

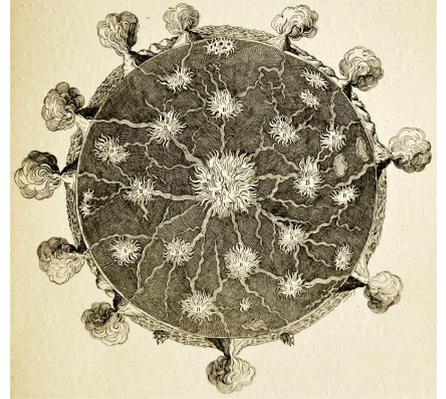
Thème I	Chapitre B	La structure de la planète Terre et tectonique des plaques	
	Fiche de réussite		
Notions et mots-clés (ce que je dois savoir)			
Planète tellurique, structure de la Terre (croûte terrestre, manteau, noyau), lithosphère, asthénosphère	Répartition des séismes et des volcans, relation entre le volcanisme et les zones sur la Terre, dorsales, fosses océaniques, de chaînes de montagnes, zones de divergence, de convergence et transformantes	Dérive des continents, tectonique des plaques, évolution d'une théorie scientifique, flux géothermique, chaleur interne de la Terre, formation/disparition de lithosphère	
Compétences et exemples de consignes (ce que je dois savoir faire)			
<input type="checkbox"/> Donner des exemples de techniques permettant de connaître la structure interne de la Terre. <input type="checkbox"/> Compléter le schéma simplifié de la structure interne de la Terre à partir de données. <input type="checkbox"/> Décrire la structure interne de la Terre. <input type="checkbox"/> Expliquer le principe de lithosphère et d'asthénosphère.			
<input type="checkbox"/> Décrire la partie superficielle de la Terre et ses reliefs (lithosphère). <input type="checkbox"/> Décrire la répartition des séismes et des volcans. <input type="checkbox"/> Faire le lien entre les zones spécifiques de la Terre et le volcanisme associé. <input type="checkbox"/> Expliquer le principe des plaques lithosphériques. <input type="checkbox"/> Décrire le déplacement des plaques à partir des balises GPS.			
<input type="checkbox"/> Comparer des arguments scientifiques de 2 théories différentes. <input type="checkbox"/> Décrire l'évolution du plancher océanique au cours du temps. <input type="checkbox"/> Données des preuves de la fabrication de lithosphère au niveau des dorsales. <input type="checkbox"/> Compléter ou réaliser une coupe terrestre grâce à Tectoglob3B au niveau de zones de convergence ou de divergence. <input type="checkbox"/> Données des preuves de la disparition de lithosphère au niveau des fosses océaniques. <input type="checkbox"/> Replacer des événements scientifiques sur une frise chronologique. <input type="checkbox"/> Décrire et expliquer l'évolution d'un modèle scientifique comme la Tectonique des plaques à partir de données historiques. <input type="checkbox"/> Compléter un schéma sur la tectonique des plaques à partir de données géologiques.			

Je suis capable de (compétences travaillées) :

C1 : Exploiter un document constitué de divers supports : texte, photos, schéma et graphiques.

C2 : Compléter le schéma simplifié de la structure interne de la Terre.

Situation de départ : On peut trouver des représentations de la forme de la Terre telle qu'elle était représentée entre le XIII^e et XVII^e siècles (voir ci-contre). Cette représentation a été dessinée par Athanasius Kircher dans son traité de géologie *Mundus subterraneus* (sur ses recherches dans le domaine). Elle représente la Terre et des volcans. Le centre de la Terre est occupé par un gigantesque brasier. Et les orifices qui mettent en communication ce feu central avec la surface ressemblent parfois plus à des gueules de dragons, à des bouches de l'enfer, qu'à de simples grottes ou volcans. De plus, il est considéré que la Terre est immobile à sa surface.



Problème : Comment est formée la structure de la Terre ?

1 – À partir des documents 1 à 3, **donner** des techniques pour connaître la structure interne de la Terre et ce qu'elles ont permis de découvrir. **(C1)**

2 – D'après le document 3, **donner** le nombre de couches que nous montre le profil sismique de la Terre avec leur profondeur approximative. **(C1)**

3 – À partir du document 4, **expliquer** simplement ce qui différencie la croûte et le manteau de la lithosphère et ce qui différencie la lithosphère de l'asthénosphère. **(C1)**

4 – À partir de la vidéo et de l'ensemble des documents, **compléter** le schéma de la Terre ci-contre. **(C2)**

Vidéo : La structure interne de la Terre | Sciences | Alloprof

(<https://www.youtube.com/watch?v=YVJlbTSbLp4>)

5 – **Compléter** le bilan 1 avec les mots suivants :

- rigide, manteau, lithosphère, planète tellurique, ductile, croûte terrestre, asthénosphère

Bilan 1 : La Terre est une planète rocheuse, qu'on appelle une _____ (comme Mercure, Vénus et Mars). Elle est constituée de couches de roches concentriques. Les roches sont à l'état solide dans la plupart de ces couches :

- le noyau (supérieur et inférieur ou graine) au centre,
- le _____ (supérieur et inférieur),
- la _____ (océanique et continentale) en surface.

L'enveloppe la plus externe est la _____ (constituée de la croûte continentale ou océanique et d'une petite partie du manteau supérieur) : c'est une couche _____.

L'enveloppe en-dessous est l'_____ (constitué du reste du manteau supérieur). Elle est moins rigide que la lithosphère : c'est une couche _____ (plastique).

Les géologues connaissent l'intérieur de la Terre grâce à des études directes des roches mais aussi grâce à des données physiques (analyse des ondes sismiques).

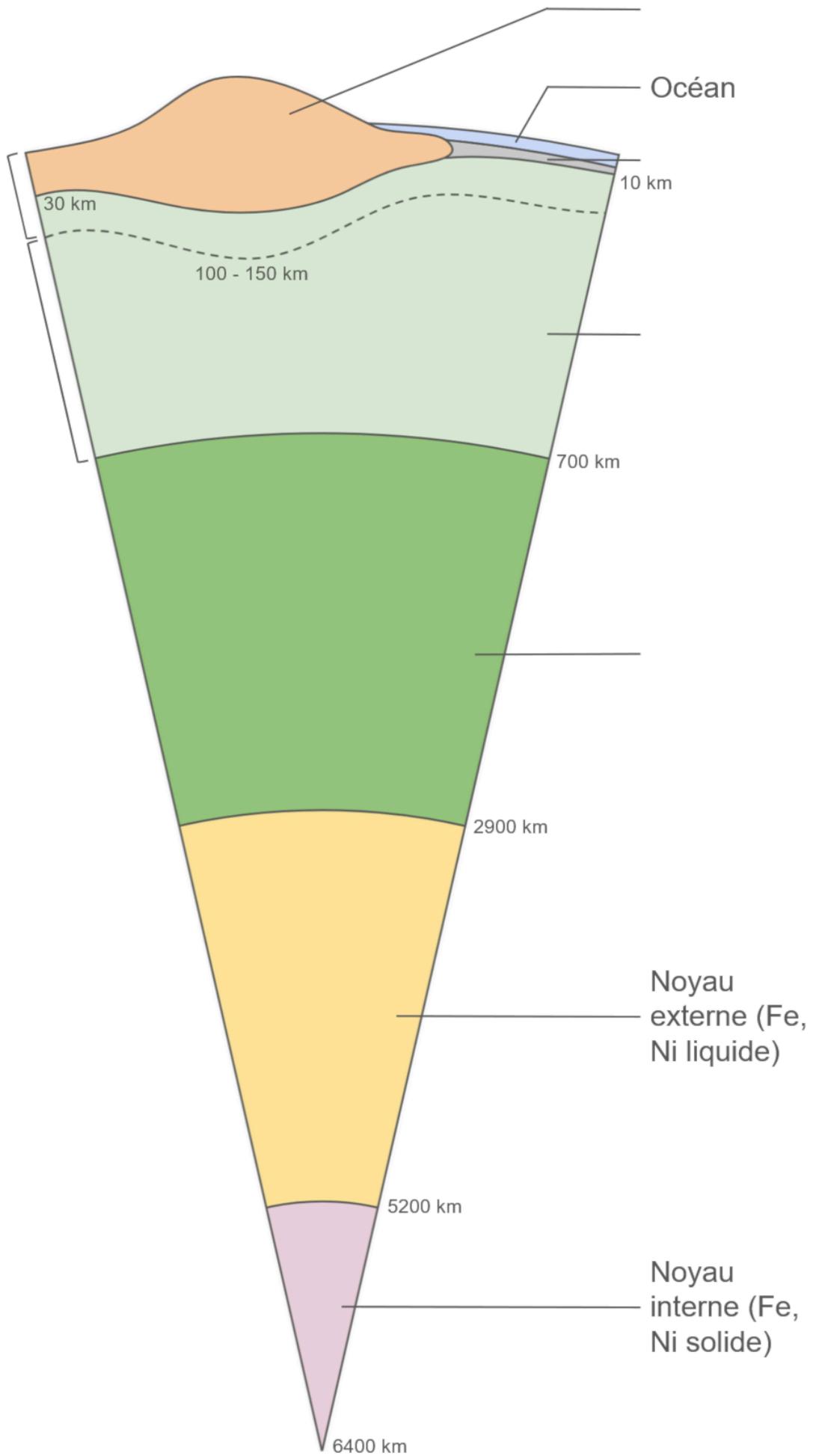
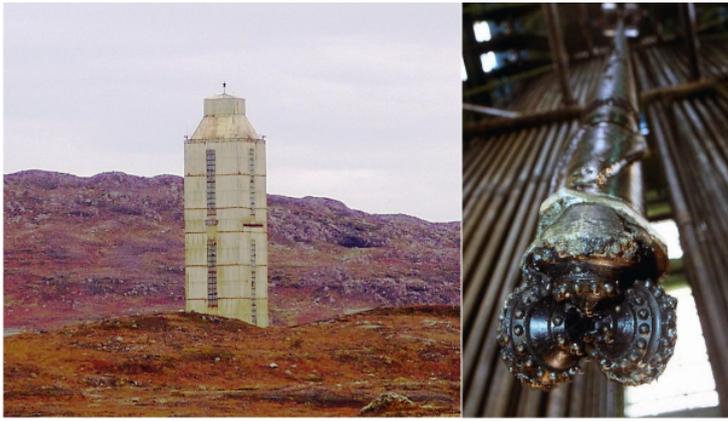


Schéma simplifié de la structure interne de la Terre

Document 1 : Forage le plus profond jamais réalisé



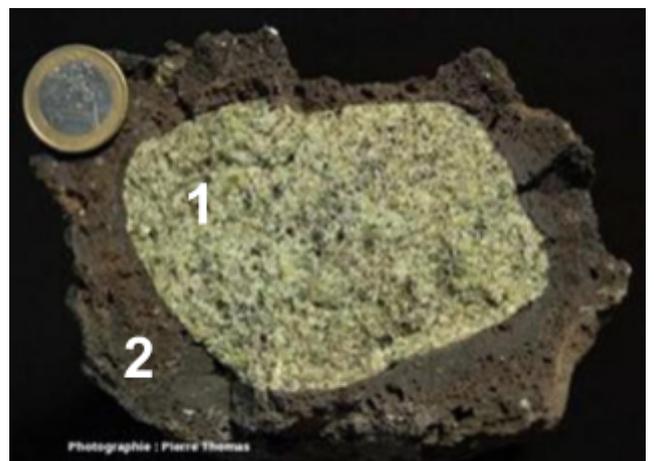
Le forage le plus profond a été réalisé entre 1970 et 1989 dans la péninsule de Kola en Russie (en domaine continental). Le but était d'atteindre 15 000 m. Le forage n'a pu dépassé 12 262 m, la température à cette profondeur étant plus élevée que prévu (180°C au lieu des 100°C).

Remarque : D'autres forages en domaine océanique ont été effectués. Ils n'ont pas été plus que 1,8 km de profondeur.

D'après superdeep.pechenga.ru

Document 2 : Des enclaves

Il arrive lorsqu'un volcan entre en éruption, que la lave qui sort ramène des morceaux de roche qui proviennent de la profondeur. On appelle cela une enclave de roche. Par exemple, on arrive à trouver de la péridotite (1), une roche verte du manteau supérieur de la Terre, enfermée dans de la lave (2). C'est le seul moyen d'avoir une idée des roches qui existent en profondeur.



Remarque : En laboratoire, on peut reproduire la température et la pression qui s'exercent en profondeur sur des morceaux de péridotites. Cela permet de voir comment la roche se comporte et d'avoir une idée de la structure de la Terre aux plus grandes profondeurs.

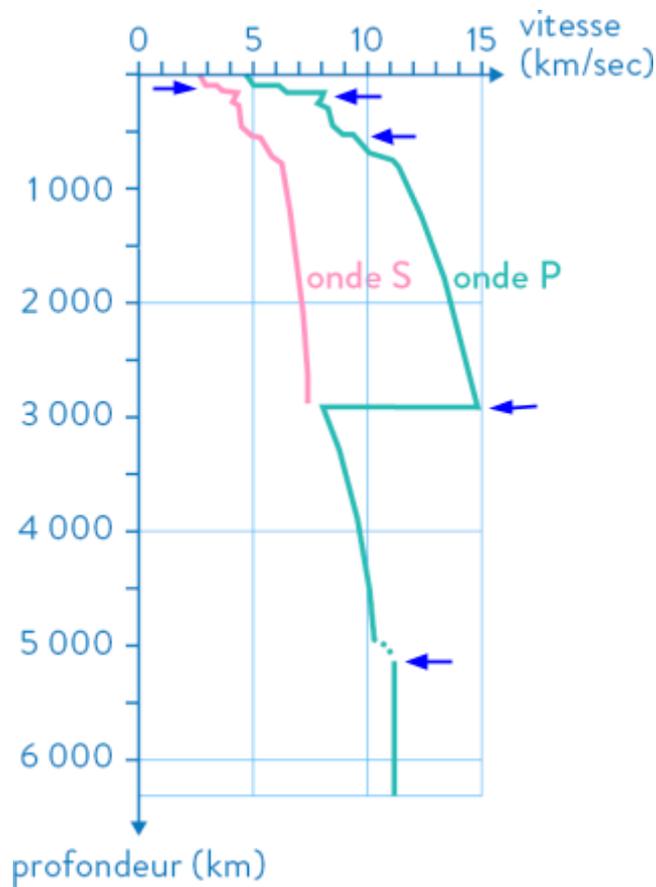
Document 3 : Les ondes sismiques, une méthode indirecte d'étude de la structure interne de la Terre

Lorsque des séismes se produisent, il y a de nombreuses ondes sismiques qui se propagent dans toute la Terre. On peut enregistrer ses ondes sismiques et observer les changements de vitesse de ses ondes. La vitesse varie ainsi de manière importante et brutale quand elle traverse des milieux de compositions et de natures différentes (le type de roche, si c'est liquide, solide, rigide, ductile/plastique, etc.).

Les ondes sismiques permettent d'avoir une sorte de « scanner » de l'intérieur de la Terre.

Remarques :

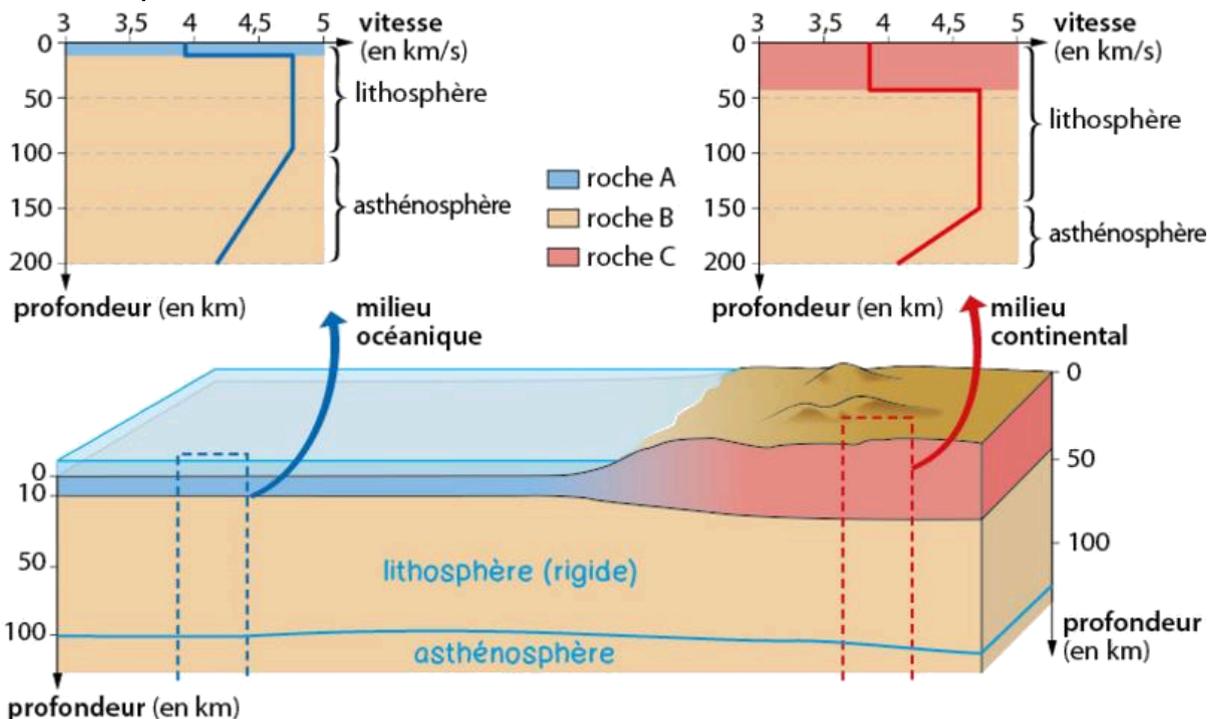
- On obtient, ce qu'on appelle un profil sismique (voir ci-contre). Les flèches bleues montrent des changements de couches de roches à différentes profondeurs ;
- Un matériau rigide ne peut pas plier sans casser et un matériau ductile (ou plastique) qui peut plier sans casser.



Profil sismique de la Terre

Document 4 : Une couche rigide et une couche ductile (plastique)

Grâce aux roches du sous-sol et des enclaves qu'on récolte d'une part et grâce aux ondes sismiques d'une autre part, on peut constater qu'on a 3 groupes de roches différentes (A, B et C sur le schéma) qui forme ainsi 3 couches distinctes : la croûte océanique, la croûte continentale et le manteau. On peut regarder aussi l'évolution de la vitesse des ondes et donc découvrir qu'il existe de autres types de couches : une couche rigide (où les ondes vont assez vite), appelée lithosphère et une couche relativement plastique (un peu plus molle où les ondes vont moins en moins vite), appelée asthénosphère.



IB - Activité 2	Les manifestations à la surface de la Terre
Je suis capable de (compétences travaillées) :	
C1 : Exploiter un document constitué de divers supports : carte.	
C2 : Compléter une carte de la répartition des manifestations internes de la Terre.	
C3 : Utiliser des logiciels d'acquisition de données comme Tectoglob3D afin de répondre à un problème scientifique.	
C4 : Appréhender différentes échelles spatiales (géographiques).	

Situation de départ : On a remarqué que certaines zones sur Terre étaient plus susceptibles de subir des séismes ou du volcanisme.

***Problème** : Comment sont réparties les manifestations internes de la Terre ?*

1 – À partir des documents 1 à 4, **suivre** le protocole d'utilisation du logiciel Tectoglob3D et **répondre** aux consignes suivantes : **(C1, 3 et 4)**

- **compléter** le tableau ci-dessous pour **identifier** les types de reliefs des zones de la carte et **associer** le relief à son volcanisme ;

Zone de la carte	A et B (milieu des Océans Atlantique et Indien)	C et D (Japon et côte ouest de l'Amérique du Sud)	E et F (Alpes et l'Himalaya)
Type de relief			
Type de volcanisme			Volcanisme mixte
Déplacement			Convergence

Tableau d'identification des reliefs de la Terre aux types de volcanisme

- **Décrire** comment sont répartis le volcanisme sur Terre ;
- **Décrire** comment sont répartis les séismes sur Terre et **comparer** avec le volcanisme ;
- **Comparer** la répartition du volcanisme et des séismes avec la limite des plaques tectoniques (appelées aussi plaques lithosphériques) ;
- **Décrire** le déplacement des balises GPS des zones A et D puis **compléter** la dernière du ligne du tableau.

2 – À partir de toutes les réponses, **compléter** la carte ci-contre pour **montrer** la répartition des séismes et du volcanisme sur Terre : **(C2)**

- par des traits rouges, le volcanisme effusif ;
- par des traits bleus, le volcanisme explosif ;
- par des traits verts, les séismes ;
- par deux flèches, le déplacement des zones A et D avec le nom du relief.

3 – **Compléter** le bilan 2 avec les mots suivants :

- *volcanisme explosif, dorsales océaniques, convergence, plaques lithosphériques, alignés, isolés, divergence, fosses océaniques, volcanisme explosif*

Bilan 2 : Les séismes et les volcans sont _____ et particulièrement fréquents dans certaines régions :

- dans les océans au niveau des _____ (vastes chaînes de montagnes sous-marines alignées) ;
- en bordure des océans ou au niveau d'arcs insulaires, c'est-à-dire des _____ (zones très profondes) ;
- sur les continents au niveau des chaînes de montagnes continentales.

Certains volcans actifs sont _____. Le _____ se retrouve au niveau des dorsales et le _____ se retrouve surtout au niveau des fosses océaniques.

La répartition des séismes et des volcans au niveau des reliefs de la Terre font penser que sa surface et donc la lithosphère est divisée en vastes zones stables (pas ou peu actives) : les _____.

Les données GPS permettent de se rendre compte que les plaques bougent entre elles :

- au niveau des dorsales, il y a un écartement des plaques : on parle de _____.
- au niveau des fosses océaniques et des chaînes de montagnes, il y a un rapprochement des plaques : on parle de _____.

Il existe des zones de coulissage entre les plaques : on parle de zones transformantes.



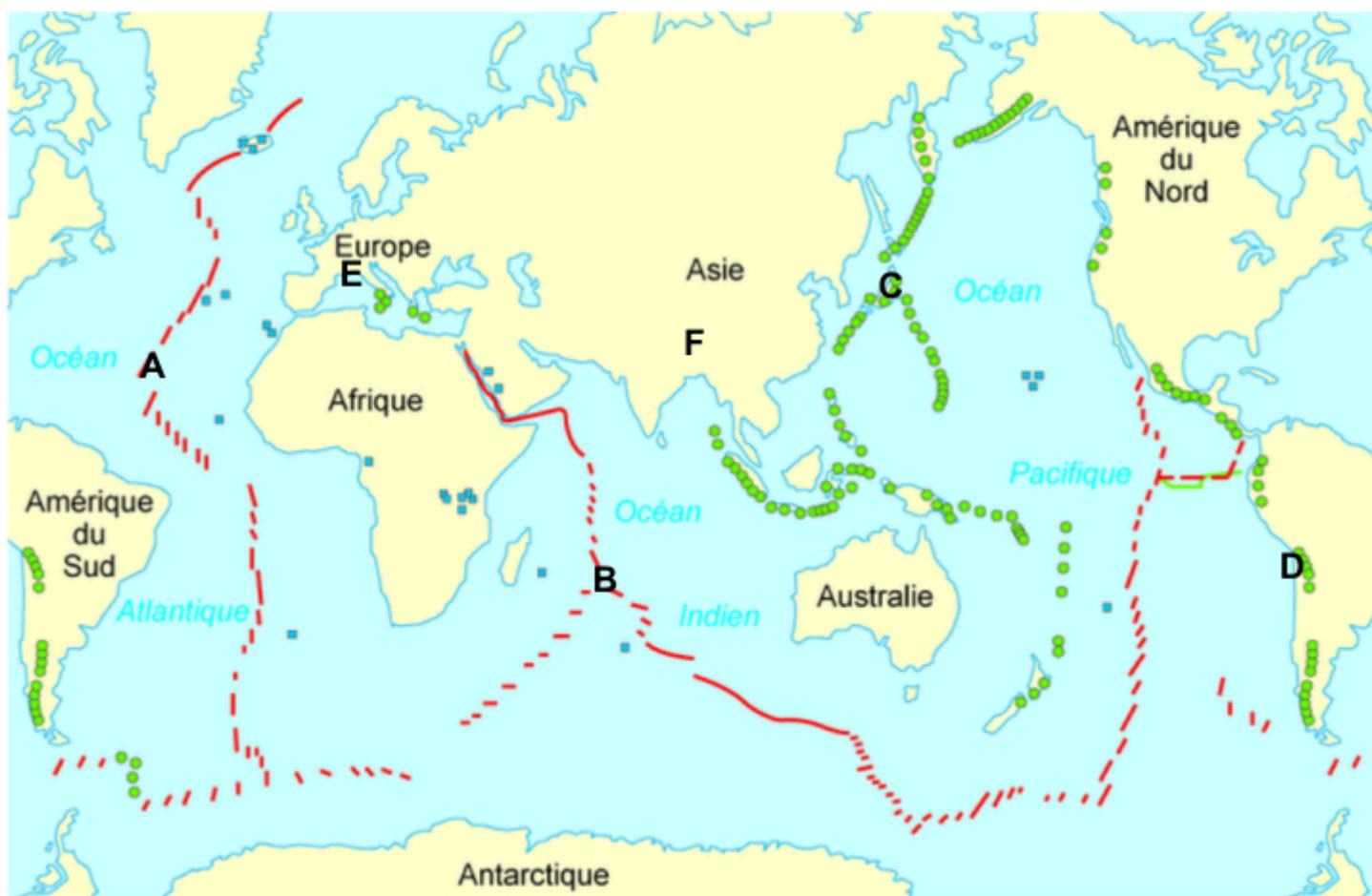
Légendes :

Carte simplifiée de la répartition des manifestations internes de la Terre

Document 1 : Protocole d'utilisation de Tectoglob3D

- Ouvrir le logiciel « Tectoglob3D » (logiciel de simulation et de base de données sur la Terre) à partir de mon site internet ou du site de l'académie de Nice : <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/productions/tectoglob3d/> ;
- Cliquer sur Option dans la barre de menu puis sur Globe en relief pour accentuer le relief à la surface de la Terre ;
- Cliquer dans Données affichées dans la barre de menu puis sur Volcan pour observer la répartition des volcans à la surface de la Terre ;
- Cliquer sur Données affichées dans la barre de menu puis sur Foyers sismiques pour observer les gros séismes sur Terre ;
- Cliquer sur Données affichées dans la barre de menu puis sur Autres données et enfin sur Plaque tectonique pour observer les frontières ou limites entre les plaques appelées tectoniques ou lithosphériques ;
- Cliquer sur Données affichées dans la barre de menu puis sur Vecteur GPS.

Document 2 : Carte de la répartition des 2 types de volcanisme à la surface de la Terre



Document 3 : Le relief

Le relief correspond à la variation de l'altitude du sol, au niveau des océans comme des continents. On peut identifier 3 grands types de reliefs sur Terre : les dorsales océaniques qui sont des montagnes sous-marines, les fosses océaniques associées à une chaîne de montagnes ou à un arc insulaire et enfin les chaînes de montagnes.

Document 4 : Les données GPS

Depuis 1980 avec l'avènement du système GPS, les données GPS (utilisation de balises GPS à la surface de la Terre et des satellites géostationnaires) ont pu donner une preuve directe et mesurable du mouvement de la surface de la Terre. On a pu mesurer qu'il y a un déplacement à des vitesses différentes suivant les endroits. De plus, il y a des zones de divergence, de convergence et des zones transformantes :

- zones de divergence = zones d'écartement des plaques. Elles se situent au niveau des dorsales océaniques ;
- zones de convergence = zones de rapprochement des plaques. Elles se situent au niveau des fosses océaniques et des chaînes de montagnes ;
- zones transformantes = zones où les plaques coulissent l'une par rapport à l'autre.

Je suis capable de (compétences travaillées) :

C1 : Mettre en œuvre un raisonnement logique en argumentant.

C2 : Exploiter un document constitué de divers supports : texte, carte, graphique et Tectoglob3D.

C3 : Réaliser un tableau pour comparer des arguments.

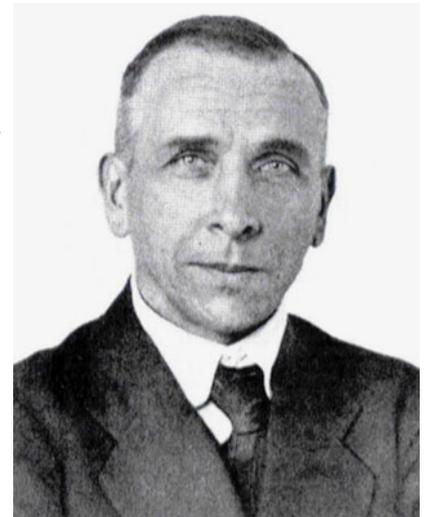
C4 : Compléter une coupe terrestre à partir de Tectoglob3D.

C5 : Utiliser des logiciels d'acquisition de données comme Tectoglob3D afin de répondre à un problème scientifique.

C6 : Mobiliser ses connaissances sur la répartition du volcanisme et du séisme.

C7 : Identifier par l'histoire des sciences et des techniques comment se construit un savoir scientifique.

Situation de départ : Il y a un consensus scientifique pour dire qu'il y a des mouvements à la surface de la Terre (déplacement des balises GPS) : les plaques lithosphériques qui se déplacent sur l'asthénosphère. On parle de théorie de la tectonique des plaques. Avant d'en arriver à ce consensus, le cheminement a été long et chaotique. L'idée germe dans la tête d'Alfred Wegener (photo ci-contre). C'est un scientifique qui a exposé en 1912 sa théorie appelée « Dérive des continents ». À cette époque sa théorie est vivement critiquée par d'autres scientifiques, et notamment un dénommé Jeffreys. Pour Wegener, les continents se seraient déplacés au cours du temps.



Problème : Comment est-on arrivé à la théorie de la tectonique des plaques ?

I – La confrontation entre les mobilistes et les fixistes :

1 – À partir du Genially « La dérive des continents » (voir site internet), **comparer** dans un tableau les arguments des mobilistes (Alfred Wegener) et les arguments des fixistes (Harold Jeffreys). **(C2 et 3)**

2 – **Expliquer** pourquoi la théorie de la dérive des continents de Wegener a difficilement convaincu à l'époque. **(C1)**

II – L'étude des dorsales et des fosses océaniques :

3 – À partir des documents 1 et 2, **décrire** ce qui se passe au niveau du plancher océanique. **(C2 et 5)**

4 – À partir du document 3, **expliquer** pourquoi on peut dire qu'il y a fabrication de lithosphère au niveau des dorsales. **(C2)**

5 – À partir du document 4, **compléter** la coupe terrestre ci-contre avec : **(C4 et 5)**

- un nuage de points pour les foyers sismiques ;
- des triangles les volcans ;
- des légendes, le nom des plaques et des 2 limites de plaques.

200km

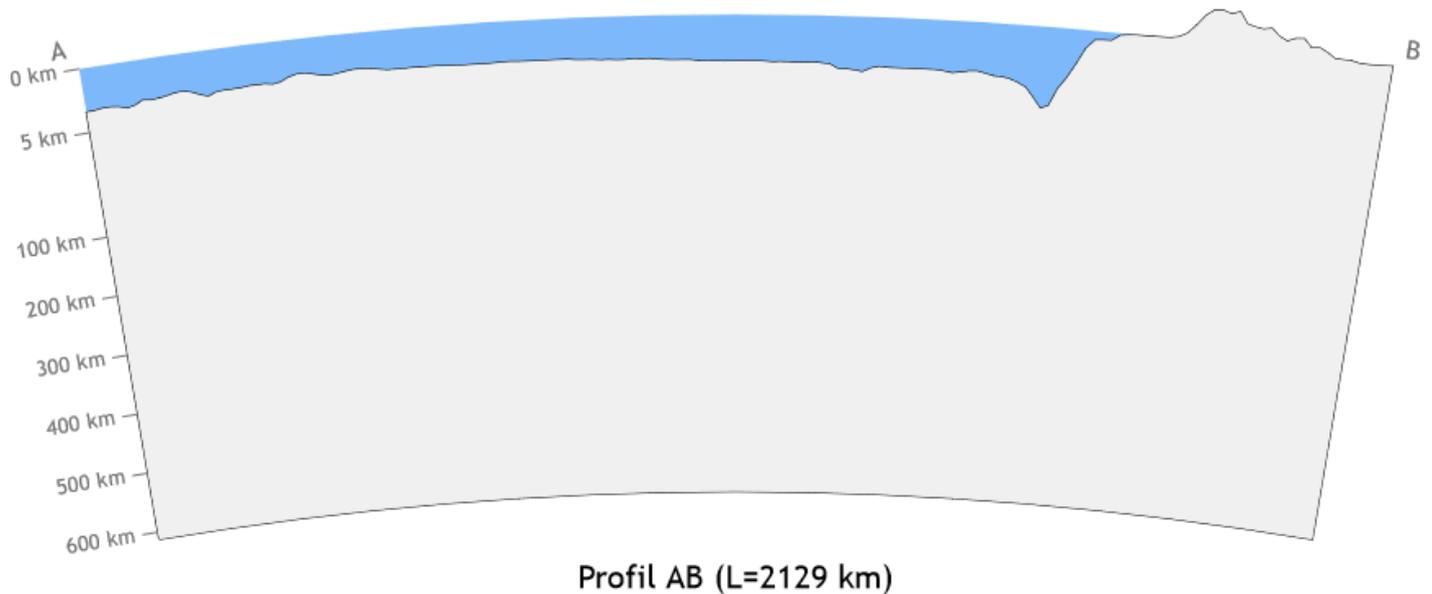


Schéma d'une coupe réalisée sur Tectoglob3D au niveau de l'Amérique centrale

6 – À partir du document 5 et de la coupe, **expliquer** ce qu'il se passe au niveau des fosses océaniques au niveau de la lithosphère. **(C1 et 4)**

III – L'avènement de la tectonique des plaques :

7 – **Rappeler** ce que les données GPS et les données sismiques nous ont permis de savoir sur les plaques lithosphériques et l'asthénosphère. **(C6)**

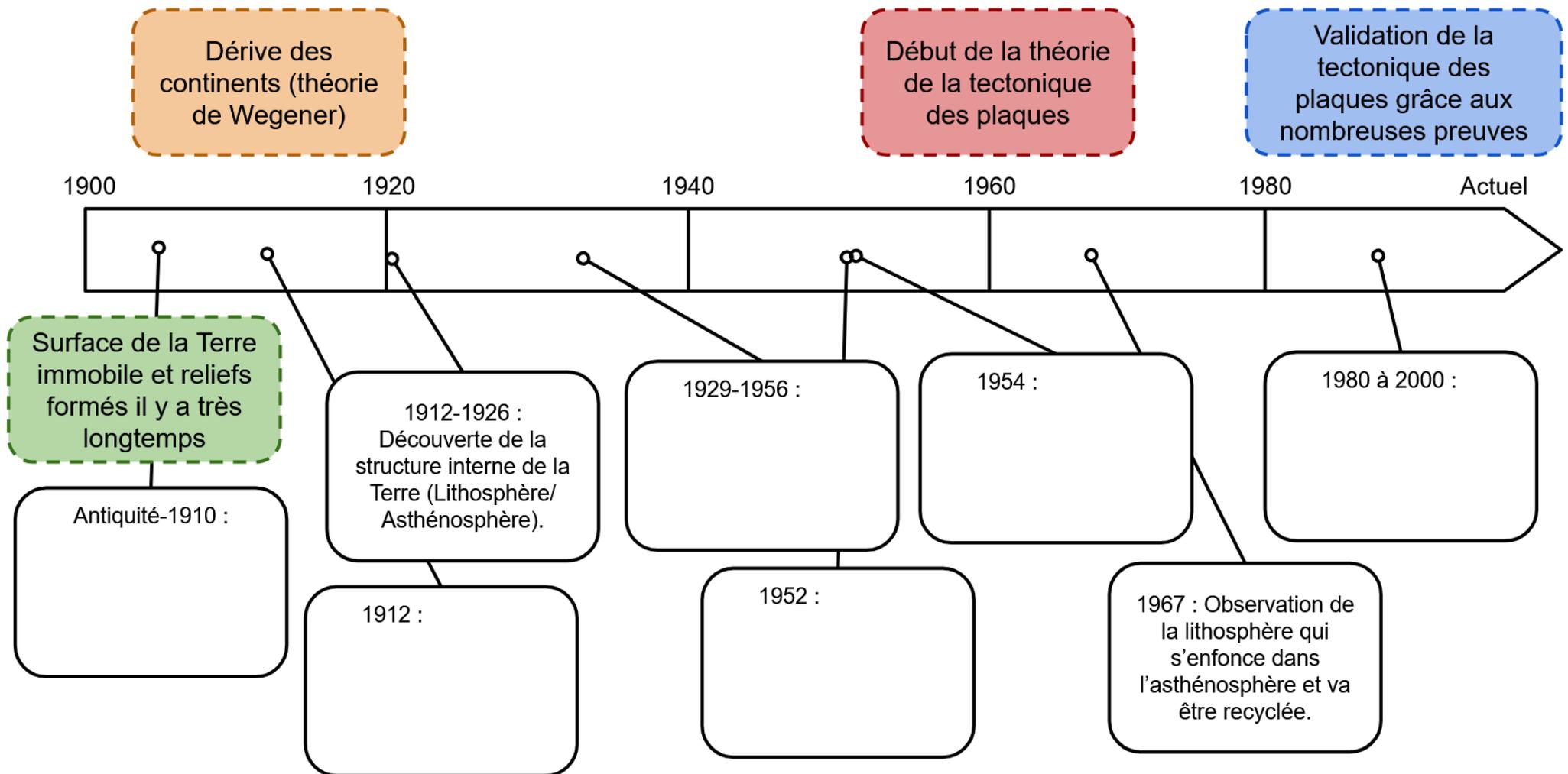
8 – À partir du document 6, **expliquer** comment la tectonique est rendue possible. **(C2)**

9 – À partir de l'ensemble des réponses et des documents, **replacer** les événements suivants dans l'ordre sur la frise chronologique en annexe montrant l'évolution de la théorie de la tectonique des plaques : **(C7)**

- Carte de répartition des séismes. Répartition non aléatoire = idées de plaques.
- Théorie de Wegener la dérive des continents (forme des continents et positions des fossiles).
- Découverte des reliefs sous-marins (dorsales et fosses). Formation de lithosphère au niveau des dorsales.
- Système GPS et observation du déplacement des plaques tectoniques (ou lithosphères).
- Aucun mouvement, problème de moteur, etc. (idées de Jeffreys).
- Théorie sur la chaleur interne déplaçant la lithosphère et mesure du flux géothermique de la Terre).

IV – Conclusion :

10 – À partir de la coupe réalisée entre le point A et B, **compléter** alors le schéma-bilan en annexe.



Frise chronologique de l'évolution de la théorie de la tectonique des plaques au cours de l'histoire

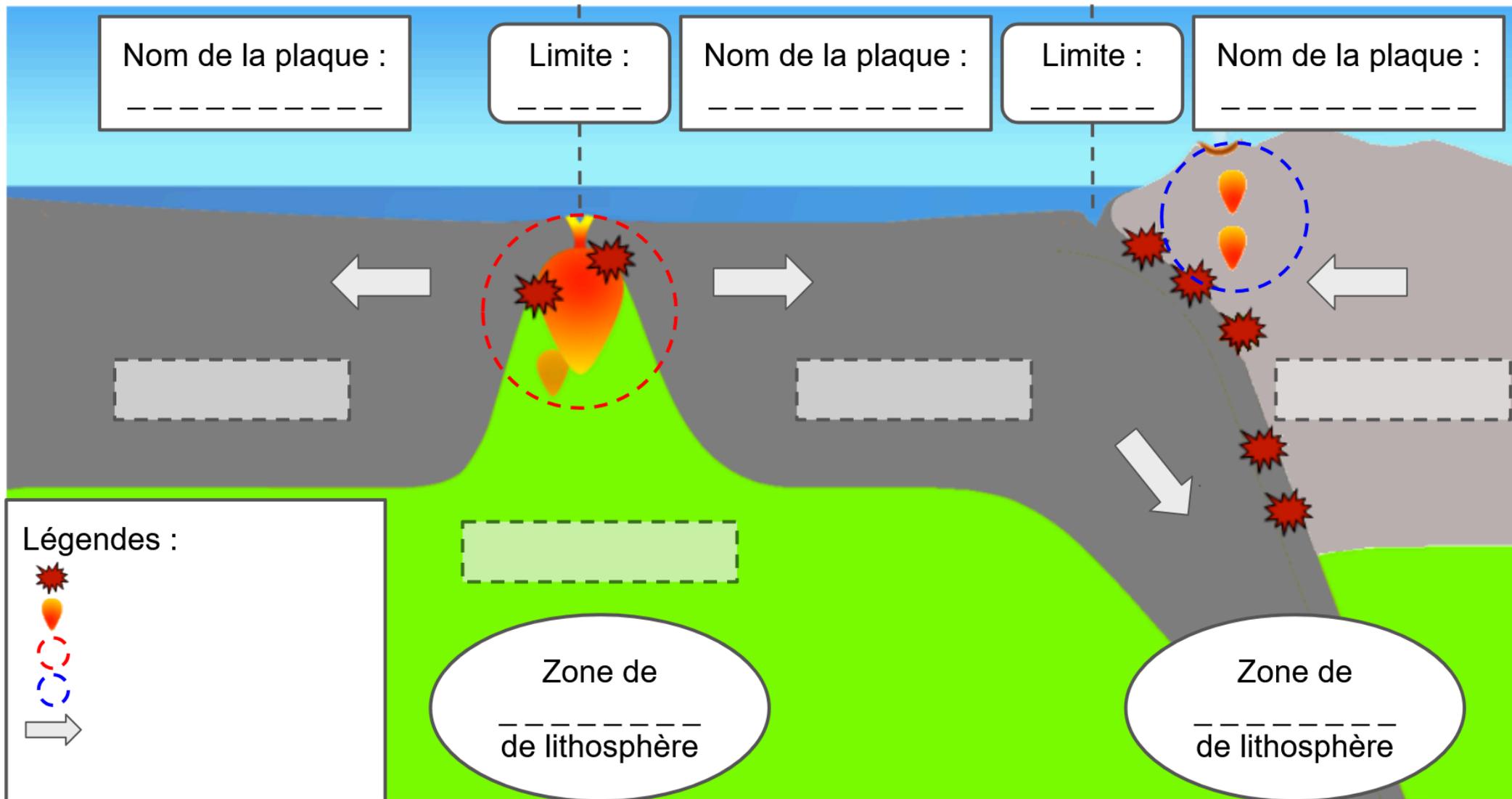


Schéma simplifié de la tectonique des plaques au niveau de l'Amérique centrale

Document 1 : Dorsale et expansion océaniques

La compréhension de la tectonique des plaques a été permise notamment par une grande figure de l'histoire des sciences, Mary Tharp (1920-2006). Géophysicienne, elle a longtemps été exclue, du fait d'être une femme, des campagnes scientifiques qui se faisaient en mer. Elle est finalement la première femme à embarquer et à faire partie d'un équipage pour réaliser des campagnes de relevés de la topographie (étude du relief) des fonds marins vers 1952. Elle réalise alors, avec Bruce C. Heezen, la célèbre carte topographique des fonds sous-marins, laquelle a permis de mettre en évidence une série de reliefs très élevés au milieu des océans : les dorsales océaniques. Grâce à l'étude des dorsales, on a pu voir que les océans sont en expansion, c'est-à-dire qu'ils s'agrandissent grâce au plancher océanique qui lui-même s'agrandit : il y avait une fabrication de lithosphère.

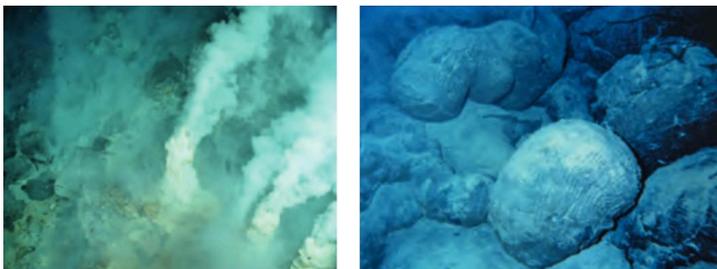


Document 2 : Étude du fond de l'océan Atlantique

On fait des forages du plancher océanique et on a alors déterminé son âge de chaque côté de la dorsale. Pour l'observer :

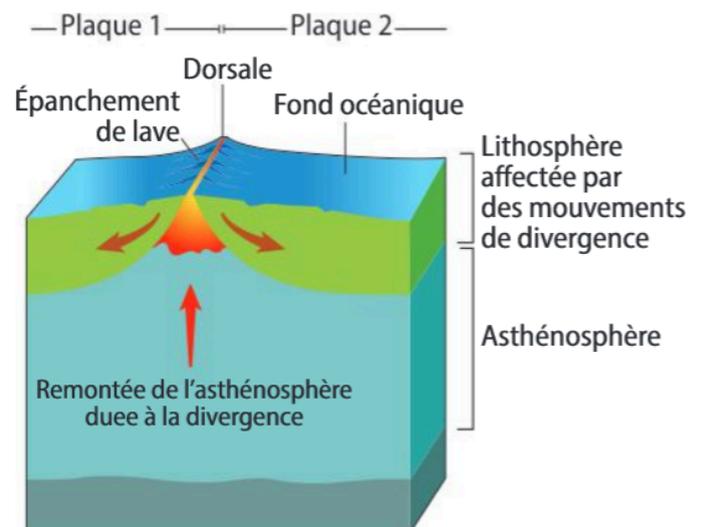
- Ouvrir Tectoglob3D ;
- Aller dans la barre de menu puis Données affichées puis Cartes géologiques et enfin Âge du plancher océanique. Observer alors l'âge de part et d'autre de la dorsale atlantique ;
- Aller dans la barre de menu puis Actions puis Extras et enfin Disposition passée des continents. On peut faire avancer ou reculer le curseur de la barre en bas à droite.

Document 3a : Photographies d'activité volcanique effusive et roche volcanique au niveau du dorsale océanique



D'après le manuel Cycle 4, Hachette

Document 3b : Schéma d'interprétation du fonctionnement d'une dorsale océanique

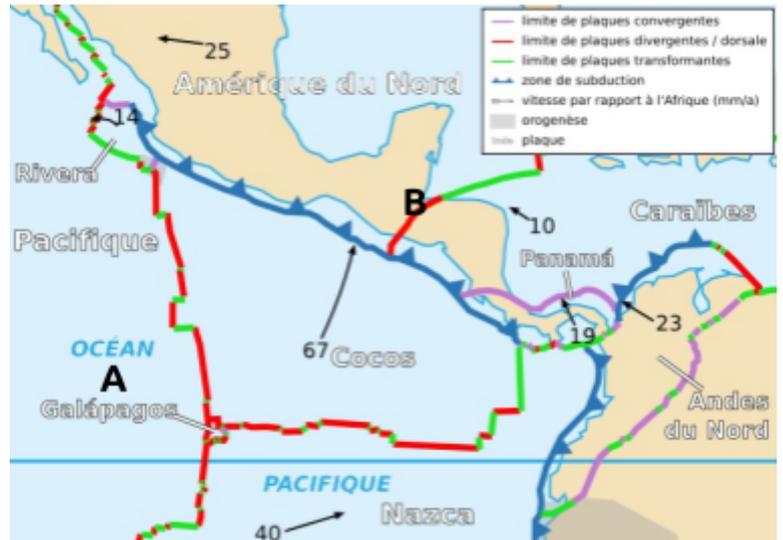


Document 4 : Réalisation d'une coupe terrestre avec Tectoglob3D

Tectoglob3D permet de faire des coupes à certains endroits sur Terre. Cela permet d'avoir une idée du relief et de positionner les manifestations internes comme les foyers sismiques et le volcanisme. Pour réaliser une coupe :

- Dans le menu Actions, cliquer sur Quitter l'action en cours puis cliquer sur Tracer une coupe ;

- Cliquer sur le globe virtuel en 2 points (A et B voir carte ci-contre), de façon à délimiter la coupe : la coupe apparaît alors dans la fenêtre de résultats (on peut afficher la limite des plaques pour mieux cibler les points A et B) ;
- Utiliser les curseurs de la fenêtre de réglages pour exagérer le relief, changer la profondeur maximale de la coupe, ou sa largeur ;
- Cocher la case en bas à droite. N'exagérer que le relief, réduire la profondeur maximale vers 600 km puis augmenter l'exagération verticale vers x20 ;
- Avec le menu Données affichées, afficher les foyers sismiques et les volcans.



Document 5 : Foyers sismiques, lithosphère et asthénosphère

L'étude de la répartition des séismes permet aux géologues de localiser et de voir comment se comporte la lithosphère. Effectivement, l'asthénosphère étant moins rigide, elle ne peut se rompre et être à l'origine d'un séisme. Seule la lithosphère rigide est capable en se fracturant de générer des séismes. Les alignements de foyers sismiques nous donnent la forme de la lithosphère sur une coupe.

Document 6 : La chaleur interne de la Terre

On a découvert que l'intérieur de la Terre est fait de roches contenant des éléments radioactifs tels que l'uranium. Ces éléments ont la capacité de se transformer au cours du temps en d'autres éléments. Ces transformations libèrent de l'énergie, sous forme de chaleur, qui chauffe les roches à l'intérieur de la Terre. Arthur Holmes, un géologue très connu, pense que c'est cette chaleur qui permet la mise en mouvement, à l'époque en 1929, de la dérive des continents.

On a pu mesurer en 1956 cette libération d'énergie plus tard au niveau des fosses, des chaînes de montagne mais surtout au niveau des dorsales (voir sur la carte ci-dessous), qu'on appelle le flux géothermique. Et on n'a pu mettre en évidence le flux géothermique avec le déplacement des plaques.

