

Exercice type II : Le défi énergétique

Exercice A

Document : Récupérer l'énergie du quotidien.

« Marcher, parler... la moindre de nos activités dégage une énergie... qui ne sera plus perdue !

Quel point commun entre un trottoir, une conduite d'eau, un portable ou une gare ?

Ce sont des sources d'énergie. Vous avez bien lu : un trottoir ou une tuyauterie d'immeuble peuvent... produire de l'électricité !

C'est que la recherche de nouvelles sources d'énergie ne connaît plus de limites ; quitte à prendre des voies aussi insolites qu'ingénieuses. Ainsi, l'idée a-t-elle germé d'exploiter ici et là l'énergie qui se dégage du quotidien sans prétendre, pour autant concurrencer les grandes sources traditionnelles.

En 2010, la mairie de Toulouse reprend l'idée avec un chercheur de l'École Nationale Supérieure d'Électrotechnique et une entreprise. Un trottoir composé de 20 dalles qui s'enfoncent de 5 mm sous chaque pas permet d'utiliser l'énergie cinétique des passants pour déplacer un aimant sous la dalle et produire du courant : de quoi alimenter un lampadaire à DEL* consommant 50 W. Un prototype est en cours d'installation. »

*DEL : diode électroluminescente

D'après un article de Sciences et Vie, Mars 2011

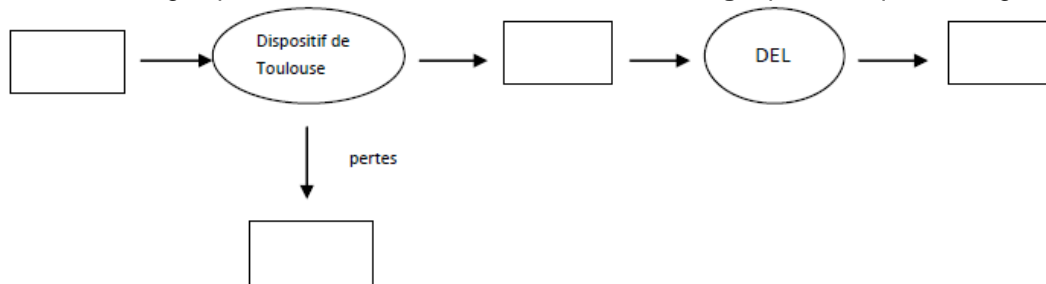
QUESTIONS

En vous aidant du document et en utilisant vos connaissances, répondez aux questions suivantes :

1) À Toulouse, le dispositif évoqué permettrait d'alimenter des lampadaires consommant chacun 50 W. A raison d'une moyenne de deux heures de fonctionnement par jour pendant toute une année, calculez l'énergie consommée en une année par un lampadaire.

2) Explicitez la limite du concept décrit à Toulouse en l'état actuel de sa mise en place.

3) Complétez la chaîne énergétique suivante, en identifiant la **forme d'énergie** pour chaque rectangle.



4) Expliquez pourquoi le dispositif utilisé à Toulouse peut être qualifié de « source d'énergie propre et renouvelable ».

5) D'après l'article, ces nouveaux dispositifs ne prétendent pas concurrencer les « grandes sources traditionnelles ». Citez deux sources traditionnelles, qualifiées de « non renouvelables ».

Expliquez pourquoi elles ne peuvent pas être qualifiées de « propres ».

REPONSES

1) $E = P \times t = 50 \times 365 \times 2 \times 3600 = 1,3 \cdot 10^8 \text{ J}$ ou $E = 50 \times 2 \times 365 = 3,65 \cdot 10^4 \text{ Wh}$

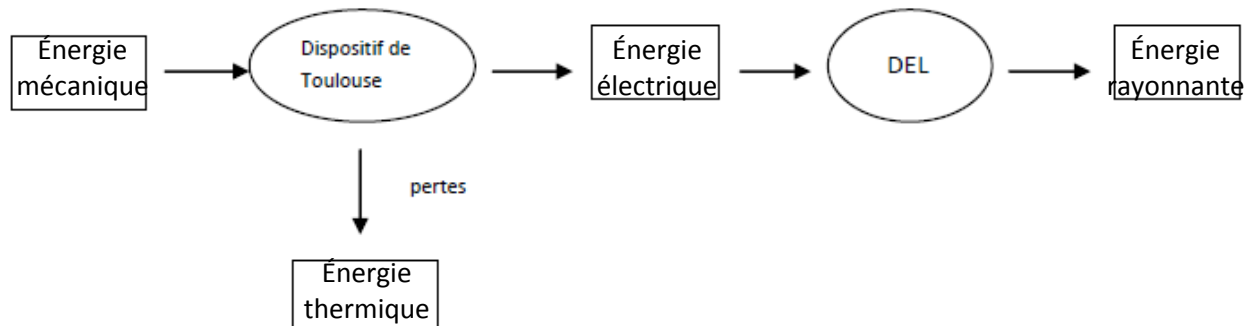
2) La limite de ce concept peut se définir en plusieurs points :

- 20 dalles pour un seul lampadaire : il faudrait multiplier les dalles pour alimenter une rue entière et modifier l'infrastructure du sous-sol d'où des travaux qui pourraient se révéler importants ;

- cette technique ne peut être utilisée dans des endroits qui ont besoin d'un éclairage permanent ;

- il faut aussi tenir compte de la durabilité du système dans le temps et de son entretien.

3)



4) C'est une source d'énergie propre car sa production de polluants est négligeable par rapport à d'autres énergies. Elle est renouvelable, car, à l'échelle humaine, il est possible de la renouveler assez rapidement pour qu'elle soit considérée comme inépuisable.

5) Parmi les sources non renouvelables, on trouve les énergies fossiles (gaz, charbon,...) et l'énergie nucléaire. Le problème des énergies fossiles est lié à leur combustion et donc à la production de dioxyde de carbone qui participe à l'effet de serre. Celui du nucléaire est lié à la sécurité des centrales et au retraitement des déchets nucléaires.

Exercice B

Document 1 : les gestes écologiques

Quelle ampoule choisir ?

Condamnées à l'extinction, les ampoules à filament sont peu à peu remplacées par les lampes fluocompactes (LFC). Toutes coûtent plus cher que la bonne vieille ampoule d'Edison (ampoule à filament), un surcoût compensé par une facture d'électricité allégée. En effet, une LFC de 13 W émet la même quantité de lumière (exprimée en lumens) qu'une ampoule à filament de 60 W.

L'institut national de la consommation (INC), qui a récemment testé 14 LFC, a montré que la moitié résiste moins de quatre ans quand elles sont allumées 10 fois par jour. Cependant, pour des allumages peu fréquents, les LFC durent plus longtemps. Même si elles ont progressé, les LFC accusent encore un léger retard à l'allumage, de quelques secondes à deux minutes selon les marques.

Piles jetables ou accumulateurs électrochimiques ?

Les accumulateurs actuels peuvent se recharger à tout moment (inutiles qu'ils soient vides), de 400 à 1000 fois et évitent ainsi l'achat de nombreuses piles jetables. En effet, pour fournir 1kW d'énergie sur dix ans, il faudrait environ 500 piles jetables contre une cinquantaine d'accumulateurs.
D'après "Ça m'intéresse", Mars 2012

Document 2 : l'énergie électrique

L'électricité est une forme d'énergie secondaire, car on doit d'abord la créer à partir d'une énergie primaire. Le procédé implique une perte d'énergie qui diffère suivant la méthode utilisée.

L'électricité une fois créée, ne peut pas être stockée contrairement à d'autres formes d'énergie. On ne peut pas conserver l'électricité dans un récipient comme le pétrole ou le bois !

Un accumulateur électrochimique est un moyen de stocker de l'énergie permettant une production facile et rapide d'électricité. Il met en jeu une réaction chimique.
D'après <http://www.eco-energie.ch>

Document 3 : répartition de la production totale brute d'électricité en France en 2010

Origine de la production d'électricité	Part de l'énergie (%)
Nucléaire	75,3
Thermique classique	11,0
Hydraulique	11,9
Eolienne	1,7
Photovoltaïque	0,1
Production totale nette	100,0

D'après <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>

QUESTIONS

1) À l'aide du document 1, donner un avantage et un inconvénient des lampes fluocompactes.

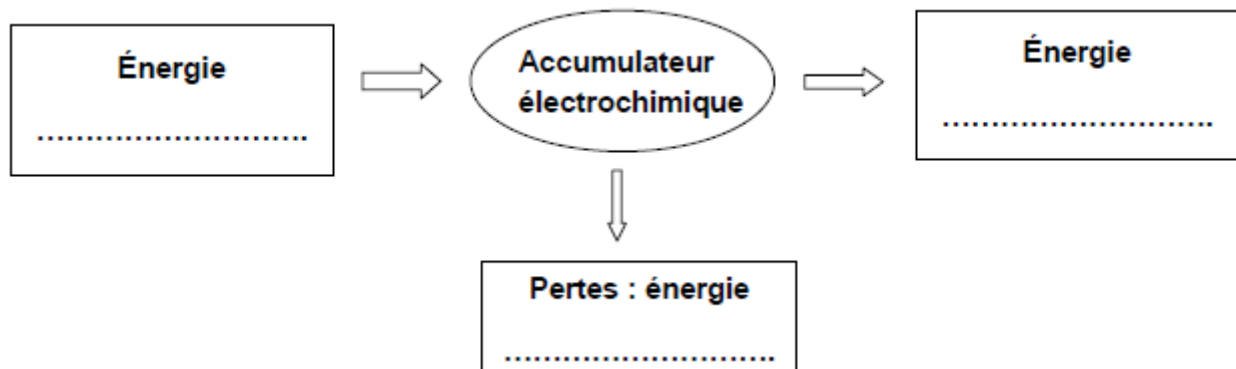
2) Pour une durée d'utilisation de 10 heures, l'énergie consommée par l'ampoule à filament citée dans le document 1 est de l'ordre de :

Cocher uniquement la réponse exacte

- 2 200 Wh
- 2 200 kJ
- 2 200 W
- 2 200 J

3) Dans le document 1, le journaliste écrit : « pour fournir 1 kW d'énergie sur dix ans, il faudrait environ 500 piles jetables contre une cinquantaine d'accumulateurs. » Le terme énergie n'est pas approprié. Expliquer et donner le terme correct.

4) Compléter la chaîne énergétique d'un accumulateur électrochimique.



5) À partir du document 3, le pourcentage d'énergie renouvelable dans la production brute d'électricité est de :

Cocher uniquement la réponse exacte

- 87,2 %
- 77,1 %
- 13,7 %
- 1,8 %

REPONSES

1) Les lampes fluocompactes sont chères à l'achat, présentent un allumage à retardement, durent moins longtemps que la durée affichée. En revanche, une lampe de 13 W émet la même quantité de lumière qu'une ampoule à filament de 60 W et donc offre une consommation électrique allégée.

2) 2 200 Wh

2 200 kJ

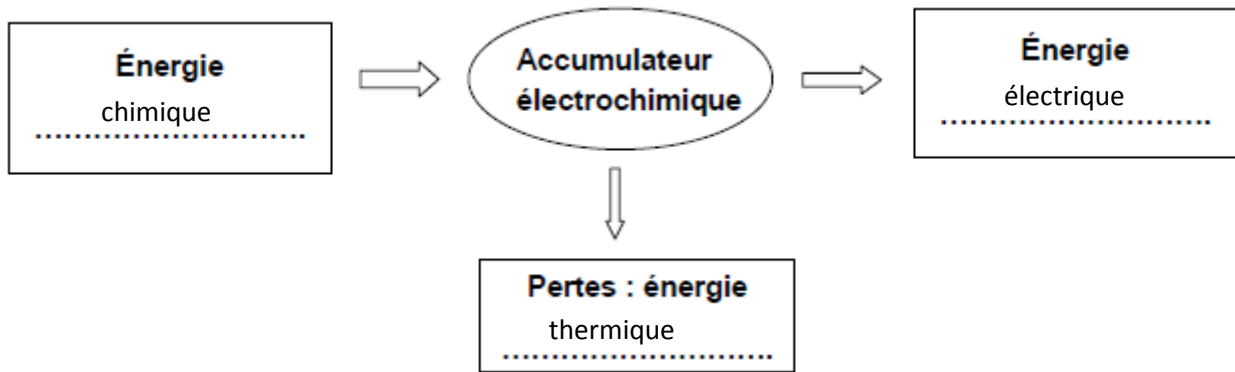
2 200 W

2 200 J

Justification : $E = P \times t = 60 \times 10 \times 3600 = 2\,160\,000 \text{ J} = 2\,200 \times 10^3 = 2\,200 \text{ kJ}$

3) Le terme énergie n'est pas approprié. Le kW est l'unité de puissance tandis que le Wh ou le J est une unité d'énergie

4) Compléter la chaîne énergétique d'un accumulateur électrochimique. (3)



Remarque : en charge, les énergies chimiques et électriques sont inversées sur le schéma donc, comme le comportement de l'accumulateur est réversible, les deux réponses étaient acceptables.

5) 87,2 %

77,1 %

13,7 %

1,8 %

Hydraulique + éolienne + photovoltaïque = 11,9 + 1,7 + 0,1 = 13,7 %

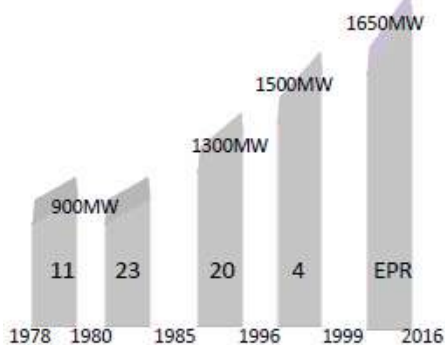
Exercice C

Après l'accident de Fukushima, en mars 2011, quelle place donner au nucléaire dans notre production d'énergie ?



58 réacteurs en activité

Nombre de réacteurs et capacité de production en fonction des années de mise en service



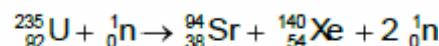
EPR : réacteur à eau sous pression

- Remplacer en 25 à 30 ans, la moitié des réacteurs ayant dépassé 40 ans, par un « mix » gaz / énergies renouvelables.
- Arrêter totalement le nucléaire. À quelle échéance ?

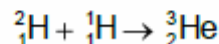
QUESTIONS

- 1) Quel type de réaction nucléaire est utilisé dans la centrale de Fessenheim ?
- 2) Un des principaux défis européens est la mise en service du réacteur ITER. Pourquoi utilise-t-on le terme de « défi » ?
- 3) On s'intéresse aux réactions de fission ci-contre. Cochez la (les) proposition(s) correspondant à une réaction de fission est (sont) :

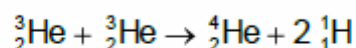
Réaction 1



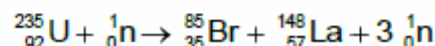
Réaction 2



Réaction 3



Réaction 4



- 4) On s'intéresse à la capacité de production de la centrale nucléaire « nouvelle génération » EPR. À partir du document, on peut déduire que la centrale nucléaire « nouvelle génération » EPR serait capable de fournir :

Cocher uniquement la proposition exacte

- une énergie électrique de 1650 MW
- une puissance électrique de 1650 MW.
- une énergie électrique de 1300 MW.
- une puissance électrique de 1300 MW.

- 5) On s'intéresse aux capacités de production des centrales et des réacteurs nucléaires. En exploitant le document, on peut déduire que :

Cocher uniquement la proposition exacte

- la capacité de production d'un réacteur de Fessenheim est de 900 MW et, en 2011, plus de la moitié des réacteurs nucléaires français dépassait une capacité de production de 900 MW.
- la capacité de production d'un réacteur de Fessenheim est de 1300 MW et, en 2011, plus de la moitié des réacteurs nucléaires français dépassait une capacité de production de 900 MW.
- la capacité de production d'un réacteur de Fessenheim est de 900 MW et, en 2011, plus de la moitié des réacteurs nucléaires français ne dépassait pas une capacité de production de 900 MW.
- la capacité de production d'un réacteur de Fessenheim est de 1300 MW et, en 2011, plus de la moitié des réacteurs nucléaires français ne dépassait pas une capacité de production de 900 MW.

- 6) Pour assurer l'approvisionnement énergétique en toute sécurité, d'autres options peuvent être aussi choisies, notamment augmenter la part des énergies renouvelables.

Donner 2 exemples d'énergies renouvelables en justifiant le terme « renouvelable ».

- À court terme. Fermer les centrales ou renforcer leur sécurité, selon des recommandations de l'ASN.

- À moyen terme. 22 réacteurs (dont Fessenheim) auront 40 ans avant 2022. Faut-il les fermer ou prolonger leur vie jusqu'à 60 ans ? Selon EDF, la prolongation coûterait de 680 à 860 millions d'euros par réacteur, alors que l'arrêt et le remplacement par un réacteur de nouvelle génération d'Avera coûteraient environ cinq milliards d'euros.

- À long terme. À partir de quand et à quel rythme démanteler ? Selon la cours des comptes, le coût moyen serait de 317 millions d'euros par réacteur, mais nombre d'incertitudes demeurent.

Les principaux défis

- **EPR** : stop ou encore ? La mise en service prévue en 2012 est reportée en 2016. Le coût passant de 3,3 à 6 milliards d'euros.
- **ITER** : contrôler la fusion ? Le réacteur ITER vise une réaction de fusion nucléaire (deux noyaux légers fusionnant pour donner un noyau plus lourd en dégageant beaucoup d'énergie) quand les centrales actuelles exploitent la fission (en cassant un noyau lourd pour en obtenir deux plus légers)
- **Gérer déchets et contestation** : 28,4 milliards d'euros, c'est le coût futur de la gestion des déchets, un montant amené à augmenter, selon la cour des Comptes.

Les options

- Maintenir la durée de vie à 40 ans et développer des réacteurs de 3^e et 4^e générations.
- Porter la durée de vie des réacteurs à 60 ans

REPONSES

1) La réaction nucléaire est une fission.

2) Dans le réacteur ITER, ce n'est pas la fission mais la fusion nucléaire qui est utilisée. Or cette réaction, la même que celle qui a lieu dans le soleil à chaque est une réaction qui est encore en test pour être contrôlée à grande échelle. De plus, le budget du projet a explosé alors que ce dernier n'est pas encore réalisé, d'où le terme de défi, car le résultat n'est absolument pas acquis.

3) Les réaction de fission sont les 1 et 4 (avec l'uranium).

4) EPR serait capable de fournir :

une énergie électrique de 1650 MW

une puissance électrique de 1650 MW.

une énergie électrique de 1300 MW.

une puissance électrique de 1300 MW.

5) On s'intéresse aux capacités de production des centrales et des réacteurs nucléaires. En exploitant le document, on peut déduire que :

Cocher uniquement la proposition exacte

la capacité de production d'un réacteur de Fessenheim est de 900 MW et, en 2011, plus de la moitié des réacteurs nucléaires français dépassait une capacité de production de 900 MW.

la capacité de production d'un réacteur de Fessenheim est de 1300 MW et, en 2011, plus de la moitié des réacteurs nucléaires français dépassait une capacité de production de 900 MW.

la capacité de production d'un réacteur de Fessenheim est de 900 MW et, en 2011, plus de la moitié des réacteurs nucléaires français ne dépassait pas une capacité de production de 900 MW.

la capacité de production d'un réacteur de Fessenheim est de 1300 MW et, en 2011, plus de la moitié des réacteurs nucléaires français ne dépassait pas une capacité de production de 900 MW.

Justification : Fessenheim aura 40 avant 2022 donc il date du début des années 80 donc une puissance de 900 W.

Il y a $11 + 23 = 34$ réacteurs de 900 W sur $34 + 20 + 4 = 48$ soit plus de la moitié.

6) Une énergie est renouvelable, car, à l'échelle humaine, il est possible de la renouveler assez rapidement pour qu'elle soit considérée comme inépuisable. Exemple : hydraulique, éolienne, solaire.

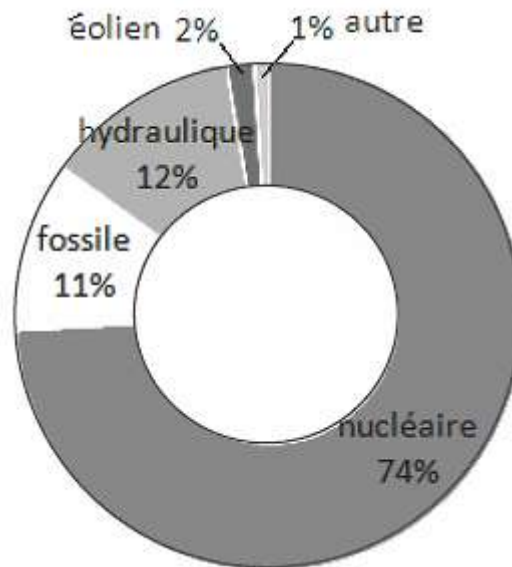
Exercice D

Document 1 : Durée de fonctionnement nécessaire de différents appareils pour consommer une énergie de 1 kilowattheure.

Appareil	Durée de fonctionnement (h)
Lampe halogène	2h
Lampe basse consommation	49h
Congélateur	48h
Four à micro-ondes	1h15
Climatiseur	1h
Télévision	4h
Console de jeu	24h

Source : Informations générales du site Internet d'EDF (Electricité De France)

Document 2 : Production d'électricité en France en 2010



Source : Rapport du Réseau de Transport d'Electricité, 2010.

QUESTIONS

1) Le wattheure (Wh) correspond à la quantité d'énergie produite en une heure par une machine de 1 watt. Exprimer en joule (J) l'équivalence de 1 wattheure (Wh).

2) a. D'après le **document 1**, préciser l'appareil qui a la puissance la plus élevée :

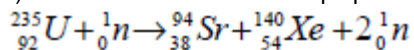
- Proposition 1 : Lampe basse consommation
- Proposition 2 : Four à micro-ondes
- Proposition 3 : Climatiseur
- Proposition 4 : Lampe halogène

2) b. Un ensemble de sept lampes basse consommation allumées simultanément a consommé une énergie de 1 kWh. En vous aidant du **document 1**, déterminer la durée d'éclairage des sept lampes.

3) D'après le **document 2**, en France, la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable est de :

- Proposition 1 : 14 %.
- Proposition 2 : 26 %.
- Proposition 3 : 85 %.
- Proposition 4 : 2 %.

4) La réaction utilisée dans la plupart des centrales électriques françaises peut être décrite par l'équation suivante :



a. Cette réaction est :

- Proposition 1 : une fusion nucléaire
- Proposition 2 : une combustion
- Proposition 3 : un changement d'état
- Proposition 4 : une fission nucléaire

b. Dans la nature, coexistent l'uranium 238 (${}_{92}^{238}\text{U}$) et l'uranium 235 (${}_{92}^{235}\text{U}$). Déterminer le nombre de protons et le nombre de neutrons dans un noyau d'uranium 238 et dans un noyau d'uranium 235.

REPONSES

1) $E = P \times t = 1 \text{ W} \times 1 \text{ h} = 1 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ J}$

2) a. Puissance la plus élevée :

Proposition 1 : Lampe basse consommation

Proposition 2 : Four à micro-ondes

Proposition 3 : Climatiseur

Proposition 4 : Lampe halogène

Justification : c'est l'appareil qui consomme le plus car c'est lui qui met le moins de temps à consommer 1 kWh.

2) b. Une lampe basse consommation consomme 1 kWh en 49 h. Or, si 7 lampes consomment la même énergie ensemble, la durée sera donc : $49 / 7 = 7 \text{ h}$ pour consommer ensemble 1 kWh.

3) D'après le **document 2**, en France, la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable est de :

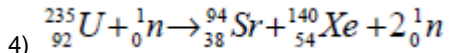
Proposition 1 : 14 %.

Proposition 2 : 26 %.

Proposition 3 : 85 %.

Proposition 4 : 2 %.

Justification : hydraulique + éolien : $12 + 2 = 14 \%$



a. Cette réaction est :

Proposition 1 : une fusion nucléaire

Proposition 2 : une combustion

Proposition 3 : un changement d'état

Proposition 4 : une fission nucléaire

b. L'uranium contient 92 protons et, pour le 238, $238 - 92 = 146$ neutrons tandis que, pour le 235, $235 - 92 = 143$ neutrons.

Exercice E

Document : le premier train solaire roule en Belgique

À bord, rien ne le distingue d'un autre convoi. Mais à l'extérieur, ce sont des wagons d'un genre nouveau, seulement alimentés par les rayons du soleil et non à l'électricité issue des centrales nucléaires ou au gaz. Pour la première fois, lundi 6 juin, ce "train vert" a roulé en Europe, sur 25 km, près d'Anvers, dans le nord de la Belgique. La raison de cet exploit : 16 000 panneaux photovoltaïques installés sur le toit du tunnel ferroviaire, de 3,4 km de long, de la ligne à grande vitesse qui relie Anvers à Amsterdam. Depuis, tous les trains effectuant la traversée d'Anvers circulent grâce à l'électricité produite localement.

Au départ, le tunnel, construit dans une réserve naturelle, avait un tout autre objectif écologique : éviter d'abattre des arbres protégés dont la chute aurait pu interrompre le trafic. Plus tard, ces dalles sont apparues idéales pour accueillir des panneaux solaires. D'une surface de 50 000 mètres carrés, soit environ 8 terrains de football, elles peuvent produire 12 MWh par jour.

"Pour les entreprises ferroviaires, les panneaux solaires sont le meilleur moyen pour réduire l'empreinte carbone des trains. Vous pouvez par ailleurs utiliser des espaces qui n'ont pas d'autre valeur économique et les projets peuvent être livrés en moins d'un an dans la mesure où l'énergie solaire est moins critiquée que l'éolien", déclare dans les colonnes du Guardian Bart Van Renterghem, un autre responsable d'Enfinity.

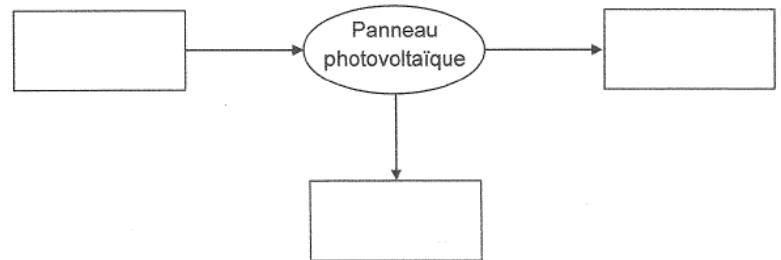
L'électricité produite par le "tunnel du soleil" en un an ne correspondra toutefois qu'à celle consommée par l'ensemble des trains belges en un jour. Mais pour les concepteurs du projet, davantage de surfaces comme les toits de gares ou de hangars et les nombreux terrains vagues qui jouxtent les voies, pourraient être utilisées afin d'installer des panneaux.

D'après: <http://ecologie.blog.lemonde.fr>

QUESTIONS

À l'aide des documents et de vos connaissances, répondez aux questions suivantes :

- 1) Donnez la signification en toutes lettres du symbole MWh utilisé dans le document et précisez à quelle grandeur il fait référence.
- 2) Calculez la puissance moyenne des panneaux solaires installés sur le tunnel.
- 3) Identifiez deux sources d'énergie renouvelable et deux sources d'énergie non renouvelable citées dans le document.
- 4) Expliquez et commentez la phrase «les panneaux solaires sont le meilleur moyen pour réduire l'empreinte carbone des trains ».
- 5) La chaîne énergétique d'un panneau photovoltaïque est schématisée par :



Complétez cette chaîne par les **formes d'énergie**.

REPONSES

- 1) MWh représente le mégawattheure qui est l'unité de l'énergie.
- 2) $P = E / t = 12 \cdot 10^6 / 24 = 500\,000 \text{ W}$
- 3) Deux sources d'énergie renouvelable : solaire, éolien.
Deux sources d'énergie non renouvelable : nucléaire, gaz.
- 4) L'empreinte carbone fait référence au dioxyde de carbone émis par les centrales thermiques fournissant l'électricité alimentant les trains belges. De fait, fournir cette énergie grâce à des panneaux solaires va limiter la libération de CO₂ dans l'atmosphère et donc diminuer l'impact ou empreinte de ce carbone sur Terre.
Remarque : empreinte carbone : elle correspond au volume de dioxyde de carbone (CO₂) émis par combustion d'énergies fossiles, par les entreprises ou les êtres vivants.
- 5)

