

Thème

Extraire le pétrole

Source

Pétrole et gaz naturel, pages 32-33, 34-35, 36-37

Objectif

Les élèves découvriront comment le pétrole et le gaz naturel sont pompés ou récupérés dans le sol. Ils apprendront comment le pétrole est extrait de force d'une formation rocheuse par injection de gaz naturel et comment il est remonté par injection d'eau dans la formation (récupération secondaire).

Préparation du cours

1. Rassemblez les éléments pour les expériences.
2. Lisez le plan de cours
3. Faites des copies des documents de laboratoire.

Matériel pour l'élaboration

Carton de 30 cm x 30 cm x 24 cm (un carton de bouteilles convient parfaitement)

Sac plastique pour tapisser le carton

4 morceaux de 5 cm d'épaisseur de mousse de polystyrène bleue (taillés pour rentrer dans le carton)

1 morceau de 2,5 cm d'épaisseur de mousse de polystyrène blanche (taillé pour rentrer dans le carton)

3 morceaux de carton

1 cuillère pour doser (de la taille d'une cuillère à soupe)

Bicarbonate de soude

Vinaigre

Sauce de soja

Peinture en poudre noire hors poussière de RichArt

Mèche acier 3,5 mm pour mandrin 3,5 mm de perceuse à main

Perceuse à main électrique

Colle à bois

Râpe

Matériel

Préparation

- Une boisson gazéifiée
- Essuie-tout (pour nettoyer)

Exploration, activité numéro un

- Un sac plastique pour la congélation de un litre par groupe
- Deux pailles en plastique par groupe
- Eau
- Une casserole par groupe
- Essuie-tout
- Une paire de ciseaux par groupe

Exploration, activité numéro deux

- Une fiole conique transparente de 500 ml
- Un bouchon de caoutchouc n° 7 à deux trous
- Un bécher transparent de 250 ml
- Deux morceaux de tube en vinyle de 30 cm qui s'adaptent sur le bouchon de caoutchouc
- 150 ml d'huile végétale
- 350 ml d'eau
- Teinture rouge liposoluble
- Une seringue plastique de 60 cc
- Vaseline

Préparation

Pour commencer le cours, secouez une bouteille de boisson gazéifiée et ouvrez-la. Expliquez aux élèves qu'ils vont apprendre le rôle joué par la pression dans le processus d'extraction du pétrole. Le pétrole, le gaz naturel et l'eau étant soumis à des pressions extrêmes sous la surface, ces fluides jaillissent généralement des puits sans assistance, comme une boisson gazeuse que l'on aurait secouée avant d'ouvrir la bouteille.

Exploration

Activité numéro un

1. Répartissez les élèves par groupes de quatre. Attribuez à chaque élève un des rôles suivants.

Secrétaire : élève chargé de noter à l'écrit les informations concernant l'expérience.

Porte-parole : élève chargé de présenter les conclusions du groupe à la classe.

Chargé du matériel : élève chargé de collecter et de retourner le matériel utilisé pour l'expérience.

Animateur : élève qui dirige l'expérience et s'assure que son groupe reste concentré sur la tâche.

2. Distribuez aux élèves la feuille de laboratoire « Récupération primaire ».
3. Demandez aux élèves de nettoyer les restes de l'expérience et de prendre les feuilles de laboratoire.
4. Voici les questions auxquelles chaque élève devra répondre à la fin du laboratoire. Préparez les élèves à partager leurs réponses lors d'une discussion en cours après la fin de cette expérience.
 - Que s'est-il passé lorsque vous avez soufflé dans l'une des pailles ? (Réponse possible : L'eau est repoussée dans l'autre paille.)
 - À votre avis, quel est le rapport entre cette expérience et l'extraction du pétrole ? (Réponse possible : Cela montre comment le pétrole peut être extrait de force d'une formation rocheuse.)

Exploration

Activité numéro deux : Cette activité est plutôt une démonstration pratiquée par l'enseignant.

1. Versez 350 ml d'eau dans une fiole.
2. Mélangez la teinture rouge et 150 ml d'huile végétale et versez le tout dans l'eau. Cette expérience montre que l'huile est moins dense et flotte.
3. Fermez la fiole avec le bouchon, couvrez les trous avec vos doigts et secouez vigoureusement. Laissez reposer.
4. Passez les deux tubes dans le bouchon (voir exemple). Un morceau de tube doit atteindre la couche d'huile. Placez l'autre bout de ce tube dans le bécher. L'autre morceau de tube doit atteindre la couche d'eau.
5. Remplissez la seringue d'eau. Videz doucement le contenu de la seringue dans le tube qui atteint la couche d'eau. Attendez le temps que tout le liquide passe.
6. Observez et faites porter le cours sur ces observations. Comparez la première activité et la seconde.

7. Demandez quel est le rapport entre chaque partie de l'expérience et le processus d'extraction du pétrole ? (Réponse(s) possible(s) : cette expérience montre comment pomper de l'eau dans une formation permet d'extraire du pétrole; cette expérience montre comment il est possible d'extraire plus de pétrole d'un puits lorsque de l'eau est injectée dans la même formation d'un autre puits.)
8. Demandez aux élèves d'expliquer les différences entre les deux méthodes d'extraction du pétrole : poussée par expansion de gaz et injection d'eau. (Réponse(s) possible(s) : dans une poussée par expansion de gaz, du gaz naturel est injecté de force dans la formation ; dans l'injection d'eau, l'eau est injectée de force dans la formation)

Explication

Informations pour l'enseignant

Lorsque les producteurs de pétrole sont sûrs d'avoir trouvé la formation rocheuse souterraine adaptée, ils peuvent commencer à forer les puits de production.

Lorsque le puits atteint le gisement pour la première fois, une certaine quantité de pétrole peut monter à la surface immédiatement à cause de la pression qui est libérée dans le gisement. La pression exercée par les millions de tonnes de roches qui recouvrent le pétrole ainsi que la chaleur naturelle de la terre dans la réserve favorisent le développement de tous les gaz prisonniers des roches. Lorsque le puits atteint la réserve, cette pression est libérée, un peu comme l'air qui s'échappe d'un ballon. La pression fait circuler le pétrole de force dans la roche et lui fait remonter le puits jusqu'à la surface. Il y a des années de cela, alors que l'équipement n'était pas aussi perfectionné, il était parfois difficile d'empêcher le pétrole de jaillir à des centaines de mètres du sol en un « geyser ». Aujourd'hui, les compagnies pétrolières installent un équipement spécial sur leurs puits, un « obturateur anti-éruption », qui empêche les geysers et permet de contrôler la pression dans le puits.

Lorsqu'un nouveau champ pétrolifère produit du pétrole pour la première fois, les pressions naturelles dans le gisement forcent le pétrole hors des pores de la roche, dans des fractures et jusqu'aux puits de production. Ce flux naturel de pétrole est appelé « récupération primaire ». Il peut durer plusieurs jours ou plusieurs années. Cependant, après un certain temps, un gisement de pétrole perd de la pression. Le flux naturel de pétrole commence à diminuer et les compagnies pétrolières doivent utiliser des pompes pour remonter le pétrole à la surface.

Il est courant de trouver du gaz naturel en même temps que du pétrole. Les compagnies pétrolières peuvent séparer le gaz du pétrole et le réinjecter dans le gisement pour augmenter la pression et maintenir le flux de pétrole. Mais cela ne suffit pas toujours à maintenir le flux de pétrole et il peut en rester une grande quantité dans le sol. La récupération secondaire permet d'augmenter la quantité de pétrole extraite du puits.

Imaginez une bouteille de pétrole renversée sur un sol en béton. Vous pourriez en ramasser une partie, mais un léger film de pétrole resterait sur le sol. Vous pourriez projeter de l'eau au jet sur le sol et en faire partir un peu. C'est à peu près ce que peuvent faire les producteurs de pétrole dans un gisement lors de la récupération secondaire. Ils forent des puits, appelés « puits d'injection », et les utilisent comme des jets gigantesques pour envoyer de l'eau dans un gisement de pétrole. L'eau fait sortir une partie du pétrole restant par les pores de la roche et le pousse dans le gisement jusqu'aux puits de production. Cette opération est appelée « injection d'eau ».

Lisez aux élèves l'extrait ci-dessous du livre *Pétrole et gaz naturel*, page 32.

La localisation d'un gisement n'est que le premier stade de l'exploitation pétrolière. La compagnie exploitante doit obtenir les droits de forage et s'assurer que son impact sur l'environnement sera acceptable. Ces démarches peuvent prendre des années. Lorsqu'elle obtient enfin le feu vert, le forage d'exploration commence. La procédure peut varier, mais le principe consiste à creuser à la verticale du gisement. On insère un tubage en béton dans le puits nouvellement foré pour le renforcer, puis on pratique des petits trous dans le revêtement près du fond, qui laisseront passer le pétrole. La tête du puits, à sa sortie de terre, est équipée d'une installation de contrôle et de sécurité appelée « arbre de Noël ». Finalement, on peut injecter de l'acide ou du sable sous pression afin de percer la dernière couche de roche faisant obstacle, provoquant ainsi le jaillissement du pétrole dans le puits.

Lisez aux élèves l'extrait ci-dessous du livre *Pétrole et gaz naturel*, page 34.

De grosses réserves de pétrole existent sous le plancher des océans. Pour les exploiter, on installe en haute mer des plates-formes accueillant des foreuses dont la tête plonge dans la roche du fond marin. Le pétrole est envoyé à terre par des oléoducs ou bien il est stocké dans des installations flottantes avant d'être transféré dans des bateaux pétroliers. Ces plates-formes dites offshore (« au large », en anglais) sont des structures gigantesques. Beaucoup sont posées sur le fond marin sur des pieds qui s'enfoncent à des centaines de mètres sous l'eau. Ainsi, la plate-forme Petronius, dans le golfe du Mexique, est la plus haute structure du monde, atteignant 610 m au-dessus du fond marin. De telles structures doivent être extrêmement robustes, pour résister aux tempêtes de haute mer.

Lisez aux élèves l'extrait ci-dessous du livre *Pétrole et gaz naturel*, page 36.

Le premier puits offshore non visible depuis le littoral fut foré en 1947 dans 4,50 m de profondeur d'eau. Il y a seulement 30 ans, on qualifiait de profonds les forages s'effectuant vers 150 m. De nos jours, ce terme s'applique à des profondeurs d'eau allant jusqu'à 1 500 m, les forages ultra-profonds atteignant, quant à eux, plus de 3 000 m. Or, c'est dans des secteurs d'eaux profondes et ultra-profondes que s'effectue aujourd'hui l'essentiel des explorations. L'installation d'une grosse plate-forme de production peut coûter des milliards de dollars et nécessite trois années de construction. En fait, les difficultés qui ont déjà été surmontées en exploitation des réserves profondes et celles qui subsistent sont peut-être plus impressionnantes que celles de l'exploration spatiale.

Évaluation

Les élèves doivent compléter le questionnaire final.

Élaboration

Expérience de forage d'un puits de pétrole

L'objectif de cette activité est de donner l'occasion aux enfants de forer un puits de pétrole et de trouver de « l'or noir », du « thé texan » ou un « puits sec ». Cette expérience repose sur une réaction chimique entre le bicarbonate et l'acide acétique dont le mélange entre en effervescence.

1. Répartissez les élèves en groupes de 4 et distribuez le document « Expérience de forage d'un puits de pétrole ».
2. Les élèves doivent être surveillés avec attention pendant cette expérience.

Réponses au questionnaire final

1. La récupération du pétrole qui utilise uniquement les pressions naturelles du gisement est appelée :

Réponse : A. Récupération primaire.

1. L'injection de vapeurs chimiques permettant d'améliorer la récupération du pétrole est appelée :

Réponse : B. Récupération secondaire.

2. Vrai/Faux. Dans une poussée par expansion de gaz, du gaz naturel est injecté de force dans la formation. Dans l'injection d'eau, l'eau est injectée de force dans la formation.

Vrai

3. Quelle est la première étape de l'extraction du pétrole ? _____

Réponse : La détection d'un site adéquat

Gisements et production Kit de laboratoire



Noms :

1. Reportez-vous à la liste ci-dessous et rassemblez les éléments nécessaires pour cette expérience.
Carton de 30 cm x 30 cm x 24 cm (un carton de bouteilles convient parfaitement)
Sac plastique pour tapisser le carton
4 morceaux de 5 cm d'épaisseur de mousse de polystyrène bleue (taillés pour rentrer dans le carton)
1 morceau de 2,5 cm d'épaisseur de mousse de polystyrène blanche (taillé pour rentrer dans le carton)
3 morceaux de carton
1 cuillère pour doser (de la taille d'une cuillère à soupe)
Bicarbonate de soude
Vinaigre
Sauce de soja
Peinture en poudre noire hors poussière de RichArt
Mèche acier 3,5 mm pour mandrin 3,5 mm de perceuse à main
Perceuse à main électrique
Colle à bois
Râpe
2. Tapissez le carton avec le sac plastique. Le sac permet d'éviter les éclaboussures. Le carton doit mesurer 30 cm x 24 cm. Voir Figure 1.



Figure 1

3. Couvrez le fond du carton avec la mousse de polystyrène blanche de 2,5 cm d'épaisseur. Voir Figure 2. Posez deux morceaux de 5 cm d'épaisseur de mousse de polystyrène bleue sur la mousse de polystyrène blanche de 2,5 cm. Voir Figure 3. Posez deux morceaux de carton sur la mousse de polystyrène bleue de 5 cm d'épaisseur. Voir Figure 4.



Figure 2



Figure 3



Figure 4

4. À l'aide de la cuillère à soupe, découpez 12 godets en forme de cônes d'environ 5 cm de diamètre et 2,5 cm d'épaisseur dans un autre morceau de mousse polystyrène bleue de 5 cm d'épaisseur. Posez ce morceau de polystyrène sur les deux morceaux de carton. Voir Figure 5.



Figure 5



Figure 6

5. Trouvez quels godets contiendront de « l'or noir », du « thé texan » ou des « puits secs ». Sélectionnez 4 ou 5 godets pour « l'or noir », 4 ou 5 pour le « thé texan » et 2 ou 3 pour les « puits secs ». Versez 1 cuillère à café de bicarbonate de soude dans chaque godet « d'or noir » et de « thé texan ». Voir Figure 6.

- Après avoir désigné les godets « or noir », « thé texan » et « puits secs », dessinez une carte sur une feuille à part pour vous souvenir de ce que contient chaque godet. Pour les étapes suivantes, il est crucial de savoir ce que contient chaque godet.
- À l'aide de la cuillère à soupe, découpez 12 godets en forme de cônes d'environ 5 cm de diamètre et 2,5 cm d'épaisseur dans le dernier morceau de mousse polystyrène bleue de 5 cm d'épaisseur. En vous aidant de la carte, repérez les godets correspondants sur le dessus du polystyrène bleu avec ON pour « or noir » et TT pour « thé texan ». Les godets restants sont les « puits secs ».
- Placez le morceau de polystyrène bleu sur le polystyrène bleu du dessous dont tous les godets, sauf ceux des « puits secs », contiennent du bicarbonate de soude.
- Sur le polystyrène bleu du dessus, versez 1 cuillère à soupe de vinaigre dans les godets correspondants à « l'or noir » et $\frac{1}{2}$ cuillère à soupe pour ceux correspondants au « thé texan ». Voir Figure 7.



Figure 7

- Pour créer de « l'or noir », versez 1 cuillère à café de peinture tempera noire en poudre hors poussière dans chaque godet contenant la cuillère à soupe de vinaigre. Remplissez les godets « d'or noir » restants de peinture noire en poudre. Voir figures 8 et 9.



Figure 8

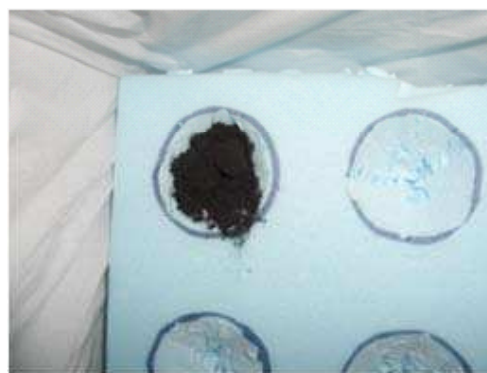


Figure 9

11. Pour créer du « thé texan », ajoutez $\frac{1}{2}$ cuillère à soupe de sauce soja à la $\frac{1}{2}$ cuillère à soupe de vinaigre déjà présente dans le godet approprié sur le polystyrène bleu du dessus. Voir Figure 10. La figure 11 présente la mesure de sauce soja ($\frac{1}{2}$ cuillère à soupe) pour le « thé texan ». La sauce soja permet de créer la couleur marron du « thé texan ».



Figure 10



Figure 11

12. Remplissez tous les godets de « thé texan » restants de sauce soja.
13. Posez le dernier morceau de carton sur le polystyrène bleu. Tracez une croix sur chaque site de forage. Cette étape termine la réalisation de l'intérieur de l'expérience. Voir Figure 12.



Figure 12

14. Extérieur du carton. Créez des couches géologiques qui entourent tout le carton en scotchant du papier de couleur en couches successives sur le carton, comme illustré Figure 13.



Figure 13

15. Avant de commencer le forage, mettez des lunettes de protection et un tablier. Couvrez le sol de plastique pour le protéger des éventuels débordements.
16. L'enseignant aide les élèves pour le forage. Montez la mèche de 3,5 mm sur la perceuse à main Voir Figure 14.
17. Dans cet exemple, « l'or noir » est sorti par le trou percé au retrait de la mèche. Cela ressemble vraiment au pétrole ! Voir Figure 15.
18. Dans cet exemple, le « thé texan » est sorti par le trou percé au retrait de la mèche. Voir Figure 16.



Figure 14



Figure 15



Figure 16

19. Lorsque rien ne sort par le trou percé au retrait de la mèche, il s'agit d'un « puits sec ». Lorsque le polystyrène bleu est percé, on peut entendre un grincement qui rend l'expérience encore plus réaliste.
20. Conclusions : Lorsque tous les membres des groupes ont pu forer au moins deux fois, établissez des statistiques sur le nombre de gisements « d'or noir », de « thé texan » et de « puits secs ». Compilez les résultats et faites un tableau avec le pourcentage de puits dont le forage a abouti (ce qui dépend bien sûr du nombre de godets sélectionnés comme « or noir », « thé texan » ou « puits secs »).

Nom : _____

Questions

1. La récupération du pétrole qui utilise uniquement les pressions naturelles du gisement est appelée :
 - A. Récupération primaire**
 - B. Récupération fracturée**
 - C. Récupération tertiaire**
 - D. Production**

2. L'injection de vapeurs chimiques permettant d'améliorer la récupération du pétrole est appelée :
 - A. Récupération primaire**
 - B. Récupération secondaire**
 - C. Récupération fractionnaire**
 - D. B et C**

3. Vrai/Faux. Dans une poussée par expansion de gaz, du gaz naturel est injecté de force dans la formation. Dans l'injection d'eau, l'eau est injectée de force dans la formation.

4. Quelle est la première étape de l'extraction du pétrole ? _____
