



Objectif : Décrire des exemples de chaînes de transformations énergétiques permettant d'obtenir de l'énergie électrique à partir de différentes ressources primaires d'énergie.

Document 1 :

Il est facile de produire de l'énergie électrique en utilisant l'énergie libérée par la combustion de ressources primaires fossiles (charbon, gaz, pétrole). Ces modes de production ont l'inconvénient de libérer dans l'atmosphère de grande quantité de dioxyde de carbone.

Cependant, il est possible de produire de l'énergie électrique sans combustion. L'intérêt de ces modes de production d'énergie électrique sans combustion est évidemment de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Il existe trois modes de production d'énergie électrique sans combustion :

- par conversion d'énergie mécanique (en utilisant des alternateurs)
- par conversion d'énergie chimique (en utilisant des piles ou des batteries)
- par conversion d'énergie radiative (en utilisant des panneaux photovoltaïques)

Document 2 : Production d'énergie électrique par conversion d'énergie chimique

Etude du fonctionnement d'une batterie lithium – ion d'un vélo à assistance électrique (VAE)

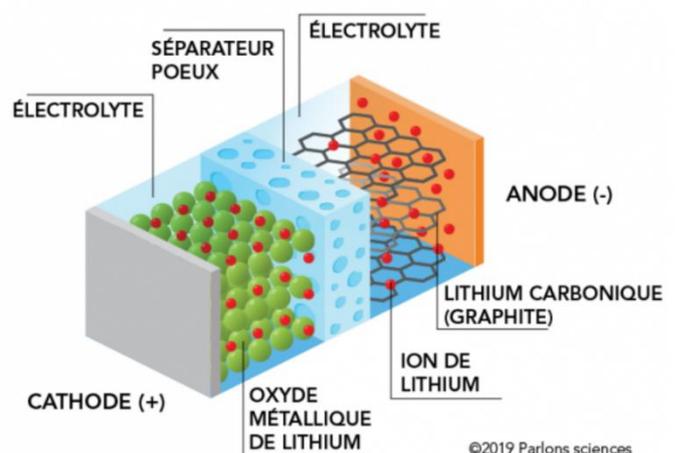


Constitution de la batterie lithium - ion :

Sous sa forme métallique pure, le lithium est extrêmement réactif. Le lithium pur n'est donc pas utilisé dans les batteries lithium-ion.

La cathode contient du dioxyde de cobalt et de lithium (LiCoO_2). C'est cet oxyde qui fournit les ions de lithium.

Quant à l'anode, elle contient du lithium carbonique (LiC_6).





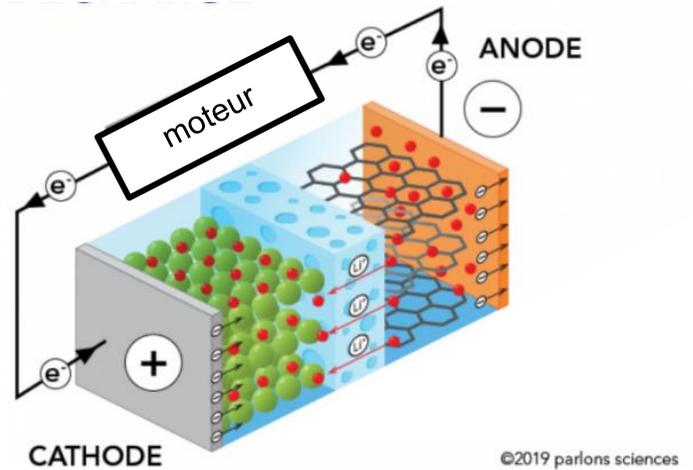
Fonctionnement de la batterie en tant que générateur électrique :

Petit rappel :

Dans un conducteur métallique, un courant électrique est un déplacement d'électrons.

La batterie du vélo fonctionne donc en générateur électrique lorsqu'elle crée un déplacement d'électrons, autrement dit lorsqu'elle crée un courant électrique qui alimente le moteur du vélo.

Dans ce cas, la batterie se décharge au cours de son fonctionnement.



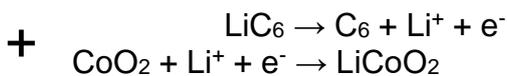
A l'anode, le lithium carbonique (LiC_6) se transforme en graphite (C_6) et en ions de lithium. Cette transformation libère un électron dans le circuit électrique.

Cela donne la demi-réaction suivante : $\text{LiC}_6 \rightarrow \text{C}_6 + \text{Li}^+ + \text{e}^-$
Il s'agit d'une oxydation car le réactif LiC_6 libère un électron (e^- est un produit de la réaction).

A la cathode, l'oxyde de cobalt (CoO_2) avec un ion de lithium et un électron se transforme en oxyde de lithium et de cobalt (LiCoO_2).

Cela donne la demi-réaction suivante : $\text{CoO}_2 + \text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{LiCoO}_2$
Il s'agit d'une réduction car le réactif Li^+ capte un électron (e^- est un réactif de la réaction).

La réaction complète s'écrit en faisant la somme des deux demi-réactions précédentes :



Après simplification, on aura : $\text{LiC}_6 + \text{CoO}_2 \rightarrow \text{C}_6 + \text{LiCoO}_2$

Question 1 :

Dans le circuit électrique, lorsque la batterie alimente le moteur du vélo, dans quel sens se déplace les électrons e^- ?

Question 2 :

Dans la batterie, lorsqu'elle alimente le moteur du vélo, dans quel sens se déplace les ions lithium Li^+ ?

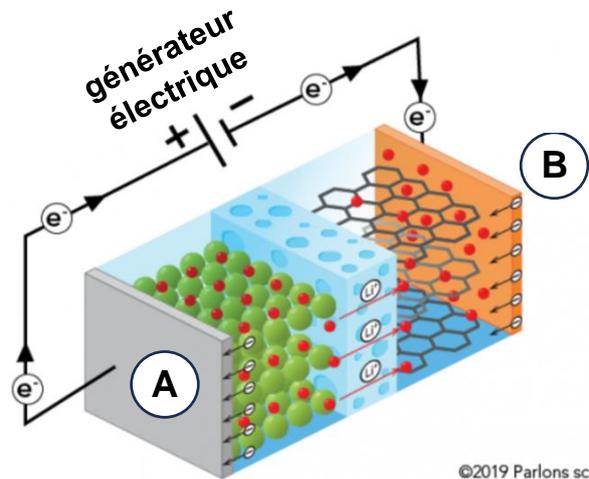


Fonctionnement de la batterie en tant que récepteur électrique :

Lorsque l'on branche un générateur électrique aux bornes de la batterie, la batterie fonctionne alors en récepteur électrique.

Dans ce cas, la batterie se recharge au cours de son fonctionnement.

Lors de cette recharge, les électrons et les ions lithium circulent dans le sens opposé à celui qu'ils avaient lorsque la batterie alimentait le moteur du vélo.



Question 3 :

Ecrire l'équation chimique qui a lieu à la borne **A** de la batterie sur le schéma ci-dessus. La borne **A** est la borne de la batterie reliée au pôle + du générateur lorsque ce générateur recharge la batterie.

Question 4 :

Ecrire l'équation chimique qui a lieu à la borne **B** de la batterie sur le schéma ci-dessus. La borne **B** est la borne de la batterie reliée au pôle - du générateur lorsque ce générateur recharge la batterie.

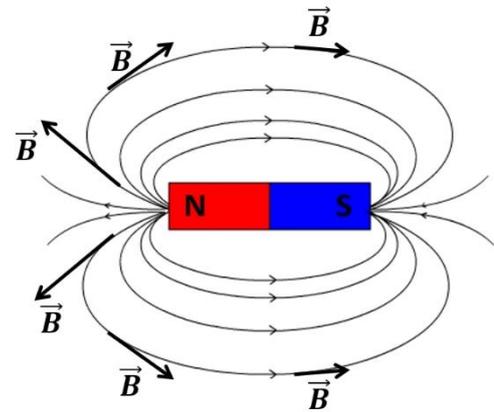
Question 5 :

Expliquer très brièvement pourquoi, sur le schéma ci-dessus, le générateur permet de recharger la batterie.



Document 3 : l'induction électromagnétique

Dans la Grèce Antique, il avait été observé par un berger du nom de Magnes qu'un matériau, la magnétite, attirait le fer. Ce berger vivait dans la cité de Magnésie. Ce nom a plus tard formé le mot magnétisme. Les premières applications du magnétisme concernent la boussole, inventée par les Chinois.



Représentation des lignes de champ magnétique créées par un aimant



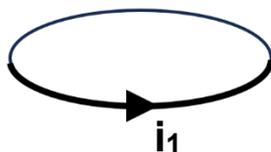
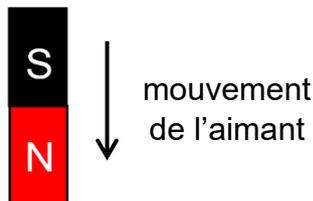
Michael Faraday
(1791 – 1867)

En 1831, Michael Faraday montre qu'il est possible de créer un déplacement d'électrons (donc un courant électrique) dans une spire métallique lorsque l'on déplace un aimant à proximité de celle-ci.

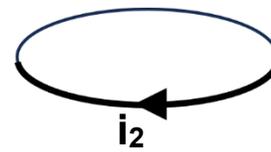
Les physiciens diront qu'il est possible d'induire un courant électrique dans un conducteur en le soumettant à un flux magnétique *variable*.

Le flux magnétique étant la mesure du champ magnétique total qui passe à travers la surface délimitée par la spire.

Expérience 1 :



Expérience 2 :

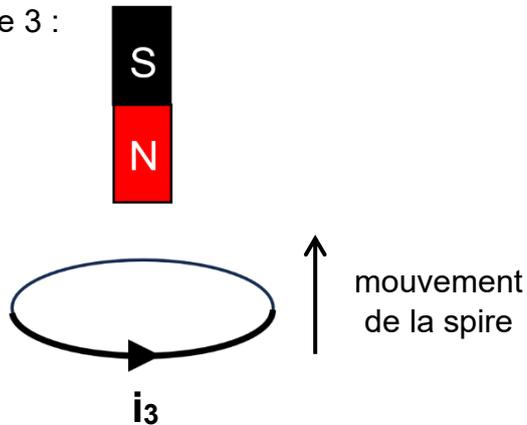


Expérience 1 : lorsque la face nord d'un aimant s'approche de la spire, cela produit un courant électrique dont le sens est indiqué par i_1 sur le schéma. Cette expérience correspond à une augmentation du flux magnétique à travers la spire.

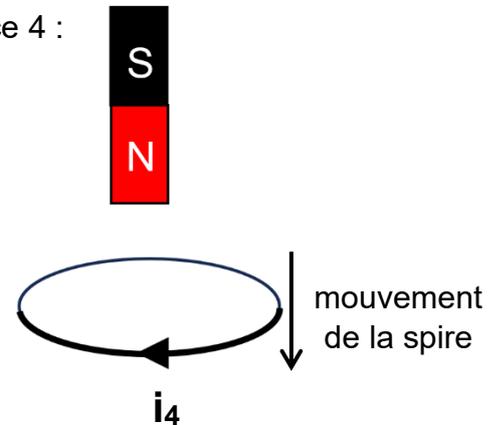
Expérience 2 : lorsque la face nord d'un aimant s'éloigne de la spire, cela produit un courant électrique dont le sens est indiqué par i_2 sur le schéma. Cette expérience correspond à une augmentation du flux magnétique à travers la spire.



Expérience 3 :



Expérience 4 :

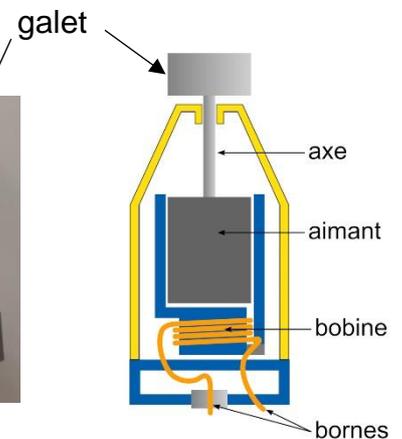


Expérience 3 : lorsque la spire s'approche de la face nord d'un aimant, cela produit un courant électrique dont le sens est indiqué par i_3 sur le schéma. Cette expérience correspond à une augmentation du flux magnétique à travers la spire.

Expérience 4 : lorsque la spire s'éloigne de la face nord d'un aimant, cela produit un courant électrique dont le sens est indiqué par i_4 sur le schéma. Cette expérience correspond à une augmentation du flux magnétique à travers la spire.

Document 5 : Production d'énergie électrique par conversion d'énergie mécanique

Etude du fonctionnement d'une dynamo de vélo :



Les documents ci-dessus représentent une dynamo appelée dynamo bouteille.

Le galet de la dynamo frotte sur la roue. Lorsque la roue du vélo tourne, cela entraîne la rotation du galet de la dynamo.

La rotation du galet de la dynamo entraîne la rotation de l'aimant de la dynamo.

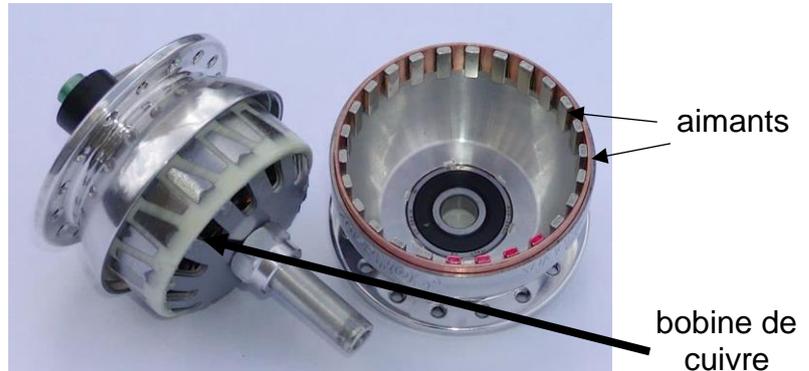
La rotation de l'aimant entraîne une variation du flux magnétique.

La bobine de fil de cuivre de la dynamo est soumise à une variation de flux magnétique ce qui provoque une tension électrique aux bornes de la bobine.

Si on branche une ampoule aux bornes de la bobine, cette ampoule sera alors traversée par un courant électrique, ce qui la fera briller.



Les documents ci-dessous représentent une dynamo appelée dynamo moyeu.



Lorsque le vélo roule sur la route, la bobine de cuivre de la dynamo moyeu tourne, car elle est solidaire de l'axe de rotation de la roue, tandis que les aimants ne tournent pas, car ils sont solidaire de la fourche du vélo.

Question 6 :

Quelle est la différence de fonctionnement entre une dynamo bouteille et une dynamo moyeu ? Justifiez clairement votre réponse.

Question 7 :

La dynamo bouteille fonctionne-t-elle sur le même principe physique que la dynamo moyeu ? Justifiez clairement votre réponse.

Conclusion :

Pour produire du courant électrique :

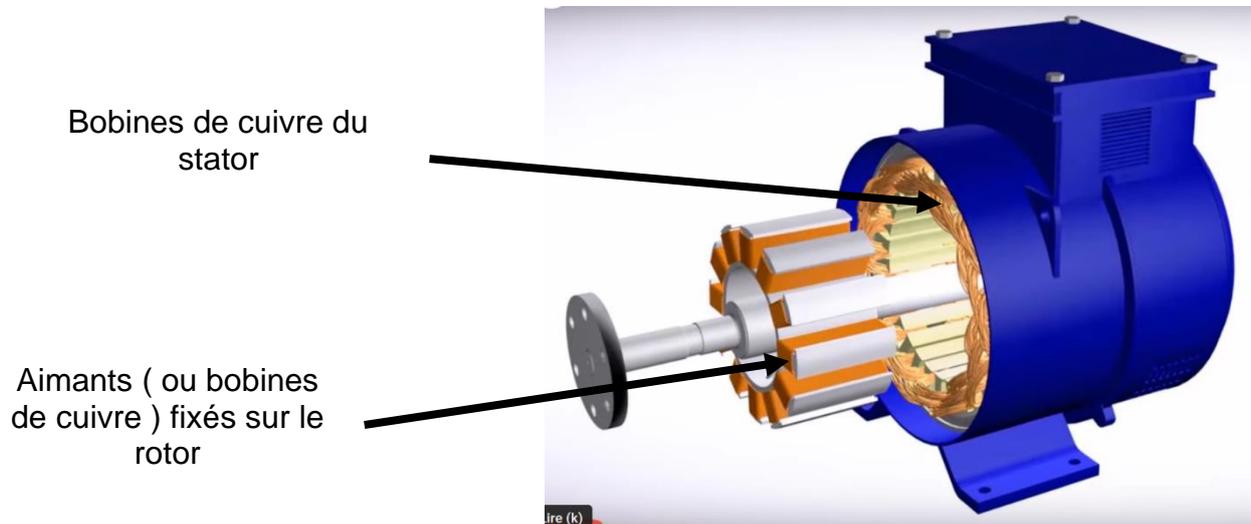
- on peut faire tourner un aimant dans une bobine de cuivre ;
- on peut faire tourner une bobine de cuivre entourée d'aimants

Remarque : on peut aussi faire tourner une première bobine de cuivre dans une deuxième bobine de cuivre.

A chaque fois il y a une partie qui tourne, le rotor, et autour, une partie immobile, le stator. Les machines fonctionnant suivant ce principe sont appelées des alternateurs.

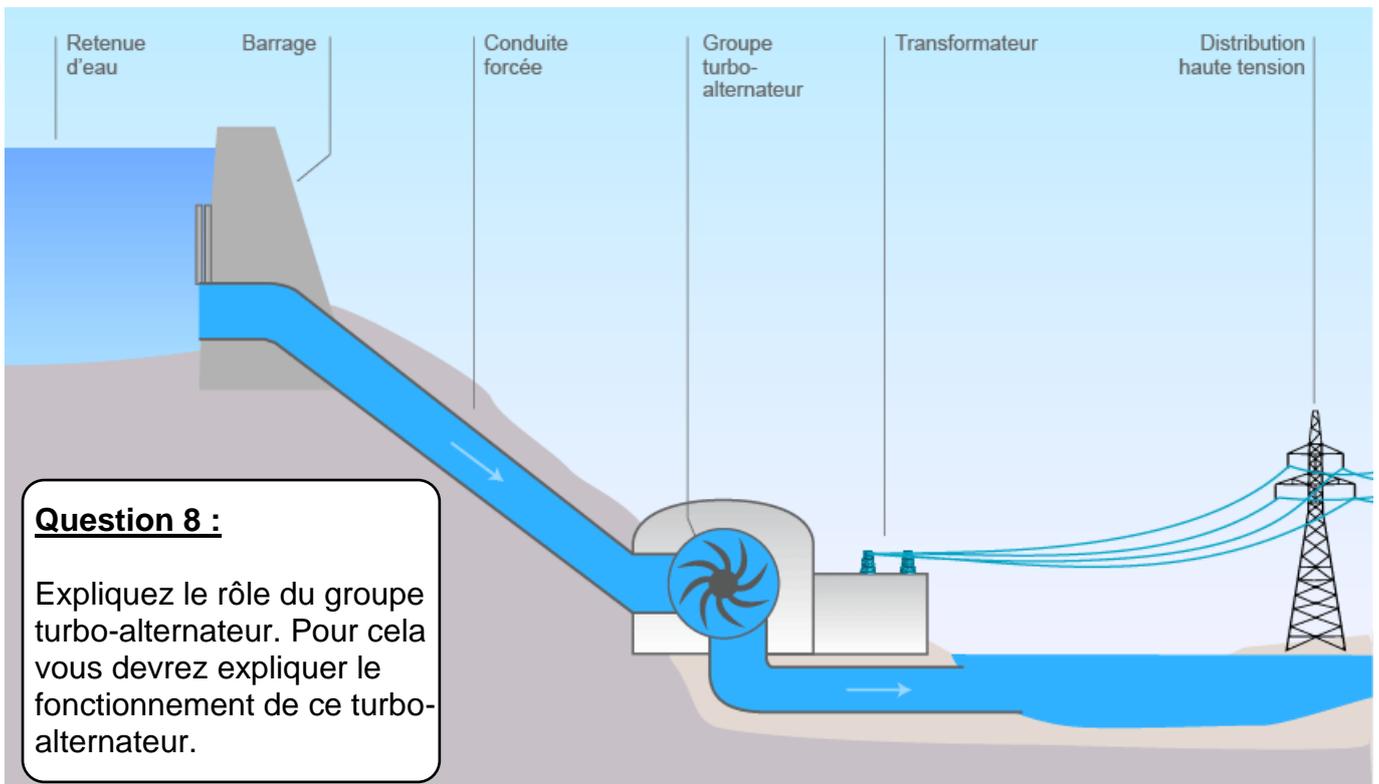


Schéma représentant la constitution d'un alternateur :



Document 6 :

Schéma du principe de fonctionnement d'une centrale hydroélectrique :



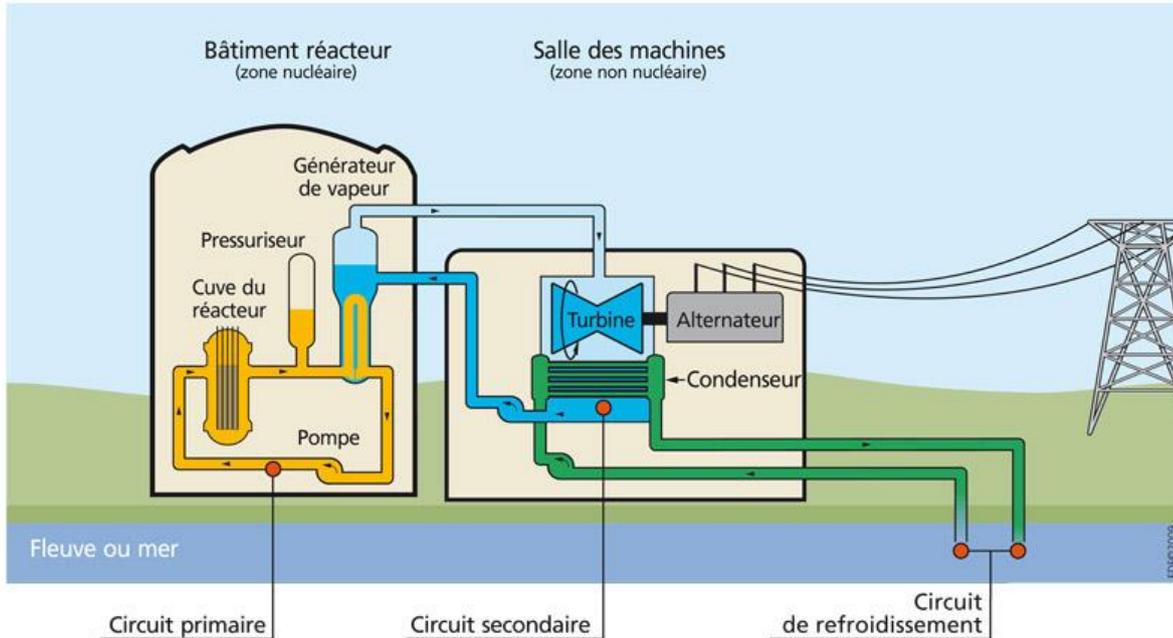


Thème 2 : cours 1
Production d'énergie électrique
(8 / 12)

E.S. T^{le}

Document 7 :

Schéma du principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire :



Dans une centrale nucléaire, la fusion des noyaux d'uranium libère de l'énergie qui permet de chauffer l'eau du circuit primaire (eau radioactive) à environ 360 °C (cette eau ne se transforme pas en gaz car elle est sous forte pression).

Cette eau chaude du circuit primaire permet de chauffer l'eau du circuit secondaire (eau non radioactive) pour la transformer en vapeur d'eau. Cette vapeur d'eau sous pression permet de faire tourner des hélices qui sont solidaire du rotor d'un alternateur.

La rotation du rotor de l'alternateur produit une tension aux bornes de la bobine de cuivre du stator. Cette tension permet de créer un courant électrique dans un récepteur si on branche un récepteur aux bornes de la bobine du stator.

Remarque : le condenseur permet de refroidir l'eau du circuit secondaire pour qu'elle redevienne liquide afin de recommencer le cycle décrit ci-dessus.

Question 9 :

Indiquer sur le schéma précédent où le combustible est introduit pour faire fonctionner la centrale nucléaire.

Question 10 :

A votre avis, est-il possible d'introduire ce combustible en cours de fonctionnement de la centrale nucléaire ? Justifiez clairement votre hypothèse.



Thème 2 : cours 1
Production d'énergie électrique
(9 / 12)

E.S. T^{le}

Question 11 :

Le schéma précédent permet-il de faire la différence, dans le circuit secondaire, entre l'eau liquide et l'eau sous forme de vapeur ?

Question 12 :

Quel est le nom que l'on donne habituellement au récepteur branché aux bornes de la bobine du stator de l'alternateur d'une centrale nucléaire ?

Document 8 :

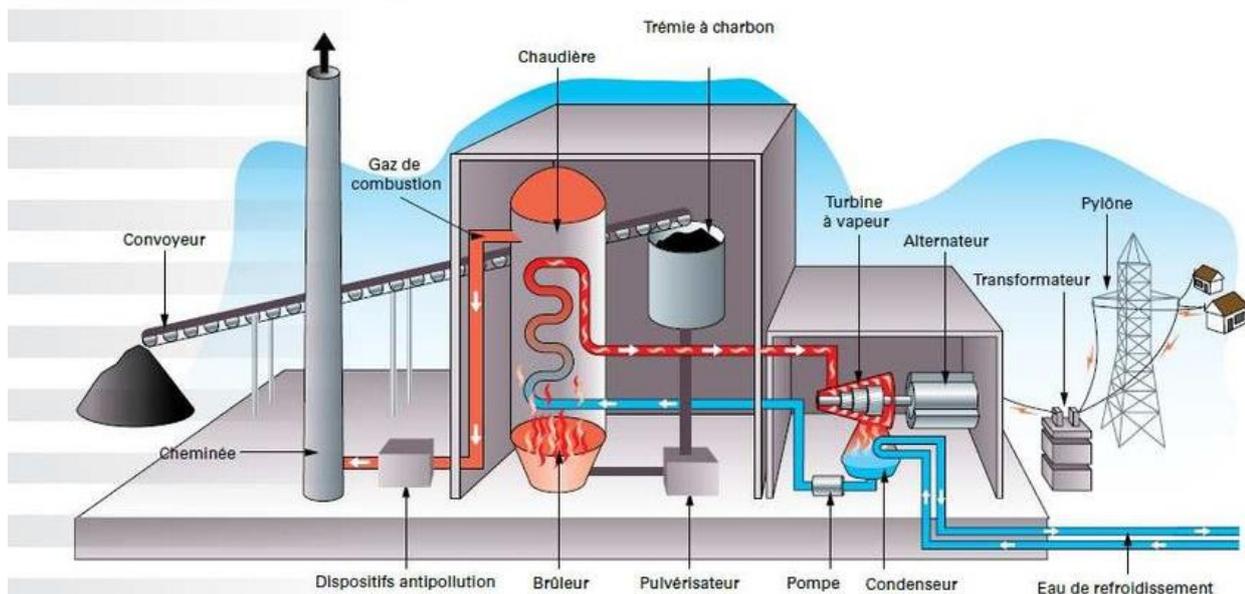


Ci-contre : une centrale électrique au charbon.

Notez les hautes et fines cheminées de fumée où les produits de combustion sont rejetés dans l'atmosphère et les tours de refroidissement plus courtes et plus larges.

Document 9 :

Schéma d'une centrale à charbon



**Question 13 :**

Comment expliquer qu'il n'y ait pas de tours de refroidissement sur ce schéma d'une centrale à charbon ?

Question 14 :

Quel est le point commun essentiel entre le fonctionnement d'une centrale à charbon et le fonctionnement d'une centrale nucléaire ? Justifiez clairement votre réponse.

Question 15 :

Quelle est la différence essentielle de fonctionnement entre une centrale à charbon et une centrale nucléaire ? Justifiez clairement votre réponse.

Question 16 :

Du point de vue des émissions de CO₂, existe-t-il une différence majeure entre une centrale à charbon et une centrale nucléaire ? Justifiez clairement votre réponse.

Question 17 :

Remplir le tableau suivant pour visualiser parmi les différents modes de production d'électricité, citer ceux qui utilisent un alternateur et ceux dont les émissions de CO₂ sont significatives.

Mode de production d'électricité	Alternateur (oui / non)	Emission significatives de CO ₂ (oui / non)
Centrale à charbon		
Centrale nucléaire		
Centrale à pétrole		
éolienne		
Centrale à gaz		
Panneau photovoltaïque		
Centrale hydroélectrique		



Document 10 :

Panneaux photovoltaïques
installés sur le toit d'une
habitation



Document 11 : l'effet photovoltaïque

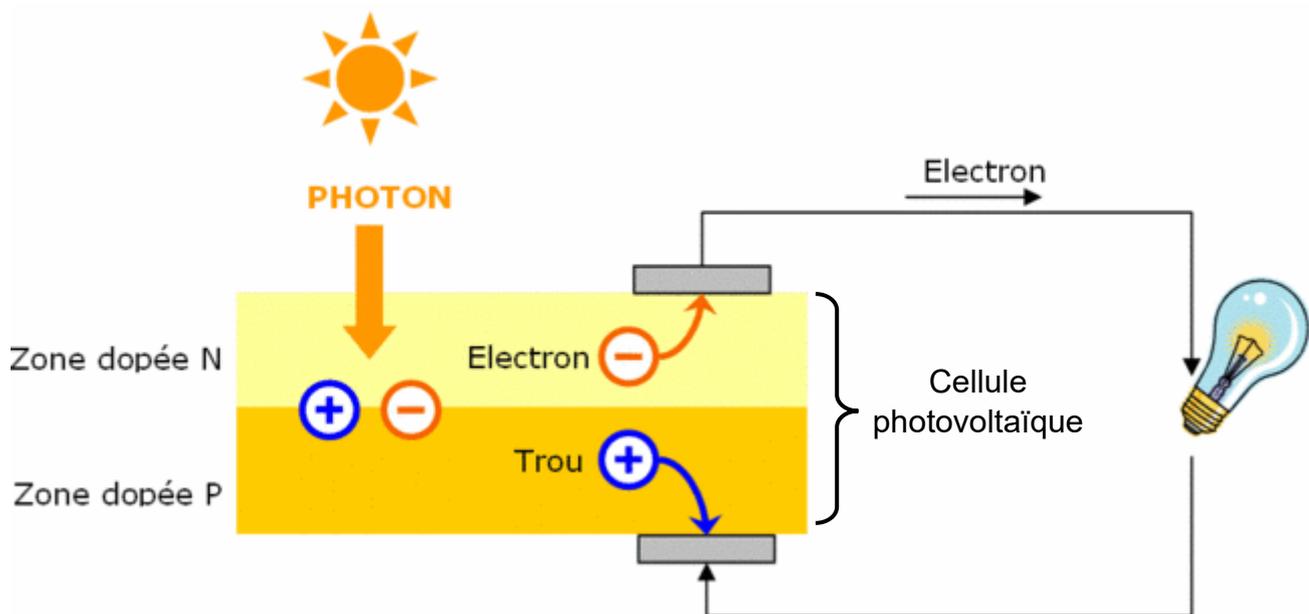
Le terme « photovoltaïque » désigne le processus physique qui consiste à transformer l'énergie lumineuse en énergie électrique par le transfert de l'énergie des photons aux électrons d'un matériau.

Le principe photovoltaïque a été découvert par le physicien français A. Becquerel en 1839 et expliqué par Albert Einstein en 1905 (c'est pour cette explication qu'il a reçu le prix Nobel de Physique en 1921).

Le préfixe « photo » vient du grec « phos » qui signifie lumière.

« Volt » vient du patronyme d'Alessandro Volta (1745-1827), physicien italien qui a fabriqué la première pile électrique.

Photovoltaïque signifie donc littéralement électricité lumineuse

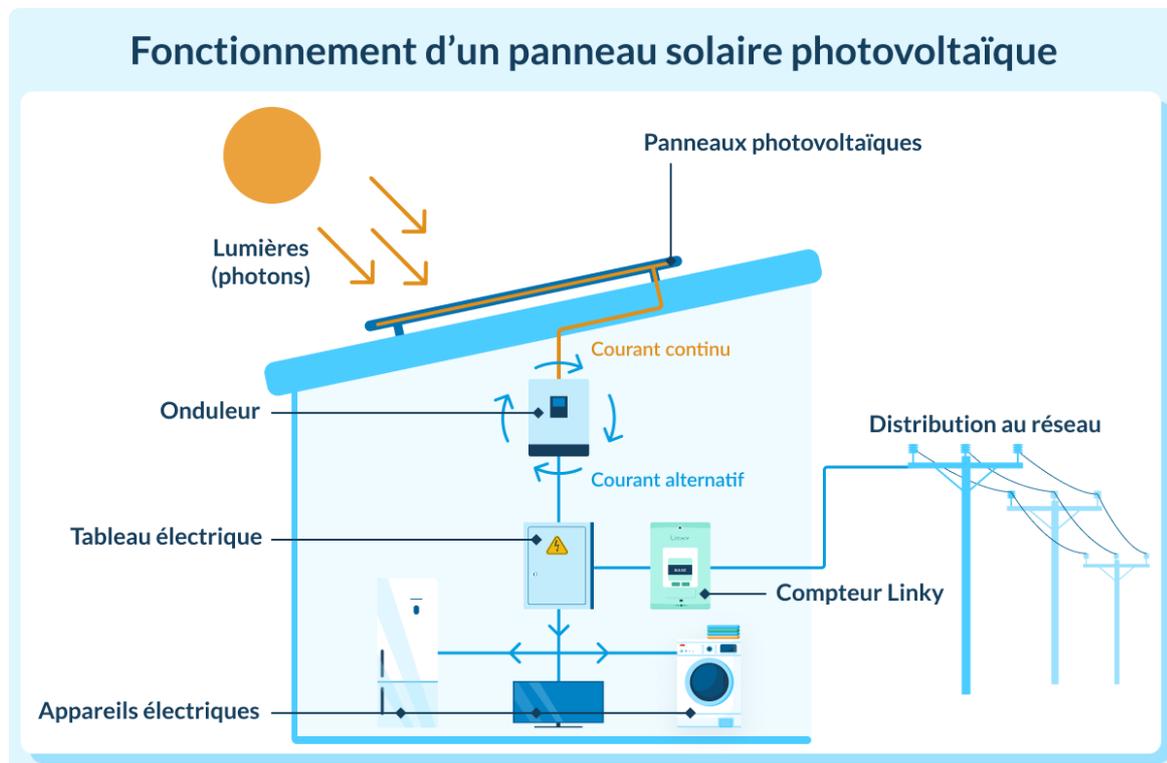


Une cellule photovoltaïque est formée de deux couches de matériaux de semi-conducteur dopées de sorte que l'une conduise les charges négatives et l'autre, les charges positives. Ce phénomène crée un champ électrique permanent dans la cellule.



L'effet photovoltaïque se manifeste quand un photon est absorbé dans une cellule photovoltaïque. Quand un photon incident (grain de lumière) interagit avec les électrons de la cellule, il cède son énergie à l'électron qui se retrouve libéré et subit donc le champ électrique intrinsèque. Sous l'effet de ce champ, l'électron migre vers la face supérieure laissant place à un trou qui migre en direction inverse. Des électrodes placées sur les faces supérieure et inférieure permettent de récolter les électrons pour former un courant électrique si un conducteur électrique (ampoule par exemple) est placée entre ces électrodes.

Document 12 : Production d'énergie électrique par conversion d'énergie radiative



Document 13 : <https://www.photovoltaique.info>



« L'effet photovoltaïque représente la seule alternative existante à la production d'électricité à partir de la force mécanique, puisque toutes les autres techniques sans exception, renouvelables ou non, font appel à des génératrices tournantes (alternateurs ou dynamos) qui peuvent être actionnées de diverses manières : vapeur, vent, force de l'eau, courants marins, ... »

Que pensez-vous de cette affirmation ?