



Cours

Séance 1
La fonction alimenter/stocker

Savoirs et compétences :

- CO2.1 Identifier les flux et la forme de l'énergie, caractériser ses transformations et/ou modulations et estimer l'efficacité globale d'un système.



1	Généralités	2
1.1	Définition	2
1.2	Pourquoi stocker de l'énergie ?	2
2	Stoker de l'énergie électrique	2
2.1	Stockage chimique : piles et batterie	2
5.1	Stockage hydraulique	4
6	Les signaux électriques	5
6.1	Les signaux périodiques	5
8	Les appareils de mesures	7
8.1	L'ampèremètre	7
8.2	Le voltmètre	7

1 Généralités

1.1 Définition

Tout système nécessite de l'énergie pour fonctionner (pour agir sur la matière d'oeuvre). Dans la chaîne d'énergie, la fonction qui permet de fournir l'énergie est la fonction « Alimenter/Stocker ».

Nous nous intéresserons particulièrement dans ce cours à ce premier bloc de la chaîne d'énergie.

Définition Les éléments du bloc **Alimenter/Stocker** ont pour fonction de fournir l'énergie au système. Cette énergie peut provenir de l'extérieur du système (Réseau électrique par exemple) ou être stockée au sein du système (Batterie électrique par exemple).

1.2 Pourquoi stocker de l'énergie ?

Le stockage de l'énergie est utilisé pour répondre à trois besoins principaux :

Autonomie : Rendre un système mobile, capable de se déplacer avec sa source d'énergie.

- Voitures
- Téléphones
- Avion
- ...

Décalage temporel : Il n'est pas toujours possible de générer de l'énergie au moment où elle doit être utilisée. Par exemple, une maison équipée en panneau solaire ne pourrait pas être éclairée la nuit sans stockage de l'énergie.

Compensation des fluctuations : Il peut exister des fluctuations de courant électrique non désirées. Ces fluctuations peuvent être compensées par une réserve d'énergie.

2 Stocker de l'énergie électrique

L'énergie électrique est l'énergie la plus utilisée par l'être humain dans la société actuelle. Cette énergie provient de centrales à énergie renouvelables, ou non-renouvelables.

Il est aujourd'hui **impossible** de stocker de l'énergie sous forme électrique. Pour stocker cette énergie, il est donc indispensable de la convertir.

2.1 Stockage chimique : piles et batterie

Les piles et les batteries sont les principaux dispositifs que nous côtoyons au quotidien pour stocker de l'énergie. L'énergie électrique est stockée dans des piles sous forme d'énergie chimique. Ces composants ont un coût abordable mais souvent un impact environnemental relativement fort.

Caractéristiques des piles et batteries

Les batteries sont caractérisées par trois grandeurs principales :

La tension : Classiquement notée U , la tension d'une batterie est la différence de potentiel qu'elle impose à ses bornes lors de sa décharge. Elle s'exprime en **volts (V)**

La capacité : C'est la quantité d'électricité (ou nombre de charges) stockée dans la batterie. Elle est habituellement indiquée en **ampère-heure (Ah)** ou en **Coulomb (C)**.

La densité énergétique : C'est la quantité d'énergie par unité de masse ou de volume. Elle s'exprime en $\frac{\text{Wh}}{\text{kg}}$ ou $\frac{\text{Wh}}{\text{L}}$

⚠ Attention, il est important de ne pas confondre l'intensité (en A) et la capacité (en Ah).

⚠ La capacité d'une batterie ne représente pas directement la quantité d'énergie qu'elle contient. Pour connaître la quantité d'énergie contenue dans une batterie, il faut **multiplier sa capacité par sa tension**

$$E = C \times U$$

℞ Une batterie contenant 10Ah sera capable de fournir un courant de 10A pendant 1h, ou encore un courant de 5A pendant 2h.

Type de batterie	Densité (Wh/kg)	Plage de puissance	Rendement	Utilisation
Plomb	50	100 W à 10 MW	70 à 85 %	<ul style="list-style-type: none"> Véhicules routiers électriques Sites non raccordés au réseau
NiCd : Nickel-Cadmium	50	Quelques Watts	70 à 80%	<ul style="list-style-type: none"> Outils portatifs Rasoirs électriques
NiMH : Nickel Métal Hydrure	75	Quelques Watts	70 à 80%	<ul style="list-style-type: none"> Téléphones portables Appareils photos Rasoirs électriques
Li-ion : Lithium-ion	300	50W à 10MW	85 à 90%	<ul style="list-style-type: none"> Téléphones portables Véhicules électriques Appareils photo Ordinateurs portables
Li-Pol : Lithium-Polymère	120	100W à 10MW	85 à 90%	<ul style="list-style-type: none"> Téléphones portables Véhicules électriques légers

TABLE 1 – Quelques technologies de batteries.

■ **Exemple** Calculer la quantité d'énergie contenue dans une batterie d'une tension de $U = 3V$, d'une capacité de $Ca = 1.5Ah$.

✓
.....

Association de batteries

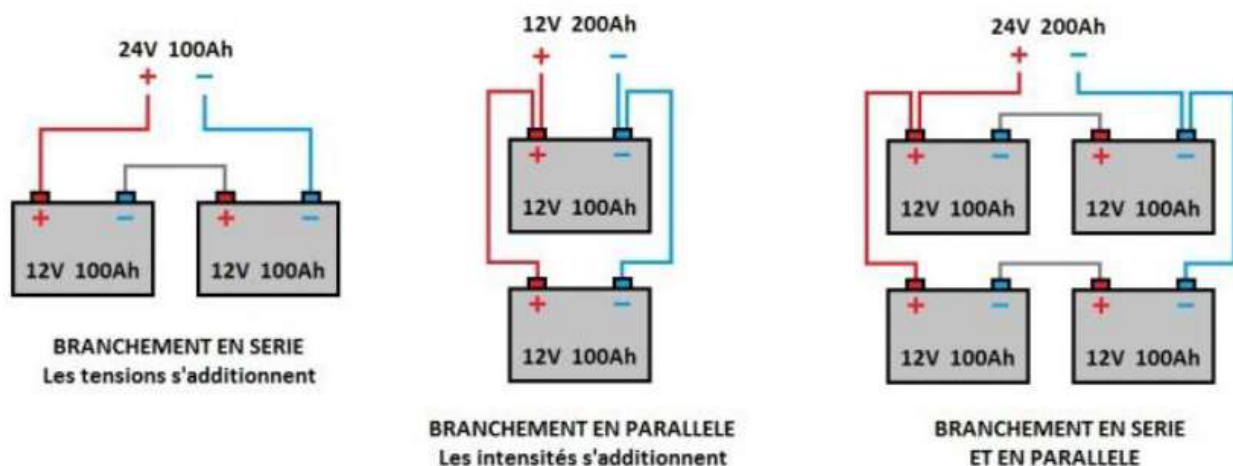


FIGURE 1 – Association de batteries

Synthèse :

À retenir :

- Un courant électrique est un déplacement de charges (électrons).
- La quantité d'électricité q (en coulomb C) est le produit de l'intensité I en A par le temps t en s.
- On peut également exprimer une quantité d'électricité q en Ampère-heure (Ah).

$$q = I \times t$$

$$1Ah = 3600C$$

À retenir : La puissance consommée P en W est égale au produit de la tension U (en V) par le courant I (en A) qui circule.

$$P = U \times I$$

À retenir : L'énergie E fournie par une batterie est :

- égale au produit de la **puissance absorbée** (en W) par le **temps de fonctionnement**
 - Si t est en secondes s, E est en J
 - Si t est en heures h, E est en Wh

$$E = P \times t$$

- égale au produit de la capacité de la batterie par la tension ($Ah \times V = Wh$) :

$$E = C \times U$$

5.1 Stockage hydraulique

A plus grande échelle, on stocke de l'eau à l'aide de bassins de rétention :

- Lorsque l'on produit globalement plus d'énergie que la demande, on actionne des pompes pour faire monter l'eau dans un bassin en altitude.
- Lorsque l'on produit globalement **moins** d'énergie que la demande, on produit de l'électricité en faisant descendre l'eau dans des conduites pour activer des turbines.

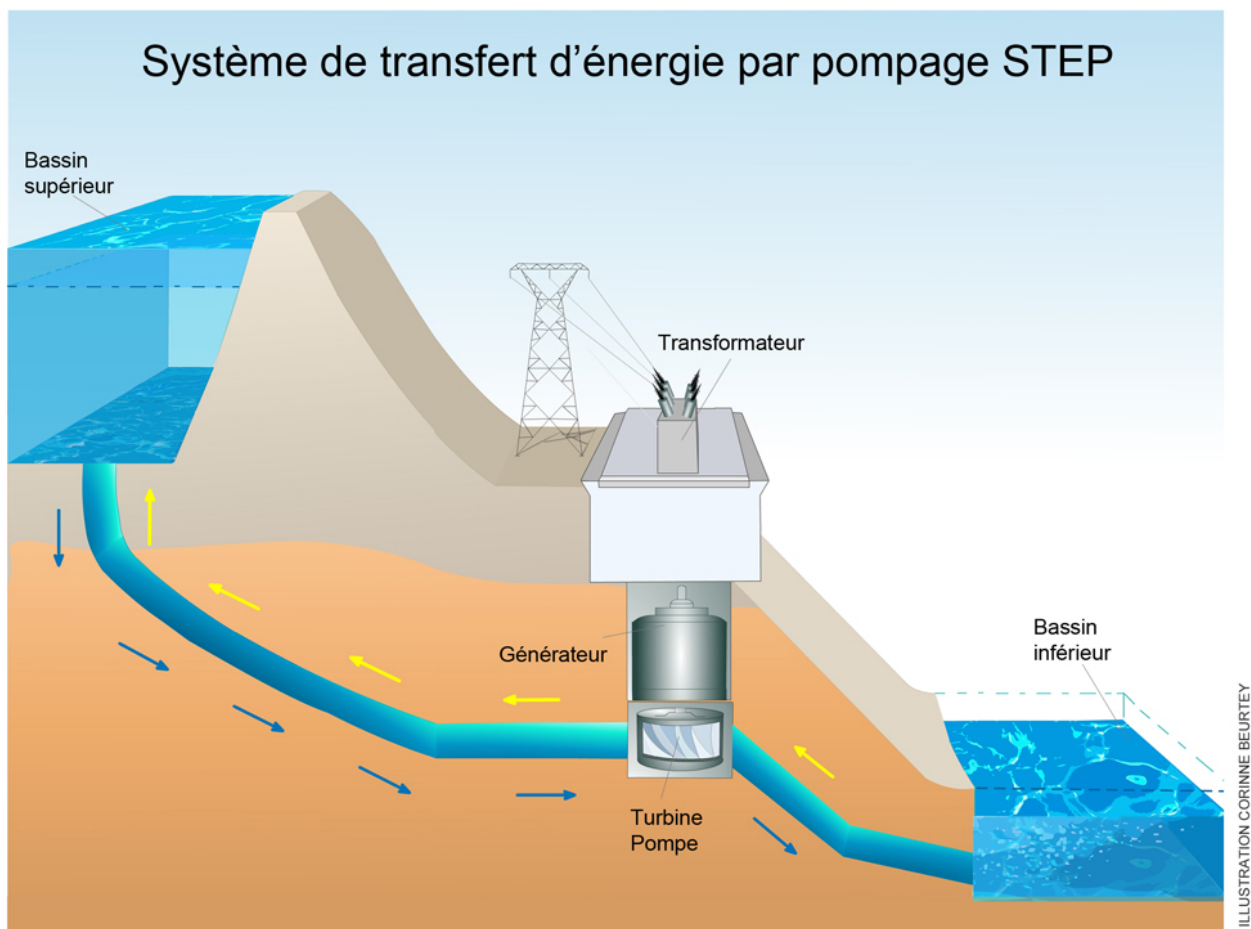


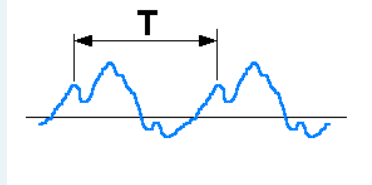
FIGURE 2 – Système de stockage d'énergie

6 Les signaux électriques

L'énergie électrique peut circuler sous différentes formes de signaux. Nous décrivons dans cette section les caractéristiques d'un signal électrique.

6.1 Les signaux périodiques

Définition Un signal est dit périodique si les variations de son amplitude se reproduisent régulièrement au bout d'une période T constante.



On a $u(t+T) = u(t)$

Seq. 3 – Se. 1

Caractéristiques d'un signal périodique

À retenir :

La période T : C'est la durée entre deux instants où la grandeur se reproduit identiquement à elle-même. La période s'exprime en s.

La fréquence f : C'est le nombre de périodes présentes dans chaque seconde. Elle s'exprime en Hz et vaut :

$$f = \frac{1}{T}$$

Les valeurs maximales S_{\max} et minimales S_{\min} sont respectivement le maximum et le minimum du signal.

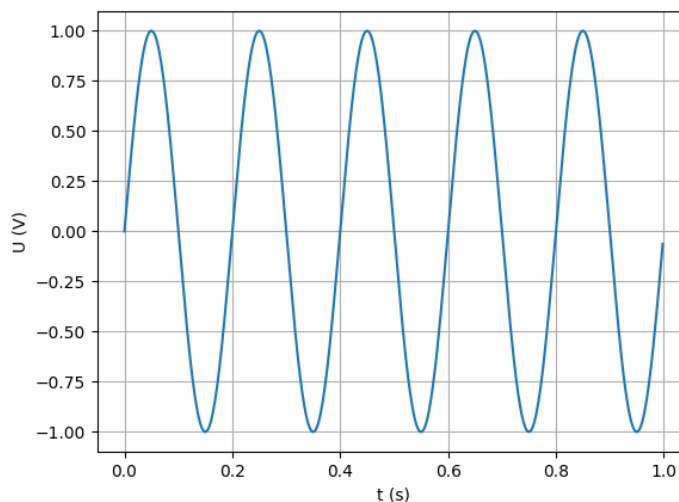
L'amplitude crête à crête S_{CC} est l'écart entre les valeurs maximale et minimale : $S_{CC} = S_{\max} - S_{\min}$

L'amplitude A : $A = \frac{S_{CC}}{2}$

Valeur efficace S_{eff} : Elle est égale à la tension continue qu'il faudrait appliquer à une lampe pour qu'elle ait la même luminosité qu'avec une tension périodique.

Le signal sinusoïdal

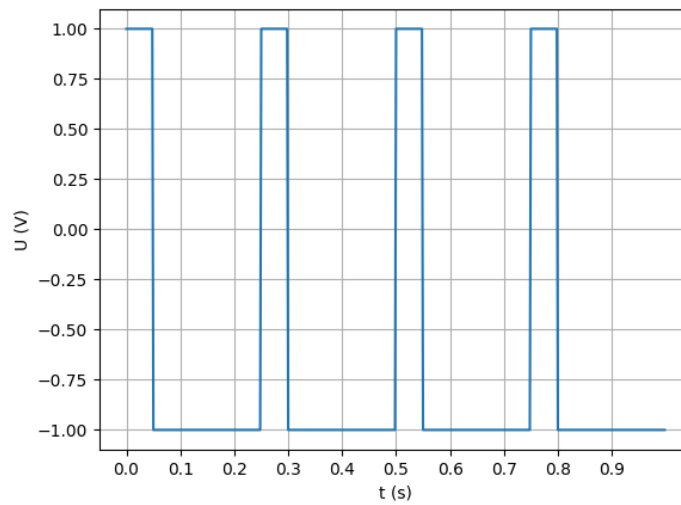
Le signal sinusoïdal est le type de signal le plus répandu dans les réseaux électriques. Il a la forme d'une sinusoïde : $S = A \sin \omega t + S_{\text{moy}}$



- La période de ce signal vaut :
- La fréquence de ce signal vaut :
- L'amplitude de ce signal vaut :

Le signal carré

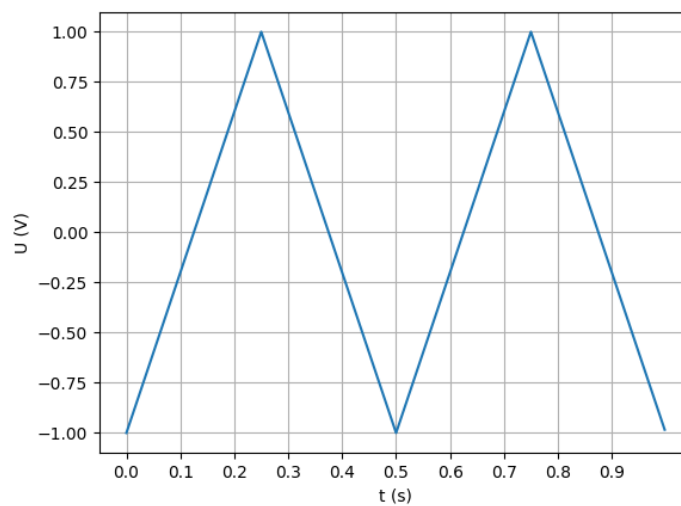
Un signal carré est généralement employé pour transporter une information ou pour commander un moteur à courant continu.



Définition Le rapport cyclique α d'un signal carré est le temps resté à l'état haut divisé par la période du signal.

Exemple Le rapport cyclique de ce signal vaut :

Le signal triangulaire



- La période de ce signal vaut :
- La fréquence de ce signal vaut :
- L'amplitude de ce signal vaut :

8 Les appareils de mesures

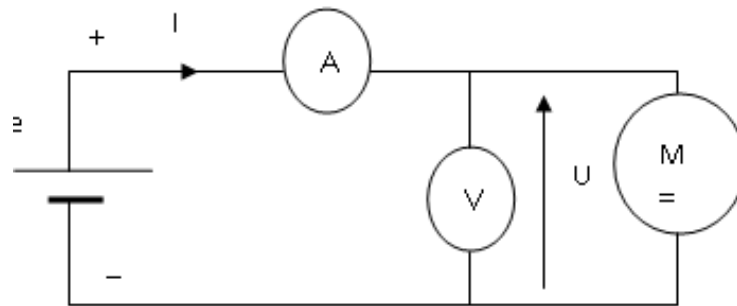


FIGURE 3 – Branchement d'un voltmètre et d'un ampèremètre dans un circuit

8.1 L'ampèremètre

L'ampèremètre sert à mesurer un courant électrique I . Il se place en **série** dans le circuit.

8.2 Le voltmètre

Le voltmètre sert à mesurer une tension électrique (une différence de potentiel entre un point A et un point B du circuit). Il se place en dérivation entre A et B