

Chapitre 20

Energie et puissance électriques - L'effet Joule

Un récepteur transforme l'énergie électrique qu'il consomme en une autre forme d'énergie utile (mécanique dans le cas d'un moteur).

Mais quel que soit le récepteur, il dégage de la chaleur lorsqu'il fonctionne: c'est l'effet Joule.

Ce dégagement d'énergie thermique représente souvent une perte au détriment des autres énergies souhaitées, sauf pour certains appareils utilisés pour chauffer: fer à repasser, radiateur électrique, ...

Energie et puissance électriques

Utilisons la définition de la tension U aux bornes d'un récepteur pour déterminer l'énergie électrique qu'il transforme pendant la durée Δt : $E_{\text{él}} = U \cdot |Q|$, $|Q|$ étant la valeur absolue de la charge qui le traverse pendant la durée Δt de fonctionnement.

Par la définition de l'intensité du courant I , $|Q| = I \cdot \Delta t$.

On trouve alors: $E_{\text{él}} = U \cdot I \cdot \Delta t$.

La puissance vaut par conséquent: $P = \frac{E_{\text{él}}}{\Delta t} = \frac{U \cdot I \cdot \Delta t}{\Delta t} = U \cdot I$.

La puissance électrique d'un récepteur est le produit de la tension U entre ses bornes par l'intensité I du courant qui la traverse.

Energie thermique dissipée par effet Joule

Un conducteur transforme intégralement l'énergie électrique $E_{\text{él}}$ en énergie thermique E_{th} :
 $E_{\text{th}} = E_{\text{él}} = U \cdot I \cdot \Delta t$.

Un tel conducteur satisfait la loi d'Ohm $U = R \cdot I$.

On obtient ainsi: $E_{\text{th}} = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$, où R est la résistance du conducteur.

L'énergie thermique dissipée par un fil conducteur parcouru par un courant

- est proportionnelle à la durée de fonctionnement Δt ;
- est proportionnelle au carré de l'intensité du courant;
- dépend de la résistance du fil, c'est-à-dire de sa nature et de ses dimensions (section et longueur).

Puissance nominale d'un appareil électrique

Tous les appareils électriques portent deux indications.

La première exprimée en [V] est la tension normale d'utilisation; on l'appelle tension nominale.

La seconde exprimée en [W] indique la puissance; dans ce cas, on l'appelle puissance nominale.

La tension délivrée par le réseau de distribution européen d'électricité est de 220 à 330 V. Les ampoules disponibles dans le commerce et fonctionnant sous cette tension ont une puissance nominale de 15 W, 25 W, 40 W, 60 W, 75 W, 100 W, ...

Si une ampoule porte l'indication "230 V - 60 W", cela signifie qu'elle est prévue pour fonctionner sous une tension de 230 V; sa puissance est alors de 60 W. Soumise à une tension plus petite, sa puissance est plus faible et l'ampoule éclaire moins. Soumise à une tension plus grande, sa puissance est plus élevée, ce qui peut faire fondre son filament.

La mesure de l'énergie transformée

L'énergie électrique transformée dans une installation est égale à la somme des énergies transformées par chaque appareil.

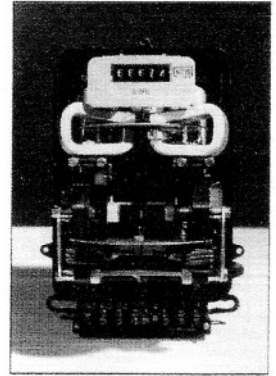
Elle est mesurée par le compteur électrique.

Chaque tour du disque du compteur correspond à une certaine quantité d'énergie qui est indiquée sur son boîtier. C'est la constante du compteur.

L'énergie est exprimée en kilowattheures [kWh].

1 kWh est l'énergie transformée par un appareil de puissance 1 kW durant une heure de fonctionnement.

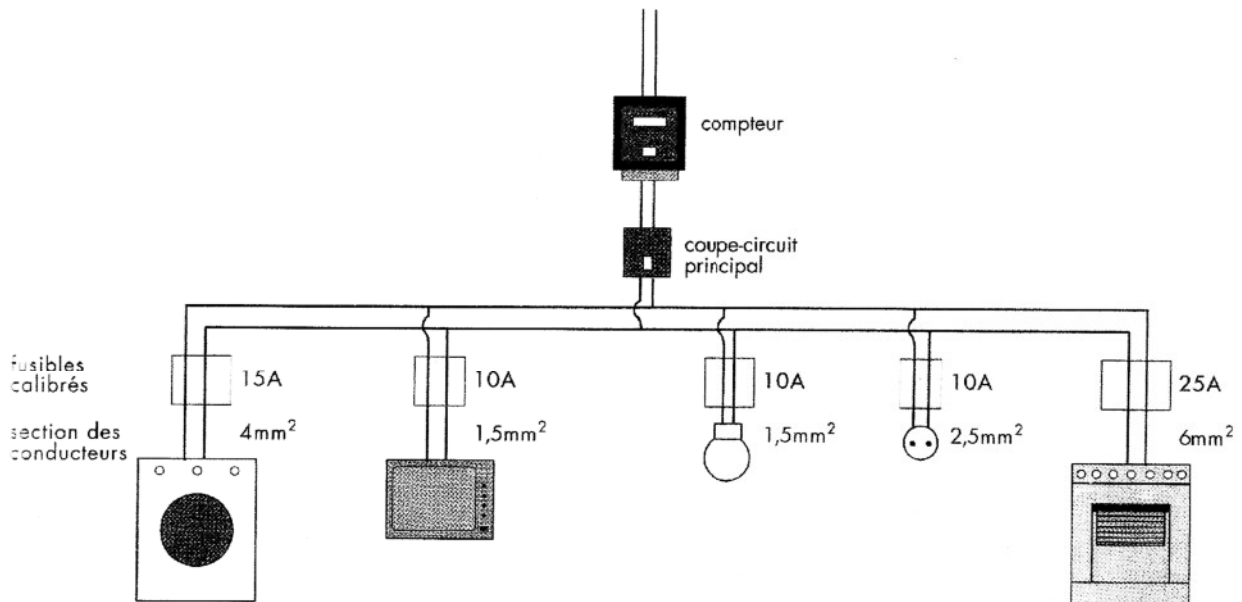
On a $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$.



Les fusibles

Les fusibles sont des fils calibrés et choisis en fonction du circuit que l'on veut protéger. Ils se placent en série dans ce circuit.

Si le courant devient trop intense, le fil chauffe suffisamment pour fondre, ce qui ouvre le circuit et coupe le courant.



L'installation électrique dans la maison.

Exercices sur le chapitre 20

Energie et puissance électrique - L'effet Joule

1. Les petites ampoules à vis ne portent pas d'indications de puissances, mais de tensions et d'intensités. Calculer les puissances nominales des ampoules suivantes:
 L_1 (3,5 V - 200 mA)
 L_2 (1,5 V - 120 mA)
 L_3 (6 V - 350 mA)

2. Une ampoule branchée sur un générateur de 12 V a une puissance $P = 40$ W.
 Quelle est l'intensité du courant qui la traverse ?

3. Un radiateur électrique dont la puissance $p = 2$ kW est traversé par un courant de 9 A. Quelle est alors la tension à ses bornes ?

4. Un fer à repasser a une puissance nominale $P = 1000$ W.
 A) Par quelle intensité est-il traversé lorsqu'il est branché sur une tension $U = 220$ V qui est sa tension nominale ?

 B) Quel est le calibre du fusible qu'il faut utiliser pour protéger sa ligne ?

5. Compléter les égalités suivantes:
 $1 \text{ Wh} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ J}$
 $4 \text{ mW} = 4 \cdot 10^{\underline{\hspace{1cm}}} \text{ W}$
 $1 \text{ kWh} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ J} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ}$
 $3600 \text{ J} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Wh}$

6. Une résistance R traversée par un courant d'intensité I pendant une durée t produit une énergie thermique E .
 A) Sans changer R et t , par quel nombre faut-il multiplier I pour doubler E ?

 B) On triple I . Comment faut-il modifier t pour que E reste la même ?

 C) On double R et on divise U par deux sans changer t . Que devient E ?

7. Compléter le tableau ci-contre en calculant le temps pendant lequel les différents appareils peuvent fonctionner avec une énergie de 1 kWh.

Appareils	Puissance en watts	Temps de fonctionnement
1. Plaque électrique	1500	
2. Ampoule électrique	40	
3. Réveil électrique	0,02	
4. Radio-transistor	2	
5. Lave-vaisselle	3600	
6. Chauffage électrique	18000	
7. Grille-pain	700	
8. Automobile	60 000	
9. Calculatrice électronique	0,1	
10. Téléviseur	200	