

III/ Les traces du passé géologique de la Terre.

Au fil de l'histoire de la Terre, les continents ont subi une histoire complexe : à certains moments, les masses continentales se sont fragmentées et se sont séparées par l'ouverture de nouveaux océans. Mais parfois, des masses continentales initialement séparées par des océans se sont rapprochées à cause de la disparition de ces derniers. Cette histoire complexe a laissé des traces géologiques, qui peuvent être étudiées, et nous permettent ainsi de reconstituer le passé mouvementé de la Terre...

A) Déchirures et sutures continentales.

1) Les zones de rifting : des zones de déchirure continentale.

a- Définition.

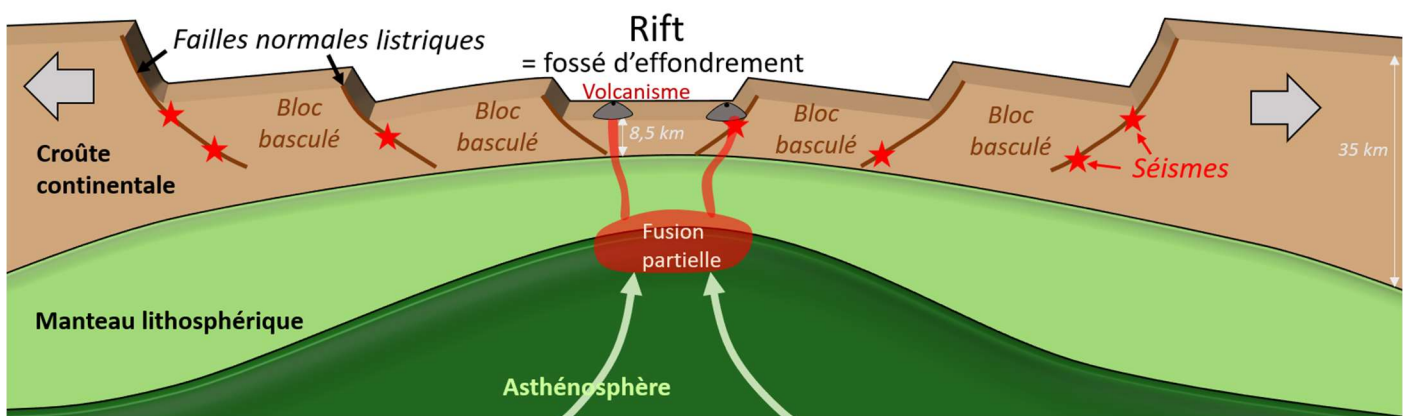
Les continents peuvent se **fragmenter** en plusieurs morceaux, qui seront ensuite séparés par des océans en expansion.

Une telle fragmentation (= phase de « **rifting** ») donne des structures particulières, les **rifts continentaux**, qui sont observables actuellement dans plusieurs endroits du globe, comme par exemple dans la région des **Afars** (Éthiopie - Somalie).

b- Caractéristiques.

Ces rifts continentaux présentent des **marqueurs caractéristiques** de la présence de **forces extensives** entraînant l'**étirement** et l'**amincissement** de la croûte continentale :

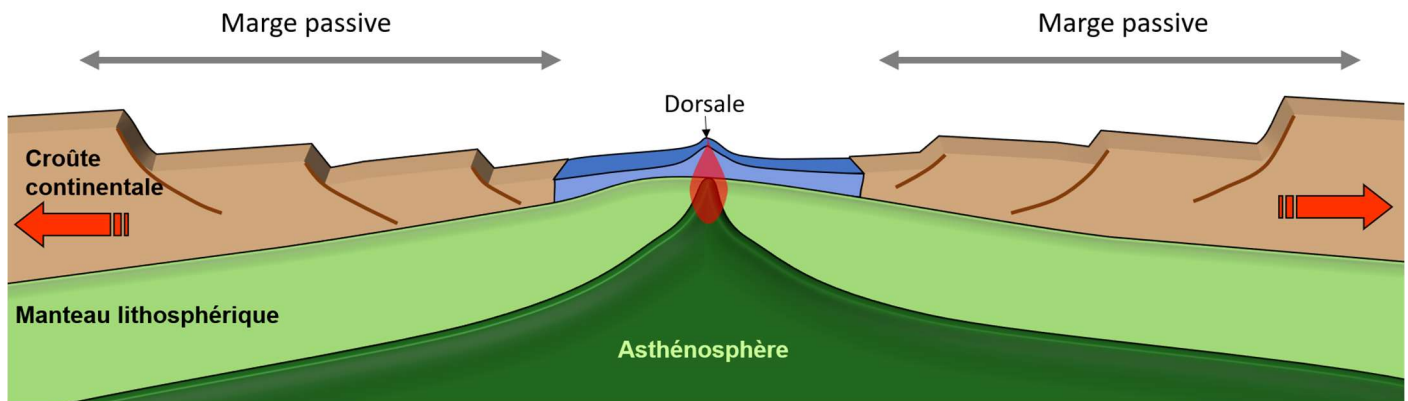
- Des **failles normales listriques** parallèles qui délimitent un **fossé d'effondrement** en « marches d'escaliers ». Ces failles s'incurvent à l'approche du manteau (on qualifie donc ces failles de « **listriques** ») et découpent la croûte en **blocs basculés** qui reçoivent les produits de l'érosion.
- Un **amincissement crustal** souligné par la remontée du moho (jusqu'à 8,5 km de la surface à Assal-Ghoubbet au lieu de 35 km).
- Un **magmatisme récent** de nature basaltique dans la zone axiale, lié à la remontée de l'asthénosphère qui entraîne la fusion partielle de la péridotite (par décompression). Ce magmatisme donne des alignements volcaniques.
- Des **séismes** fréquents de magnitude moyenne (~ 5) et peu profonds (~ 10 km).
- Des **évaporites**, roches issues de la précipitation chimique d'ions minéraux lors de l'évaporation des eaux de ruissellement (gypse, sel).



Structure d'une zone de rifting en coupe

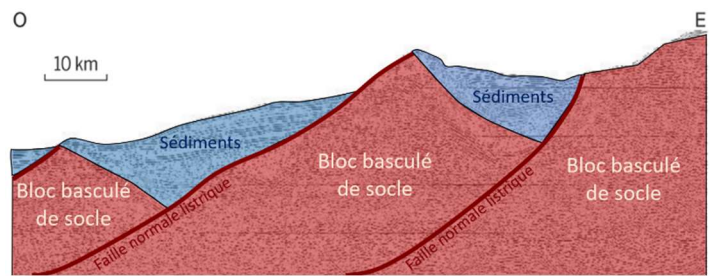
c- Conservation des marqueurs après l'océanisation.

Après la phase de rifting, une **dorsale** peut se mettre en place dans l'axe du rift. Il y a alors **océanisation**, c'est-à-dire création d'un nouvel océan. L'océan nouvellement créé va ainsi s'étendre par accrétion, éloignant les deux « épaulements » (= bords) du rift.



Expansion océanique et éloignement des marges

Les **marges passives** correspondent aux limites entre croûte océanique et croûte continentale qui ne correspondent pas à des limites de plaque. Ces marges passives sont en réalité d'**anciens épaulements de rifts**, et elles en ont conservé les caractéristiques, notamment la présence de blocs basculés séparés par des failles listriques.



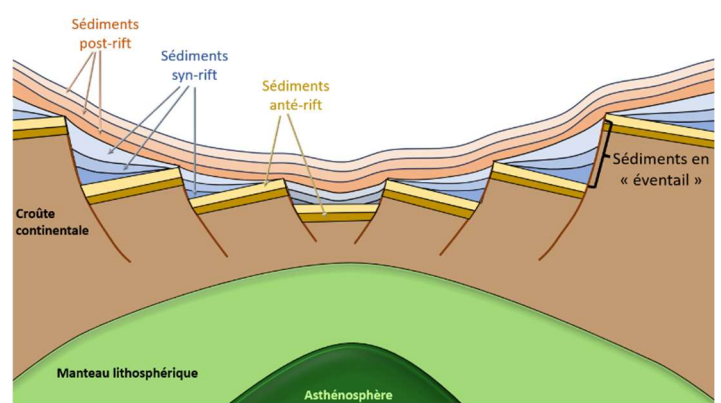
Profil sismique interprété de la marge armoricaine

d- Organisation sédimentaire et datation relative de la phase de rifting.

Au moment du rifting, le socle granitique continental se fragmente en plusieurs blocs, qui basculent les uns par rapport aux autres, en ménageant des **bassins sédimentaires**.

La série sédimentaire qui remplit les bassins s'organise ainsi :

- Certains sédiments se déposent en **strates régulières parallèles entre elles**, et sont **affectés par les failles normales**. Ce sont des sédiments qui se sont déposés **avant le rifting** : on les qualifie de sédiment « **anté-rift** ».
- D'autres sédiments sont plus épais d'un côté que de l'autre (**sédimentation en « éventail »**), ce qui indique qu'ils se sont déposés au creux des bassins au moment où le jeu des failles permettait le basculement des blocs. Ces sédiments, qui se déposent **au moment du rifting**, sont qualifiés de « **syn-rift** ».



Structure des sédiments sur une zone de rifting

-Et enfin, certains sédiments constituent des **strates fines** qui viennent napper toute la structure **sans être affectées par le jeu des failles**. Ces sédiments se sont déposés **après la phase de rifting**, on les qualifie donc de sédiments « **post-rift** ».

Ainsi, l'analyse de la géométrie des sédiments (p. ex. par sismique réflexion) au sein d'une marge passive permet de connaître la **chronologie** de l'ouverture océanique à cet endroit.

2) Les ceintures orogéniques : des zones de suture continentale.

a- Définition.

Parfois, deux continents peuvent se rapprocher à la faveur de mouvements tectoniques convergents, entraînant ainsi la disparition de l'océan qui les séparait par subduction. Lorsque ces continents se rejoignent, un des deux commence généralement par entrer en subduction sous l'autre. Mais la forte épaisseur et la faible densité de la croûte continentale font que la subduction se bloque rapidement, entraînant une **phase de collision**. La collision des deux masses continentales forme une **zone de suture** déformée (**épaississement** et **raccourcissement**) que l'on qualifie de **ceinture orogénique** (qui comprend un ensemble de **chaînes de montagnes**).

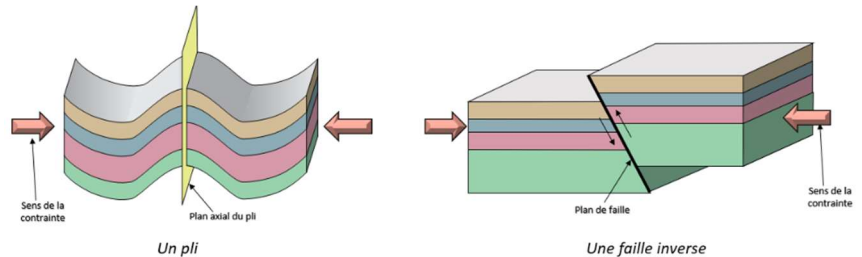


La ceinture orogénique alpine

b- Caractéristiques.

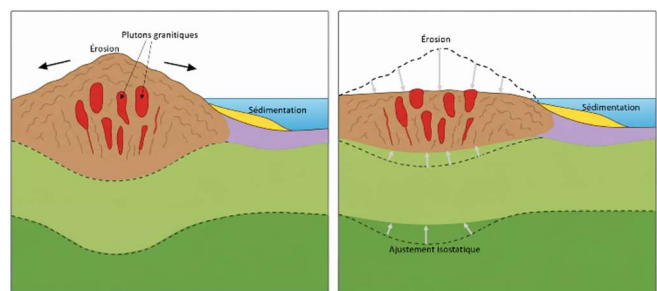
La formation des ceintures orogéniques (que l'on qualifie d'« **orogénèse** ») laisse des traces qui se conservent dans les continents pendant des temps très longs (jusqu'à plusieurs milliards d'années) :

-Les forces de compression entraînent la mise en place de **plis** et de **failles inverses**. Dans certains cas, des failles de grande ampleur permettent le **chevauchement** des unités géologiques les unes par-dessus les autres : on parle alors de **nappes de charriage**.



-L'épaississement important causé par la compression entraîne la **mise en profondeur** de certaines roches (au sein de la **racine crustale**). Cet enfoncement entraîne une **augmentation de pression**, qui peut être responsable de **métamorphisme** (avec notamment la transformation du granite en gneiss), voire d'une **fusion partielle** des roches, elle-même responsable de phénomènes magmatiques.

-La mise en place de **reliefs importants** est suivie d'une **érosion accrue**, elle-même responsable de la mise en place de **strates sédimentaires détritiques particulières** ainsi que de l'**exhumation de roches profondes en surface** : Les plutons granitiques et les roches métamorphiques mises en place lors de la collision seront alors exposés en surface.



Erosion et exhumation des roches profondes

c- La trace de ceintures orogéniques en France Métropolitaine.

En France, on trouve principalement des traces correspondant à la présence de **deux orogénèses** d'âges différents :

-L'**orogénèse alpine**, d'âge Cénozoïque (66 Ma jusqu'à l'actuel). Ses traces sont visibles surtout dans les massifs récents tels que les Alpes ou les Pyrénées.

-L'**orogénèse Hercynienne** (= Varisque), d'âge Paléozoïque (360 à 300 Ma). Ses traces sont notamment visibles dans les massifs anciens tels que le Massif Central, les Vosges, le Massif armoricain. Mais on trouve aussi des traces de cette orogénèse dans les Alpes et les Pyrénées...

3) Les cycles de Wilson.

Les **cycles de Wilson** sont un modèle scientifique qui décrit le déplacement des continents à la surface de la Terre au cours des temps géologiques.

Ce modèle suppose une **cyclicité**, avec toujours les mêmes étapes qui se répètent dans le temps :

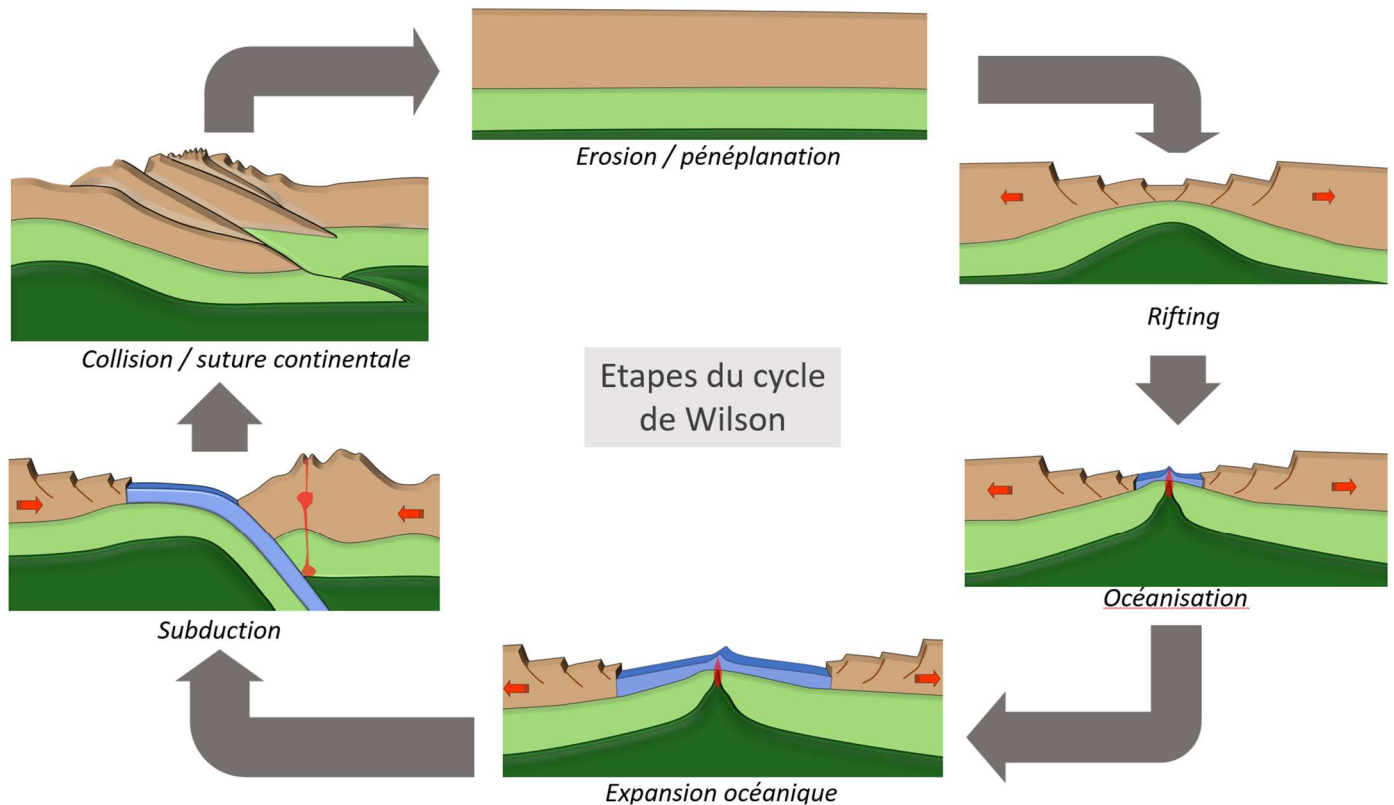
-Phase de **subduction** de la lithosphère océanique qui sépare les continents.

-Phase de **collision** entre les blocs continentaux. Il se forme une chaîne de montagnes au niveau de la zone de suture entre blocs.

-Arrêt de la compression : la chaîne subit une intense **érosion (pénéplanation)**

-**Extension** et **fragmentation** du bloc continental, ce qui conduit à l'ouverture d'un domaine océanique.

Etc.



Ces **cycles orogéniques** (dits « **cycles de Wilson** ») seraient liés à des **mouvements convectifs** dans le manteau. C'est ainsi que la Terre a connu divers épisodes orogéniques : orogénèse Icartienne, Calédonienne (ou Cadomienne), Hercynienne (Varisque), Alpine...

Durant ces différents cycles, les plaques lithosphériques ont été parfois fragmentées et dispersées à la surface du globe (c'est le cas actuellement), ou parfois regroupées en un unique « **supercontinent** », comme durant la période comprise entre 300 et 200 Ma (début du Permien => fin du Trias) où les continents étaient réunis dans « la **Pangée** ».