

Chapitre 2	La structure de la planète Terre et tectonique des plaques
	Fiche de réussite
Notions et mots-clés (ce que je dois savoir)	
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Dérive des continents, théorie, arguments scientifiques <input type="checkbox"/> Planète tellurique, structure de la Terre (croûte terrestre, manteau, noyau), lithosphère, asthénosphère <input type="checkbox"/> Répartition des séismes et du volcanismes, plaques tectoniques et leurs limites, évolution d'une théorie scientifique, flux géothermique, déplacement des plaques, reliefs terrestres 	
Compétences et exemples de consignes (ce que je dois savoir faire)	
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Comparer des arguments scientifiques de 2 théories différentes. <input type="checkbox"/> Replacer des événements scientifiques sur une frise chronologique. <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 répartition des séismes et des volcans. <input type="checkbox"/> Décrire le déplacement des plaques à partir des balises GPS. <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"/> 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) :

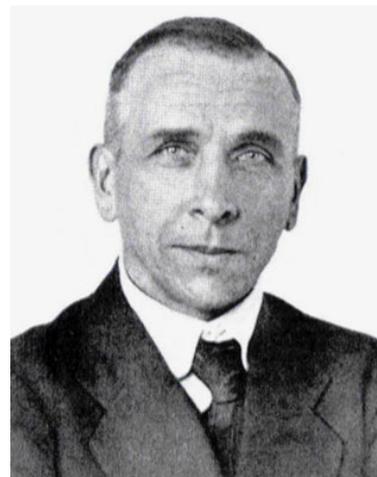
C1 : Exploiter un document constitué de divers supports : texte, carte et animations.

C2 : Réaliser un tableau pour comparer des arguments.

C3 : Mettre en œuvre un raisonnement logique en argumentant.

C4 : 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 a émergé la théorie de dérive des continents chez Alfred Wegener ?

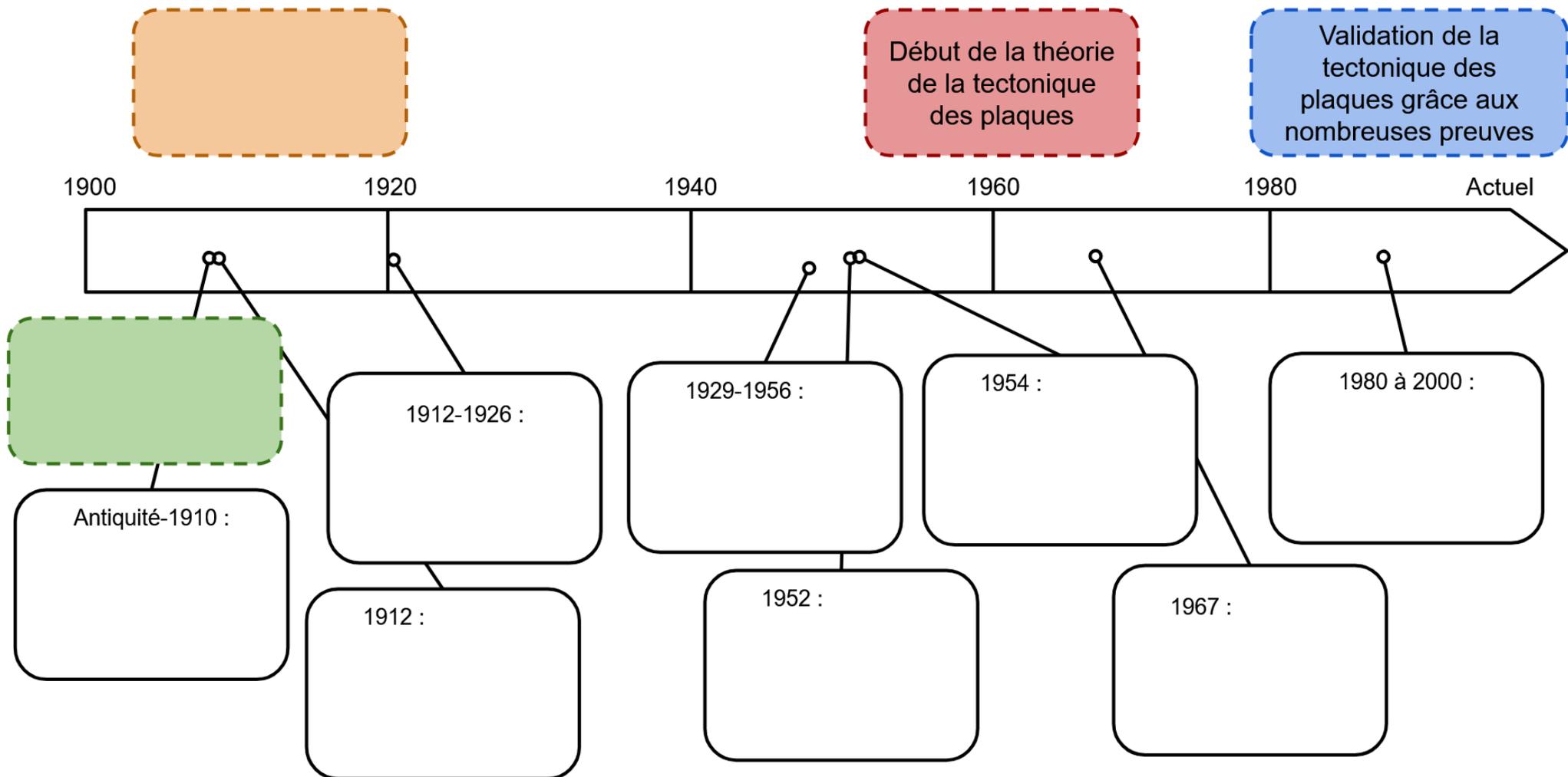
1 – À partir du Genially « La dérive des continents » (voir site internet), **comparer** dans un tableau les arguments des mobilistes (Alfred Wegener) et les arguments des fixistes (Harold Jeffreys). **(C1 et 2)**

2 – **Expliquer** pourquoi la théorie de la dérive des continents de Wegener a difficilement convaincu à l'époque. **(C3)**

3 – **Compléter** sur la frise chronologique en annexe montrant l'évolution de la théorie de la tectonique des plaques : **(C4)**

- les deux premières dates des cases par les événements vus dans cette activité ;
- les deux cases en pointillés verte et jaune par les 2 théories vus dans cette activité.

4 – **Rédiger** un texte bilan sur la dérive des continents en opposition avec la théorie fixiste.



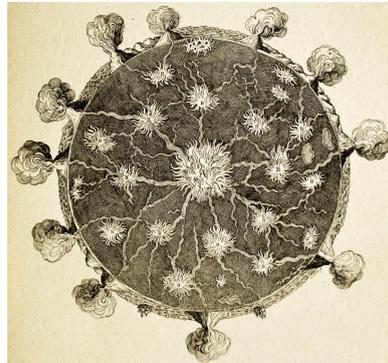
Frise chronologique de l'évolution de la théorie de la tectonique des plaques au cours de l'histoire

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 : Situation de départ : On peut trouver des représentations de la forme de la Terre telle qu'elle était représentée entre le XIIIe et XVIIe 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 des réponses, **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** alors sur la frise chronologique de l'évolution de la théorie de la tectonique des plaques, la troisième case avec les années 1912-1926.

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

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

Bilan 2 : 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).

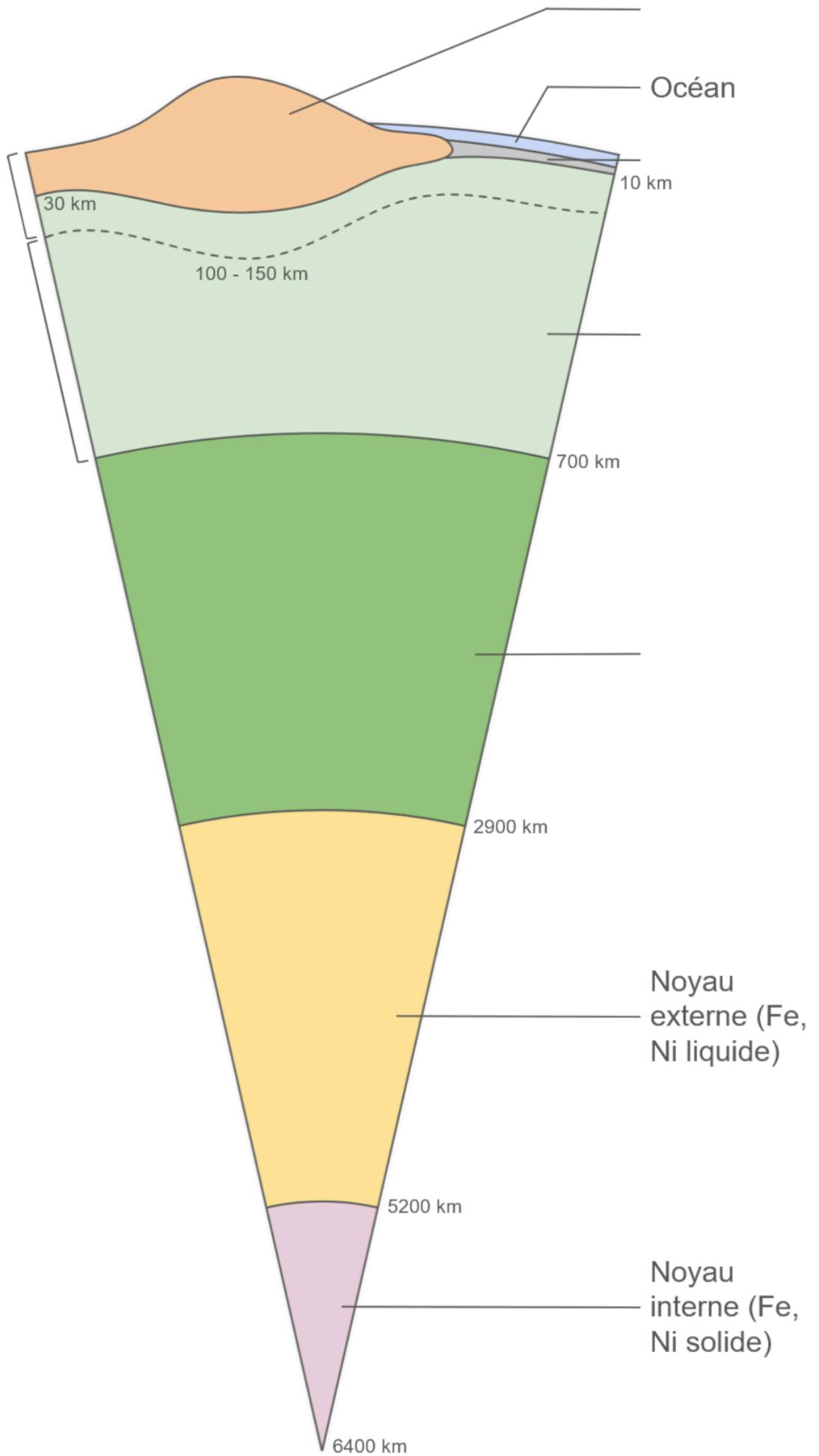
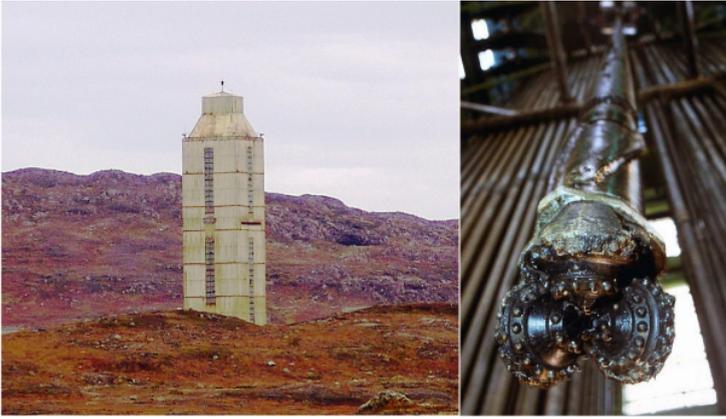


Schéma simplifié de la structure interne de la Terre

Document 1 : Forage le plus profond jamais réalisé



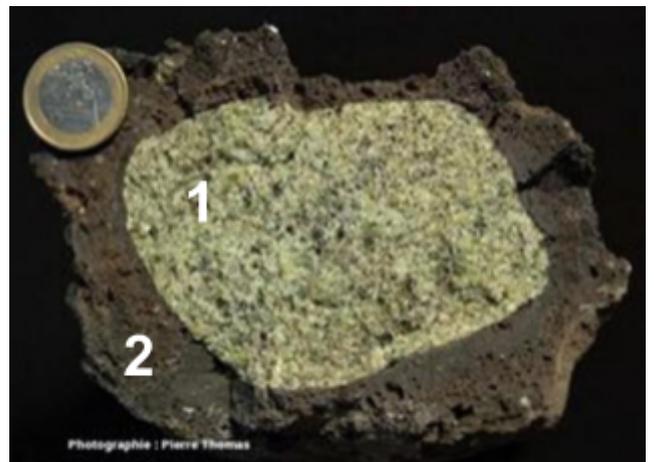
Le forage le plus profond a été réalisé entre 1970 et 1989 dans la péninsule de Kola en Russie (en domaine continental). Le but était d'atteindre 15 000 m. Le forage n'a pu dépassé 12 262 m, la température à cette profondeur étant plus élevée que prévu (180°C au lieu des 100°C).

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.

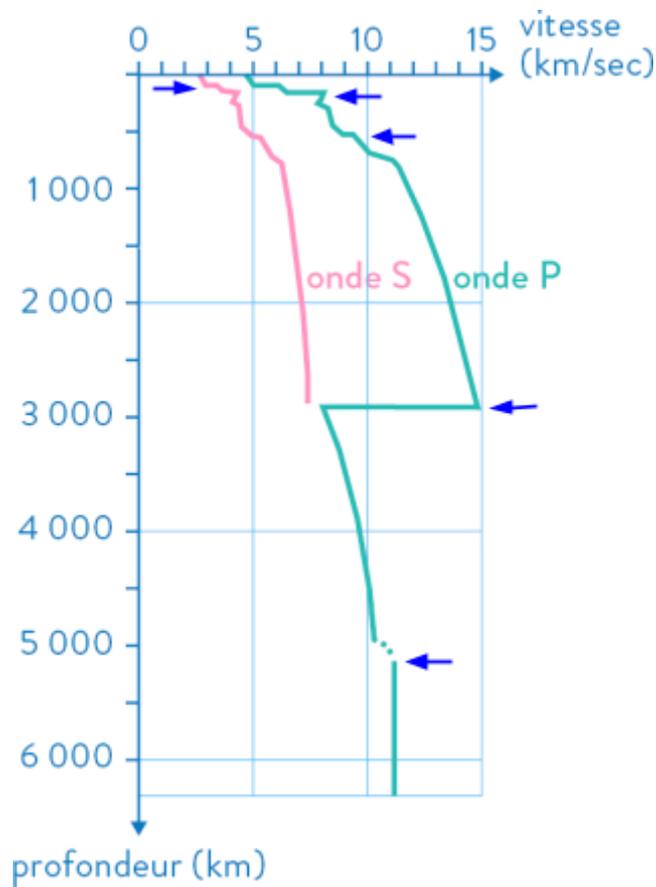
Document 3 : Les ondes sismiques, une méthode indirecte d'étude de la structure interne de la Terre

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 :

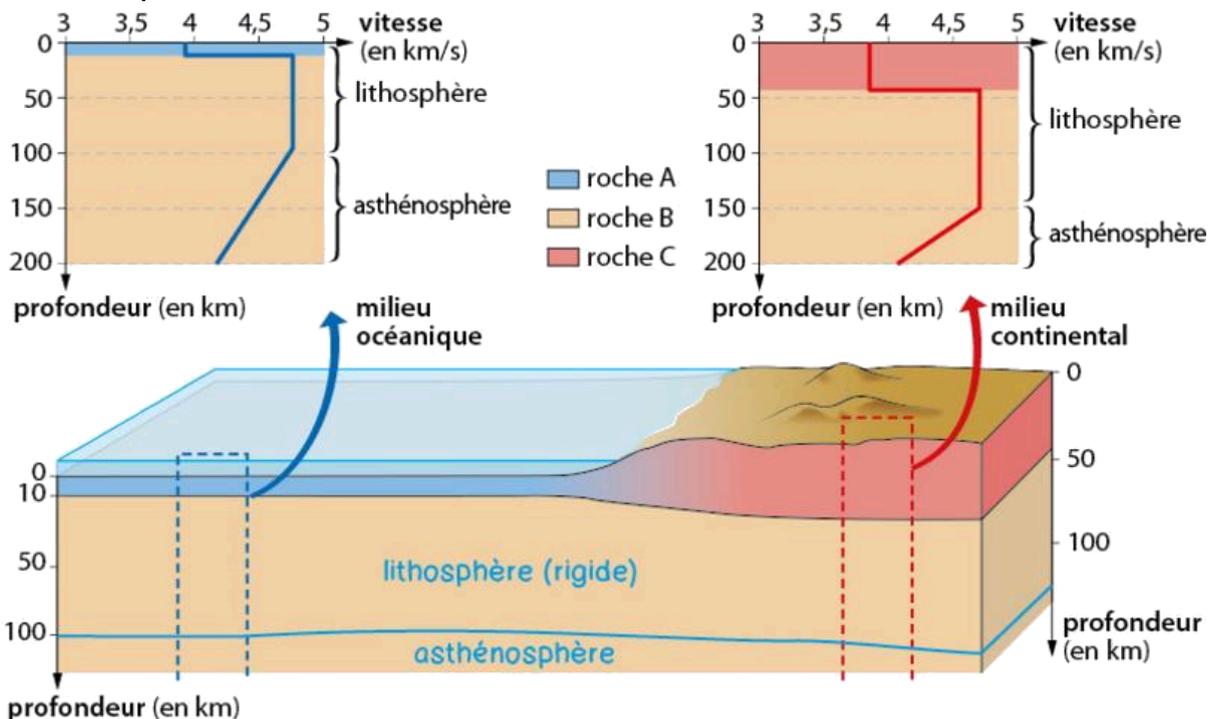
- On obtient, ce qu'on appelle un profil sismique (voir ci-contre). Les flèches bleues montrent des changements de couches de roches à différentes profondeurs ;
- Un matériau rigide ne peut pas plier sans casser et un matériau ductile (ou plastique) qui peut plier sans casser.



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.



Ch2 - Activité 3	Élaboration de la tectoniques des plaques
Je suis capable de (compétences travaillées) :	
C1 : Exploiter un document constitué de divers supports : texte, carte, graphique et Tectoglob3D.	
C2 : Compléter une carte de la répartition des manifestations internes de la Terre.	
C3 : Compléter une coupe terrestre à partir de Tectoglob3D.	
C4 : Utiliser des logiciels d'acquisition de données comme Tectoglob3D afin de répondre à un problème scientifique.	
C5 : Identifier par l'histoire des sciences et des techniques comment se construit un savoir scientifique.	

Situation de départ : Il y a maintenant un consensus scientifique pour dire qu'il y a des mouvements à la surface de la Terre. L'évolution a été longue et chaotique pour à la théorie appelée maintenant la tectonique des plaques. Pour Alfred Wegener, il y a eu la dérive des continents. Mais cette théorie a mis du temps avant d'être pleinement exploitée et acceptée.

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

I – Découvertes des dorsales et des fosses océaniques :

- 1 – **Observer** sur Tectoglob3D les différents reliefs sur Terre entre les I à VI et l'évolution du fond de l'océan Atlantique. **(C4)**
- 2 – En s'aidant des documents 1 et 2, **décrire** ce qui se passe au niveau du plancher océanique. **(C1)**
- 3 – À partir du document 3, **expliquer** pourquoi on peut dire qu'il y a fabrication de lithosphère au niveau des dorsales. **(C1)**

II – L'étude de la répartition des volcans et des séismes :

- 4 – **Observer** sur Tectoglob3D la répartition des volcans et des séismes avec la limite de plaques. **(C4)**
- 5 – **Comparer** alors la répartition du volcanisme (effusif et explosif) avec celle des séismes et avec la limite des plaques. **(C1)**

III – L'étude du flux géothermique :

- 6 – **Observer** sur Tectoglob3D la distribution du flux géothermique. **(C4)**
- 7 – En s'aidant du document 3, **expliquer** comment la tectonique est rendue possible. **(C1)**

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

- 8 – **Réaliser** une coupe terrestre avec Tectoglob3D et **compléter** la coupe 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

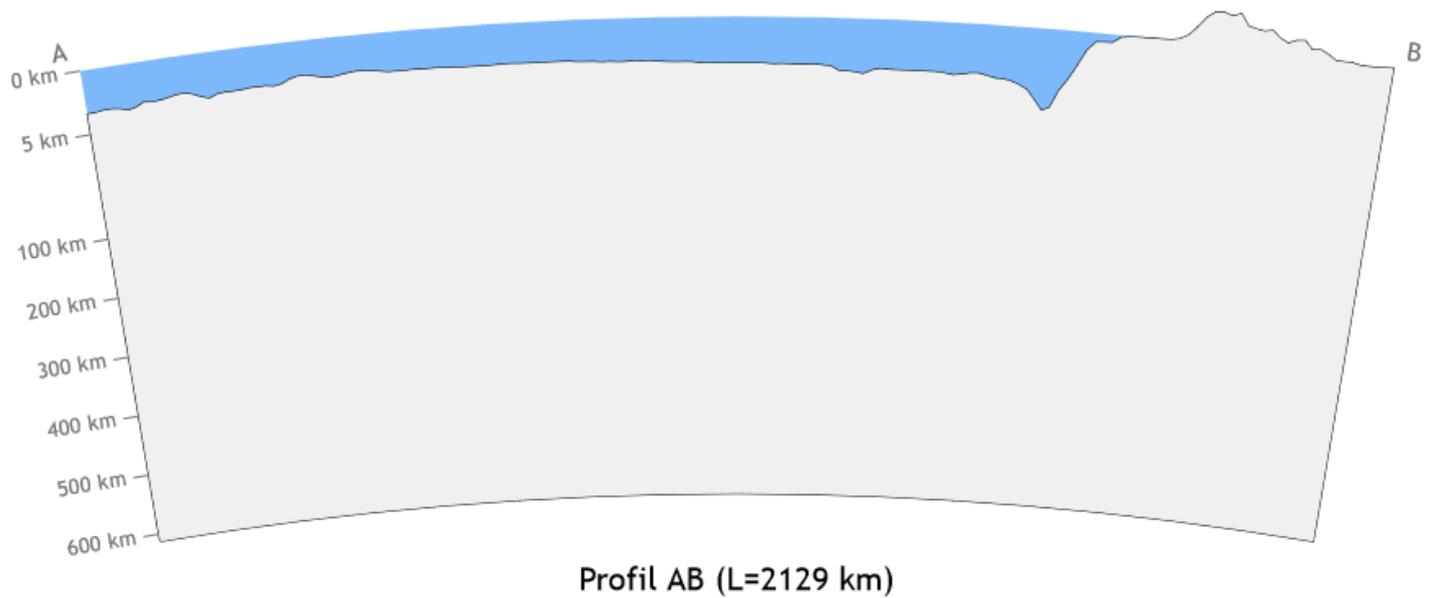


Schéma d'une coupe réalisée sur Tectoglob3D au niveau de l'Amérique centrale

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

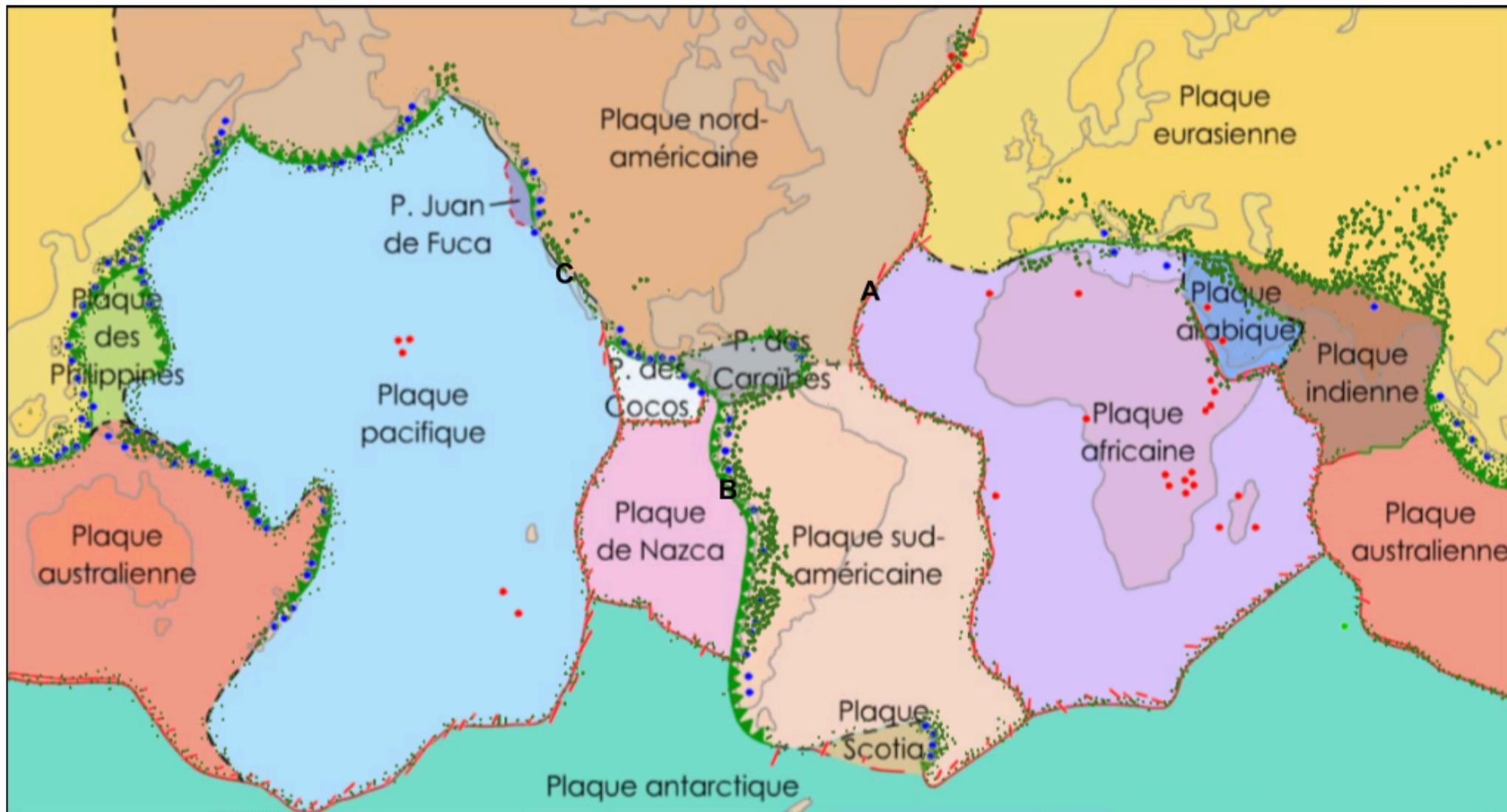
V – L'avènement de la tectonique des plaques et données GPS :

10 – **Observer** les déplacements avec les données GPS au niveau des points I et IV sur Tectoglob3D. **(C4)**

11 – À partir de l'ensemble des observations, **compléter** les légendes de la carte de répartition des manifestations terrestres. **(C4)**

12 – 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 : **(C5)**

- Carte de répartition des séismes. Répartition non aléatoire = idées de plaques.
- Observation de la lithosphère qui s'enfonce dans l'asthénosphère et va être recyclée.
- Système GPS et observation du déplacement des plaques tectoniques (ou lithosphériques).
- Découverte des reliefs sous-marins (dorsales et fosses). Formation de lithosphère au niveau des dorsales.
- Théorie sur la chaleur interne déplaçant la lithosphère et mesure du flux géothermique de la Terre).



Carte des plaques lithosphériques et répartitions des manifestations interne de la Terre

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/>

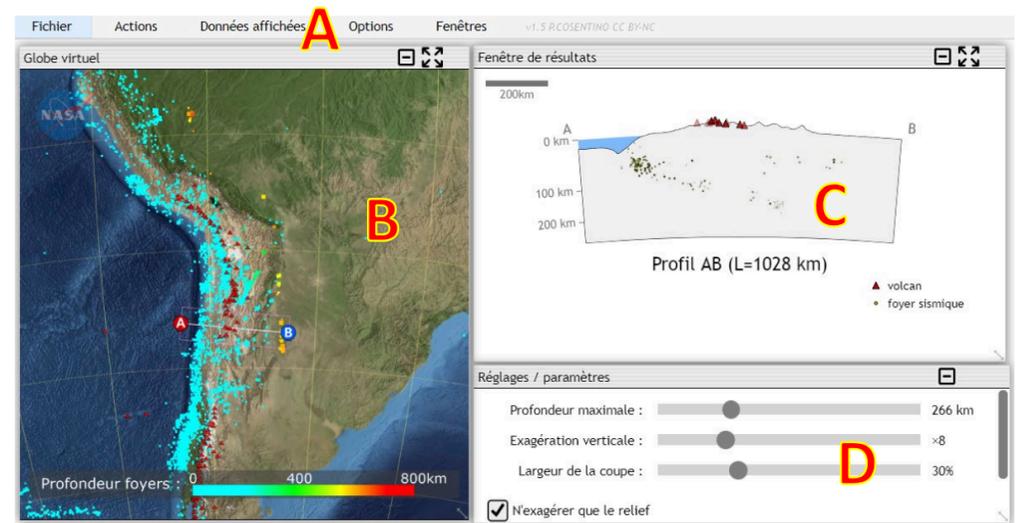
Interface du logiciel

Le logiciel comporte 1 **barre de menu** (A), et 3 fenêtres :

- La fenêtre « **Globe virtuel** » (B) où il est possible de se déplacer et de zoomer à l'aide de la souris.
- La fenêtre « **Résultats** » (C) où notamment les coupes réalisées sont tracées, et où la consigne est donnée.
- La fenêtre « **Réglages** » (D) où il possible de changer certains paramètres en lien avec l'action en cours.

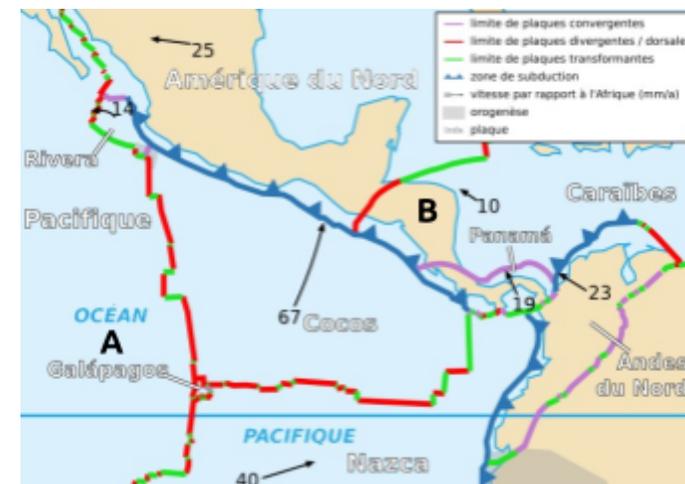
De manière générale le logiciel s'utilise ainsi :

- **Sélectionner** les données que l'on souhaite voir affichées dans le menu « Données affichées » ;
- **Choisir** l'action à réaliser dans le menu « Action » ;
- **Réaliser** l'action en suivant la consigne (fenêtre de résultats) ;
- *Le résultat de l'action apparaît dans la fenêtre « Résultats ».*



Tracer une coupe

- Dans le menu Actions, cliquer sur Tracer une coupe (si besoin cliquer avant sur Quitter l'action) ;
- Cliquer sur le globe virtuel en 2 points (A et B voir [carte des limites de plaques d'Amérique centrale](#) 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.



Afficher les principaux reliefs sur Terre

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.

- Cliquer sur Option dans la barre de menu puis sur Globe en relief pour accentuer le relief à la surface de la Terre. Observer les zones I, II, III, IV, V et VI de carte de la répartition du volcanisme à la surface de la Terre ci-contre.



Afficher des données sur le globe ou sur la coupe

Étude du fond de l'océan Atlantique :

- 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.

Étude des déplacements des plaques à partir des données GPS :

- Cliquer sur Données affichées dans la barre de menu puis sur Vecteurs GPS (flèches) pour observer les déplacements de balise GPS ;
- Pour observer le sens de déplacement des plaques par rapport aux limites, double-cliquer sur une flèche (vecteurs) et cliquer dans la fenêtre de droite choisir comme référence. Faire de même sur une flèche de l'autre côté de la limite.

Répartition des volcans et des séismes :

- Cliquer dans Données affichées dans la barre de menu puis sur Volcan pour observer la répartition des volcans à la surface de la Terre. - Utiliser le curseur et double-cliquer sur les volcans pour afficher des informations les concernant. On peut faire une recherche internet pour connaître le type de volcanisme (effusif ou explosif) si besoin ;
- Cliquer sur Données affichées dans la barre de menu puis sur Foyers sismiques pour observer les gros séismes sur Terre.

Étude des limites de plaques :

- 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 lithosphériques/tectoniques.

Étude du flux géothermique :

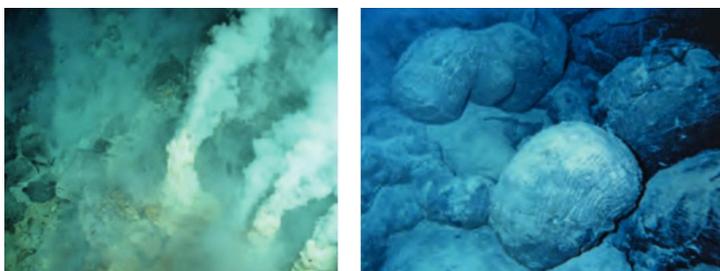
- Aller dans la barre de menu puis Données affichées puis Autres données et enfin Flux géothermique. Observer alors les zones de dégagement de chaleur venant de l'intérieur de la terre.

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.

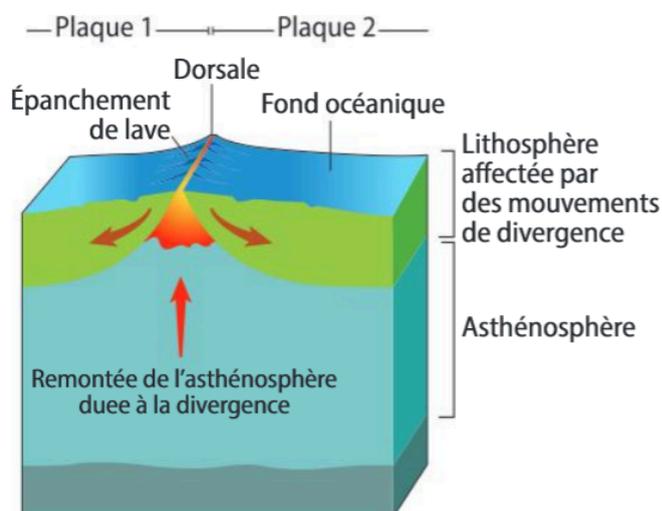


Document 2a : Photographies d'activité volcanique effusive et roche volcanique au niveau du dorsale océanique



D'après le manuel Cycle 4, Hachette

Document 2b : Schéma d'interprétation du fonctionnement d'une dorsale océanique



Document 3 : 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 Tectoglob3D), qu'on appelle le flux géothermique. Et on n'a pu mettre en évidence le flux géothermique avec le déplacement des plaques.

Document 4 : 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.

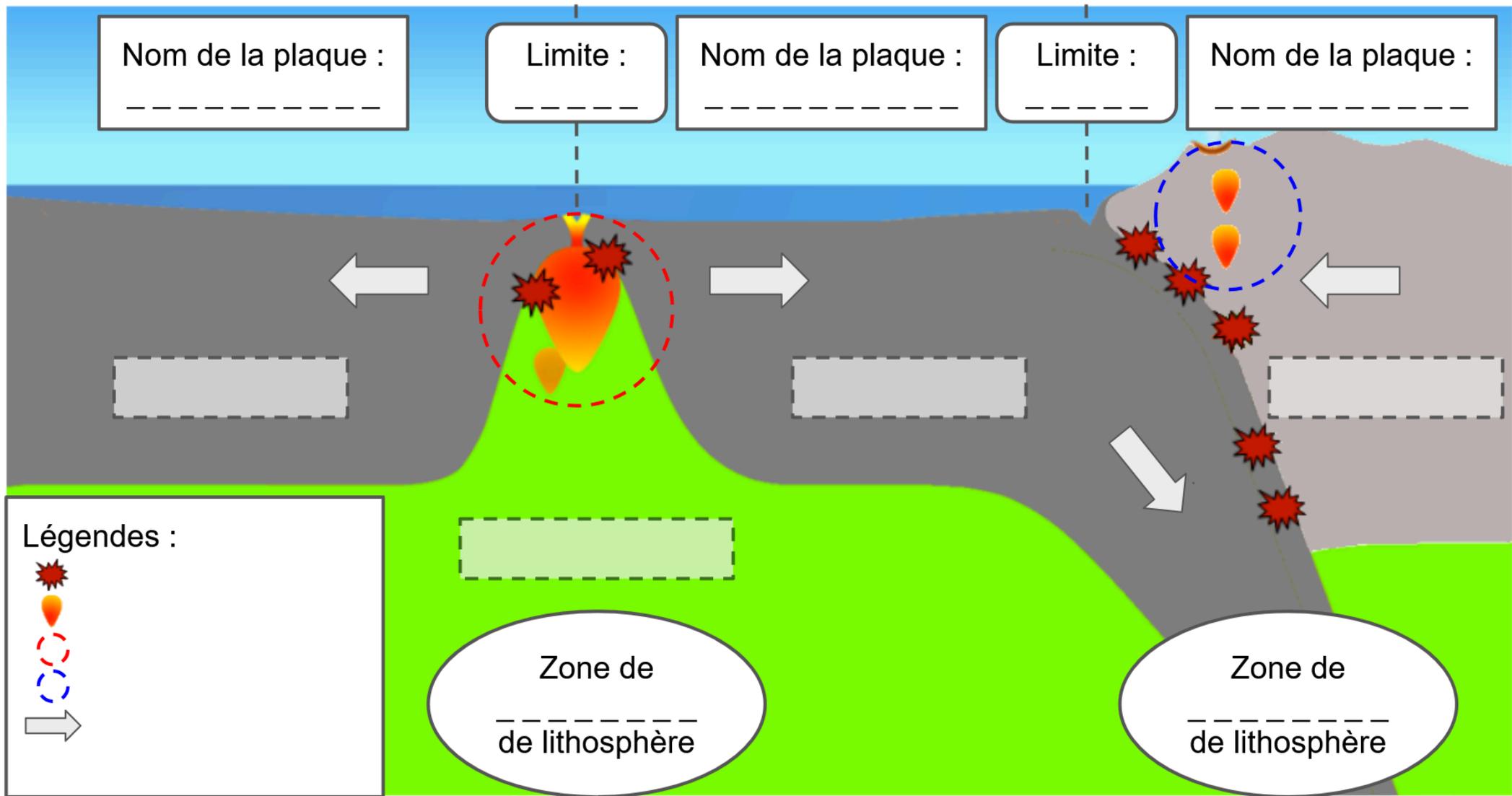


Schéma simplifié de la tectonique des plaques au niveau de l'Amérique centrale