

Chapitre 2 : Tectonique et dérive des continents

1 - La dérive des continents

Auparavant, les scientifiques pensaient que la Terre se refroidissait et qu'en se refroidissant, elle se contractait, provoquant ainsi des craquelures qui formaient les océans et des boursouflures qui donnaient naissance aux chaînes de montagnes.

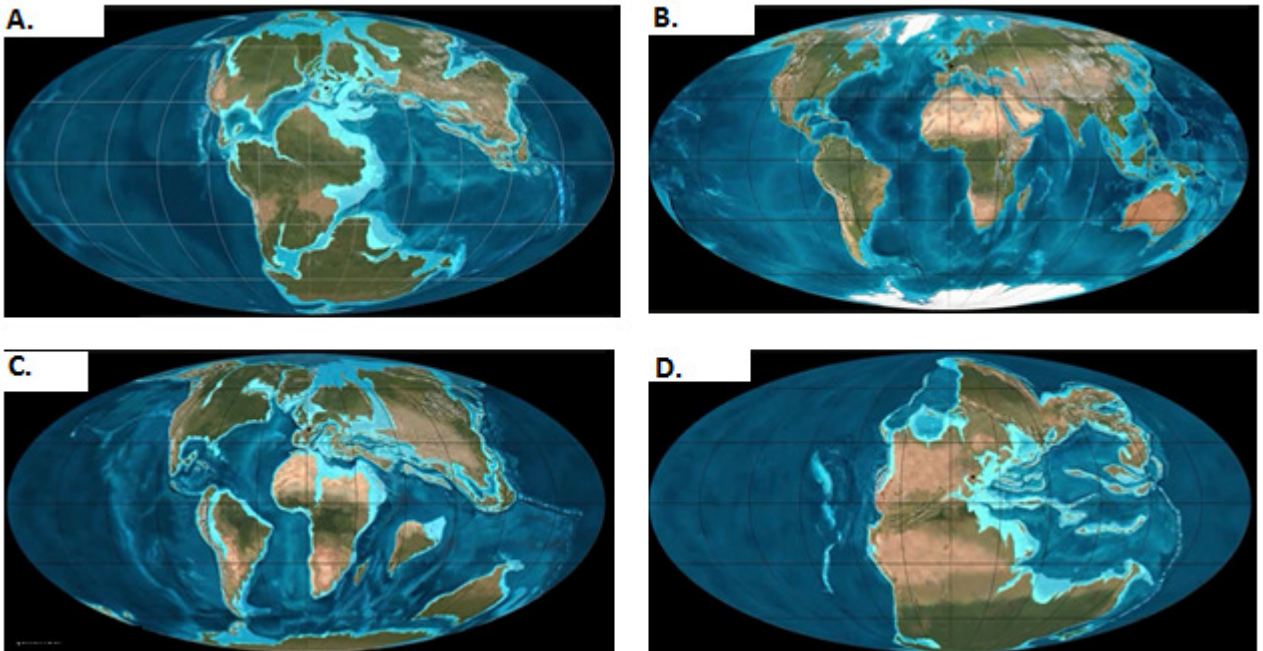
En 1912, Alfred Wegener, géophysicien, présenta la théorie de la dérive des continents. Il comparait des continents à des radeaux qui se déplaçaient sur des fonds visqueux.

Il a fallu attendre 1960 pour que cette théorie soit reconnue et améliorée par les scientifiques qui lui donnèrent alors le nom de tectonique des plaques.

Il y a 250 millions d'années, la Pangée regroupait tous les continents que nous connaissons actuellement.

115 millions d'années plus tard, la Pangée s'est disloquée en plaques. Celles-ci ont été entraînées dans des directions différentes.¹

Classe les images suivantes par ordre chronologique.



Et dans le futur, les continents se dirigent de telle manière à reformer un nouveau supercontinent. Voici la situation dans 150 millions d'années.

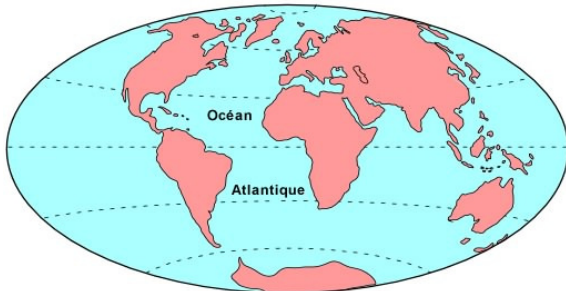
¹ F. Cornet, G. Deckers – Impulsions Tome 4 – Plantyn (pg22)



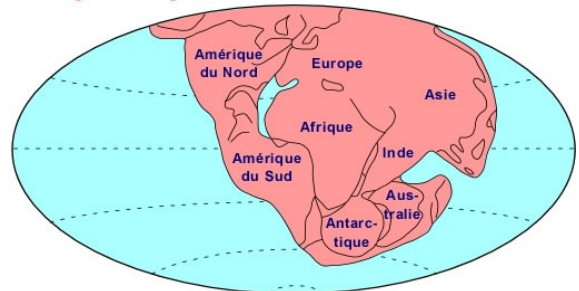
Wegener a avancé des preuves pour appuyer sa théorie de l'existence de la Pangée. Sur base des dessins suivants, identifie les preuves en questions.

Preuve 1 :

Position actuelle des continents

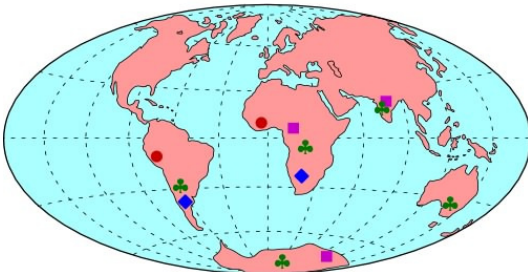


La Pangée de Wegener

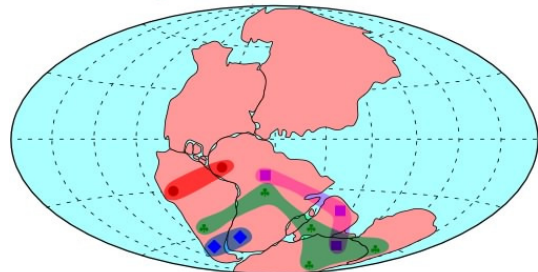


Preuve 2 :

- **Cynognathus**: reptile prédateur terrestre ayant vécu il y a 240 Ma
- ◆ **Mesosaurus**: petit reptile de lacs d'eau douce, il y a 260 Ma
- **Lystrosaurus**: reptile terrestre ayant vécu il y a 240 Ma
- ♣ **Glossopteris**: plante terrestre d'il y a 240 Ma

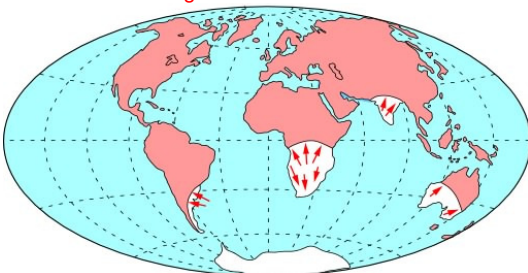


La solution de Wegener

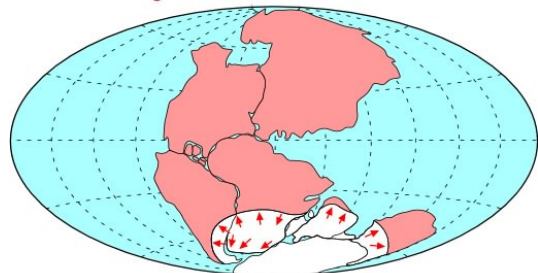


Preuve 3 :

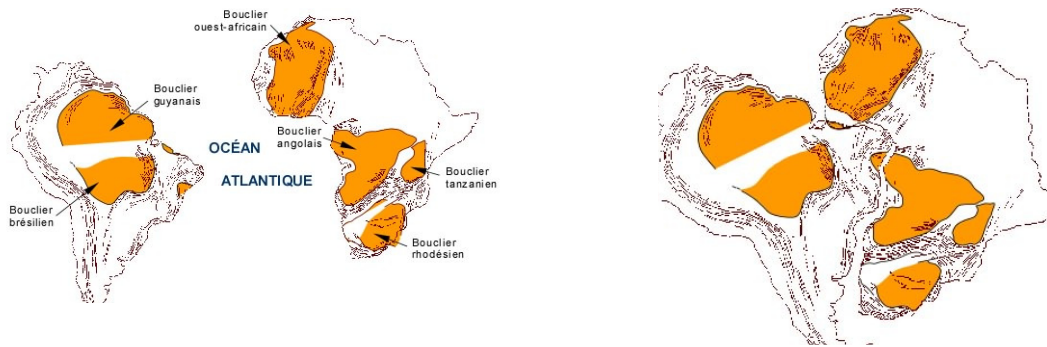
Trâce d'anciennes glaciations



La solution de Wegener



Preuve 4 :



2 – Analyse de textes : séismes et volcanisme

Dans la suite du cours, nous allons tenter d'expliquer le fonctionnement des volcans et des séismes. Souligne dans les textes d'actualités tous les termes ayant un lien avec les volcans ou les séismes ou pouvant expliquer ces phénomènes.

Puissant séisme dans l'est de l'Indonésie, dégâts mineurs ²

Un séisme de magnitude 6,3 a secoué mercredi l'est de l'Indonésie, selon l'institut américain USGS, une secousse qui aurait entraîné des dégâts mineurs sans faire de victimes, ont indiqué les autorités locales.

L'épicentre du tremblement de terre s'est produit à une profondeur de 14 kilomètres sous la mer dans l'archipel d'Alor, vers 10h45 (03h45 GMT), à 77 kilomètres de Dili, la capitale du Timor oriental, a précisé l'USGS.

Un responsable local de l'agence indonésienne des catastrophes a indiqué que le séisme avait été fortement ressenti pendant deux minutes à Alor, un ensemble d'îles isolées, proches de l'épicentre.

"Il nous a été rapporté qu'au moins un bâtiment s'était effondré", a déclaré à l'AFP le responsable, Marthen Daud Ndaumanu Kalabahi.

"Nous essayons encore d'atteindre des lieux isolés où il n'y a aucune connexion téléphonique pour établir s'il y a des dommages ou des victimes", a-t-il ajouté.

Le séisme n'a pas entraîné d'alerte au tsunami, a indiqué de son côté un porte-parole de l'agence nationale des catastrophes.

L'Indonésie est située sur la "ceinture de feu" du Pacifique, où la collision de plaques tectoniques cause de fréquents séismes et une importante activité volcanique.

En 2004, un séisme sous-marin dévastateur, au nord-ouest de l'Indonésie, avait provoqué un gigantesque tsunami, tuant plus de 170.000 personnes en Indonésie même et des dizaines de milliers d'autres dans plusieurs pays de l'océan indien.

Volcan Cotopaxi - Equateur ³

Le 14 août 2015, le volcan Cotopaxi, en Équateur, est entré en éruption pour la première fois depuis 70 ans. Un nuage de cendres volcaniques et de vapeur a été projeté à plus de 5km au-dessus du cratère.

Compte tenu de son altitude (5897m à partir du niveau de la mer), ce volcan est recouvert d'un glacier, l'un des seuls rencontré à cette latitude sur Terre. De plus, il est situé à environ 50km de la capitale du pays, Quito, ce qui en fait un volcan sous haute surveillance. Les éruptions des derniers jours a fait tombé de la cendre sur les villes adjacentes, allant jusqu'à Quito.

Cotopaxi est un stratovolcan, c'est à dire un volcan dont la lave visqueuse coule lentement le long de ses pentes et se refroidie en couches successives, donnant une apparence conique au volcan.

² http://www.rtbef.be/info/monde/asie/detail_puissant-seisme-dans-l-est-de-l-indonesie-degats-mineurs?id=9126923

³ <http://www.simplegeo.ca/2015/08/volcan-cotopaxi-equateur.html>

Situé sur la Ceinture de feu du Pacifique, il a été créé par la fonte de la plaque tectonique de Nazca qui glisse sous la plaque tectonique de l'Amérique du Sud.

L'un des dangers du volcan Cotopaxi est la présence de coulée boueuse composée de débris volcaniques tels que des cendres et des blocs, causé par la présence abondante d'eau.

Le Cotopaxi est considéré par les scientifiques comme l'un des volcans les plus dangereux au monde en raison de la grande quantité de neige présente à son sommet et de l'importante population vivant à proximité.

Selon les autorités, quelque 325.000 personnes pourraient être affectées par des avalanches et des coulées de boue potentiellement dérivées de cette éruption, qui pourrait entraîner aussi des inondations avec la montée des eaux des nombreux cours environnants.

Il existe un point commun dans les deux textes précédents :

3 – La tectonique des plaques

L'écorce terrestre n'est pas "homogène" elle est constituée de plaques qui "flottent" à la surface et qui "dérivent" en se "frottant" les unes contre les autres

Elles peuvent :

- glisser l'une contre l'autre :
- converger l'une vers l'autre :
- s'éloigner l'une de l'autre :

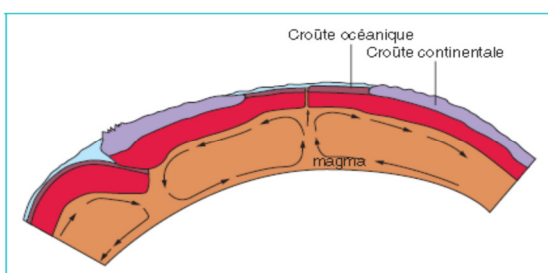
Analysons la carte de répartition des plaques (se trouve sur le site du cours en couleur et en bonne qualité).

3.1 Convection

Lors de l'étude de la structure de la Terre, nous avons découvert que le noyau dégageait une température d'environ 5000°C alors qu'à la surface de la terre nous avons une température moyenne de 15°C. De part ces différences de températures, le noyau externe et le manteau sont animés de mouvements de brassage de matières appelés : **convection**.

La matière chaude se trouvant au bas du manteau remonte vers la surface où elle se refroidit, redevient plus dense et redescend. Le magma effectue alors un mouvement circulaire créant des cellules de convection.

Ce sont ces cellules de convection qui sont responsables des mouvements des plaques.



Expérience : Simuler les courants de convection

Matériels : 4 bouteilles en plastiques vides, eau, bouilloire, eau très froide, colorant alimentaire rouge, récipient translucide, 1 feuille de papier, 2 élastiques

Protocole expérimental :

Remplir 2 bouteilles en plastique d'eau chaude et numéroter les 1 et 2.

Rajouter un colorant alimentaire rouge dans les bouteilles 1 et 2, bien mélanger.

Remplir 2 bouteilles d'eau froide et numéroter les 3 et 4.

Placer la bouteille d'eau froide 3 et la bouteille d'eau chaude 1 dans le récipient.

Placer un morceau de papier sur le goulot de la bouteille d'eau chaude rouge 2 ainsi que sur la bouteille d'eau froide 4.

Fixer les deux morceaux de papier à l'aide des élastiques.

Retourner la bouteille d'eau chaude rouge 2 et placer goulot contre goulot au-dessus de la bouteille d'eau froide 3, puis, retourner la bouteille d'eau froide 4 et la placer goulot contre goulot au-dessus de la bouteille d'eau chaude rouge 1.

Couper l'élastique et retirer le papier en le faisant glisser entre les 2 entre les 2 goulots des bouteilles 2 et 3.

Observations :

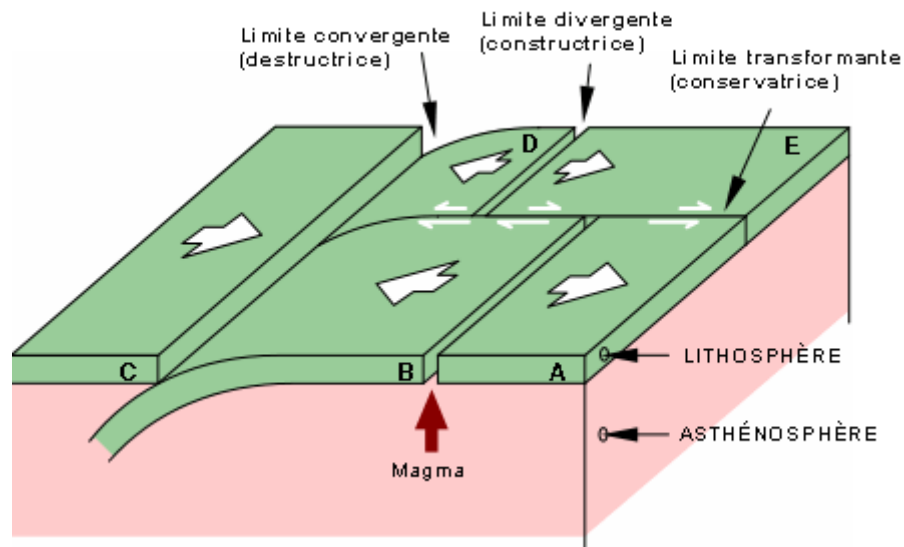
Interprétations :

3.2 Observations sur carte des plaques/séismes/volcans

<http://www.biologieenflash.net/animation.php?ref=geo-0024-1>

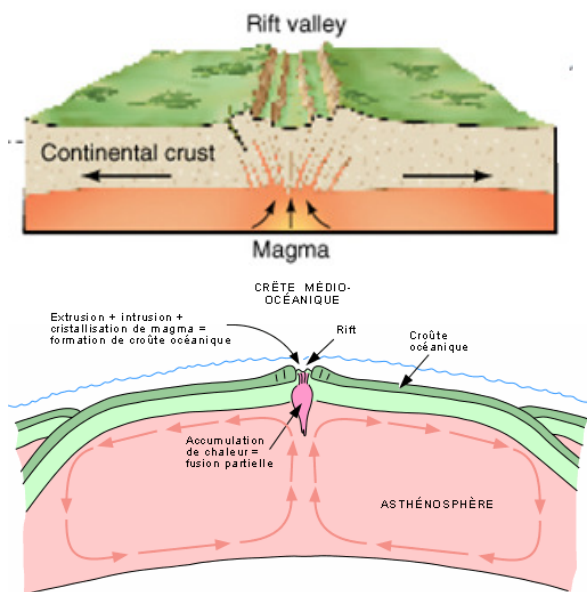
En classe, nous avons, grâce à l'animation référencée ci-dessous, superposer la carte des plaques, des séismes et des volcans.

3.3 Les mouvements des plaques



3.3.1 Les plaques divergentes

Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=ovlP0qQ9F4c> 0 :47 à 1 :28



Au niveau du rift, nous avons une remontée de magma et donc une activité volcanique appelée le **volcanisme de dorsale**.

Ces phénomènes s'accompagnent de **tremblement de terre de faible intensité**.

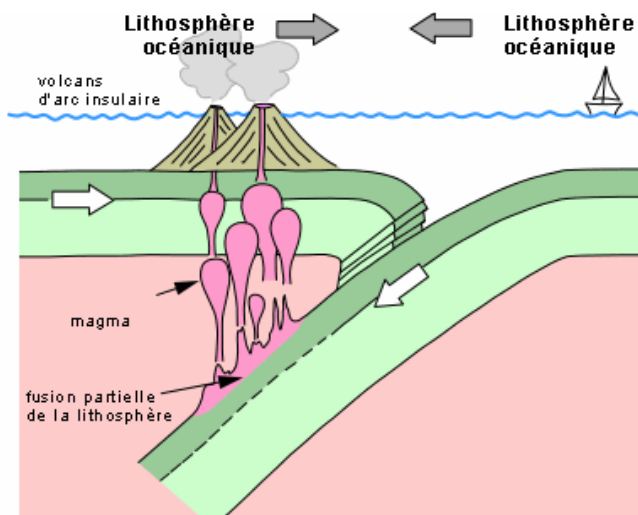
https://www.youtube.com/watch?v=GvLD_5IMH4I de 1.14 à 2.27

3.3.2 Les plaques convergentes

Les plaques recouvrent la surface du globe, et donc, si elles se séparent en un endroit, elles doivent nécessairement converger en un autre, de façon à conserver constante la superficie de la Terre. Là où les plaques se rencontrent de façon frontale, elles forment des limites convergentes.

Il existe trois types de limites convergentes.

- Convergence Océan – Océan

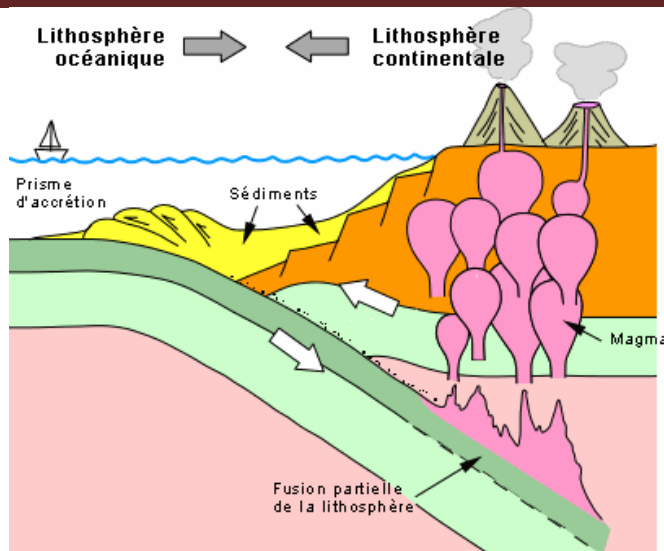


La croûte océanique de la plaque s'enfonce dans le manteau où elle « fond » et est finalement recyclée par convection. Ce mouvement vers le bas, produit un **fossé sous-marin** allongé et profond. Ce mouvement s'accompagne de **tremblements de terre destructeurs**.

Au fur et à mesure que la plaque, encore froide descend, la pression augmente ; l'eau emprisonnée dans les roches de la croûte océanique est expulsée (à la manière d'une éponge que l'on presse) et remonte au-dessus de la plaque. Ce fluide provoque la fusion (passage de solide à liquide) du manteau.

Nous avons donc création de magma qui remonte vers la surface créant ainsi une **chaîne de volcans** appelé **arc insulaire** sur le plancher océanique. Les arcs insulaires font partie de la famille des **volcanismes de zone de subduction**.

- Convergence Océan – Continent



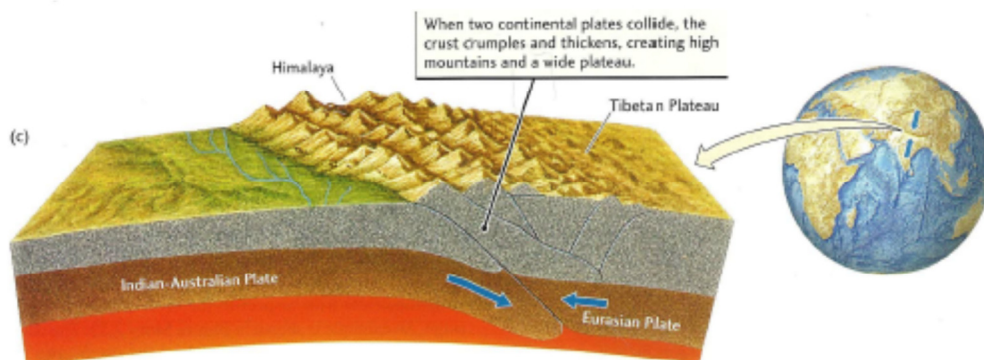
La bordure continentale se chiffonne et est soulevée, ce qui aboutit à la formation d'une **chaîne de montagne volcanique** grossièrement parallèle au fossé océanique.

Comme c'était déjà le cas dans la convergence océan – océan, l'eau véhiculée vers le bas lors de la subduction de la plaque océanique produit une fusion dans le manteau, qui forme des **volcans** dans les chaînes de montagnes situées au-delà de la plaque continentale.

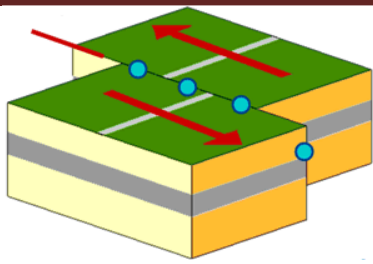
Les énormes forces mises en jeu dans la collision et la subduction produisent de grands **tremblements de terre de forte intensité** le long du plan de subduction.

➤ Convergence Continent – Continent

Lorsque la convergence de plaque se produit entre deux continents, une subduction de type océanique ne peut pas se produire. Les conséquences géologiques d'une telle collision sont considérables. La plaque A chevauche la plaque B, mais la plaque A et B ne pouvant s'enfoncer ceci crée une croûte d'une épaisseur double et forme une **chaîne de montagne**. Des **tremblements de terre importants** se produisent dans cette croûte en train de se froisser.

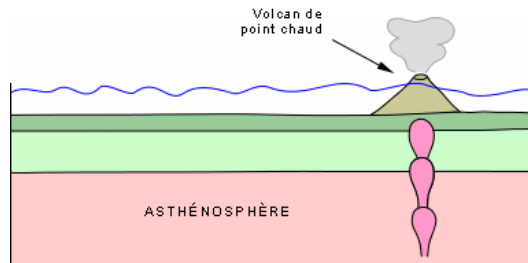


3.2.3 Les plaques transformantes

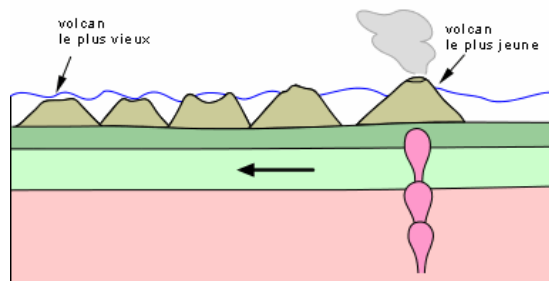


Etant donné que les plaques ont glissé l'une par rapport à l'autre durant des millions d'années, les roches qui se font face de part et d'autre de la faille, sont de nature et d'âge différents. Des **tremblements de terre important** peuvent se produire le long des limites de type faille transformante.

3.3.4 Au milieu des plaques : volcanisme de points chauds

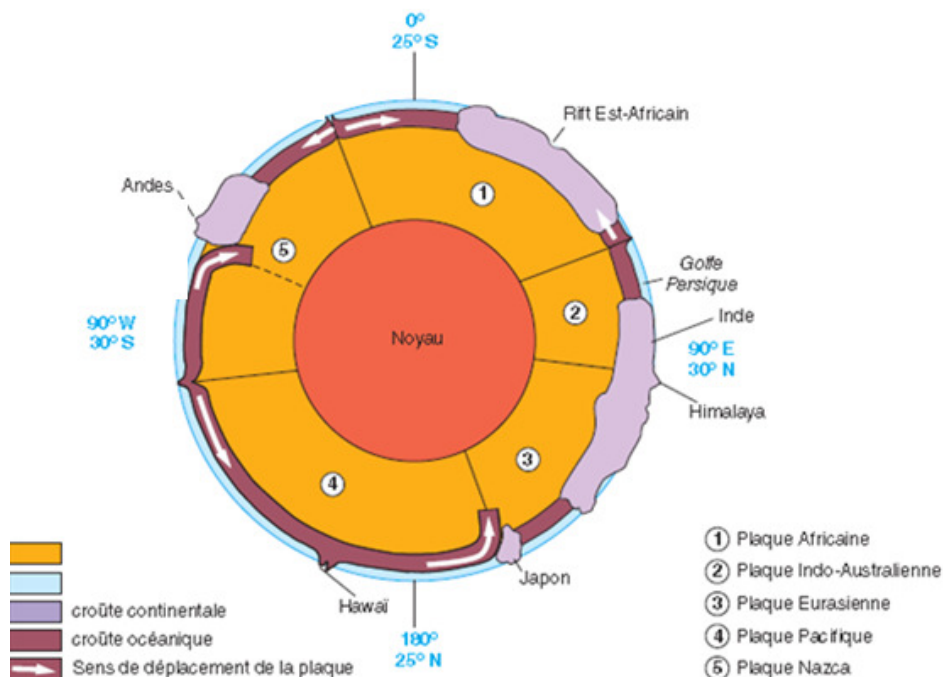


Le volcanisme de point chaud est un volcanisme qu'on trouve principalement au milieu des plaques océaniques. Ces types de volcans sont dus à une concentration locale de chaleur dans certains points du manteau. Cette chaleur amène une fusion partielle du matériel. Ils sont à l'origine des guirlandes d'îles volcaniques au centre du Pacifique comme la chaîne d'Hawaï et l'archipel des Carolines



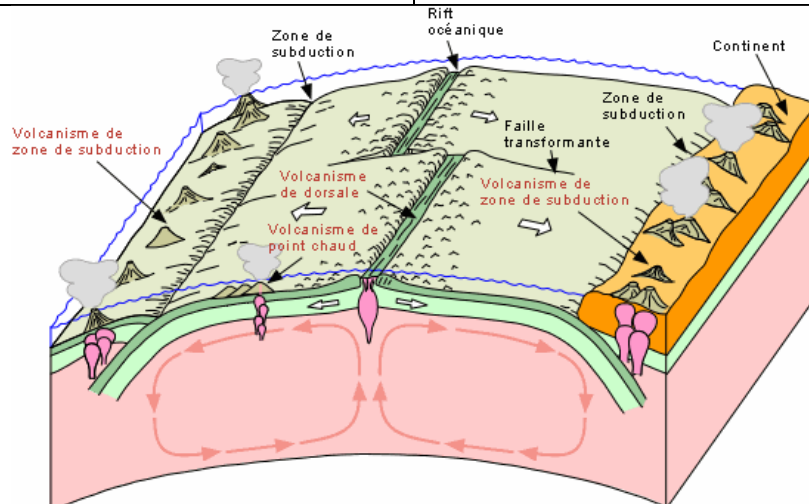
Le matériel fondu au niveau du point chaud est moins dense que le matériel ambiant; de ce fait il remonte vers la surface et vient percer la lithosphère pour former un volcan. Les deux schémas ci-contre illustrent la formation d'un chaînon de volcans de points chaud.

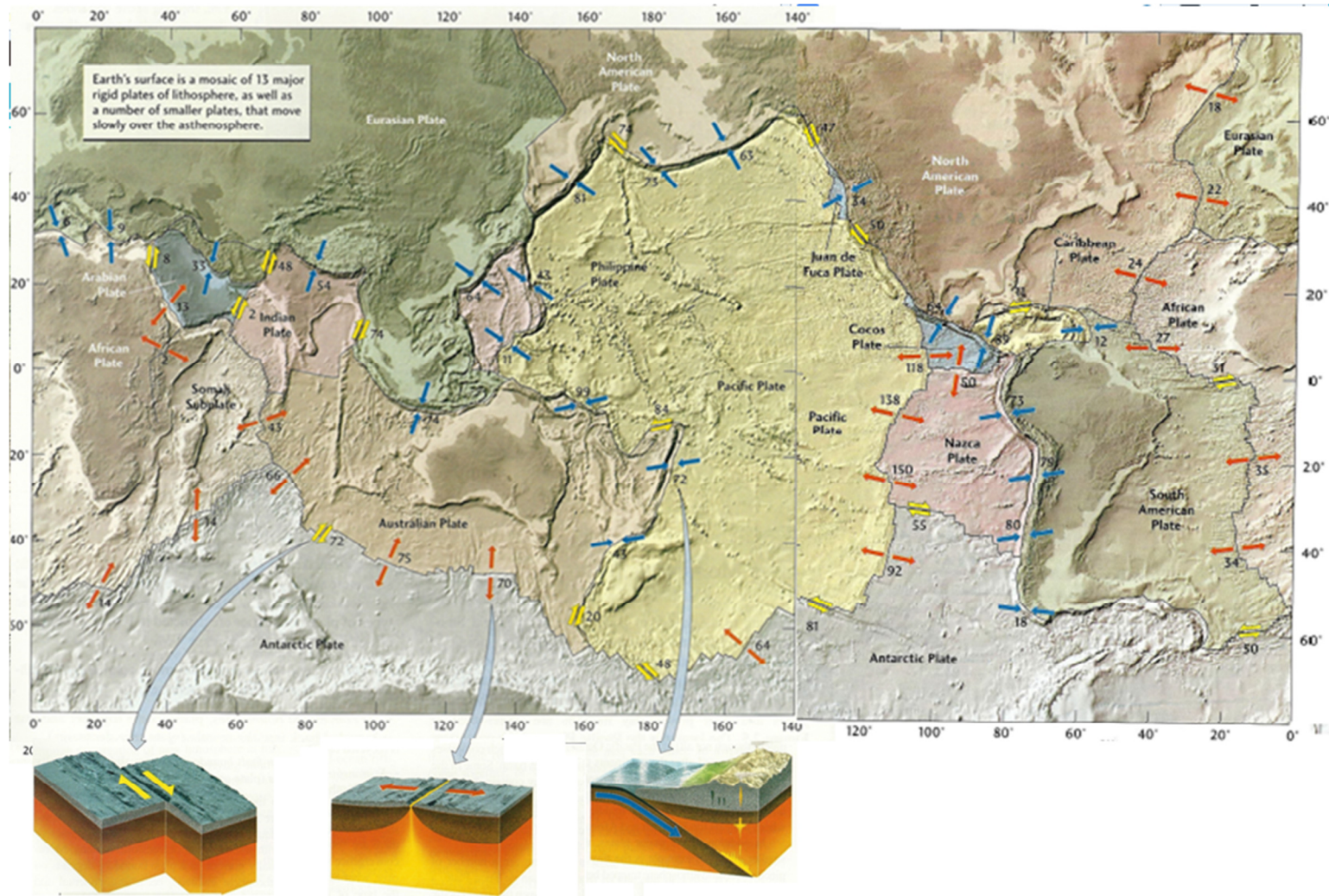
Exercice : Complète, légende et critique le dessin suivant :



Complète la synthèse suivante :

Plaques divergentes	
Plaques convergentes Océan – Océan	
Plaques convergentes Océan - Continent	
Plaques convergentes Continent – Continent	
Plaques transformantes	
Volcanisme de point chaud	





4 - Les volcans

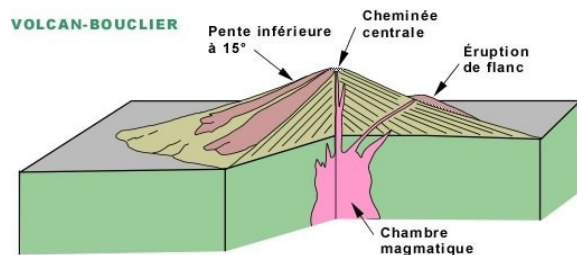
Vidéo *C'est pas sorcier* + Questionnaire

Il existe plusieurs types de volcans en fonction de la zone d'apparition, de la forme du volcan ou du type d'éruptions.

Nous avons déjà parlé des volcans en fonction de leurs zones d'apparition pour rappel :

- Le volcanisme de dorsale (plaques divergentes)
- Le volcanisme de zone de subduction (plaques convergentes)
- Le volcanisme de point chaud au milieu d'une plaque.

Il existe 5 **formes** de volcans :

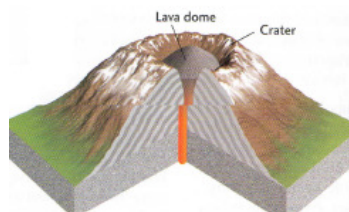
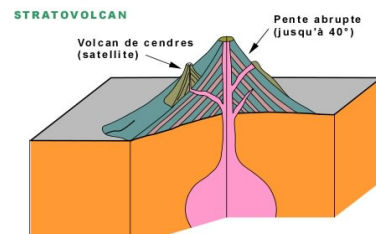


Volcans boucliers :

Accumulation de coulées de laves très fluides pouvant s'étaler sur plusieurs kilomètres et édifiant un cône à faible pente.

Stratovolcans :

Une alternance de coulées de laves et de cendres constitue le cône.



Dôme ou aiguille

Ces volcans se forment à partir de laves très visqueuses ne pouvant s'étaler.

Caldeira

Lorsque la chambre magmatique se vide à la suite de nombreuses éruptions, la partie centrale du volcan peut s'effondrer.



Trapp

Sortie de magma par des fissures, coulées de laves créant des empilements épais.

Il existe 2 **types d'éruptions** de volcans :

- Eruption **effusive** : sans grande explosion avec de la lave très fluide
- Eruption **explosive** : explosion importante avec projection de bombes volcaniques mais peu de coulées de lave

5 - Les séismes

Sur base d'un fait d'actualité : Séisme à Tawain 6/02/2016, mise en évidence des caractéristiques d'un séisme. Voir document spécifique à l'activité.

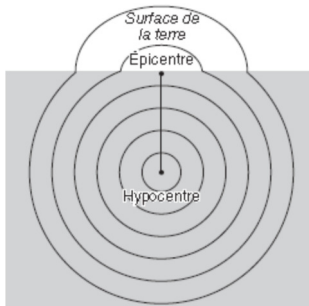
5.1 Origine et ondes

Extraits Vidéo C'est pas sorcier sur les séismes.

A partir de la vidéo, explique en détail ce qui provoque un séisme en complétant le texte suivant.

Les failles sont qui séparent 2 plaques tectoniques. En profondeur, les roches glissent facilement les unes par rapport aux autres. Par contre, en surface les roches les unes aux autres et au glissement. Les roches petit à petit en surface, jusqu'au moment où l'énergie accumulée devient et la roche Il y a un déplacement en surface ce qui provoque

A cause des forces de friction (frottement) entre les deux parois d'une faille, les déplacements le long de cette faille ne se font pas de manière continue et uniforme, mais par coups successifs, dégageant à chaque fois un séisme.

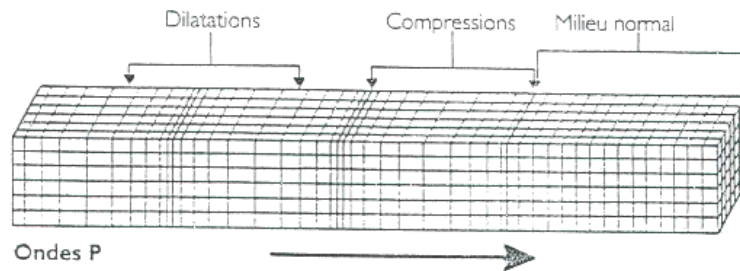


Le foyer (.....) est l'endroit précis où la roche commence à céder. Tandis que l'épicentre se trouve en surface pile

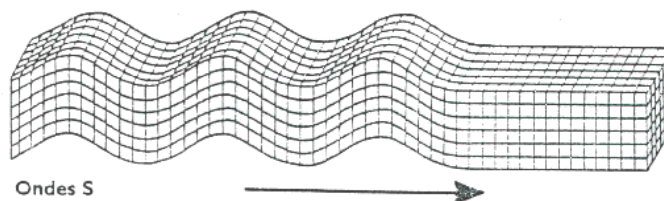
Lorsque la faille cède, l'énergie libérée forme des qui partent de toute la surface de la faille. Ces ondes dans la roche et remontent en surface ou elles font

Plusieurs types d'ondes se propagent lors d'un séisme. Il existe, en effet, trois groupes distincts d'ondes sismiques : Les ondes P (primaires), les ondes S (secondaires) et les ondes de surfaces.

Les ondes P provoquent de mouvements

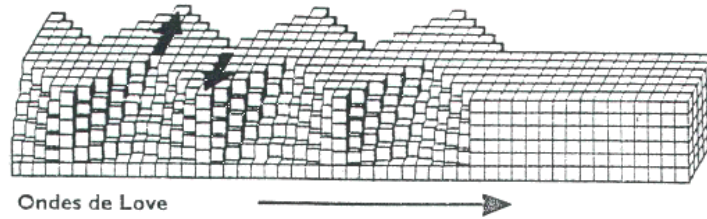


Les ondes S provoquent les mouvements

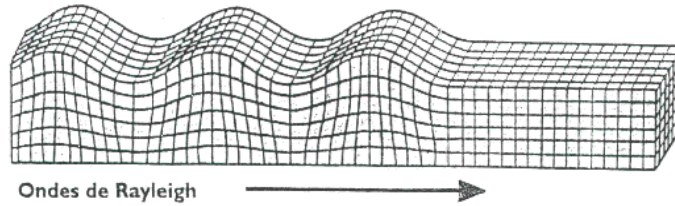


On peut distinguer deux ondes de surface:

1) L'onde de Love. Elles agitent le sol latéralement. Les ondes de Love provoquent un ébranlement horizontal qui est la cause de nombreux dégâts aux fondations des édifices.



2) L'onde de Rayleigh : induit un mouvement d'ondulation du sol, assez semblable à celui d'une poussière portée par une vague.



Échelle d'intensité de Mercalli	Magnitude sur l'échelle de Richter
I Séisme perçu uniquement par quelques personnes dans des circonstances particulières, détecté par des instruments très sensibles.	2
II Perçu par quelques personnes au repos et se trouvant aux étages supérieurs. Balancement d'objets suspendus.	3
III Perçu principalement par des personnes à l'intérieur des édifices. Les automobiles stationnées peuvent bouger.	4
IV Perçu par la plupart des gens à l'intérieur des édifices et par certains à l'extérieur; suffisant pour réveiller certaines personnes. Bruits de vaisselle, fenêtres et portes.	4
V Perçu par presque tout le monde; plusieurs personnes sont réveillées. Bris de vaisselle, de fenêtres et de portes.	5
VI Perçu par tout le monde; plusieurs personnes sont effrayées et courent à l'extérieur; quelques meubles sont déplacés; quelques morceaux de plâtre tombent et quelques dommages aux cheminées. Dommages légers.	5
VII La plupart des personnes paniquent et courent à l'extérieur; dommages minimes aux constructions conçues pour les zones sismiques, de minimes à moyens pour les bonnes constructions ordinaires, importants pour les mauvaises constructions. Meubles renversés.	6
VIII Dommages légers aux constructions conçues pour les zones sismiques, importants pour les bonnes constructions ordinaires avec des effondrements possibles, catastrophiques dans les mauvaises constructions.	7
IX Dommages considérables aux constructions conçues pour les zones sismiques. Édifices déplacés sur leurs fondations. Fissuration du sol. Bris des canalisations souterraines.	8
X Quelques bonnes constructions en bois et la plupart des constructions en maçonnerie sont détruites. Sol fortement fissuré. Plusieurs glissements de terrain se produisent.	8
XI Très peu de constructions en maçonnerie restent debout; rails tordus, ponts détruits. Grandes fissures dans le sol.	9
XII Destruction quasi totale. Ondulations visibles à la surface du sol. Objets projetés dans les airs.	9

