

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 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 zones 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)**
Il existe 3 grands types de relief : les dorsales océaniques (exemple au milieu de l'océan Atlantique), les fosses océaniques en bordure de continents et au niveau d'arcs insulaires et les chaînes de montagnes.

On constate qu'on a le même âge du plancher océanique de chaque côté de la dorsale et il est de plus en plus vieux lorsqu'on s'éloigne de la dorsale : c'est la preuve que de la lithosphère se fabrique de chaque côté de la dorsale et que ça s'écarte au fur et à mesure.

3 – **Expliquer** pourquoi on peut dire qu'il y a fabrication de lithosphère au niveau des dorsales. **(C1)**
On observe qu'il y a une activité volcanique effusive importante avec de la lave (en forme de boule, appelé pillow lava) qui se forme au fond de l'eau. Cela se manifeste par un épanchement de lave sur le long de la dorsale avec une remontée d'asthénosphère et donc une fabrication de lithosphère de part et d'autre.

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)**

Le volcanisme se répartit surtout au niveau des limites de plaques. Il existe quelques volcans isolés sur les plaques. Au niveau des zones de rapprochement, on a surtout du volcanisme explosif et au niveau des zones d'éloignement on a surtout du volcanisme effusif.

De plus, on remarque que les séismes ne sont pas répartis au hasard. Il se trouve au niveau des limites de plaques. Et on observe que les volcans et les séismes se superposent pour la plupart aux limites des plaques.

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)

On remarque que l'intérieur de la Terre est chaud. Cette chaleur provient de la désintégration radioactive de certains éléments. De plus, cette chaleur va se dissiper à la surface de la Terre au niveau des limites des plaques : on parle de flux géothermique. Ce flux géothermique est le moteur de la tectonique des plaques (déplacement des plaques, formation de séismes et de volcanisme au niveau des dorsales et des fosses océaniques).

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.

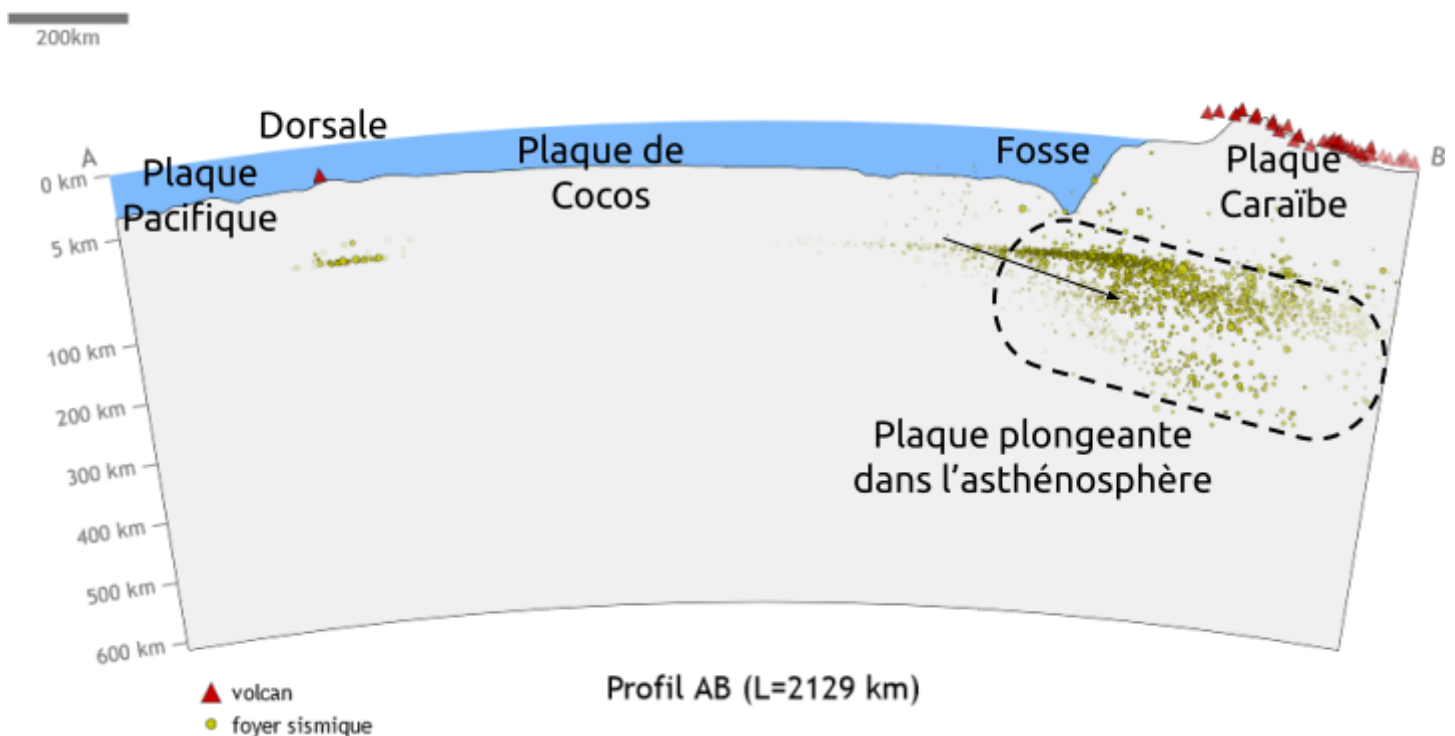


Schéma d'une coupe réalisée sur Tectoglob3D au niveau de l'Amérique centrale

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)

Grâce à l'étude de la répartition des foyers de séismes en profondeur, on constate qu'il y a un nuage de foyers sous le continent américain. D'ailleurs, les foyers ont tendance à s'enfoncer loin dans l'asthénosphère (200 km voire 300 km de profondeur). Or on sait qu'il ne peut pas y avoir de séismes dans l'asthénosphère car moins rigide que la lithosphère (ductile). Donc cela ne peut être qu'une lithosphère qui s'enfonce. D'ailleurs, il s'agit de la plaque lithosphérique de Cocos qui plonge sous la plaque Caraïbe.

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

10 – **Observer** les déplacements avec les données GPS au niveau des zones 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)**

Voir carte.

12 – À partir de l'ensemble des réponses et des documents, **replacer** les évènements suivants dans l'ordre sur la frise chronologique en annexe montrant l'évolution de la théorie de la tectonique des plaques : **(C5)**

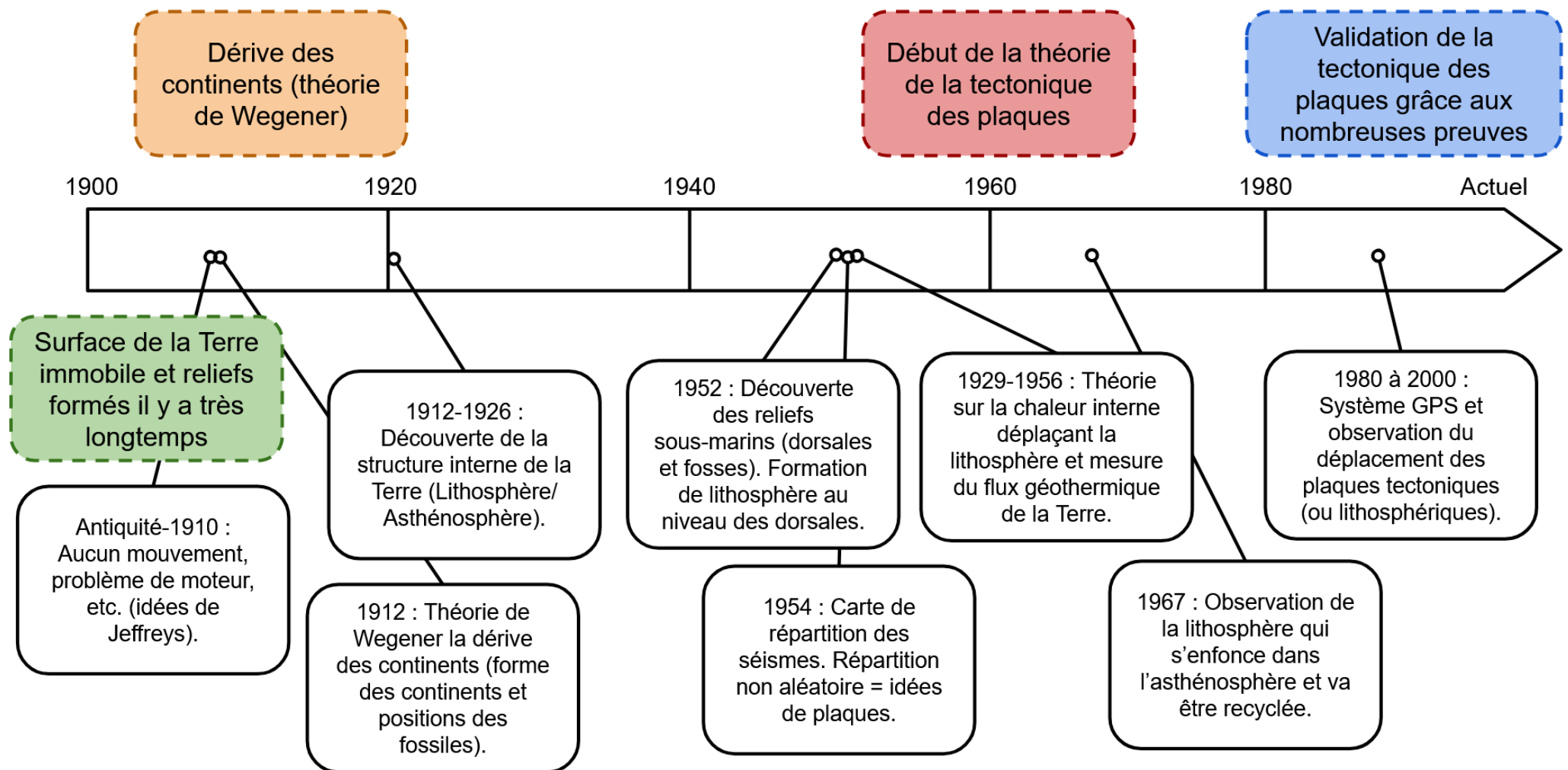
Voir frise chronologique.

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

Bilan 3 : Les données historiques (dérive des continents), l'étude des couches de la Terre, la découverte des reliefs et les mesures effectuées par des satellites GPS ont permis de faire évoluer le modèle de fonctionnement interne de la Terre au cours de l'histoire. Toutes ces données montrent que les plaques lithosphériques se déplacent les unes par rapport aux autres : on les appelle aussi plaques tectoniques. Les plaques sont donc mobiles : convergent au niveau des fosses océaniques et des chaînes de montagnes et divergent au niveau des dorsales océaniques : on parle de tectonique des plaques.

Cette tectonique est possible grâce à la chaleur interne de la Terre (ou flux géothermique) qui met en mouvement les plaques tectoniques et qui se dissipe au niveau des zones de divergence et de convergence.

Les plaques tectoniques ou lithosphériques se forment au niveau des dorsales et s'enfouissent (disparaissent) au niveau des fosses océaniques.



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

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/>

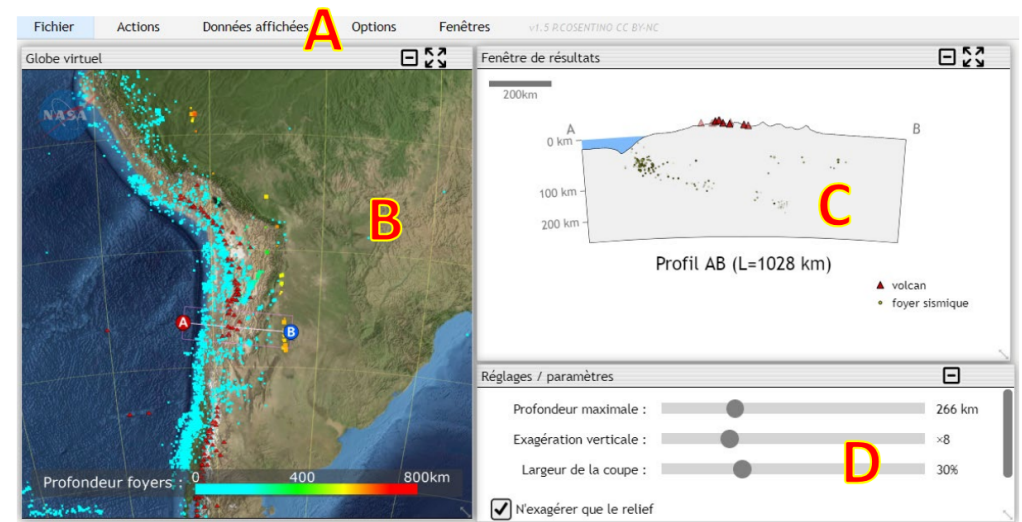
Interface du logiciel

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 est 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

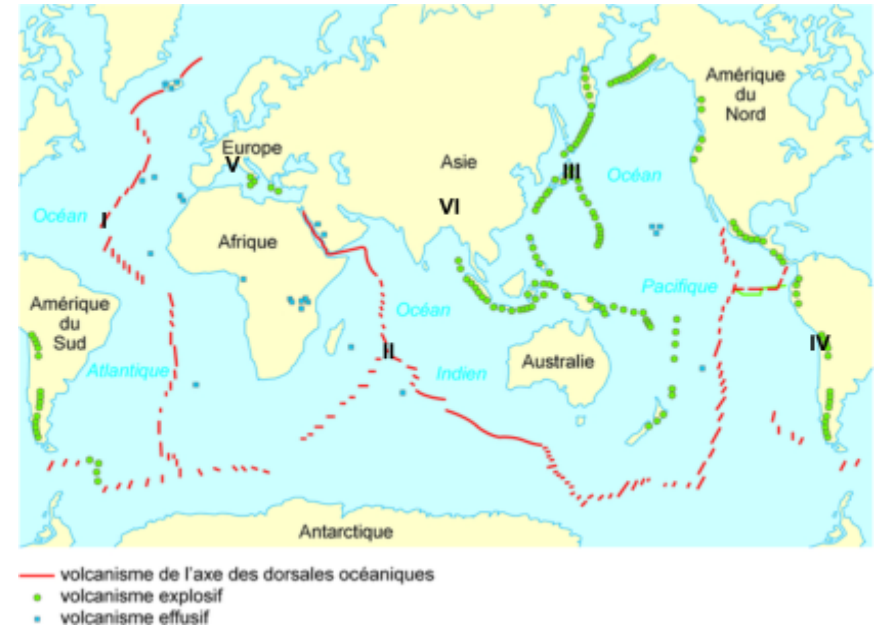
- Dans le menu Actions, cliquer sur Tracer une coupe (si besoin cliquer avant sur Quitter l'action) ;
- Cliquer sur le globe virtuel en 2 points (**A** et **B** voir carte des limites de plaques d'Amérique centrale ci-contre), de façon à délimiter la coupe : la coupe apparaît alors dans la fenêtre de 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 :

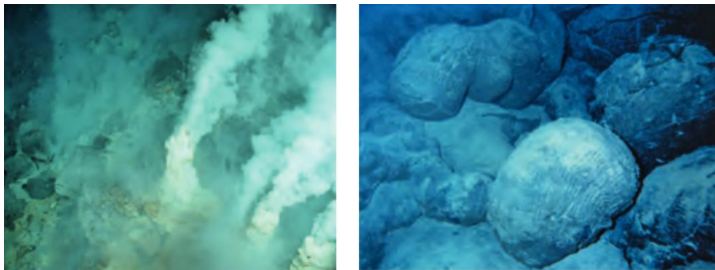
- Aller dans la barre de menu puis Données affichées puis Autres données et enfin Flux géothermique. Observer alors les zones de dégagement de chaleur venant de l'intérieur de la terre.

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.

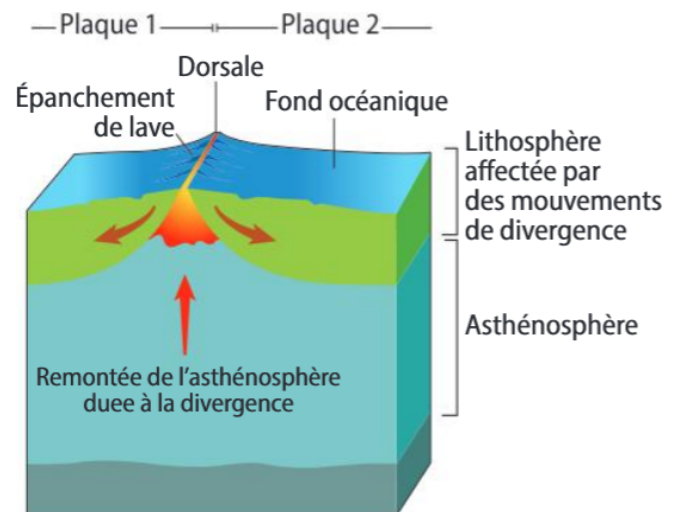


Document 2a : Photographies d'activité volcanique effusive et roche volcanique au niveau du dorsale océanique



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.