

Combustions et réchauffement climatique

1 Activités humaines et combustions

Mobiliser ses connaissances

Compléter les phrases à l'aide des mots suivants :

effet de serre • essence • méthane • pétrole • charbon • dioxyde de carbone

- Pour obtenir de l'énergie électrique dans les centrales thermiques à flammes, du , du ou du gaz naturel sont brûlés.
- De nombreuses habitations sont équipées de chaudière dont le fonctionnement repose sur la combustion du ou du fioul.
- C'est la combustion de l'..... ou du gazole dans les moteurs thermiques qui permet aux voitures et aux camions d'avancer.
- Chaque jour, la production d'électricité, le chauffage et les transports sont à l'origine de rejets de millions de tonnes de , responsables de l'amplification de l'.....

2 Activités humaines et réchauffement climatique

Mobiliser ses connaissances • Exploiter un graphique

Chaque jour, d'importantes quantités de dioxyde de carbone sont produites lors des combustions d'hydrocarbures (charbon, essence/fioul, méthane, etc.) liées aux différentes activités humaines.

Ces rejets de dioxyde de carbone dans l'atmosphère sont responsables de l'amplification de l'effet de serre.

- Nomme le gaz commun produit lors des combustions d'hydrocarbures. Rappelle sa formule chimique.
- Repère les trois secteurs qui en émettent le plus.
- Cite un exemple de combustible utilisé par chacun de ces secteurs.
- Quelle est la conséquence l'augmentation de l'effet de serre ?

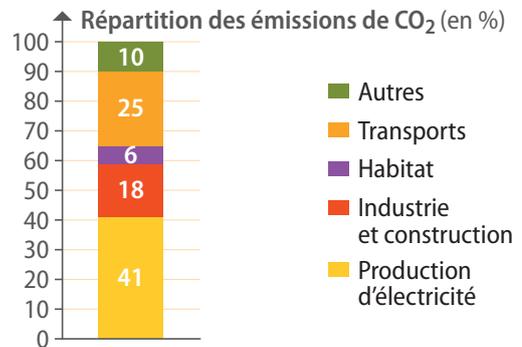


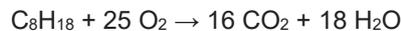
Fig. 1 : Provenance des émissions mondiales de dioxyde de carbone en 2018 par secteur d'activité.

3 La combustion de l'essence

Utiliser un modèle

Le moteur à combustion (ou moteur thermique) est utilisé pour la propulsion des voitures.

La combustion de l'essence (C₈H₁₈) y est réalisée. Cette combustion peut être modélisée simplement par l'équation de réaction suivante :



- Identifie les réactifs de la combustion.
- Nomme les produits de la combustion.
- Pourquoi utiliser une voiture contribue au réchauffement climatique ?

4 Le PSC

Extraire l'information utile

Le dioxyde de carbone CO_2 est un gaz à effet de serre présent naturellement dans l'atmosphère.

Les émissions de CO_2 dues aux activités humaines sont surtout produites lors de la combustion de matières fossiles dans divers secteurs : production d'électricité, transports, transformation industrielle, bâtiments résidentiels et commerciaux.

Le **PSC** est le **piégeage** et le **stockage** du dioxyde de **carbone**. Le PSC a pour but de limiter les émissions de CO_2 dans l'atmosphère.

Cette technique consiste à récupérer, à sa source, le CO_2 produit par les centrales électriques ou les installations industrielles et à le stocker pour une longue période dans des couches géologiques souterraines ou dans les océans.

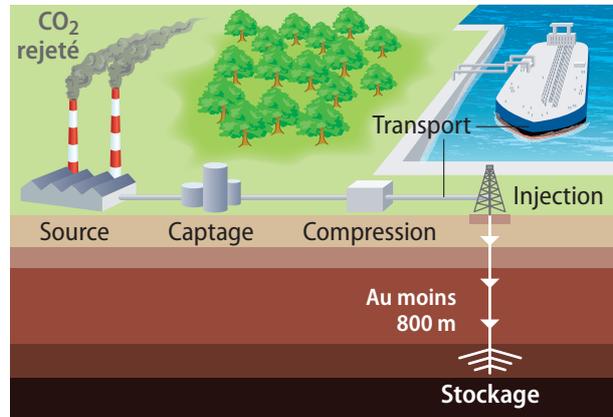


Fig. 1 : Piégeage, transport et stockage du dioxyde de carbone.

Doc. 1 Le piégeage

Pour piéger le dioxyde de carbone, il faut d'abord le séparer des autres gaz.

Le CO_2 piégé est comprimé en vue de son transport et de son stockage.

Il est ainsi possible de réduire les émissions de CO_2 des nouvelles centrales électriques d'environ 80 %.

Doc. 2 Le transport

Avant d'être stocké, le dioxyde de carbone doit être transporté sous forme gazeuse à très forte pression (dans des gazoducs). Le transport du CO_2 par voie maritime pourrait être développé à l'avenir.



Ph © Zeppelin / Sipa

Fig. 2 : Gazoduc transportant du dioxyde de carbone.

Doc. 3 Le stockage

Le dioxyde de carbone comprimé peut être emprisonné sous Terre (à au moins 800 m de profondeur), dans d'anciens gisements de ressources fossiles (pétrole, gaz, charbon) transformés en réservoirs souterrains. Le risque de fuite est assez faible.

- En quoi consiste le piégeage du dioxyde de carbone ?
- Comment le dioxyde de carbone piégé peut-il être transporté vers les lieux de stockage ?
- Où stocke-t-on le dioxyde de carbone ?
- Quel intérêt présente le PSC ?

5 La révolution industrielle à l'origine du réchauffement climatique

Expliquer comment les sciences évoluent • Extraire l'information utile

Doc. Depuis l'invention de la machine à vapeur

Dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle, une révolution industrielle a lieu et transforme progressivement la société, fondée auparavant sur l'agriculture et l'artisanat.

Cette transformation est liée à l'invention de la machine à vapeur mise au point par James Watt en 1769, dont le fonctionnement repose sur la combustion du charbon.

De nouvelles machines dans différents domaines industriels (textile, sidérurgie, etc.) sont alors développées. Toutes fonctionnent grâce aux combustions.

Une seconde vague industrielle commence vers 1880 avec les premières centrales électriques reposant sur la combustion du charbon. Par ailleurs, une nouvelle source d'énergie, le pétrole, permet le développement de l'automobile grâce à l'invention du moteur à combustion. Depuis, la société ne cesse de s'industrialiser, nécessitant de plus en plus d'énergie.

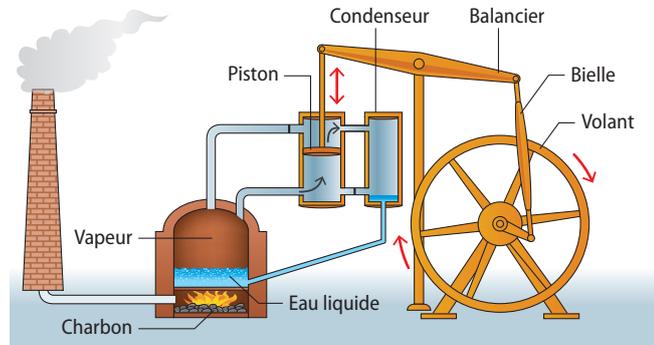


Fig. 1 : Le principe de la machine à vapeur de James Watt.

- Quelle invention est à l'origine de la révolution industrielle ? Grâce à quel combustible fonctionne-t-elle ? Quel gaz rejette-t-elle ?
- Pourquoi, dès 1880, la production d'électricité participe-t-elle aux émissions de gaz à effet de serre ?
- Quelle source d'énergie a permis le développement de l'automobile ?
- Explique pourquoi la révolution industrielle est à l'origine du réchauffement climatique.

Le stockage de l'énergie

1 Le stockage de l'énergie

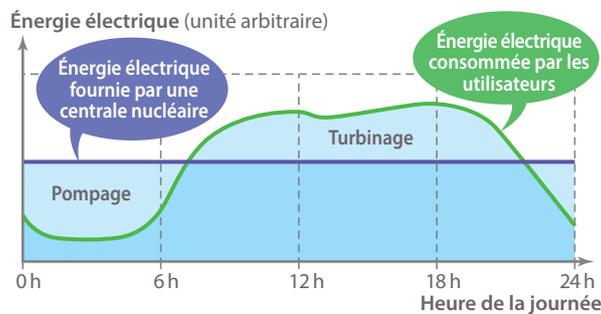
Mobiliser des connaissances

- L'énergie électrique est-elle une forme d'énergie directement stockable ?
- Quel est le principal inconvénient des centrales solaires et des éoliennes ?
- Cite deux dispositifs de stockage de l'énergie. Indique, dans chaque cas, sous quelle forme l'énergie peut être stockée.
- D'après tes réponses précédentes, justifie la nécessité de convertir l'énergie électrique sous une forme stockable.

2 Surproduction et stockage

Interpréter un graphique • Reasonner

En France, les STEP sont les dispositifs les plus répandus pour utiliser l'énergie électrique excédentaire et éviter son gaspillage.



À l'aide du graphique et de tes connaissances, choisis la ou les bonne(s) réponse(s).

- L'énergie est stockée dans une STEP sous la forme d'énergie :
 - électrique.
 - chimique.
 - potentielle de position.
- La quantité d'énergie électrique fournie par une centrale nucléaire pendant 24 heures est :
 - constante.
 - variable.
 - intermittente.
- Le surplus d'énergie électrique est utilisé dans la STEP en phase de :
 - pompage.
 - turbinage.
- Le graphique montre que le pompage se déroule :
 - le jour.
 - la nuit.
- La durée correspondant au pompage est d'environ :
 - 16 h.
 - 9 h.
 - 4 h.
- Le turbinage a lieu quand l'énergie fournie par la centrale nucléaire est :
 - supérieure à la demande.
 - inférieure à la demande.
- Une STEP permet :
 - d'ajuster la production à la demande en énergie.
 - d'éviter un gaspillage de l'énergie.
 - de stocker l'énergie électrique.

3 Une association dans le vent : éoliennes et STEP

Mobiliser des connaissances • Interpréter un graphique • Reasonner

Doc. La première centrale hydro-éolienne au monde

Sur l'île El Hierro, aux Canaries (Espagne), une centrale associant éoliennes et STEP a été mise en service en 2014, afin de remplacer une centrale thermique au fioul.

Remarque Le fioul est un combustible dérivé du pétrole.

Cinq éoliennes permettent d'alimenter directement les habitations et une usine de dessalement. L'énergie électrique non utilisée sert à actionner une pompe qui monte l'eau du bassin inférieur vers le bassin supérieur.

Durant les périodes sans vent et/ou en cas de forte demande, la STEP fonctionne en mode turbinage : on laisse l'eau s'écouler vers la centrale hydroélectrique afin d'obtenir l'énergie électrique nécessaire.

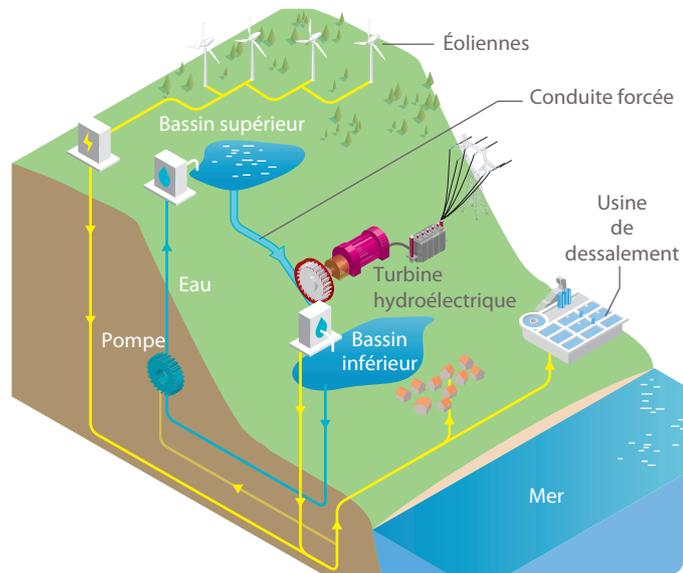


Fig. 1 : Principe de fonctionnement de la centrale de l'île El Hierro.

- En considérant les sources d'énergie utilisées, quel avantage présente une éolienne par rapport à une centrale thermique au fioul ?
- Indique un autre inconvénient d'une centrale thermique.
- Détermine la durée pendant laquelle la centrale fonctionne en mode turbinage au cours d'une journée type. Pour cela, repère sur le graphique (fig. 2) la durée pendant laquelle l'énergie consommée (courbe rouge) est supérieure à l'énergie obtenue avec les éoliennes (courbe bleue).
- Déduis de ta réponse précédente la durée pendant laquelle les éoliennes permettent d'alimenter les habitations et l'usine de dessalement au cours d'une journée type.

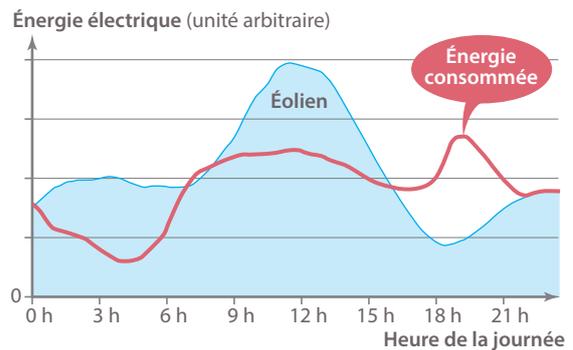


Fig. 2 : Énergie électrique provenant des éoliennes et consommée au cours d'une journée type dans l'île.

Les limites des énergies dites « vertes »

1 Vers un épuisement des ressources en cuivre ?

Extraire l'information utile

Doc. Abondance et utilisation du cuivre

Le cuivre n'est pas un métal rare du point de vue géologique, il fait partie des métaux abondants dans la croûte terrestre, au même titre que le fer, le zinc, l'aluminium ou le plomb. La production de cuivre, depuis que l'être humain l'utilise, est estimée entre 800 millions et 1 milliard de tonnes.

Cependant, on assiste à l'émergence de véhicules électriques, qui contiennent quatre fois plus de cuivre que certains modèles à essence. Le câblage des bornes de recharge des véhicules électriques nécessite également de grandes quantités de cuivre. Pour couvrir ces besoins, on estime qu'une production de 800 millions à 1 milliard de tonnes sera nécessaire d'ici les trente prochaines années. Le demande en cuivre risque par conséquent de ne pas être satisfaite.

- Le cuivre est-il un métal rare ?
- Explique pourquoi on risque de connaître des pénuries de cuivre dans les années à venir.

2 Une électricité verte ?

Exercer son esprit critique • S'exprimer à l'oral, débattre

Doc. Éoliennes et panneaux solaires : de la fabrication à la fin de vie

Les éoliennes et les panneaux solaires font partie des dispositifs dits « propres » ou « verts », car ils utilisent des sources d'énergie renouvelables (le vent et le Soleil) et que leur fonctionnement n'émet ni polluants ni gaz à effet de serre.

Cependant, l'exploitation des matières premières nécessaires à leur construction (béton, acier, fibres de carbone, silicium, terres rares, etc.) occasionne diverses pollutions et participe à l'épuisement des ressources.

La fabrication de ces dispositifs ainsi que leur traitement de fin de vie (mise en décharge, recyclage, etc.) émettent des gaz à effet de serre.

- Les éoliennes et les panneaux solaires sont-ils des technologies totalement « vertes » ? Argumente ta réponse et communique-la oralement dans un exposé structuré.

3 Différentes centrales

Extraire l'information utile • Mobiliser des connaissances

Le document suivant donne les émissions de CO₂ en gramme par kilowattheure (g/kWh) d'énergie électrique obtenue (valeurs moyennes) pour différents dispositifs en considérant leur cycle de vie, c'est-à-dire depuis l'extraction des matières premières nécessaires à leur construction jusqu'à leur fin de vie.

	Panneau solaire 55		Centrale thermique nucléaire 6
	Éolienne 12,5		Centrale thermique à flamme Charbon : 1 058 Gaz : 730 Fioul : 418

- Classe ces différentes centrales dans l'ordre croissant de leurs émissions de CO₂ par kWh d'énergie électrique obtenue.
- Quels avantages présentent tout de même les éoliennes et panneaux solaires par rapport à une centrale thermique nucléaire ?

4 La pollution engendrée par l'exploitation des métaux rares

Lire et comprendre des documents scientifiques • Exercer son esprit critique

Guillaume Pitron, journaliste français né en 1980, est spécialiste de la question des matières premières. Auteur du livre *La Guerre des métaux rares* (éditions Les Liens qui libèrent, 2018) faisant suite à six ans d'enquête, il explique dans une interview que l'impact environnemental des métaux rares est très sous-estimé :

« [...] Car avant de pouvoir utiliser les métaux rares pour différentes applications, il faut se rappeler que ceux-ci sont initialement obtenus à partir d'une quantité, souvent infiniment plus grande, de minerais. Le ratio entre la quantité des métaux rares utilisés et les terres extraites est de l'ordre de 1 à 250 000. Tout commence souvent par la nécessité de creuser de gigantesques trous dans le sol [...]. [Par exemple], une [des mines] de graphite [en Chine a une] taille, [qui] avoisine celle du lac Léman [(580 km²)].

Outre son impact sur le paysage, l'extraction de tels minerais requiert ensuite de très grandes quantités d'eau, aboutissant parfois à la création de lacs artificiels pollués par toutes sortes de produits toxiques et qui finissent eux-mêmes tôt ou tard dans les nappes phréatiques avoisinantes. C'est l'envers de la green tech, [...] se contenter de rouler avec une voiture électrique et de poser quelques panneaux solaires sur son toit ne suffira plus. [...] »

Extrait de l'article L'envers des technologies vertes d'Yves Hulmann, paru le 13 mai 2019 sur la plateforme media Allnews.ch (<https://www.allnews.ch/content/points-de-vue/l%E2%80%99envers-des-technologies-vertes>)

■ Explique pourquoi l'utilisation massive de panneaux solaires ou de voitures électriques, même si elle présente des avantages, ne peut pas être considérée comme une solution « miracle ».