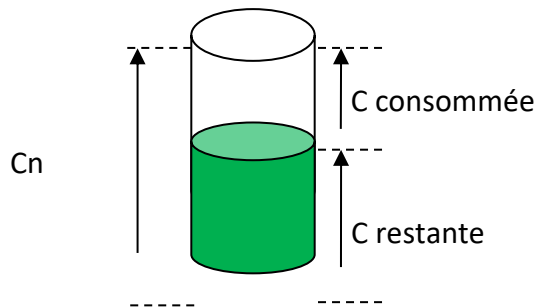
L'essai en charge permet de déterminer

### 3. Régime de charge ou de décharge

#### 3.1. Capacité d'un accumulateur

Le modèle électrique est déjà suffisant pour beaucoup de simulations. Toutefois, si l'on veut simuler le fonctionnement d'un accumulateur dans le temps, ce modèle ne suffit plus, il faut tenir compte de la capacité...

On peut modéliser la capacité d'une batterie comme un **réservoir de courant** :



La capacité nominale  **$C_n$  (Ah)** correspond à la possibilité de délivrer et de maintenir un courant  **$I$  en A**, pendant un temps  **$t$  en seconde ou en heure**.

On note :

Les fabricants donnent habituellement la capacité nominale, pour un temps  $t$  nominal.

Notation  $C_{\Delta t}$  soit  $C_5$ ,  $C_{10}$ ,  $C_{20}$  ou  $(1/\Delta t)C$  soit  $0,2.C$  -  $0,1.C$  ...

Ainsi, une capacité de  **$C_{20}$  de 60 Ah** indique donc que vous pourrez utiliser une décharge nominale de **(60/20) soit 3 ampères**, pendant **20 heures**.

Pour les accumulateurs, on ne donne pas toujours les valeurs des intensités en ampères, mais on note le taux de charge ou décharge **C-Rate** à  $C/n$  équivalent.

#### Exemple :

Un accumulateur de capacité  $C_5 = 4$  Ah est chargé à  $C/10$ .

#### 3.2. Energie d'un accumulateur

L'énergie que peut stocker un accumulateur est notée  $W$  ou  $E$ , souvent exprimée en Wh ou en kWh (kilowattheure).

Pour un courant de décharge  $I$  et une tension  $U$  constants, on peut écrire :