

# 11

## La puissance et l'énergie

*On parle très souvent de la « puissance » d'une machine ou d'un moteur par exemple. Cette notion caractérise leur capacité à effectuer un « travail » déterminé. Par ailleurs, dans les chapitres qui précèdent, nous avons parfois mentionné la notion d'« énergie » électrique sans l'explicitier réellement. Nous allons étudier maintenant ce que signifient précisément ces deux termes « puissance » et « énergie » dans le domaine de l'électricité.*

### Activité 1

**Que signifie le nombre exprimé en watts (W) figurant sur les appareils électriques ?**



**Comment choisir une machine à laver ? La puissance peut être un critère de choix.**



## Activité 2

**Quelle intensité traverse les appareils électriques de la maison ?**



Pour réaliser l'installation électrique d'une maison, il faut pouvoir estimer l'intensité du courant nécessaire pour chaque appareil.

## Activité 3

**Qu'indique le compteur électrique ?**



Le relevé du compteur va servir à facturer l'énergie électrique utilisée par le consommateur.

## La puissance des appareils électriques

La ménagère qui achète un fer à repasser ou le bricoleur qui a besoin d'une perceuse doivent choisir l'appareil dont ils ont besoin. Pour cela, ils sont guidés par la plaque signalétique.

*Que signifie le nombre exprimé en watts (W) figurant sur les appareils électriques ?*

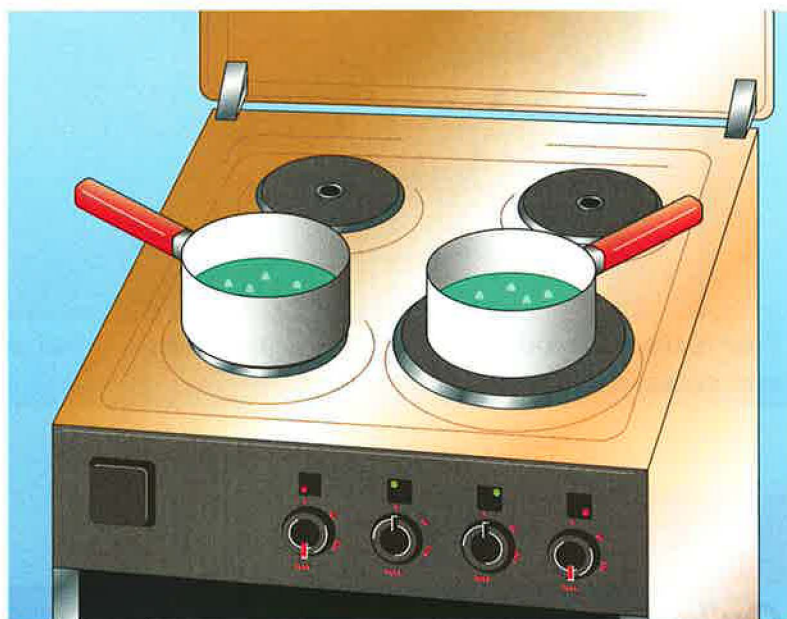
### 1 Les appareils qui chauffent ou qui éclairent

**a** La même quantité d'eau du robinet est portée à l'ébullition sur deux plaques chauffantes différentes. Ces deux plaques sont réglées pour fonctionner au maximum. Cependant, celle de gauche met presque 2 fois plus de temps que celle de droite pour faire bouillir l'eau. Or il faut fournir la même quantité de chaleur aux deux casseroles pour faire bouillir l'eau. On dit que la plaque de gauche est moins puissante que celle de droite parce que dans le même temps, la plaque de gauche fournit moins de chaleur que la plaque de droite.

Le constructeur indique que la plaque de gauche a une puissance de 1 000 watts et celle de droite de 2 000 watts.

Dans le cas des appareils qui chauffent et qui éclairent, on appelle **puissance** la **quantité de chaleur et/ou de lumière** que l'appareil est capable de fournir **par unité de temps**.

**b** Généralement, pour les appareils ménagers, la puissance est donnée en **watt**, de symbole **W**. Les lampes à incandescence par exemple éclaireront d'autant mieux que leur puissance est importante.



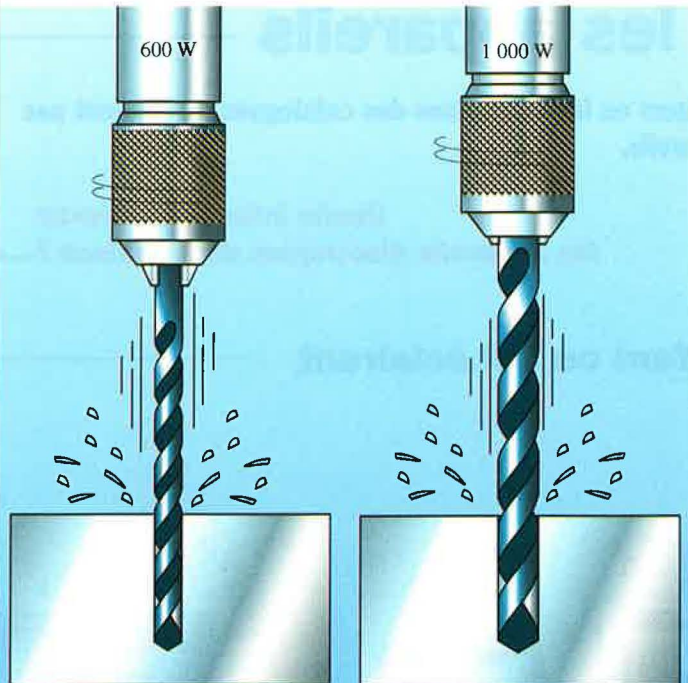
**a** La plaque de gauche est moins puissante que celle de droite.

#### **b** Quelques exemples de puissances d'appareils.

Appareils	Puissances
Lampe à incandescence	40, 60, 75, 100 W
Lampadaire halogène	400 W
Fer à repasser à vapeur	1 600 W
Grille-pain	1 050 W
Gaufrier	640 W
Cafetière	900 W
Four à micro-ondes	1 200 W
Friteuse	2 000 W



## 2 Les appareils avec des moteurs



**a** Deux perceuses de puissances différentes.

**b** Des puissances d'appareils contenant des moteurs.

Tondeuse à gazon : 1 500 W	Robot ménager : 800 W
Aspirateur : 1 000 W	Rasoir électrique : 10 W



**c** Le T.G.V. : train à grande vitesse.

**a** On fait percer une même pièce en acier par deux perceuses de puissances différentes. Dans le même temps, elles font un trou de la même profondeur mais le trou percé par celle de gauche a un diamètre plus petit que le trou percé par celle de droite ; la perceuse de gauche découpe moins de matière que celle de droite. On dit qu'elle effectue moins de « travail » que celle de droite pendant le même temps. Dans le cas des appareils à moteur, la **puissance** est le **travail** que l'appareil est capable de fournir **par unité de temps**. Dans cet exemple, la puissance de la perceuse de droite est plus importante que la puissance de celle de gauche.

**b** Ce tableau donne quelques exemples de puissances d'appareils contenant des moteurs.

**c** Dans le domaine des véhicules électriques, on peut citer l'exemple des trains. Ceux-ci sont remorqués par des locomotives à moteurs électriques. Si une locomotive A est capable de lancer un train à 100 kilomètres par heure en 5 minutes et si une locomotive B est capable de réaliser la même performance en seulement 3 minutes, on dit que la locomotive A est moins puissante que la locomotive B. Pour un moteur de véhicule, la puissance est une mesure de la capacité à donner du mouvement.

Le T.G.V. a un ensemble de moteurs de puissance totale 6 300 kW. Ici l'unité est le **kilowatt**. 1 kW vaut 1 000 W.

## Questions

**1 Doc. 1** Comparez les puissances des deux plaques et les temps mis par celles-ci pour amener l'eau à l'ébullition.

**2 Doc. 1** Que représente la puissance pour une plaque électrique chauffante ?

**3 Doc. 2** À quoi correspond la puissance d'un outil comme la perceuse ? d'un véhicule comme un train ?

**4 Doc. 2** Calculez le rapport entre la puissance du T.G.V. et de la tondeuse à gazon du tableau **b**.



## L'intensité dans les appareils

La plaque signalétique des appareils ménagers ou les indications des catalogues ne donnent pas la valeur de l'intensité qui traverse les appareils.

*Quelle intensité traverse les appareils électriques de la maison ?*

### 1 Les appareils qui chauffent ou qui éclairent



**a** La mesure de la tension efficace aux bornes d'un fer à repasser et de l'intensité efficace du courant qui le traverse. (Cette manipulation n'est pas autorisée au collège.)

**b** Le tableau des mesures pour différents appareils électriques.

Appareils étudiés	Tension appliquée $U$	Intensité mesurée $I$	Puissance indiquée $P$	$P/U$
Fer à repasser	227 V	7,77 A	1900 W	8,4
Friteuse	222 V	3,84 A	900 W	4,05
Lampe à incandescence	228 V	0,25 A	60 W	0,26
Lampadaire	225 V	2,33 A	500 W	2,22

● La plaque signalétique d'un appareil électrique n'indique pas l'intensité du courant qui le traverse mais seulement sa puissance et la tension qu'il faut appliquer à ses bornes (entre 220 V et 240 V généralement). Le montage **a** permet de mesurer la valeur efficace de la tension qui alimente un appareil et l'intensité efficace du courant qui le traverse.

● Si on calcule dans chaque cas le rapport de la puissance indiquée par la tension mesurée ( $P/U$ ),

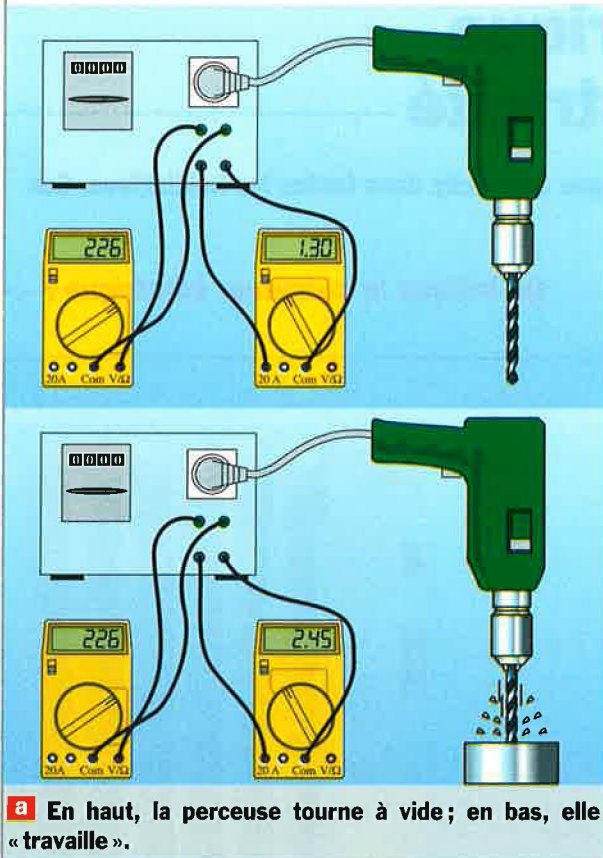
on remarque que ce rapport donne un nombre proche de la valeur de l'intensité  $I$  mesurée **b**.

● On admettra que le calcul du **rapport des deux grandeurs  $P$  et  $U$**  indiquées sur la plaque signalétique permet d'obtenir la **valeur de l'intensité efficace  $I$  du courant traversant un appareil qui ne produit que de la chaleur (et éventuellement de la lumière)** :

$$P/U = I.$$



## 2 Les appareils qui contiennent des moteurs



● Quand la perceuse **a** tourne « à vide », l'intensité efficace du courant qui la traverse est faible :  $I = 1,30$  A. Quand la perceuse « travaille », l'intensité augmente :  $I = 2,45$  A. La tension quant à elle ne varie pas et reste égale à 226 V. On constate le même phénomène avec un aspirateur ou un robot de cuisine.

● Dans le cas des appareils contenant un moteur, l'intensité efficace n'est plus donnée par le calcul de  $P/U$ . Si l'on calcule ce rapport, on trouve une intensité plus grande que celle qui est mesurée. Pour la perceuse **a**, de puissance 700 W, on trouve  $I = 700/226 = 3,09$  A. Ce calcul permet d'obtenir **la plus grande valeur de l'intensité du courant** pouvant traverser la perceuse. À ce stade, la perceuse est au maximum de ses possibilités et se bloque. Elle devient alors comme une résistance chauffante. Cette intensité est destructrice pour la perceuse. La puissance  $P$  indiquée par le constructeur est appelée **puissance nominale**.

● Les appareils comme le sèche-cheveux **b** ou le lave-linge contiennent à la fois une « résistance chauffante » et un moteur. Dans ce cas également, le rapport  $P/U$  ne donne que la valeur la plus grande de l'intensité efficace du courant qui peut traverser ces appareils (cas où le moteur se bloque).

● La connaissance de l'intensité du courant qui passe dans les appareils électriques est utile quand on prévoit l'installation électrique d'une habitation. Elle permet de prévoir la section des fils conducteurs et la valeur de l'intensité maximale autorisée dans les coupe-circuit, ainsi que la répartition des prises de courant dans les différentes pièces. Pour estimer l'intensité maximale dans le circuit principal d'une installation, on additionne les puissances de tous les appareils branchés et on divise cette somme par 230 (tension du secteur).



## Questions

**1 Doc. 1** Comment varie l'intensité mesurée en fonction de la puissance des appareils ?

**2 Doc. 2** En vous servant du document 1, expliquez pourquoi on peut dire que lorsque l'intensité

atteint sa valeur maximale, la perceuse devient comme une résistance chauffante.

**3** Quels sont les appareils pour lesquels le rapport  $P/U$  donne la valeur réelle de l'intensité ? la valeur maximale que l'intensité peut prendre ?



## Le compteur électrique et la facture d'électricité

Le compteur est le seul appareil de mesure électrique qui existe dans toutes les habitations. Ses indications servent à établir la facture à payer.

Qu'indique le compteur électrique ?

### 1 L'énergie et la puissance

**a** On branche un radiateur aux bornes d'un boîtier contenant un compteur. La tension efficace aux bornes du radiateur et l'intensité efficace du courant qui le traverse restent constantes :  $U = 229 \text{ V}$  et  $I = 7,43 \text{ A}$ . Le disque du compteur tourne dès que le radiateur est mis en marche. Il compte l'énergie électrique fournie par EDF et permettant au radiateur de produire de la chaleur.



**a** Le montage avec un compteur dans un boîtier.

**b** Ici, l'unité d'énergie est le watt.heure (Wh). Chaque tour du compteur correspond à 2 Wh. Plus la durée de fonctionnement est grande, plus l'énergie mesurée est grande. En 300 secondes ou 5 minutes par exemple, le radiateur transforme 140 watt.heures d'énergie électrique en chaleur. Cette valeur correspond au produit de la puissance  $P$  (1700 watts) par la durée de fonctionnement  $t$  en heure (ici 1/12 d'heure).

● D'après les résultats obtenus dans le tableau **b**, on peut écrire :  
Énergie transformée  $E =$  puissance  $P \times$  durée de fonctionnement  $t$ .  
Soit  $E = P \cdot t$ .

Inversement, on peut définir la puissance  $P$  indiquée sur les appareils comme la quantité d'énergie électrique  $E$  que cet appareil transforme par unité de temps :  $P = E / t$ .

Si  $P$  est en watt (W) et  $t$  en heure (h), l'énergie est en **watt.heure (Wh)**. Si  $P$  est en watt (W) et  $t$  en seconde (s) alors  $E$  est en joule (J).  
 $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$  (1 W pendant 3600 s).

**b** Le tableau des mesures.

Nombre de tours du disque	7	14	21	28	35	42	56	70
Temps écoulé (en s)	30	60	90	120	150	180	240	300
Énergie transformée en chaleur (en Wh)	14	28	42	56	70	84	112	140



## 2 La transformation de l'énergie

Pour un radiateur, toute l'énergie utilisée est transformée en chaleur. L'énergie mesurée par le compteur est égale à l'énergie produite par le radiateur sous forme de chaleur. Pour un moteur électrique, le compteur indique également l'énergie utilisée, mais

celle-ci est principalement transformée en « travail ». Pour un appareil qui contient un moteur et qui chauffe, tel le sèche-cheveux, l'énergie utilisée est égale à l'énergie produite au total par l'appareil, à la fois sous forme de chaleur et de « travail ».

## 3 La facture d'électricité

TOTAL: 3760,21F SOIT 573,24 EUR

### Consommations

FACTURE INTERMEDIAIRE INDEX ESTIMES  
ELECTRICITE TARIF 020 HC HEURES CREUSES  
HP HEURES PLEINES

Compteur n°	Relève des compteurs			Coef- ficient	Consomma- tion en kWh
	nouveau	ancien	différence		
230	08436	03784	4652		4652
	92208	90295	1913		

HEURES CREUSES ELEC.: 2H00-8H00;13H00-15H00

Prochaine facture vers le 15/04/99

### Détail de la facturation hors taxes

ELECTRICITE TARIF 020 PUISSANCE 18 KW  
- ABONNEMENT :  
205,19F/MOIS DU 07/12/98 AU 07/02/99  
- CONSOMMATION HC DU 09/12/98 AU 08/02/99  
- CONSOMMATION HP DU 09/12/98 AU 08/02/99

Consomma- tion en kWh	Prix unitaire en francs	Montant hors taxes en francs	Total HT par tarif en francs
4652		41038	41038
1913	03242	150818	
	05311	101599	252417

### Calcul des taxes et récapitulation

ELECTRICITE TARIF 020 ABONNEMENT 5,50  
CONSOMMATION 20,60  
TVA SUR TAXES LOCALES 20,60

Montant HT en F par tarif	T.V.A. en francs	Taxes locales en F 60 + 40%	Montant TTC en francs
41038	2257	3283	46578
252417	51998	20193	324608
	4835		4835

### Total de la facture

MONTANT A PRELEVER

293455	59090	23476	376021
			376021

● Les agents EDF relèvent régulièrement les compteurs des usagers, ce qui permet d'établir la facture d'électricité.

● Cette facture fait apparaître la « consommation » (ou plutôt l'utilisation) d'énergie pendant un temps donné, mesurée sur le compteur et donnée en kWh (1 kWh = 1000 Wh). On y trouve également le type d'abonnement souscrit, qui définit la puissance que EDF s'engage à fournir, le prix de

1 kWh (prix unitaire), enfin les taxes et la somme totale à payer.

● La « consommation » est subdivisée en « heures creuses » (HC) et en « heures pleines » (HP). Les « heures creuses » sont des heures de faible « consommation » dans les maisons et dans les usines. Elles sont variables d'une région à l'autre et se situent pour une part pendant la nuit. Le prix du kWh en « heures creuses » est nettement plus faible.

## Questions

1. **Doc. 1** Vérifiez pour le radiateur la relation existant entre la puissance, la tension et l'intensité.

2. **Doc. 1** Vérifiez pour une durée de fonctionnement de 60 secondes que l'énergie transformée est égale au produit de la puissance par le temps écoulé.

3. **Doc. 1** À quelles grandeurs l'énergie est-elle proportionnelle? Pourquoi utilise-t-on comme unité le watt.heure?

4. **Doc. 2** Sous quelles formes l'énergie électrique est-elle généralement transformée dans l'installation de la maison?

5. **Doc. 3** Pour quelle puissance maximale le destinataire de cette facture paye-t-il un abonnement? Quelles sont les consommations d'énergie en « heures creuses » et en « heures pleines » portées sur cette facture? Quel est le prix hors taxes du kWh en « heures creuses »? en « heures pleines »? Quelles sont les horaires des « heures creuses »?



## 1 La puissance d'un appareil électrique

Activité 1

● Pour les appareils électriques qui produisent de la chaleur, la **puissance** représente la **quantité de chaleur produite par unité de temps**.

Pour les appareils contenant un moteur, la puissance permet de connaître le « **travail** » que peut effectuer le moteur **par unité de temps** : quantité de métal découpé pour une perceuse, déplacement d'une charge pour un véhicule, etc.

Pour les appareils qui contiennent à la fois des éléments chauffants et des moteurs, la puissance donne le « **travail** » et la **chaleur produits par unité de temps**.

● La puissance s'exprime en **watt (W)** ou en son multiple le kilowatt (kW).



Un sèche-cheveux produit à la fois de la chaleur et du travail.

### Quelques puissances d'appareils courants :

- téléphone portable, récepteur radio, rasoir : 1 à 10 W ;
- lampe : 25 à 500 W ;
- téléviseur, réfrigérateur, congélateur : 100 à 200 W ;
- four, plaque chauffante, lave-linge, lave-vaisselle : 1 à 3 kW ;
- moteurs du T.G.V. : 6 300 kW.

Exercices : 1, 2, 7

## 2 L'intensité dans les appareils électriques

Activité 2

● Dans les **appareils qui ne font que produire de la chaleur**, comme une plaque de cuisson ou un radiateur, l'intensité efficace  $I$  du courant peut se calculer en utilisant la formule :

$$I = P/U$$

où  $P$  est la puissance indiquée par le constructeur, en watt, et  $U$  est la tension efficace du secteur appliquée aux bornes de l'appareil, en volt.  $I$  est alors en ampère.

On peut écrire, pour simplifier :  $I = P/230$ .

● Pour les **appareils contenant des moteurs**, l'utilisation de cette formule ne donne que la valeur de l'**intensité efficace maximale** admissible par l'appareil.



● La connaissance de l'intensité du courant qui passe dans les appareils électriques permet de prévoir la section des fils conducteurs et la valeur des fusibles ou la sensibilité des disjoncteurs thermiques, ainsi que la répartition des différentes prises de courant.

● À la maison, on peut estimer l'intensité maximale dans le circuit principal en additionnant les puissances de tous les appareils branchés et en divisant cette somme par 230.

**Exercices : 1, 3 à 7, 10 à 13, 21**

## 3

### Le compteur électrique

**Activité 3**

● Le compteur électrique comptabilise la quantité d'énergie transformée par les appareils électriques en service. Cette énergie est fournie par le réseau de distribution EDF, qui, en entretenant une tension de 230 V aux bornes des appareils, permet le passage d'un courant. L'énergie électrique fournie est transformée par les appareils en une autre forme d'énergie : chaleur ou travail.



● La formule :

$$E \text{ (Wh)} = P \text{ (W)} \cdot t \text{ (h)}$$

permet de calculer l'énergie  $E$  à partir de la puissance  $P$  et le temps  $t$  d'utilisation de l'appareil. Le watt.heure (Wh) est l'unité d'énergie utilisée en électricité.

On doit utiliser le joule (J) si la durée est exprimée en seconde.  $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$ .

**Exercices : 1, 6, 8, 9, 14 à 23**

### Je dois être capable de...

- Citer quelques ordres de grandeurs de puissances électriques en watt ou kilowatt.
- Évaluer l'intensité efficace du courant traversant un appareil alimenté par le secteur, à partir de sa puissance nominale.
- Calculer l'énergie électrique transformée par un appareil pendant une durée donnée.



## JE TRAVAILLE SEUL

### 1 La puissance et l'énergie

Recopiez les phrases suivantes en choisissant la bonne réponse parmi les propositions en italique.

- L'inscription 60 W, sur une lampe, indique sa *tension nominale/puissance*.
- Le watt est l'unité d'*intensité/de puissance*.
- Une lampe, de puissance nominale 2,4 W, soumise à une tension de 6 V est traversée par un courant d'intensité *0,4 A/0,04 A*.
- L'unité d'énergie indiquée sur une facture d'électricité est le *kilowatt.heure/volt*.
- Un aspirateur de 1 000 W fonctionnant pendant 1 heure transforme une énergie électrique de *100 Wh/1 000 Wh*.

### 2 La puissance de quelques appareils

À chacun des appareils suivants : cafetière – lampe à incandescence – radiateur électrique, attribuez la puissance correspondante choisie parmi les valeurs suivantes : 60 W – 2 kW – 825 W.

### 3 La puissance d'un fer à repasser

Un fer à repasser est soumis à une tension alternative de valeur efficace 230 V. La valeur efficace de l'intensité du courant qui le traverse est de 5,3 A. La puissance électrique de ce fer est-elle de l'ordre de 1 200 W, 800 W ou 3 000 W ? Justifiez votre réponse.

### 4 L'intensité dans un appareil

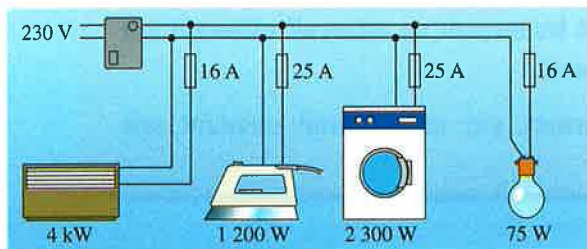
On peut lire certaines indications sur les appareils suivants :

- lampe de chevet (230 V – 40 W) ;
- cafetière (230 V – 825 W) ;
- chauffe-eau (230 V – 2 200 W).

Si ces appareils fonctionnent sous leur tension nominale, quelle est l'intensité du courant qui les traverse ?

### 5 Les fusibles

Une installation électrique est représentée ci-dessous.



- Les fusibles sont-ils bien adaptés aux appareils qu'ils protègent ? Justifiez votre réponse.
- Indiquez une ligne avec son fusible qui serait adaptée au radiateur de 4 kW.

### La puissance de lampes de bicyclette

**6** Le culot d'une lampe de feux avant de bicyclette porte l'indication suivante : 6 V – 0,4 A.

- Calculez la puissance électrique utilisée par cette lampe lorsqu'elle fonctionne sous une tension efficace de 6 V.
- Cette lampe fonctionne ainsi pendant 10 minutes. Calculez, en joule et en watt.heure l'énergie transformée en lumière et chaleur pendant ce temps.

**7** Sur le culot des lampes  $L_1$  à  $L_6$ , on lit les indications suivantes :

$L_1$  : [6 V – 6 W] ;  $L_2$  : [6 V – 2,4 W] ;  $L_3$  : [6 V – 1,8 W] ;  $L_4$  : [6 V – 0,1 A] ;  $L_5$  : [6 V – 0,4 A] ;  $L_6$  : [6 V – 0,3 A]. Classez ces lampes par puissances croissantes. Indiquez quelles sont les lampes de même puissance.

### 8 L'énergie électrique

Classez dans l'ordre croissant d'énergie électrique transformée les appareils suivants fonctionnant pendant la durée indiquée :

- un téléviseur de 100 W pendant 4 heures ;
- une lampe de 75 W pendant 10 heures ;
- un fer à repasser de 1 200 W pendant 1/2 heure.

### 9 Une facture d'électricité

Consommations	Relevé des compteurs			Consommation en kWh
	nouveau	ancien	différence	
Électricité	69545	68152	1393	1393

Détail de la facturation hors taxes	Consommation en kWh	Prix unitaire en francs	Total HT par tarif en francs

- Quelle est la puissance souscrite par ce consommateur ?
- Quelle est l'énergie électrique utilisée pendant la période du 26 mars au 5 octobre 1998 ?



3. Si l'on suppose que cet usager utilise toute la puissance souscrite en même temps, combien de temps a-t-il fait fonctionner ses appareils électriques entre le 26 mars et le 5 octobre 1998 ? On considère que cette période est de 6 mois. Quelle est la durée moyenne d'utilisation par mois dans ces conditions ?

4. Quel est le prix de revient hors taxe du kWh, prix d'abonnement compris ?

5. Durant la période de facturation, cet usager a travaillé dans son bureau éclairé par une lampe de 60 W à raison de 1 heure par soir et pendant 60 jours. Quelle somme hors taxe a-t-il dépensé pour l'éclairage du bureau ?

## J'UTILISE MES CONNAISSANCES

### 10 L'utilisation d'une prise multiple

Une prise électrique est protégée par un fusible de 16 A. Annie veut brancher sur cette prise, à l'aide d'une prise multiple, un four électrique (230 V – 2 000 W) et un grille-pain (230 V – 800 W).

1. Que signifient les inscriptions figurant sur le four et sur le grille-pain ?
2. Quelle puissance électrique maximale peut être utilisée avec cette prise ?
3. Annie peut-elle utiliser la prise multiple sans risque ? Justifiez votre réponse.

### 11 La puissance maximale permise dans une « résistance »

Pour tracer la caractéristique d'un conducteur ohmique de 47  $\Omega$ , on prend la précaution de ne pas dépasser 4,5 V au bornes de ce conducteur, qui ne supporte pas une puissance électrique supérieure à 0,5 W.

1. Calculez l'intensité du courant qui traverse ce conducteur lorsque la tension à ses bornes est de 4,5 V, ainsi que la puissance électrique qu'il utilise.
2. Est-il judicieux de limiter à 4,5 V la tension aux bornes du conducteur ?

### 12 La puissance d'un aspirateur

La plaque d'un aspirateur porte les indications suivantes : 850 W – 220 V.

En fonctionnement, l'intensité efficace du courant traversant l'aspirateur est de 2,84 A, alors que la valeur efficace de la tension est de 225 V.

1. Quelle est la puissance nominale de l'appareil ?
2. Si le moteur est bloqué accidentellement, l'intensité du courant qui traverse l'aspirateur est-elle inférieure, supérieure, ou égale à 2,84 A ?

### 13 L'intensité dans une ligne de transport du courant

Une ligne électrique transporte une puissance de 50 MW (1 MW =  $10^6$  W) sous une tension sinusoïdale de valeur efficace 400 kV.

a. Quel est l'ordre de grandeur de la valeur efficace de l'intensité du courant qui circule dans la ligne ?

b. Quelle serait la valeur de l'intensité si cette puissance était transportée sous une tension de 100 kV seulement ?

### L'énergie électrique

14 Une plaque chauffante porte les indications : 230 V – 1 400 W. Elle fonctionne sous une tension sinusoïdale de valeur efficace 230 V au maximum de sa puissance. Elle permet alors de faire bouillir l'eau contenue dans une casserole en 5 minutes. Calculez l'énergie électrique utilisée durant ce chauffage.

15 Un réfrigérateur est vendu pour une puissance de 150 W, utilisée par son compresseur, et une « consommation » d'énergie de 0,5 kWh par 24 heures.

- a. Le compresseur de ce réfrigérateur fonctionne-t-il en permanence ?
- b. Quelle est la durée moyenne de fonctionnement du compresseur de cet appareil pendant 24 heures ?

### 16 ★ La puissance souscrite

Une installation électrique dispose d'un disjoncteur calibré à 30 A. Elle fonctionne sous une tension sinusoïdale de valeur efficace 230 V.

1. La puissance souscrite par l'abonné vaut 6 kW. De quelle intensité peut-il disposer ?
2. De quelle puissance l'abonné dispose-t-il réellement dans son installation avec le calibrage du disjoncteur ?
3. L'abonné fait fonctionner en même temps un four électrique (230 V – 4 kW), deux radiateurs (230 V – 900 W) et quatre lampes à incandescence (230 V – 100 W).

- a. Quelle puissance utilise-t-il ?
- b. Peut-il utiliser en plus un fer à repasser (230 V – 1 000 W) ? Justifiez votre réponse.

## 17 Le coût électrique d'un petit déjeuner

Pour préparer le petit déjeuner, une famille utilise chaque jour en moyenne une cafetière électrique (230 V – 850 W) pendant 10 minutes et un grille-pain (230 V – 800 W) pendant 15 minutes. Les appareils fonctionnent sous leur tension nominale.

1. Quelle est l'énergie électrique utilisée chaque matin par ces appareils ?
2. Si le prix du kilowatt-heure est de 0,5311 F (hors abonnement et hors taxes), quelle est, dans ces conditions, la dépense en électricité ?

## 18 Le fonctionnement d'un radiateur électrique

Un radiateur électrique fonctionne sous la tension du secteur de valeur efficace 230 V pendant 4 heures. En relevant le compteur avant son utilisation, on lit 5 643 kWh. Après utilisation du radiateur seul, on lit 5 651 kWh.

1. Quelle est l'énergie électrique utilisée par le radiateur ? En quoi cette énergie est-elle transformée ?
2. La constante du compteur est  $C = 2,5 \text{ Wh/tour}$ . Combien de tours le disque du compteur a-t-il effectué pendant le fonctionnement du radiateur ?
3. Le kWh est facturé 0,5311 F hors taxes. Quel est le coût du fonctionnement (hors abonnement et hors taxes) de ce radiateur ?
4. Calculez la puissance électrique utilisée par ce radiateur.
5. Quelle est la valeur efficace de l'intensité du courant qui a traversé ce radiateur pendant son fonctionnement ?
6. La prise électrique sur laquelle est branché le radiateur est protégée par un fusible de 16 A. Cette prise est-elle utilisable avec ce radiateur ?

## 19 Les lampes à économie d'énergie



De nouvelles lampes permettent une économie d'énergie électrique de 75 à 82% par rapport aux lam-

pes à incandescence, tout en fournissant une intensité lumineuse équivalente.

Le tableau ci-dessous donne les puissances de lampes d'intensités lumineuses équivalentes.

Lampes à économie d'énergie	Lampes à incandescence
5 W	25 W
9 W	40 W
11 W	60 W
15 W	75 W
20 W	100 W

1. Vérifiez que l'économie d'énergie est comprise entre 75% et 82%.
2. Sous quelle forme l'énergie est-elle perdue dans une lampe à incandescence ?

## 20 ★ Le choix d'une lampe

La durée de vie d'une lampe à incandescence est d'environ 1 000 heures, celle d'une lampe fluo-compacte de 8 000 heures (lampe à économie d'énergie, voir photo de l'exercice 19). Vous voulez choisir une lampe pour votre bureau qui fonctionnera en moyenne 2 heures par jour. La lampe à incandescence (230 V – 60 W) coûte 10,90 F. La lampe fluo-compacte qui donne le même éclairage (230 V – 11 W) coûte 92 F. Le prix du kWh facturé par EDF est de 0,86 F (taxes et abonnement compris). Vous envisagez 8 000 heures de fonctionnement.

1. Quelle est la dépense à envisager si vous choisissez une lampe à incandescence ?
2. À combien reviendrait l'utilisation d'une lampe fluo-compacte équivalente en éclairage ?
3. Quel est le système d'éclairage financièrement le plus intéressant ?

## 21 ★ ★ La friteuse électrique

Sur une friteuse électrique, on trouve l'inscription : « 230 V – 900 W ». Cette friteuse fonctionne sous une tension du secteur de valeur efficace 230 V. Elle est utilisée pour chauffer 1 500 g d'huile, de 20°C à 120°C.

1. Quelle transformation d'énergie réalise la friteuse ?
2. Calculez la valeur efficace de l'intensité du courant qui parcourt la « résistance chauffante » de la friteuse.











3. Pour élever de 1°C la température de 1g d'huile, il faut 2,4 J. Quelle est, en joule et en Wh, l'énergie nécessaire pour chauffer l'huile de la friteuse ?

4. Sachant qu'il y a 8% de « perte » d'énergie (utilisée à chauffer le récipient et de l'air), quelle est l'énergie électrique totale utilisée par la friteuse pour chauffer l'huile ?

5. Pendant combien de temps (en minutes) la friteuse doit-elle fonctionner pour chauffer l'huile ?

## 22 ★ Quelques coûts d'utilisation

**Quelques coûts d'utilisation :**  
Consommation et coût de quelques appareils parmi les plus courants

	◀ 1 heure de télévision	<b>0,06 F*</b>
	30 min de repassage ▶ 	<b>0,21 F*</b>
	◀ Passer l'aspirateur (30 min à 1 000 watts)	<b>0,36 F*</b>
	1 heure d'éclairage (halogène de 500 watts, salle de séjour) ▶ 	<b>0,37 F*</b>
	◀ Une douche chaude (25 litres à 65 Wh - rendement 65 %)	<b>0,87 F*</b>
	◀ Réfrigérateur (200 l)	<b>env. 1,10 F par jour*</b>
	Lave-linge ▶ 	<b>env. 1,16 F la lessive**</b>
	◀ Lave-vaisselle	<b>env. 1,60 F la vaisselle**</b>

Estimations en francs TTC (TVA 20,6 % + taxes locales 12 %), hors abonnement  
\* prix du kWh heures pleines  
\*\* prix du kWh heures creuses (8 heures de nuit)

Source : EDF

1. En vous servant des informations données sur l'éclairage avec une lampe halogène, calculez le prix de revient toutes taxes comprises (mais hors abonnement) du kWh en heures pleines.

2. Quelle est, en kWh, l'énergie électrique utilisée au cours de 30 minutes de repassage ?

3. Pendant ce temps, le fer n'a pas fonctionné de façon continue, le thermostat coupant parfois le courant. Quelle est la puissance moyenne utilisée par ce fer pendant ces 30 minutes ?

4. Sur la plaque du fer on lit, en réalité, une puissance de 1 200 W. Que représente cette valeur ?

## 23 L'installation électrique de la maison

En plus de l'éclairage et de divers petits appareils électriques comme le fer à repasser, la télévision, etc., une famille possède un réfrigérateur, un four à micro-ondes, un lave-linge, un lave-vaisselle et un chauffe-eau de 200 litres.

Le tableau ci-dessous est fourni par EDF.

Appareils électriques	Puissances moyennes	Consommations moyennes par an
Réfrigérateur	150 W	400 kWh
Congélateur	500 W	700 kWh
Plaques électriques	6 000 W	1 000 kWh
Four	3 000 W	500 kWh
Micro-ondes	1 000 W	100 kWh
Lave-linge	2 500 W	500 kWh
Sèche-linge	2 500 W	700 kWh
Lave-vaisselle	2 500 W	1 700 kWh
Chauffe-eau 100 L	1 200 W	1 700 kWh
Chauffe-eau 200 L	2 200 W	2 500 kWh
Usages généraux (Éclairage, TV, etc.)		1 000 kWh

1. En utilisant les données du tableau, calculez la puissance totale nécessaire pour que tous les appareils, autres que les appareils d'usage général, fonctionnent en même temps.

2. En réalité, la famille souhaite souscrire un abonnement pour une puissance de 6 kW seulement. En admettant que les appareils d'usage général en fonctionnement ont une puissance de 300 W, la famille pourra-t-elle faire fonctionner en même temps le four à micro-ondes et le lave-vaisselle ?

3. Évaluez la « consommation » moyenne annuelle de cette famille.

4. Calculez la dépense totale annuelle hors taxes (HT) en sachant que le prix HT de l'abonnement est de 27,32 F par mois et que le prix HT du kWh est de 0,5311 F.