

# THÈME : À LA RECHERCHE DU PASSÉ GÉOLOGIQUE DE NOTRE PLANÈTE

## Chapitre : Les traces du passé mouvementé de la Terre

La tectonique des plaques, telle qu'on la connaît aujourd'hui, a probablement débuté il y a 2,1 Ga. Depuis, les plaques se fragmentent, divergent, entrent en collision, laissant à chaque fois des indices qui faut savoir décrypter pour reconstituer des géographies successives à différentes époques.

**Problématique** : Comment les géologues ont-ils pu reconstituer le passé mouvementé de la Terre à partir de l'étude des roches "continentales" ?

### I. Les continents, mémoire du passé mouvementé de la Terre

#### A) Des domaines continentaux d'âges variés

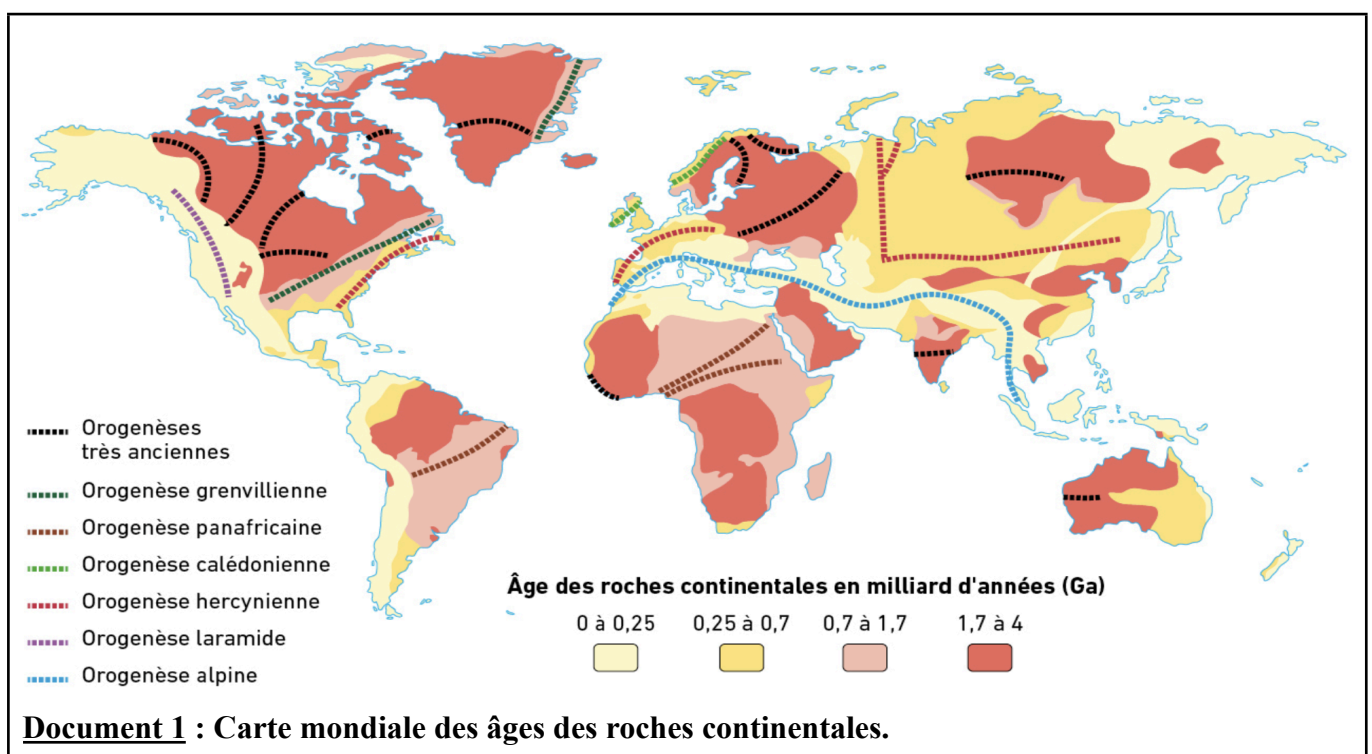
Alors que l'âge de la lithosphère océanique ne dépasse pas 200 Ma, les roches affleurant à la surface des continents présentent des âges variés pouvant atteindre plus de 4 milliards d'années (Ga). Leur âge, 4,28 Ga, approche celui de la Terre (4,55 Ga). Ces âges considérables s'expliquent par la faible densité de la lithosphère continentale, qui demeure principalement en surface malgré les nombreuses déformations qu'elle subit.

#### B) La recherche des ceintures orogéniques

L'orogénèse est la formation de chaînes de montagnes résultant de la convergence de plaques lithosphériques (collision entre deux masses continentales).

Les chaînes de montagnes formées au cours d'une même orogénèse dessinent un alignement appelé ceinture orogénique. Par exemple, la ceinture alpine comprend les Alpes, mais aussi l'Atlas, les Balkans, le Caucase et l'Himalaya.

Les ceintures orogéniques récentes, comme la ceinture alpine, sont facilement visibles en surface par leurs reliefs très marqués. Mais il est possible de reconstituer les ceintures orogéniques anciennes, malgré l'érosion de leurs reliefs, grâce à certains indices géologiques : présence en surface de roches métamorphiques issues des déformations liées aux forces de compression en contexte de convergence, de roches magmatiques mises en place dans les profondeurs de la chaîne de montagnes, puis exhumées par l'érosion, présence de failles inverses, de chevauchements.



À l'échelle mondiale, la reconstitution des ceintures orogéniques anciennes permet d'établir une chronologie des cycles orogéniques subis par les continents depuis plusieurs milliards d'années. Un cycle orogénique correspond à l'ensemble des mécanismes de formation, puis de disparition d'une chaîne de montagnes (érosion).

En France, les deux principaux cycle orogénique repérables sur la carte géologique sont cycle alpin (ère Cénozoïque) visible dans les Alpes et les Pyrénées et cycle hercynien ou varisque (fin de l'ère Paléozoïque) surtout visible dans le Massif central, le Massif armoricain et les Vosges.

**Bilan : La surface des continents révèle des roches d'âges variés couvrant pratiquement les 4,55 milliards d'années de l'histoire de la Terre. On peut y déceler les traces de chaînes de montagnes parfois très anciennes formées par la convergence des plaques lithosphériques. On peut ainsi reconstituer des ceintures orogéniques, formées lors de cycles orogéniques successifs.**

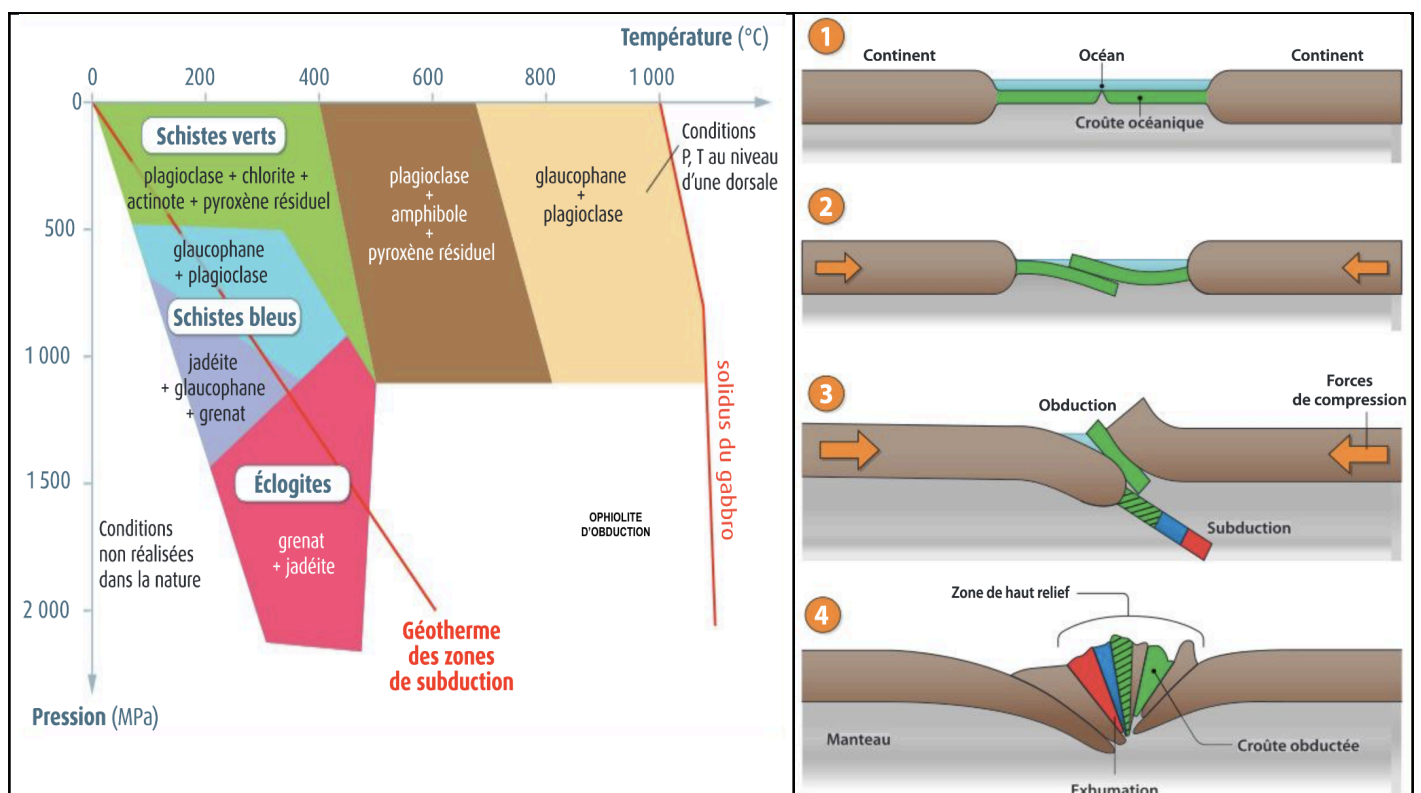
## II. La recherche des océans disparus

### A) Les ophiolites, des vestiges océaniques au coeur des continents

Les ophiolites sont des fragments de la lithosphère océanique observables à la surface d'un continent.

Elles forment en général des assemblages ordonnés de roches lithosphériques : à la base, se trouvent des péridotites du manteau. Elles sont surmontées par des gabbros, puis des basaltes, présentant au sommet un aspect de laves en coussins comparable aux pillow-lavas visibles dans l'axe des dorsales océaniques. Ce complexe rocheux peut être surmonté de sédiments océaniques. Souvent, comme dans le massif Alpin du Chenaillet, les roches des ophiolites présentent un métamorphisme BT/BP lié à l'hydrothermalisme de dorsale (refroidissement et hydratation). Ainsi, les péridotites sont serpentinisées (présence d'un minéral typique, la serpentine) et les gabbros présentent un faciès amphibolites (présence de l'amphibole hornblende) ou un faciès schistes verts (présence de chlorite et actinote). Les ophiolites sont donc interprétées comme des fragments d'un ancien océan, aujourd'hui refermé. Ces morceaux de lithosphère océanique ont été « coincés » entre les deux continents en convergence. Elles forment donc une zone de suture entre les blocs continentaux, véritable cicatrice témoignant de la collision de deux plaques lithosphériques.

### B) Le passé tumultueux des ophiolites



**Document 2 : Diagramme P/T et schéma de la mise en place des ophiolites.**

Certaines ophiolites, comme celles de Bou Azzer au Maroc, sont les restes d'une lithosphère océanique qui a été charriée sur la lithosphère continentale avant la collision, échappant ainsi à la subduction : on parle alors d'obduction.

Dans d'autres cas, comme pour les ophiolites du Mont Viso dans les Alpes, des fragments de lithosphère océanique ayant subi la subduction ont pu être exhumés lors de la collision continentale. Dans ce cas, les roches du complexe ophiolitique ont subi lors de la subduction une forte augmentation de pression ainsi qu'une faible augmentation de température. Dans les métagabbros se sont alors formés des minéraux caractéristiques du faciès schistes bleus (glaucophane) ou écolites (grenat).

**Bilan : Les ophiolites sont des fragments de lithosphère océanique se trouvant à la surface des continents. Elles sont formées de péridotites, gabbros et basaltes. Ces restes de domaines océaniques disparus ont été amenés en altitude par la fermeture de l'océan. Suite à la collision des blocs continentaux, ils occupent une position de suture au sein des chaînes de montagnes. Les ophiolites ont pu subir un charriage sur le continent par obduction, ou un enfoncement dans l'asthénosphère par subduction, avant d'être exhumées lors de la collision continentale.**

### III. Fragmentation des continents et océanisation

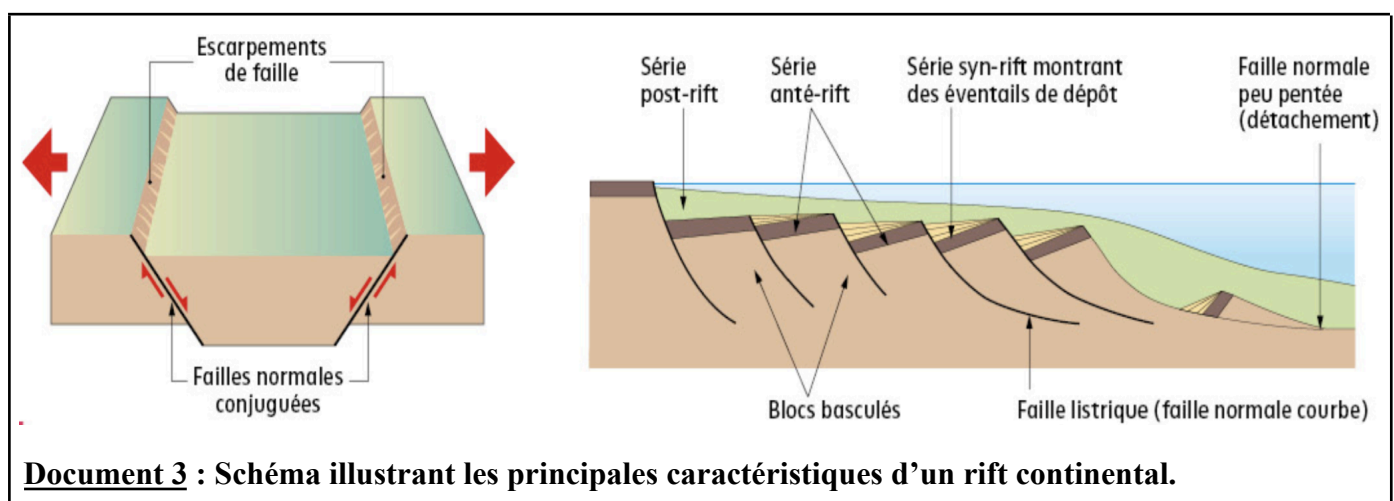
#### A) Les rifts continentaux, lieu de la fragmentation continentale

La partie axiale d'un rift continental est structurée par de nombreuses failles normales parallèles qui délimitent un fossé d'effondrement en marches d'escalier. Cela révèle une tectonique en distension, provoquant l'étirement et l'amincissement de la lithosphère continentale.

L'amincissement de la lithosphère s'accompagne d'une remontée de l'asthénosphère à l'origine d'un soulèvement des bords du rift et du magmatisme qui marque sa zone axiale. Le magma remonte le long des failles et provoque un volcanisme effusif en surface, avec des coulées basaltiques. De nombreux séismes superficiels sont la conséquence à la fois des mouvements le long des failles normales et de la déformation des chambres magmatiques.

#### B) Du rift au domaine océanique

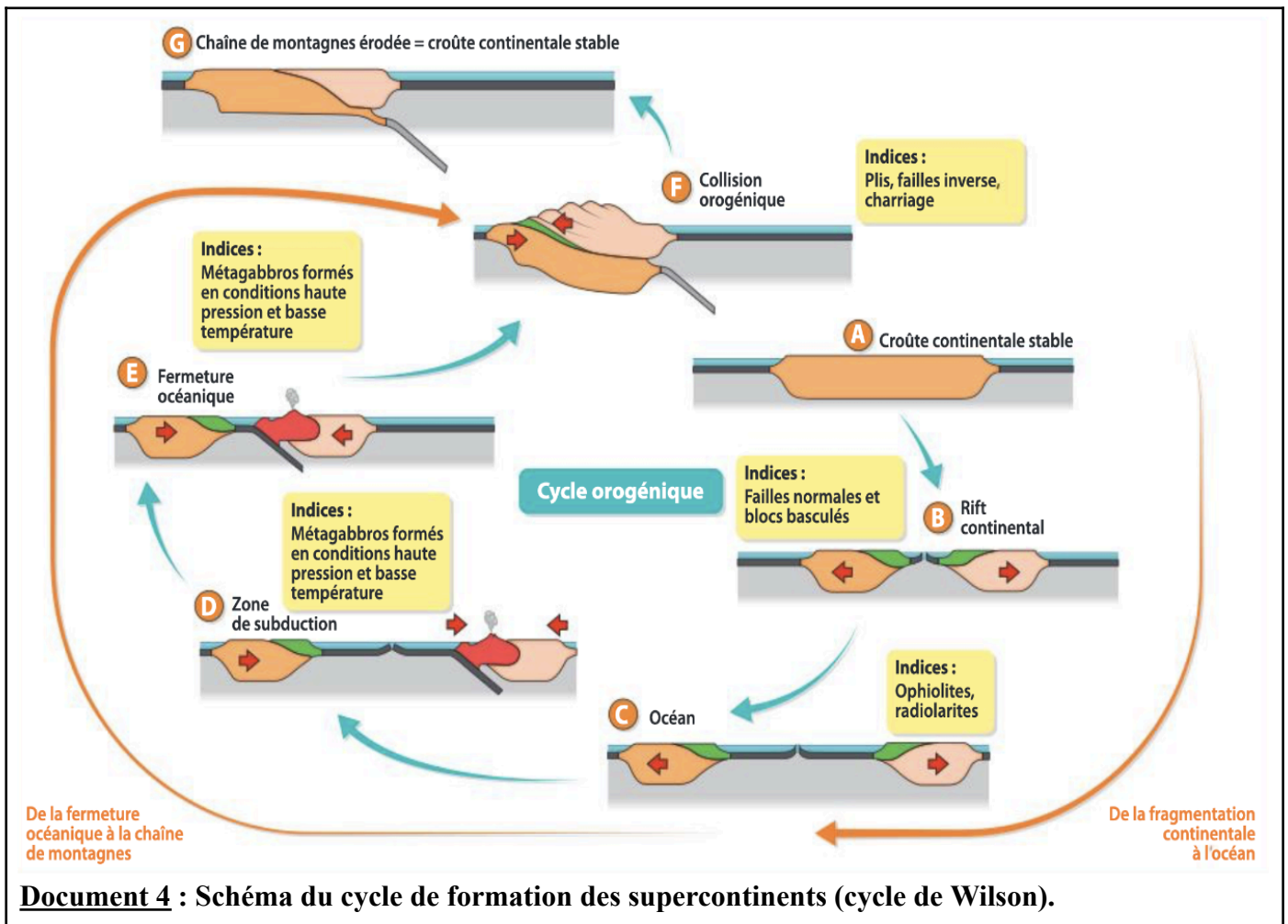
Si l'étirement et l'amincissement de la croûte continentale se poursuivent, celle-ci finit par se rompre. Dans la déchirure se forme alors une nouvelle dorsale. Le nouveau plancher océanique en expansion éloigne peu à peu les deux moitiés de l'ancien rift continental. Chaque demi-rift continental constitue alors une zone de transition entre domaine océanique et domaine continental au sein d'une même plaque lithosphérique. Devenues presque inactives du point de vue sismique et magmatique, ces marges continentales sont qualifiées de marges passives. On y retrouve des sédiments syn-rifts, contemporains de la formation du rift continental (sédiments continentaux, évaporites), piégés dans les bassins liés à l'effondrement des blocs, et des sédiments post-rifts caractéristiques des fonds océaniques venant recouvrir l'ensemble.



**Document 3 : Schéma illustrant les principales caractéristiques d'un rift continental.**

### C) Des cycles de supercontinents

On a pu ainsi montrer l'alternance, au cours de l'histoire de la Terre, de phases de réunion des blocs continentaux et de phases de fragmentation des continents. Lors d'une phase de réunion, la subduction provoque la fermeture de certains océans, le rapprochement des masses continentales, puis leur collision à l'origine d'une nouvelle orogénèse. Les phases de réunion des blocs continentaux peuvent aboutir à la formation d'un supercontinent unique regroupant l'ensemble des masses continentales, comme la Pangée.



Ainsi, les déplacements des continents sont une conséquence directe de la dynamique des plaques lithosphériques. À partir des reconstitutions paléogéographiques, le géologue John Tuzo Wilson a proposé un modèle d'évolution cyclique du visage de la Terre, alternant des phases de regroupement des masses continentales en un supercontinent et des phases de dislocation de ce supercontinent. L'origine de ces cycles serait à rechercher dans les mouvements convectifs affectant le manteau terrestre. Les données dont disposent les scientifiques pour ces périodes anciennes étant très partielles, le mécanisme de ces cycles et leur périodicité sont encore l'objet de recherches scientifiques.

**Bilan : Les rifts continentaux sont le stade initial de la fragmentation des masses continentales par étirement et amincissement de la lithosphère dans un contexte de dynamique en distension. Ils sont le siège d'une importante sédimentation. Suite à cette fragmentation continentale peut se mettre en place un nouveau domaine océanique. Les marges passives bordant un océan sont les vestiges de l'ancien rift continental. Elles portent des marques de distension : failles normales et blocs basculés. La reconstitution de la géographie des continents au cours des temps géologiques, ou paléogéographie, montre l'alternance de périodes de réunion, puis de fragmentation des continents. Lors des phases de réunion, les masses continentales se rapprochent les unes des autres au cours de la fermeture des domaines océaniques, puis entrent en collision orogénique, formant de nouvelles chaînes de montagnes. Lors des phases de fragmentation des masses continentales, la tectonique en distension forme des rifts conduisant à la mise en place de nouvelles dorsales océaniques au niveau desquelles se produit l'accrétion de lithosphère océanique. Ces phénomènes résultent de la dynamique de la lithosphère par convergence (phases de réunion) ou divergence (phases de fragmentation).**

**Schéma bilan :**

