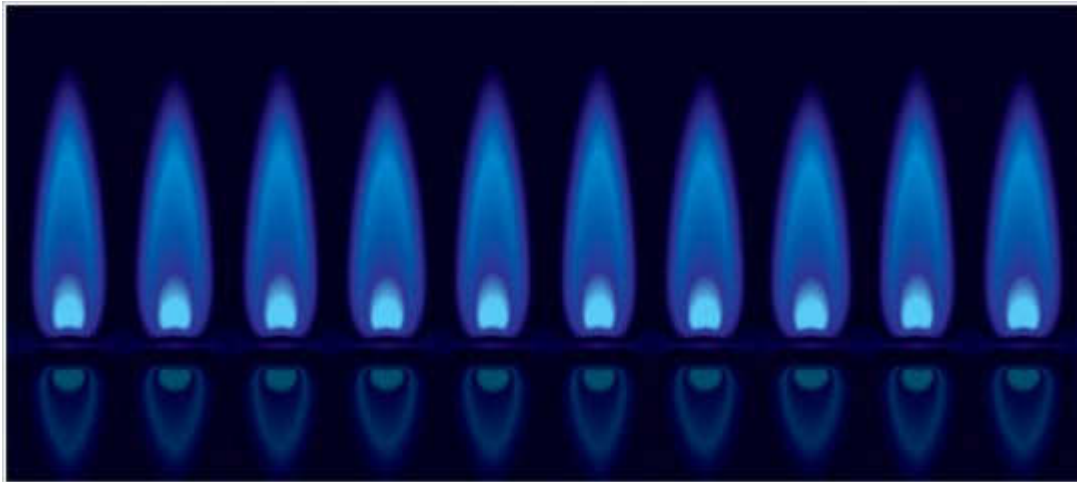


# Le gaz de schistes : sa genèse

## Une vieille histoire géologique



La genèse du gaz de schistes se confond avec la genèse du pétrole, du gaz naturel et du charbon. Dans tous ces cas, ces matériaux se sont formés il y a des millions d'années, quand certaines conditions favorables étaient réunies.

Tous ces matériaux sont riches en carbone et dérivent de la transformation de la matière organique. La grande période de leur formation est le Carbonifère (son nom n'est pas dû au hasard), à la fin du Paléozoïque (autrefois appelé "ère primaire") il y a 359 à 299 millions d'années (Ma) mais pas seulement. D'autres périodes furent également des périodes favorables comme le Jurassique (de 199 à 145 Ma) qui nous intéresse particulièrement en Périgord-Quercy.

Echelle des temps géologiques				
Eon	Ere	Periode	Epoque	Date (millions d'années)
Phanérozoïque	Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	0,01
			Pleistocène	1,8
		Tertiaire	Pliocène	5,3
			Miocène	23
			Oligocène	34
			Eocène	56
			Paléocène	65
	Mésozoïque	Crétacé	145	
		Jurassique	199	
		Triassique	251	
	Paléozoïque	Permien	299	
		Carbonifère	359	
		Dévonien	416	
		Silurien	443	
Ordovicien		488		
Protérozoïque	Archéen	Cambrien	542	
			2500	
Précambrien				4600

Echelle des temps géologiques

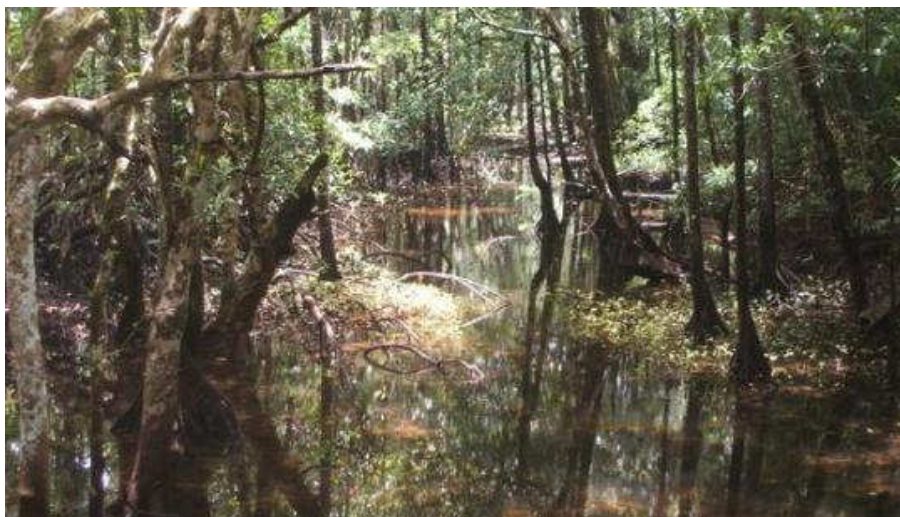


*Un paysage du Carbonifère*

En résumé, la formation de ces matériaux énergétiques requiert un milieu riche en matière organique rapidement enfoui pour empêcher son oxydation et sa mise en profondeur pour sa transformation sous l'action conjuguée de la température et de la pression. En effet, la pression augmente simplement sous le poids des roches surincombantes et la température augmente vers le centre de la Terre où règne une température de 4000°C.

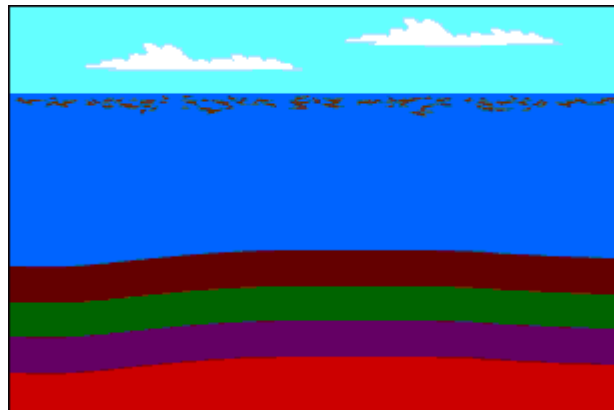
### **Un milieu favorable**

Un milieu favorable implique un milieu riche en matière organique où cette dernière est rapidement soustraite à l'influence de l'atmosphère. Un tel milieu est par exemple un marécage, une côte maritime riche en végétaux comme les mangroves actuelles ou les lagunes mais également les côtes maritimes riche en vie donc en général de faible profondeur d'eau.



*Une mangrove actuelle, Mélange de végétaux et d'eau*

Dans ces conditions, la matière organique, constituée de fragments d'animaux et de végétaux de toutes tailles vont se mélanger aux sédiments. Les sédiments les plus favorables vont être ce que nous appelons couramment de la vase, un sédiment fin riche en argile mais pouvant contenir des grains de sable (le plus souvent du quartz). Tout le monde a probablement nettoyé dans son jardin voire dans sa gouttière des accumulations de feuilles, de terre et toutes sortes de débris formant une matière noire et humide, c'est un peu cela la matière de départ.



*Dépôt de la matière organique sur le fond marin*

### **L'enfouissement**

Il faut ensuite que ce milieu organique soit enfoui rapidement par l'arrivée de sédiments venant les recouvrir. C'est le cas par exemple dans les deltas des grands fleuves. La Camargue est un exemple d'environnement favorable. N'oublions pas que nous parlons ici de phénomènes géologiques et que la rapidité est relative : en géologie, un événement qui dure un siècle est un événement très rapide.



*Enfouissement de la matière organique par les dépôts sédimentaires suivants*

Suite à cet enfouissement, les sédiments en majorité argileux et riches en matières organiques (ils auront donc tendance à être noirs) vont voir ces dernières se transformer en fonction de la profondeur.

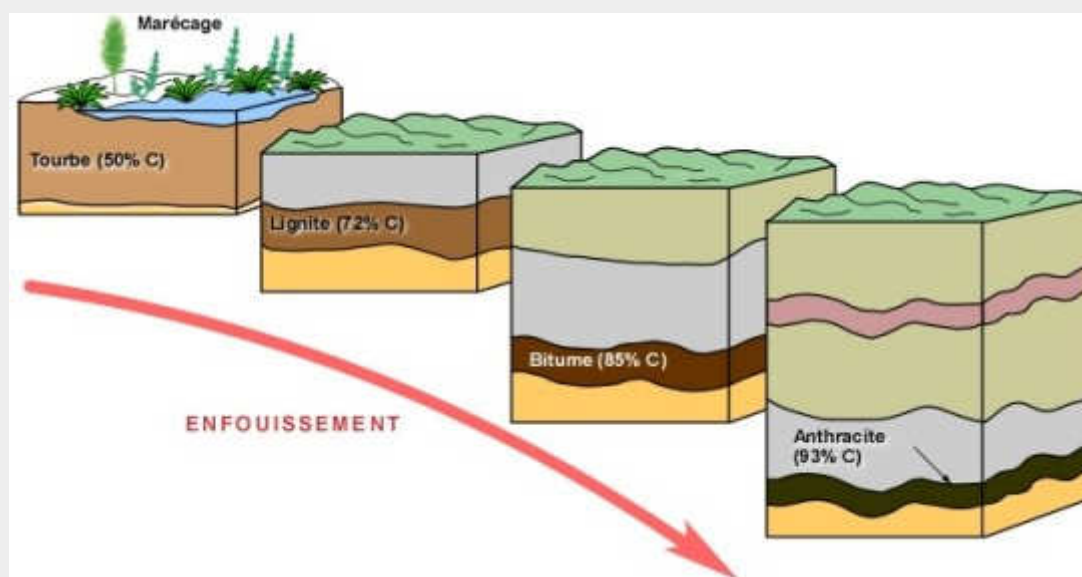
\* 0 - 1000 mètres : sous l'action des bactéries, la matière organique va se transformer en gaz naturel (méthane) que l'on va appeler "biogénique" (= produit par la vie). Il s'agit donc d'un gaz issu de la décomposition que l'on peut déjà observer dans nos composts de

jardin. Ce gaz n'est pas produit en grande quantité et n'est pas de grande qualité car il est associé à d'autres composés comme l'eau, le CO<sub>2</sub> ou le soufre.

\* 2000 – 3000 mètres : la matière organique va se transformer sous l'action de l'augmentation de la température. On va parler de maturation thermique et de transformation thermogénique (= produit par la chaleur). A ce stade, les matières organiques sont transformées en huile (pétrole) avec un peu de gaz naturel.

\* 3000 – 4000 mètres et plus : le gaz naturel est produit en plus grande quantité. Au-delà de 4000 mètres, le gaz naturel devient sec et est très recherché car très pur.

**Le charbon.** *Le charbon est un cas particulier de ce qui est décrit ci-dessus. Le charbon provient de l'accumulation massive de végétaux terrestres morts, principalement des arbres. Le charbon est donc plus lié à des environnements continentaux et de très faible profondeur d'eau. Pour que ces forêts se retrouvent en profondeur, il faut des événements successifs de nature catastrophique comme une augmentation très importante de la pluviométrie provoquant inondation engloutissant ces forêts et les recouvrant de boue et de sable. Une invasion marine par élévation du niveau de la mer provoquera le même phénomène. Les forêts ainsi englouties pourrissent rapidement. Sur la nouvelle surface, des forêts se reforment jusqu'à la prochaine inondation et ainsi de suite. Les gisements de charbon montrent souvent des alternances de couches de charbon et de couches de schistes (argiles consolidées) et de grès (sables consolidés) résultant de ces successions d'événements catastrophiques suivi de renaissance.*



**De la tourbe à l'anthracite**

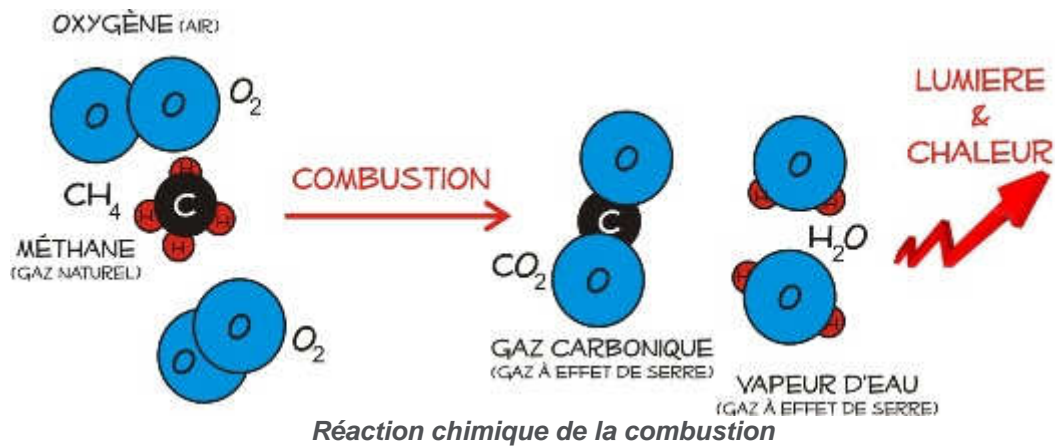
*Les couches de végétaux morts s'enfoncent progressivement suite à l'affaissement du bassin et aux arrivées successives de sédiments. Ils se transforment ainsi successivement en tourbe, en lignite, en charbon et finalement en anthracite, avec une teneur en carbone de plus en plus élevée et donc une qualité de plus en plus élevée en termes de rendement thermique (les meilleurs anthracite atteignent 90 à 95 % de carbone).*

*La majorité du charbon s'est formé au Carbonifère mais il s'en est formé également au Mésozoïque (voir échelle géologique) voire même au Cénozoïque dans certaines régions à fort flux thermique.*

Dans tout les cas, on parle d'hydrocarbures fossiles. Fossiles car il s'agit d'organismes qui ont été vivants qui ont été enfouis et se sont transformés. Hydrocarbure car charbon, pétrole et gaz sont formés de deux types d'atomes, l'hydrogène (hydro) et le carbone (carbure). Raison pour laquelle ils constituent d'excellents combustibles (le bois aussi est composé de carbone). Leur combustion produit du CO<sub>2</sub> et de la vapeur d'eau. En effet, la combustion est une réaction d'oxydation, de réaction entre l'hydrocarbure et l'oxygène de



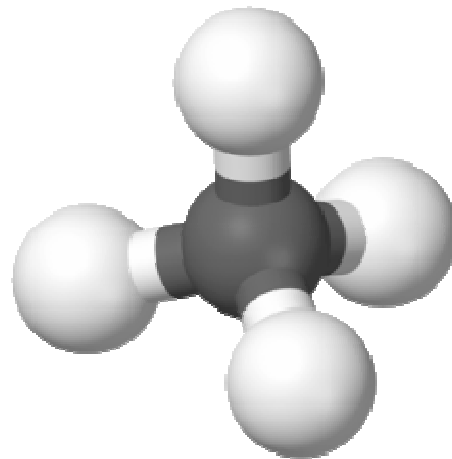
l'air : si l'on prend un hydrocarbure simple, le méthane (molécule= CH<sub>4</sub>) sa réaction avec l'oxygène (molécule= O<sub>2</sub>, on en prend deux), on a la réaction CH<sub>4</sub> + 2 O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + 2 H<sub>2</sub>O (des deux côtés, nous avons 1 atome de carbone, 4 atomes d'oxygène et 4 atomes d'hydrogène).



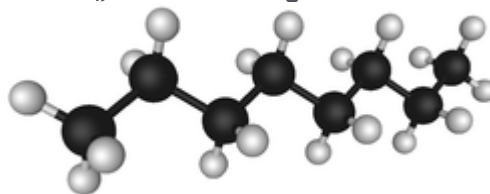
C'est la raison pour laquelle les chaudières au gaz produisent de la vapeur d'eau (et de l'eau liquide dans le cas des chaudières à condensation).

Cette production de dioxyde de carbone et de vapeur d'eau, deux gaz à effet de serre est au cœur des problématiques actuelles du changement climatique et de l'acidification des océans.

Les hydrocarbures sont nombreux et peuvent être simples comme le méthane (CH<sub>4</sub>), composant du gaz naturel ou plus complexe comme l'octane (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>), composant du pétrole.



**CH<sub>4</sub>, le méthane = gaz naturel**

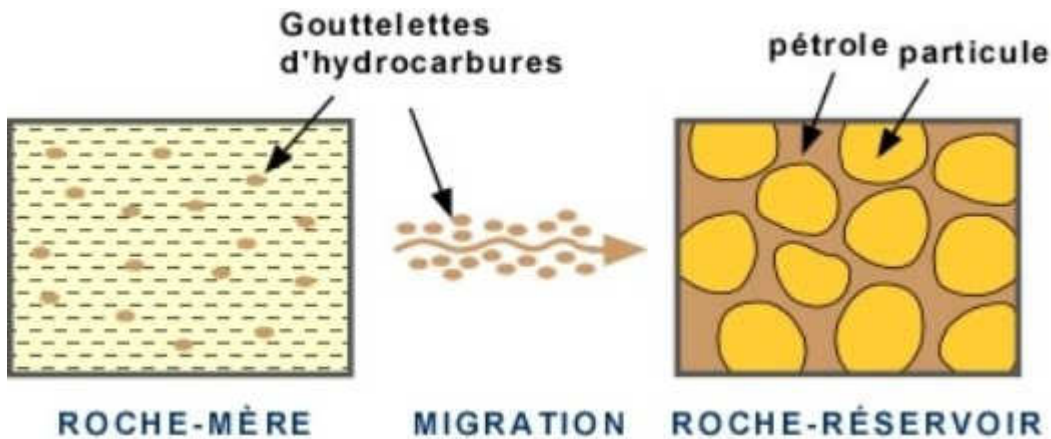


**C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>, l'octane = pétrole**

Plus la molécule comprend d'atomes, plus elle est lourde, plus sa température d'ébullition est élevée. C'est la raison pour laquelle, à température et pression ambiante, le méthane est un gaz (il devient liquide à -160°C) et l'octane un liquide.

### La migration des hydrocarbures

En tant que gaz et liquide, les hydrocarbures, comme l'eau, ont tendance à migrer dans les roches jusqu'à ce qu'ils soient piégés quelque part. C'est la raison pour laquelle on parle de roche-mère et de roche-réservoir.



*Roche-mère et roche-réservoir.*

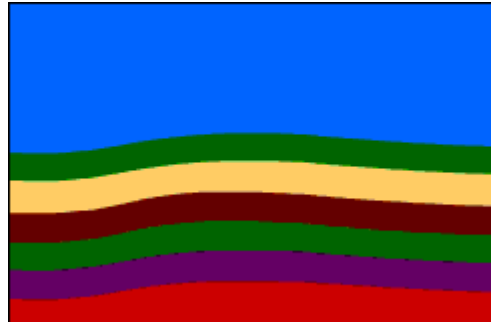
*Les hydrocarbures sont dispersés dans la roche-mère et concentrés dans la roche-réservoir*

La roche-mère est la roche dérivant du sédiment riche en matière organique. Il s'agit donc d'une roche principalement argileuse que l'on appelle un schiste (shale en anglais) car elle a tendance à former rapidement des feuillets. Les schistes riches en matière organique seront foncés voire noirs et la matière organique y est dispersée.

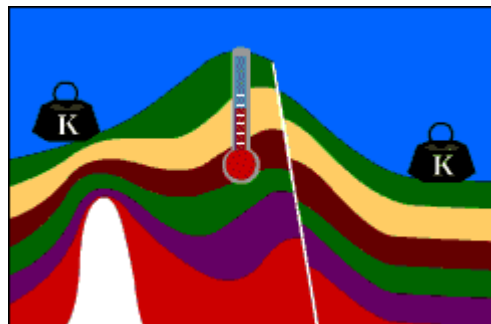


*Schiste noir carbonifère avec fossile de fougère*

Le schiste, de nature argileuse, est relativement peu perméable. Cependant, sous l'action de déformations tectoniques (engendrées par les contraintes dues aux mouvements des continents) et grâce à la nature feuilletée du schiste, les hydrocarbures arrivent souvent à s'en échapper et à migrer dans des roches poreuses comme les grès ou les sables.

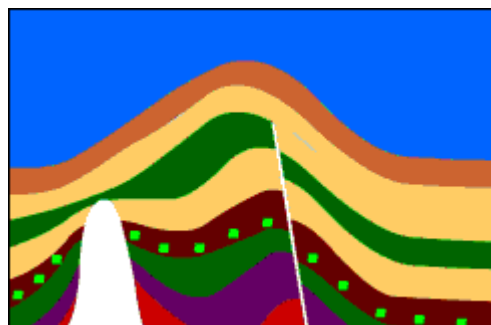


*Plissement de terrains*

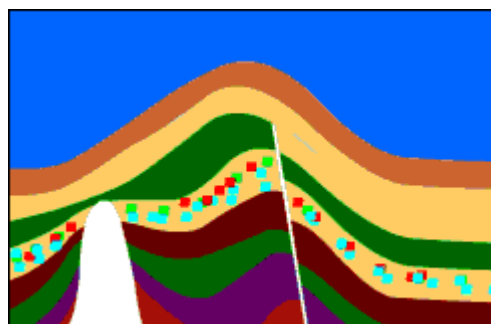


*Doming et faille*

Ils peuvent arriver à la surface mais le plus souvent ils seront piégés sous une couche imperméable où ils formeront un réservoir. On y trouvera au sommet le plus léger, le gaz naturel, avec en-dessous le pétrole et finalement l'eau salée, le fluide le plus dense.

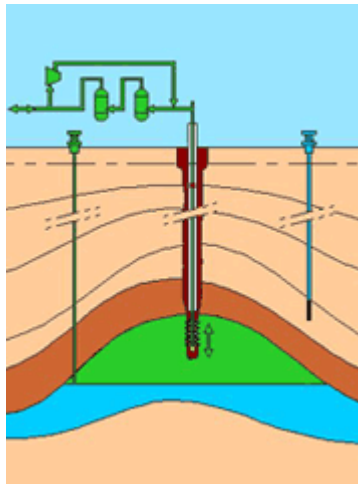


*Migration des hydrocarbures*



**Concentration des hydrocarbures dans le piège.**

*Le piège est constitué par une couche de roche imperméable, ici dans le cœur d'un pli.*



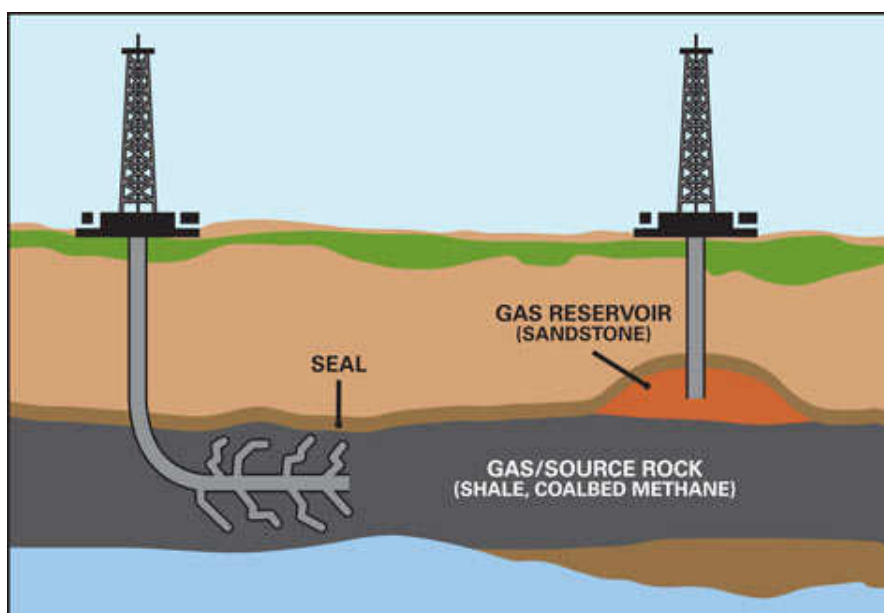
**Exploitation d'une poche gazeuse piégée après migration du gaz sous une couche imperméable.**  
 Sous le gaz, de l'eau salée

C'est sous cette forme que se trouvent la très grande majorité des gisements exploités de pétrole et de gaz. Cette situation est en effet doublement favorable : les hydrocarbures y ont concentrés et non pas dispersés comme dans la roche-mère et ils ne demandent qu'à quitter le piège où ils se trouvent : un simple trou dans la roche imperméable et tant le pétrole que le gaz s'échapperont. Ils sont en général en effet en surpression dans leur piège.

### Les hydrocarbures restés dans la roche-mère

Cependant, si les schistes sont particulièrement imperméables ou s'ils n'ont pas été soumis à des forces tectoniques importantes, les hydrocarbures pourront rester dans leur roche-mère. C'est le cas des schistes bitumineux (schistes riches en kérogène, genre de pétrole peu évolué) et des schistes comprenant encore du gaz, que l'on appelle le gaz de schistes.

Ces hydrocarbures dans les roches-mères constituent des réserves importantes de combustibles mais en théorie seulement. En effet, si l'histoire géologique n'a pas réussi à les en faire sortir, ce ne sera pas facile pour l'être humain non plus.



**Exploitation de gaz de schiste (gauche) et de gaz piégé (droite)**

*L'exploitation de la roche-mère (gaz de schistes) est beaucoup plus difficile, délicate et dangereuse pour l'environnement que l'exploitation du gaz naturel piégé.*



A voir également :

[Le gaz de schistes : son exploitation](#)

[Le gaz de schistes : intérêts et problèmes](#)

A suivre:

Le gaz de schistes : la situation en Périgord Noir - Haut Quercy

*Jean-Paul Liégeois, géologue*