



# l'énergie électrique



## 1. Définitions

Par rapport aux autres énergies, l'électricité s'est avérée très facile à mettre en œuvre pour de nombreuses applications:

- ✓ notamment à travers le moteur électrique, très présent dans l'électroménager, l'outillage (aspirateur, réfrigérateur, perceuse,...) voir les transports (train, métro, tramway).
- ✓ pour ses qualités à produire de la lumière (facilité de mise en œuvre, danger bien moindre par rapport aux lampes à pétrole ou à gaz)
- ✓ pour sa capacité à faire fonctionner les technologies modernes (horloges, Hi Fi, radio, TV, ...)
- ✓ pour sa facilité d'utilisation pour la transmission et le traitement d'informations (téléphone, internet, ordinateurs, ..) même si la lumière est maintenant un réel concurrent de l'électricité dans ces domaines là (notamment sur les longues distances et pour les grandes vitesses).

Pour la production de chaleur, l'électricité reste concurrencé par d'autres formes d'énergie (comme le gaz) qui sont souvent plus économiques et plus agréables à utiliser et ce malgré les évolutions technologiques des appareils électriques.

## 2. La puissance.

La puissance s'exprime en Watt ( W) et est le produit d'une grandeur d'effort et d'une grandeur de flux.

	Electrique	Fluidique	Mécanique
Puissances	$P = U \cdot I$ ( <i>continu</i> )	$P = Q \cdot p$	
	$P = U \cdot I \cdot \cos\phi$ ( <i>alternatif</i> )	$P_{stat} = Q \cdot \rho \cdot g \cdot \Delta h$	$P = F \cdot v$
	$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$ ( <i>triphase</i> )	$P_{dyn} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot v^3$	$P = C \cdot \Omega$

Débit volumique  $Q$  ( $m^3 \cdot s^{-1}$ ),  $p$  pression  $p$  (pa), force  $F$  (N), vitesse linéaire ( $m \cdot s^{-1}$ ), couple  $C$  (N.m) et vitesse angulaire  $\Omega$  ( $rad \cdot s^{-1}$ ).

### 2.1 Courant continu

Un courant continu (en anglais DC pour Direct Current) est un courant électrique où le flux d'électrons circule continuellement dans une seule direction.

$$P = UI$$

*P en Watt (W)  
tension U en volts (V)  
courant I en Ampères (A)*

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$P = RI^2$$

Remarque : le stockage de courant est très difficile à faire. Seul le courant continu peut aujourd'hui être stocké (à l'aide de batteries)

### 2.2 Stockage de l'énergie électrique: les accumulateurs.

L'énergie électrique sous forme de courant continu peut être stockée dans des batteries d'accumulateurs. On appelle charge électrique le produit d'un courant par un temps :

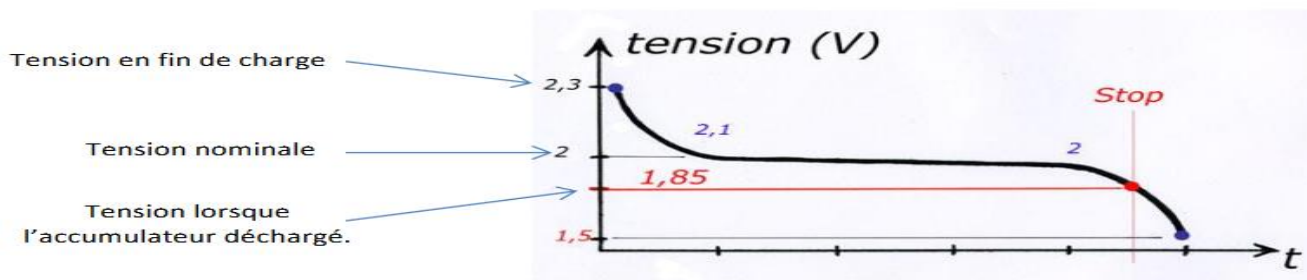
$$Q = I \cdot t \quad \left\{ \begin{array}{l} Q: \text{charge électrique en coulomb (C)} \\ I : \text{courant en ampère (A)} \\ t : \text{temps en seconde (s)} \end{array} \right.$$



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



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 connaitre 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 ?

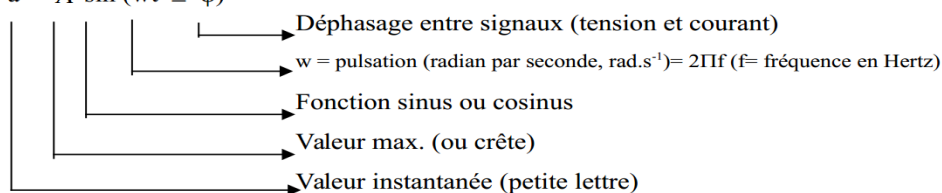
## 2.3 Courant alternatif (sinusoïdal) monophasé

Définition: Le courant alternatif sinusoïdal (qui peut être abrégé par CA, ou AC, pour Alternating Current en anglais) est un courant électrique qui change de sens et qui est de forme sinusoïdale.

La forme la plus utilisée de courant alternatif est le courant sinusoïdal, essentiellement pour la distribution commerciale de l'énergie électrique (230V-50Hz).

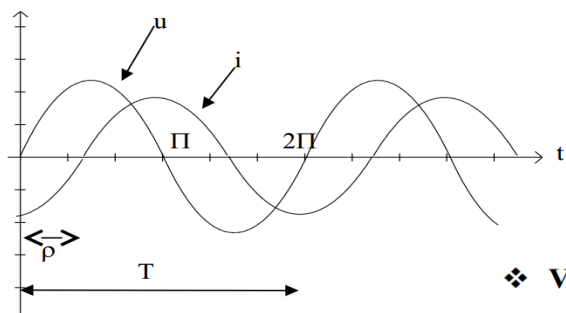
En monophasé la distribution électrique se fait à l'aide de 2 fils, la phase et le neutre.

**Equation:**  $a = \hat{A} \sin(\omega t \pm \varphi)$



Exemple: soient une tension  $u = \hat{U} \sin(\omega t)$  et un courant  $i = \hat{I} \sin(\omega t - \varphi)$

Représentation temporelle:



Tension dans une prise de courant:  
 $u(t) = 325 \sin 314t$

❖ **Valeur efficace:**  $U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$



❖ **Puissance active**  $P = U \cdot I \cdot \cos \rho$  ( $\rho =$  déphasage entre U et I), P en Watts (W),  $\cos \rho =$  facteur de puissance

C'est l'énergie effectivement récupérable par la charge (sous forme de travail mécanique, de chaleur, etc... ). C'est elle qui est facturée par EDF.

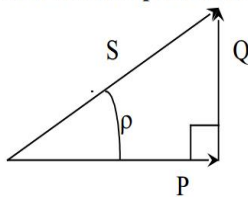
❖ **Puissance apparente**  $S = U \cdot I$  S en VA (voltampères)

C'est l'énergie nécessaire qui doit être produite (et transportée) pour faire fonctionner la charge.

❖ **Puissance réactive**  $Q = U \cdot I \cdot \sin \rho$  ( $\rho =$  déphasage entre U et I), Q en VAR (volt-ampère réactif)

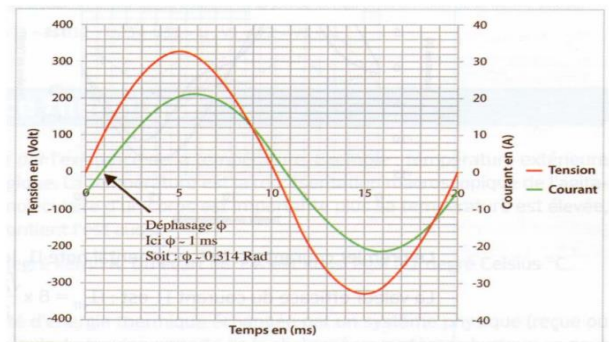
La puissance réactive traduit les échanges d'énergie, à valeur moyenne nulle entre une source et une inductance ou une capacité.

❖ **Relation entre les puissances**



On en déduit: (Pythagore)

$$S^2 = P^2 + Q^2 \text{ ou } S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$



Relevés du courant et de la tension aux bornes d'un dipôle linéaire monophasé

### Exercice 2 Ampoule basse consommation

Le constructeur nous donne les caractéristiques suivantes :

**DST MINI TWIST 8W/825 E27**



Technical - Electrical Data	
Rated power factor $\lambda$	0.55
Construction wattage	8 W
Rated number of switching cycles	5000
Claimed equivalent incand. lamp power	41 W
Nominal wattage (packaging)	8 W
Nominal voltage	220-240 V
Operating frequency	50...60 Hz
Nominal current (product)	60 mA
Construction current	60 mA

Complétez le tableau ci-dessous sans oublier d'inscrire l'expression littérale.

	Valeurs théoriques
Tension efficace	U =
Tension maxi	U <sub>max</sub> =
Courant efficace	I =
Courant maxi	I <sub>max</sub> =
Facteur de puissance	$\lambda$ =
Puissance active	P =
Puissance apparente	S =



### 3. L'énergie électrique

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...

#### 3.1 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...)



#### 3.2 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 :

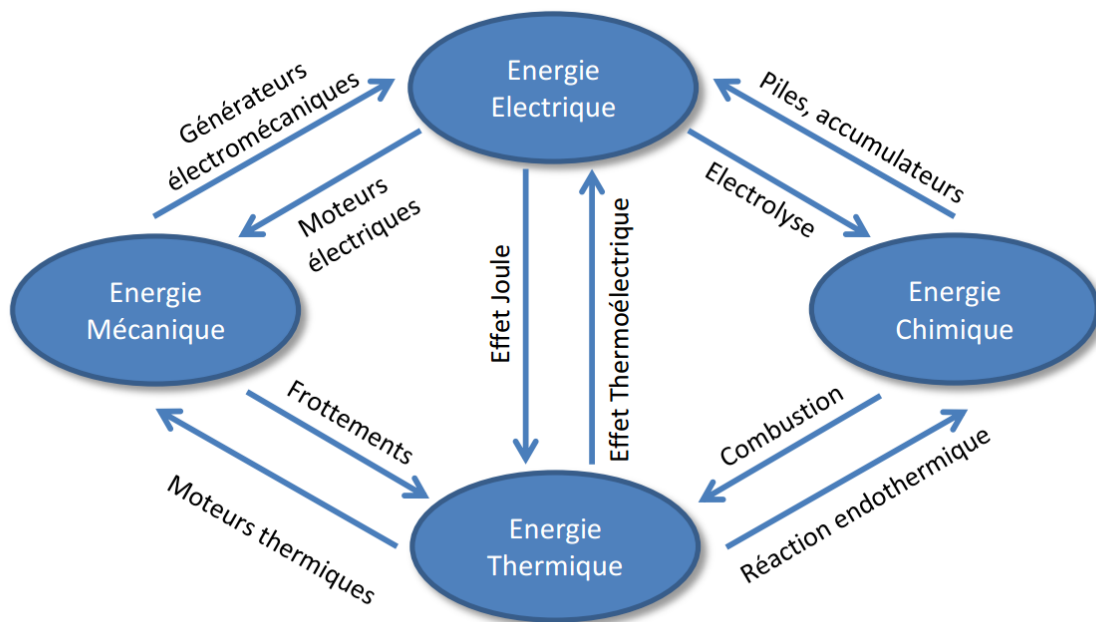
- ⚡ La calorie (Ca) : 1 Ca = 4,185 J
- ⚡ Le watt heure (Wh) : 1 Wh = 3600 J

$$E = P \times t$$

joule      watt      seconde

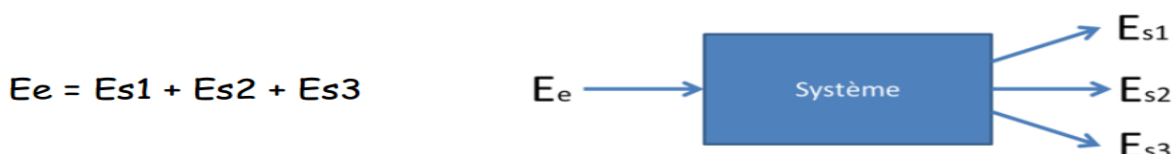
#### 3.3 Transformation de l'énergie

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



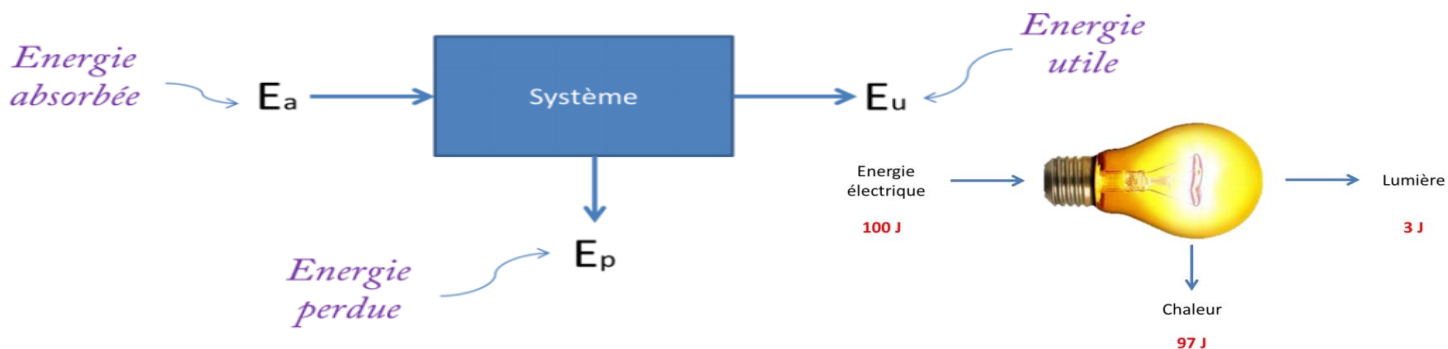
#### 3.3 Principe de conservation de l'énergie

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



### 3.4 Energie perdue

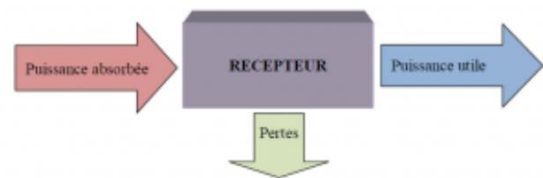
Dans un système réel, (un moteur électrique, par exemple), la totalité de l'énergie absorbée par le système n'est, le plus souvent, pas intégralement transformée dans la forme d'énergie souhaitée en sortie. Une partie de l'énergie absorbée est transformée dans une forme d'énergie qui n'a pas été souhaitée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



### 3.5 Rendement

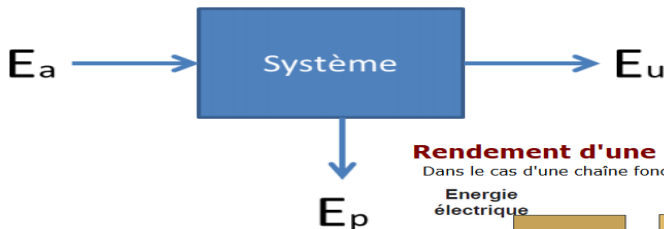
A un instant donné, le rendement exprime le rapport entre la puissance absorbée par un système ( P<sub>a</sub> ) et la puissance utile restituée par ce système ( P<sub>u</sub> ).

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}}$$



$$P_a = P_u + \text{Pertes}$$

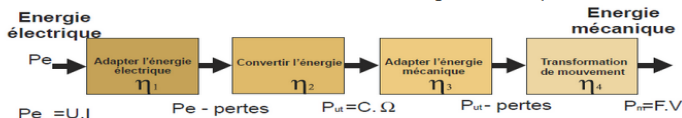
Le rendement d'une transformation d'énergie est le rapport de l'énergie utile sur l'énergie absorbée.



$$\eta = \frac{E_u}{E_a}$$

#### Rendement d'une chaîne fonctionnelle

Dans le cas d'une chaîne fonctionnelle le rendement global est le produit des rendements :



$$\eta = P_m / P_e$$

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4$$

Exercice : Calcul du rendement de l'ampoule à incandescence

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 %

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

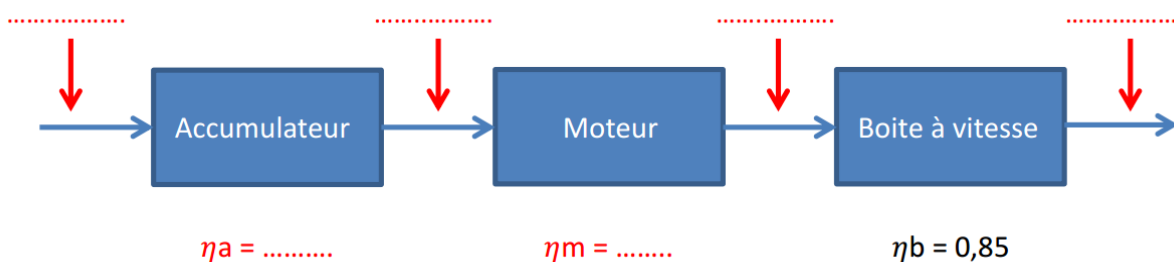
Une voiture électrique est constituée d'un accumulateur et d'un moteur électrique.

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



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 (1 cheval vapeur = 736 watts).

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.

## 2. Exercice

Le drone Parrot est équipé de 3 cellules au lithium associé en dérivation délivrant chacune 334mA.h sous

11.1V.

Calculer l'énergie embarquée par ce drone en kJ et en W.h lorsque la batterie est chargée.



## 3. Exercice : ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR UN APPAREIL ÉLECTRIQUE

Un four électrique, alimenté sous une tension  $U_{eff}$  de 230 V efficace, est traversé par un courant efficace  $I_{eff}$  de 10 A.

Calculer la puissance électrique P de ce four:

Le four fonctionne pendant deux heures.

Calculer l'énergie électrique E consommée durant ce temps en Wh:

Exprimer l'énergie consommée en J:

