

Chapitre C2 – Les traces du passé mouvementé de la Terre

Mobilité des plaques lithosphériques : divergence, subduction...

Actuellement, des méthodes permettent de les visualiser, mesurer (GPS, points chauds...).

Mais pour connaître les mouvements lithosphériques passés, il faut être capable de repérer les traces laissées par ces événements géologiques, de l'échelle de la roche à celle du paysage ou de continents entiers.

Problématique : comment une structure géologique, quelles que soient ses dimensions, témoigne d'une histoire ?

I- Le visage changeant de la Terre au cours du temps : les cycles orogéniques

1) La recherche des mouvements passés, dans les domaines continentaux

Contrairement aux roches de la lithosphère océanique, âgées au maximum de 200 Ma, les roches des domaines continentaux peuvent être bien plus anciennes, certaines âgées de 4 milliards d'années.

De plus, les continents associent des domaines d'âges différents.

L'orogénèse est la formation de chaînes de montagnes résultant de la convergence de plaques lithosphériques. Certaines comme la cordillère des Andes résultent de déformations continentales au niveau d'une zone de subduction océanique, mais la majorité des chaînes de montagnes se forment lors de la collision entre deux masses continentales.

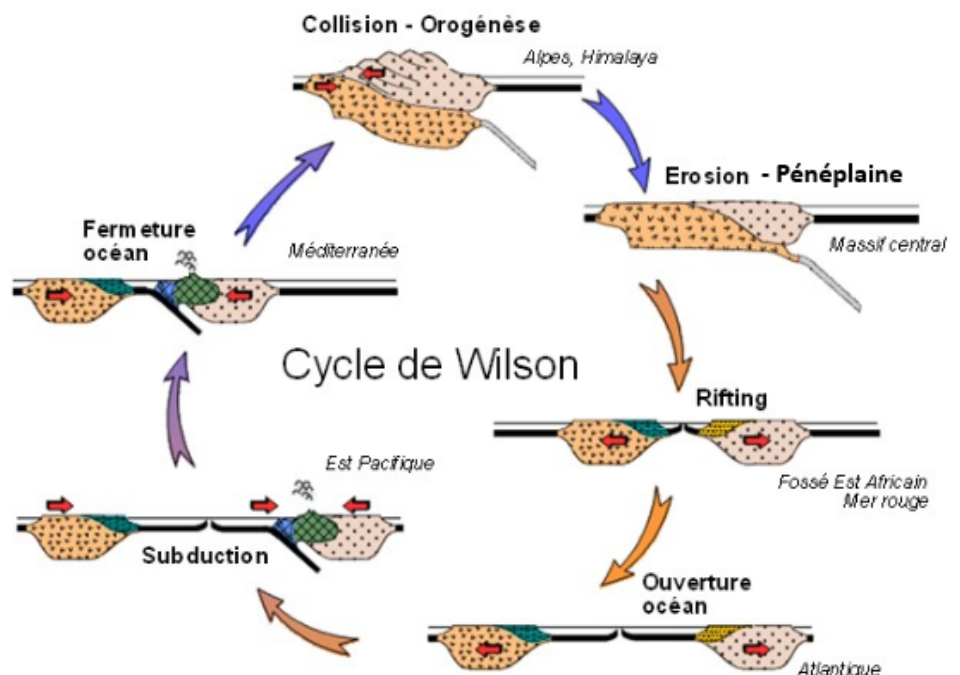
Les chaînes de montagnes formées au cours d'une même orogénèse dessinent un alignement appelé **ceinture orogénique**. Certaines d'entre elles, comme la chaîne alpine, sont facilement visibles en surface grâce à leurs reliefs marqués, mais il est aussi possible de reconstituer les anciennes ceintures orogéniques, issues de **cycles orogéniques** successifs en recherchant des indices géologiques.

Un cycle orogénique correspond à l'ensemble des mécanismes de formation puis de disparition (érosion) d'une chaîne de montagnes.

Ainsi, une ceinture orogénique cartographie l'ensemble des traces correspondant à un cycle orogénique d'âge et de contexte donnés.

2) Paléogéographie et déplacement des masses continentales

La **paléogéographie** a pour objectif la reconstitution des différentes géographies qui se sont succédé dans le passé de la Terre. Elle permet de produire des cartes représentant la position des masses continentales et des **ceintures orogéniques** à différentes époques géologiques. La dynamique de la lithosphère détermine ainsi différentes périodes paléogéographiques, avec des périodes de réunion de blocs continentaux, liées à des collisions orogéniques, et des périodes de fragmentation conduisant à la mise en place de nouvelles dorsales.



A 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 supercontinent, et des phases de dislocation de ce supercontinent : on parle de **cycle de Wilson**.

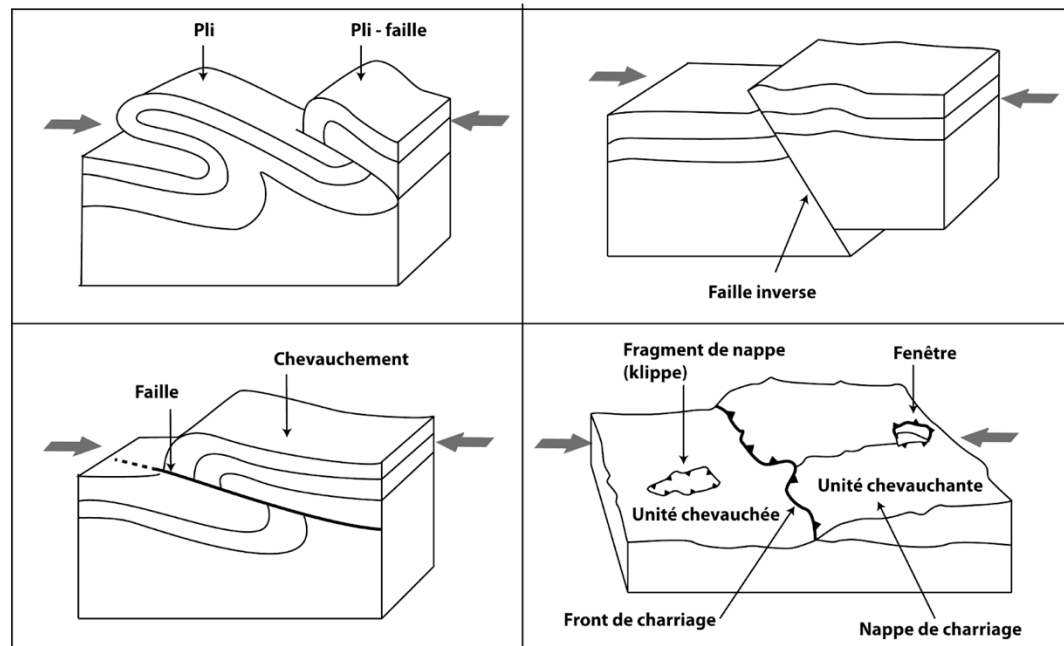
L'origine ou le moteur de ces cycles serait à rechercher dans les mouvements convectifs affectant le manteau terrestre.

II- Les indices de collision

L'exploration des chaînes de montagnes actuelles ou passées, montre des indices permettant de reconstituer l'histoire géologique de la région ; il s'agit de marqueurs tectoniques et sédimentaires.

1) Des indices tectoniques

Ce sont les **déformations géologiques majeures** accompagnant le raccourcissement et l'épaississement des terrains par empilement de roches, liés aux forces de compression. Ces déformations sont des plis, des failles inverses et des plis-failles, des nappes de charriages (ou chevauchements) ; ces dernières correspondent à des ensembles géologiques (couches) qui ont été déplacés ; elles sont repérables lorsqu'elles se retrouvent superposées à des terrains plus récents.



2) Des indices pétrographiques

Dans ces empilements, on retrouve des **roches métamorphiques** issues de la transformation à l'état solide de roches préexistantes. Ces transformations sans modification de la composition chimique s'expliquent par l'instabilité des minéraux amenés à des profondeurs importantes lors de leur enfouissement. En effet, dans une roche, les associations de minéraux sont stables dans un domaine précis de pression et de température, et donc de profondeur. Lorsque les conditions P/T changent, la roche subit des transformations minéralogiques. Elles ont ensuite été exhumées par l'érosion.

Ainsi, les roches métamorphiques issues de roches continentales, présentent la composition chimique du granite (**gneiss**) ou des sédiments de la croûte (**micaschistes**) mais présentent une minéralogie et/ou structure modifiée. Dans le cas d'un enfouissement important, les conditions de pression et de température peuvent devenir compatibles avec la fusion partielle du matériel initial (granite). C'est l'anatexie. Cet événement conduira à l'apparition de roches appelées **migmatites** (gneiss avec des lentilles granitiques) et si la fusion est totale, à du **granite d'anatexie**.

Certaines roches océaniques peuvent aussi présenter des traces de **rétramétamorphisme**, témoins de la remontée au niveau de la zone de suture, de ce matériel précédemment enfoui.

III- Les traces d'un ancien domaine océanique.

On peut retrouver dans les chaînes de montagnes actuelles et les massifs anciens, des indices soulignant la présence d'un ancien domaine océanique ; il s'agit de marqueurs tectoniques, sédimentaires, et de vestiges de la lithosphère océanique.

1) Les ophiolites, vestiges d'une ancienne lithosphère océanique.

On retrouve des fragments d'un domaine océanique ancien : **les ophiolites**, qui sont constituées de la superposition (plus ou moins complète) des différentes roches, par ailleurs constitutives de la lithosphère océanique :

- Radiolarites (sédiments océaniques),
- Basaltes (en coussins et en filons),
- Gabbros
- Péridotites

Ces roches présentent un métamorphisme et des anomalies d'épaisseur s'expliquant par la succession d'événements à l'origine leur présence en domaine continental. En effet, les ophiolites sont situées au cœur des chaînes de montagnes, à la frontière des deux plaques lithosphériques ; leur émergence résulte de phénomènes d'obduction ou de subduction, suivis d'une exhumation.

Cette formation suggère que la formation d'une chaîne de montagne est associée à la fermeture d'un domaine océanique dans un contexte de convergence entre deux plaques lithosphériques.

2) Les marques de la fragmentation continentale et de l'ouverture océanique

Il s'agit des **reliques d'anciennes marges continentales passives**, constituées de **blocs basculés** séparés par des **failles normales = failles listriques** (deca kilométriques, légèrement incurvées vers le haut ; leur pendage devient moins fort en profondeur).

Ces blocs se sont formés dans un contexte de divergence (responsable de la mise en place des failles normales), par fracturation continentale (= rifting continental) qui a précédé l'ouverture d'un domaine océanique.

Ces blocs basculés ont ensuite été recouverts des sédiments marins :

- Les **sédiments pré-rift** (ou anté-rift), déposés avant la phase de rifting, en contexte tectonique calme. Ils sont solidaires de leur socle.
- Les **sédiments syn-rift**, déposés pendant la phase de rifting (mais avant l'océanisation). Les failles normales listriques provoquant une rotation des blocs, les dépôts sédimentaires sont en éventail.).
- Les **sédiments post-rift**, déposés après la phase de rift, pendant l'ouverture océanique proprement dite, sont en couches parallèles horizontales.

La subsidence peut conduire à des épaisseurs de sédiments très importantes (jusqu'à 10 km).

Au même titre que les blocs basculés ou les failles normales observés dans les chaînes de montagne, la présence au sein des mêmes ensembles, de sédiments carbonatés et détritiques typiquement océaniques présentant de plus des épaisseurs hétérogènes (résultant de leur dépôt au sein des marges passives) confirme l'histoire océanique de ces zones.

3) Les témoins d'une ancienne subduction : les roches métamorphiques.

- Certaines sont issues de la transformation de roches océaniques et témoignent d'une subduction océanique. Il s'agit par exemple des **métagabbros**, issus du métamorphisme d'anciens gabbros, présents dans la lithosphère océanique.

Du fait des modifications des conditions de P/T lors de la subduction entraînant l'instabilité des minéraux, ces roches présentent des **minéraux néoformés en auréoles** et des **reliques** témoignant des conditions rencontrées par les roches au cours de la subduction de la lithosphère océanique.

On trouve ainsi, lors d'une augmentation de pression :

- des métagabbros à **hornblende** (dans le faciès amphibolitique)
- des métagabbros à **chlorite et actinote** (dans le faciès schiste vert),
- des métagabbros à **glaucophane** (faciès schiste bleu)
- des métagabbros à **grenat et jadéite** = ou **éclogites** (faciès éclogitique)

Donc trouver ces minéraux dans les roches revient à prouver que ces roches ont été amenées dans des conditions de P/T compatibles avec la formation de ces minéraux : on parle de **minéraux repère**.

- On observe également des indices montrant que lors de la collision une partie des matériaux continentaux subductent. Ces traces d'une **subduction continentale** sont la présence de roches contenant de la **coésite**, quartz qui a été porté à des conditions de Ultra Haute Pression (seulement compatibles avec enfouissement profond de croûte continentale).