

Les combustibles fossiles : utilisation de l'énergie solaire du passé.

Correction du questionnaire CPS

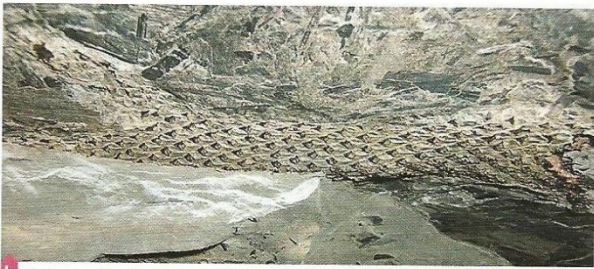
- 1) Où trouve-t-on des gisements de charbon ?
☐ Lorraine, Nord, Saint Etienne, Toulouse, Marseille.
- 2) Quelle est la composition du charbon ?
☐ Composition : végétaux fossilisés, carbone.

Power point :

- ▶ Les gisements de charbon partagent des caractères communs : ils se présentent en couches rocheuses (veines) intercalées dans des formations sédimentaires d'origine détritique, des grès et des schistes, témoignant d'un dépôt probable dans des zones marécageuses lacustres ou côtières.
- ▶ Ces gisements ont révélé la présence de nombreux fossiles, aussi bien dans les veines de charbon, que dans les roches les encadrant.



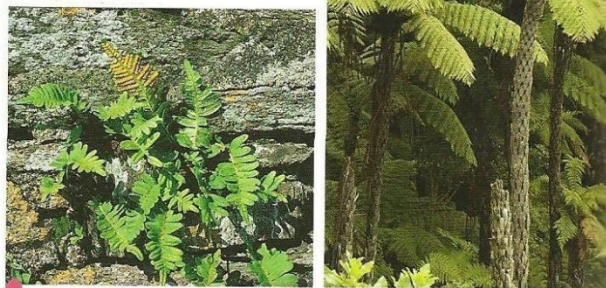
a Empreintes dans un charbon.



b Troncs de fougère fossilisés dans une veine de charbon.

- ▶ Dans les forêts des régions tempérées, les fougères se présentent sous forme de plantes à la taille souvent modeste (< 2 m) dont les feuilles ont des formes spécifiques en forme de fronde.

- ▶ Cependant, les régions tropicales humides abritent également des fougères arborescentes dont les frondes, bien plus grandes, sont portées en bouquet au sommet d'un « tronc ».



c Fronde de fougère et fougère arborescente.

VOCABULAIRE

Grès : roches sédimentaires constituées de particules cimentées entre elles.

Schistes : roches sédimentaires de nature argileuse présentant un aspect en feuillets.

Hydrocarbure : molécules carbonées organiques constitutives des pétroles, formées principalement de carbone et d'hydrogène.

- ▶ Dans les forêts des régions tempérées, les fougères se présentent sous forme de plantes à la taille souvent modeste (< 2 m) dont les feuilles ont des formes spécifiques en forme de fronde.

- ▶ Cependant, les régions tropicales humides abritent également des fougères arborescentes dont les frondes, bien plus grandes, sont portées en bouquet au sommet d'un « tronc ».



c Fronde de fougère et fougère arborescente.



- 3) A quelle période géologique se sont formés les principaux gisements de charbon ?
☐ 300 Ma, Carbonifère.

Document 11 : une formation lente

Réponse d'un scientifique à un jeune garçon

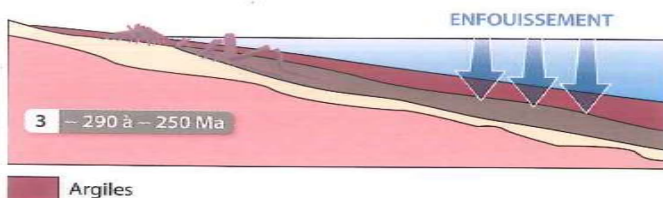
« Combien de temps mettent les énergies fossiles pour se former ? »

Les énergies fossiles (gaz naturel, le pétrole et houille de laquelle on extrait le charbon) mettent des millions d'années à se former. Le temps exact de leur formation dépend de différentes conditions (température, pression, profondeur, etc.). Selon les spécialistes, les gisements actuels datent de deux périodes principales (200 à 350 millions d'années ou 20 à 150 millions d'années). On estime que moins de 1 % de la biomasse des êtres vivants qui ont peuplé la terre a formé les ressources fossiles.

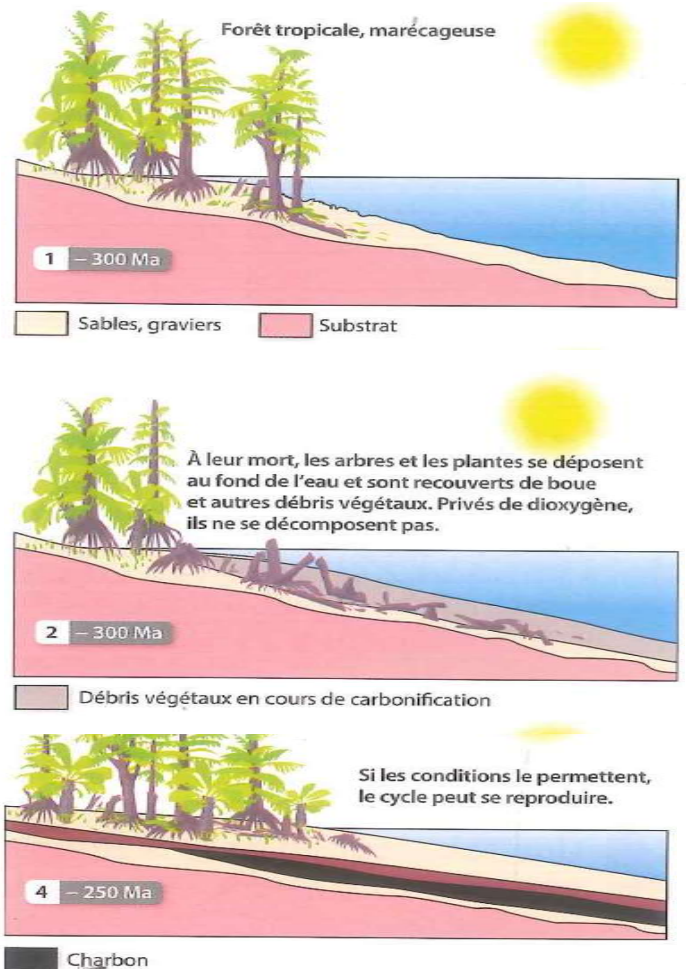
On peut faire un petit calcul : si l'on compare le temps de formation des énergies fossiles (env. 200 millions d'années) à une durée d'une semaine, les hommes commencent à utiliser les énergies fossiles le dimanche à moins d'une seconde de minuit. À minuit, les énergies fossiles sont épuisées.

Réponse de Mirko Saam, rts.fr, avril 2011.

Enfouis à quelques kilomètres de profondeur, les débris végétaux subissent de fortes températures et une forte pression. Leur structure chimique se modifie et ils se transforment en charbon.



Document 12 : processus de formation du charbon



4) Comment découvre-t-on des gisements de charbon (prospection) ?

☐ Parfois, les formations rocheuses de charbon affleurent, parfois on utilise des machines de prospection.

5) Quelles sont les différentes utilisations du charbon ?

☐ A l'époque de l'exploitation des mines de charbon en France, le charbon était utilisé dans les transports, les usines, le chauffage, la fabrication d'électricité.

6) Quels problèmes pose l'exploitation du charbon pour la planète ?

☐ Production de beaucoup de gaz à effet de serre ; inondation par les nappes phréatiques après comblement des mines.

Effets sur l'environnement : [photos d'extraction pétrolière des grands fonds](#)

► Dans les domaines conventionnels peu profonds, les découvertes de nouveaux gisements sont rares. Les compagnies pétrolières développent donc des technologies leur permettant d'exploiter les hydrocarbures des grands fonds.

► À 1 500 m sous la surface de la mer, la température n'est que de 4 °C, et la pression atteint 150 bars, soit 150 kg/cm². Dans de telles conditions, le pétrole se fige instantanément pouvant paralyser tout le système de production. De nouvelles

technologies sont indispensables afin de limiter le refroidissement des fluides tout au long du parcours à travers les flexibles qui les conduiront jusqu'à la surface.

► Des conséquences écologiques : en avril 2010, une plateforme pétrolière située dans le golfe du Mexique, non loin des côtes américaines, a sombré provoquant une importante marée noire.



a Unité flottante de production.



b Incendie d'une plateforme pétrolière.

- Traitement par de dispersants chimiques □ passage dans l'atmosphère, avec bactéries (à venir) (0-100m : gouttes à plus de 1300m, nuage lié à la dispersion □ au milieu, beaucoup de pertes)
 - Marée noire dans le delta du Niger (rejet instantané continue, visible sur le littoral □ crise) □ Déversement de pétrole brut depuis 50 ans (300) marées noires par an □ espérance de vie de 40 ans. Chell exonéré des responsabilités (10% seulement)
- Selon le type d'hydrocarbure, la nature se remet plus ou moins bien :
- Lourd : 1-2 ans si c'est bien filtré
 - Léger 4 à 10 ans.
 - Poissons : pas d'accumulation dans les tissus donc juste un problème d'odeur (différent des bivalves).

Sables bitumeux du Canada

► Découverts à la fin du XIX^e siècle, les sables bitumineux du Canada ne sont exploités que depuis 2004.

► Les combustibles sont riches en soufre et métaux lourds et sont visqueux car ils sont mélangés avec du sable. Ils nécessitent des traitements supplémentaires et leur exploitation a une forte empreinte écologique :

- déforestation : 3 000 km² de forêts ont déjà été abattus ;
- pollution : de grandes quantités d'eau sont nécessaires pour séparer le combustible du sable ;
- émission de gaz à effet de serre : cette production engendrerait 45 % d'émissions supplémentaires par rapport à une production classique.



Carrière de sables bitumineux exploités à ciel ouvert au Canada.

Document 13 :

On estime actuellement les réserves mondiales de pétrole, c'est-à-dire le pétrole que l'on est sûr de pouvoir exploiter un jour, à 1 200 milliards de barils, soit $1,9 \times 10^{11}$ m³.

Doc. 6 Quelques caractéristiques des principaux combustibles fossiles

Type de combustible fossile	Pouvoir calorifique par unité de masse (kJ·kg ⁻¹)	Émissions de gaz à effet de serre (kg de CO ₂ par kg de combustible brûlé)
Pétrole brut	$41,9 \times 10^3$	3,07
Gaz naturel	$49,6 \times 10^3$	2,77
Charbon (anthracite)	$26,7 \times 10^3$	2,64

Doc. 4 La durée de formation des combustibles fossiles

Les énergies fossiles (le gaz naturel, le pétrole et la houille dont on extrait le charbon) mettent des millions d'années à se former. La durée exacte de leur formation dépend de différentes conditions (température, pression, profondeur, etc.). Selon les spécialistes, les gisements actuels datent de deux périodes principales (200 à 350 millions d'années et 20 à 150 millions d'années). On estime que moins de 1 % de la biomasse des êtres vivants qui ont peuplé la Terre a formé les ressources fossiles.

On peut faire un petit calcul : si l'on compare la durée de formation des énergies fossiles (environ 200 millions d'années) à une durée d'une semaine, les hommes commencent à utiliser les énergies fossiles le dimanche à moins d'une seconde de minuit. À minuit, les énergies fossiles sont épuisées.

Interview de Mirko Saam, médiateur scientifique, rts.ch, avril 2011.

Question 4:

- a) Expliquer en quoi le charbon est bien issu de l'énergie solaire.
- b) Expliquez pourquoi les combustibles fossiles ne peuvent pas être considérés comme des énergies renouvelables à l'échelle du temps humain.
- c) Listez les avantages et les inconvénients de l'usage massif des combustibles fossiles.
- d) Le soleil peut-il être à l'origine d'énergies renouvelables ?

énergies renouvelables**Doc. 1** Une comparaison de deux formes de bois de chauffage

Type de combustible à base de bois	Bûches de bois sec (chêne)	Granulés (8 % d'humidité)
Pouvoir calorifique par unité de masse ($\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$)	15×10^3	18×10^3
Émissions de gaz à effet de serre (kg de CO_2 par kg de combustible brûlé)	1,43	1,74

Les granulés sont formés de sciure de bois compactée, issue de l'industrie forestière.

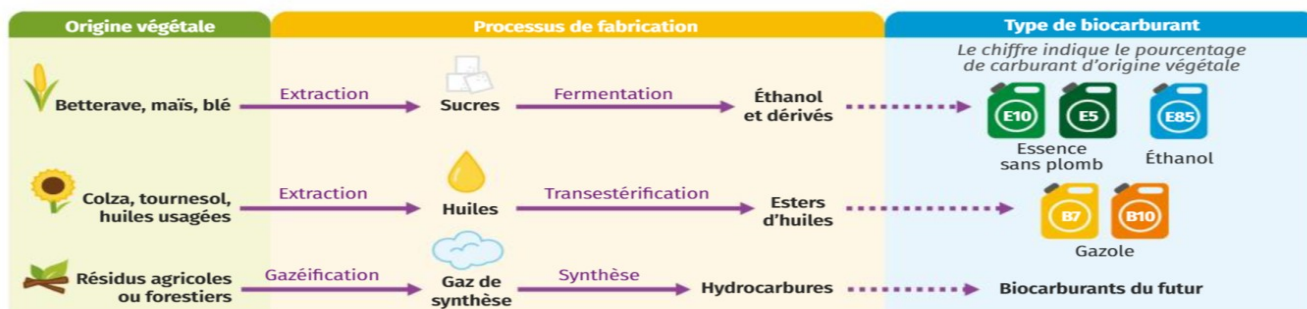
Doc. 2 La production et l'exploitation du bois en France

En 2021, les 17,1 millions d'hectares de forêt en France métropolitaine ont produit plus de 87 millions de m^3 de bois qui s'ajoutent aux 2,8 milliards de m^3 de bois sur pied existant. C'est un important puits à CO_2 [réservoir absorbant le dioxyde de carbone], car chaque m^3 de bois formé va incorporer jusqu'à une tonne de CO_2 pour sa croissance. En 2020, plus de 51 millions de m^3 ont été coupés, dont près de 27 millions de m^3 pour produire du bois de chauffage sous différentes formes. Le bois énergie représente 33 % de l'énergie renouvelable produite en France, soit $3,8 \times 10^{14}$ kJ.

D'après l'*Inventaire forestier* de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN, 2022).

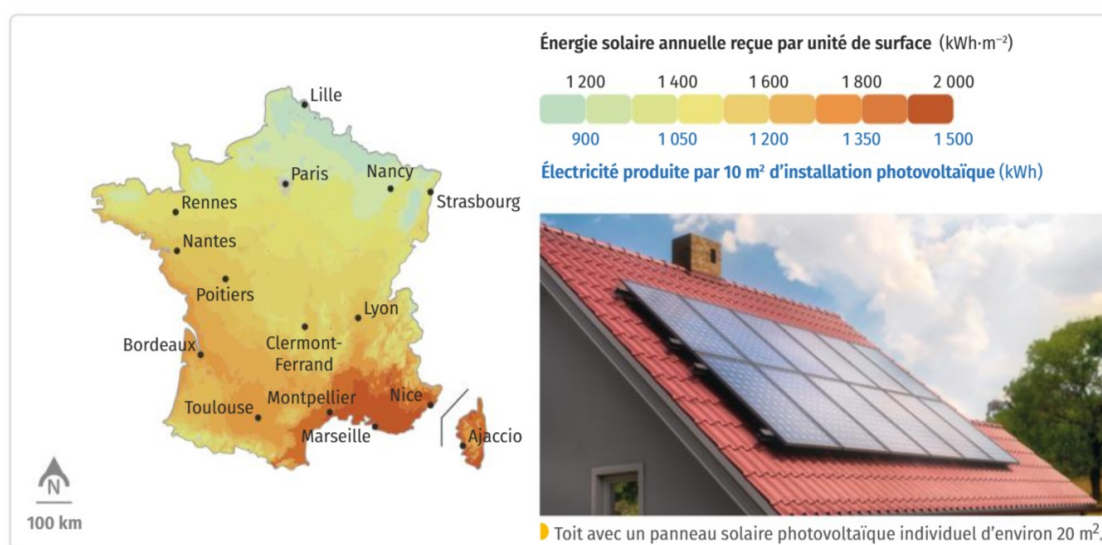
Doc. 3 Les différents types de biocarburants et leur origine

En 2020, les biocarburants (également appelés agrocarburants) représentent 8,4 % des énergies renouvelables en France, pour un total estimé à $1,22 \times 10^{14}$ kJ. L'énergie libérée par le bioéthanol est de 26×10^3 kJ·kg⁻¹.



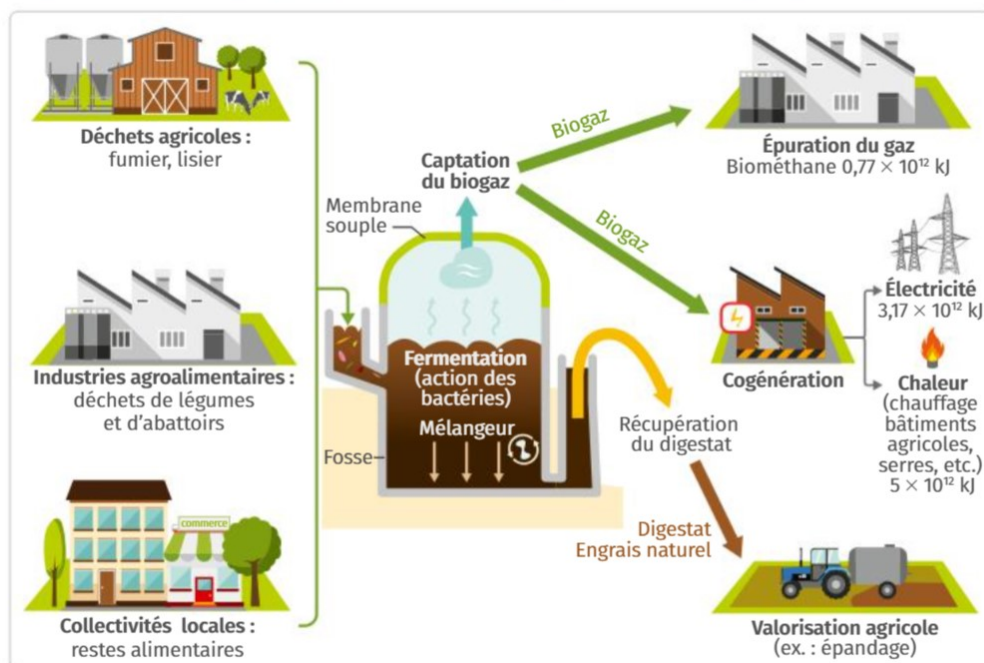
Doc. 4 L'irradiation solaire et le potentiel solaire électrique en France (1 kWh = 3 600 kJ)

En France, la filière photovoltaïque a produit $6,73 \times 10^{13}$ kJ en 2022. La fabrication des panneaux photovoltaïques nécessite des quantités importantes de silicium, dont l'extraction du sol est complexe et coûteuse en énergie.



Doc. 5 Le circuit de la méthanisation en France

Dans un méthaniseur, en l'absence de dioxygène et sous une température de 38 °C, des bactéries transforment en quelques dizaines de jours la matière organique issue des déchets en biogaz, et en un résidu appelé le digestat. Le biogaz contient environ 60 % de biométhane. Fin 2022, il y avait 1 705 installations de méthanisation opérationnelles en France. Le pouvoir calorifique du méthane est de $55,6 \times 10^3$ kJ·kg⁻¹.



Les valeurs correspondent aux énergies produites durant l'année 2022.

Bilan : Dans certains environnement particuliers, une faible partie de la matière organique issue de la photosynthèse n'est pas décomposée et **s'accumule** dans les sédiments. A l'échelle des temps géologiques (des millions d'année), cette matière organique va se transformer en donnant des combustibles fossiles différents selon les conditions de formation et l'origine de la matière organique : le **charbon**, en milieu continental, le **pétrole** en milieu marin. Le temps important et les conditions particulières de leur formation font des combustibles fossiles des ressources **non** renouvelables à l'échelle d'une vie humaine.

Ainsi, l'exploitation actuelle de ces énergies fossiles au niveau mondial et la relative rareté des stocks identifiés permet de prévoir que ces ressources finiront par être **épuisées**.

Par ailleurs, l'utilisation des énergies fossiles repose uniquement sur la **combustion** qui émet des substances polluantes et de grandes quantités de gaz à effet de serre, contribuant au réchauffement climatique.

Le **Soleil** est à l'origine de nombreuses énergies renouvelables.

La biomasse est constituée de matière **organique** utilisable comme source d'énergie. L'importante biomasse produite grâce à la photosynthèse est à l'origine de différentes sources d'énergies **renouvelables**, c'est-à-dire inépuisables à l'échelle du temps humain.

Les différents types de **biomasse** sont donc de réelles alternatives à l'utilisation des combustibles fossiles.

L'exploitation raisonnée des forêts permet la production de bois pour le **chauffage**, tandis que la valorisation des déchets organiques permet la production de **biométhane** par fermentation, et la production d'électricité dans des centrales. Enfin, certaines cultures agricoles permettent la production de biocarburants comme le bioéthanol.

L'énergie solaire peut aussi être utilisée directement pour produire de l'électricité à l'aide de panneaux **photovoltaïques**, ou encore de l'eau chaude sanitaire avec des **chauffe-eaux** solaires.

L'énergie solaire est aussi utilisable, mais de façon **indirecte**, par l'exploitation des mouvements atmosphériques (par les éoliennes par exemple) et océaniques. Le moteur de ces mouvements est en effet l'inégale répartition de l'énergie solaire sur Terre. (voir cours de PC).

Vocabulaire :

- | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| - Photosynthèse | - Fermentation | - Énergies renouvelables |
| - Matière organiques- métabolisme | - Combustibles fossiles | |
| - Respiration | - Biomasse. | |

Exercice 4 page 110

Exercice 7 page 111.