TP 8 Datation relative et fossiles stratigraphiques

Les fossiles stratigraphiques sont des fossiles ayant évolué rapidement au cours du temps, donc présents sur une courte période géologique, mais très abondants et très largement répartis à l'échelle géographique. C'est le cas des Ammonites, des Trilobites ou de certains Foraminifères (cf TP13), chacun de ces groupes étant caractéristique d'une période géologique particulière.
La présence de fossiles stratigraphiques dans des roches permet ainsi de dater indirectement la roche qui les contient : c'est le **principe d'identité paléontologique**. De plus, la présence d'associations de fossiles stratigraphiques identiques dans deux formations géologiques différentes permet d'établir des corrélations temporelles entre ces formations ; c'est le **principe de corrélation**. Ainsi, selon ce principe, deux couches géologiques renfermant la même association de fossiles stratigraphiques sont considérées comme étant de même âge.
Dans certaines situations, les conditions d'utilisation de ces méthodes sont complexes, voire impossibles.

B. L'établissement d'une échelle stratigraphique

Les coupures dans le temps sont établies sur des critères paléontologiques : apparition ou disparition de groupes fossiles. Ces changements ont été utilisés pour définir des limites entre les différentes périodes géologiques. Selon l'importance des changements, les limites séparent des périodes plus ou moins longues (ères, étages ...).
La prise en compte de données biologiques (fossiles) et pétrographiques (nature des roches) à l'échelle mondiale a permis d'établir une échelle stratigraphique mondiale qui est réexaminée régulièrement afin de tenir compte de nouvelles données.

C. La chronologie absolue

TP 9 Radiochronologie

L'âge de la croûte continentale est déterminé par radiochronologie. On parle aussi de datation absolue

Cette méthode est fondée sur la décroissance radioactive naturelle de certains éléments chimiques présents dans les minéraux qui constituent les roches.

Un élément radioactif (appelé élément père) se désintègre spontanément de façon continue, irréversible et régulière et donne naissance à un autre élément (appelé élément fils).

Dans les cristaux d'une roche ou les molécules d'un être vivant, il existe des éléments radioactifs naturels. Or, lorsqu'un cristal se forme à partir d'un magma, on considère que ce cristal constitue un système fermé car il n'existe plus d'échanges de matière entre ce cristal et son environnement (cela se produit également à la mort d'un individu, ses cellules n'effectuant plus d'échanges avec leur environnement).

En effet, chaque élément radioactif se caractérise par une demi-vie ou période radioactive, correspondant au temps nécessaire pour que 50 % des éléments contenus dans un « système » se soient désintégrés. La teneur en éléments radioactifs dans un cristal diminue donc progressivement à une vitesse propre à chaque élément radioactif. Ainsi, en déterminant les quantités de l'élément père radioactif et/ou de l'élément fils radiogénique dans un minéral il est possible d'en déduire l'âge de formation de ce minéral, donc de cristallisation du magma. Cette méthode s'applique aux roches magmatiques et métamorphiques, à l'échelle du minéral ou de la roche entière.
Les différents couples « éléments pères radioactifs – éléments fils radiogéniques » constituent différents radio chronomètres dont les périodes radioactives sont différentes. Pour les roches magmatiques ou métamorphiques, les principaux chronomètres isotopiques sont « potassium/argon » (K/Ar) et « rubidium/strontium » (Rb/Sr). Le choix d'un radio chronomètre dépend essentiellement de l'âge supposé de l'objet à dater. La datation au carbone 14 se limite aux 50000 dernières années alors que la datation avec les méthodes K/Ar et Rb/Sr permettent de dater des roches de plusieurs milliards d'années.

En datant la croute continentale en différents points du globe, on obtient des âges très divers qui peuvent atteindre 4 milliards d'années.

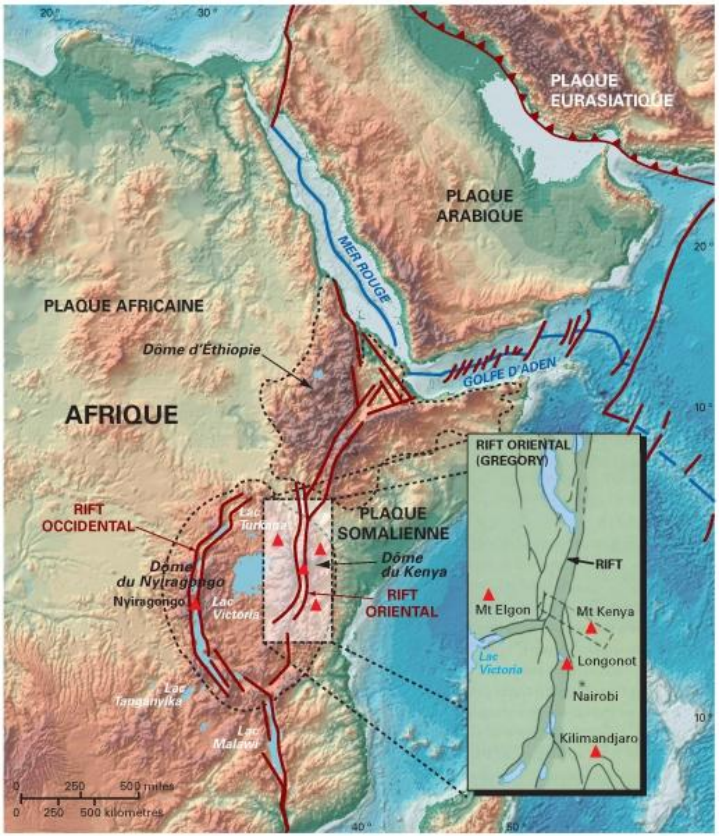
En comparaison, l'âge de la croute océanique n'excède pas 200 millions d'années

III. A la recherche de marqueurs de cycles orogéniques passés

En France métropolitaine, les datations absolues ont permis de révéler la présence de roches contemporaines de 3 cycles orogéniques passés :
– le cycle cadomien (-670 à -540 MA), visible essentiellement dans le Massif Armoricain
– le cycle varisque ou hercynien (-450 à -280 MA), visible en particulier dans le Massif Armoricain et dans le Massif Central
– le cycle alpin (-100 à actuel), visible en particulier dans les Alpes
Certaines de ces roches sont considérées comme des reliquats des cycles orogéniques passés car elles sont des témoins de quelques étapes d'un cycle orogénique (formation puis fermeture d'un domaine océanique, formation de la chaîne de collision, puis disparition de cette chaîne).

A. Les traces d'une fragmentation continentale et de l'ouverture océanique

Le début d'un cycle orogénique se caractérise par la fragmentation d'un continent qui résulte de mouvements de divergence comme le montre aujourd'hui la zone du Rift Est-africain. Cette formation géologique est appelée **rift continental** et se caractérise par la présence de **failles normales** qui limitent des **blocs basculés** (blocs de croûte continentale), ces structures se mettant en place avant la formation d'un éventuel océan.



Voir livre pages 136-137

a. Identifier les caractéristiques géographiques, sédimentaires et tectoniques des marges passives (documents 1, 2 et3).

b. Identifier les marqueurs d'une distension ou fracturation continentale dans le rift africain, puis expliquer leur origine (documents 4 et 5).

c. A l'aide de quelques schémas, reconstituer les premiers stades de la naissance d'un océan.

a) Identifier les caractéristiques géographiques, sédimentaires et tectoniques des marges passives (documents 1, 2 et3).

Caractéristiques géographiques (doc 1) : les marges passives sont localisées sur les bordures continentales (à la limite entre continents et océans) de la majorité de l'océan Atlantique (exception : Antilles) et sur la côte occidentale de l'Afrique.

Caractéristiques sédimentaires (doc 2 et 3) : les marges passives sont des zones marquées par des dépôts sédimentaires importants : certains sont situés uniquement entre les blocs basculés (exemple des dépôts du Vanginien-Aptien – doc 3) ; d'autres dépôts, plus récents, sont essentiellement mis en place sur les blocs basculés (exemple des dépôts de l'AptienPléistocène – doc 3) et recouvrent donc les dépôts précédents.

Caractéristiques tectoniques (doc 2 et 3) : les marges continentales sont marquées par la présence de nombreuses failles normales qui recoupent le domaine continental et délimitent de nombreux blocs basculés.

b) Identifier les marqueurs d'une distension ou fracturation continentale dans le rift africain, puis expliquer leur origine (documents 4 et 5).

L'étude du paysage du **document 4** (Rift africain - Afars) permet de **repérer de nombreuses failles normales qui limitent des blocs de la croûte continental**e qui forment des gradins. Nous savons par ailleurs que ce type de déformations est caractéristique d'un domaine de divergence. Nous pouvons donc en déduire qu'il existe un contexte de divergence au sein du continent est-africain. Nous pouvons donc en déduire que cette région africaine est marquée par une distension continentale repérable par des mouvements distensifs.

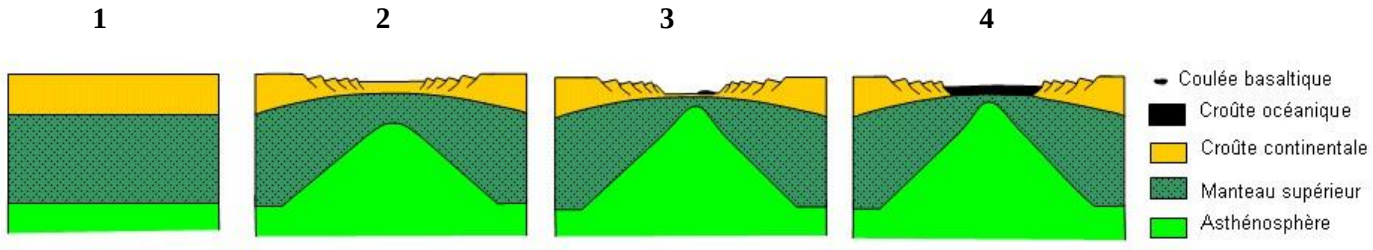
Par ailleurs, la carte régionale (doc 5) montre que cette région est-africaine est marquée par un **contexte de divergence (flèches rouges), la présence de failles actives et de nombreux séismes** dont beaucoup témoignent de phénomènes d'extension.

Nos connaissances permettent de montrer que les structures géologiques visibles dans cette marge peuvent s'expliquer par des mouvements de divergence qui affectent cette région, mouvements qui peuvent s'expliquer par une divergence continentale.

Il existe donc plusieurs indices révélant l'existence de mouvements de divergence dans cette région à l'origine d'un paysage caractéristique d'une fragmentation continentale.

c. A l'aide de quelques schémas, reconstituer les premiers stades de la naissance d'un océan. Ces schémas permettent d'illustrer les 1ers stades de la naissance d'un océan avec

- la fracturation d'un continent (1),
- la formation de marges passives (fracturation de la croûte continentale marquée par des failles normales) (2),- la remontée du manteau et la formation d'un domaine océanique (3 et 4).



Bilan : cette région du monde (rift est- africain) présente aujourd'hui de multiples indices (failles normales, croûte continentale fracturée en gradins, séismes générés par mouvements d'extension, magmatisme) qui caractérisent un contexte géologique en distension. La région est aujourd'hui au stade de la fragmentation continentale dont certains marqueurs sont identiques à ceux présents aujourd'hui au niveau des marges passives d'un océan. Celui-ci pourrait être le prochain stade d'évolution de cette région de l'Afrique si éventuellement le contexte de divergence aujourd'hui présent se maintenait pendant plusieurs dizaines de millions d'années.