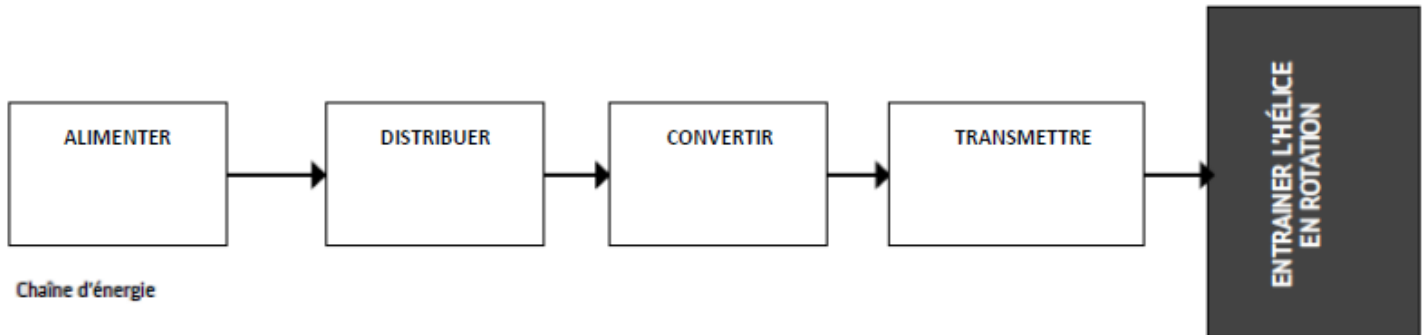




























Chaîne d'énergie

-Notions d'énergétique-



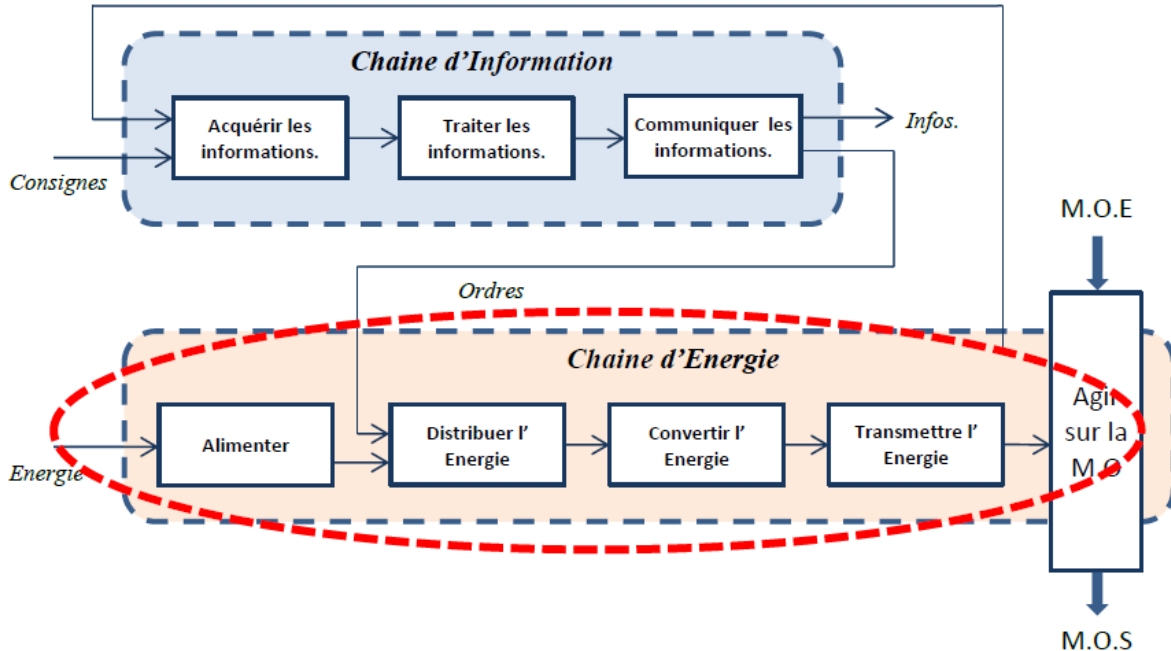
Energétique.

Coal Power Plant 	Windmill 	Microwave 	Solar Calculator 	Crane 	Biomass Power Plant 	Loudspeaker 
Camp Fire 	Nuclear Power Plant 	Hot-air Balloon 	Hydroelectric 	Candle 	Electric Guitar 	Firecracker 
Battery 	Piano 	Light Bulb 	Mixer 	Iron 	Solar Power 	Bike Brake 
Television 	Person Eating 	Plant 	Flashlight 	Automobile 	Muscles 	GENERATOR 

- ✓ Analyser les apports d'énergie, les transferts, le stockage, les pertes énergétiques
- ✓ Réaliser le bilan énergétique d'un système

Energétique.

1 INTRODUCTION



2 PRINCIPES GENERAUX

2.1 Définition

Dans le sens commun l'énergie désigne tout ce qui permet d'effectuer un travail, produire de la chaleur, de la lumière, un mouvement, etc.

2.2 Principales formes d'énergie

L'énergie peut se présenter sous différentes formes :

- ✓ Energie thermique
- ✓ Energie mécanique
- ✓ Energie électrique
- ✓ Energie chimique
- ✓ Energie nucléaire
- ✓ Energie électromagnétique (rayonnements : lumières, ondes radio, etc)

Energétique.

2.3 Unité de mesure

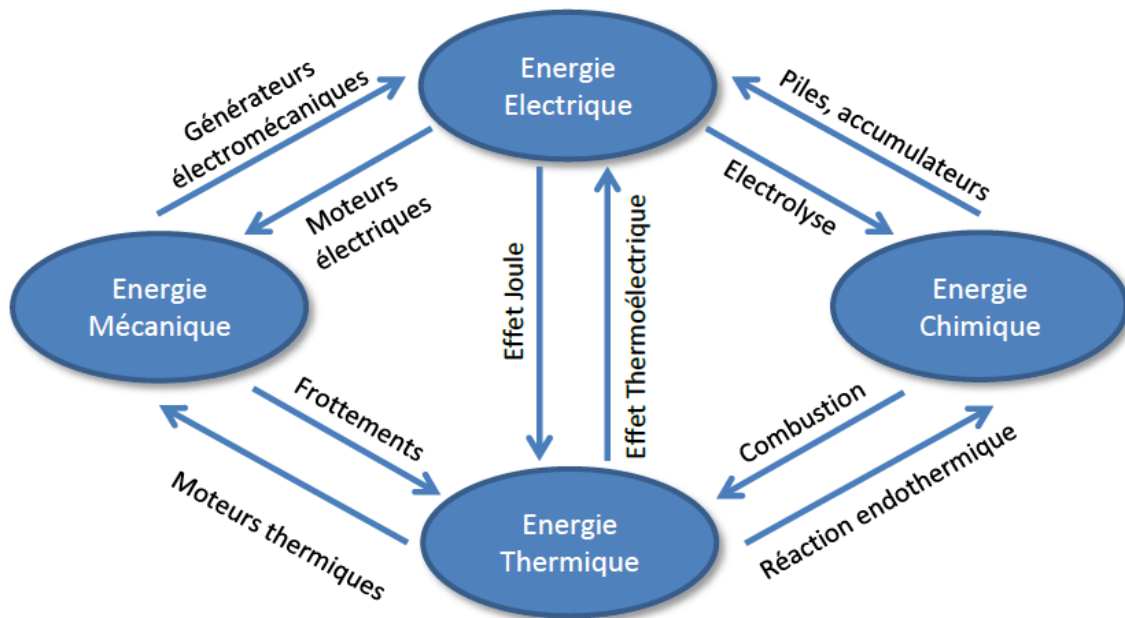
L'unité de mesure d'énergie du système S.I est le **Joule** de symbole **J**.

Il existe d'autres unités de mesure n'appartenant pas au système S.I :

- ✓ La calorie (Ca) : 1 Ca = 4,185 J
- ✓ Le watt heure (Wh) : 1 Wh = 3600 J

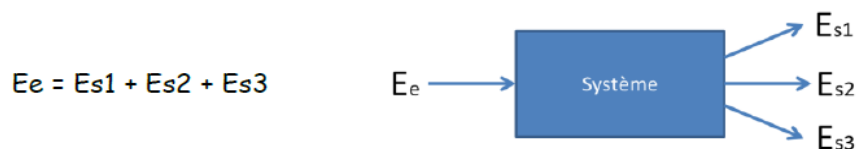
2.4 Transformation de l'énergie

Il est possible de transformer l'énergie d'une forme à une autre.



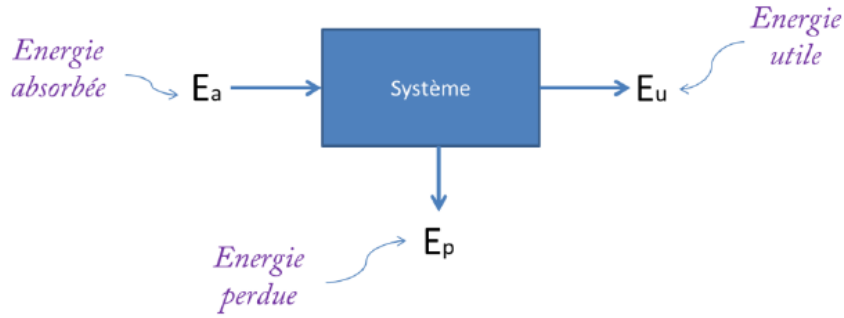
2.5 Principe de conservation de l'énergie

Lorsqu'un système est le siège d'une transformation énergétique, la somme des énergies disparues est égale à la somme des énergies apparues.

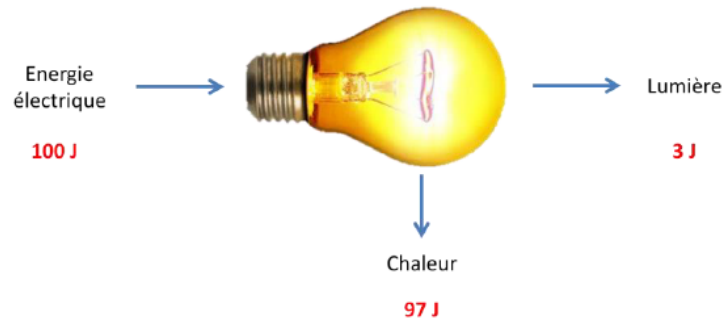


2.6 Energie perdue

Dans un système réel, (un moteur électrique, par exemple), la totalité de l'énergie absorbée par le système n'est, le plus souvent, pas intégralement transformée dans la forme d'énergie souhaitée en sortie. Une partie de l'énergie absorbée est transformée dans une forme d'énergie qui n'a pas été souhaitée (le plus souvent, il s'agit d'énergie thermique).

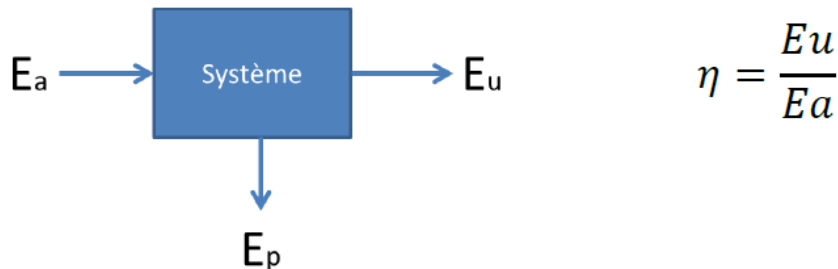


Exemple :



2.7 Rendement

Le rendement d'une transformation d'énergie est le rapport de l'énergie utile sur l'énergie absorbée.



Exercice : Calcul du rendement de l'ampoule à incandescence

Energétique.

Rendements de quelques procédés courants :

Forme d'énergie absorbée	Machine	Forme d'énergie restituée	Rendement
Thermique	Moteur à explosion	Mécanique	40 %
	Turbine à vapeur	Mécanique	45 %
	Chaudière	Thermique	80 %
Mécanique	Alternateur	Electrique	95%
	Dynamo	Electrique	90%
Chimique	Pile	Electrique	50 %
	Accumulateur	Electrique	70 %
Electrique	Moteur électrique	Mécanique	90 %
	Radiateur	Thermique	100 %
	Lampe à filament	Lumineuse	3 %
	Cuve d'électrolyse	Chimique	70 %

2.8 Puissance

La puissance d'un système se définit par la quantité d'énergie qu'il fournit ou qu'il absorbe dans l'unité de temps. Elle se mesure en **Watt (W)**.

$$P = \frac{E}{t} \quad \left\{ \begin{array}{l} P : \text{Puissance en Watt (W)} \\ E : \text{Energie en Joule (J)} \\ t : \text{Temps en seconde (s)} \end{array} \right.$$

On exprime parfois la puissance mécanique en **chevaux (Ch)**

$$1 \text{ Ch} = 736 \text{ W}$$

Exercice : Comment évaluer le coût d'un trajet en voiture électrique ?

Une voiture électrique est constituée d'un accumulateur et d'un moteur électrique.

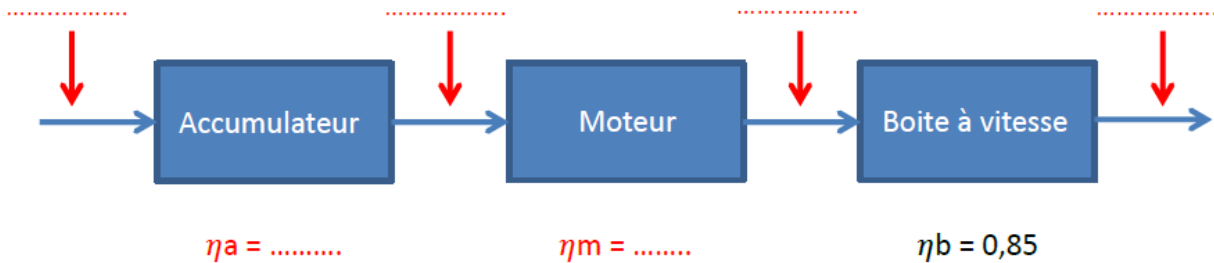
On la recharge en la connectant a un réseau de distribution électrique.



Energétique.

Question 1 :

- Compléter le schéma bloc en faisant apparaître le type d'énergie en entrée et en sortie de chaque bloc.



- A l'aide tu tableau donné dans le cours, rappeler les rendements de l'accumulateur et du moteur.

Question 2 :

Durant un trajet de **deux heures** sur autoroute, la voiture fournit une puissance mécanique constante de **50 ch**.

Calculer l'énergie (en joule) fournie par la voiture pour effectuer le trajet.

Question 3 :

Calculer l'énergie (en joule) absorbées par l'accumulateur pour effectuer le trajet.

Question 4 :

En effectuant le bilan énergétique, déterminer la quantité d'énergie perdue.

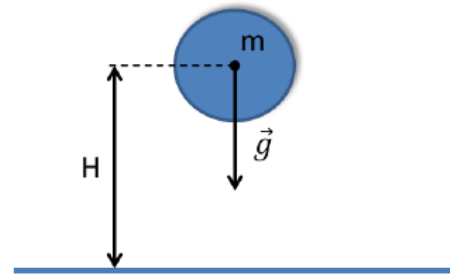
Question 5 :

Sachant qu'un kW.h est facturé 0,1329 €, calculer le coût du voyage.

3 L'ENERGIE MECANIQUE

3.1 L'énergie potentielle

Une masse « m » subissant une accélération « g » et pouvant réaliser un déplacement « H » dispose d'une énergie potentielle « E ».



$$E = m \cdot g \cdot H \quad \left\{ \begin{array}{l} m : \text{masse en kilogramme} \\ g : \text{accélération de la pesanteur : } 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \\ H : \text{hauteur en mètre} \\ E : \text{Energie en Joule} \end{array} \right.$$

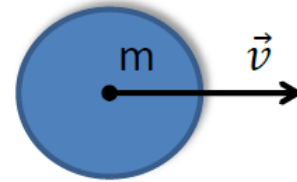
Energétique.

Exercice : Peut-on récupérer de l'énergie dans un ascenseur ?

On cherche à évaluer l'énergie récupérable lors de la descente d'un ascenseur. La masse de la cabine est de **1200 kg** et la hauteur totale de la descente est de **27 m**.

3.2 L'énergie cinétique

Une masse « m » se déplaçant dans un mouvement de translation à une vitesse « v » dispose d'une énergie cinétique « E ».



$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} m : \text{masse en kilogramme} \\ v : \text{vitesse en } m \cdot s^{-1} \\ E : \text{Energie en Joule} \end{array} \right.$$

Exercice : Peut-on récupérer de l'énergie lors du freinage d'un train ?

On souhaite évaluer l'énergie récupérable lors du freinage d'une rame de TGV.

La rame de TGV possède une masse de **383 tonnes**

Lors d'une phase de freinage, le train passe d'une vitesse de **300 km/h** à **110 km/h**.



Calculer l'énergie récupérable lors du freinage.

Energétique.

3.3 Puissance développée lors d'un mouvement de translation

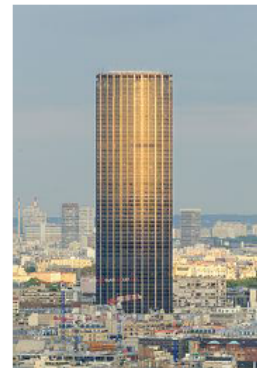
Une puissance mécanique est homogène au produit d'une force par une vitesse.

$$P = F \cdot v \quad \left\{ \begin{array}{l} F : \text{force en newton (N)} \\ v : \text{vitesse en } m \cdot s^{-1} \\ P : \text{Puissance en watt (W)} \end{array} \right.$$

Exercice : Comment dimensionner le moteur d'un ascenseur ?

L'ascenseur le plus rapide de la tour Montparnasse est celui qui relie sans escale le rez-de-chaussée au 56^e étage, à une altitude de **196 mètres**, en seulement **38 secondes**.

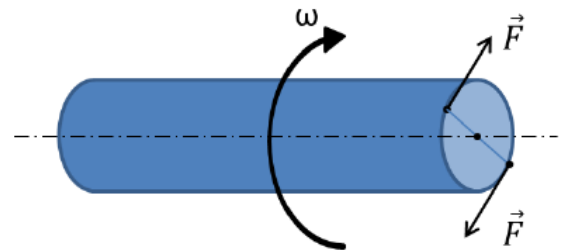
En supposant que la cabine de l'ascenseur pèse **5 tonnes**, quelle doit être la puissance utile du moteur ?



Energétique.

3.4 Puissance développée lors d'un mouvement de rotation

Une puissance mécanique est homogène au produit d'un couple et d'une vitesse de rotation.



$$P = C \cdot \omega$$

$\left\{ \begin{array}{l} C : \text{couple en newton.metre (N.m)} \\ \omega : \text{vitesse en rad} \cdot \text{s}^{-1} \\ P : \text{Puissance en watt (W)} \end{array} \right.$

Exercice : Comment connaitre les paramètres de fonctionnement d'un moteur de voiture ?

Le moteur d'un véhicule automobile doit développer une puissance mécanique P de **80 ch** pour une vitesse de rotation N de **3500 tr/min**.



Déterminer le couple que doit développer ce moteur.

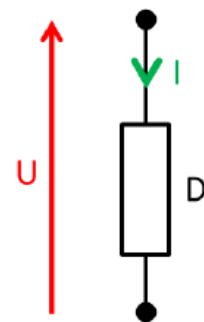
Energétique.

4 L'ENERGIE ELECTRIQUE

4.1 Définition

Une puissance électrique est le produit d'un courant « I » avec une différence de potentiel ΔU notée « U »

$$P = U \cdot I \quad \left\{ \begin{array}{l} U : \text{tension en volt (V)} \\ I : \text{courant en ampère (A)} \\ P : \text{Puissance en watt (W)} \end{array} \right.$$

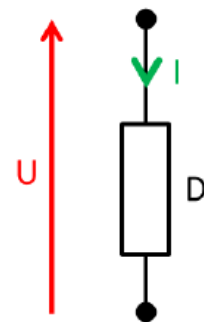


4 L'ENERGIE ELECTRIQUE

4.1 Définition

Une puissance électrique est le produit d'un courant « I » avec une différence de potentiel ΔU notée « U »

$$P = U \cdot I \quad \left\{ \begin{array}{l} U : \text{tension en volt (V)} \\ I : \text{courant en ampère (A)} \\ P : \text{Puissance en watt (W)} \end{array} \right.$$

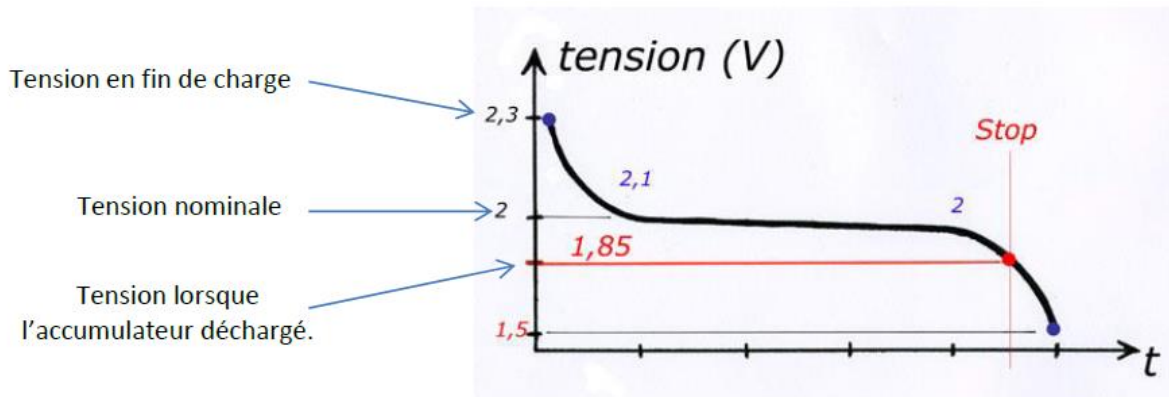


Energétique.

La charge électrique peut également s'exprimer en ampère heure (Ah), même si cette unité n'appartient pas système S.I:

$$Q = I \cdot t \quad \left\{ \begin{array}{l} Q: \text{charge électrique en ampère . heure (Ah)} \\ I : \text{courant en ampère (A)} \\ t : \text{temps en heure} \end{array} \right.$$

Lors de la décharge d'un accumulateur, la tension disponible à ses bornes varie :



Pour simplifier les calculs on considère généralement que la tension reste constante à la valeur nominale durant la décharge.

Exercice : Comment connaître l'autonomie d'un drone ?

Le drone Parrot est équipé de **trois cellules** au lithium associées en dérivation et délivrant chacune **334 mA.h** sous **11,1 V**.

Lorsqu'il est en vol, le drone consomme une puissance de **55 W**.



Quelle est l'autonomie du drone ?

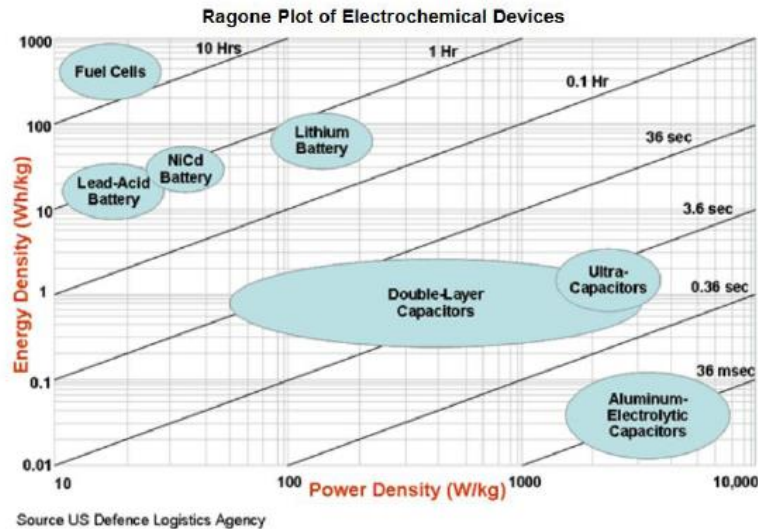
Energétique.

4.3 Les différentes technologies d'accumulateurs

Les deux principaux critères de performance d'un accumulateur sont :

- La densité massique d'énergie en J / kg : Ce critère permet d'évaluer la quantité d'énergie qui peut être stockée par l'accumulateur pour une masse donnée.
- La densité massique de puissance en W / kg : Ce critère permet d'évaluer la puissance disponible pour une masse donnée, (c'est-à-dire la vitesse à laquelle on transfère l'énergie vers l'accumulateur, ou à partir de l'accumulateur).

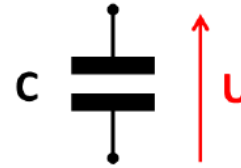
Le diagramme de Ragone permet de comparer les différentes technologies d'accumulateur :



Energétique.

4.4 Les supercondensateurs

Un condensateur est un composant capable de stocker de l'énergie électrique sous forme électrostatique.



$$E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} E : \text{énergie en joule (J)} \\ C : \text{capacité du condensateur en farad (F)} \\ U : \text{tension en volt (V)} \end{array} \right.$$

Principales caractéristiques des supercondensateurs :

- Leur capacité est très élevée, plusieurs milliers de Farads (un million de fois plus que les condensateurs électrolytiques), ce qui permet de stocker d'importantes quantités d'énergie.
- Ils ont une grande capacité massique de puissance, ce qui permet de les recharger très rapidement.

La grande capacité massique de puissance des supercondensateurs les rend particulièrement efficaces dans les applications de récupération d'énergie.

Exemple d'utilisation des supercondensateurs :

La récupération d'énergie lors du freinage permet au bus de redémarrer grâce à un moteur électrique non polluant.





Energétique.

5 L'ENERGIE THERMIQUE

La chaleur sensible est la quantité d'énergie échangée par un corps qui passe d'une température T_1 à une température T_2 .

$$E = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) \quad \left\{ \begin{array}{l} E : \text{énergie en joule (J)} \\ m : \text{masse du corps en kilogrammes (kg)} \\ c : \text{capacité thermique massique du corps (J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{)} \\ T_2 : \text{température finale en kelvin (K)} \\ T_1 : \text{température initiale en kelvin (K)} \end{array} \right.$$

Exercice : Comment savoir quand l'eau de la douche sera chaude ?

Un chauffe-eau sanitaire a une capacité de **200 L** et une puissance de **2kW**. Il reçoit l'eau du réseau à une température de **15°C** et doit la porter à la température de **65°C**.

Sachant que la capacité thermique massique de l'eau est de **4180 J.kg⁻¹.K⁻¹**, quel temps faut-il pour que l'eau soit chaude ?

