



École supérieure
du professorat
et de l'éducation
Bretagne

Les grands phénomènes géologiques

**Auteur : Frédéric Puech
Formateur SVT
ESPE de Bretagne**

Objectifs

Ce cours en ligne vous apportera une information de base, richement illustrée, concernant « la géodynamique terrestre ».

La dynamique terrestre est abordée à partir de ses manifestations les plus spectaculaires car pouvant être appréhendées à l'échelle humaine : séismes et volcanismes
Ce thème permet d'introduire la notion d'aléas géologiques et de prévention des risques

Ce cours sur « les grands phénomènes géologiques » est divisé en 3 chapitres :

- Chapitre 1 : volcans et volcanisme
- Chapitre 2 : localisation et origine de l'activité volcanique
- Chapitre 3 : séisme : origine, détection et prévention

Un ensemble d'exercices accompagne chaque chapitre.

Chapitre 2 – Localisation et origine de l'activité volcanique

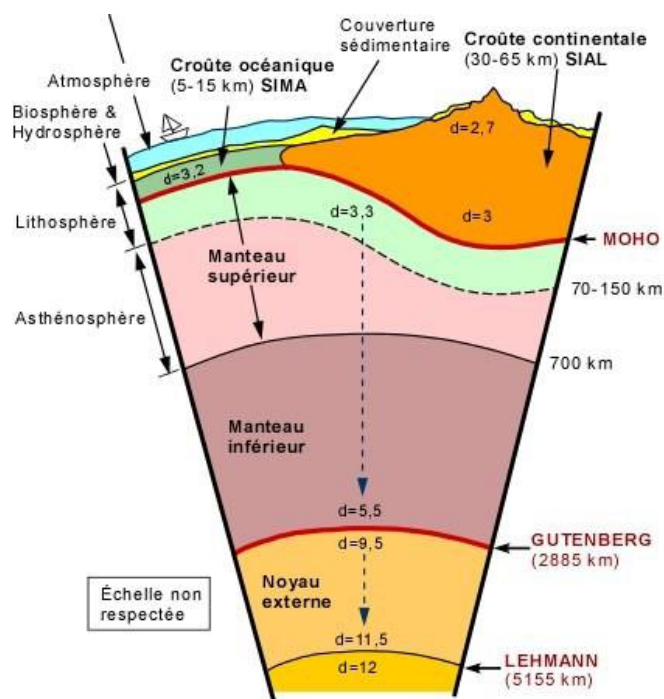
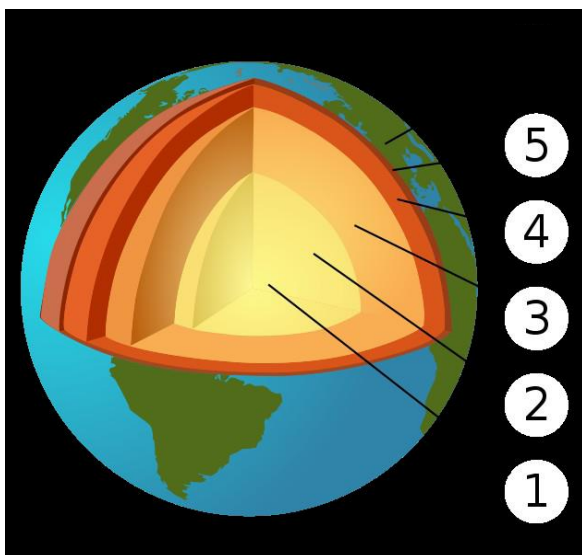
Un **volcan** est un orifice de la croûte terrestre par où s'échappent des laves et/ou des particules de tailles variables (pyroclastes). Ce magma provient de la fusion partielle du manteau et exceptionnellement de la croûte terrestre. Il se traduit en surface par un relief terrestre ou sous- marin, formé par l'éjection et l'empilement des matériaux émis. L'accumulation peut atteindre des milliers de mètres d'épaisseur formant ainsi des hauts reliefs ou des îles. Selon la nature des matériaux, le type d'éruption et leur fréquence, les appareils volcaniques prennent des formes variées

Mais comment se répartissent ces édifices volcaniques sur notre planisphère et qu'elle en est l'origine ?

1 – un volcanisme principalement situé en bordure des plaques tectoniques

Notre planète est organisée en plusieurs enveloppes concentriques dont les principales sont la **croûte**, le **manteau** et le **noyau**.

1. noyau interne ou « graine » solide
2. noyau externe liquide
3. manteau inférieur
4. manteau supérieur
5. croûte (distinction entre un croûte continentale et une croûte océanique de composition et d'épaisseur différente)



La limite entre deux enveloppes forme une discontinuité

- Moho entre la croûte et le manteau >
- discontinuité de Gutenberg entre le manteau et le noyau
- discontinuité de Lehman entre le noyau externe et le noyau interne

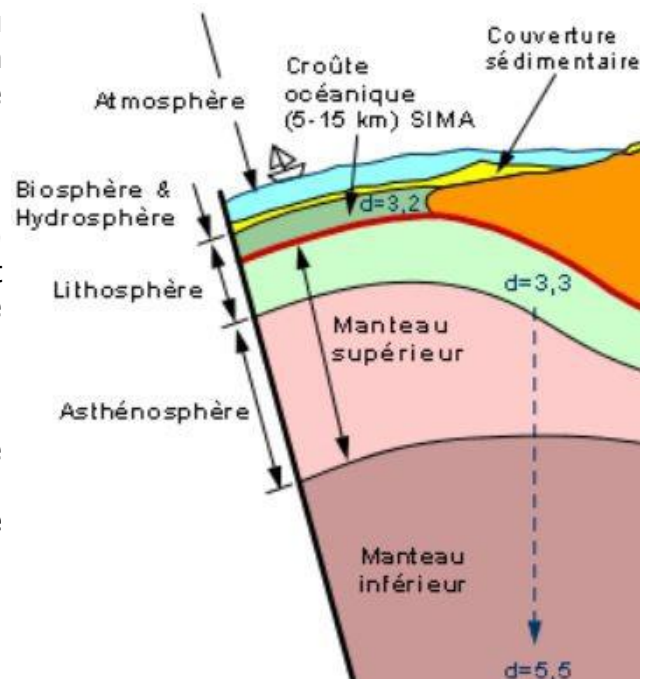
Remarque : La température et la pression augmentent avec la profondeur

La **croûte et la partie rigide du manteau supérieur** forme la **lithosphère**, découpée en plusieurs **plaques lithosphériques** de taille variable (on en compte 14 majeures)

Ces plaques reposent sur une partie ductile du manteau supérieur (déformable ou plastique) appelée **asthénosphère**, dont la roche est animée de mouvements lents (déplacement de la matière par courants de convection)

Ces plaques lithosphériques sont

- soit uniquement océaniques (plaque océanique = croûte océanique + manteau supérieur) → exemple : plaque Pacifique, plaque de Nazca
- soit mixtes (lithosphère continentale + lithosphère océanique) → exemple : plaque Africaine, plaques Américaines

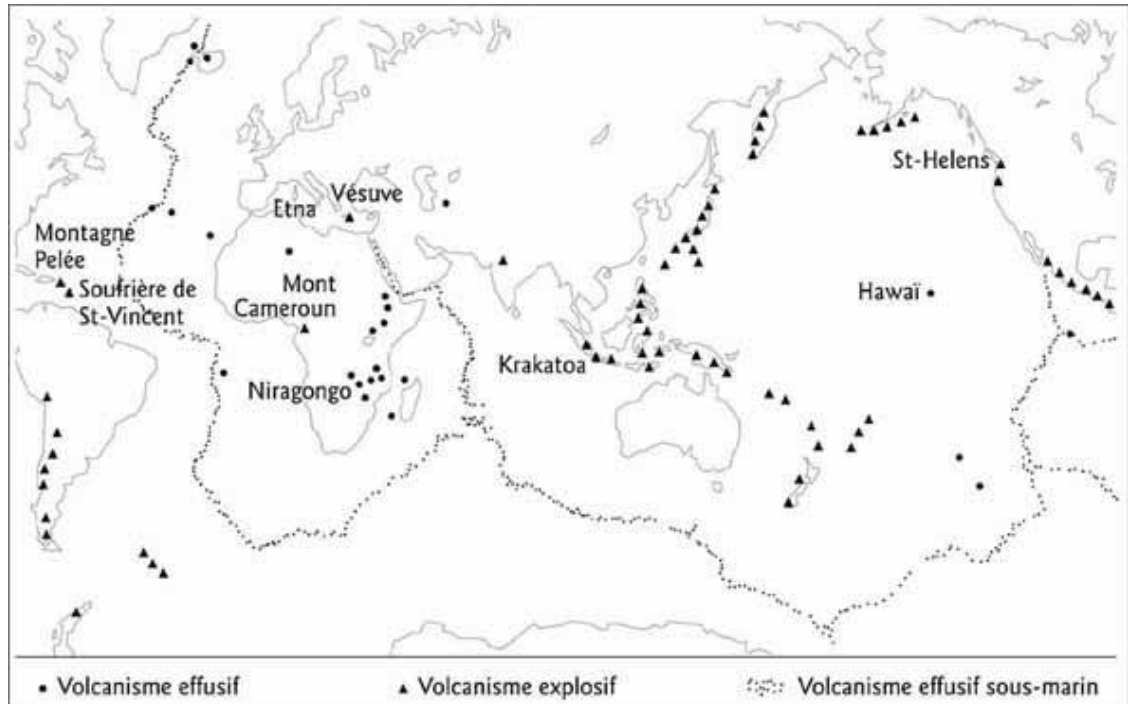


La frontière entre deux plaques est une **marge active**...généralement différente de la frontière entre un continent et un océan. Ces plaques sont animées de mouvements les uns par rapport aux autres (convergent ou divergent) : on parle de **tectonique de plaques**

Les Plaques lithosphériques



La localisation des édifices volcaniques dessine le contour des plaques lithosphériques donc il existe un concordance évidente entre l'activité volcanique et la tectonique des plaques. Cependant certains volcans sont situés à l'intérieur d'une plaque (volcanisme intra-plaque : exemple les volcans d'Hawaï – la Réunion)



2 – l'origine du volcanisme

L'activité volcanique diffère selon la nature de la marge active :

- Volcanisme effusif en frontière de plaques divergentes
- Volcanisme explosif en frontière de plaques convergentes

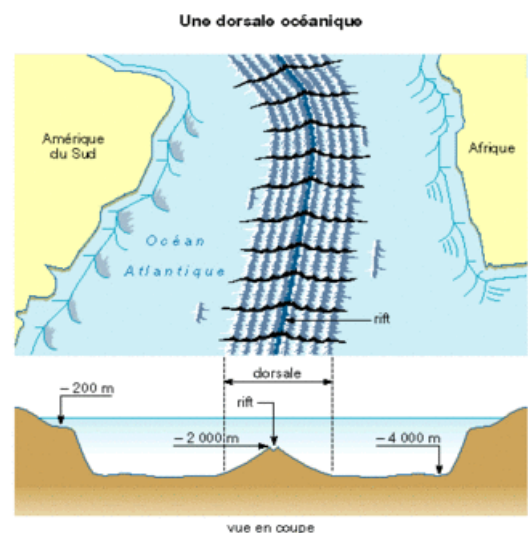
Le type de volcanisme est donc intimement lié aux mouvements des plaques tectoniques.

On retrouve également un volcanisme effusif intra-plaque

2.1– le volcanisme de divergence (ou accrétion)

Au niveau d'une frontière de divergence entre 2 plaques lithosphériques, on observe **une dorsale**, ou **ride médio-océanique**. Cette dorsale représente une chaîne de « montagnes » volcaniques de 65000 km de long, serpentant dans tous les océans du monde.

L'axe de cette dorsale, appelé **rift**, est une immense fracture sous-marine au niveau de laquelle sort de la lave de composition basaltique



Le rift résulte de la fracturation d'une plaque continentale sous l'action de force de divergence. Cette fracture s'observe en Islande, partie émergée de

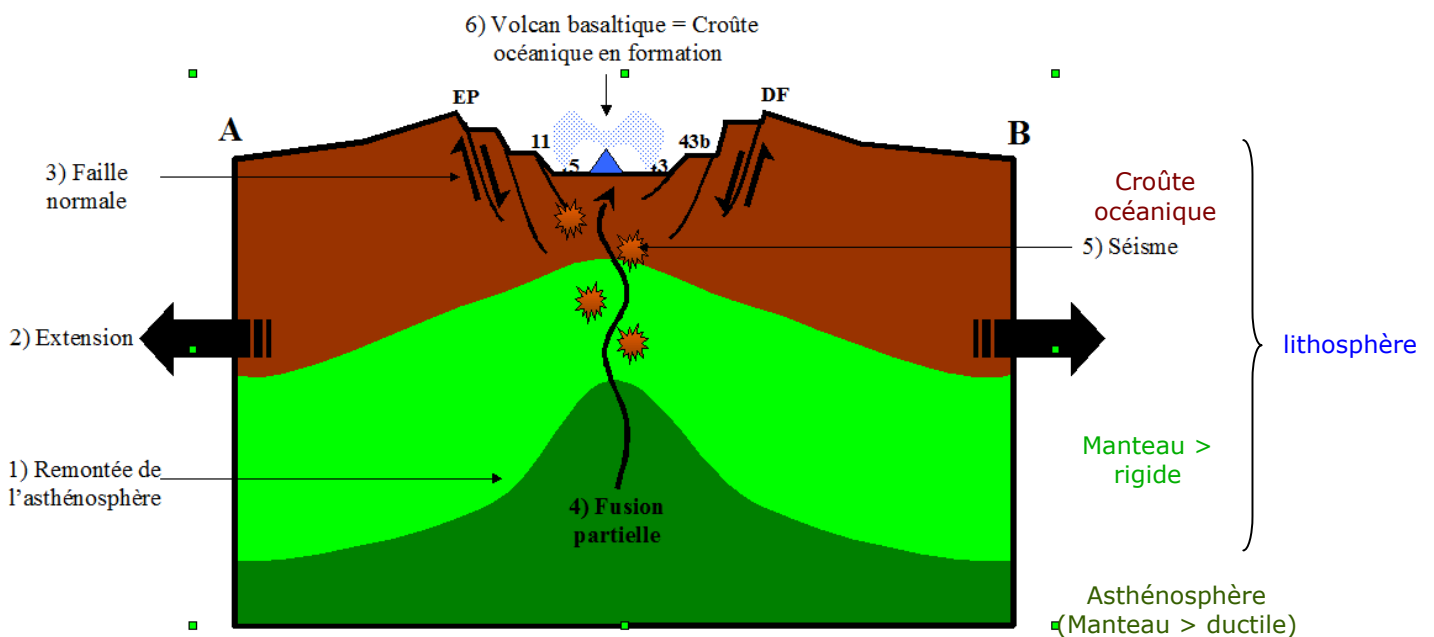


la dorsale médio-atlantique



Les forces de divergence contribuent en écartant les 2 plaques à amincir la lithosphère à la verticale du rift. Cet amincissement entraîne la remontée des roches du manteau (péridotites). Au cours de la remontée, la décompression de la péridotite chaude provoque sa fusion partielle : celle ci commence vers 50 km de profondeur et n'excède pas 20 %.

Le liquide issu de la fusion partielle des péridotites s'accumule dans les réservoirs magmatiques. La remontée de ce magma en surface se fera par les nombreuses fractures provoquées par la divergence.



A mesure que les 2 plaques s'écartent au niveau du rift d'une dorsale, le basalte nouvellement formé vient combler l'espace disponible et construire ainsi une bonne partie

de la nouvelle croûte océanique : on parle d'**accrétion** océanique (= phénomène qui aboutit à la création de lithosphère océanique)

Au niveau des dorsales océaniques, il y a donc **production** d'une nouvelle lithosphère dans l'axe des dorsales.

Le volcanisme associé est un volcanisme effusif : la lave fluide s'écoule par les fractures sans projection. Le contact de la lave avec l'eau contribue à la formation de pillow-lavas (ou lave en coussin) caractéristiques d'une zone d'accrétion.

<http://www.youtube.com/watch?v=DdIUuUY0L9c>



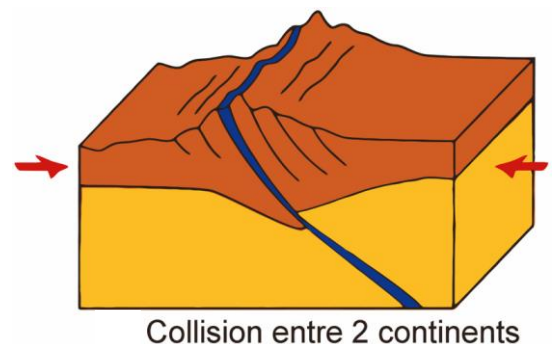
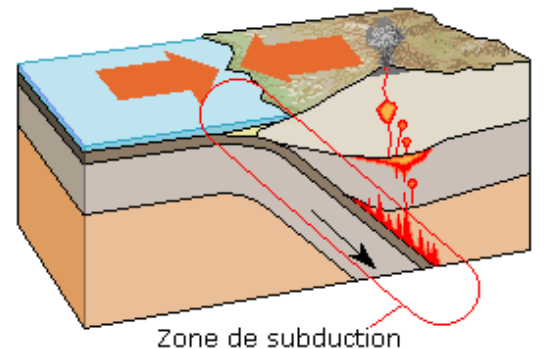
lave en coussin

2.2- le volcanisme de convergence (subduction)

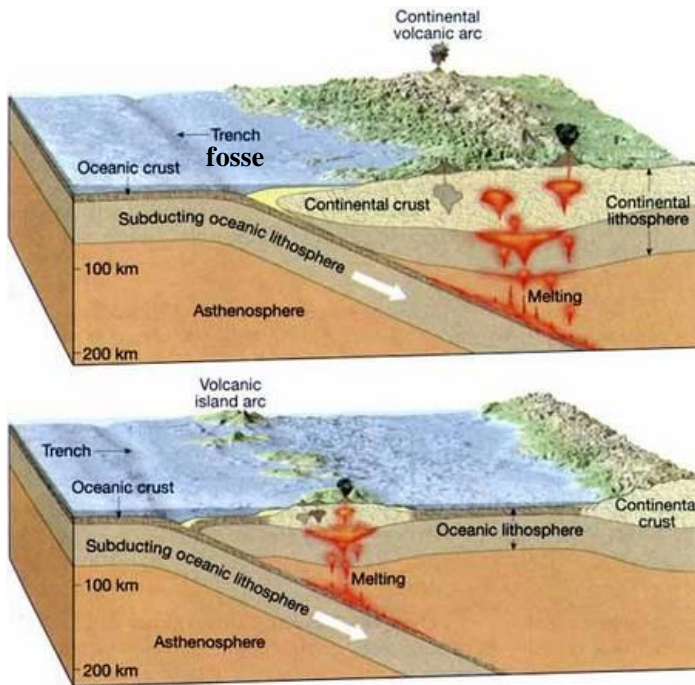
L'étude des mouvements absolus des plaques lithosphériques montrent que certaines plaques convergent et donc s'affrontent.

Selon la nature des plaques qui s'affrontent, on observe :

- soit une **zone de subduction** : une plaque océanique dense plonge sous une autre plaque = plaque continentale ou autre plaque océanique) → **il y a donc disparition du plancher océanique au niveau d'une zone de subduction**
- soit une **zone de collision** : dans les zones de subduction, il y a disparition de la plaque océanique ce qui contribue à rapprocher deux plaques continentales : lorsque ces 2 plaques continentales (de même densité) s'affrontent, l'une ne peut glisser sous l'autre d'où collision amenant la formation d'une chaîne de montagnes marquée par de très hauts reliefs (Alpes (Mont Blanc) / Himalaya (Evrest))



<http://svt.acrouen.fr/tice/animations/tectonique/expansion.htm>



Les zones de subduction sont marquées par des reliefs caractéristiques :

- un relief négatif = **fosse océanique** pouvant dépasser les 10000 m (ex fosse des Mariannes / NO océan Pacifique)
- un relief positif résultat de l'affrontement entre deux plaques qui génère de nombreux replis à l'origine de la **formation de chaînes montagneuses ou d'archipels**

Cette chaîne se présente :

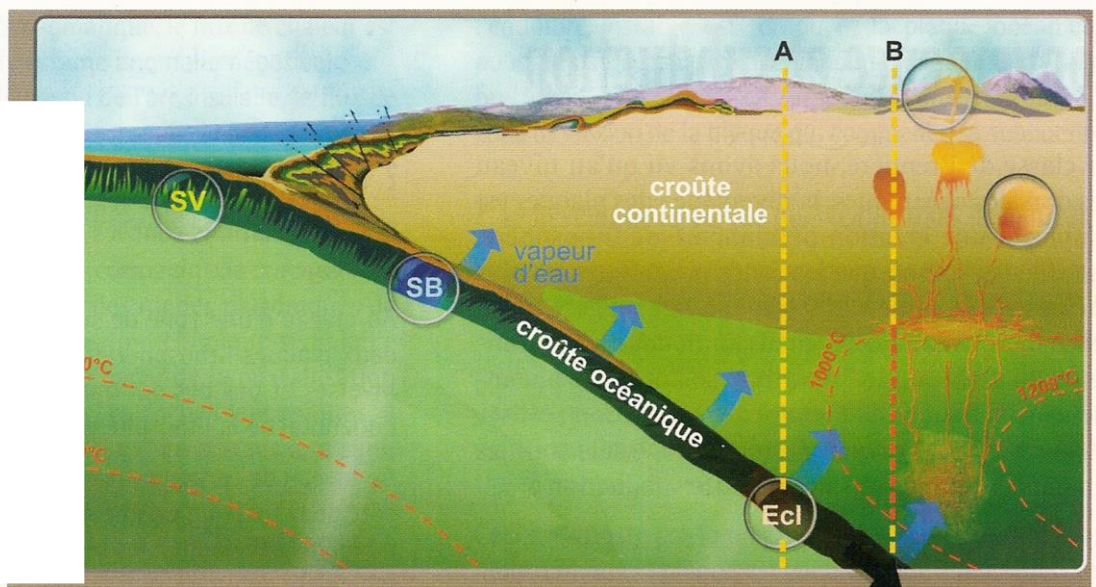
- soit comme une cordillère marquant le rebord du continent (ex Cordillère des Andes - Rocheuses) → convergence entre une plaque océanique et une plaque continentale
- soit comme une suite d'îles volcaniques disposées en arc (= arc insulaire : ex arc des Antilles) → convergence entre 2 plaques océaniques

Les manifestations visibles de cette dynamique sont une activité sismique intense, due aux frottements des deux plaques, et un volcanisme aux éruptions gigantesques.

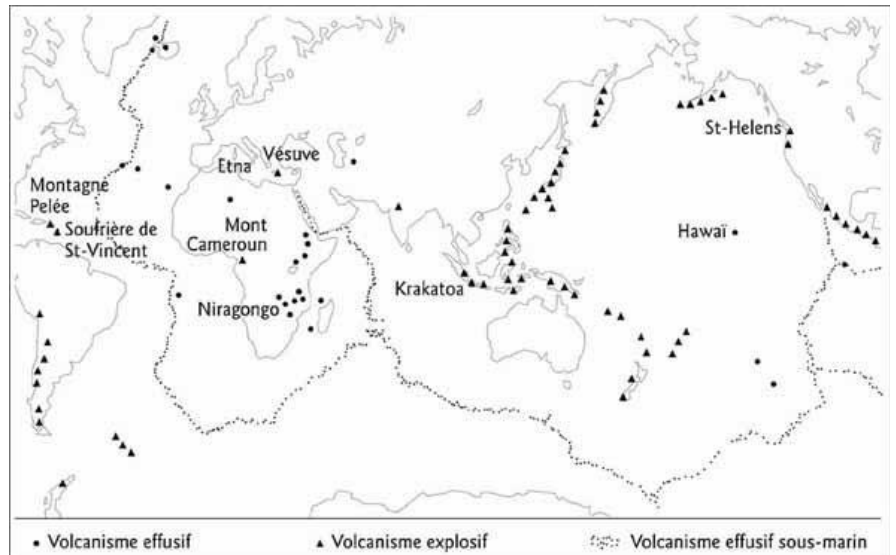
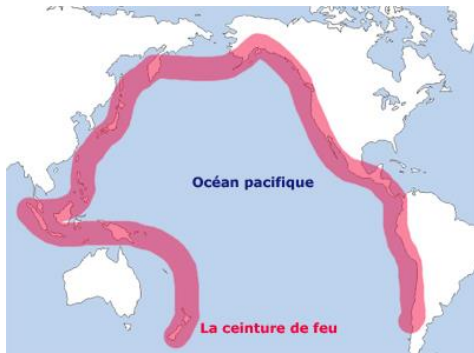
La croûte océanique qui subit la subduction (croûte plongeante) est une croûte très hydratée. En plongeant, les roches qui la constituent, subissent de fortes pressions ce qui engendre une **déshydratation progressive**. Ce processus libère de l'eau qui hydrate le manteau de la plaque chevauchante. **L'hydratation de ce manteau** diminue sa température de fusion : il se **produit alors une fusion partielle** des péridotites vers 100 - 150 km de profondeur. Cette fusion partielle donne naissance à du magma qui migre vers la surface et s'accumule dans des chambres magmatiques. Ce magma riche en silice est à l'origine d'un volcanisme explosif.

Le modèle d'une
marge active du
type Amérique du
Sud.

SV
SB
Ecl



La « ceinture de feu » du Pacifique est formée en quasi majorité de ce type de volcan.

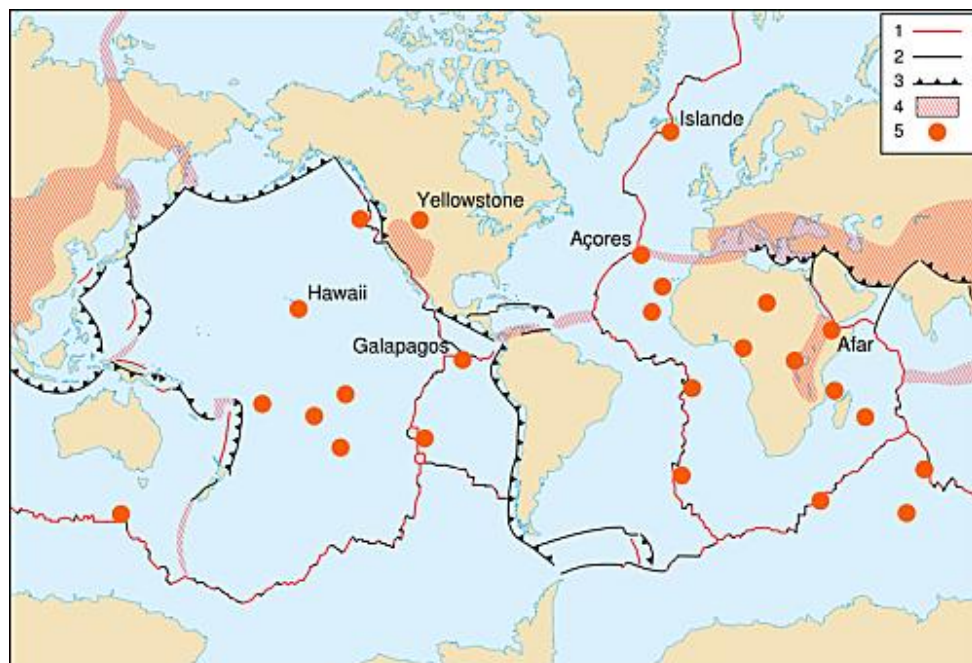


Ex de volcans associés à une zone de subduction :

- Montagne Pelée
- Soufrière
- Krakatoa
- Mont Saint Helens
- Vésuve

2.3- le volcanisme intra-plaque

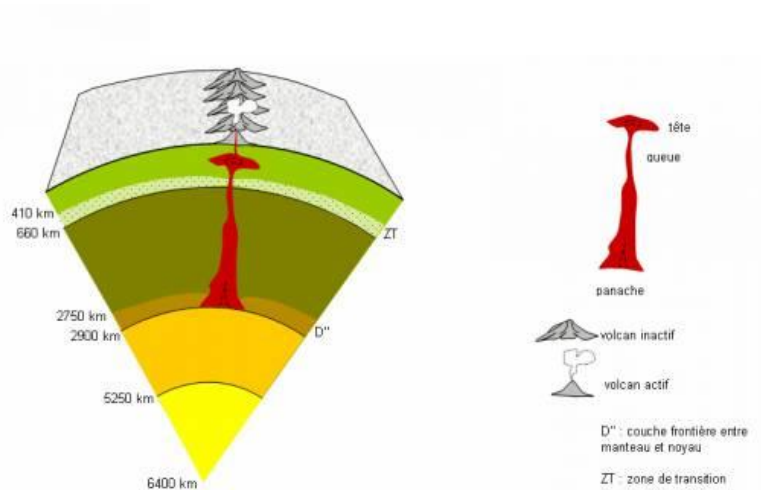
Il arrive parfois que des volcans naissent loin de toute limite de plaque lithosphérique. Ils sont en général interprétés comme des **volcans de point chaud**.



Carte des principaux points chauds mondiaux.

Légende : **1** : Limite de plaque divergente (dorsale), **2** : Limite de plaque transformante, **3** : Limite de plaque de subduction, **4** : Zones de limite diffuse de plaque, **5** : Sélection de principaux points chauds.

Ce volcanisme serait généré par la **remontée d'un panache de matériau chaud** au travers du manteau. En atteignant de faibles profondeurs dans l'asthénosphère, **le haut du panache subit une fusion partielle**, du fait de la décompression induite par la chute de la pression, et de grands volumes de magma se forment. Ce magma remonte au travers de l'asthénosphère jusqu'à atteindre la croûte.



Il semble acquis que la plupart des panaches se forment vers 700 km de profondeur, limite entre l'asthénosphère et le manteau inférieur, mais il n'est pas exclu qu'ils prennent naissance plus en profondeur, notamment vers 2900 km, à la limite supérieure du noyau (comme présenté sur le schéma).

Ces points chauds, formés à la base de la lithosphère, conduisent à la création de volcans :

- sous-marins, qui atteignent et dépassent parfois la surface de l'eau en formant des îles telles que Hawaï, la Réunion, l'île Maurice, les Maldives, les Açores, les galapagos ...
- continentaux avec des épanchements considérables : trapps (ex trapps de Deccan en Inde), Yellowstone

Le **volcanisme** de point chaud est de **type effusif**. Le magma, pauvre en silice, est de composition basaltique. La lave très fluide donne naissance le plus souvent à des volcans boucliers



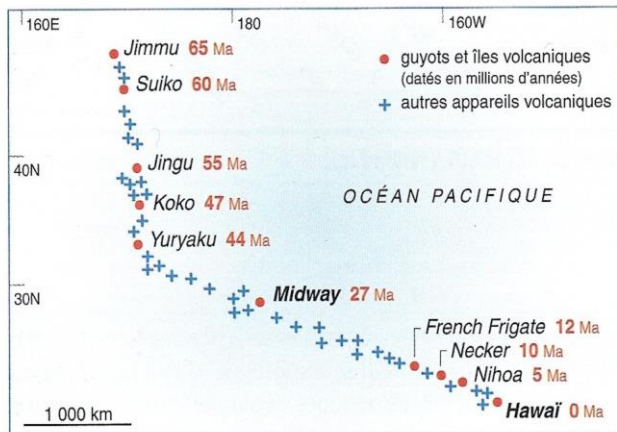
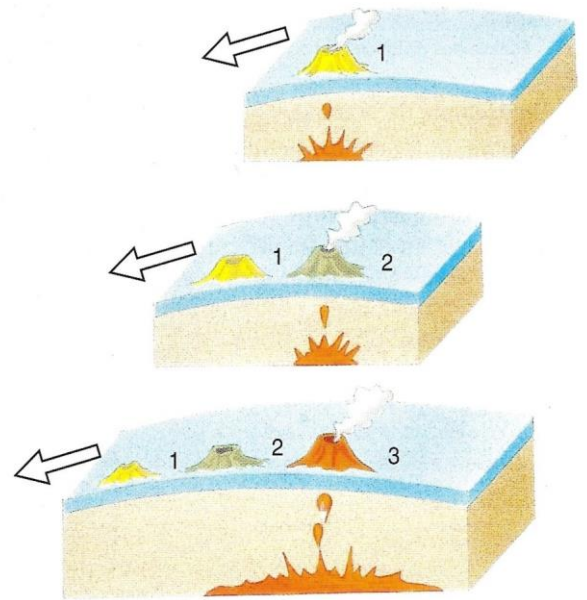
Piton de la Fournaise (Ile de la Réunion)

On considère que les points chauds sont fixes. Si une plaque lithosphérique se déplace au-dessus d'un point chaud qui fonctionne sporadiquement, il se construit un chaînon de volcans. Les volcans les plus vieux se situent à l'extrémité du chaînon qui est la plus éloignée du point chaud, alors que les plus jeunes se situent à proximité du point chaud. On retrouve plusieurs de ces chaînons sur les plaques océaniques, comme par exemple, le chaînon Hawaii-Empereur dans le Pacifique-Nord.

Quelques archipels de l'océan Pacifique.



lithosphère manteau
réservoir magmatique (point chaud)



La plupart des volcans de la planète se situent aux frontières des plaques lithosphériques. L'intérieur des plaques est cependant par endroits le siège d'un volcanisme intense. Ce volcanisme **intraplaque** est particulièrement remarquable sur la plaque océanique Pacifique.

Ces volcans ont parfois une activité effusive importante (îles Hawaii par exemple). Dans tous les cas, l'archipel volcanique se prolonge par des édifices volcaniques sous-marins et inactifs. Au sein de tels alignements, il est remarquable que les volcans les plus récents et actifs se situent à l'

Ce volcanisme intraplaque est la manifestation de remontées de matériaux mantelliques très profonds (voir chapitre 4). Un point chaud a une durée de vie de plusieurs millions ou dizaines de millions d'années et peut être considéré comme fixe à l'échelle du globe.

3 – Bilan

Notre Terre est une planète active, présentant de nombreuses manifestations de son activité interne (séismes, volcanismes ...).

De la matière nouvelle se crée au niveau des dorsales océaniques et disparaît dans les zones de subduction, donnant l'illusion d'un déplacement des continents les uns par rapport aux autres (théorie sur la dérive des continents défendue par Wegner au début du XXème siècle et abandonnée depuis).

Les limites des plaques lithosphériques présentent une forte activité volcanique dont l'origine est à relier directement au moteur de la tectonique :

- un volcanisme effusif dans l'axe des dorsales, relié à la remontée de l'asthénosphère à l'aplomb du rift

- un volcanisme explosif dans les zones de subduction, lié à la déshydratation de la plaque plongeante

A ces deux origines s'ajoute le volcanisme intra-plaque de point chaud provenant de la remontée d'un panache de matière chaude des profondeurs du manteau.

