

Je suis capable de (compétences travaillées) :	TB	S	F	I
Distinguer ce qui relève d'une idée et ce qui constituer un savoir scientifique (esprit critique). Être capable de jugement. (Ad.2)				
Identifier par l'histoire des sciences et des techniques comment se construit un savoir scientifique. (Re.1)				



Situation de départ : Il y a un consensus scientifique pour dire qu'il y a des mouvements à la surface de la Terre (mouvement de la lithosphère sur l'asthénosphère). Avant d'en arriver à ce consensus, l'évolution a été longue et chaotique. L'idée germe dans la tête d'Alfred Wegener. 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. Les continents se seraient déplacés au cours du temps. **Le but est de trouver des arguments pour et des arguments contre cette théorie pour comprendre la tectonique des plaques.**

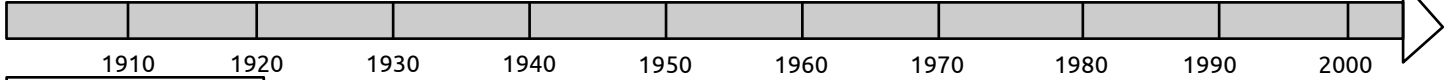
Le but est de faire un débat sur la théorie d'Alfred Wegener et voir l'évolution de la dérive des continents à la tectonique des plaques. Pour cela, on va imaginer 3 équipes différentes :

- Les « mobilistes » qui pensent que la surface de la Terre est en mouvement et que Wegener a raison.
- Les « fixistes » qui pensent que Wegener a tort et que la surface de la Terre n'est pas en mouvement.
- Les « tectoniciens » qui pensent que Wegener avait à moitié raison.

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

1 – À partir des 2 premiers ateliers, **récolter** des arguments pour défendre Wegener et Jeffreys. Il faudra **former** des équipes par ateliers (« mobilistes » et « fixistes »). **(La.3 – Mé.2 – Ad.2)**

2 – À partir de l'atelier 3, **compléter** le schéma ci-joint. **(La.3 – Re.1)**



Blank rectangular box for notes corresponding to the 1910-1920 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1930-1940 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1960-1970 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1980-2000 period.

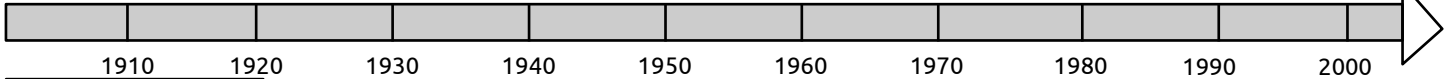
Blank rectangular box for notes corresponding to the 1910-1920 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1950-1960 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1970-1980 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1910-1920 period.

Titre :



Blank rectangular box for notes corresponding to the 1910-1920 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1930-1940 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1960-1970 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1980-2000 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1910-1920 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1950-1960 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1970-1980 period.

Blank rectangular box for notes corresponding to the 1910-1920 period.

Titre :

Atelier n°1 : Les arguments en faveur des mobilistes

Document 1 : La carte d'identité d'Alfred Wegener

(1 novembre 1880, Berlin – novembre 1930, Groenland)

Fils de pasteur protestant, il fait ses études aux universités d'Heidelberg, d'Innsbruck et de Berlin et obtient un doctorat en astronomie. En même temps, il est fasciné par une nouvelle science, la météorologie et devient professeur-assistant de météorologie à l'université de Marburg puis directeur du département des Recherches Météorologiques de l'observatoire de la Marine de Hambourg. C'est en 1915 qu'il publie sa théorie de la dérive des continents qui rencontre beaucoup d'opposition. On parle pour la première fois d'une Terre mobile !

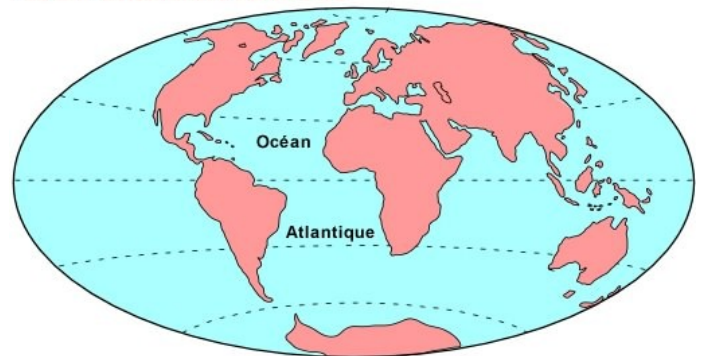
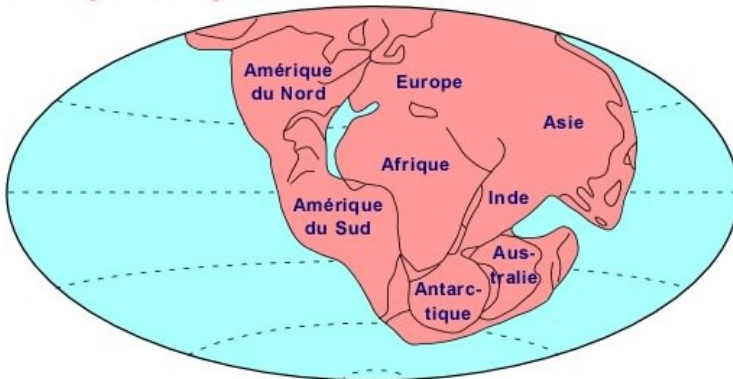


Document 2 : La Pangée de Wegener

A l'image d'un glaçon qui flotte à la surface de l'eau, Wegener imagine que les continents, appelés SIAL (plus « légers » car constitués de silicates [SI] et d'aluminium [Al]) reposent sur une couche moins légère appelée SIMA (car constituée de silicates [SI] et de magnésium [MA]). Grâce à des forces, ces continents « légers » se déplacent sur cette couche appelée SIMA. Ainsi, il a émis l'hypothèse qu'avant les continents étaient tous réunis en une « Pangée » qui s'est disloquée pour former les continents actuels. Son hypothèse est basée notamment sur un « emboîtement » des continents comme les pièces d'un puzzle.

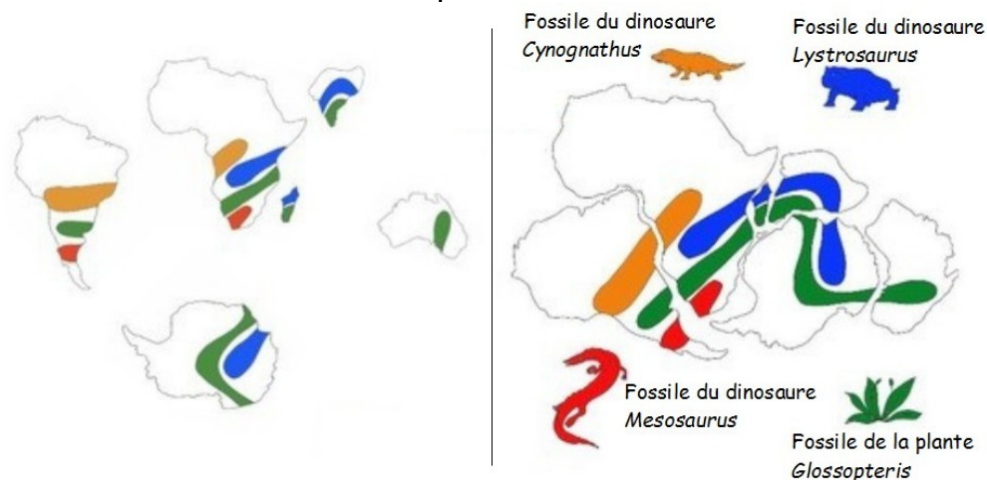
La Pangée de Wegener

Position actuelle des continents



Document 3 : Des études de fossiles

Wegener avait remarqué aussi qu'on retrouve, de part et d'autre de l'Atlantique, sur les continents actuels, les fossiles de plantes et d'animaux terrestres identiques datant de -240 à -260 Ma. Il s'est demandé comment des organismes terrestres n'ayant pas la capacité de traverser un si large océan ont-ils pu coloniser des aires continentales si éloignées les unes des autres : pour lui les continents étaient réunis présentant ainsi des aires de répartition cohérentes.



Situation actuelle des continents et répartition des fossiles de reptiles et de végétaux.

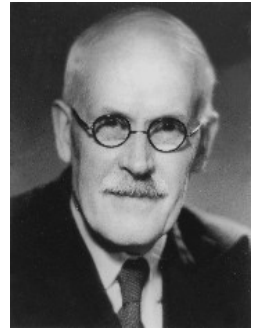
La solution de Wegener

Atelier n°2 : Les arguments en faveur des fixistes

Document 1 : La carte d'identité d'Harold Jeffreys

(22 avril 1891-18 mars 1989)

Il naît à Fatfield, dans le comté de Durham en Angleterre. Il devient un mathématicien et un statisticien, mais surtout un géophysicien et un astronome britannique de grande renommée. Il pensait comme beaucoup de scientifiques à l'époque que la Terre était fixe à sa surface. Ainsi les continents ne se déplacent pas et sont issus du craquellement de la Terre. Effectivement, on pensait à cette époque que la Terre à sa formation s'était refroidie et avait craquelé. Les bosses formées étaient les continents et les creux formés (qui se sont remplis d'eau) étaient les océans.



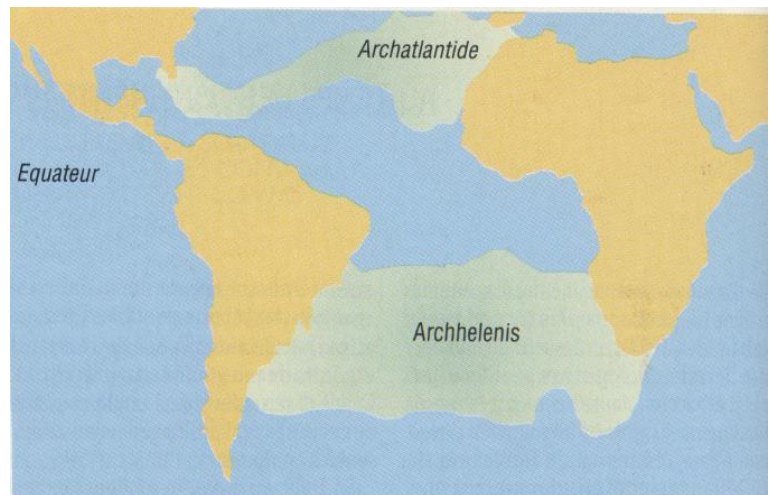
Document 2 : Une imprécision des côtes continentales

Un des contre-arguments à la théorie de Wegener était que les côtes n'étaient pas aussi bien découpées que Wegener le présentait. Ainsi ils ne pouvaient pas bien « s'emboîter » ! Et cela crée dans la représentation des zones de chevauchement par exemple entre l'Afrique et l'Amérique du Sud.



Document 3 : Des ponts continentaux

Pour expliquer l'existence des fossiles animaux (par exemple) entre deux continents éloignés, Hermann von Ihering, paléontologue et zoologue allemand, proposa en 1907 une autre explication que celle de Wegener : l'existence de ponts continentaux, disparus depuis, notamment entre l'Afrique et l'Amérique du Sud. Ces ponts faits de glace ont permis aux animaux de se déplacer ou aux végétaux de se disperser via leurs spores.



Document 4 : Un problème de forces

Pour Jeffreys il y avait un problème de taille dans la théorie de Wegener : « Il n'y a pas la moindre raison de croire que les déplacements des continents à travers les couches solides soient possibles. [...] Une dérive des continents, telle qu'elle a pu être soutenue par Alfred Wegener et d'autres, est hors de questions. »

L'argument des opposants de Wegener est donc que les forces avancées comme moteur de la mobilité des continents ne sont pas assez puissantes pour expliquer la dérive de ces masses énormes. Et, puisque aucun mécanisme satisfaisant n'existe pour déplacer les continents, ils n'ont pas pu dériver.

Atelier n°3 : Les arguments en faveur des tectoniciens

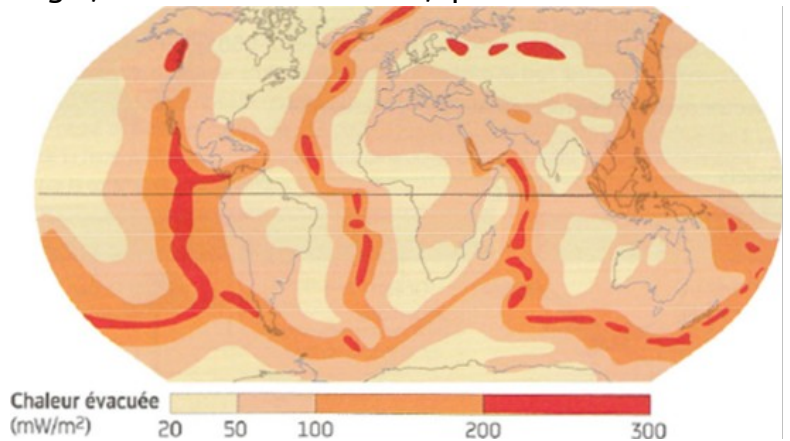
Document 1 : La lithosphère qui se déplace sur l'asthénosphère

Contrairement à Wegener, les scientifiques ont calculé (vers 1912) puis observé (vers 1926) grâce aux données sismiques (voir activité 2 – chapitre 1) qu'il n'y avait pas de continents « légers » qui flottent sur une couche dense en-dessous (appelée SIMA) mais une couche rigide (la lithosphère) se déplaçant sur une couche moins rigide (asthénosphère).

Document 2 : 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), qu'on appelle le flux géothermique. Et on n'a pu mettre en évidence le flux géothermique avec le déplacement des plaques.

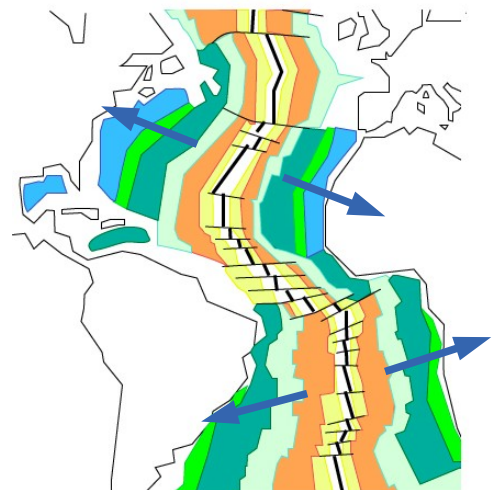
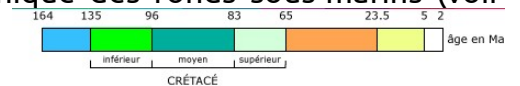


Document 3 : Dorsale et expansion océaniques



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 des fonds marins vers 1952. Elle réalise alors, avec Bruce C. Heezen, la célèbre carte topographique des fonds sous-marins (voir

activité 1 – chapitre 1), laquelle a permis de mettre en évidence une série de reliefs très élevés au milieu des océans : les dorsales océaniques. Ce fut une découverte décisive pour établir et comprendre la tectonique des plaques. 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 planché océanique qui lui-même s'agrandit : il y avait une fabrication de lithosphère.



Document 4 : Étude du fond de l'océan Atlantique

On constate qu'on a le même âge du planché 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.

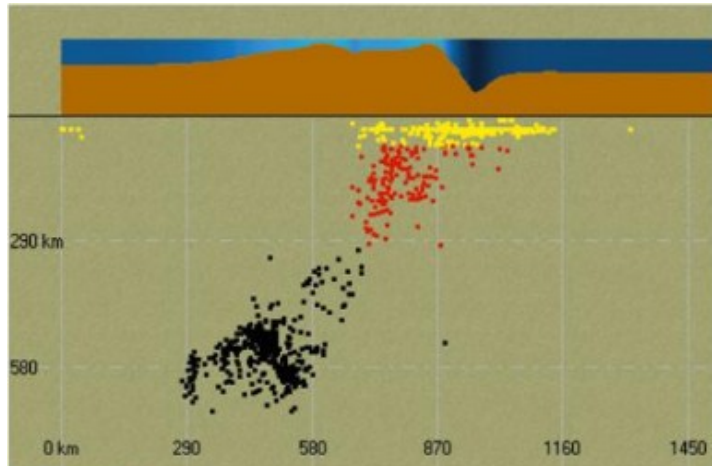
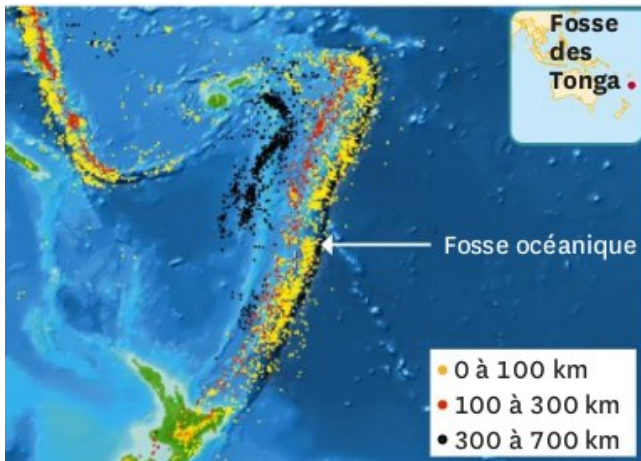
Document 5 : Répartition des séismes

En 1954, Beno Gutenberg et Charles Francis Richter, deux sismologues dont un qui a mis en place l'échelle de Richter, réalisent la carte mondiale de la répartition des séismes (voir activité 2 –

chapitre 1) et montrent que leur répartition n'est pas aléatoire. Ce qui va montrer avec la répartition des volcans qu'on a une lithosphère découpée en plaques lithosphériques.

Document 6a : Disparition de la lithosphère

On a vu que de la lithosphère se fabrique au niveau des dorsales. Cependant, le volume de la Terre est constant. Cela veut dire que la lithosphère, qui est fabriquée à un endroit, va disparaître à un autre endroit de la Terre. En 1967, en étudiant la répartition des séismes en profondeur, on s'est aperçu qu'au niveau des fosses océaniques, les séismes sont de plus en plus profonds plus on s'écarte de la fosse océanique. Or les séismes ne peuvent se former que dans la lithosphère (rigide) et pas dans l'asthénosphère, donc on en a déduit que la lithosphère, au niveau des fosses, s'enfonce profondément dans l'asthénosphère où elle va être « recyclée » au cours du temps. Voir exemple de la fosse des Tonga (au Nord de l'Australie) :



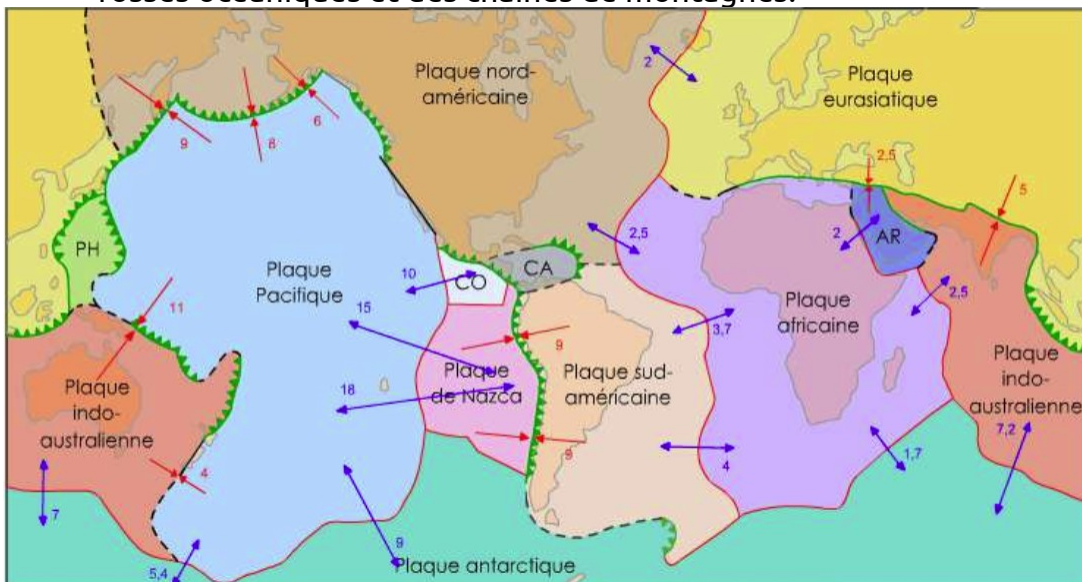
Document 6b : Les profondeurs des séismes de la fosse des Tonga

Document 6c : Une coupe au niveau de la fosse des Tonga

Document 7 : Les données GPS, une preuve incroyable

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 que ça ne se déplace pas à la même vitesse suivant les endroits. De plus, il y a des zones de divergence et de convergence :

- zones de divergence = zones d'écartement des plaques. Elles se situent au niveau de ce qu'on appelle des dorsales océaniques.
- zones de convergence = zones de rapprochement des plaques. Elles se situent au niveau des fosses océaniques et des chaînes de montagnes.



On arrive au final avec une Terre découpée en morceaux appelés plaque tectonique (car elles sont en mouvement).

Remarque : Les nombres au niveau des flèches représente la vitesse de déplacement en cm/an.

Légendes :

- ↔ Divergence
- ↔ Convergence
- Dorsale océanique
- ▲ Fosse océanique
- Chaîne de montagnes