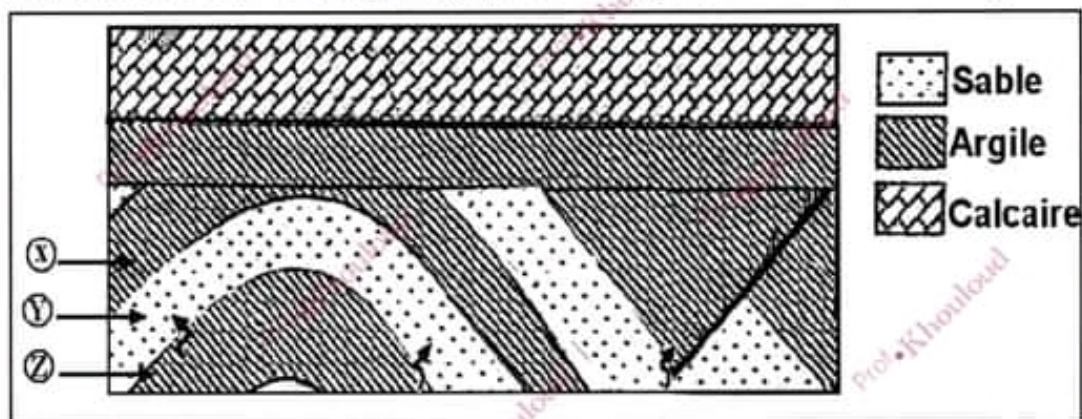


**Exercice N°5:**

Le document suivant montre une coupe géologique d'une région, où on exploite trois gisements pétrolifères.



1°/

a- Donner la signification des flèches représentées sur le document.

b- Indiquer les causes de ce phénomène.

2°/ Repérer sur le document les trois gisements à pétrole tout en indiquant pour chacun les composants.

3°/ Numéroté ces gisements avec les chiffres ①, ② et ③ et préciser pour chacun la nature de sa structure.

4°/ Compléter le tableau suivant:

Couches	Couche : X	Couche : Y	Couche : Z
Nom	.....	.....	.....
Caractéristique	.....	.....	.....
Rôle	.....	.....	.....

5°/ La genèse du pétrole nécessite des conditions et des étapes particulières.

On propose les expressions suivantes, dont certaines correspondent aux bonnes conditions favorisant la genèse du pétrole.

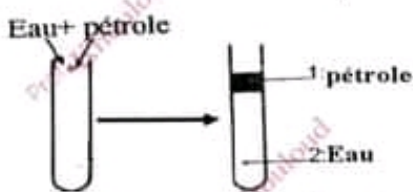

a) Bactéries anaérobies	g) Bassin sédimentaire pétrolifère.
b) Eau profonde	h) Formation d'une structure piège
c) milieu pauvre en oxygène	i) Bassin sédimentaire fermé
d) Grand apport en phosphore	j) Apport de sédiments très fins
e) Organismes planctoniques	k) Enfouissement progressif des couches
f) Augmentation de pression et de température	l) Milieu très bien aéré

En utilisant les lettres (a, b, ..), classer les expressions correspondant à chaque phase de la genèse du pétrole dans le tableau suivant :

Phase de dépôt	Transformation biochimique	Transformation géochimique
.....	.....	.....

**Exercice N°4:**

1°/

Expériences	Conclusions
<p>On mélange dans un tube à essais le pétrole à l'eau.</p> 	<p>La densité du pétrole est inférieure à celle de l'eau.</p>
<p>Observation microscopique du pétrole.</p> 	<p>Le pétrole a une origine organique. Il se forme à partir d'une matière organique marine (microfossile planctonique).</p>
<p>Le pétrole <u>brûle</u>, dégage une <u>fumée noire</u> et une <u>flamme éclairante</u>.</p>	<p>Le pétrole est une roche combustible et énergétique. La combustion du pétrole dégage une fumée noire et une flamme éclairante donc le pétrole est riche en carbone et en hydrogène : c'est un hydrocarbure.</p>

2°/

a- \* à une température de 180°C : la quantité de pétrole formée augmente légèrement de 6mg à 13mg pendant 270 jours.

\* à une température de 200°C : pendant 270 jours, la quantité de pétrole formée augmente de 6mg à 20mg.

\* à une température de 220°C : la quantité de pétrole formée devient importante et atteint 35mg pendant la même période.

Donc la quantité de kérogène transformée en pétrole augmente avec l'augmentation de la température.

⇒ Le facteur à l'origine de la transformation du kérogène en pétrole est la haute température du globe terrestre.

b- Pour obtenir 20mg d'hydrocarbures il faut 30 jours à 220°C et 270 jours à 200°C.

c- Phase de transformation ou de maturation : La roche mère formée, devient de plus en plus profonde due à la sédimentation au cours des millions d'années. Puisque la température augmente en profondeur, donc le kérogène se transforme lentement en hydrocarbures liquides et gazeux.

⇒ On parle de transformation géochimique.



**Première série d'expériences :**

1°/ Analyser les résultats d'expériences du tableau précédent, en vue de déduire les conditions de formation du kérogène dans un bassin sédimentaire.

2°/ Nommer l'étape de la genèse du pétrole mise en évidence par cette série d'expériences ?

**Deuxième série d'expériences :**

**Expérience 1 :** On suit la transformation du kérogène en fonction de la profondeur. Les résultats sont représentés dans le document ci-contre.

3°/

a- En se basant sur les données du document, souligner chaque proposition exacte.

- La température diminue en fonction de la profondeur.
- Il y a transformation géochimique du kérogène à partir de 1000m.
- A la profondeur 2000m, il y a formation d'autant d'hydrocarbures liquides que gazeux.
- A 4000m ne se forment que des hydrocarbures gazeux.
- A 4000m, tout le kérogène est transformé en hydrocarbures.

b - Expliquer brièvement la transformation subie par le kérogène en fonction de la profondeur.

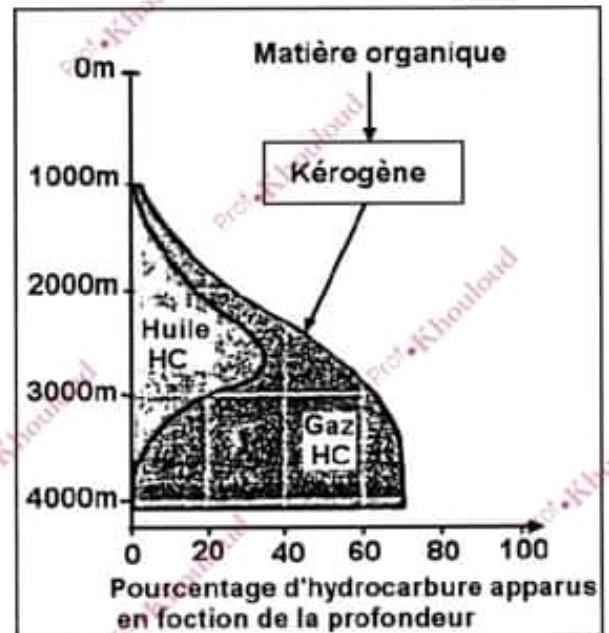
c - Préciser l'étape de la genèse du pétrole mise en évidence par cette expérience.

**Expérience 2 :** Des échantillons de roches prélevées par forage à 700m de profondeur montrent la présence d'hydrocarbures liquides.

4°/

a- Préciser le nom et la nature de cette roche.

b- Expliquer la présence du pétrole à cette profondeur.



## CORRECTION

**Exercice N°1:**

1	2	3	4	5	6
a-d	c-d	b-c	c-d	d	b-d

**Exercice N°2 :**

Le pétrole est une roche (**carbonée**) constitué à partir de la (**matière organique**) des êtres vivants.

Sa formation exige des conditions exceptionnelles :

\*être rapidement enfui à l'abri de l'oxygène par une couverture de (**sédiments fins**)

\*Subir une (**maturation**) sous l'action de (**température**) élevée.

Les pétroles ne se rencontrent pas dans la roche (**mère**), leur caractère liquide ou gazeux a entraîné leur (**migration**) dans des structures (**pièges**) qui ont permis leur (**conservation**) dans une roche (**magasin**).

**Exercice N°3:**

1°/ Le pétrole brûle à la chaleur donc c'est une roche combustible.

La combustion du pétrole dégage de la chaleur donc c'est une roche énergétique.

La combustion du pétrole dégage une fumée noire et une flamme éclairante donc le pétrole est riche en carbone et en hydrogène : c'est un hydrocarbure.

\* Le pétrole surnage l'eau donc il est insoluble dans l'eau et sa densité est inférieure à celle de l'eau

2°/ a- **Légende** : 1= roche couverture ; 2= gaz ; 3= pétrole liquide ; 4= eau salée ; 5= roche magasin ; 6= migration du pétrole ; 7= roche mère du pétrole.

b- La roche couverture imperméable arrête la migration du pétrole.

La roche réservoir ou magasin est une roche poreuse et perméable dans laquelle le pétrole s'accumule.

3°/ Le bassin sédimentaire qui est semi fermé par des haut fonds, permet l'accumulation de la matière organique morte (plancton) et les sédiments fins (argile).

Un plancton abondant forme la matière organique à l'origine du pétrole. Donc le pétrole a une origine organique.

Les bactéries anaérobies décomposent partiellement la matière organique morte en milieu anaérobie (sans oxygène) pour libérer le kérogène.

Les sédiments fins permettent la protection de la matière organique morte du processus de minéralisation (milieu anaérobie).



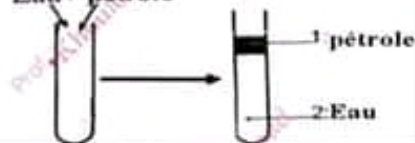


## L'ESSENTIEL DU COURS

- Le pétrole représente la source d'énergie la plus exploitée actuellement dans le monde : C'est une ressource naturelle à intérêt économique.
- Le pétrole est une roche liquide ayant des caractères particuliers.
- Le sous-sol Tunisien contient plusieurs gisements de pétroles, certains sont exploités on-shore (gisement en mer) et d'autres off-shore (gisement du continent).
- **Les propriétés physico- chimiques du pétrole :**

Caractère de la roche	Observations
Etat	Liquide plus ou moins visqueux selon les gisements.
Odeur	Odeur caractéristique, rappelle celle de l'essence.
Couleur	Couleur variable selon les gisements : noirâtre, jaunâtre, brunâtre
Densité	Le pétrole surnage l'eau. Donc sa densité est inférieure à celle de l'eau c'est à dire inférieur à 1.
Solubilité	Le pétrole ne se mélange pas à l'eau. Donc insoluble dans l'eau ou non miscible avec l'eau. Eau + pétrole forme une émulsion instable.
Action de la chaleur	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Le pétrole brûle à la chaleur donc c'est une roche combustible.</li> <li>* La combustion du pétrole dégage de la chaleur donc c'est une roche énergétique.</li> </ul>
Composition chimique	<ul style="list-style-type: none"> <li>* La combustion du pétrole dégage une fumée noire <math>\Rightarrow</math> le pétrole est riche en carbone</li> <li>La flamme éclairante <math>\Rightarrow</math> le pétrole est riche en hydrogène</li> <li><math>\Rightarrow</math> Le pétrole brut est un : hydrocarbure + composé N.S.O + des métaux.</li> </ul>

Eau + pétrole

Remarque :

- Un gisement : c'est un lieu d'accumulation d'une matière naturelle. Exemple : gisement de pétrole.



- On appelle également le pétrole : hydrocarbures liquides ou gazeux.
- La combustion du pétrole dégage une fumée noire (poudre de carbone) ⇨ Le pétrole est une roche d'origine organique.

• **Structure du sous-sol au niveau d'un gisement de pétrole :**

Puisque le pétrole est léger (faible densité) et il est sous pression, il a tendance à remonter vers la surface : il migre. Au cours de sa migration, il traverse des roches poreuses et perméables.

La migration est souvent arrêtée lorsque le pétrole rencontre une roche imperméable dite roche Couverture. Dans ce cas, le pétrole s'accumule dans la roche magasin située au-dessous de la roche couverture. On dit que le pétrole est emprisonné dans une structure piège. Il existe plusieurs structures pièges : piège anticlinal ; piège par faille et piège discordance.

Parfois le pétrole peut atteindre la surface du sol s'il ne rencontre pas une roche couverture.

• **Genèse du pétrole :** La roche mère du pétrole se forme au fond d'un bassin semi-fermé pauvre en oxygène grâce au haut fond, dans lequel :

- L'apport éolien et terrigène permet la sédimentation de l'argile au fond du bassin.
- L'apport nutritif (nitrate et phosphate) grâce aux courants d'eaux ascendants permet le développement et la multiplication du plancton dans le bassin.

a) Phase de dépôts :

- La matière organique morte (cadavres des planctons) tombe au fond du bassin et se trouve rapidement enfouie dans l'argile ⇨ milieu anaérobie (la matière organique est protégée du processus de minéralisation)
- L'ensemble : matière organique + Vase argileuse ⇨ forme la roche mère du pétrole : roche imperméable et compacte.

b) Phase de transformation :

- ❶ En présence des bactéries anaérobies, la matière organique est décomposée lentement en kérogène : grosse molécule organique huileuse insoluble dans l'eau à l'origine du pétrole.  
⇨ On parle de transformation biochimique.
- ❷ Enfouissement progressive du bassin sédimentaire (subsidence) : La roche mère devient de plus en plus profonde due à la sédimentation au cours des millions d'années ⇨ augmentation de la température en profondeur.

Sous l'action de l'augmentation de la température, le kérogène est transformé lentement en hydrocarbures liquides et gazeux ⇨ On parle de transformation géochimique.

c) Phase de migration :

Les hydrocarbures ainsi formés quittent la roche mère et migrent vers le haut jusqu'à rencontrer une structure piège et s'accumule dans la roche réservoir ⇨ D'où formation d'un gisement de pétrole.



Le pétrole est une roche (.....) constitué à partir de la (.....) des êtres vivants.

Sa formation exige des conditions exceptionnelles :

\*être rapidement enfui à l'abri de l'oxygène par une couverture de (.....)

\*Subir une (.....) sous l'action de (.....) élevée.

Les pétroles ne se rencontrent pas dans la roche (.....), leur caractère liquide ou gazeux a entraîné leur (.....) dans des structures (.....) qui ont permis leur (.....) dans une roche (.....).

### Exercice N°3:

Dans le but d'étudier quelques propriétés de pétrole, on réalise les expériences suivantes :

**Expérience 1 :** on applique au pétrole une flamme d'une allumette.

**Résultats :** \* Le pétrole brûle.

\* Il dégage une fumée noire.

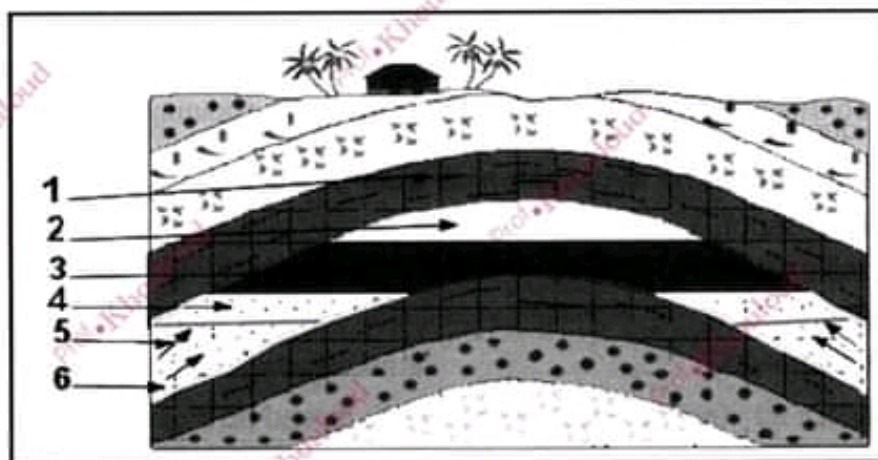
\* Il dégage une chaleur et forme une flamme éclairante.

**Expérience 2 :** On mélange dans un tube à essais le pétrole à l'eau.

**Résultat :** Le pétrole surmonte l'eau.

1°/ Dégager une conclusion pour chaque résultat obtenu.

2°/ La formation d'un gisement pétrolifère nécessite l'intervention de plusieurs éléments dont certains sont représentés dans le document suivant :



a- Annoter le document.

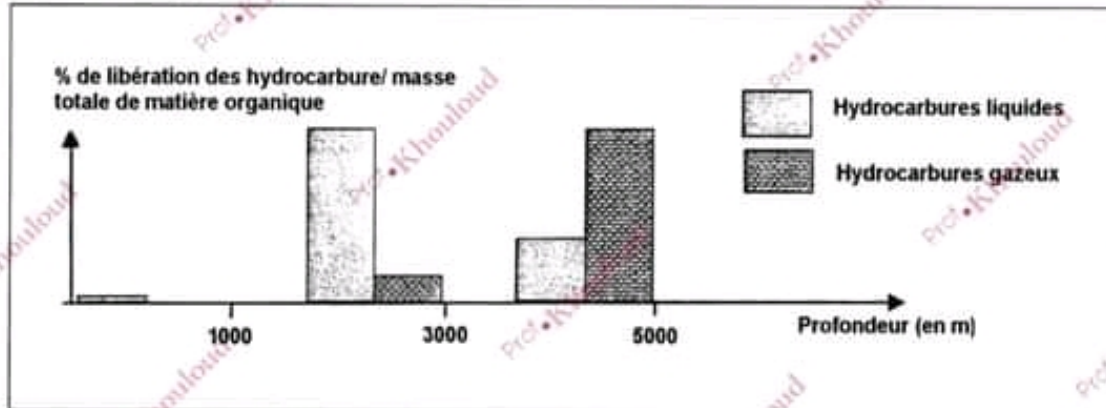
b- Préciser brièvement le rôle des éléments 1 et 6 dans cette formation.

3°/ Chacun des éléments suivants avait joué également un rôle important dans le processus de la genèse du pétrole : (un bassin sédimentaire), (un plancton abondant), (des bactéries anaérobies), (des sédiments). Préciser brièvement le rôle de chacun de ces éléments.

**Exercice N°6:**

On se propose d'étudier quelques étapes de la genèse et l'accumulation du pétrole dans les structures pièges.

On suit la transformation de la roche mère en hydrocarbure en fonction de la profondeur, les résultats sont représentés dans le document ci-contre.



1°/

a- Décrire les transformations subites par la roche mère entre 0m et 1000m de profondeur.

b- Préciser la nature de cette transformation.

2°/

a- Analyser le document en allant de 1000m à 4000m de profondeur en vue de déduire l'influence de la profondeur sur la formation d'hydrocarbure.

b- De quel type de transformation s'agit-il ?

c- Préciser les conditions nécessaires à la libération des hydrocarbures liquides et gazeux.

**Exercice N°7:**

Pour déterminer les conditions et les étapes de la formation du pétrole, deux séries d'expériences ont été réalisées.


Expérience	Conditions du bassin sédimentaire	Présence (+) ou absence (-) de Kérogène
1	Vase (boue) argileuse+ Matière organique+ Bactéries aérobies	(-)
2	Vase argileuse+ Matière organique+ Bactéries anaérobies	(+)
3	Calcaire+ Matière organique+ Bactéries anaérobies	(-)
4	Vase (boue) argileuse+ Bactéries aérobies	(-)



**Exercice N°4:**

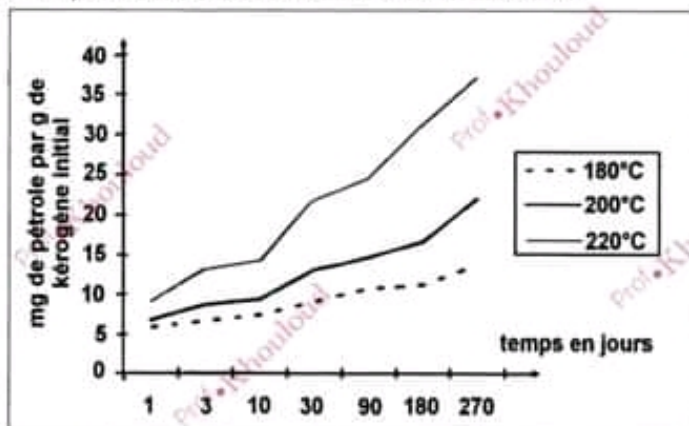
Pour déterminer les propriétés physiques et chimiques du pétrole, les conditions et les étapes de la formation du pétrole, on réalise les expériences suivantes :

1°/ compléter le tableau suivant par des phrases ou des schémas.

Expériences	Conclusions
<p>Observation microscopique du pétrole.</p> 	<p>La densité du pétrole est inférieure à celle de l'eau.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>Le pétrole <u>brûle</u>, dégage une <u>fumée noire</u> et une <u>flamme éclairante</u>.</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

2°/ Pour déterminer les facteurs qui sont à l'origine de la transformation du kérogène en pétrole, on soumit le kérogène à des températures différentes pendant des périodes de temps déterminées.

Les résultats sont représentés dans le document suivant :



a- Analyser le document et tirer une conclusion.

b- Déterminer à partir des courbes le nombre de jours nécessaire pour obtenir 20mg d'hydrocarbures.

c- Nommer et expliquer cette étape de la genèse du pétrole.

## EXERCICES

**Exercice N°1:**

Pour chaque item, cocher la ou (les) affirmation (s) exacte (s) :

**1°/ Le pétrole brut brûle et dégage une fumée noire ; on dit qu'il est :**

- a- combustible.
- b- une roche minérale.
- c- de nature organique.
- d- une roche carbonée.

**2°/ Dans le sous-sol, le pétrole se trouve dans une :**

- a- roche piège.
- b- roche imperméable.
- c- roche magasin.
- d- roche poreuse et perméable.

**3°/ La maturation de la roche mère du pétrole se fait :**

- a- dans un bassin sédimentaire.
- b- à des profondeurs supérieures à 1000m.
- c- sous l'action de températures et de pressions élevées.
- d- dans une structure piège.

**4°/ Une structure piège de pétrole :**

- a- présente une roche couverture perméable.
- b- peut être un piège synclinal.
- c- empêche la remontée du pétrole vers la surface.
- d- ne peut être exploitée que par un forage.

**5°/ La genèse du pétrole nécessite une succession de trois phases :**

- a- maturation, migration puis dépôt.
- b- dépôt, migration puis maturation.
- c- migration, dépôt puis maturation.
- d- dépôt, maturation puis migration.

**6°/ Le Kérogène constitue :**

- a- la roche mère du pétrole.
- b- un produit issu de la maturation de la roche mère.
- c- l'ensemble des sédiments fins où s'enfuit la matière organique.
- d- le produit de fermentation de la matière organique.

**Exercice N°2:**

Compléter le paragraphe en utilisant les mots suivants : température, migration, sédiments fins, maturation, carbonée, mère, conservation, pièges, matière organique et magasin.

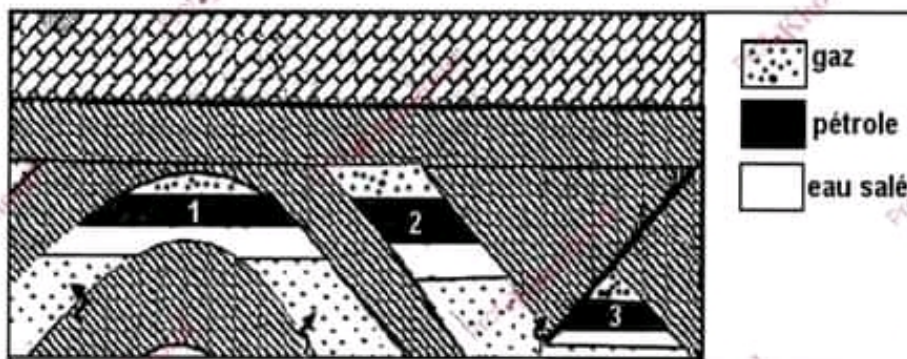


**Exercice N°5:**

1°/

- a- Les flèches représentées sur le document indiquent le sens de migration du pétrole.  
 b- Le pétrole migre de la roche mère car il est de faible densité et il est sous pression (poids des couches supérieures).

2°/



3°/ ① : piège à pétrole en anticlinal ② : piège à pétrole en discordance ③ : piège à pétrole par faille.

4°/

Couches	Couche : X	Couche : Y	Couche : Z
Nom	Roche couverture	Roche magasin	Roche mère
Caractéristique	impermeable	Poreuse et perméable	Imperméable et compact
Rôle	Arrête la migration du pétrole	Accumulation du pétrole.	La genèse du pétrole

5°/

Phase de dépôt	Transformation biochimique	Transformation géochimique
b- c- d- e- g- j	a- c	k- f

**Exercice N°6 :**

1°/

a- Entre 0m et 1000m de profondeur, le pourcentage de libération des hydrocarbures liquides est faible. A ce niveau dans la roche mère, les bactéries anaérobies décomposent lentement la matière organique et libère de grosses molécules organiques huileuses insolubles dans l'eau : C'est le kérogène.

b- C'est une transformation biochimique.

2°/

a- Entre 1000m et 4000m de profondeur, la teneur des hydrocarbures liquides augmente avec apparition des hydrocarbures gazeux. Donc, en profondeur, il y a transformation du kérogène déjà formé en hydrocarbures liquides puis gazeux. Puisque la température augmente en profondeur