

TD11b Les traces de la fragmentation continentale et de l'ouverture océanique

Au cours d'un cycle de Wilson, nous avons vu que, par distension, le supercontinent unique se fragmentait en plusieurs continents séparés par des océans.

Grâce à l'étude d'une zone continentale en extension actuellement, comme la région des Afars en Afrique de l'est, il est possible de déterminer les caractéristiques géologiques de cette fragmentation et aussi de comprendre comment se forme un océan.

Problème : Quelles sont les caractéristiques d'une zone continentale en extension et quelles sont les traces passées de la fragmentation continentale ?

Activité 1 : La fragmentation continentale actuelle : exemple du rift des Afars

Mise en situation : Le lac Assal est un lac de Djibouti (Afrique de l'est) situé dans le triangle des Afars.

Il est remarquable pour plusieurs raisons :

- il est situé à - 157 mètres d'altitude c'est-à-dire qu'il est sous le niveau de la mer,
- il est considéré comme le lac le plus salé du monde d'où une exploitation importante du sel dans des conditions extrêmes (les températures peuvent atteindre plus de 55 °C).

De manière plus globale, il fait partie du rift continental est-africain qui est un formidable terrain d'étude pour les géologues spécialisés dans la tectonique des plaques et qui permet d'observer en direct les débuts de l'ouverture d'un océan.

Vidéo : Djibouti : Lac Assal, une véritable curiosité naturelle

<https://www.youtube.com/watch?v=xQTieBrczOE>

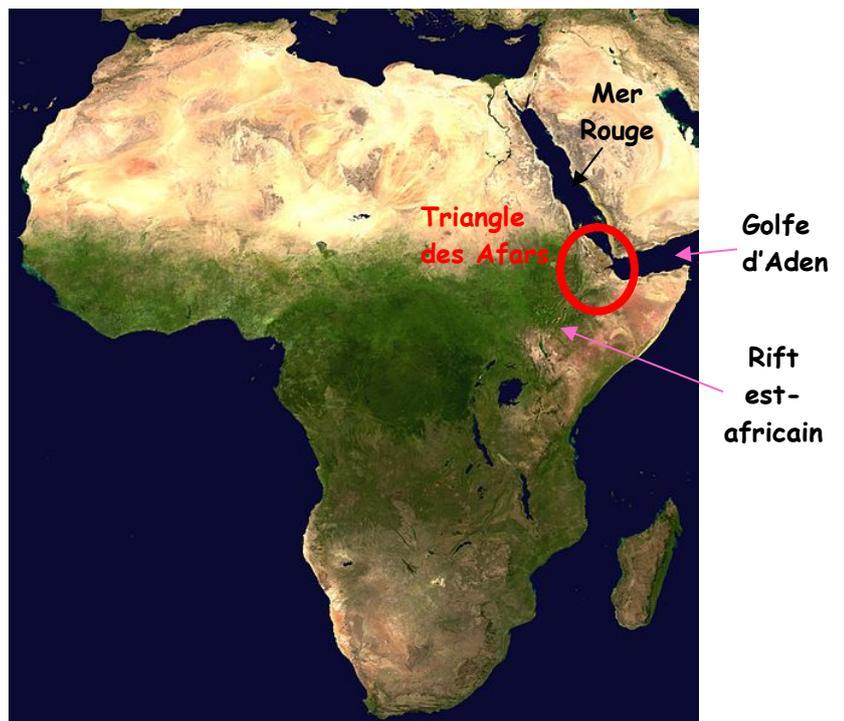
Objectif : On cherche à déterminer, par différentes ressources documentaires, les arguments géologiques qui permettent d'affirmer que la région des Afars est un rift continental en formation.

Documents ressources

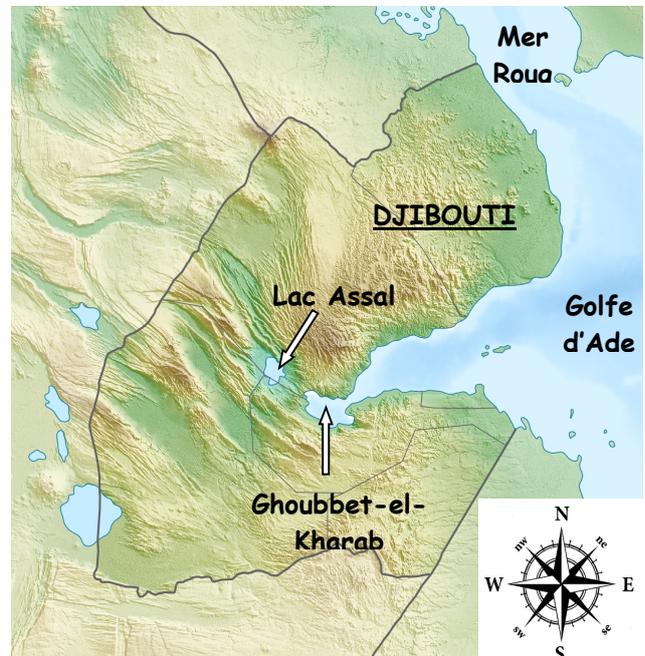
Document A : Situation géographique du triangle des Afars :

Le triangle des Afars (Est Éthiopie et République de Djibouti) est une région clé pour la compréhension de la tectonique des plaques. En effet, trois structures géologiques s'y rejoignent :

- la dorsale de la mer Rouge
- la dorsale de l'océan Indien, qui pénètre dans le golfe d'Aden
- le fossé du rift est-africain



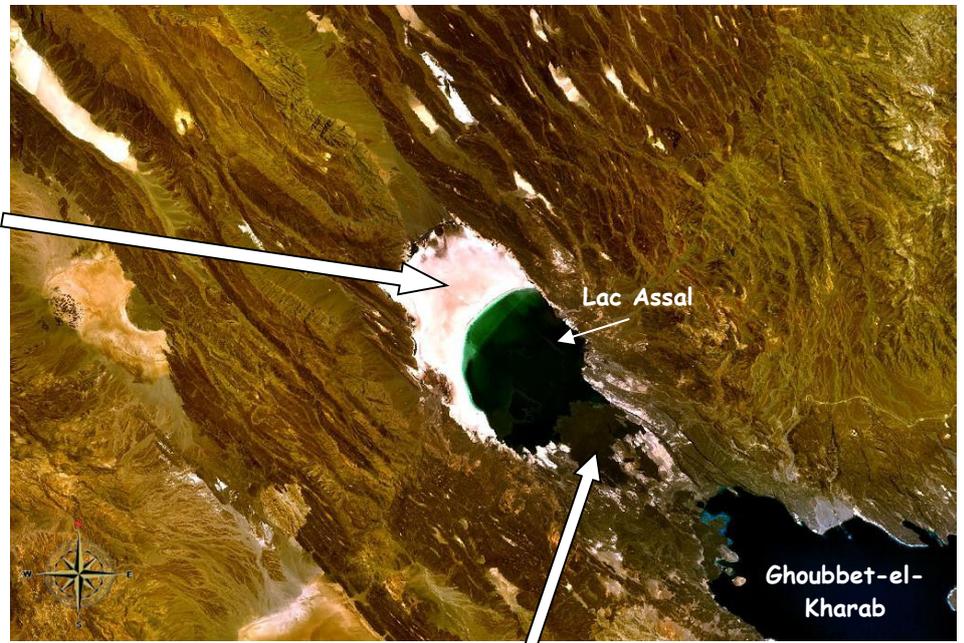
Document B : Localisation du lac Assal et relief de Djibouti :



Document C : Image satellite du lac Assal :

Le lac est bordé par une banquise de sel et de l'autre côté par une coulée de lave basaltique très sombre issue du volcan récent Ardoukôba.

Plage de sel



Volcan Ardoukôba
(dernière éruption en 1978)

Document D : Exploitation du sel sur le lac Assal :



Caravane de dromadaires portant le sel extrait à la main

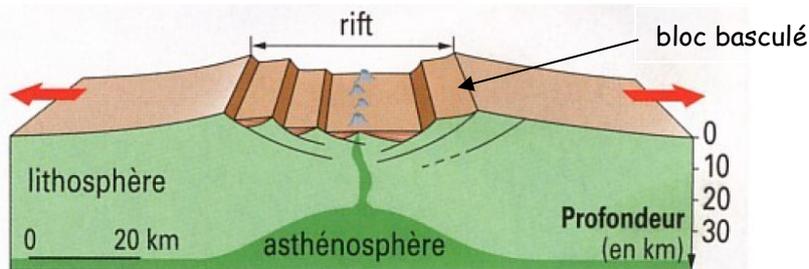
Document E : Naissance et évolution d'un rift continental :

Un rift continental est une zone linéaire en dépression marquée par un fossé central encadré par des reliefs de blocs basculés découpés par des failles normales. Cette étape correspond au début de la fragmentation des continents, avant la mise en place d'un océan.

On peut y trouver des sédiments caractéristiques et des laves, souvent de nature basaltique.

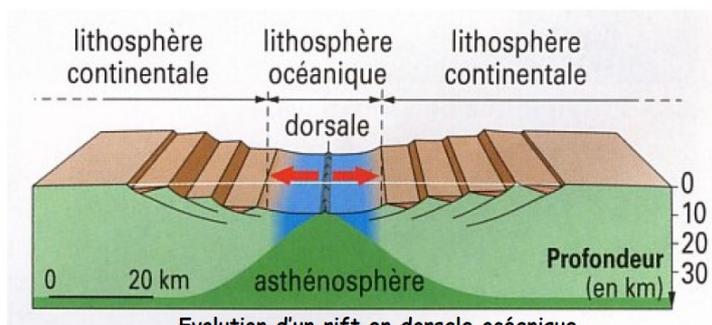
Interview d'Adolphe Nicolas (géologue) (Belin, 2011)

« Tout commence lorsque, les plaques s'écartant, la lithosphère continentale s'étire et s'amincit. En se fracturant, la surface s'affaisse progressivement. Un fossé (= un rift) se forme et devient le siège d'une intense activité volcanique et sismique. »



Formation d'un rift continental (fossé d'effondrement) sur un continent

« Si l'étirement se poursuit, le fossé d'abord continental, se creuse et passe sous le niveau de la mer, formant un bassin. Le rift deviendra une dorsale océanique. Le magma s'injecte en surface le long des failles et fissures, formant des édifices volcaniques avec en particulier, des laves en coussin : un nouvel océan est né ».

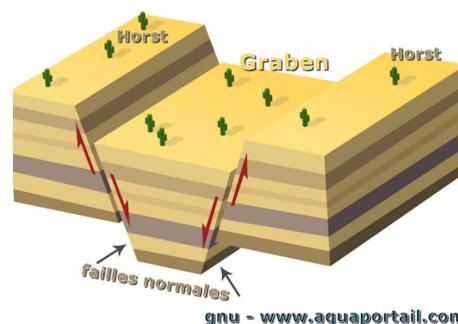


Evolution d'un rift en dorsale océanique

Fonctionnement d'une faille normale :

faille fonctionnant en extension

graben = fossé



gnu - www.aquaportail.com

Consignes :

1- Vous êtes géologue spécialisé dans la tectonique des plaques. A partir des documents ressources, **préciser** quelles données vous devez recueillir ou étudier sur le terrain pour déterminer si la zone du lac Assal, et plus globalement du triangle des Afars, est un rift continental.

2- **Relever**, dans les documents de l'annexe 1, tous les arguments permettant d'affirmer que le lac Assal est situé dans un rift continental actif.

Les documents ressources ne sont pas à exploiter, ils permettent néanmoins de répondre à la consigne.

Production attendue : un texte où l'argumentation est organisée.

Activité 2 : De la fragmentation continentale à la mise en place d'un océan

Si la fragmentation continentale se poursuit, les bordures du rift continental s'éloignent progressivement au cours du temps et la croûte continentale se déchire laissant place à la croûte océanique.

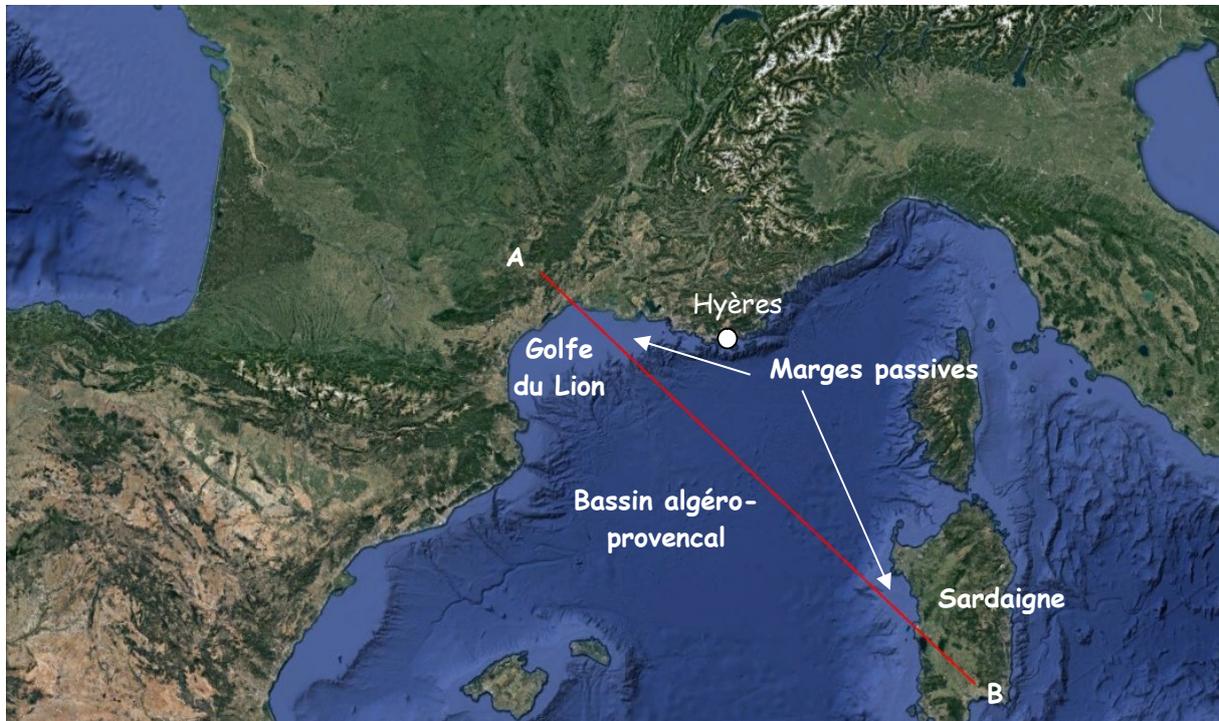
Ainsi, on retrouve aujourd'hui les anciennes bordures du rift de chaque côté d'un océan. On nomme ces zones continentales immergées **les marges passives**. Elles sont souvent recouvertes d'épaisses couches de sédiments typiques.

Objectif : On cherche, par l'étude des sédiments des marges passives, à reconstituer l'histoire d'une l'ouverture océanique.

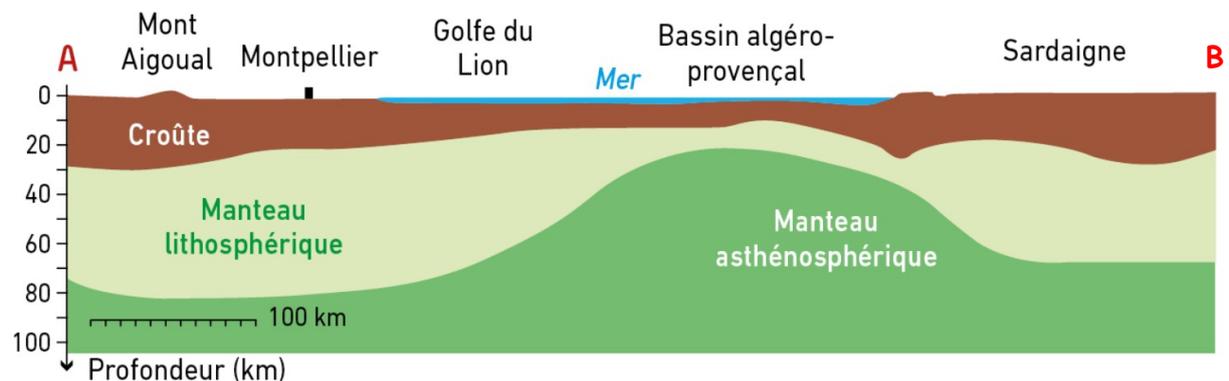
Documents ressources

Document 1 : Localisation de la marge passive du Golfe du Lion :

Une marge passive est la zone de transition entre la croûte continentale et la croûte océanique. Elle est composée de croûte continentale et est immergée. Elle est dite « passive » car il n'y a pas ou très peu d'activité sismique et volcanique.

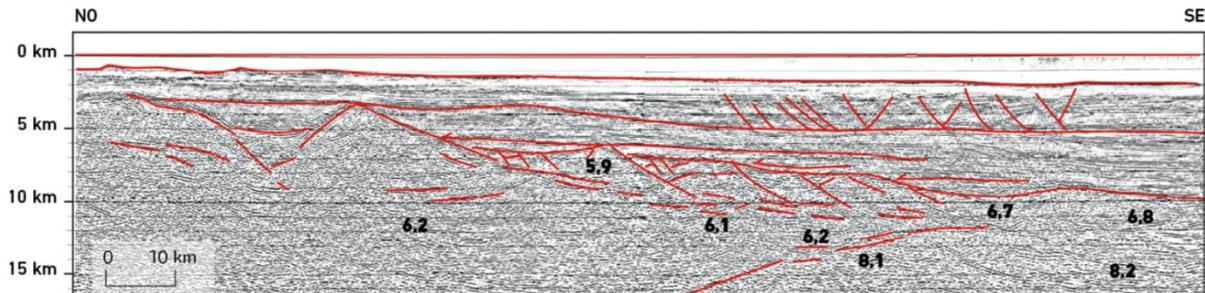


Document 2 : Coupe simplifiée entre les points A et B :

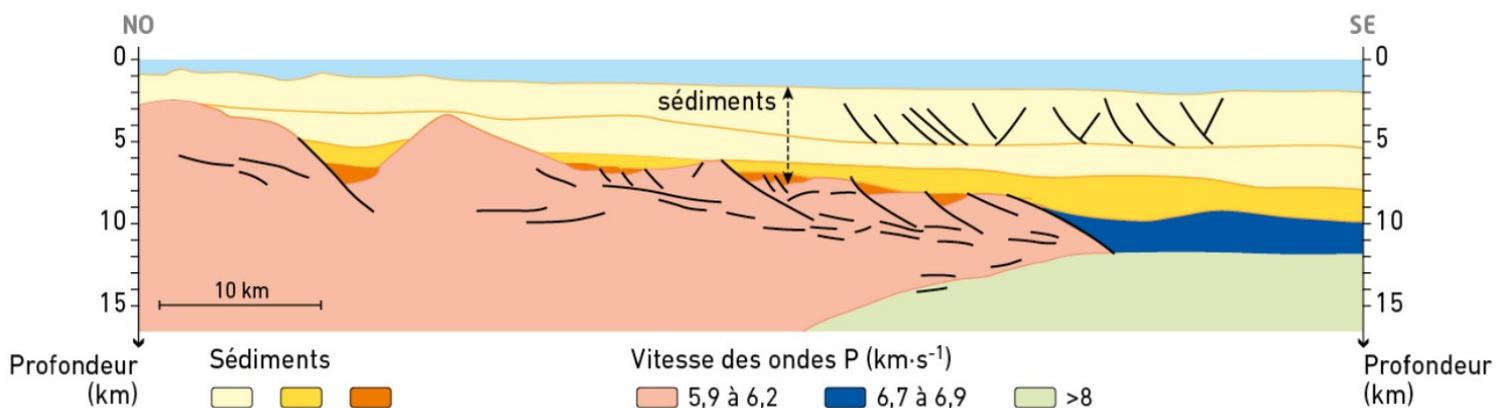


Document 3 : Profil de sismique réflexion et schéma interprétatif au niveau de la marge passive du Golfe du Lion :

La sismique réflexion est une technique basée sur l'étude de la vitesse des ondes sismiques (P) et de leur réflexion sur les différentes discontinuités (failles, limite de couches sédimentaires...) ce qui permet d'obtenir une image des couches superficielles du globe.



Les valeurs correspondent à la vitesse des ondes P dans les zones traversées.



Document 4 : Vitesse des ondes sismiques P en fonction de la roche traversée :

Roche	Granite	Basalte	Péridotite
Vitesse des ondes P ($\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$)	5,9 à 6,2	6,7 à 6,9	> 8

Questions :

1- A partir des résultats de la sismique réflexion, légèder le schéma structural de la zone étudiée (blocs basculés, failles normales, croûte continentale, croûte océanique, manteau).

2- A partir des documents 1 à 4, dégager les arguments qui ont amené les géologues à penser que cette marge passive est la bordure d'un continent autrefois fragmenté lors d'une distension.

Document 5 : La sédimentation des marges passives :

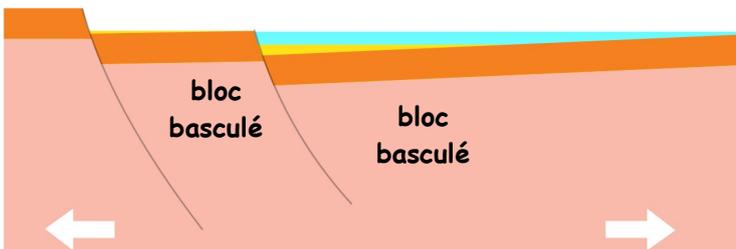
Les marges sont découpées en blocs basculés le long de failles normales. C'est donc une structure qui s'est formée dans un contexte d'extension du continent, lors de la fragmentation du continent, avant la mise en place de la croûte océanique.

Elles sont recouvertes d'une épaisse couche de sédiments. L'étude de la nature et de l'âge des sédiments est d'une grande importance pour connaître l'histoire de la marge passive et donc l'histoire précoce de l'océan. Les sédiments qui recouvrent les blocs sont diversement orientés, on distingue plusieurs séries :

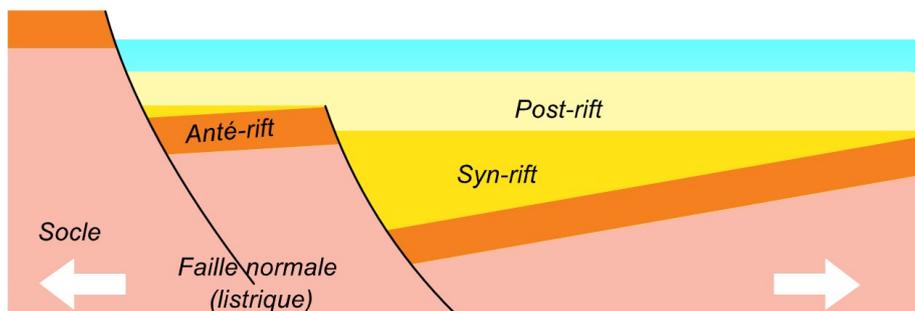
Formation d'une marge passive



Les sédiments anté-rift sont solidaires et parallèles au socle du bloc basculé : ils sont affectés par les failles et se sont donc déposés avant la fracturation de la croûte.



Les sédiments syn-rift disposés en éventail. Ils se sont déposés au fur et à mesure du jeu des failles et en même temps que les blocs ont basculé d'où leur aspect en éventail.



Les sédiments post-rift recouvrent horizontalement l'ensemble des blocs basculés et ne sont pas touchés par les failles normales. Ils sont en discordance avec les autres sédiments. Ils se sont déposés après la déchirure continentale. L'âge des sédiments océaniques post-rift marquent donc l'âge du début de la formation de la croûte océanique.

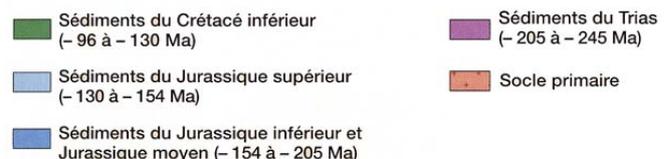
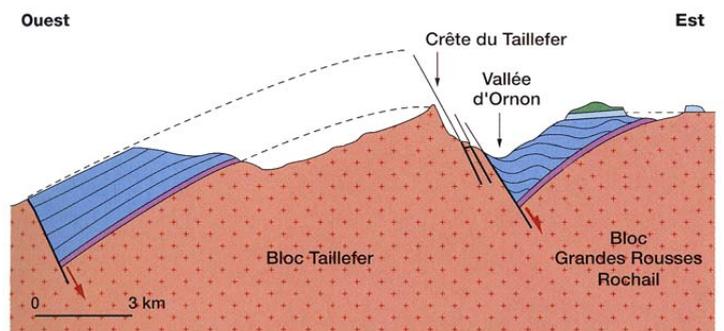
Document 6 : Marge passive ancienne :

Dans toute la partie ouest de l'arc alpin, il est possible de repérer des ensembles de failles normales qui possèdent une certaine orientation générale commune.

Ces failles sont datées du Jurassique et ont été conservées au cours du temps jusqu'à nos jours. Elles délimitent des blocs de socle d'âge primaire qui ont basculé.

Les sédiments déposés sur ces blocs sont de nature sédimentaire, typiques des marges continentales profondes (calcaire à ammonites par exemple).

Ces structures sont typiques d'une ancienne marge passive appartenant à l'ancien océan alpin.



Coupe des blocs du Taillefer et des Grandes Rousses Rochail (Alpes)

Questions :

3- Que nous apprennent les sédiments des marges passives ?

4- A partir des documents 5 et 6, retracer l'histoire de la mise en place de l'océan alpin (océan existant avant la mise en place des Alpes).