

Ce cours nécessite trois sessions d'activité.

Thème

Comment trouver du pétrole

Source

Pétrole et gaz naturel, pages 28-29, 30-31

Objectif

Les élèves apprendront que les scientifiques utilisent la technologie sismique pour dresser une carte représentant les formations rocheuses sous la surface de la terre. Ils découvriront également que les géologues utilisent des ondes acoustiques pour localiser les roches susceptibles de renfermer du pétrole et/ou du gaz naturel. Les ondes acoustiques sont altérées par différents types de roches.

Préparation du cours

1. Rassemblez le matériel requis pour les activités un, deux et trois.
2. Lisez le contenu du cours pour vous familiariser avec les informations qu'il contient.
3. Pour chaque élève, réalisez une copie du kit de laboratoire qui inclut les éléments suivants : feuille de laboratoire « Empreintes digitales », polycopié « Formes d'empreintes », feuille de laboratoire « Âge des roches », feuille de laboratoire « Roi du pétrole » et questionnaire final.

Matériel

Préparation

- Diapason
- Pierres

Exploration

Premier jour

- Crayon
- Papier
- Fiches en carton
- Ruban adhésif transparent
- Feuille de laboratoire « Empreintes digitales »
- Polycopié « Formes d'empreintes digitales »

Deuxième jour

- Ciseaux
- Ruban adhésif
- Jeu de marqueurs ou de crayons de couleur (9 couleurs différentes)
- Feuille de travail « Carte de la dorsale médio-océanique »

Troisième jour

- Boîte en carton ou conteneur opaque avec un couvercle en carton
- Sable
- Marqueurs
- Pailles de couleur transparente
- Papier millimétré
- Exemples de roches de petite taille
- Ballon contenant de l'eau
- Colorants alimentaires
- Papier-cache adhésif
- Broche en bambou

Élaboration

- Jeu de crayons
- Cartes sismiques

Préparation

À l'aide du diapason, effleurez délicatement des objets divers présents dans la salle. Notez les variations sonores produites par les différents objets. Frottez le diapason contre des pierres diverses. Notez les variations sonores produites par les différentes pierres. Discutez avec les élèves des différences dans les sons produits par les différents objets. Demandez aux élèves comment ils expliquent que des objets et des pierres différentes produisent des sons différents. Demandez-leur comment des scientifiques pourraient utiliser ces informations pour créer une carte des couches rocheuses sous la terre.

Expliquez aux élèves que les scientifiques utilisent parfois des ondes acoustiques pour trouver du pétrole sous la surface terrestre. Dans les prochains jours, nous allons explorer les différentes méthodes utilisées par les scientifiques pour détecter du pétrole sous la terre.

Exploration

Premier jour

1. Distribuez à chaque élève une copie de la feuille de laboratoire « Formes d'empreintes ».
2. Sur un bureau, placez du ruban adhésif transparent et des ciseaux que les élèves viendront chercher au moment requis lors de l'expérience.
3. Demandez aux élèves de suivre scrupuleusement les instructions.
4. Une fois que les élèves ont terminé l'exercice de laboratoire, demandez-leur de vous remettre une copie contenant leurs empreintes digitales. Numérotez chaque copie remise. Ce numéro remplacera le nom de l'élève. Sur une feuille de papier séparée, inscrivez le nom des élèves avec le numéro que vous avez attribué à chacun.
5. Collez les empreintes digitales numérotées sur le coin des tables de laboratoire.
6. Demandez aux élèves d'utiliser leur feuille de laboratoire « Empreintes digitales » pour identifier leur propre empreinte parmi celles placées sur les tables de laboratoire. Invitez les élèves à examiner les empreintes de leurs camarades tout en recherchant leur propre empreinte. Quelles sont les similitudes et les différences ?
7. Distribuez le polycopié « Formes d'empreintes » situé à la fin de ce cours.
8. Discutez des similitudes et des différences entre les empreintes que les élèves ont observées alors qu'ils recherchaient leur empreinte sur les tables de laboratoire. Discutez ensuite des similitudes et des différences entre les empreintes des élèves et les formes d'empreintes représentées sur le polycopié.
9. Examinez les points suivants et animez une discussion :
 - a. Pensez aux formes d'empreintes observées plus tôt. Les ondes acoustiques que les scientifiques utilisent pour « voir » dans les profondeurs de la terre produisent des cartes qui présentent également des formes.
 - b. Il existe plusieurs types de caractéristiques géologiques qui intéressent particulièrement les géologues pétroliers. Les plus courantes sont les « failles », les « anticlinaux » et les « dislocations stratigraphiques ».
10. Une fois cette activité terminée, présentez aux élèves les principes de la technologie sismique et expliquez-leur comment les ondes acoustiques peuvent permettre de localiser des gisements de pétrole. Ces informations se trouvent dans la section « Explication » de ce cours.



Exploration

Deuxième jour

Distribuez à chaque élève une copie de la feuille de laboratoire « Formes d'empreintes ».

1. Invitez les élèves à réfléchir sur les formes étudiées jusqu'à présent. Les ondes acoustiques utilisées par les scientifiques pour « voir » dans les profondeurs de la terre permettent de produire des cartes qui présentent également des formes. Nous allons examiner ces formes pour dégager les caractéristiques géologiques associées aux réservoirs de pétrole et de gaz naturel.
2. Répartissez les élèves par groupes de trois.
3. Lisez aux élèves les informations générales ci-dessous avant d'entamer l'activité de laboratoire.
 - a. Pendant la seconde guerre mondiale, Allemands et Américains ont commencé à utiliser des sonars (ondes acoustiques) à des fins militaires. Les ondes acoustiques émises depuis un navire circulent dans l'eau et ricochent sur des objets solides, notamment d'autres navires, des sous-marins ou les fonds marins. En mesurant la durée du parcours des ondes acoustiques et en prenant en compte la vitesse du son dans l'eau salée, les marins pouvaient calculer la distance par rapport à l'objet étranger. Cette technique permettait ainsi à la marine militaire de localiser plus facilement les cibles ennemies dans l'obscurité.
 - b. Après la guerre, les géologues ont étudié certaines des informations recueillies par ces navires. Ils ont découvert que les fonds marins n'étaient pas plats, comme le croyaient la plupart des scientifiques à l'époque. En effet, une dorsale de montagnes sous-marines a commencé à se dessiner au milieu de l'Océan atlantique. Ils ont également identifié de nombreux pics volcaniques sous la surface de l'océan. Ces caractéristiques ont attisé la curiosité des géologues.
 - c. Dans les années 1960, le navire « Glomar Challenger » a entamé un projet de forage dans les fonds de l'Océan atlantique. Au cours d'un processus laborieux, la tige de forage et le trépan étaient abaissés depuis la plate-forme flottante, pour atteindre les fonds océaniques d'où les débris rocheux étaient remontés à la surface pour être étudiés. Grâce à une variété de processus de datation, les géologues ont pu dater les roches volcaniques sous-marines qui constituent la dorsale océanique.
 - d. Dans ce cours, vous allez construire un modèle de la formation des roches ignées d'une dorsale océanique.
4. Distribuez la feuille de laboratoire « Âge des roches » et demandez aux élèves de suivre la procédure décrite.
5. À la fin de l'activité de laboratoire, récupérez les feuilles de travail.
6. Étudiez avec les élèves les informations relatives à la technologie sismique fournies dans la section « Explication » de ce cours.

Exploration

Troisième jour

1. Répartissez les élèves par groupes de quatre et distribuez la feuille de laboratoire « Roi du pétrole ». Avant de commencer le jeu, attribuez à chaque membre du groupe un des rôles suivants.

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

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

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. Surveillez les élèves pendant l'activité de laboratoire. Une fois l'activité terminée, parlez avec les élèves de leurs découvertes et demandez-leur ce qu'ils ont pensé de cette activité.

Explication

Informations de l'enseignant

Faille : fracture dans la formation rocheuse résultant du mouvement d'une section de la formation par rapport à une autre. Lorsqu'une roche perméable renfermant du pétrole et du gaz naturel se déplace sur des roches imperméables, le pétrole est piégé.

Piège anticlinal : un anticlinal se forme lorsque des couches de roches se plient vers le haut sous l'effet du mouvement de la terre. Le pétrole et le gaz naturel présents dans le réservoir auront tendance à se déplacer vers le point le plus élevé de la structure. Lorsqu'une roche couverture, couche sus-jacente d'une roche imperméable, est présente sous la roche-réservoir dans un anticlinal, un piège peut se former et empêcher que le pétrole et le gaz naturel ne s'échappent vers le haut.

Piège stratigraphique : ces caractéristiques géologiques résultent des modifications du caractère et de l'amplitude de la roche-réservoir. Par exemple, à un endroit de la formation, le sable peut se cimenter pour se transformer en roche imperméable, empêchant ainsi la migration verticale du pétrole piégé dans la roche-réservoir. Des eaux sous-terraines peuvent s'écouler des pièges dans lesquels du pétrole et du gaz naturel se sont accumulés, ou une couche perméable renfermant du pétrole peut être « pincée », s'effiler sur une arête disparaissant, ou prise en sandwich entre des couches de roches imperméables.

Les ondes acoustiques circulent à des vitesses différentes, selon le type de roche qu'elles traversent. Les sismologues utilisent des camions spéciaux équipés de matériel haute technologie capable de lire les vitesses de propagation du son à travers différents types de roche. Les géologues identifient les formations de la roche sur un éventuel site de forage et interprètent ces informations. Ils peuvent ainsi déterminer si le site présente de bonnes probabilités de renfermer du pétrole et du gaz naturel.

Une des méthodes d'exploration les plus efficaces est la technologie sismique. Cette dernière consiste à créer des ondes acoustiques au moyen de camions vibreurs (ou chute de poids) ou d'explosifs que l'on fait détoner à la surface terrestre ou sous terre. Les informations obtenues sont enregistrées par des sismographes. Les sismographes sont similaires aux instruments utilisés pour mesurer les tremblements de terre. Les ondes acoustiques réfléchies sont reçues par des géophones, qui transmettent alors les ondes acoustiques à un sismographe situé sur un camion. La vitesse à laquelle les ondes acoustiques sont réfléchies crée une image de la géologie souterraine et des possibles gisements de pétrole.

Même si l'image sismique est analysée, puis interprétée par des géophysiciens, il n'est aucunement garanti que du pétrole ou du gaz naturel sera trouvé. Au mieux, l'image sismique peut permettre de deviner ce qui se trouve sous terre. C'est pourquoi le forage du pétrole et du gaz naturel est une entreprise risquée.



Lisez aux élèves l'extrait ci-dessous du livre *Pétrole et gaz naturel*, page 28.

Jadis, mis à part dans les secteurs où le pétrole affleurait, la découverte de gisements était souvent affaire d'intuition et de chance. De nos jours, les prospecteurs, s'appuyant sur leurs connaissances géologiques de la structure des pièges à pétrole, se concentrent sur les régions où l'or noir est le plus susceptible de s'être formé. Ils savent, par exemple, qu'il peut être présent dans l'un des quelque 600 bassins sédimentaires recensés sur la planète. Jusqu'à ce jour, environ 160 de ces bassins ont fourni du pétrole ; 240 n'ont rien donné. La prospection commence par l'étude des affleurements rocheux ou par celle d'images radar ou satellite de la zone prospectée. Une fois qu'un secteur potentiel a été localisé, commencent des études géophysiques effectuées à l'aide d'équipements sophistiqués permettant de produire une image du sous-sol telle une échographie médicale.

Lisez aux élèves l'extrait ci-dessous du livre *Pétrole et gaz naturel*, page 30.

Les industries de l'énergie comptent parmi les plus grosses utilisatrices de la puissance informatique. Elle permet aux spécialistes de l'exploration d'interpréter l'aspect de structures géologiques situées à des milliers de mètres sous terre. Les ingénieurs forent à plus de 8 000 m pour atteindre des ressources sous haute température et haute pression. Ils extraient pétrole et gaz à travers des kilomètres de forage dans des conditions extrêmes, et les envoient par des milliers de kilomètres de pipelines vers les raffineries, où les pétroles bruts, sans cesse plus « lourds » et sulfurés, sont raffinés. Des technologies avancées, tels le GPS, l'imagerie par satellite, la télécommande à distance et la sismique d'exploration en 3D et 4D, permettent aujourd'hui de découvrir des réserves en effectuant moins de forages, avec une empreinte environnementale plus faible et de façon plus économique que jamais.

Évaluation

1. Les élèves doivent compléter le questionnaire final.
2. Les élèves doivent compléter le questionnaire du cours « Roi du pétrole ».

Élaboration

1. Répartissez les élèves par groupes de trois. Chaque groupe devra étudier des cartes sismiques ainsi que les descriptions correspondantes. Les élèves devront observer les formes sur chaque carte sismique pour dégager des caractéristiques géologiques. Distribuez à chaque groupe deux cartes sismiques à examiner. Ces cartes se trouvent sur la feuille de laboratoire et dans le polycopié de ce cours.
2. Après avoir étudié les cartes, demandez aux élèves de colorier et de décrire les formes générales sur chaque carte. Demandez-leur de répéter cette procédure pour chaque carte sismique.
3. Chaque groupe d'élèves devra présenter ses conclusions au reste de la classe.

Réponses au questionnaire final

1. L'utilisation des ondes acoustiques pour obtenir une « image » de la géologie de sub-surface est appelée :

Réponse : D Étude sismique

2. Vrai/Faux. Le forage est le seul moyen tangible de prouver l'existence de pétrole ou de gaz naturel.

Réponse : Vrai

3. Une _____ est une fracture dans la formation rocheuse résultant du mouvement d'une section de la formation par rapport à une autre.

Réponse : Faille

4. Nommez au moins deux instruments technologiques qui rendent possible la découverte de pétrole :

Réponses : Satellites, systèmes GPS, appareils de télédétection, cartes sismiques

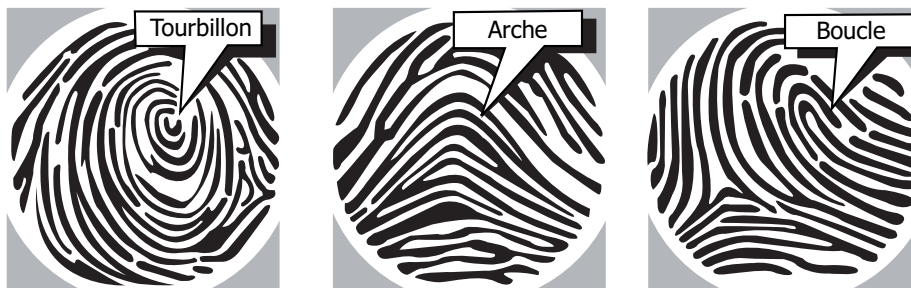
5. Dans le cadre de la technologie sismique, les ondes acoustiques créées au moyen de _____ sont enregistrées par des sismographes.

Réponse : Camions vibreurs

Fa Si La Chanter Kit de laboratoire

Formes d'empreintes

Voici trois formes de base :



Tourbillon : cette forme est constituée de nombreux cercles dont aucun ne commence sur les côtés de l'empreinte.

Arche : cette forme est constituée de lignes qui commencent sur un côté de l'empreinte, s'élèvent vers le milieu et se terminent de l'autre côté de l'empreinte.

Boucle : cette forme est constituée de lignes qui commencent sur un côté de l'empreinte, s'élèvent vers le milieu puis font demi-tour pour se terminer du même côté de l'empreinte.

Nom : _____

Feuille de laboratoire « Formes d'empreintes »

Chaque individu possède un jeu d'empreintes digitales qui lui est et lui sera toujours unique. Même si les empreintes de chacun sont différentes, on peut dégager des formes similaires. Il s'agit des trois formes de base suivantes : tourbillon, arche et boucle. Dans cet exercice de laboratoire, vous allez déterminer à quelle forme correspondent vos empreintes et quelles sont les différences et similitudes entre vos empreintes et celles de vos camarades.



Instructions

1. Débarrassez complètement votre bureau, à l'exception d'un crayon à papier.
2. Rassemblez le matériel suivant : deux morceaux de ruban adhésif transparent et des ciseaux.
3. Dans la zone intitulée « Tampon-encreur », frottez la mine de votre crayon pour créer un tampon-encreur.
4. Appliquez ensuite plusieurs fois votre pouce sur la zone de tampon-encreur en le faisant rouler, puis appliquez votre pouce sur le ruban adhésif transparent.
5. Placez le ruban avec l'empreinte de votre doigt dans la zone n°1.
6. Procédez de la même manière pour les étapes 4 et 6 avec votre second pouce et placez l'empreinte correspondante dans la zone n°2.
7. Découpez la zone n°2 et remettez ce papier à votre enseignant. N'inscrivez pas votre nom sur ce papier.
8. Attendez les instructions de votre enseignant.

Tampon encreur

Empreinte digitale n°1

Nom de la forme : _____

Empreinte digitale n°2

Nom : _____

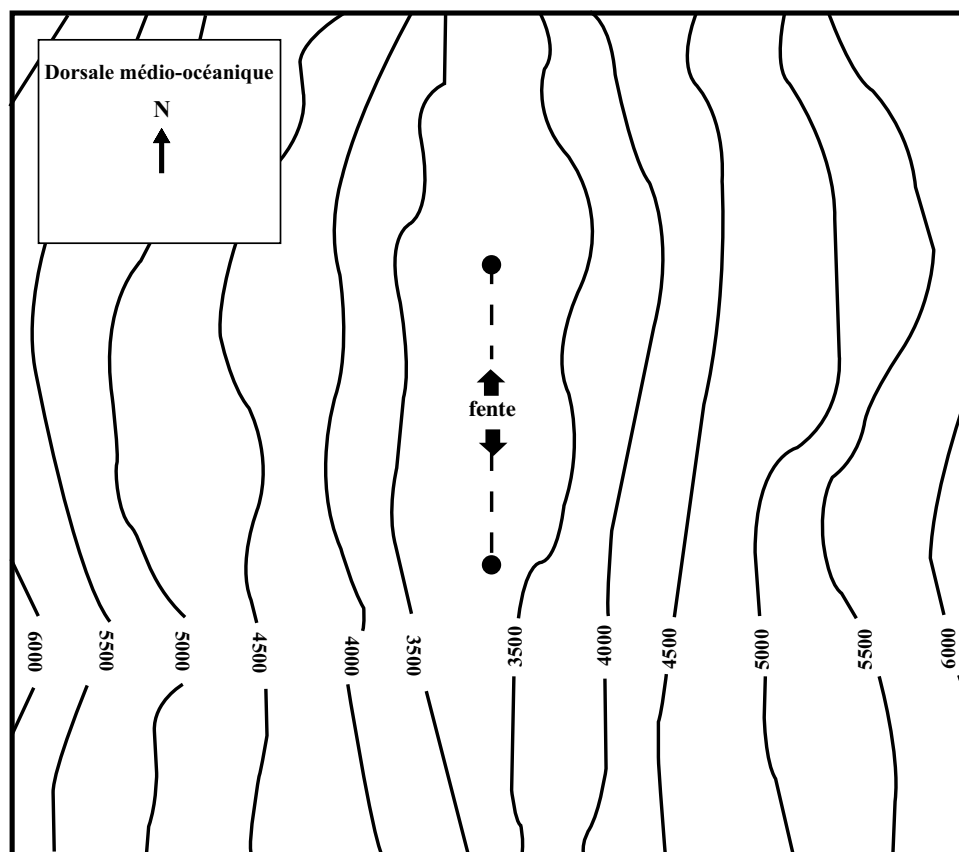
Feuille de laboratoire « Âge des roches présentes dans les fonds marins »

1. Examinez la carte jointe représentant les fonds marins. Vous remarquerez que les courbes de niveau représentent la « profondeur » de l'eau en mètres alors que les courbes de niveau de surface représentent la hauteur au-dessus du niveau de la mer.
2. La bande située sous la carte représente des roches volcaniques d'âge différent qui se sont formées le long de la dorsale océanique au cours des 9 millions d'années passées.
3. Découpez la carte et les bandes représentant les roches. Suivez les pointillés. Collez les deux bandes comme indiqué et découpez une fente sur la carte.
4. Insérez l'extrémité ouverte de la bande représentant les roches dans la fente, par en dessous. Tirez délicatement sur la bande au-dessus de la carte jusqu'à ce que la première ligne noire apparaisse de chaque côté de la fente.
5. Glissez la bande le long de la ligne noire afin que la première bande représentant la roche volcanique apparaisse. Inscrivez la mention « 9 m. a. » sur chaque côté. Cela signifie que la roche ignée s'est formée il y a 9 millions d'années. Coloriez à présent les deux sections correspondant à la roche vieille de 9 millions d'années.
6. Tirez sur la bande pour faire apparaître la deuxième section de roche ignée. Coloriez les deux sections correspondantes et inscrivez la mention « 8 m. a. » sur chaque section. Poursuivez le processus jusqu'à ce que toutes les sections de la bande représentant les roches soient coloriées et nommées.
7. Remplacez la bande représentant la roche dans la fente.

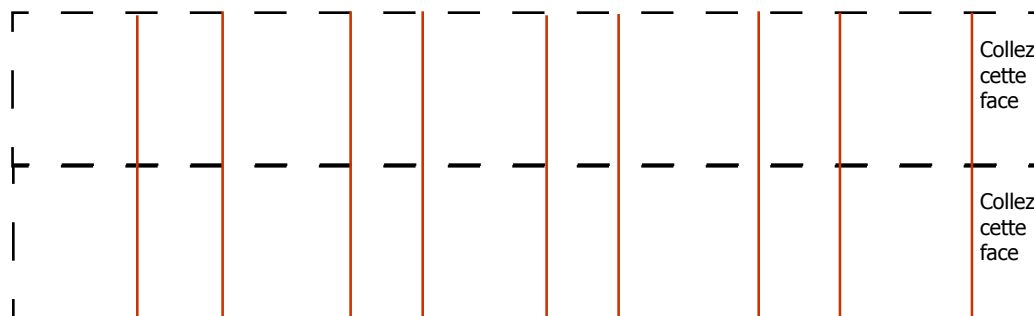
Répondez aux questions suivantes en formulant des phrases complètes :

1. Quel est le rapport entre l'âge des roches et les distances à partir du centre de la dorsale ? Estimez l'âge des roches de la partie la plus à gauche à la partie la plus à droite de la bande.
2. La vitesse moyenne du son dans l'eau salée est de 1 500 mètres/seconde. Combien de temps a-t-il fallu pour que l'onde du sonar partant du navire parcoure les 5 000 mètres de profondeur représentée sur la carte ?
3. L'Islande se trouve sur la dorsale médio-atlantique. Dans quelle mesure cette zone est-elle différente du reste de la dorsale ?
4. Qu'indiquent aux géologues les formes de l'âge des roches sur les dorsales médio-océaniques ?

Carte d'une dorsale médio-océanique



Découpez la forme

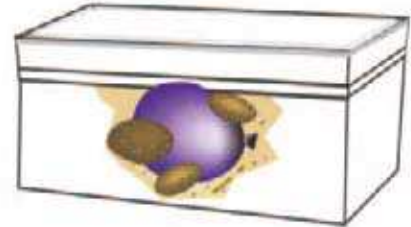


Feuille de laboratoire « Roi du pétrole »

Dans ce jeu, vous devrez forer du pétrole. Chaque centimètre de forage en profondeur que vous effectuez coûte 150 000 dollars américains*. En plus, chaque changement d'angle de forage vous coûte 75 000 dollars américains*.

Dans le tableau disponible à la fin de cet exercice de laboratoire, prenez note de chaque centimètre de forage et du nombre de fois que vous avez déplacé la broche dans un autre angle. Vous pouvez ainsi calculer le montant total de votre exploration. Poursuivez le forage jusqu'à ce que trouviez du « pétrole ». L'équipe qui trouve le pétrole en ayant dépensé le moins d'argent a gagné.

Nom des membres du groupe :



Depuis 1970, le pétrole et le gaz naturel ont fourni plus de la moitié des ressources énergétiques consommées chaque année aux États-Unis pour produire de l'électricité, du chauffage, des carburants automobiles et de nombreux autres produits utilisés tous les jours, des ballons aux vitamines. Le pétrole et le gaz naturel sont des formes de pétrole, mot signifiant littéralement « roche huileuse ». Le pétrole est appelé combustible fossile, étant donné que, du point de vue géologique, il date de plusieurs millions d'années et, comme les fossiles, il a été découvert dans le milieu souterrain. Le pétrole et le gaz naturel se forment en abondance uniquement lorsque les conditions des éléments dans les profondeurs de la Terre sont correctement remplies. Cette étude vous permet de comprendre la manière dont les géoscientifiques identifient et explorent les réserves riches en pétrole.

1. Dans une petite boîte ou un conteneur de couleur opaque, créez un modèle identique à celui illustré. Insérez un ballon de petite taille contenant de l'eau colorée (pour représenter le pétrole) dans les couches. Réfléchissez attentivement à l'endroit où placer vos réserves de pétrole dans le modèle. En effet, placé au milieu, celui-ci pourrait être facilement détecté et placé au côté de la boîte, il serait difficile de le distinguer. Une fois la réserve de pétrole positionnée, remplissez la boîte de sable.

Sur chaque côté de la boîte, indiquez « Nord », « Sud », « Est » et « Ouest ». Dressez une carte du modèle afin de localiser le ballon rempli d'eau représentant la « réserve de pétrole ».

Placez soigneusement un couvercle sur la boîte et fixez-le à l'aide d'un papier-cache adhésif. Échangez votre modèle avec celui d'un autre groupe.

* Vous pouvez convertir ces chiffres dans votre devise locale, si nécessaire.

2. En vous servant de la boîte de l'autre groupe, suivez la méthode utilisée par les géologues d'exploration sur le terrain. Évitez de déplacer la boîte et de l'ouvrir. Collez un papier millimétré sur le couvercle de la boîte. Donnez un coup sur chaque côté de la boîte et localisez la zone émettant un son différent. Servez-vous du papier millimétré pour noter les emplacements des zones émettant un son différent qui semblent être propices à l'exploration de pétrole.
3. Sondez la boîte afin de localiser le « pétrole » (ballon contenant de l'eau) dans les emplacements que vous venez d'identifier. Marquez des délimitations par centimètre sur une broche en bambou, en commençant par le bas. Utilisez la broche en bambou pour percer le couvercle de la boîte et l'introduire à l'endroit auquel vous pensez trouver le pétrole.

Sondez le sable délicatement. Observez les traces de « pétrole » sur la broche. Vous imitez ainsi le processus de forage. Rappel : chaque centimètre de forage en profondeur que vous effectuez coûte 150 000 dollars américains*. En plus, chaque changement d'angle de forage vous coûte 75 000 dollars américains*.

Prenez note de chaque centimètre de forage et du nombre de fois que vous avez déplacé la broche dans un autre angle. Vous pouvez ainsi calculer le montant total de votre exploration. Poursuivez le forage jusqu'à ce que trouviez du « pétrole ». Une fois que vous avez trouvé le pétrole et calculé le coût total des opérations de forage, complétez le questionnaire du cours intitulé « Roi du pétrole » situé à la fin de cet exercice de laboratoire.

* Vous pouvez convertir ces chiffres dans votre devise locale, si nécessaire.

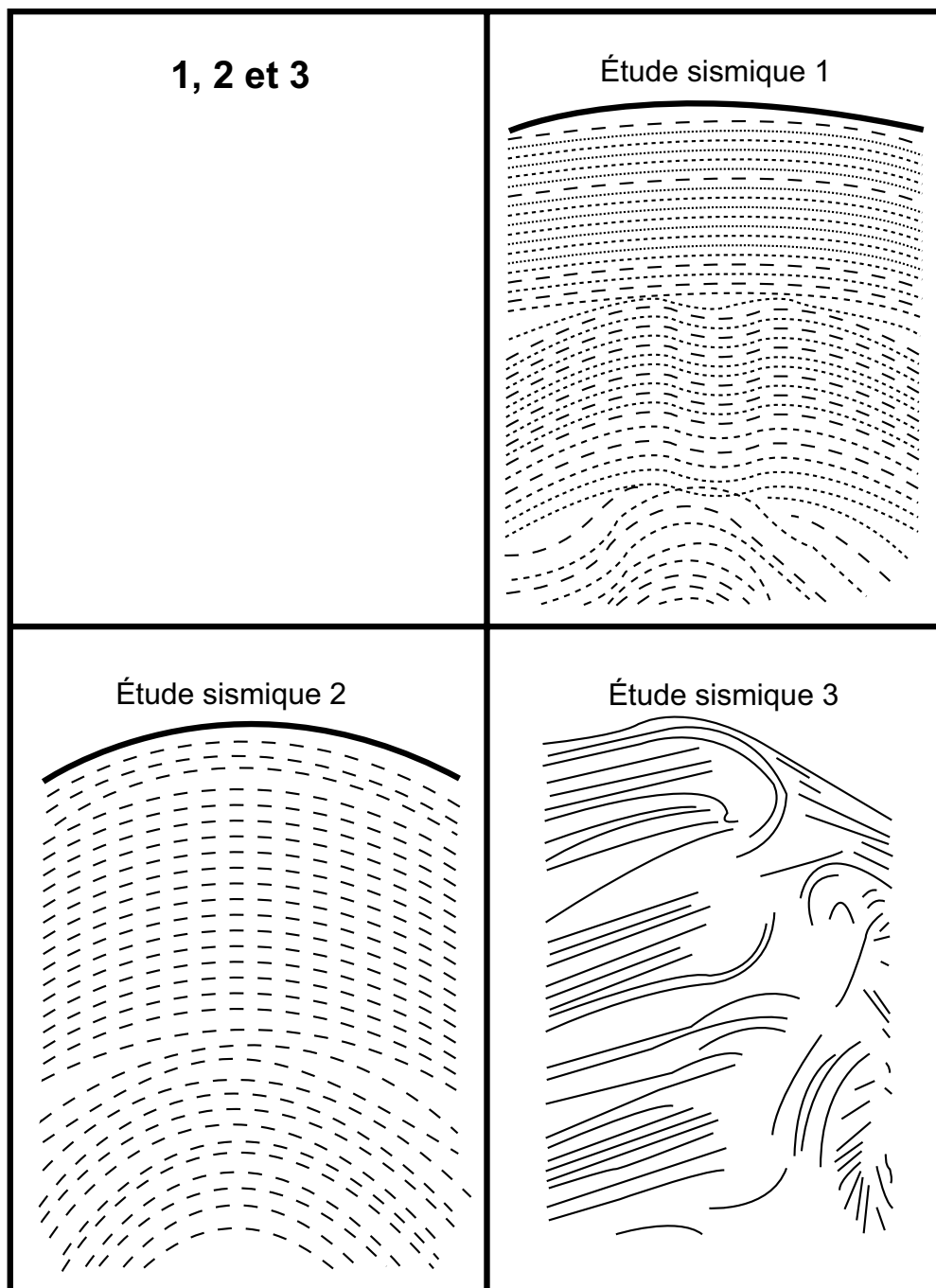
	Site de forage n°1	Site de forage n°2	Site de forage n°3	Site de forage n°4	Site de forage n°5	Site de forage n°6	TOTAL SITES
Centimètres forés (verticalement)							
Centimètres forés (nouvel angle)							
Coût du forage d'un nouveau site							

Évaluation de l'exercice « Roi du pétrole »

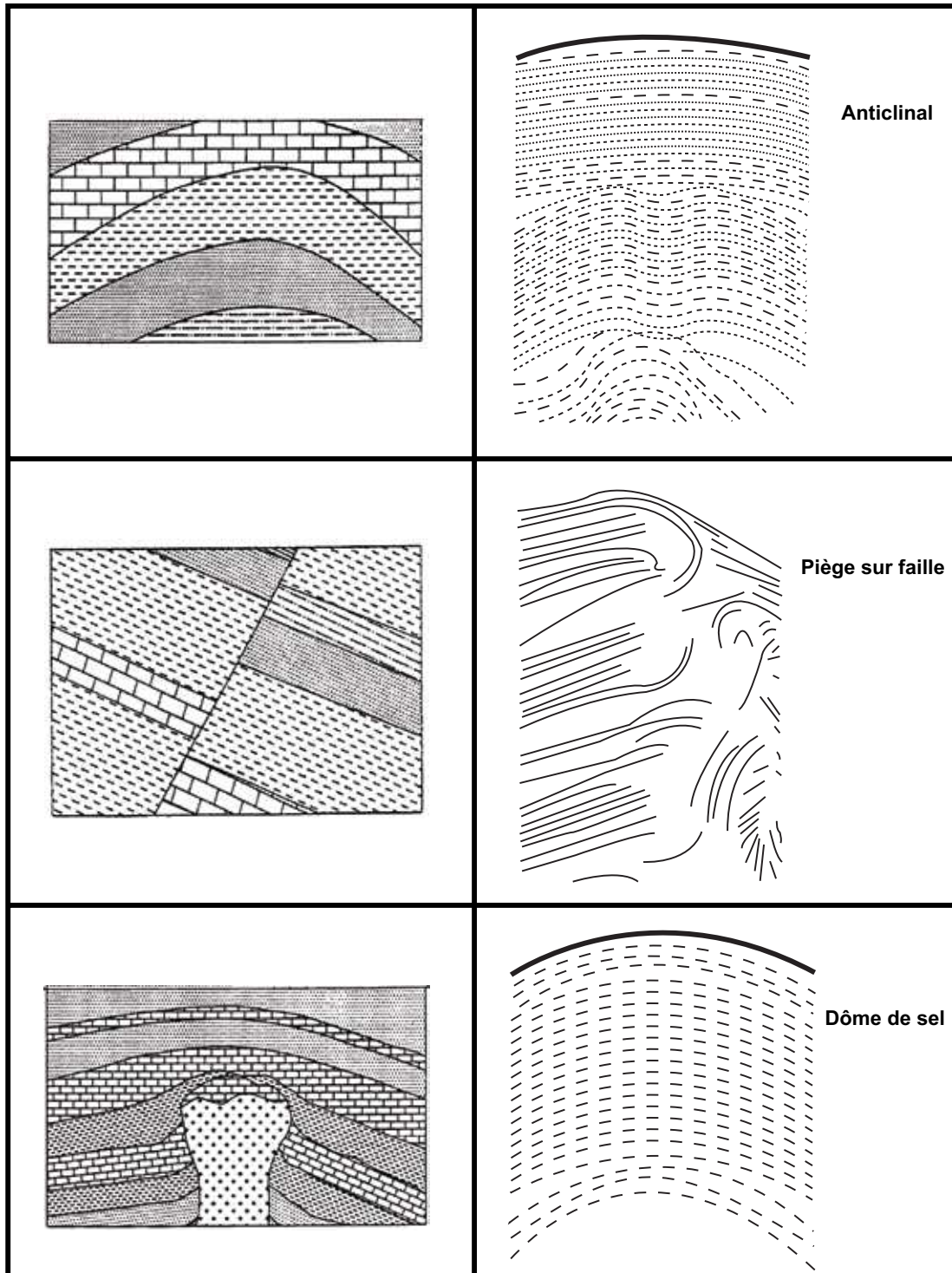
Nom des membres du groupe : _____

1. À combien s'élève le coût total de votre exploration ? _____
2. Si vous deviez tout recommencer, de quelle manière changeriez-vous la procédure de votre exploration afin de faire des économies ?
3. Comparez vos résultats avec celui du groupe ayant créé le modèle. Examinez leur carte. Votre dépôt de pétrole se trouve-t-il vraiment à l'endroit qu'ils ont situé ?

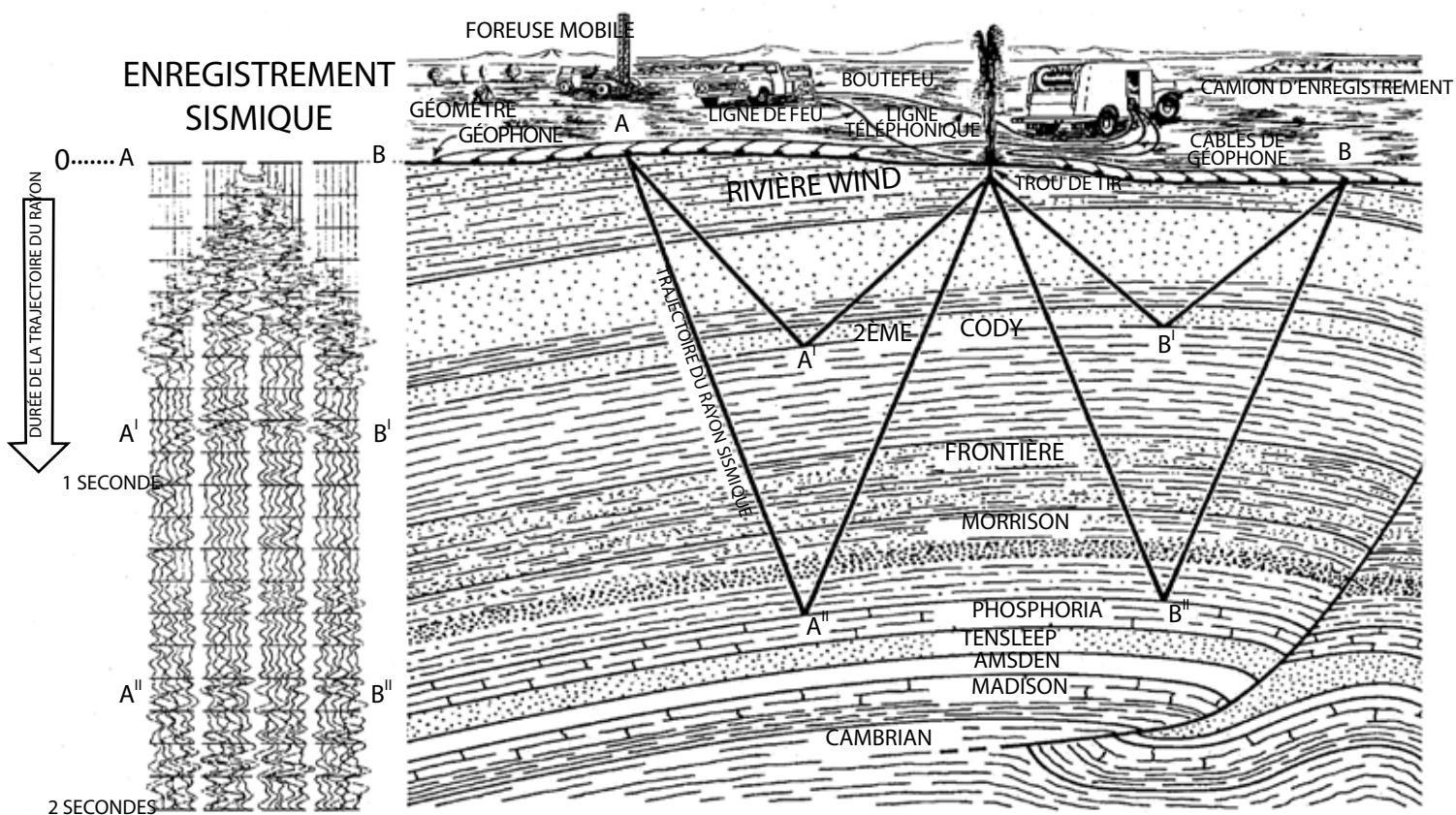
Feuilles d'études sismiques



Feuilles d'études sismiques



Enregistrement sismique



Nom : _____

Questions

Réponses au questionnaire final

1. L'utilisation des ondes acoustiques pour obtenir une « image » de la géologie de sous-surface est appelée :
 - a. Magnétométrie
 - b. Télédétection
 - c. Mesure gravitationnelle
 - d. Étude sismique
2. Vrai/Faux. Le forage est le seul moyen tangible de prouver l'existence de pétrole ou de gaz naturel.
3. Une _____ est une fracture dans la formation rocheuse résultant du mouvement d'une section de la formation par rapport à une autre.
4. Nommez au moins deux instruments technologiques qui rendent possible la découverte de pétrole :
 - a. _____
 - b. _____
 - c. _____
5. Dans le cadre de la technologie sismique, les ondes acoustiques créées au moyen de _____ sont enregistrées par des sismographes.