

Première partie

Représentation visuelle

- 1 L'œil et la vision
- 2 De l'œil au cerveau
- 3 Couleurs et arts

Deuxième partie

Nourrir l'humanité

- 4 Vers une agriculture durable au niveau de la planète
- 5 Qualité des sols et de l'eau
- 6 Qualité des aliments : le contenu de nos assiettes

Troisième partie

Le défi énergétique

7 Besoins et ressources énergétiques

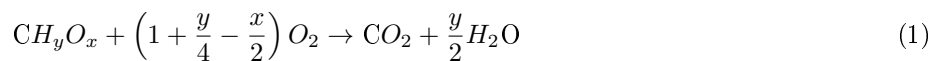
7.1 Acquis

Le pétrole provient de la fossilisation de la matière organique végétale (sur plusieurs millions d'années).

L'électricité peut être produite grâce aux ressources énergétiques suivantes : charbon, hydrocarbures, uranium, chute d'eau, fleuve, marées, vent, rayonnement du soleil, systèmes chimiques (piles).

Les lampes consomment de l'énergie électrique : elles contiennent une résistance qui transforme cette énergie en rayonnement dans le domaine du visible.

Un combustible est une matière capable de brûler au contact de l'oxygène (en présence d'énergie) en produisant de la chaleur. La réaction du combustible avec l'oxygène s'appelle la combustion. L'équation de cette réaction s'écrit :



Les produits résultant d'une combustion correcte sont donc le dioxyde de carbone CO_2 et l'eau (vapeur) H_2O .

7.2 L'énergie et la puissance

L'énergie (E) est la propriété qui doit être fournie à un système afin de produire du travail sur celui-ci ou de le chauffer. Ce transfert dure un certain intervalle de temps (t).

La puissance (P) est l'énergie fournie à un système par unité de temps. Autrement dit, la puissance est le taux avec lequel de l'énergie est fournie à un système.

$$E = P \times t \quad (2)$$

L'énergie est exprimée en joules (J) ou en kilowatts.heure (kWh) dans le cas de la puissance électrique.

La puissance est exprimée en watts (W). Le watt est équivalent au joule par seconde ($W=J/s$).

Pour convertir une énergie exprimée en kWh en J, il faut multiplier par 1000 (« Wh ») puis multiplier par 3600 (il y a 3600 secondes dans une heure). Au total, il faut donc multiplier par 3600000 ou 3.6×10^6 .

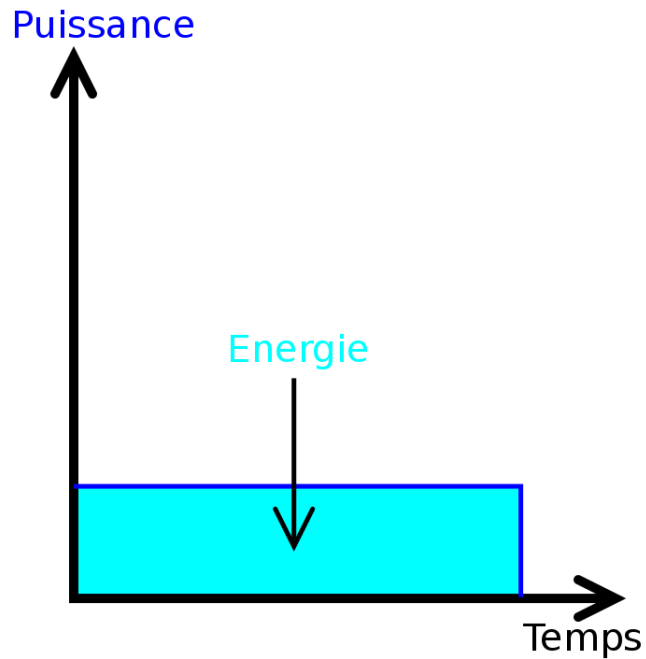
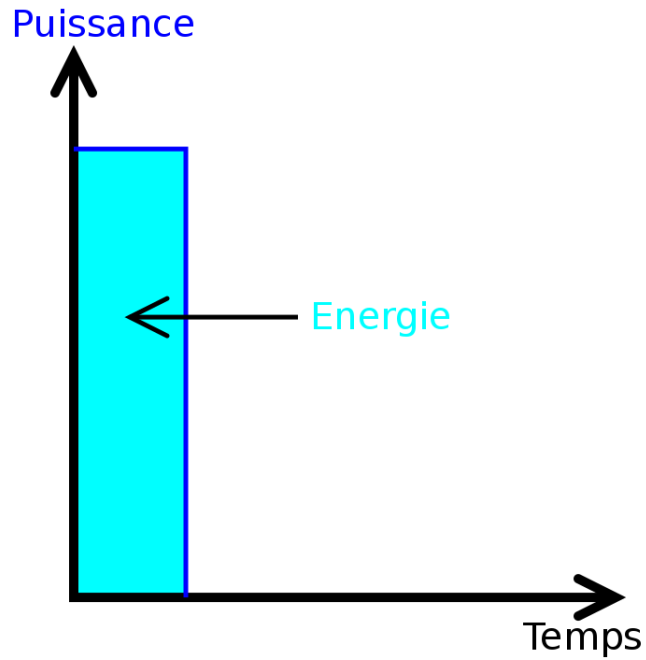
Inversement, pour convertir une énergie exprimée en J en kWh, il faut diviser par 3600000 ou 3.6×10^6 .

Pour calculer une énergie en J à l'aide de $E = P \times t$, P doit être en W et t en s.

Pour calculer une énergie en kWh à l'aide de $E = P \times t$, P doit être en kW et t en h.

L'unité utile pour exprimer la consommation d'énergie finale est la tonne équivalent pétrole (tep). Elle correspond à l'énergie résultant de la combustion d'une tonne de pétrole. On a : 1 tep=11620 kWh. Pour convertir une quantité d'énergie exprimée en tep en kWh, il faut donc multiplier par 11620. Inversement, pour convertir une quantité d'énergie exprimée en kWh en tep, il faut diviser par 11620.

Sur les deux images suivantes, la quantité d'énergie consommée (ou produite) est la même. Mais cette énergie est consommée (ou produite) en peu de temps sur la première image (forte puissance) et en beaucoup de temps sur la deuxième image (faible puissance).



7.3 Les réactions nucléaires

Les réactions nucléaires sont des réactions impliquant la transformation du noyau atomique (contrairement aux réactions chimiques dans lesquelles ces derniers ne sont pas modifiés). Il en existe deux type : la fusion et la fission nucléaire.

7.3.1 La fusion nucléaire

Dans ce cas, deux noyaux atomiques fusionnent en un seul, donnant naissance à un nouvel élément. Les noyaux atomiques se repoussent, mais à très haute température (des dizaines ou centaines de degrés Kelvin), l'agitation thermique des atomes et des molécules est telle que cette répulsivité peut être surmontée. Certains noyaux peuvent alors fusionner dans des réactions exothermiques.

La fusion nucléaire se produit dans le cœur du Soleil, et plus généralement dans le cœur des étoiles. Le Soleil ne fait actuellement que transformer de l'hydrogène en hélium. Ensuite, il transformera cet hélium en carbone (et un peu en oxygène), mais sera trop froid pour déclencher les fusions nucléaires qui suivent. En revanche, les étoiles bien plus massives que le Soleil deviennent suffisamment chaudes pour déclencher ces dernières. En fait, tous les éléments existant dans l'Univers (en dehors de l'hydrogène et de l'hélium) ont été produits dans le cœur des étoiles par fusion nucléaire. Tout ce que nous voyons, et nous-mêmes, sommes le produit de ces réactions. L'équation de fusion du deutérium et du tritium en hélium s'écrit :

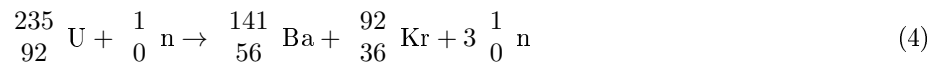


Cette réaction, qui libère de la chaleur, réchauffe le Soleil. En même temps, le Soleil perd de la chaleur par rayonnement (infrarouge, visible, ultraviolet...), comme tout corps dont la température est supérieure à 0 K (mais plus un corps est froid, plus il émet pour des longueurs d'onde élevées). Une partie de ce rayonnement nous parvient.

7.3.2 La fission nucléaire

Dans ce cas, un noyau atomique est divisé en deux noyaux distincts, donnant naissance à deux nouveaux éléments.

La fission nucléaire est utilisée dans les centrales nucléaires actuelles, où les noyaux fissiles d'uranium 235, bombardés par des neutrons, donnent naissance à du baryum 141, du krypton 92 et de nouveaux neutrons. Cette réaction libère de l'énergie (chaleur), que l'on peut en partie récupérer et transformer. Il s'agit d'une réaction en chaîne : les neutrons libérés lors de la réaction peuvent à leur tour provoquer de nouvelles fissions.



7.4 Les agrocarburants et la distillation

Les agrocarburants (biodiesel et bioéthanol) sont renouvelables, contrairement aux carburants traditionnels. Le biodiesel est produit à partir d'huiles végétales (huile de colza...). Le bioéthanol de première génération à partir de cultures (betterave, blé, maïs; canne à sucre). Les agrocarburants émettent beaucoup moins de CO_2 que les carburants traditionnels. En revanche, des surfaces agricoles doivent leur être consacrées, ce qui contribue à faire monter le prix des denrées alimentaires (ce n'est plus le cas des agrocarburants de deuxième et troisième génération). Les produits agricoles récoltés doivent d'abord fermenter (pour faire apparaître les produits utilisables comme carburants, comme le pentane), puis on procède à une distillation (pour séparer ces produits des autres). Enfin, la déshydratation du liquide obtenu permet de faire augmenter la concentration du produit carburant.

La distillation permet de séparer les différents constituants d'un mélange liquide. Au commencement par chauffer le mélange. Le composé le plus volatil (celui dont la température d'ébullition est la plus basse) s'évapore en premier. Il est alors canalisé dans la colonne de distillation, en haut de laquelle la température est mesurée. Cette température reste constante tant que le premier composé n'a pas fini de s'évaporer. Un système de refroidissement permet de liquéfier ce composé, qui est alors récupéré dans un erlenmeyer. Quand la température en haut de la colonne de distillation augmente, le premier composé a fini de s'évaporer, et c'est au tour du second composé le plus volatil. Il faut retirer le premier erlenmeyer et en placer un second afin de récupérer cet autre composé. Quand il a lui aussi fini de s'évaporer, la température augmente à nouveau, et il faut de nouveau changer d'erlenmeyer. Ainsi de suite. À la fin, chaque erlenmeyer contient un des composés qui se trouvait dans le mélange d'origine.

[schéma distillation]

8 Conversions et gestion de l'énergie

8.1 Acquis

La dynamo d'un vélo est une petite turbine qui transforme l'énergie mécanique fournie par le cycliste en énergie électrique.

L'eau stockée dans un barrage passe ensuite par une chute d'eau (accélération) en bas de laquelle elle entraîne une turbine. Cette turbine fait fonctionner l'alternateur auquel elle est reliée. Cet alternateur produit un courant alternatif. Un transformateur élève la tension du courant électrique produit afin de pouvoir le transporter dans des lignes à haute et très haute tension (moins de pertes).

Dans une centrale thermoélectrique, de l'eau liquide est chauffée à partir de la combustion d'une énergie fossile ou de la chaleur libérée par une réaction de fission nucléaire. L'eau passe de l'état liquide à l'état vapeur, ce qui s'accompagne d'une augmentation de la pression dans la phase gazeuse. La vapeur est ensuite admise dans un conduit où sa détente provoque la rotation d'une turbine. Un alternateur transforme cette énergie mécanique en énergie électrique. De même, dans une cocotte minute, la vaporisation de l'eau liquide provoque une augmentation de la pression. Au-dessus de la soupape de sécurité, la vapeur d'eau sort à grande vitesse (à cause de la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur de la cocotte) et subit une détente. Si l'on place un moulin en-dessus de la soupape de sécurité, la roue de celui-ci est mise en rotation par le flux de vapeur d'eau.

Une pile contient deux substances (une à chaque borne) dont l'une peut céder facilement des électrons, et l'autre peut facilement en absorber. Ces deux substances sont séparées par une matière conductrice qui interdit la circulation de ces substances mais permet le transfert d'électrons de l'une à l'autre lors de la réaction d'oxydo-réduction. À cause de ce transfert, une des bornes de la pile se charge positivement, tandis que l'autre se charge négativement : on a alors un générateur de courant. Il est possible de construire une petite pile avec des pommes : cette fois-ci, deux métaux (un oxydant et un réducteur) jouent les rôles des deux substances de la pile classique. La pomme constitue le matériau conducteur qui sépare les deux substances. Une tension apparaît entre la borne non reliée de la première pomme (constituée par le premier métal) et celle (constituée par le second métal) de la dernière pomme.

8.2 Les conversions de l'énergie

Comme nous l'avons vu, les formes d'énergie primaire doivent être transformées en d'autres formes d'énergie avant de pouvoir être utilisées. Parfois, pour des raisons pratiques, cette transformation s'effectue en plusieurs étapes (transformation en plusieurs formes d'énergie successives). À chaque fois, un agent de transformation (un procédé ou une technologie) est utilisé pour réaliser cette transformation. La chaîne énergétique associée à un système est une représentation des transformations successives de l'énergie qui y sont effectuées. Chaque forme d'énergie (primaire, intermédiaire, finale) est représentée par une boîte, tandis que chaque agent de transformation est représenté par une flèche. Le tableau suivant donne quelle forme d'énergie peut être transformée en quelle autre forme d'énergie, et quel agent de transformation est utilisé pour cette transformation.

Exemples de ressources énergétiques	Énergies de départ	Exemples d'agents de transformation	Énergies d'arrivée
bois, charbon, hydrocarbures, réactifs d'une pile	chimique	combustion	thermique
		pile	électrique
uranium	nucléaire	réacteur	thermique
chûte d'eau, rivière, marées	hydraulique	turbine	mécanique
vent	éolienne	turbine	mécanique
rayonnement du Soleil	solaire	panneaux photovoltaïques	électrique
		photosynthèse	chimique
		capteur thermique	thermique
sol ou source profonde	géothermique	centrale géothermale	thermique
		thermique	turbine
	mécanique	alternateur	électrique
		pompe	hydraulique
		frottement, choc	thermique
	électrique	moteur	mécanique
		électrolyse	chimique

Chaque transformation de l'énergie est accompagnée de pertes. Le rendement R d'une transformation d'énergie ou d'un système de transformation de l'énergie est le rapport entre la quantité d'énergie transformée et l'énergie initiale qu'il a fallu fournir pour l'obtenir :

$$R = \frac{E_{\text{transformée}}}{E_{\text{fournie}}} \quad (5)$$

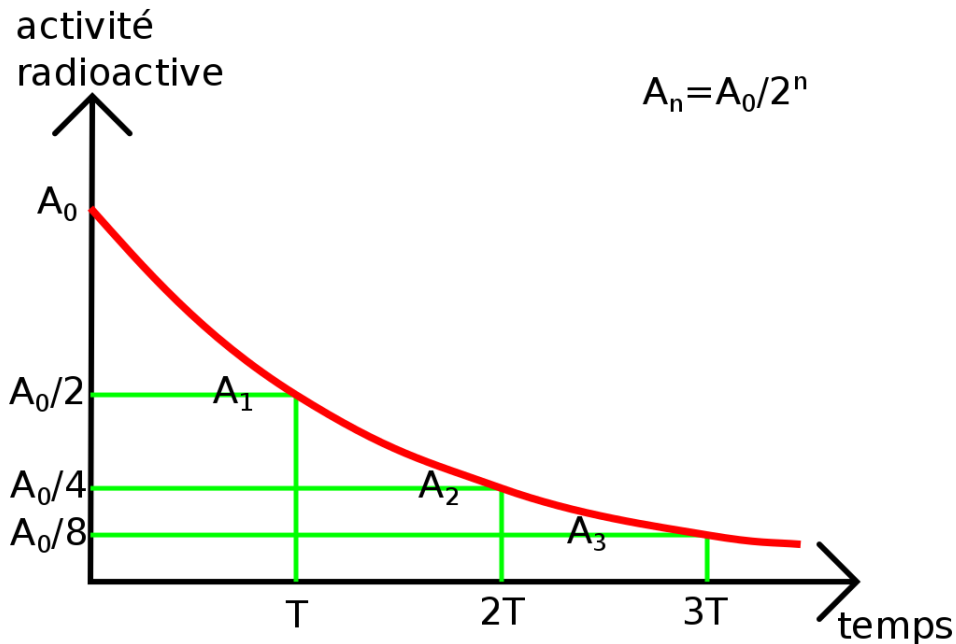
La conversion de l'énergie thermique en une autre forme d'énergie (par exemple électrique) s'effectue avec un très mauvais rendement.

8.3 Transport et stockage de l'énergie

Les ressources énergétiques ne se trouvent pas nécessairement à l'endroit où l'énergie doit être consommée. De plus, aussi bien la production que la consommation d'énergie sont variables. En conséquence, l'énergie doit être transportée et stockée. Le transport de l'énergie s'effectue soit directement (pétroliers ou tankers pour le pétrole, gazoducs...), soit au moyen de l'électricité (lignes à haute tension). Le stockage de l'énergie peut se faire sous forme d'énergie chimique (accumulateurs électrochimiques, piles à combustible). Le bois, le charbon, le pétrole et le gaz sont stockés directement. De l'énergie hydraulique peut être stockée en pompant l'eau d'un bassin inférieur vers un bassin supérieur, ou en diminuant le débit au niveau d'un barrage de forte ou de moyenne chute. L'énergie électrique ne peut être stockée directement (sauf dans un condensateur), et comme les possibilités de la stocker sous une autre forme sont limitées, la plus grande partie de l'électricité produite est soit consommée instantanément soit perdue : il faut ajuster sa production à la demande.

8.4 Les déchets radioactifs

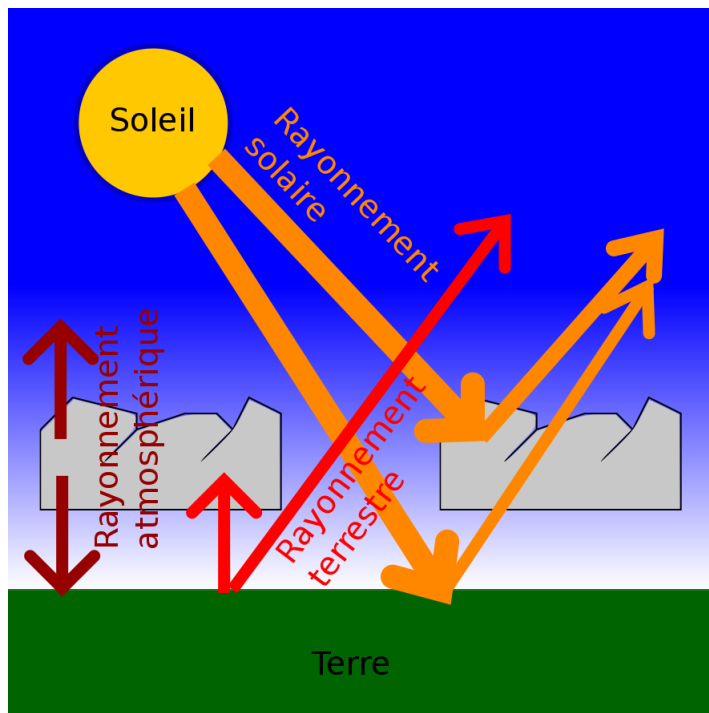
Une substance radioactive produite au cours d'une réaction nucléaire industrielle pour laquelle aucun usage n'est prévu est un déchet radioactif. Un noyau atomique est radioactif s'il se désintègre spontanément en un autre noyau en émettant une particule : α (atome d'hélium, arrêtée par une feuille de papier), β (électron ou positron, arrêtée par une feuille d'aluminium) ou γ (photon, autrement dit rayonnement électromagnétique, la plus dangereuse). L'activité d'un échantillon de matière radioactive est définie par le nombre de désintégrations qui s'y produisent en une seconde, elle est exprimée en becquerel (Bq). La demi-vie τ d'une substance radioactive est le temps au bout duquel l'activité d'un échantillon de cette substance est divisée par deux.



La fission nucléaire pratiquée dans les centrales nucléaires actuelles génère des déchets nucléaires. Leur retraitement permet d'en tirer encore de l'uranium. Des recherches sont en cours pour l'enfouissement des déchets ultimes dans des couches argileuses profondes.

8.5 L'effet de serre et son renforcement

Comme mentionné précédemment, tout corps dont la température est supérieure à 0 K émet un rayonnement, dont l'intensité et le domaine de longueur d'onde dépend de la température de sa surface. Ainsi, le rayonnement solaire contient des UV, de la lumière et de l'infrarouge. Le rayonnement émis par la Terre se situe dans le domaine de l'infrarouge. Il en va de même du rayonnement émis par l'atmosphère, qui se produit pour des valeurs de longueur d'ondes encore plus élevées que le rayonnement terrestre, parce que l'atmosphère est en moyenne plus froide que la surface de la Terre. L'atmosphère et la Terre absorbent une partie du rayonnement solaire (réchauffement) et en réfléchissent une autre partie. Une partie du rayonnement terrestre est absorbée par l'atmosphère (par les gaz à effet de serre), réchauffe l'atmosphère, qui émet en retour un rayonnement plus important dont à peu près la moitié est dirigé vers la Terre et la réchauffe : ce phénomène appelé « effet de serre » permet à la surface de la Terre de maintenir une température de surface supérieure de 33 degrés par rapport à ce qu'elle serait sans cela.



La combustion des énergies fossiles émet du dioxyde de carbone (voir équation 1) qui est un gaz à effet de serre. Les activités humaines émettent aussi du méthane et de l'ozone, qui sont également des gaz à effet de serre. Ces gaz sont naturellement présents dans l'atmosphère, mais leur concentration augmente en raison des activités humaines. À cause de cette hausse, le phénomène de l'effet de serre se renforce, et la température de surface augmente anormalement.

Bibliographie

Sciences 1re L, ES - SVT Physique-Chimie. Auteurs (partie physique-chimie) : Xavier Bataille, Julien Brebion, Frederik Brunel, Ludivine Hélot, Sylvain Leclerc, Alain Le Rille, Freddy Minc, Katia Riché et Sophie Schigand. Éditeur : Belin Éducation. Date de parution : 21/04/2011.