

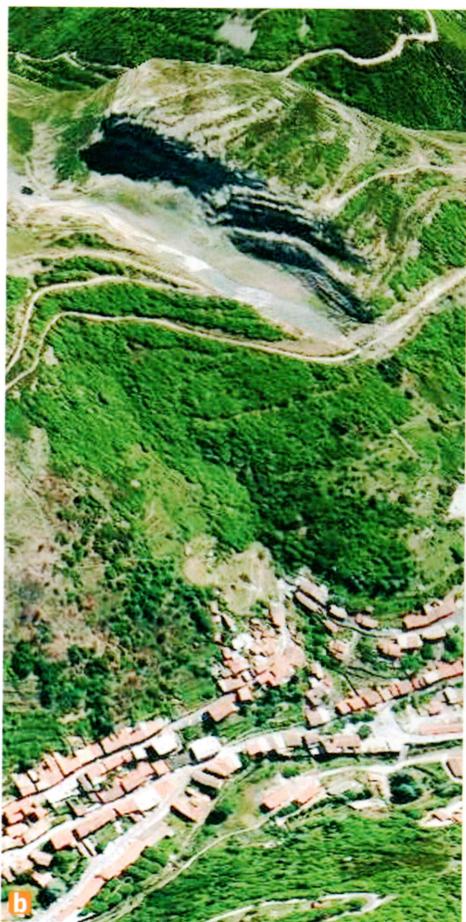
## Le charbon, un exemple de biomasse fossilisée

Dans certaines conditions, il arrive que la matière organique échappe à la minéralisation et au recyclage au sein des écosystèmes. Elle se transforme alors lentement en combustibles fossiles. L'objectif est ici de découvrir les conditions de formation d'un de ces combustibles, le charbon.

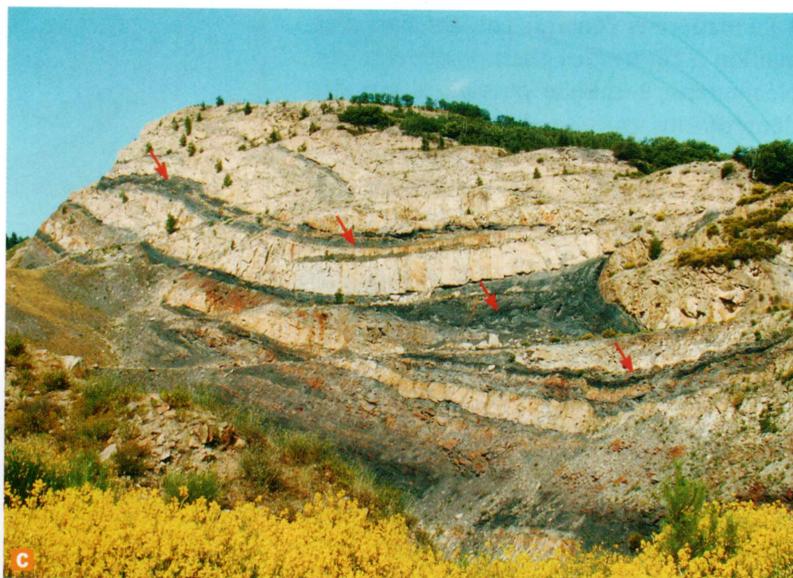
### A Un gisement de charbon français



a Localisation de Graissessac.



b L'ancienne exploitation au-dessus du village.



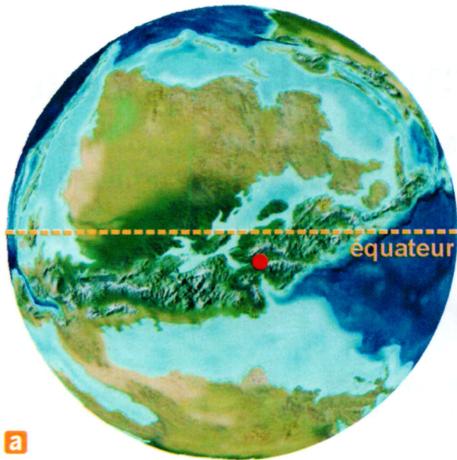
c L'affleurement : une carrière d'une cinquantaine de mètres de hauteur présentant quelques couches de charbon (↘).

Le site fait partie d'un ensemble de petits bassins houillers lacustres, d'âge carbonifère (~ 300 millions d'années), présents sur le pourtour du Massif central. Tous ces bassins sont marqués par des failles qui témoignent d'effondrements caractéristiques de zones en extension dans le passé. Certains niveaux rouges sont riches en oxydes de fer typiques d'une altération en climat tropical.



Trois exemples parmi les nombreux végétaux fossilisés : 1. *Annularia* ; 2. *Pecopteris* ; 3. *Calamites*

## B Reconstituer les conditions de formation du gisement



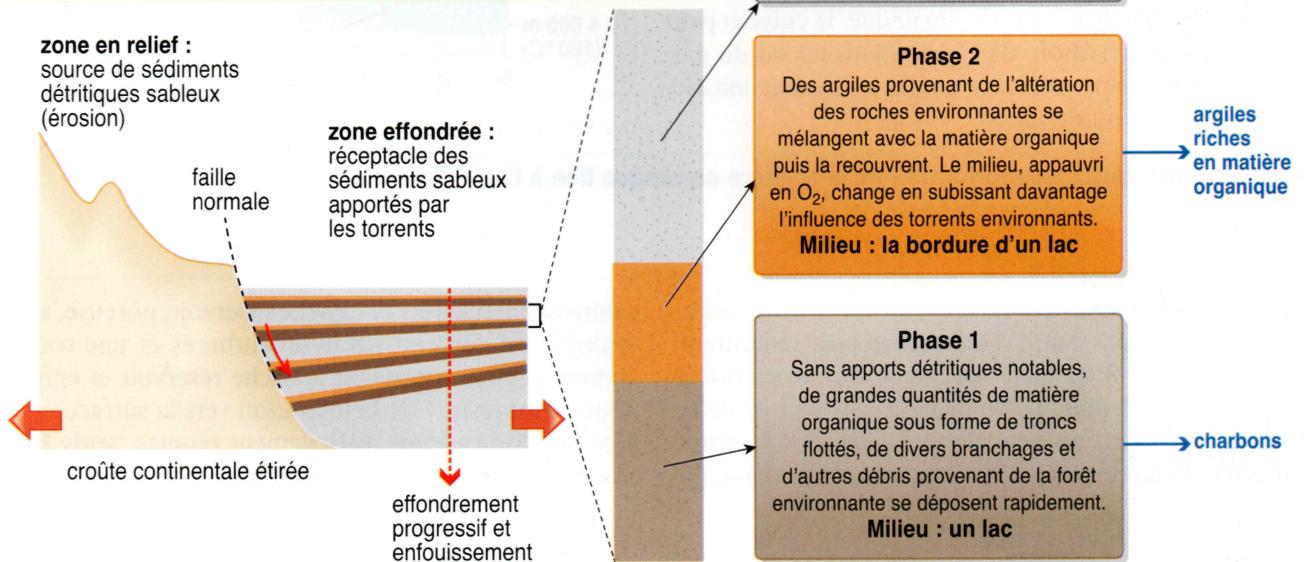
**a** Reconstitution des continents, il y a 300 Ma. Le point rouge correspond à la position de la région étudiée.



**b** Reconstitution d'une forêt houillère (fougères géantes, calamites, fougères à graines).

### Doc. 2 Une production de biomasse favorisée par les conditions climatiques.

L'étirement momentané (à l'échelle des temps géologiques) de la croûte continentale conduit à la formation de failles séparant des blocs qui s'effondrent d'autres blocs qui, eux, restent en place et en relief. Une sédimentation importante peut avoir lieu dans les zones effondrées, notamment quand elles sont entourées de chaînes de montagnes en cours d'érosion.



### Doc. 3 Des phénomènes répétitifs permettant la fossilisation de la biomasse.

## Pistes d'exploitation

- 1. Doc. 1 :** Décrivez rapidement le site. Effectuez une recherche pour trouver d'autres exemples de bassins houillers de même âge que celui de Graissessac.
- 2. Doc. 2 :** En quoi la production de biomasse est-elle favorisée dans la situation décrite ?

- 3. Doc. 3 :** Comment pouvez-vous interpréter le changement de milieu supposé lors des trois phases d'un cycle de dépôts ?
- 4. Doc. 1 à 3 :** Reconstituez l'histoire de ce bassin en y intégrant le maximum d'informations provenant des documents proposés.

# Prospecter des gisements de combustibles fossiles

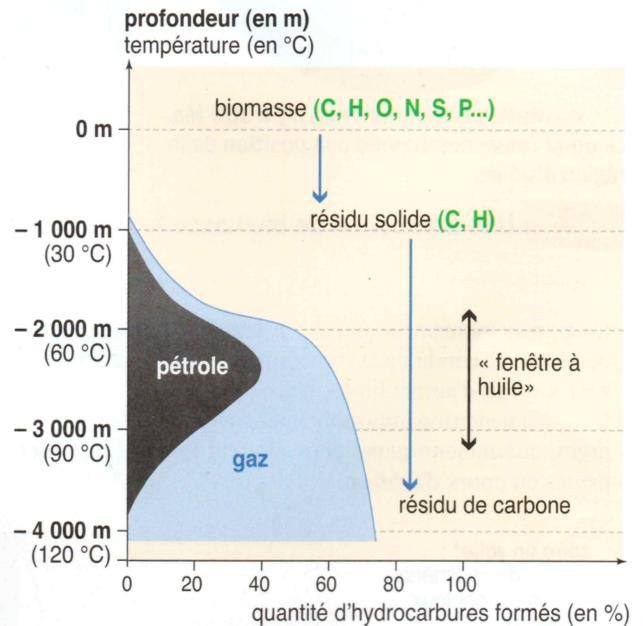
Comme le charbon, les hydrocarbures (pétrole et gaz naturel) sont des combustibles fossiles d'origine biologique. La connaissance des conditions de formation des hydrocarbures permet la prospection de nouveaux gisements.

## A De la matière organique aux gisements de roches carbonées

- Deux conditions préalables sont nécessaires à la formation d'une roche carbonée : la conservation d'une importante biomasse et son enfouissement.

Moins de 1 % de la matière organique produite échappe à la décomposition et au recyclage. Cela se déroule lorsqu'une biomasse est ensevelie rapidement sous de fortes quantités de sédiments. La matière organique se retrouve dans des conditions anoxiques (sans oxygène) et elle est de ce fait soustraite à l'action des décomposeurs.

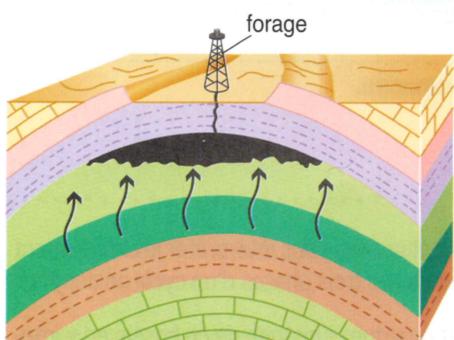
- Si l'enfouissement se poursuit, grâce à des phénomènes tectoniques, la matière organique mal dégradée est amenée en profondeur. Elle subit alors un réchauffement qui entraîne sa simplification moléculaire par cuisson (perte d'oxygène puis d'hydrogène). En fonction de la profondeur de l'enfouissement et de la composition initiale de la matière organique, la cuisson peut conduire à du charbon, de l'huile (pétrole) ou du gaz. On appellera roche mère, la roche contenant initialement de l'huile ou du gaz.



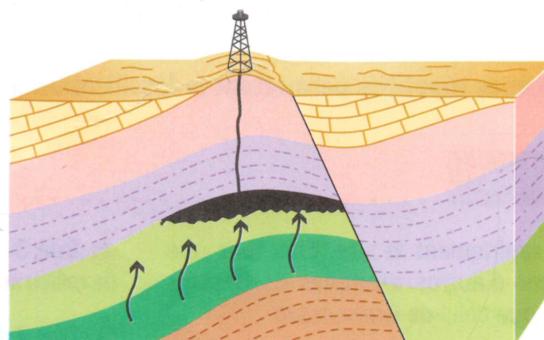
Doc. 1 Une lente transformation de la matière organique liée à l'enfouissement.

Du fait de leur faible densité, les hydrocarbures (pétrole, gaz) ne restent pas dans la roche mère mais remontent vers la surface. Pour qu'un gisement d'hydrocarbures se forme, il faut donc qu'un piège les arrête lors de la remontée. Ces pièges sont le plus souvent des structures tectoniques particulières (*dessins ci-dessous*) qui

contiennent à la fois une roche réservoir, poreuse, susceptible de contenir les hydrocarbures et une roche imperméable, surmontant la roche réservoir et empêchant la poursuite de la migration vers la surface. Ces conditions étant difficilement réunies, seuls 1 % des hydrocarbures formés sont finalement piégés.



Piège de type anticlinal



Piège de type faille

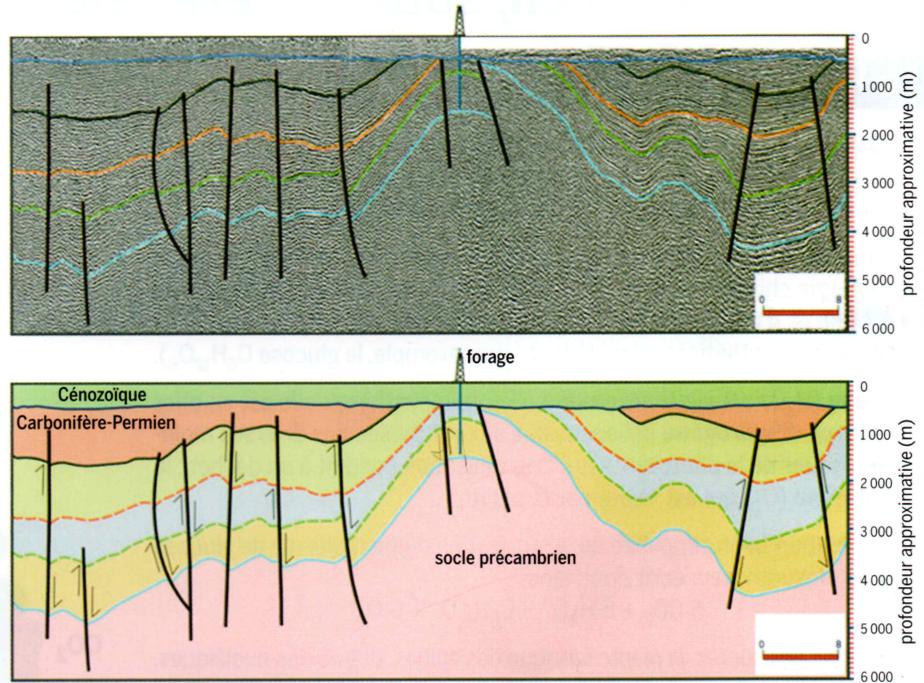
- roche mère
- roche réservoir (sable, grès...)
- roche couverture (argile)
- migration des hydrocarbures

Doc. 2 Un nécessaire piégeage des hydrocarbures.

## B La recherche et l'exploitation de gisements pétroliers

Grâce à des explosions réalisées en surface, on peut réaliser une sorte d'échographie du sous-sol en analysant les ondes renvoyées en surface par les différents changements de composition des matériaux du sous-sol. On peut ainsi modéliser la structure de la croûte en profondeur et y déceler d'éventuels pièges à pétrole. Quand un tel piège est repéré, des forages doivent être réalisés pour vérifier le caractère exploitable et rentable du gisement.

Les *dessins ci-contre* correspondent à une prospection pétrolière dans le sud-est de l'Australie.



**Doc. 3** La prospection par **sismique-réflexion** et la vérification d'une hypothèse.



Depuis 1967, les **sables bitumineux** de l'Alberta (Canada) sont exploités dans de grandes mines à ciel ouvert (a). Ces sables contiennent environ 11 % d'un bitume beaucoup plus visqueux que le pétrole conventionnel. D'abord extrait dans d'immenses bacs de décantation, le bitume est aujourd'hui pompé comme le pétrole brut après injection profonde de vapeur d'eau, puis traité sur place. Ces mines ont apporté

une certaine prospérité économique et démographique à la région. Mais l'impact environnemental est considérable : destruction de la forêt boréale, des tourbières, des zones humides, détournement du cours naturel des rivières. Il est courant d'observer des résidus bitumineux flotter à la surface des lacs de la région (b).

**Doc. 4** L'exploitation de sables bitumineux et ses conséquences environnementales.

### Pistes d'exploitation

- 1. Doc. 1 :** Expliquez pourquoi la formation d'une roche mère pétrolière est une anomalie dans le fonctionnement naturel des écosystèmes.
- 2. Doc. 1 et 2 :** Résumez les étapes de la formation d'un pétrole. Expliquez pourquoi les gisements d'hydrocarbures sont rares.

- 3. Doc. 3 :** Justifiez la réalisation d'un forage dans cette région.
- 4. Doc. 4 :** Discutez de l'intérêt de l'exploitation des sables bitumineux dans cette région.