

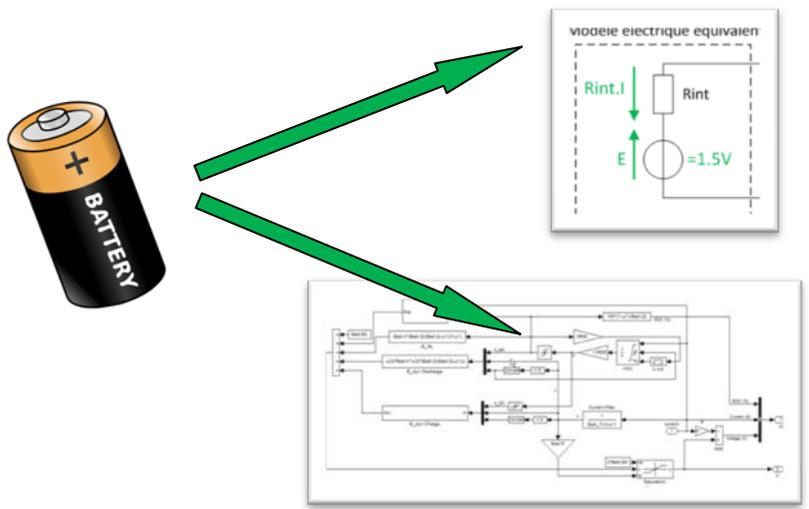
1. Enjeux de la modélisation

La modélisation consiste à traduire sous forme mathématique un comportement.

Le modèle issu de cette démarche sert à prédire le comportement d'un système (ou d'un sous-système) en fonction de paramètres et de sollicitations connus.

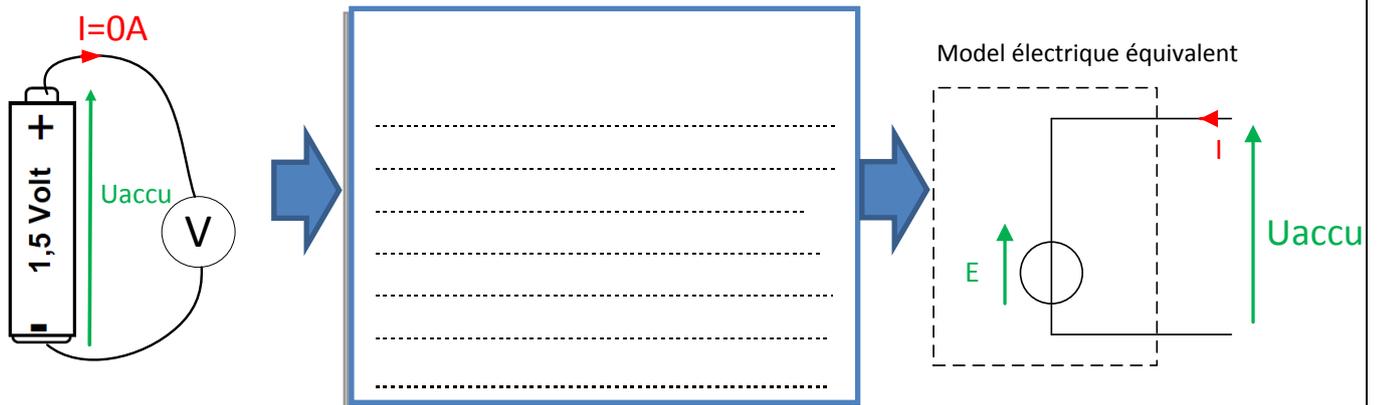
Dans le cas des accumulateurs électriques, différents niveaux de modélisation, plus ou moins complexes, intégrant plus ou moins de phénomènes, existent.

En fonction de l'étude à réaliser, il faudra donc choisir le niveau de complexité du modèle.



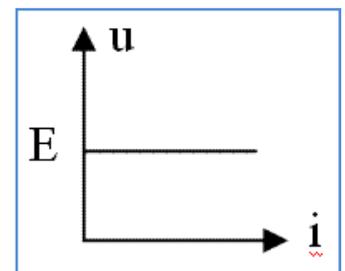
2. 1er modèle : essai à vide d'un accumulateur électrique initialement chargé

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



Un générateur de tension parfait (aussi appelé "source idéale de tension"), délivre une tension constante, au cours du temps, quelle que soit l'intensité I .

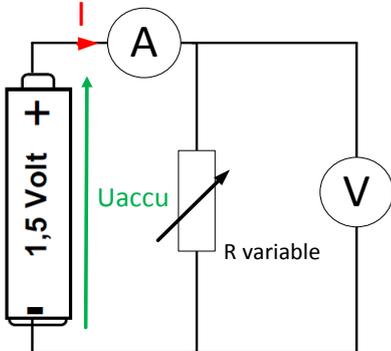
Une source idéale de tension est telle que $U = E$. La valeur E s'appelle force électromotrice (fem). Elle correspond à la tension "à vide" de la batterie.



3. 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.

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.

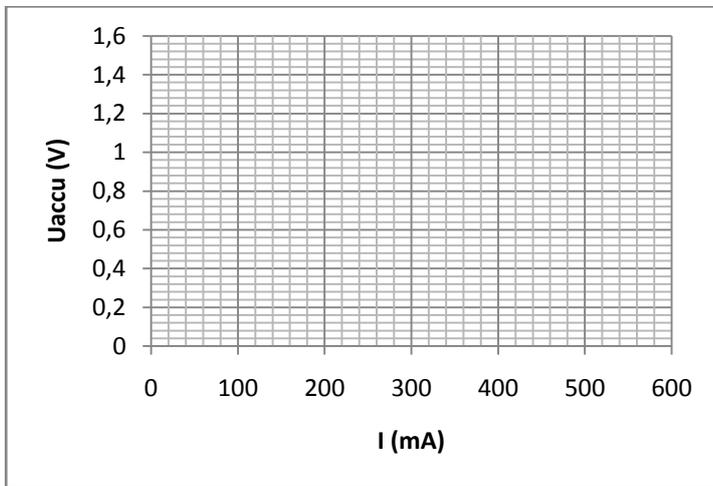


U _{accu} (V)	1,5	1,45	1,4	1,35	1,3	1,25
I (mA)	0	100	200	300	400	500
Charge (Ω)						

Constatations :

Plus on diminue la valeur de la résistance (charge) plus on augmente

Plus on augmente la valeur de la résistance plus on diminue



.....

.....

.....

.....

.....

.....

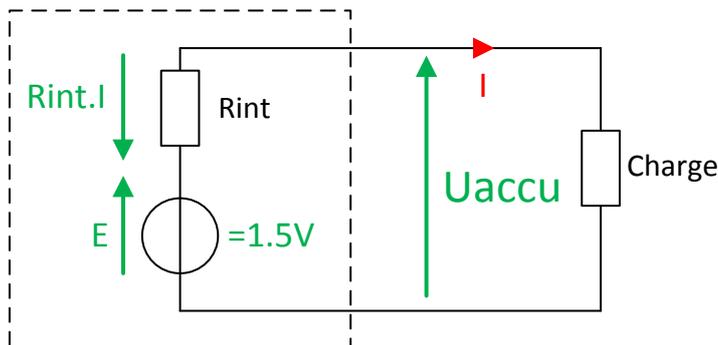
.....

.....

.....

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 :

.....

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

.....

4. 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 :

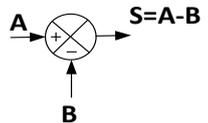
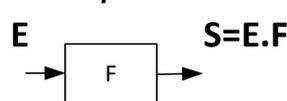
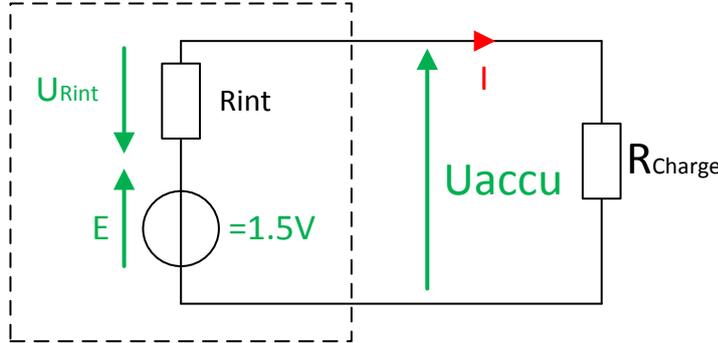
<p><i>Le soustracteur :</i></p> 	<p><i>Le bloc fonctionnel (il représente un composant ou une fonction mathématique)</i></p> 
---	---

Diagramme fonctionnel d'un accumulateur électrique

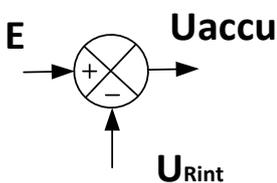
Modèle électrique équivalent



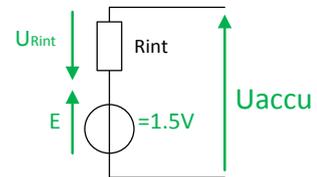
Equation électrique de notre modèle :

.....

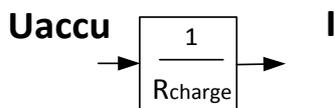
1^{er} bloc :



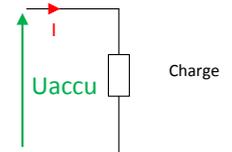
.....



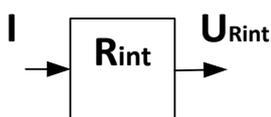
2^{eme} bloc :



.....



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



.....

Diagramme complet :**5. 3eme modèle : prise en compte du comportement non linéaire des constituants de l'accumulateur**

Citer des phénomènes à prendre en compte pour modéliser, plus finement, le comportement de la batterie:

.....

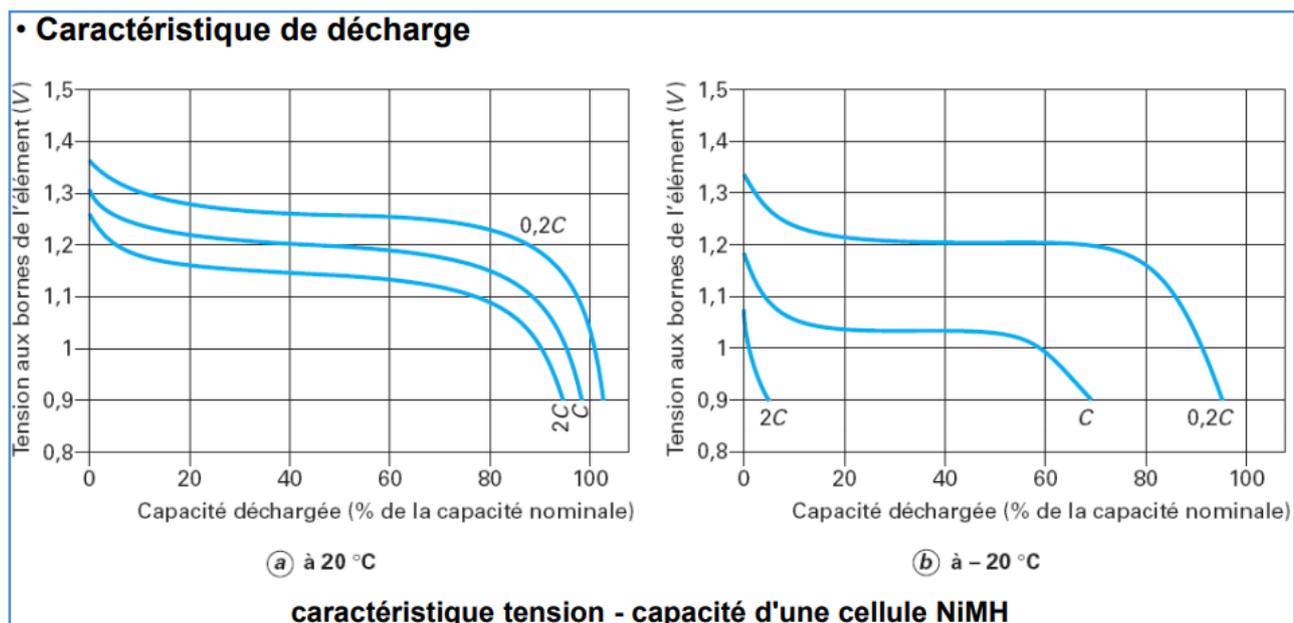
.....

.....

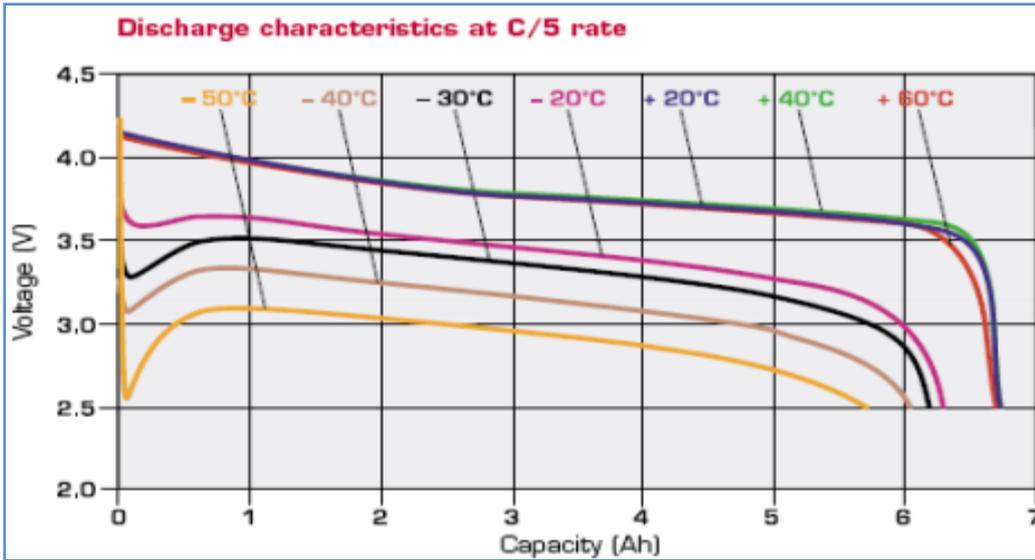
.....

.....

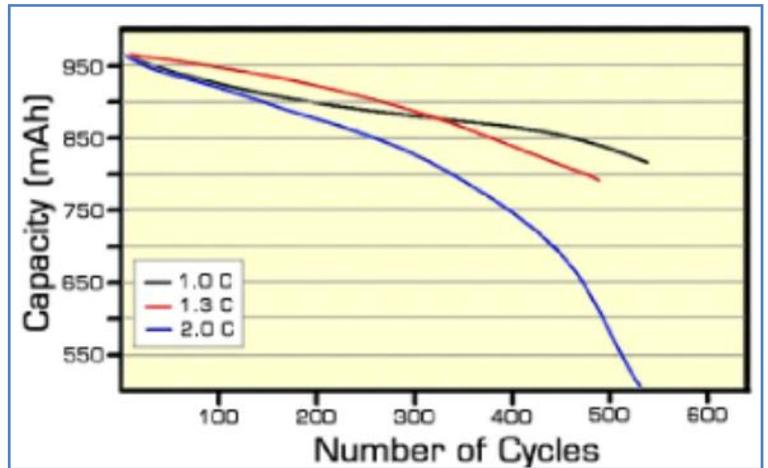
.....

Exemples de comportements:**C-Rate (REGIME de chargement et de décharge)**

Le chargement et le déchargement d'une batterie est mesurée en C-Rate. "C" étant la capacité de la batterie. Cela signifie que pour une batterie de capacité 1000 mAh , si elle est déchargée à un régime 1C, parfois noté C/1, le courant de décharge sera de 1000mA (1A). Si elle est déchargée à un régime 2C, le courant de décharge sera de 2A.



Bien que les batteries rechargeables offrent, dans l'ensemble, de bonnes capacités de chargement, le nombre de cycles (directement lié à la durée de vie de la batterie) est plus élevé si le courant de décharge est maintenu modéré. La figure ci-dessous montre les pertes de capacité permanentes en utilisant des taux de décharge de 1C, 1.3C et 2C. Le test a été effectué sur une batterie lithium-ion.



Le logiciel **Matlab** propose des modèles de batteries qui intègrent ces phénomènes :

