

## Chapitre 4 : Puissance et énergie électrique

Dernier chapitre d'électricité, nous allons voir ce que sont les Watts et les kWh, ce que nous devons à notre fournisseur d'énergie électrique.

### I) La puissance nominale

#### 1) Que signifie la valeur en Watt portée sur les lampes?

Activité 1 P162

**Que signifie la valeur en watt portée sur les lampes ?**

**1. Utilisation d'une lampe 12 V-25 W**

- Réalisons le circuit comportant en série : un générateur continu de 12 V avec interrupteur incorporé et une lampe (12 V-25 W).
- Branchons un voltmètre aux bornes de la lampe.
- Fermons l'interrupteur.

**2. Utilisation d'une lampe 12 V-40 W**

- Ouvrons l'interrupteur.
- Remplaçons la lampe précédente par une lampe (12 V-40 W).
- Fermons l'interrupteur.

Fig. 1

Fig. 2

**Le coin Ressources**

- Une lampe fonctionne normalement quand la tension appliquée à ses bornes est égale à celle inscrite sur le culot.
- Lorsque deux lampes fonctionnent normalement, la plus puissante est celle qui éclaire le plus.

**Observez**

1. Quelles sont les indications portées sur le culot de la lampe  $L_1$  (Fig. 1) ? de la lampe  $L_2$  (Fig. 2) ?
2. Quelle est la valeur de la tension aux bornes de  $L_1$  (Fig. 1) ? aux bornes de  $L_2$  (Fig. 2) ?
3. Quelle est la lampe qui éclaire le plus ?

**Exploitez vos observations**

4. La lampe  $L_1$  est-elle adaptée au générateur ? Et la lampe  $L_2$  ?
5. Comparez les éclairages de  $L_1$  et  $L_2$  avec les indications en watt (W) portées sur les culots.

**Concluez**

6. Rédigez votre conclusion en répondant à la question :  
« Que signifie la valeur en watt portée sur les lampes ? »

Réponses:

1) Sur la lampe  $L_1$ , nous lisons 12V-25W

Sur la lampe  $L_2$ , nous lisons 12V-40W

*Il est probable qu'en TP, ces valeurs soient différentes selon le type de lampes trouvées.*

2) Aux bornes de chacune des lampes, nous avons une tension d'environ 12V ce qui correspond aux indications portées sur leur culot.

3) La lampe  $L_2$  éclaire davantage que  $L_1$

4) Les deux lampes sont adaptées au générateur puisqu'elles ont besoin de 12 V pour briller normalement et qu'on leur fournit 12V. C'est leur tension nominale.

5) La lampe qui éclaire le plus a plus de Watts (W) que l'autre.

**6) Conclusion:** Pour une même tension nominale, deux lampes de puissance différente brilleront différemment. Cette puissance  $P$  s'exprime en W et plus la lampe est puissante, plus elle éclaire.

Remarque: Ces résultats sont identiques, que l'on soit en continu ou en alternatif

## 2) Relation entre la puissance $P$ , la tension $U$ et l'intensité $I$

Il paraît assez évident que si une lampe a plus de puissance et qu'elle brille plus alors elle consommera plus de courant, vérifions tout cela par des mesures.

### Activité 2 P163

**Peut-on prévoir l'intensité du courant traversant un appareil ?**

#### 1. Expression de la puissance électrique

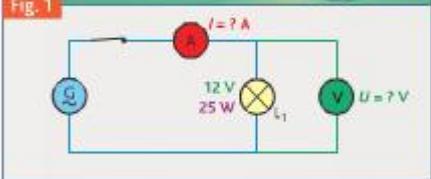
- Réalisons un circuit comportant un générateur de tension alternative, avec interrupteur incorporé, un ampèremètre et une lampe  $L_1$  (12 V - 25 W). Branchons un voltmètre aux bornes de la lampe.
- Dans le circuit ouvert, réglons le générateur pour qu'il délivre une tension égale à la tension nominale de la lampe.
- Fermons le circuit.

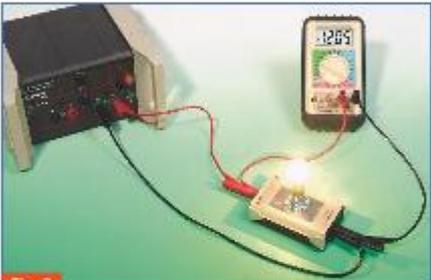
#### 2. Détermination de l'intensité efficace

- Ouvrons le circuit précédent.
- Remplaçons la lampe  $L_1$  par une lampe  $L_2$  de même tension nominale que  $L_1$ , mais de puissance 40 W. Enlevons l'ampèremètre du circuit.
- Fermons le circuit.
- Dans le circuit fermé, vérifions que la tension délivrée par le générateur est égale à la tension nominale de la lampe.

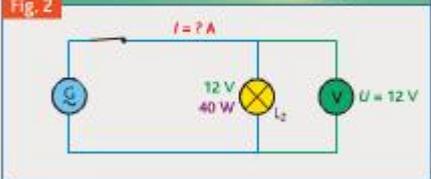


**Fig. 1**





**Fig. 2**



**Le coin Ressources**  
Les valeurs en V et en W inscrites sur les lampes sont celles de la tension et de la puissance nominales.

#### Observez

1. Reproduisez le schéma (Fig. 1) en indiquant les valeurs de la tension  $U$  et de l'intensité  $I$  mesurées.

#### Exploitez vos observations

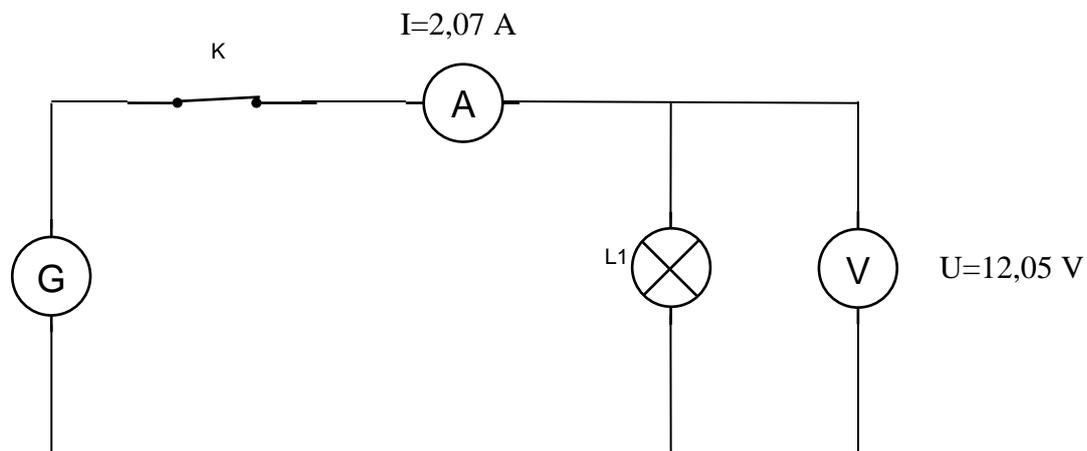
2. Effectuez le produit  $U \cdot I$  et comparez-le à la valeur en W indiquée sur la lampe  $L_1$  (Fig. 1).
3. Trouvez une méthode pour déterminer, sans ampèremètre, l'intensité efficace  $I$  du courant traversant la lampe  $L_2$  lorsqu'elle est alimentée sous sa tension nominale (Fig. 2).

#### Concluez

4. Rédigez votre conclusion en répondant à la question :  
« Peut-on prévoir l'intensité du courant traversant un appareil ? »

Réponses:

1)



2) Si nous effectuons  $U \times I$ , nous trouvons  $12,05 \times 2,07 = 24,94 \text{ VA}$  (unité en Volt  $\times$  Ampère)  
La puissance  $P$  indiquée sur la lampe vaut  $25 \text{ W}$ , très proche de la valeur en VA trouvée par le calcul.

3) Si  $P = U \times I$  alors  $I = \frac{P}{U} = 40 \div 12 = 3,33 \text{ A}$

Nous pouvons vérifier ce résultat grâce à un ampèremètre.

**4) Conclusion:** Nous avons établi la relation

$$P \text{ (W)} = U \text{ (V)} \times I \text{ (A)} \text{ ou } I \text{ (A)} = \frac{P \text{ (W)}}{U \text{ (V)}}$$

## II) Protection des appareils contre les surintensités (facultatif)

Plus la puissance est grande, plus l'intensité parcourant le dipôle est importante. Quels risques y-a-t-il à brancher trop d'appareils chez nous et comment s'en protéger?

Activité 3 P164

**Quelles sont les origines d'une surintensité ?  
Comment s'en protéger ?**

**1. Le circuit avec une lampe**

- Réalisons un circuit comportant un générateur de tension alternative 12 V avec interrupteur incorporé, une lampe  $L_1$  (12 V-25 W), un ampèremètre et un fusible de calibre 3 A.
- Branchons un voltmètre aux bornes de la lampe et fermons le circuit.

**2. Le circuit avec deux lampes**

- Branchons une deuxième lampe  $L_2$  (12 V-40 W) aux bornes de la première lampe.
- Fermons le circuit.
- Observons l'état du fusible



Fig. 1

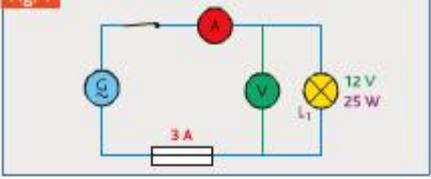
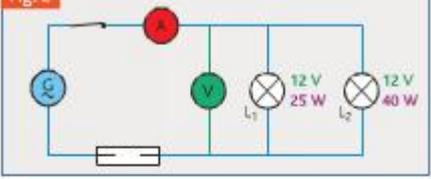


Fig. 2



**Le coin Ressources**  
Un fusible est constitué par un alliage qui fond quand l'intensité du courant dépasse la valeur de son calibre.

**Observez**

1. Quels sont la valeur de l'intensité et l'état du fusible (Fig. 1) ?
2. Quels sont la valeur de l'intensité et l'état du fusible (Fig. 2) ?

**Exploitez vos observations**

3. Pouvait-on prévoir la valeur de l'intensité (Fig. 1) ?
4. Pouvait-on prévoir la valeur de l'intensité en l'absence de fusible (Fig. 2) ? Pourquoi le fusible a-t-il fondu ?
5. Calculez la puissance maximale de la lampe unique qui ne provoquerait pas la destruction du fusible.

**Concluez**

6. Rédigez votre conclusion en répondant aux questions :  
« Quelles sont les origines d'une surintensité ? Comment s'en protéger ? »

Réponses:

1) Avec une seule lampe, le fusible de 3A ne reçoit que 2,08 A et tout fonctionne, le fusible laisse passer le courant

2) Avec 2 lampes en dérivation, le fusible de 3 A est cassé et l'intensité est à 0A

3) Avec une seule lampe, calcul est simple, nous l'avons déjà fait dans l'activité précédente  $I=P/U$  et  $I = 25/12,05 = 2,07$  A

4) Avec deux lampes en dérivation, il faut faire  $I=P/U$  pour chaque lampe:

- $I_1$  (pour  $L_1$ ) =  $P_1/U = 25/12,05 = 2,07$  A

- $I_2$  (pour  $L_2$ ) =  $P_2/U = 40/12,05 = 3,32$  A

Il faut savoir (cour de 4<sup>ème</sup>, chapitre 4) que dans une circuit en dérivation:

- La tension est la même pour toutes les lampes

- L'intensité totale  $I$  du circuit est égale à la somme des intensités de chaque dérivation

On aura donc  $I = I_1 + I_2 = 2,07 + 3,32 = 5,39 \text{ A}$

Or le fusible est de 3A ce qui signifie qu'il fond au-delà de 3A. Comme nous avons plus de 5A dans le circuit, le fusible fond et casse. Il ouvre ainsi le circuit et plus aucun courant ne circule.

5) Le fusible accepte 3A, la puissance maximale de la lampe est donc  $P_{\text{max}} = U \cdot I_{\text{max}} = 12,05 \cdot 3 = 36,15 \text{ W}$ .

Il faut donc une lampe de puissance inférieure à 36 W

**6) Conclusion:** Dans un circuit en dérivation, comme ceux de la maison, plus on branche d'appareils, plus l'intensité totale du circuit augmente. Cela peut provoquer une surintensité qui peut provoquer un échauffement des fils. Et un incendie

Pour éviter cela, on place un fusible dans le circuit qui cassera dès que l'intensité dépassera la valeur maximale et ouvrira le circuit.

### III) Energie électrique

Plus un appareil est puissant, plus il utilise de courant et donc plus il coûte cher à utiliser. Que nous facture notre fournisseur d'électricité?

#### 1) Mesure de l'énergie électrique et unité

Activité 1 P178

### Comment mesurer une énergie électrique ?

#### 1. Préparation de l'expérience

- Branchons une plaque chauffante à une prise de courant reliée à un compteur électrique.
- Relevons l'indication en wattheure par tour (Wh/tr) inscrite sur le compteur.
- Préparons un chronomètre pour mesurer le temps d'utilisation.

#### 2. Mesure

- Mettons en marche la plaque chauffante et déclenchons le chronomètre lorsque la marque inscrite sur le disque passe devant le repère.
- Mesurons la durée d'un tour du disque en arrêtant le chronomètre quand la marque repasse devant le repère.



Fig. 1



Fig. 2

#### Le coin Ressources

Le kilowattheure (kWh) est l'unité d'énergie utilisée par les fournisseurs d'électricité pour mesurer la consommation électrique des usagers.  
 $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh}$ .

#### Observez

1. Que fait le disque du compteur quand la plaque ne fonctionne pas (Fig. 1) ?
2. Que fait-il quand la plaque fonctionne (Fig. 2) ?
3. Quelle énergie est transférée à la plaque pendant un tour du disque (Fig. 1) ?
4. Combien de temps met le disque pour effectuer un tour complet (Fig. 2) ?

#### Exploitez vos observations

5. À combien de tours du disque correspond le transfert de 1 kWh ?
6. Combien de temps aurait-il fallu laisser fonctionner la plaque pour obtenir ce transfert ?

#### Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question :  
« Comment peut-on mesurer une énergie électrique inférieure à 1 kWh ? »

Réponses:

- 1) Quand la plaque ne fonctionne pas, le compteur ne tourne pas
- 2) Quand la plaque fonctionne, le disque tourne
- 3) Pendant un tour de disque, l'énergie transférée est de 2 Wh (Watt-heures)
- 4) Pour effectuer un tour complet, il faut 14,49 s
- 5) pour effectuer le transfert d'1 kWh (1 kiloWatt-heure), c'est-à-dire 1000 Wh, il faut donc  $1000/2 = 500$  tours.
- 6) Pour utiliser toute cette énergie, il aurait fallu faire tourner la plaque durant  $500 \times 14,49 = 7245 \text{ s} = 2 \text{ heures et } 45 \text{ s}$

**7) Conclusion:** une énergie se mesure en Wh ou kWh. C'est le compteur électrique qui comptabilise le transfert d'énergie, chaque tour correspondant à un certain nombre de Wh.

## 2) Comment calculer une énergie?

Prenons l'activité 2 P.179. Cette activité n'est plus au programme.

### De quoi dépend l'énergie électrique transférée ?

#### 1. Consommation d'une lampe de 75 W

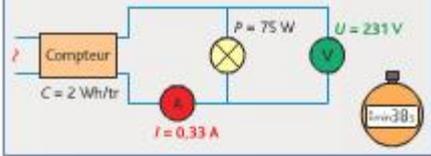
- Branchons une ampoule de 75 W à une prise de courant reliée à un compteur électrique. Ajoutons un ampèremètre en série avec la lampe et un voltmètre entre les bornes de celle-ci.
- À l'aide d'un chronomètre, mesurons le temps mis par le disque pour effectuer un tour.
- Relevons les valeurs de l'intensité  $I$  et de la tension  $U$ .

#### 2. Consommation d'une lampe de 150 W

- Branchons une ampoule de 150 W à la place de celle de 75 W, en laissant le compteur, le voltmètre et l'ampèremètre.
- À l'aide du chronomètre, mesurons le temps mis par le disque pour effectuer un tour.
- Relevons les valeurs de l'intensité  $I$  et de la tension  $U$ .

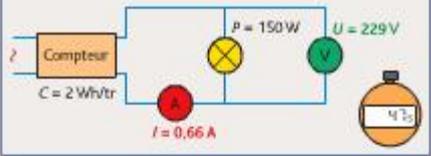


**Fig. 1**





**Fig. 2**



**Le coin Ressources**  
La constante  $C$  du compteur indique l'énergie transférée pendant un tour du compteur.  
Exemple :  $C = 2 \text{ Wh/tr.}$

**Observez**

1. Pour quelle lampe le disque met-il le plus de temps pour effectuer un tour complet (Fig. 1 et 2) ?
2. L'indication du voltmètre est-elle la même dans les 2 cas (Fig. 1 et 2) ?
3. L'indication de l'ampèremètre est-elle la même dans les 2 cas (Fig. 1 et 2) ?

**Exploitez vos observations**

4. Que représente le produit  $U \cdot I$  sur la figure 1 ? sur la figure 2 ?
5. Quelle est la valeur de l'énergie  $E$  transférée à la lampe dans les 2 expériences ?
6. À quoi est égal le produit de la puissance de la lampe par le temps indiqué par le chronomètre dans les 2 cas ?

**Concluez**

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « De quoi dépend l'énergie électrique transférée ? »

Réponses:

- 1) Avec la lampe la moins puissante, le disque tourne plus lentement et met donc plus de temps à effectuer un tour complet.
- 2) Dans les deux cas, le voltmètre affiche à peu près la même valeur, celle de la tension du secteur c'est-à-dire 230 V
- 3) L'ampèremètre affiche plus d'intensité pour la lampe la plus puissante ce qui correspond aux résultats trouvés précédemment.
- 4) En faisant  $U \times I$ , on trouve:
  - \*  $231 \times 0,33 = 76,23 \text{ W}$
  - \*  $229 \times 0,66 = 151,14 \text{ W}$
 C'est bien la puissance de chaque lampe.
- 5) Dans les deux cas, le disque a effectué un tour, il s'est donc transféré 2 WH d'énergie
- 6) Si on fait le calcul  $P \text{ (W)} \times t \text{ (Heure)}$ , on trouve:
  - \* pour la lampe 1,  $98 \text{ s} = 98/3600 = 0,027 \text{ heure}$  et  $P \times t = 75 \times 0,027 = 2,042 \text{ Wh}$
  - \* Pour la lampe 2,  $47 \text{ s} = 47/3600 = 0,013 \text{ heure}$  et  $P \times t = 150 \times 0,013 = 1,96 \text{ Wh}$

On retrouve la valeur de la question 5)

**7) Conclusion:** L'énergie électrique transférée dépend donc de la puissance du dipôle et du temps d'utilisation. On a donc la formule:

$$E \text{ (Wh)} = P \text{ (W)} \times t \text{ (h)} \text{ ou } E \text{ (kWh)} = P \text{ (kW)} \times t \text{ (h)} \text{ ou } E \text{ (Joule J)} = P \text{ (W)} \times t \text{ (s)}$$

## IV) La facture

Ah la douloureuse, que paie-t-on à notre fournisseur d'énergie électrique?

### Activité 3 P 180

**votre facture en détail** *document à conserver 5 ans*  
 Votre référence client \_\_\_\_\_ Réf. Point de livraison : 251 662807283 08

	relevé ou estimation en kWh			consom. (en kWh)	prix kWh en euros	montant HT en euros	taxes locales	TVA	total TTC en euros
	ancien	nouveau	différence						
<b>électricité</b> compteur n° 937					(1)	<b>784,28</b>	75,29	131,76	<b>991,33</b>
abonnement									
19,75€/mois du 13/11/06 au 16/08/07						179,73			
19,95€/mois du 16/08/07 au 13/11/07						57,85			
consommation HC du 21/11/06 au 22/11/07	08506	12428	3922	3922	* 0,0459	180,02			
265 jours à 0,0458€ + 96 jours à 0,0463€ soit un prix moyen de 0,0459€									
consommation HP du 21/11/06 au 22/11/07	37130	41831	4701	4701	* 0,0780	366,68			
265 jours à 0,0778€ + 96 jours à 0,0787€ soit un prix moyen de 0,0780€									
<i>(1) y compris le coût d'acheminement de l'électricité pour 47% (% moyen pour le Tarif Bleu)</i>									
						<b>montant HT</b> en euros	taxes locales	TVA	<b>total TTC</b> en euros
<b>autres prestations</b>						<b>38,80</b>		7,60	<b>46,40</b>
contribution au service public d'électricité				8623	0,0045	38,80			
						<b>montant HT</b> en euros	taxes locales	TVA	<b>total TTC</b> en euros
<b>total</b>						<b>823,08</b>	75,29	139,36	<b>1037,73</b>

\* prix moyen suite aux changements de prix  
**taxes locales** (municipale 8,00% + départementale 4,00%): elles s'appliquent sur 80% des montants HT de l'abonnement et de la consommation électriques.  
**TVA:** payée sur les débits, elle s'applique à l'abonnement (abt.), la consommation (conso.), les prestations et les taxes locales électricité (TLE).  
 abt. 237,58€ à 5,5%: 13,07€ conso. et prestations 585,50€ à 19,6%: 114,75€ TVA sur TLE 22,81€ à 5,5%: 1,25€ 52,48€ à 19,60%: 10,29€  
**CARACTERISTIQUES DE VOTRE TARIF :**  
 Electricité, tarif domestique option heures creuses, puissance 12 kW, code 020, compteur électro-mécanique.  
 Heures Pleines (HP), Heures Creuses (HC): 22H30-6H30 (peuvent varier de quelques minutes).

### Observez

1. À quelle durée de consommation correspond cette facture ?
2. Quelle est la consommation totale d'énergie pendant cette période ?
3. Que signifie HC ? HP ? À quels horaires s'appliquent ces deux tarifications ?
4. Que paie-t-on en plus de l'énergie consommée ?
5. À quelle puissance souscrite correspond cette facture ?

### Interprétez

6. Pourquoi l'énergie est-elle facturée à un tarif plus bas la nuit ?
7. Comment a-t-on obtenu le total de 180,02 euros (4<sup>e</sup> ligne de chiffres) ?

### Concluez

8. Rédigez votre conclusion en répondant à la question :  
 « Que nous apprend une facture d'électricité ? »

Réponses:

- 1) Cette facture va du 21/11/2006 au 22/11/2007 soit 1 an
- 2) La consommation totale d'énergie est de  $3922 + 4701 = 8623$  kWh
- 3) HC signifie Heures Creuses (tarif moins cher de nuit) de 22h30 à 6h30  
HP signifie Heures Pleines (plein tarif de jour) de 6h30 à 22h30
- 4) En plus de l'énergie consommée, nous payons l'abonnement, la contribution au service public d'électricité, les taxes locales et la TVA.
- 5) Cette facture correspond à une puissance totale de 12 kW, ce qui signifie que nous ne pouvons pas utiliser plus de 12 kW à un instant donné.
- 6) Le tarif est plus bas la nuit car c'est une période moindre consommation. Pour inciter les gens à consommer de l'électricité la nuit, le fournisseur propose un tarif attractif. On peut par exemple brancher le ballon d'eau chaude, des accumulateurs de chauffage, programmer certains appareils etc...
- 7) Il suffit de multiplier la consommation d'énergie soit 3922 kWh par le prix d'un kWh soit 0,0459 euros ce qui nous amène à  $3922 \times 0,0459 = 180,02$  euros.

**8) Conclusion:** Une facture d'électricité nous renseigne sur:

- \* notre consommation électrique
- \* notre abonnement et notre contrat
- \* le tarif du kWh
- \* Les différentes autres taxes à payer
- \* Le coût total de notre consommation. Ici 1037,73 euros pour 8623 kWh consommés soit un prix moyen de 12,03 centimes d'euros par kWh tout compris.

**Je dois connaître**

- **Ce qu'est la puissance d'une lampe, son unité**
- **La formule donnant P en fonction de U et de I et les unités**
- **La formule donnant E en fonction de P et du temps t et les unités**
- **La lecture d'une facture d'électricité**
- **Que je paie l'énergie et non la puissance à mon fournisseur d'électricité**

**Je dois connaître**

- Ce qu'est la puissance d'une lampe, son unité
- La formule donnant  $P$  en fonction de  $U$  et de  $I$  et les unités
- La formule donnant  $E$  en fonction de  $P$  et du temps  $t$  et les unités
- La lecture d'une facture d'électricité
- Que je paie l'énergie et non la puissance à mon fournisseur d'électricité

**Je dois connaître**

- Ce qu'est la puissance d'une lampe, son unité
- La formule donnant  $P$  en fonction de  $U$  et de  $I$  et les unités
- La formule donnant  $E$  en fonction de  $P$  et du temps  $t$  et les unités
- La lecture d'une facture d'électricité
- Que je paie l'énergie et non la puissance à mon fournisseur d'électricité

**Je dois connaître**

- Ce qu'est la puissance d'une lampe, son unité
- La formule donnant  $P$  en fonction de  $U$  et de  $I$  et les unités
- La formule donnant  $E$  en fonction de  $P$  et du temps  $t$  et les unités
- La lecture d'une facture d'électricité
- Que je paie l'énergie et non la puissance à mon fournisseur d'électricité

**Je dois connaître**

- Ce qu'est la puissance d'une lampe, son unité
- La formule donnant  $P$  en fonction de  $U$  et de  $I$  et les unités
- La formule donnant  $E$  en fonction de  $P$  et du temps  $t$  et les unités
- La lecture d'une facture d'électricité
- Que je paie l'énergie et non la puissance à mon fournisseur d'électricité

**Je dois connaître**

- Ce qu'est la puissance d'une lampe, son unité
- La formule donnant  $P$  en fonction de  $U$  et de  $I$  et les unités
- La formule donnant  $E$  en fonction de  $P$  et du temps  $t$  et les unités
- La lecture d'une facture d'électricité
- Que je paie l'énergie et non la puissance à mon fournisseur d'électricité

**Je dois connaître**

- Ce qu'est la puissance d'une lampe, son unité
- La formule donnant  $P$  en fonction de  $U$  et de  $I$  et les unités
- La formule donnant  $E$  en fonction de  $P$  et du temps  $t$  et les unités
- La lecture d'une facture d'électricité
- Que je paie l'énergie et non la puissance à mon fournisseur d'électricité

**Je dois connaître**

- Ce qu'est la puissance d'une lampe, son unité
- La formule donnant  $P$  en fonction de  $U$  et de  $I$  et les unités
- La formule donnant  $E$  en fonction de  $P$  et du temps  $t$  et les unités
- La lecture d'une facture d'électricité
- Que je paie l'énergie et non la puissance à mon fournisseur d'électricité