

Bilan 13- LE MODELE DE LA TECTONIQUE DES PLAQUES DES ANNEES 60-70

La théorie révolutionnaire de Wegener sur la dérive des continents a été rejetée par les géophysiciens unis autour d'une vision solide et statique du globe. Il faudra attendre 50 ans pour que les idées mobilistes s'imposent à nouveau.

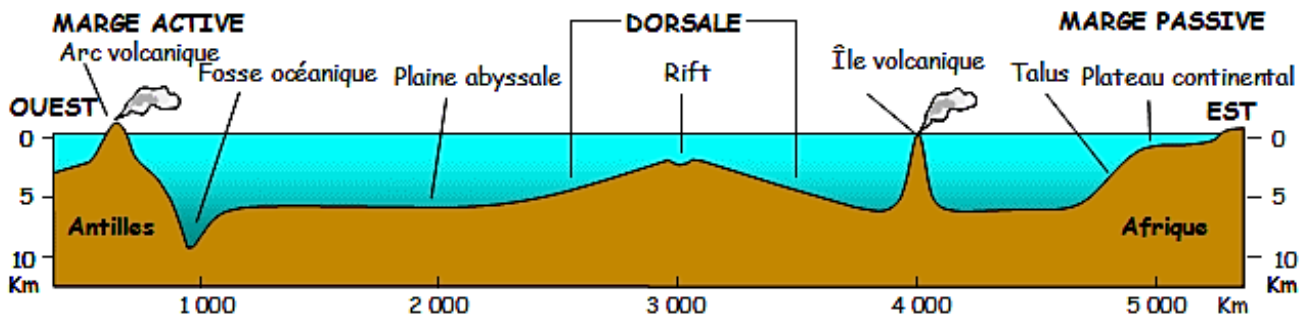
De nouvelles observations scientifiques permettent d'élaborer vers la fin des années 60, un premier modèle du fonctionnement de la Terre: **le modèle de la tectonique des plaques**.

I-L'HYPOTHESE DE L'EXPANSION OCEANIQUE

A la fin des années 50, les scientifiques disposent de nombreuses données concernant les fonds océaniques, elles constituent des arguments sérieux en faveur de l'hypothèse de l'expansion des fonds océaniques.

1- La découverte des reliefs océaniques

Lors des campagnes océanographiques, grâce **aux sonars**, on découvre également la **topographie océanique** (des roches y sont prélevées) : **les dorsales** forment un relief continu au fond des océans, on observe aussi que dans de nombreuses régions, les océans sont **bordés de profondes fosses océaniques**.



LA TOPOGRAPHIE DES FONDS MARINS DANS L'OCEAN ATLANTIQUE CENTRAL

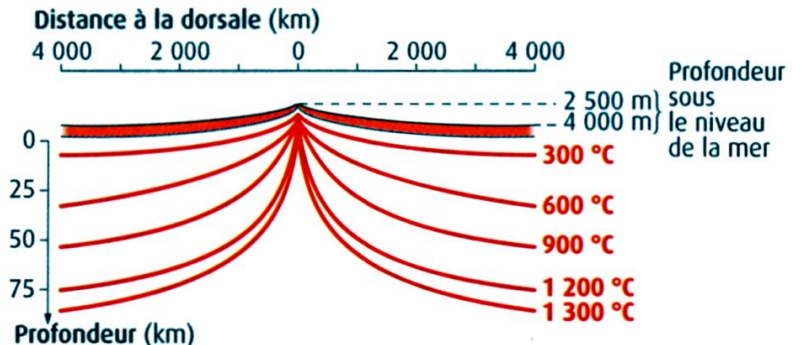
2-La mesure des flux géothermiques

Le **flux de chaleur terrestre** ou **flux géothermique** est la quantité de chaleur d'origine interne évacuée par unité de surface et par unité de temps. Les premières mesures des flux géothermiques montrent que si les températures augmentent de façon régulière avec la profondeur, elles **présentent toutefois des variations importantes en fonction du lieu** :

a- Le flux géothermique élevé au niveau des dorsales, diminue de part et d'autre, ce qui traduit la **remontée d'asthénosphère chaude** jusqu'à la dorsale, et explique son relief (ci-contre).

b- Le flux géothermique faible à l'axe des fosses océaniques, traduit la présence de **matière froide descendante** (Bordas p 113).

Comment expliquer ces mouvements de matière ?

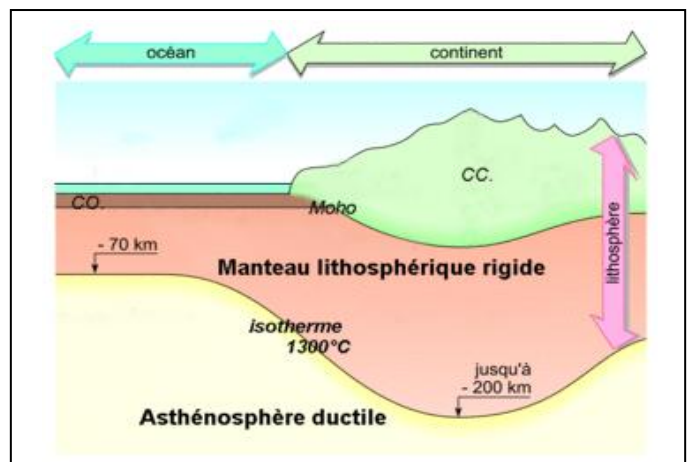


ISOTHERMES A L'APLOM D'UNE DORSALE

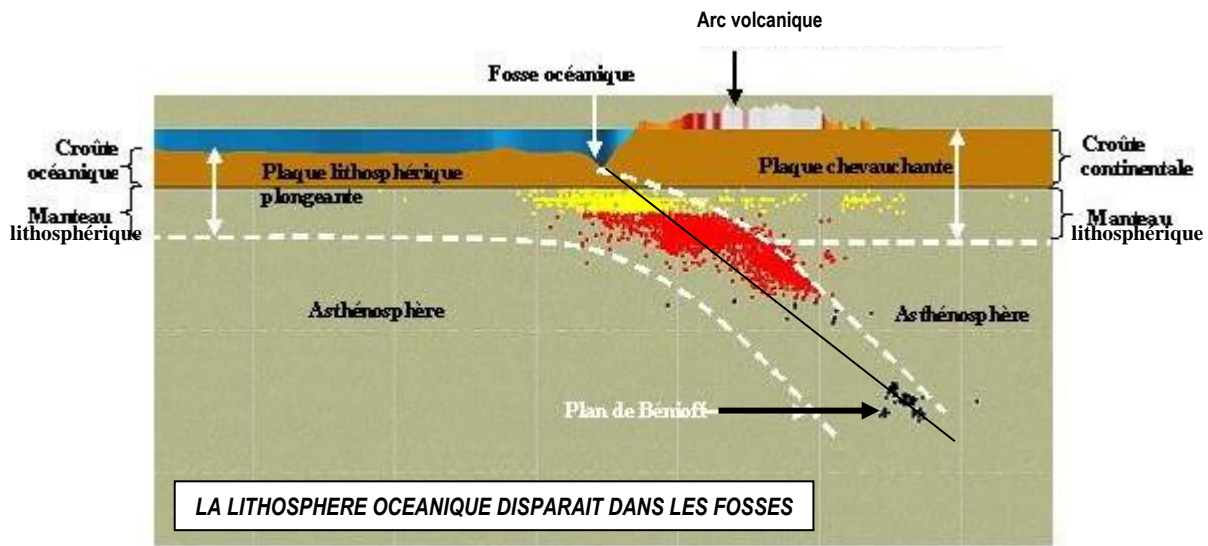
3-Les apports des ondes sismiques

Dans les années 60 l'étude de la vitesse des ondes sismiques P et S dans la Terre, permet de mettre en évidence, **la lithosphère rigide** (=manteau lithosphérique + croûte) et **l'asthénosphère plus ductile** (manteau asthénosphérique). C'est **l'isotherme 1300°C** qui à cette profondeur, est la limite entre la péridotite cassante et la péridotite qui ne l'est plus, comme en témoigne la LVZ. (Voir bilan 12)

Les géologues ont également localisé des **foyers sismiques** dans le manteau **sous les fosses océaniques et les arcs volcaniques**. Distribués selon un **plan incliné** : le **plan de Wadati-Benioff**, ces foyers sont des indices de la **rupture de roches** en profondeur



LA LITHOSPHERE RIGIDE, EN EQUILIBRE SUR L'ASTHENOSPHERE.



Grâce à des outils de plus en plus performants, les géologues interpréteront le **plan de Wadati Benioff**, comme un pan de lithosphère océanique, froide, rigide et cassante, plongeant dans l'asthénosphère. Le lieu de plongement de la lithosphère sous une autre lithosphère au niveau d'une fosse, sera appelé **zone de subduction**.

On constate alors que, en accord avec les données du paléomagnétisme, l'âge des **sédiments au contact du basalte, augmente** bien au fur et à mesure que l'on **s'éloigne de la dorsale** et de façon **symétrique** par rapport à l'axe de cette dernière. La lithosphère est donc produite **en permanence** dans les dorsales avec une **vitesse d'expansion**¹ du plancher océanique qui varie selon les dorsales et selon les périodes géologiques.

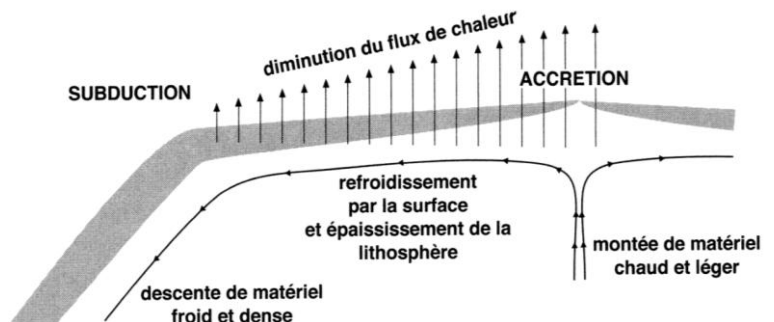
4-L'hypothèse de Hess : l'origine du mouvement des plaques lithosphériques

En 1960, un géologue **Harry Hess** fait la synthèse de toutes ces observations. Il suppose que des **inégalités thermiques** dans le manteau, dues à la chaleur dégagée par la désintégration des **éléments radioactifs**, sont à l'origine de lents mouvements de **convection**, des roches du manteau (la péridotite).

Des remontées d'asthénosphère chaude à l'aplomb de la dorsale, aboutiraient à la formation de la lithosphère océanique ou **accrétion**. La lithosphère nouvellement formée s'écarterait ensuite, de part et d'autre de la dorsale, entraînée par le **déplacement latéral du manteau sous jacent**.

La lithosphère âgée et froide, finirait par plonger dans le manteau au niveau des fosses océaniques, entraînée par son poids et par la descente des roches **du manteau sous-jacent**, refroidi et plus dense.

C'est l'**hypothèse de l'expansion océanique**.



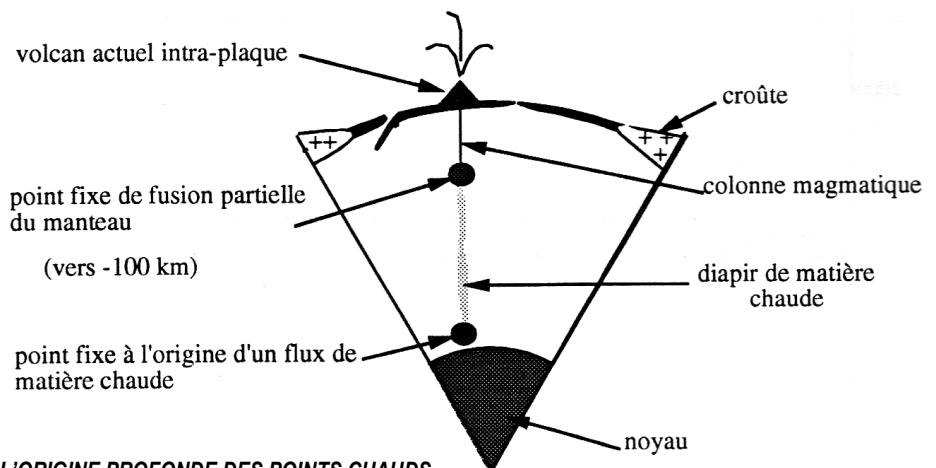
LA TECTONIQUE DES PLAQUES RESULTAT DE LA CONVECTION DU MANTEAU

Dans ce modèle, les plaques lithosphériques se forment au niveau des dorsales et sont détruites au niveau des zones de subduction. Les continents insubmersibles, s'écartent par suite de l'agrandissement du plancher océanique, l'idée de la **mobilité horizontale des continents est donc relancée**.

5- Le volcanisme intraplaque

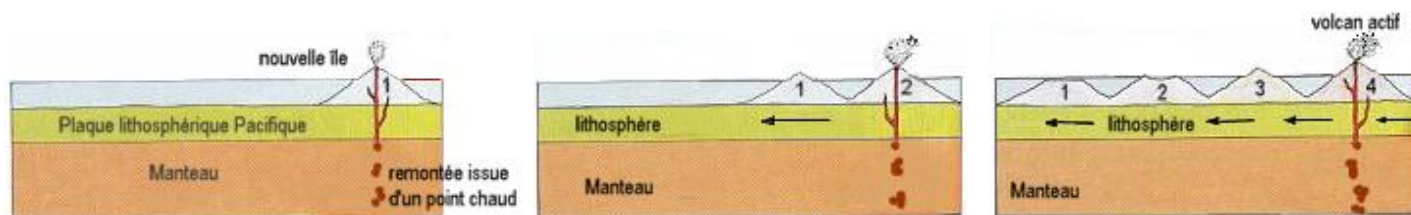
En 1965, Wilson interprète les **alignements d'îles volcaniques** (= archipels) observés dans le Pacifique, en faveur de la tectonique des plaques. En effet, ces îles volcaniques sont d'autant plus **âgées** qu'elles sont **éloignées de la dorsale** Est-Pacifique, et seul le volcan de l'île la plus **récente** est **actif**.

Ce **magmatisme** permet de supposer qu'il existe dans le **manteau profond**, un **point chaud** fixe à l'aplomb du **volcan actif**.



L'ORIGINE PROFONDE DES POINTS CHAUS
(in Structure et évolution du globe terrestre Paul Nougier)

Ainsi, tous les anciens volcans inactifs de l'archipel, auraient été à un moment de leur histoire, au dessus du point. Cette idée suppose donc un déplacement de la plaque Pacifique et confirme la théorie de l'expansion océanique: la plaque s'agrandit au niveau de la dorsale Est-Pacifique, comme le prévoit le modèle de Hess, et disparaît au niveau des zones de subduction à l'Ouest du Pacifique, vers lesquelles se dirigent les volcans éteints².

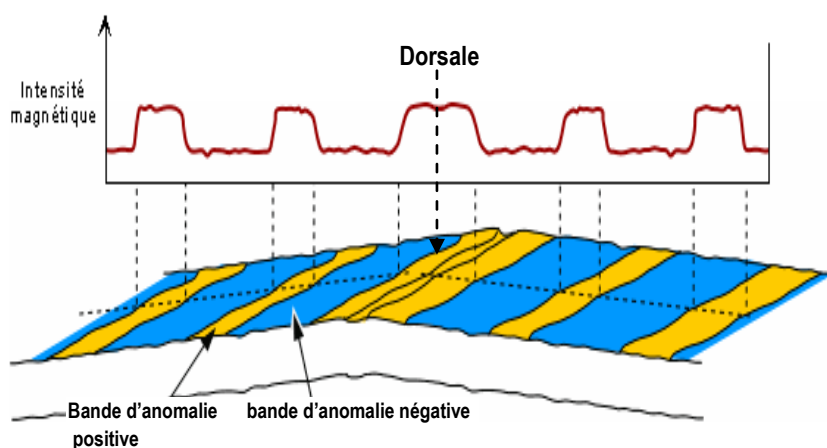


Doc.2 : INTERPRETATION DU VOLCANISME INTRAPLAQUE

Remarque : la plaque s'enfonçant au fur et à mesure de son éloignement à la dorsale, les volcans anciens les plus éloignés de la dorsale sont immergés (profondeur de la dorsale -2000 m, profondeur de la plaine abyssale - 4000 à -6000 m).

II- LE PALEOMAGNETISME VALIDE L'HYPOTHESE DE L'EXPANSION OCEANIQUE

Lors de leur refroidissement, les **roches magmatiques** enregistrent une partie du champ magnétique terrestre, de **même sens** et **même direction** que ce champ terrestre au moment de leur mise en place.



Au début du 20^{ème} siècle, l'étude du champ magnétique au niveau des coulées de lave d'âge varié, prouve que le sens du champ magnétique s'est régulièrement inversé. Un **calendrier des inversions magnétiques** répertoriant leur âge et leur durée, est alors établi.

Dans les années 50, la mesure du champ magnétique au dessus du plancher océanique, révèle l'existence de **bandes d'anomalies magnétiques** d'intensité soit supérieures -anomalies positives- soit inférieures -anomalies négatives- au champ actuel et **symétriques** par rapport à l'axe des dorsales. **(Voir p 115 à 117 pour plus de précisions)**

ANOMALIES MAGNETIQUES DU PLANCHER OCEANIQUE DE L'ATLANTIQUE NORD

En 1963, **Vine et Matthews** rapprochent ces anomalies magnétiques du calendrier des inversions magnétiques, ce qui leur permet d'affirmer que **l'âge du plancher croît en s'éloignant de part et d'autre de la dorsale**. L'hypothèse de **l'expansion des fonds océaniques** de part et d'autre de son axe se trouve ainsi **validée**. Cette idée permet en particulier de mesurer des vitesses d'expansion en fonction des âges des inversions magnétiques. Elles sont variables selon les dorsales et de l'ordre de **quelques centimètres par an**.

III- LA CONSTRUCTION D'UN MODELE GLOBAL : LA TECTONIQUE DES PLAQUES

Désormais, l'expansion océanique est bien argumentée. Un modèle à 6 plaques mobiles les unes par rapport aux autres est construit. Il sera précisé et renforcé lors des recherches futures (voir bilan 14).

1-La lithosphère est découpée en plaques mobiles

Cette lithosphère formée de la croûte et du manteau lithosphérique, aurait une épaisseur maximale de **200 Km** (100 Km maximum pour la lithosphère océanique). La **lithosphère** forme **les plaques** superficielles, **mobiles** sur l'asthénosphère sous-jacente. Ces plaques sont assez **peu déformables à l'exception de leurs frontières** où l'on rencontre souvent des **reliefs** marquants.

2- Les plaques sont en mouvement les unes par rapport aux autres au niveau de leurs frontières

En raison des mouvements qui affectent les plaques, C'est à leurs limites que se concentrent **séismes, volcanisme et relief** selon le cas. Quatre types de frontières de plaques sont ainsi mis en évidence.

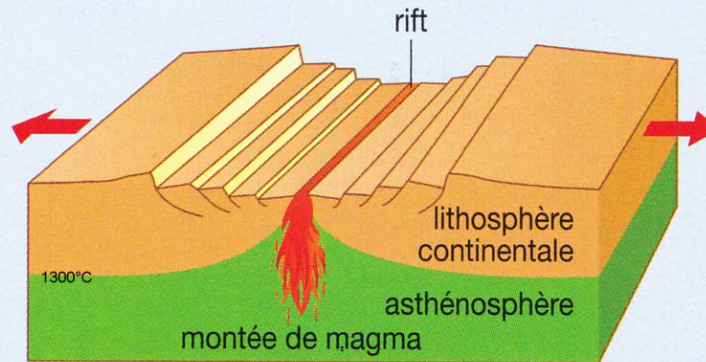
- Les dorsales** où se forment deux lithosphères océaniques qui **divergent** ensuite,
- Les zones de subduction** où elles finissent par disparaître, sont des frontières de **convergence** avec une autre lithosphère
- Les zones de collision**, où deux plaques continentales insubmersibles **convergent** en formant une chaîne de montagnes (Alpes, Himalaya)
- Certaines failles transformantes**² très longues (ex : faille de San Andrés entre la plaque Pacifique et la plaque Nord américaine) constituent une **frontière entre deux plaques** qui **coulissent l'une par rapport à l'autre**.

Remarque2 : Les dorsales sont recoupées par des failles transformantes qui présentent **une activité sismique permanente**. Elles sont interprétées comme le résultat du mouvement de rotation **des plaques lithosphériques rigides** sur la sphère terrestre.

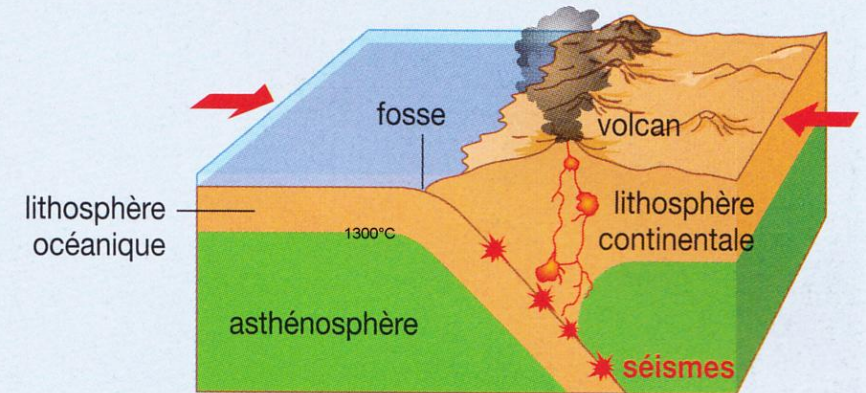
LE MODELE DE LA TECTONIQUE DES PLAQUES DECRIT LA DYNAMIQUE DE LA LITHOSPHERE

Le modèle de la tectonique des plaques, donne une idée globale du mouvement des continents dans un passé et dans un futur proches (au sens géologique du terme = quelques centaines de millions d'années, ce qui est peu au regard de l'âge élevé de la Terre, soit 4.6 milliards d'années). Wegener avait vu juste en ce qui concerne la fracturation de la Pangée et l'évolution des continents jusqu'à la configuration actuelle.

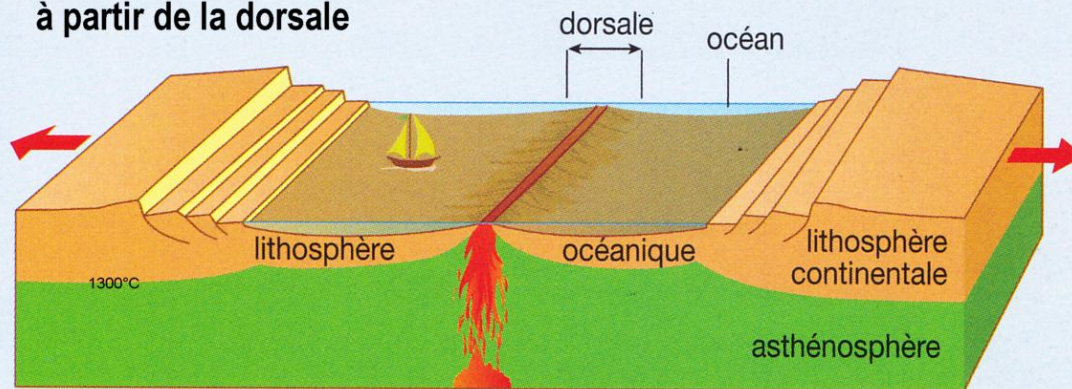
- 1** Une dorsale se forme en fracturant un continent en deux un océan apparaît



- 3** Les plaques se rapprochent et s'enfouissent au niveau des fosses océaniques



- 2** Les plaques océaniques naissent et s'agrandissent à partir de la dorsale



- 4** Les océans se ferment, les continents entrent en collision

