

Chapitre 4 : La tectonique des plaques

Activité 1 : Les plaques lithosphériques

Souvent quand il y a un séisme important sur Terre on l'assimile aux **plaques lithosphériques**, pourtant quand on regarde un planisphère nous ne voyons aucune plaque.

Votre mission est de trouver avec l'aide des différentes pistes où sont ces fameuses plaques et comment sont-elles délimitées ?

Partie 1 : Remontons le temps. Depuis le début de l'année nous avons étudié les séismes et les volcans, dans la carte mentale, nous avons parlé de la « répartition des séismes et des volcans », peut être qu'elle peut nous aider à voir ces fameuses plaques ?

→ Rendez-vous au QR code suivant et tentez de retrouver ces fameuses plaques lithosphériques. Pour cela, affichez sur la carte les séismes (earthquakes) et les volcans (volcanoes et mid ocean-ridge).

Ecrivez sur le cahier ce que vous voyez.



Vous avez répondu à la première question et avez retrouvé les plaques lithosphériques, il y en a 16 en tout, elles ont un nom différent, vous pouvez toutes les voir à l'adresse suivante :



Partie 2 : Les frontières de plaques. Et si l'on fait un zoom sur les séismes et les volcans, qu'allons-nous voir ?

→ Rendez-vous sur le QR code suivant pour voir une carte des profondeurs marines et reliefs de surfaces.

Ecrivez sur le cahier ce que vous voyez.



Bilan n°1: La surface de la Terre est découpée en 16 plaques lithosphériques qui s'assemblent comme les pièces d'un puzzle. Ces plaques sont délimitées par les séismes et les volcans qui sont situés au niveau des dorsales océaniques, des fosses océaniques et des **chaînes de montagnes**. Certaines plaques sont mixtes c'est-à-dire à la fois océaniques et continentales et d'autres sont uniquement océaniques.

- **Dorsale océanique** : chaîne de volcans sous-marins située au milieu des océans.
- **Fosse océanique** : étroit et long fossé (creux) situé sur les bords de certains océans.

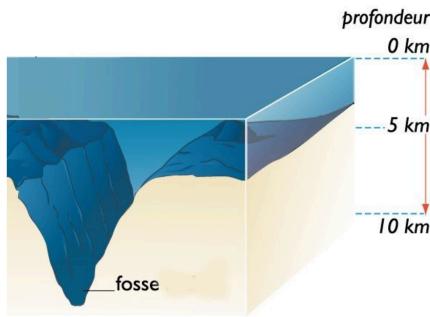
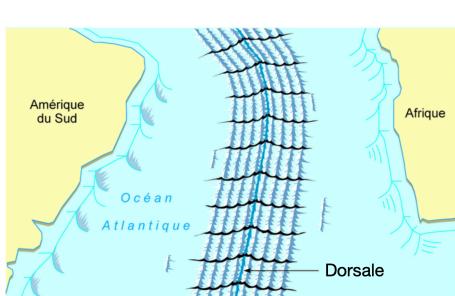


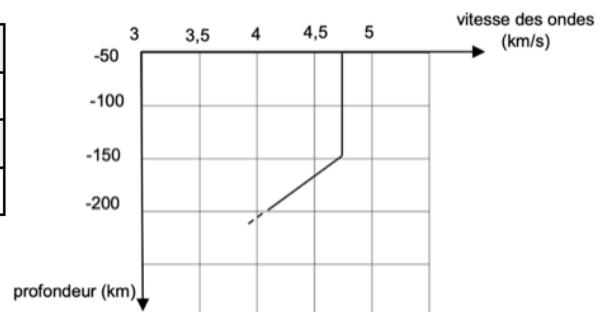
Schéma des dorsales océaniques, fosses et chaînes de montagnes

Activité 2 : Les couches profondes de la Terre

DOMAINE 1	Pratiquer des langages
■ Lire et exploiter un graphique	
DOMAINE 2	Pratiquer des démarches scientifiques
■ Identifier des résultats et en tirer des conclusions	

La vitesse des ondes sismiques a été mesurée lors de leur propagation dans le globe terrestre.

Cette vitesse dépend de la rigidité du milieu dans lequel les ondes se propagent. Elles vont plus vite lorsque le milieu est plus rigide et elles sont ralenties lorsque le milieu est plus mou. Elles ne se propagent pas en milieu liquide.



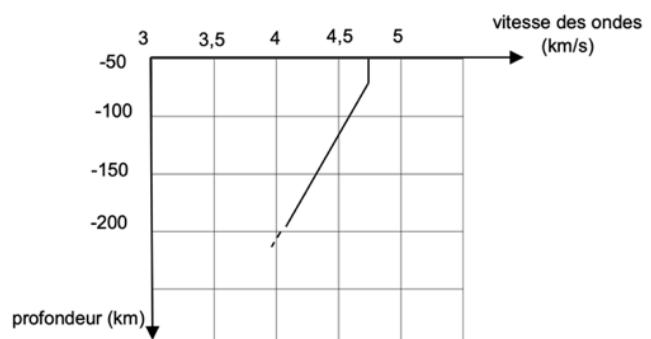
Graphique 1 montrant l'évolution de la vitesse des ondes sismiques en fonction de la profondeur sous un continent

1- En utilisant le graphique 1, décrivez l'évolution de la vitesse des ondes de 50 à 200 km de profondeur en milieu continental.

2- Que peut-on en déduire quant à la rigidité des roches entre 50 et 200 km de profondeur ? Justifiez bien votre réponse.

3- Comment la Terre est-elle donc constituée dans sa partie la plus externe (0 à 200 km) ? Justifiez.

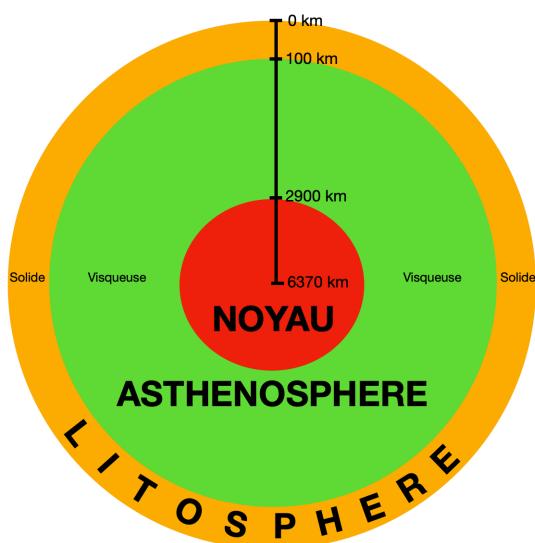
4- En est-il de même en milieu océanique ? (graphique 2) Justifiez bien votre réponse.



Graphique 2 montrant l'évolution de la vitesse des ondes sismiques en fonction de la profondeur sous un océan

Correction activité 2 - Les couches profondes de la Terre

- Le graphique présente l'évolution de la vitesse des ondes en fonction de la profondeur sous un continent. Je vois que la courbe est constante à environ 4,75 km/s jusqu'à -150 km et que la vitesse diminue jusqu'à 4 km/s pour 200 km de profondeur.
- Les roches entre 50 et 200 km présentent des rigidités différentes. En effet entre 50 et 150 km la vitesse des ondes est supérieure à celles entre 150 et 200 km. Donc on peut en déduire que les roches entre 50 et 150 km sont plus rigides et celles entre 150 et 200 sont plus molles.
- La Terre est constituée de deux couches de roches différentes, une de roche solide jusqu'à 150 km et l'autre de roches molles jusqu'à 200 km de profondeur.
- Dans le graphique du milieu océanique, la vitesse des ondes sismique diminue vers 75 km de profondeur, on a donc l'impression que la couche de roche solide est beaucoup plus fine et fait 75 km d'épaisseur alors que la couche de roche molle fait environ 125 km de profondeur



Bilan n°2 : Les variations de la vitesse des ondes sismiques en profondeur permettent de distinguer deux couches de roches :

- La **lithosphère** : couche superficielle de la Terre d'environ 75 à 150 km d'épaisseur, constituée de roches rigides (dures).
- L'**asthénosphère** : couche située sous la lithosphère, constituée de roches solides mais visqueuses (molles).

Les plaques sont constituées de lithosphère c'est pour cela que l'on parle de « plaques lithosphériques ».

Activité 3 : Croyance, opinion et savoir : la communauté scientifique divisée

Situation problème : Un célèbre archéologue a trouvé, lors d'une excursion, une vieille carte de la Terre qui interroge sur la position des continents et océans actuels. En effet, les deux cartes ne se ressemblent pas. On cherche donc à savoir si leur position est fixe ou a évolué au cours du temps.

Quatre chercheurs proposent leurs hypothèses au sein d'un débat organisé par la communauté scientifique. Le but est de valider une des quatre hypothèses pour répondre au problème.

Objectif : Vous avez chacun une carte rôle : que vous soyez membre de la communauté scientifique (carte orange), chercheur (carte noire) ou expert (carte bleue) vous devez nous aider à éclaircir le mystère sur la répartition des continents et des océans, entre croyances, opinions et savoirs, à vous de choisir.

DOMAINE 3	Adopter un comportement éthique et responsable
■ Distinguer ce qui relève d'une croyance, d'une opinion et ce qui constitue un savoir scientifique.	
DOMAINE 5	Se situer dans le temps et dans l'espace
■ Identifier par l'histoire des sciences et des techniques comment se construit un savoir scientifique	

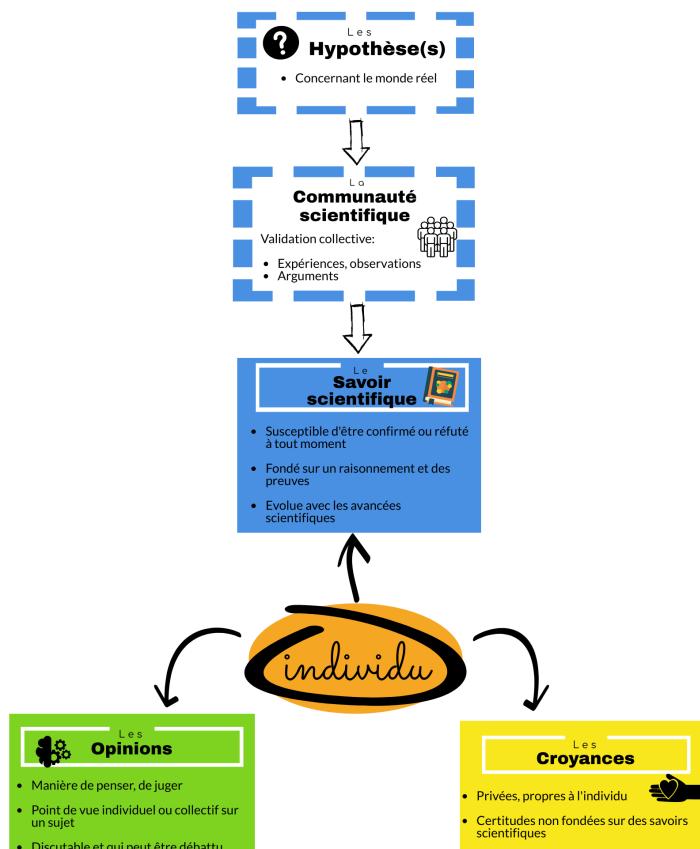
Bilan n°3 : La théorie de Wegener a été réfutée dans les années 1910 à cause des contre-arguments de Jeffreys. Un savoir scientifique ne se valide pas du jour au lendemain et il est constamment remis en question par de nouvelles recherches ? Ainsi, grâce aux nouvelles technologies d'études, l'hypothèse de Wegener a été finalement validée dans les années 1960 aboutissant à théorie de la tectonique des plaques.

En tant que citoyen il est important d'avoir un esprit critique et de faire la différence entre savoir scientifique, croyance et opinion quand on veut exposer son point de vue.

Savoir scientifique : Un savoir scientifique se construit par la démarche scientifique, le point de départ est toujours une question ou un problème, ensuite vient une ou des hypothèse(s) et des recherches sont réalisées pour y répondre. Un savoir scientifique est toujours validé par une communauté scientifique et peut être questionné et réfuté dans le temps. (Exemple : Wegener)

Croyance : Une croyance est une certitude personnelle. Une croyance ne peut ni être prouvée par des recherches scientifiques ni être réfutée. (Exemple : Hollar).

Opinion : Une opinion est un jugement personnel ou collectif qui peut être débattu et est donc discutable. (Exemple : Ortelius).

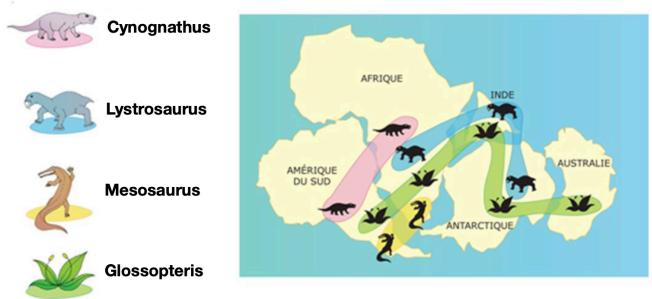


« L'ignorant affirme, le savant doute, le sage réfléchit » Aristote

Activité 4 : La mobilité des plaques lithosphériques

Bien avant que l'on sache que la surface de la Terre soit découpée en plaques lithosphériques, le scientifique **Alfred Wegener**, avait émis l'idée d'une mobilité des continents grâce à l'étude des littoraux et l'étude des fossiles.

Lors du précédent cours des SVT Esteban a vu grâce aux données GPS que les plaques tectoniques bougent. Ne ressentant pas ces mouvements, Esteban a bien du mal à le croire.



Consigne : Avec l'aide des documents-ci dessous, décrivez sous la forme d'un texte comment les plaques tectoniques bougent et pourquoi Esteban ne ressent pas le mouvement des plaques.

DOMAINE 4	Pratiquer des démarches scientifiques
■ Interpréter des résultats et en tirer des conclusions	

Doc 1.a et 1.b. Le GPS (Global Positioning System)

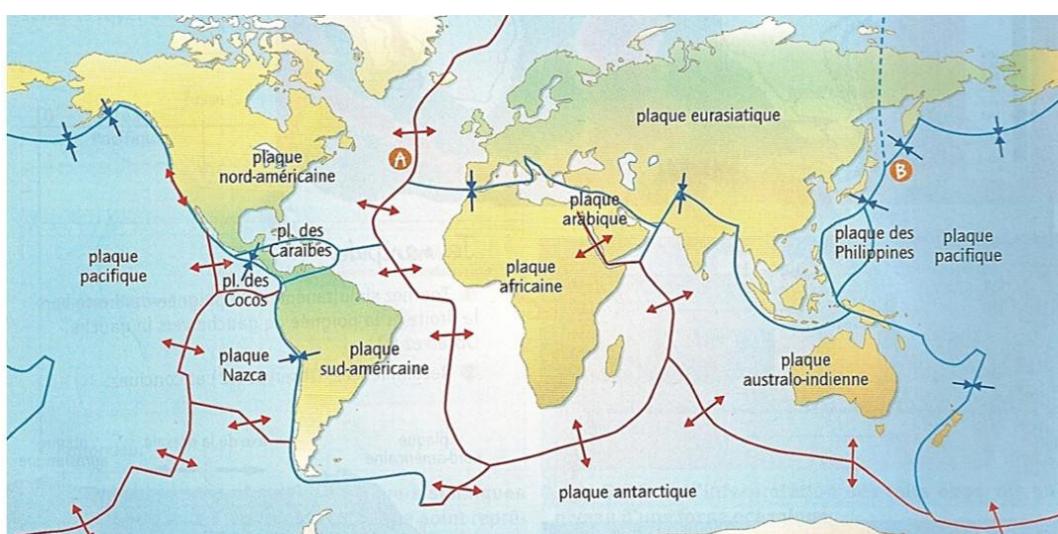
Le système DORIS est composé de plusieurs satellites GPS, il permet, grâce à des mesures effectuées au niveau de balises sur Terre, d'indiquer avec une très grande précision la position d'un point à la surface de la Terre et son mouvement. Grâce à ce système on a pu montrer que les stations A et B s'écartent alors que les stations C et D se rapprochent.



1.a Déplacement mesuré par GPS entre deux stations de part et d'autre de la dorsale océanique dans l'océan Atlantique

1.b Déplacement mesuré par GPS entre deux stations de part et d'autre d'une fosse océanique dans l'océan Pacifique

Doc 2. Carte des mouvements aux limites des plaques lithosphériques. Les flèches indiquent le sens du déplacement.



Critères de réussite pour construire une réponse scientifique	J'ai réussi	
- Rappelez en une phrase le but du texte, ce que l'on cherche	Oui	Non
- Indiquez ce que vous voyez dans les documents « Je vois que »	Oui	Non
- Conclure en répondant au problème « J'en conclus que) »	Oui	Non

Correction activité :

Ce texte a pour but d'expliquer à Esteban comment les plaques bougent et pourquoi il ne ressent pas ce mouvement.

Je vois sur le document 1.a que le GPS mesure un déplacement de +2,4 cm/an entre les stations de Montréal et La Rochelle, cela signifie que les deux villes s'éloignent de 2,4 cm par an. **Je vois** sur le document 1.b que le GPS mesure un déplacement de -7,2 cm/an entre les stations de Tahiti et Nouméa, cela signifie que les deux villes se rapprochent de 7,2 cm par an.

Je vois sur le document 2 les 16 plaques lithosphériques, des flèches représentent leurs déplacements, soit elles peuvent s'écartier (flèche rouge) au niveau des dorsales, soit elles peuvent se rapprocher (flèche bleue) au niveau des fosses et des chaînes de montagnes.

J'en conclus que les plaques se déplacent bien et peuvent soit s'écartier ou se rapprocher les unes des autres. Esteban ne peut pas ressentir ces déplacements, car ils ne sont que de quelques centimètres par an.

Bilan n°4 : L'idée de la mobilité des continents a été découverte par Wegener. Ce n'est pas en réalité les continents mais bien **les plaques lithosphériques qui se déplacent au-dessus de l'asthénosphère**.

Ces mouvements sont aujourd'hui confirmés et mesurés grâce au GPS. Les plaques lithosphériques bougent de deux façons :

- Les plaques peuvent **se rapprocher** au niveau des fosses et des chaînes de montagnes,
- Les plaques peuvent **s'éloigner** au niveau des dorsales.

On ne ressent pas ces mouvements car ils sont de quelques centimètres par an.

Activité 5 - La divergence (écartement) des plaques lithosphériques

Nous savons qu'il existe deux types de mouvements des plaques lithosphériques possibles :

- Un écartement (**divergence**) au niveau des dorsales
- Un rapprochement (**convergence**) au niveau des fosses et des chaînes de montagnes

Lors d'une conférence, Pauline a écouté un géologue spécialisé dans le milieu océanique. Ce dernier a expliqué que l'océan Atlantique n'a pas toujours existé, il y a environ 150 millions d'années l'Europe était collée à l'Amérique du Nord, de même pour l'Afrique et l'Amérique du Sud.

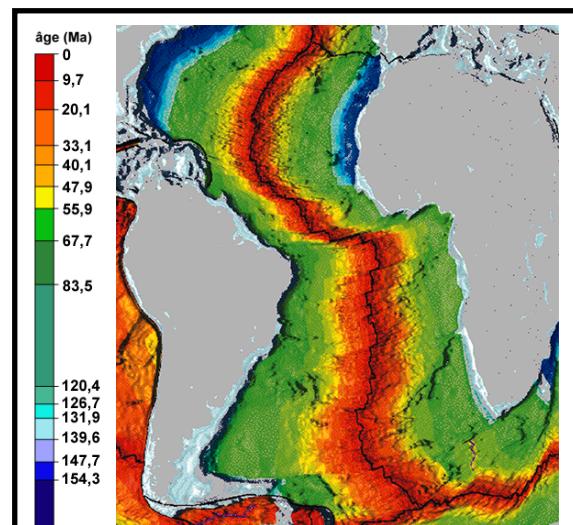
Le géologue a prélevé des roches au niveau de la dorsale jusqu'aux côtes européennes, africaines et américaines, ces roches sont des basaltes. Les basaltes ont été datés pour connaître leurs âges. Sur la carte ci-contre le géologue a attribué une couleur pour chaque âge des basaltes.

Problème : Que se passe-t-il au niveau des dorsales ?

1. Légendez la dorsale sur la carte
2. Indiquez par des flèches le mouvement des plaques de chaque côté de la dorsale.
3. Où sont les basaltes les plus jeunes ? Où sont les basaltes les plus âgés ?
4. Sur votre carte, coloriez le plancher océanique en fonction de l'âge des basaltes.
5. Comment évolue l'âge des basaltes entre la dorsale et les côtes africaine et européenne ?

Une fois répondu à toutes les questions regardez la vidéo au QR code suivant :

6. Sous la forme d'un petit texte, expliquez ce qui se passe au niveau des dorsales océaniques



Document 1 : Carte de l'âge des roches de la lithosphère océanique atlantique



Correction activité :

5. Plus on s'éloigne de la dorsale plus les basaltes sont âgés, leurs âges évoluent de 0 Ma à 150 Ma dans l'océan Atlantique Nord.

6. Sous la dorsale il y a du magma provenant de l'asthénosphère, à cause de l'écartement des plaques ce magma va remonter et refroidir au contact de l'eau de mer pour former des jeunes basaltes. L'écartement se poursuit et les basaltes sont entraînés par ce mouvement pour laisser place à de nouveaux basaltes se former. Donc le plancher océanique grandit et les basaltes jeunes sont au niveau de la dorsale et les basaltes âgés sont éloignés.

L'océan Atlantique s'est donc formé à cause de l'écartement des plaques et des dorsales qui fabrique du plancher, il continue de grandir encore actuellement de quelques cm/an.

Bilan n°5 :

De nouvelles roches se forment en permanence au niveau des dorsales grâce à la remontée d'un magma (volcanisme effusif) et l'écartement des plaques lithosphériques. Elles constituent la lithosphère océanique.

Une fois formées, ces roches s'éloignent de chaque côté de la dorsale alors que d'autres roches apparaissent. Plus les roches de la lithosphère océanique sont éloignées de la dorsale plus elles sont anciennes. C'est comme cela que se crée un océan. (voir vidéo sur le QR code).

Activité 6 - La convergence (rapprochement) des plaques lithosphériques

Vous savez qu'il y a formation de nouvelle lithosphère océanique au niveau des dorsales, pourtant les mesures de la Terre montrent que son volume reste constant (il n'augmente pas). Cela signifie qu'il y a disparition d'une même quantité de lithosphères quelque part sur Terre.

Problème : Où disparaît cette lithosphère ?

Une sismologue nous dit que pour répondre au problème il faut aller voir les séismes sous la fosse océanique. Rendez-vous au lien suivant : <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/tectoglob3d/> pour utiliser le logiciel **TECTOBLOB 3D** et suivre les étapes :

1. Repérez sur le globe une zone où il y a une fosse
2. Afficher les séismes et les volcans : Données affichées → volcans + foyers sismiques
3. Faire une coupe au niveau de la fosse : Action → Tracer une coupe → Cliquez sur deux points un dans l'océan et l'autre sur le continent de manière à avoir la fosse au milieu
4. Réglage avant analyse de la coupe : Sur la fenêtre « Réglage / paramètre » → augmentez l'exagération verticale jusqu'à x 50
5. Observation de la coupe en 3D : Option → Coupe en 3D
6. Vous pouvez faire bouger la coupe avec la souris



Que constatez-vous ?

Rendez vous au QR code ci-contre pour voir la vidéo

Du début à 1 min 14

7. Écrivez un petit texte pour expliquer ce qu'il se passe au niveau des fosses

DOMAINE 2	Utiliser des outils numériques
■ Utiliser des logiciels d'acquisition de donnée, de simulation et des bases de données	

Correction de l'activité :

6. Les foyers des séismes sont tous alignés sous la fosse océanique et sous les volcans. Ils forment un plan incliné.

7. Au niveau des fosses, la lithosphère océanique plonge (= plaque plongeante) sous une autre lithosphère (plaque chevauchante) jusqu'à atteindre l'asthénosphère. De nombreux séismes sont constatés à cause du plongement. Du magma se forme aussi et remonte pour créer les volcans à la surface de la plaque chevauchante.

Bilan n°6 : Au niveau d'une fosse océanique, la lithosphère océanique plonge sous une autre plaque. Elle disparait peu à peu dans l'asthénosphère. Cet enfoncement est appelé « **la subduction** ». La subduction ferme petit à petit un océan.

Des séismes se produisent car :

- il y a des frottements entre la plaque plongeante et la plaque chevauchante
- la plaque plongeante rigide se déforme et casse

Les foyers des séismes sont répartis selon un plan incliné qui matérialise le plongement de la plaque océanique.

En s'enfonçant, la plaque océanique perd de l'eau. Cela va entraîner la fusion de la roche de la plaque chevauchante. Du magma se forme et remonte. Si le magma atteint la surface, cela donne des éruptions explosives. (**voir vidéo sur le QR code**).

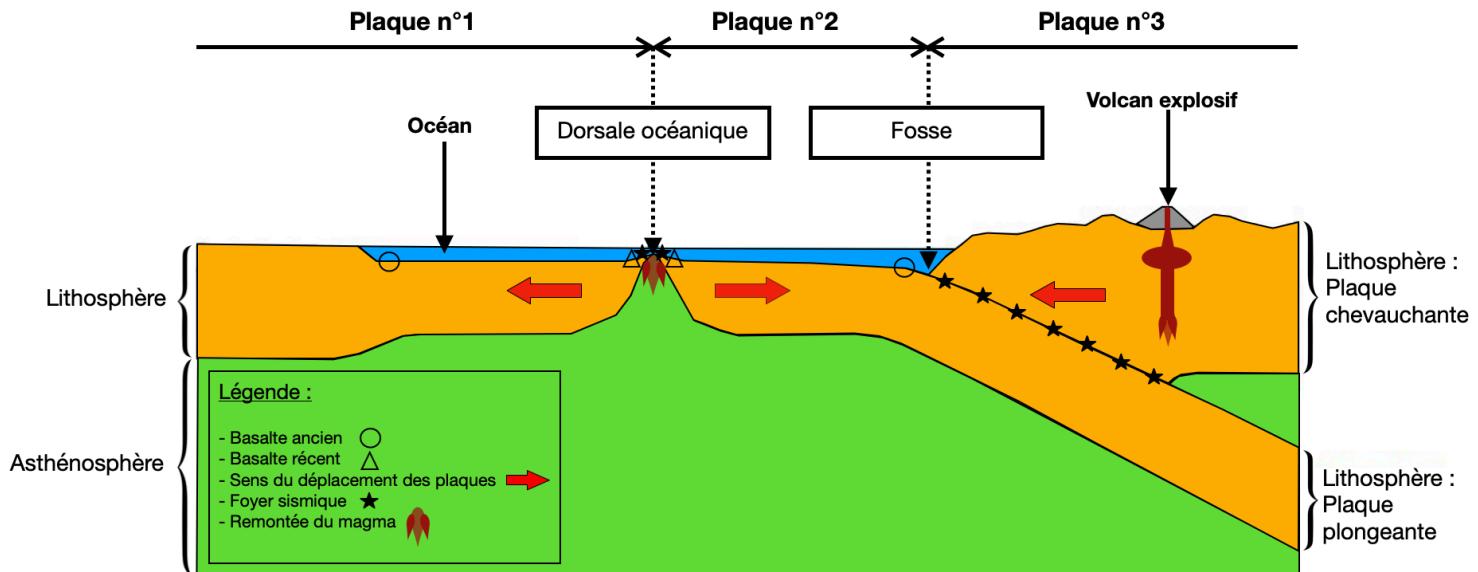


Schéma bilan de la tectonique des plaques

Activité 7 : Le moteur de la tectonique des plaques

Problème : Quel est le moteur de la tectonique des plaques ?

Consigne :

1. Avec l'aide des documents, proposez une hypothèse expliquant le moteur de la tectonique des plaques.
2. Expliquez avec l'aide des documents comment les plaques bougent

DOMAINE 4	Pratiquer des démarches scientifiques
■ Proposer une ou des hypothèses pour résoudre un problème ou répondre à une question.	

Document 1 : D'où vient la chaleur interne de la Terre ?

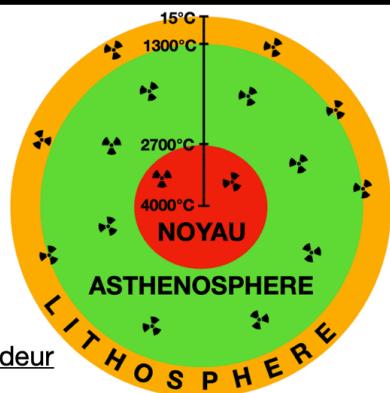
La température à la surface de la Terre est de 15°C, les scientifiques estiment que la température du noyau terrestre est d'environ 4000 °C.

La chaleur interne provient notamment de la désintégration d'éléments radioactifs comme le potassium, le thorium et l'uranium. Cette désintégration se fait dans la lithosphère, dans l'asthénosphère et le noyau, elle libère beaucoup de chaleur.



Désintégration radioactive

Schéma des température sur Terre en fonction de la profondeur



Document 2 : Un modèle pour expliquer la convection

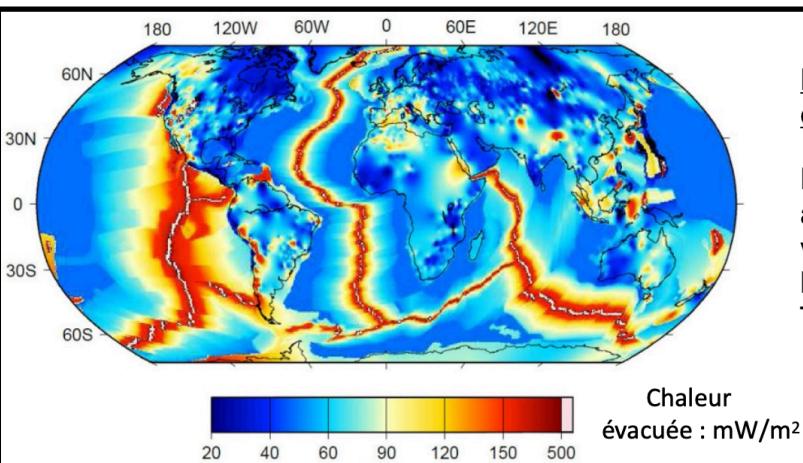
Dans la vidéo se trouvent deux composants : de l'huile colorée en jaune et de l'huile colorée en rouge.

La bougie représente une source de chaleur venant chauffer l'huile rouge. Cette dernière devient plus chaude et sa densité diminue jusqu'à devenir moins dense que l'huile jaune. Une fois remontée celle-ci se refroidit : sa densité augmente et devient supérieure à l'huile jaune donc elle redescend.

Dans ce modèle l'huile représente les roches de l'asthénosphère.



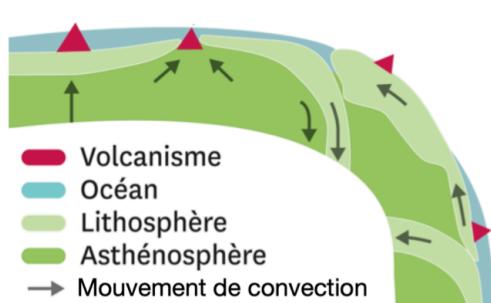
QR code de la vidéo



Document 3 : Répartition de la chaleur évacuée à la surface de la Terre

La Terre évacue de la chaleur à sa surface au niveau de zones très spécifiques. Le volcanique participe grandement à l'évacuation de la chaleur interne de la Terre.

Carte montrant la chaleur évacuée à la surface de la Terre



Document 4 : Les différents mouvements au sein de la Terre.

La Terre est animée de nombreux mouvements de convection au niveau de la lithosphère et de l'asthénosphère. Au niveau des dorsales l'asthénosphère remonte, alors qu'au niveau des zones de subduction les roches de la lithosphère plongent et entraînent avec elle les roches de l'asthénosphère.

Correction activité :

Je pense que le moteur de la tectonique des plaques est lié à la convection.

Je vois dans le document 1 que la désintégration des éléments radioactifs situés à l'intérieur de la Terre libère de la chaleur et réchauffe les roches de l'asthénosphère.

Je vois grâce au modèle du document 2 qu'une augmentation de chaleur provoque des mouvements de convection dans l'huile représentant les roches de l'asthénosphère.

Je vois grâce au document 3 et 4 que les roches de l'asthénosphère très chaudes remontent au niveau des dorsales, elles libèrent leurs chaleurs. Puis elles se déplacent en surface en refroidissant et finissent par redescendre au niveau des zones de subduction.

J'en conclus que c'est le mouvement de convection qui entraîne le mouvement des plaques situées au-dessus.

Bilan n°7 : Le déplacement des plaques est dû à des mouvements de convection de roche qui ont lieu en dessous des plaques, dans l'asthénosphère. Les roches visqueuses suivent des mouvements circulaires. On dit qu'il y a une dynamique interne de la Terre. C'est à cause de la désintégration radioactive (réchauffant les roches) et de la dissipation de la chaleur interne de la Terre au niveau du volcanisme (refroidissant les roches) que les mouvements de convections existent.

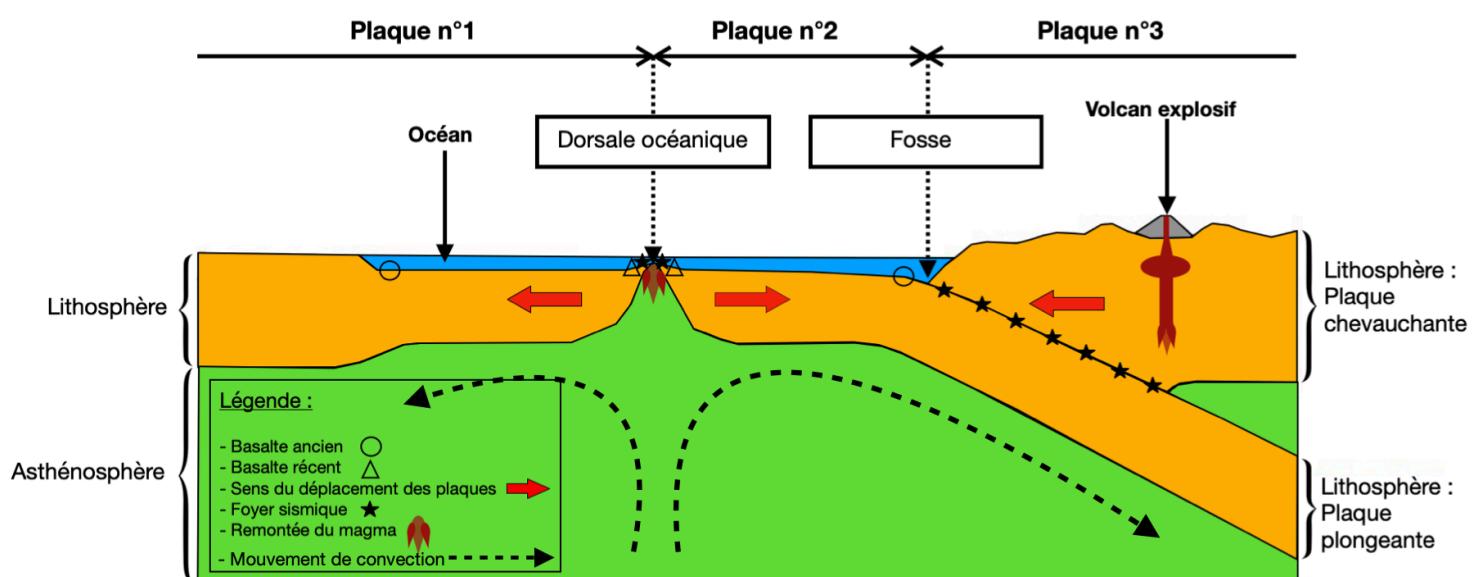


Schéma bilan de la tectonique des plaques

Je dois savoir...	Je suis capable de...
<ul style="list-style-type: none"> - Définir quelles sont les limites des plaques (dorsales, fosses, chaîne de montagnes). - Définir : Dorsale océanique, fosse océanique, subduction. - Définir et donner l'épaisseur de la lithosphère, asthénosphère, plaque lithosphérique - Définir les termes croyances, savoir et opinion - Qui a suggéré l'idée d'une mobilité des continents. - Nommer la technique utilisée actuellement pour mesurer le mouvement des plaques - Nommer les deux types de mouvement au niveau des plaques : - Expliquer ce qui se passe au niveau d'une dorsale - Expliquer ce qui se passe au niveau d'une fosse océanique (subduction) - Expliquer quel est le moteur de la tectonique des plaques 	<ul style="list-style-type: none"> - Lire et exploiter un graphique - Lire et exploiter une carte - Faire la différence entre un savoir, une croyance et une opinion - Savoir comment un savoir scientifique se construit - Interpréter des résultats et en tirer des conclusions - Proposer une ou des hypothèses pour répondre à un problème ou une question - Légender le schéma bilan de la leçon