

Chapitre 17 - Ressources énergétiques et énergie électrique

Manuel pages 294 à 311

Choix pédagogiques

L'objectif de ce chapitre est de faire découvrir aux élèves l'utilisation des différentes ressources énergétiques et de leur donner quelques idées concernant le stockage et le transport de l'énergie. Les notions d'énergie et de puissance électriques sont aussi abordées pour un récepteur et pour un générateur. Elles permettent d'étudier les conversions d'énergie ainsi que l'effet Joule.

Des vidéos sont disponibles dans le manuel numérique enrichi pour illustrer ce chapitre.

Double page d'ouverture de chapitre

Aucun vent n'est prévu cette nuit... Ce lampadaire fonctionnera-t-il ?

Comme le montre la photographie, le lampadaire est équipé d'une éolienne et de panneaux solaires. Pendant la journée, les capteurs photovoltaïques permettent de transformer le rayonnement solaire en électricité ; de l'énergie électrique est ainsi stockée dans des batteries afin d'être restituée la nuit. L'éolienne, quant à elle, permet de convertir l'énergie du vent en énergie électrique qui est ensuite stockée, et ce de jour comme de nuit. On peut donc imaginer que le lampadaire peut fonctionner une nuit sans vent tant que l'énergie électrique stockée est suffisante.

L'opération « une heure pour la planète » permet-elle de faire des économies d'énergie ?

À l'initiative du Fonds mondial pour la nature (WWF), plus de 130 pays participent à cette opération qui consiste à éteindre les lumières pendant une heure. C'est un geste symbolique qui permet de sensibiliser la population aux problèmes de la consommation excessive d'électricité et de la lutte contre le changement climatique. On peut supposer que des économies d'énergie sont réalisées pendant cette opération. RTE, le distributeur national d'électricité, a indiqué que l'opération "Une heure pour la planète" s'était traduite par une baisse d'un peu plus de 1 % de la consommation nationale d'électricité. Cependant il faut faire attention à la surconsommation électrique à la fin de l'opération... Mais le plus important est probablement la prise de conscience de la population mondiale sur le problème du réchauffement climatique.

La géothermie en plein Paris, est-ce possible ?

En France, le chauffage par géothermie commence à se développer dans les années 60. Dès 1963, une opération pionnière est menée à la Maison de la Radio, dans le XVI^e arrondissement de Paris : le système de chauffage et de climatisation repose sur l'exploitation de ressources géothermiques. L'eau de l'aquifère de l'Albien (une des nappes d'eau souterraine du sous-sol parisien), est puisée à 600 mètres de profondeur, à une température de 27° C et elle permet d'alimenter une pompe à chaleur.

Il est donc possible d'utiliser la géothermie en plein Paris et plus généralement dans le bassin parisien.

Sur le Web

http://www.radiofrance.fr/espace-pro/chantiers-de-radio-france/aspects-innovants/list_article/la-geothermie/
<http://www.radiofrance.fr/les-blogs/116-avenue/article/debut-du-forage-geothermique/archive/05-2010/>

Découvrir et réfléchir

Activité documentaire 1. Quelles énergies pour l'avenir ?

Commentaires

Cette activité documentaire s'appuie sur un texte et un graphique. Pour répondre à la question 2., l'élève doit effectuer une recherche à l'aide d'Internet ou de tout autre document. C'est pourquoi cette activité peut se faire à la maison (tout ou une partie) ou en classe si le professeur dispose d'une salle équipée. Le professeur est libre de faire compléter le tableau en entier ou de n'en sélectionner qu'une partie de façon à restreindre l'étude des différentes sources d'énergies. Une étude en groupe peut également être envisagée avec profit, en ajoutant au travail de recherche une présentation au reste de la classe.

Réponses

1. Analyser les documents

a. L'auteur classe les différents types d'énergie en deux familles :

- les énergies primaires qui sont fournies par la nature et qui ne sont pas transformées pour être utilisées ;
- les énergies finales qui sont obtenues par transformation d'une énergie primaire pour être ensuite utilisées.

b. Les moyens de stockage de l'énergie sont :

- les batteries ;
- la pile à hydrogène.

c. Au plan mondial, 90 % de l'approvisionnement en énergie primaire provient de réserves fossiles (charbon, pétrole, gaz), le reste provenant du nucléaire et des énergies renouvelables. Or, l'évolution de la demande énergétique mondiale dépend d'un grand nombre de facteurs, tous difficiles à déterminer avec précision : l'augmentation de la population, la croissance économique des pays, ainsi que la disponibilité et le coût des ressources primaires.

En particulier, il faut prendre en compte la disponibilité des ressources naturelles non renouvelables (notamment des combustibles fossiles), la dégradation de l'environnement (notamment l'émission atmosphérique de gaz carboniques), et leur coût qui a un impact direct sur l'accroissement de la fracture entre pays riches et pays pauvres, en termes d'accès aux services énergétiques.

Mais les contributions des différentes énergies n'évoluent pratiquement pas au cours du temps même à l'horizon 2030 : le pétrole continue à représenter environ 40% des énergies produites mondialement alors que les énergies renouvelables stagnent à environ 6%.

2. Faire une recherche

Source d'énergie	Avantages	Inconvénients	Voies d'évolution
Pétrole	- Faibles coûts d'exploitation - Stockage et distribution aisés	- Diminution des réserves mondiales (coût croissant) : durée de vie des réserves estimée à 50 ans - Émission de gaz à effet de serre	- Utilisation de méthodes de récupération assistée - Exploitation (très coûteuse) des gisements dans les eaux plus profondes - Utilisation des sources non conventionnelles (par exemple les GPL)
Gaz	- Haut pouvoir calorifique - Souplesse d'emploi	- Diminution des réserves mondiales : durée de vie estimée à 65 ans - Transports par gazoducs très coûteux - Émission de gaz à effet de serre (mais ne dégage pas de produits sulfureux)	
Charbon	- Énergie fossile la plus abondante et la mieux répartie dans le monde - Industrie extrêmement développée et mature	- Diminution des réserves mondiales : durée de vie estimée à 260 ans - Prix de transformation élevé (du charbon au coke) - Émission gaz à effet de serre (dégagement réduit de produits sulfureux)	Gazéification du charbon (coût élevé)
Nucléaire	- Énergie libérée plus importante qu'avec les autres sources - Pas de rejet de gaz à effet de serre - Industrie bien développée et mature - Développement potentiel important	- Durée de vie des réserves d'uranium estimée à 100 ans - Conséquences sur l'environnement (déchets) - Coût d'investissement élevé - Risques sanitaires et de prolifération nucléaire : nécessité de précautions	Réacteurs nucléaires du futur pour régénérer la matière première et pour la production de chaleur (cogénération)
Hydraulique	Énergie très abondante et non polluante	- Investissement important et installation coûteuse de lignes électriques sur de longues distances (pertes en ligne) - Conséquences éventuelles pour l'environnement (villages noyés) - Implantation géographique limitée	Exploitation du potentiel hydraulique mondial, notamment dans les pays en voie de développement

Sirius 1^{ère} S - Livre du professeur
Chapitre 17. Ressources énergétiques et énergie électrique

Solaire	• Énergie gratuite et non polluante • Grand potentiel de développement	• Source de faible intensité et intermittente qui dépend de l'ensoleillement • Faible rendement • Coût élevé des installations pour le chauffage • Coût élevé des cellules photovoltaïques • Implantation géographique limitée	• Diminution progressive des coûts et augmentation du rendement
Éolien	• Importance locale en tant que source d'électricité • Non polluante • Facilement utilisable	• Coût d'installation important • Variations importantes des quantités fournies qui dépendent de l'intensité des vents • Nuisances sonores et esthétiques • Implantation géographique limitée	
Géothermie	• Pas de pollution ni de rejet de gaz à effet de serre	• Coût d'installation important • Implantation géographique extrêmement limitée	
Biomasse	• Utilisation de matières abondantes (blé, canne à sucre, betterave, pomme de terre), de fermentation facile (arbres et plantes aquatiques à croissance rapide) • Pyrolyse qui permet d'obtenir des combustibles solides, liquides ou gazeux.	• Beaucoup de déperdition de chaleur par combustion • Difficultés de stockage • Fort rejet de gaz à effet de serre en cas de fuite • Technologie non mature	• Utilisation de l'éthanol comme carburant

3. Conclusion

Les estimations des réserves mondiales d'énergie varient en fonction des découvertes, de l'évolution des techniques et de l'économie qui rend plus ou moins rentable l'exploitation des gisements. Mais il est certain que les ressources pétrolières, gazifières et nucléaires seront de plus en plus rares, voire épuisées à la fin de ce siècle.

Remarque : les durées de vie présentées dans le tableau sont des estimations basées sur les réserves connues et sur les rythmes actuels de consommation et d'exploitation.

Activité expérimentale 2. L'effet Joule

Commentaire

Cette activité expérimentale permet de découvrir l'effet Joule et d'établir le lien entre l'intensité du courant et l'énergie dissipée par effet Joule.

Réponses

1. Observer

a. $R = 1 \, \Omega$, $\Delta t = 30 \, \text{s}$.

	$\theta_i \, (^{\circ}\text{C})$	$\theta_f \, (^{\circ}\text{C})$	$\Delta\theta = (\theta_f - \theta_i) \, (^{\circ}\text{C})$
$I = 1,0 \, \text{A}$	23,9	24,8	0,9
$I = 1,2 \, \text{A}$	23,8	25,1	1,3
$I = 1,4 \, \text{A}$	23,7	25,6	1,9

b. Pour une même durée d'expérience, on remarque que lorsque l'intensité du courant augmente, la variation de température augmente aussi.

2. Interpréter

a. Le conducteur ohmique reçoit de l'énergie électrique.

b. L'énergie électrique reçue par le conducteur ohmique est transférée à l'eau. C'est pourquoi on observe une augmentation de la température de l'eau.

c. Le conducteur ohmique cède de l'énergie à l'eau.

Pour la même durée (30 s), on observe que :

- plus l'intensité du courant augmente, plus la variation de température de l'eau augmente ;
- plus la variation de température de l'eau augmente, plus l'énergie dissipée par le conducteur ohmique est élevée.

L'énergie dissipée par le conducteur ohmique varie dans le même sens que l'intensité du courant.

3. Conclure

a. L'énergie dissipée par effet Joule est d'autant plus élevée que l'intensité du courant est importante.

b. Effet Joule recherché : plaque chauffante, lampe à incandescence.

Effet Joule gênant : microprocesseur, moteur électrique.

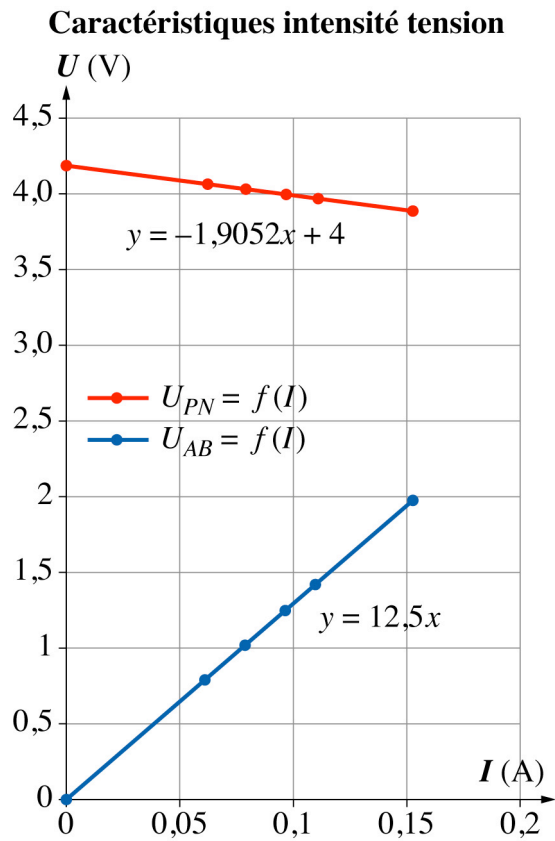
Activité expérimentale 3. Relation intensité-tension

Commentaires. Cette activité expérimentale permet d'établir les relations intensité-tension caractéristiques d'un conducteur ohmique et d'un générateur. Elle s'appuie sur le tracé de courbes et sur leur exploitation.

Réponses

1. Observer et interpréter

I (A)	U_{AB} (V)	U_{PN} (V)
0	0	4,1
0,0615	0,775	3,93
0,079	0,998	3,9
0,097	1,212	3,87
0,11	1,38	3,85
0,153	1,913	3,813
0,224	2,85	3,737



© Corédoc. Nathan 2011

Cas du conducteur ohmique

- La courbe intensité-tension est une droite croissante passant par l'origine.
- Le modèle mathématique proposé est linéaire ; la relation entre la tension U_{AB} et l'intensité I s'écrit : $y = 12,5x$; soit $U_{AB} = 12,5I$.
- Comme on obtient une droite passant par l'origine, on peut en déduire que la tension U_{AB} et l'intensité I du courant sont proportionnelles. On retrouve ainsi la loi d'Ohm. Le coefficient de proportionnalité représente la résistance R du conducteur ohmique.
- D'après les résultats expérimentaux, on a $R = 12,5 \, \Omega$; valeur proche de celle donnée par le constructeur.

Cas de la pile

e. La courbe intensité–tension est une droite décroissante. Le modèle mathématique proposé est linéaire ; la relation entre la tension U_{PN} et l'intensité I s'écrit : $U_{PN} = 4,0694 - 1,9052 I$.

f. La tension aux bornes de la pile diminue lorsque l'intensité du courant I augmente.

g. Le modèle $U_{PN} = E - rI$ convient pour décrire la relation entre la tension U_{PN} et l'intensité I puisqu'il s'agit d'un modèle linéaire où E représente la force électromotrice (tension positive mesurée en circuit ouvert) et r la résistance interne de la pile (l'opposé du coefficient directeur de la droite)

h. $E = 4,1$ V et $r = 1,9 \Omega$ selon l'équation de droite proposée ; valeur proche de celle indiquée par le constructeur (pile plate de 4,5 V).

2. Conclure

En circuit ouvert

- La tension est nulle pour un conducteur ohmique.
- La tension est non nulle pour un générateur : cette tension est appelée tension à vide ou force électromotrice et est notée E .

En circuit fermé

- La tension U_{AB} aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R traversé de A vers B par un courant d'intensité I est donnée par la loi d'Ohm : $U_{AB} = RI$. La tension U_{AB} augmente proportionnellement à l'intensité du courant I .
- La tension U_{PN} aux bornes d'un générateur de tension traversé par un courant d'intensité I sortant par la borne P est égale à : $U_{PN} = E - rI$ dans un domaine de validité donné.
La tension U_{PN} diminue avec l'intensité du courant I .

Exercices

Exercices d'application

5 minutes chrono !

1. Mots manquants

- a. faible
- b. renouvelable
- c. $\mathcal{E}_e = U_{AB} I \Delta t$
- d. conducteur ohmique
- e. $\frac{\mathcal{E}_{\text{utile}}}{\mathcal{E}_{\text{reçue}}}$

2. QCM

- a. 6×10^{-2} J.
- b. 3 W.
- c. $R \times I^2$.
- d. La tension U_{AB} est proportionnelle à l'intensité du courant I .
- e. La tension U_{PN} augmente si l'intensité du courant I diminue.
- f. Divisée par deux.

Mobiliser ses connaissances

Ressources énergétiques (§1 du cours)

3. Énergie renouvelable : l'hydraulique, l'éolien, la géothermie, la biomasse et le solaire.

Énergie non renouvelable : le charbon, le pétrole, le gaz ou le nucléaire.

La durée de reconstitution et la durée d'exploitation permettent de les distinguer.

Étude énergétique d'un récepteur (§2 du cours)

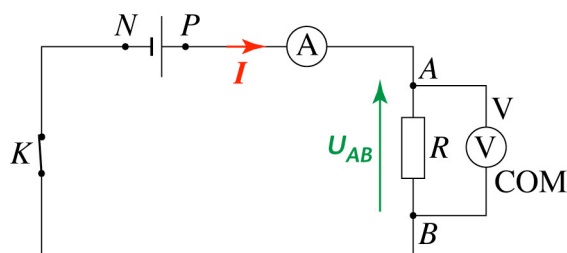
4. a. L'indication 10 W correspond à une puissance, celle de 220 V correspond à une tension.

b. La relation $\mathcal{P}_e = U_{AB} I$ permet d'écrire $I = \frac{\mathcal{P}_e}{U} = \frac{10}{220} = 4,5 \times 10^{-2}$ A.

c. La relation $\mathcal{E}_e = U_{AB} I \Delta t = P_e \Delta t$ entraîne :

$$\mathcal{E}_e = 10 \times (8\,000 \times 60 \times 60) = 2,9 \times 10^8 \text{ J.}$$

5. a.



© Corédoc. Nathan 2011

b. Grâce à la loi d'Ohm : $U_{AB} = R I$. On peut alors calculer la valeur de la résistance :

$$R = \frac{U_{AB}}{I} = \frac{9,1}{0,50} = 18 \, \Omega.$$

6. a. L'énergie dissipée par effet Joule dans le conducteur ohmique vaut :

$$\mathcal{E}_J = R I^2 \Delta t = 1,0 \times (1,3)^2 \times 30 = 51 \, \text{J}.$$

b. La puissance de ce transfert est : $\mathcal{P}_J = R I^2 = 1,0 \times (1,3)^2 = 1,7 \, \text{W}$.

Étude énergétique d'un générateur (§3 du cours)

7. a. La relation donnant la tension aux bornes d'un générateur de résistance interne r est $U_{PN} = E - r I$. En circuit ouvert, $I = 0 \, \text{A}$ donc $U_{PN} = E$, *fem* du générateur et valeur indiquée par le constructeur. En circuit fermé, $r I \neq 0 \, \text{V}$ donc $U_{PN} < E$.

b. On utilise la relation $U_{PN} = E - r I$ pour calculer la force électromotrice E du générateur. On en déduit que $E = U_{PN} + r I = 7,8 + 10 \times 120 \times 10^{-3} = 9,0 \, \text{V}$. c. Ces deux dipôles ont les mêmes bornes, donc la tension aux bornes de la lampe est égale à la tension aux bornes du générateur parcouru par le courant d'intensité I :

$$U_{PN} = E - r I = 9,0 - 10 \times 0,30 = 6,0 \, \text{V}.$$

8. a. L'énergie électrique fournie par le générateur vaut :

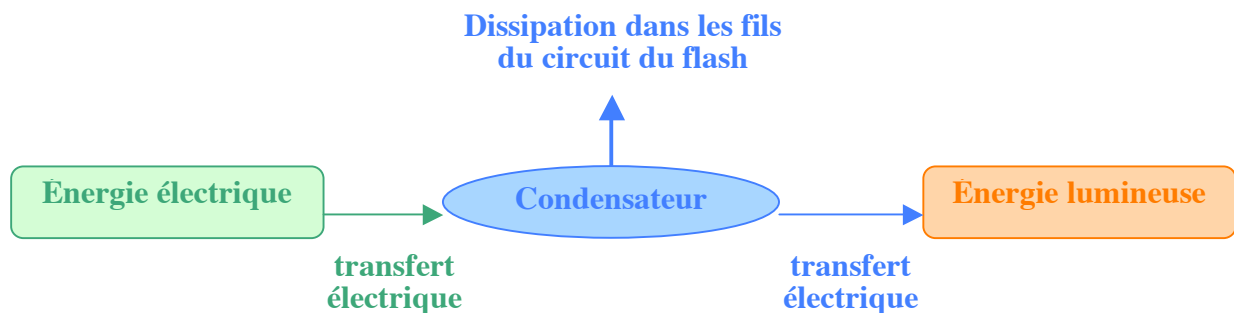
$$\mathcal{E}_e = U_{PN} I \Delta t = 2,20 \times 165 \times 10^{-3} \times (5 \times 60) = 109 \, \text{J}.$$

b. La puissance de ce transfert d'énergie électrique vaut :

$$\mathcal{P}_e = U_{PN} I = 2,20 \times 165 \times 10^{-3} = 0,363 \, \text{W} = 3,63 \times 10^{-1} \, \text{W}.$$

Bilan des transferts d'énergies (§4 du cours)

9.



Utiliser ses compétences

10. a. Droite décroissante (bleue) : tension aux bornes d'un générateur.

Droite croissante et passant par l'origine (rouge) : tension aux bornes d'un conducteur ohmique.

b. Conducteur ohmique : $R = 10 \, \Omega$ (coefficient directeur de la droite).

Générateur : $E = 13 \, \text{V}$ (fem) et $r = \frac{(13-11)}{0,9} = 2,2 \, \Omega$ (opposé du coefficient directeur de la droite).

11. a. On utilise la loi d'Ohm $U_{AB} = RI$ pour calculer la tension U_{AB} aux bornes d'un conducteur ohmique. On en déduit que $U_{AB} = 1,2 \times 10^3 \times 0,5 \times 10^{-3} = 0,6 \, \text{V}$.

b. L'énergie dissipée par effet Joule dans un conducteur ohmique se calcule grâce à la relation : $\mathcal{E}_J = R I^2 \Delta t$. Elle vaut :

$$\mathcal{E}_J = 1,2 \times 10^3 \times (0,50 \times 10^{-3})^2 \times 60 = 0,018 \, \text{J} = 1,8 \times 10^{-2} \, \text{J}.$$

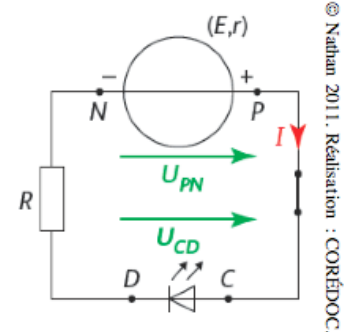
12. $\eta = \frac{\mathcal{E}_{\text{utile}}}{\mathcal{E}_{\text{reçue}}} = \frac{1,8}{(1,8 + 3,8 + 0,7)} = 0,3.$

13. a. Les flèches représentant les tensions doivent pointer sur la première lettre (en indice du symbole de la tension) ; ainsi la flèche pour U_{PN} a sa pointe vers P , et la flèche pour U_{CD} vers C .

b. Le courant « sort » du générateur par la borne +. Le sens conventionnel est donc le sens de P vers N à travers le circuit. Il faut le représenter par une flèche et ajouter la notation I sur le schéma.

c. Le voltmètre est branché en dérivation sur les bornes N (rélée à la borne COM du voltmètre) et P (rélée à la borne V du voltmètre) du générateur. L'usage d'un multimètre impose au préalable de choisir la fonction voltmètre, la position courant continu du sélecteur ou de la borne V, et éventuellement de choisir le calibre adapté.

d. En utilisant la relation $U_{PN} = E - r I$, on obtient $U_{PN} = 6,0 \, \text{V}$ puisque $r = 0 \, \Omega$.

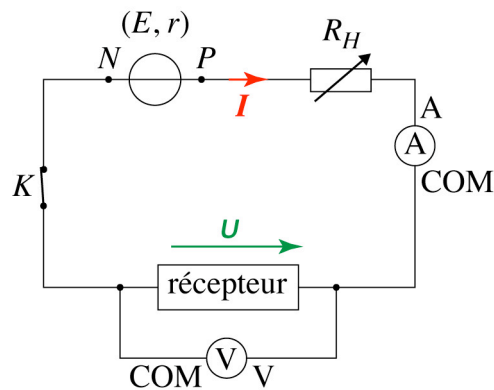


Exercices d'entraînement

14. Exercice résolu

15. a. Un générateur de tension continue, un rhéostat pour faire varier l'intensité du courant, un ampèremètre, un interrupteur, un récepteur, un voltmètre.

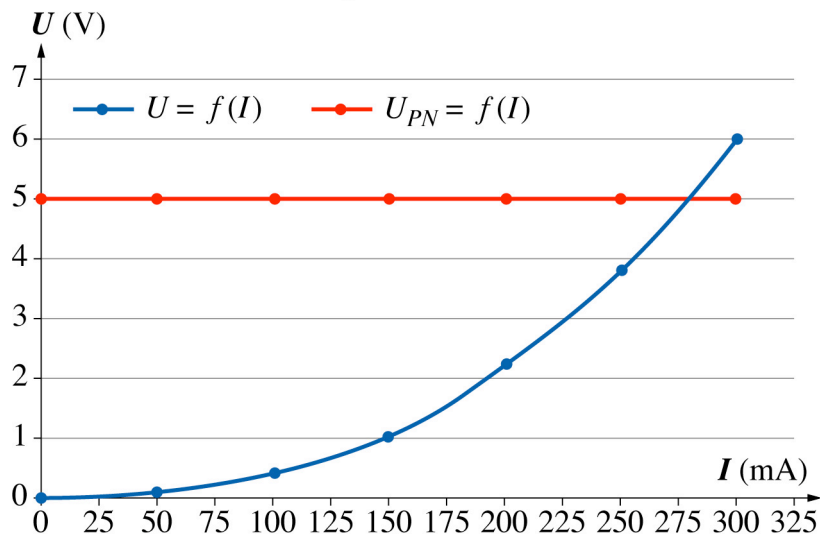
b.



© Corédoc. Nathan 2011

c.

Caractéristiques intensité tension



© Corédoc. Nathan 2011

d. Le point d'intersection a pour coordonnées (275 ; 5).

On en déduit que l'intensité qui traverse ce circuit est $I = 275$ mA.

16. a. Le dioxyde de carbone réchauffe la planète, ce qui la rend habitable.

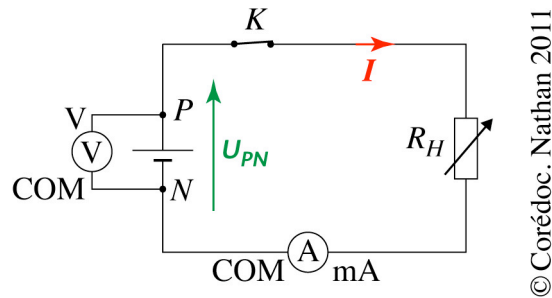
b. Réchauffement climatique : augmentation de la température moyenne des océans et de l'atmosphère, à l'échelle mondiale sur plusieurs années.

c. Émission de gaz à effet de serre.

d. Fonte des glaciers, augmentation du nombre de fortes tempêtes ou ouragans, etc.

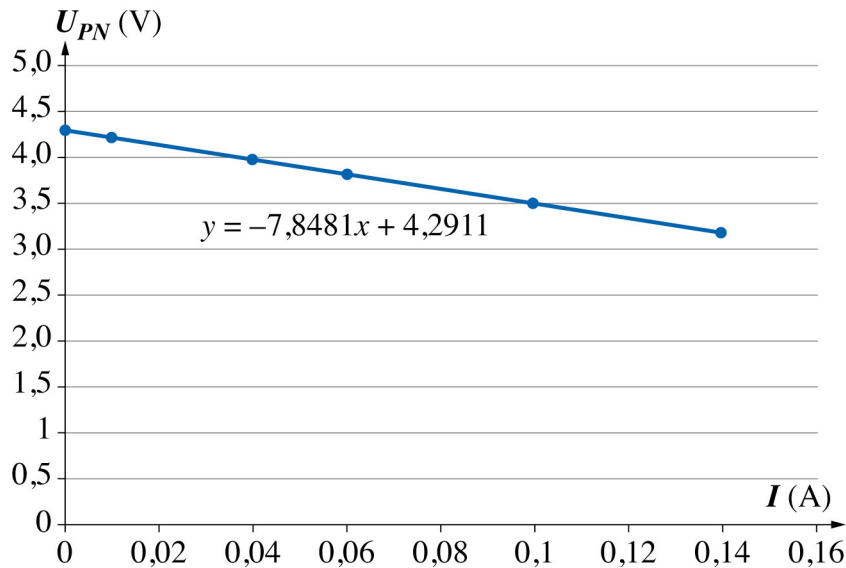
e. Réduire les émissions de gaz à effet de serre en augmentant la consommation des énergies propres et renouvelables.

17. a.



© Corédoc. Nathan 2011

b.



© Corédoc. Nathan 2011

c. La courbe obtenue est une droite décroissante d'équation $U_{PN} = aI + b$.

On en déduit que le modèle proposé ($U_{PN} = E - rI$) convient pour décrire l'évolution de la tension en fonction de l'intensité du courant à condition que $E = b$ et $-r = a$.

c. L'ordonnée à l'origine est $b = 4,3$ V, et le coefficient directeur de la droite est $a = -7,8 \frac{\text{V}}{\text{A}} = -7,8 \Omega$.

D'où $U_{PN} = -7,8 I + 4,3$. On en déduit que $r = 7,8 \Omega$ et $E = 4,3$ V.

18. a. $\eta = \frac{\mathcal{E}_{\text{utile}}}{\mathcal{E}_{\text{reçue}}} = \frac{\mathcal{P}_{\text{utile}} \times \Delta t}{\mathcal{P}_{\text{reçue}} \times \Delta t} = \frac{7}{16} = 0,4$.

b. $\mathcal{E} = UI \Delta t = 14,4 \times 1,0 \times 3,0 = 43$ J.

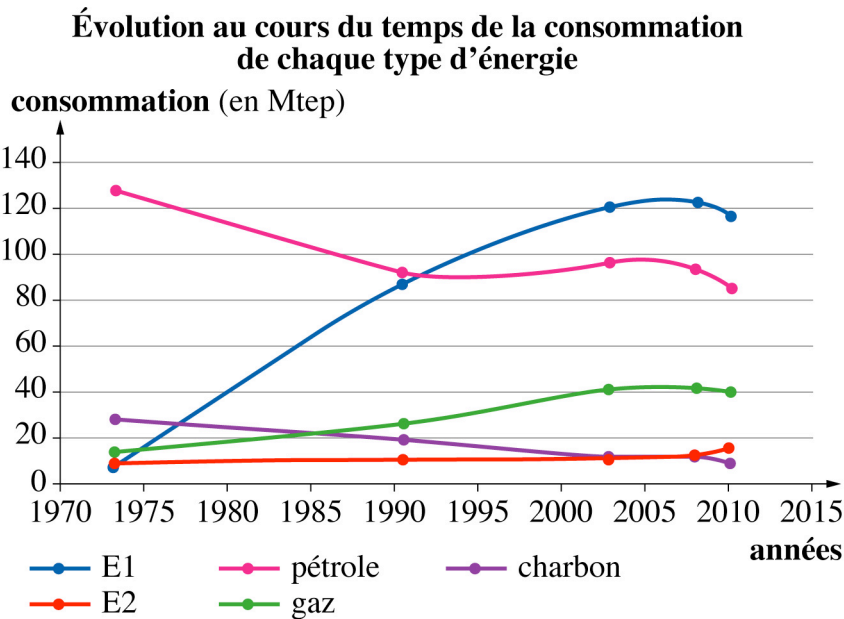
c. L'intensité du courant est insuffisante pour faire tourner l'axe de la visseuse. La totalité de l'énergie délivrée par les accumulateurs est dissipée par effet Joule dans les enroulements du moteur de la perceuse, ce qui est à l'origine de l'augmentation de température perçue.

19. Remarque

Le tableau contient des valeurs exprimées en Mtep. L'énoncé qui le précède est modifié comme suit dans le manuel élève pour indiquer cette unité, absente des spécimens :

Le tableau ci-dessous indique l'évolution de la consommation par type d'énergie au cours du temps en France. Cette consommation annuelle est donnée en Mtep. La tonne équivalent pétrole est l'énergie libérée par la combustion d'une tonne de pétrole, par convention 1 tep = 41,868 GJ.

a.



b. En 1973, la consommation de pétrole est maximale. Le choc pétrolier impose des économies d'énergie donc une baisse de cette consommation au profit d'autres énergies comme le nucléaire qui n'est pas encore très répandu (E1 très faible).

En 1992, avec la convention sur le climat, la notion de développement durable est précisée et il est demandé aux différents pays de diminuer les émissions de gaz à effet de serre : la consommation de charbon diminue encore, celle du nucléaire et des énergies renouvelables augmente.

En 2002, avec la ratification du protocole de Kyoto, les consommations de E1 (à cause du nucléaire) et du charbon diminuent au profit des énergies renouvelables (E2).

c. D'après les données en Mtep, la consommation d'énergies renouvelables en France en 2009 vaut :

$$15\% E1 + E2 = 0,15 \times 110,8 + 16,0 = 32,6 \text{ Mtep} = 1,37 \times 10^{18} \text{ J}$$

d. On consomme environ 137 fois plus d'énergies renouvelables que l'usine de la Rance pouvait en produire, en 2009.

20. a. On a la relation $U_{PN} = U_{CB}$; or $U_{PN} = E$ et U_{CB} est comprise entre 0 et 5 V.

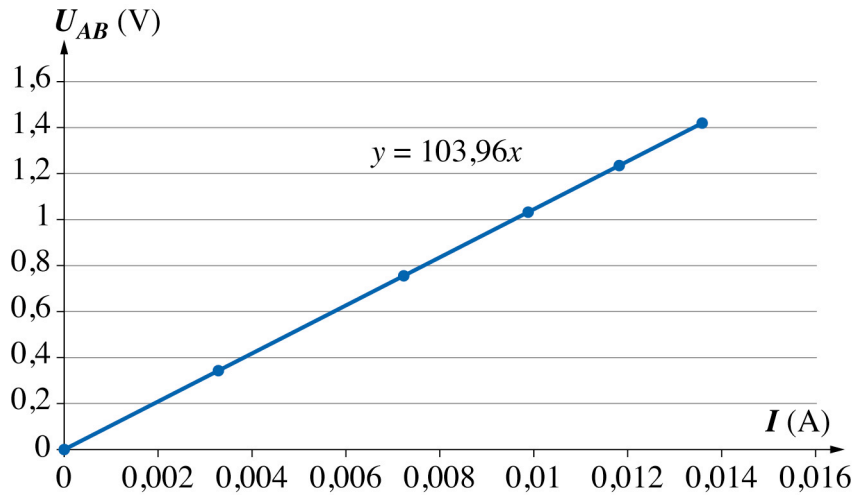
On en déduit que $0 \leq U_{PN} = E \leq 5 \text{ V}$.

b. $U_{CA} = R_1 I = 200 I$, d'où $I = \frac{U_{CA}}{R_1} = \frac{U_{CA}}{200}$.

c.

U_{CA} (V)	0,0	0,66	1,46	1,98	2,36	2,72
U_{AB} (V)	0,0	0,34	0,74	1,02	1,24	1,42
I (mA)	0,0	3,3	7,30	9,90	11,8	13,6

d.



© Corédoc. Nathan 2011

e. Le dipôle D étudié est un conducteur ohmique car la courbe donnant l'évolution de la tension U_{AB} à ses bornes en fonction de l'intensité I du courant qui le traverse est une droite passant par l'origine.

Le coefficient de la droite représente la valeur de la résistance $R = 104 \, \Omega$.

21. a. Lors du transport de l'énergie électrique dans les lignes électriques, il y a une dissipation d'énergie par effet Joule dans les câbles du fait de leur résistance.

b. $R = \rho \frac{L}{S} = 1,7 \times 10^{-8} \times \frac{30}{6 \times 10^{-6}} \approx 0,08 \, \Omega$.

c. $P = U_{AB} I$ soit $I = \frac{(4,0 \times 10^3)}{230} = 17 \, \text{A}$.

d. $P_J = R I^2 \approx 2 \times 10^1 \, \text{W}$.

e. $I = 20 \, \text{A}$ et $P_J \approx 3 \times 10^1 \, \text{W}$.

f. La puissance liée à l'effet Joule diminue si la tension augmente. On choisit la tension la plus grande possible pour minimiser l'effet Joule.

g. Pour une même énergie transportée, la dissipation d'énergie par effet Joule est moins importante si la tension est plus élevée. L'utilisation de câbles à haute tension permet de limiter les pertes en ligne.

22. Le système choisi est la charge en interaction avec la Terre, dans le référentiel terrestre.

Pendant Δt , $\Delta \mathcal{E}_{pp} = mgh$ et $\Delta \mathcal{E}_e = 0$ puisque la vitesse de la charge est constante, donc $\Delta \mathcal{E}_m = mgh$.

L'énergie électrique reçue par le moteur est $\mathcal{E}_e = U_{AM} I \Delta t$.

$$\eta = \frac{\mathcal{E}_{\text{utile}}}{\mathcal{E}_{\text{reçue}}} = \frac{\Delta \mathcal{E}_m}{\mathcal{E}_e} = \frac{mgh}{U_{AM} I \Delta t} = \frac{0,200 \times 9,8 \times 0,50}{8,2 \times 0,32 \times 2,2} = 0,17.$$

Le rendement de conversion du moteur vaut 17 %.

23. a. $U_{AB} = R_H I$ et $U_{CA} = R_I I$.

b. $I = \frac{E}{R_H + R_I} = \frac{5,0}{R_H + 200}$.

c. Si $R_H = 0 \, \Omega$ alors $I = 0,025 \, \text{A} = I_{\max}$;

Si $R_H = 1\,000 \, \Omega$ alors $I = 0,0042 \, \text{A} = I_{\min}$;

Soit $0,0042 \, \text{A} \leq I \leq 0,025 \, \text{A}$.

d. $3,5 \times 10^{-3} \, \text{W} \leq \mathcal{P}_I = R_I I^2 \leq 1,2 \times 10^{-1} \, \text{W}$.

24. a. $\eta = \frac{\mathcal{E}_{\text{utile}}}{\mathcal{E}_{\text{reçue}}} = 20 \, \%$.

b. $\mathcal{E}_{\text{reçue}} = \mathcal{E}_c(\text{vent}) = \frac{(3,6 \times 10^6)}{0,20} = 18 \times 10^6 \, \text{J} = 18 \times 10^3 \, \text{kJ}$.

c. 1 tonne d'air équivaut à 100 kJ, donc il faut $\frac{18 \times 10^3}{100} = 180$ tonnes d'air pour produire l'énergie $\mathcal{E}_1$.

d. $\mathcal{E}_{\text{chimique}} = \frac{(3,6 \times 10^6)}{0,20} = 18 \times 10^6 \, \text{J}$.

Or la combustion de 1 kg de pétrole libère 42 MJ.

Il faut $\frac{18 \times 10^6}{42 \times 10^6} = 0,43$ kg de pétrole soit environ 430 g pour produire l'énergie $\mathcal{E}_1$.

e. Pour produire la même énergie $\mathcal{E}_1$, il faut une masse de pétrole bien plus petite que celle de l'air.

25. a. $\mathcal{E}_1 = 1 \, \text{kWh} = 3,6 \times 10^6 \, \text{J}$.

b. On a la relation $\mathcal{E} = \eta m g z$. On en déduit que $m(\text{eau}) = \frac{\mathcal{E}_1}{\eta g z} = 11$ tonnes.

c. $N(\text{uranium 235}) = \frac{3,6 \times 10^6}{177 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19}} = 1,3 \times 10^{17}$ noyaux ;

$m(\text{uranium 235}) = \frac{NM}{N_A} = 5,0 \times 10^{-5} \, \text{g}$;

$m(\text{uranium naturel}) = \frac{5,0 \times 10^{-5}}{0,70 \, \%} = 7,1 \times 10^{-3} \, \text{g}$.

d. $m(\text{uranium naturel}) \ll m(\text{eau})$.

Culture scientifique et citoyenne

L'utilisation combinée (mix énergétique) des différentes sources d'énergie est une solution préconisée pour résoudre le problème de l'énergie. Dans ce mix énergétique, les énergies renouvelables doivent prendre une place plus grande de façon à assurer une large disponibilité des ressources ainsi que la protection de la planète.

Parmi les sources d'énergie du futur, il y a la fusion thermonucléaire. Il s'agit ici de faire fusionner des noyaux d'hydrogène, plus précisément le deutérium (1 proton, 1 neutron) et le tritium (1 proton, 2 neutrons), à l'intérieur d'un plasma chauffé à plusieurs millions de degrés pour produire de l'énergie nucléaire. Son avantage principal est que les réserves en deutérium et en lithium (nécessaire pour produire le tritium) sont infinies à l'échelle humaine. Néanmoins, cette technologie présente de nombreux problèmes dont celui de la tenue des matériaux aux neutrons produits lors de la réaction de fusion, extrêmement énergétiques.