

Problème : Quelles sont les traces laissés par ces océans aujourd'hui disparu ?

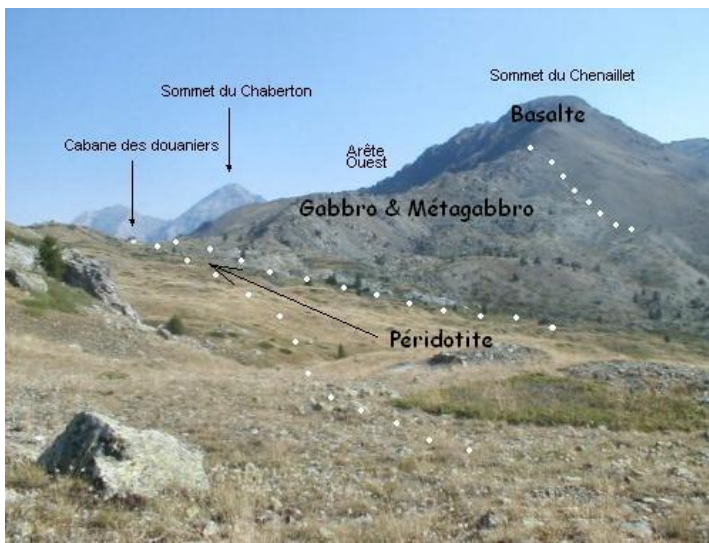
II. La recherche d'océans disparus :

A. Les roches à l'affleurement :

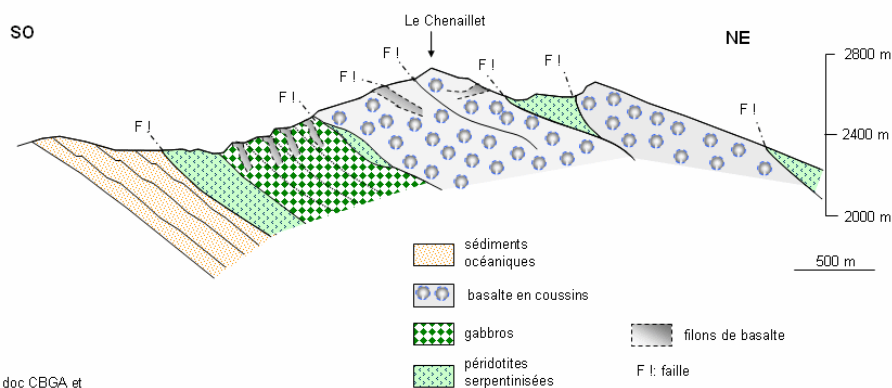
TP n°16 partie 1: Des roches vertes appelées ophiolites dans les Alpes.

Près de Briançon, le massif du Chenaillet s'étend sur une surface d'environ 40 km². Dans le paysage, trois types de roches se superposent: des péridotites, des gabbros et des basaltes. Leur âge est de 160 Ma. Cet assemblage de roches sombres aux reflets verdâtres est qualifié de complexe ophiolitique (du grec ophis, serpent).

Document 1: Vue du massif du chenaillet.



Document 2: Coupe du massif du Chenaillet.

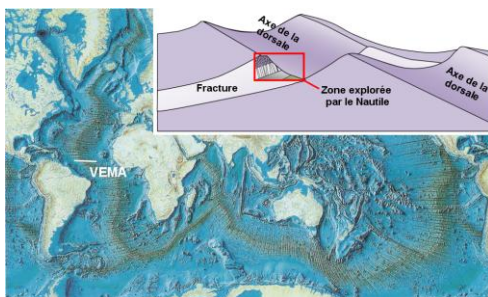


Document 3: Les basaltes du chenaillet.

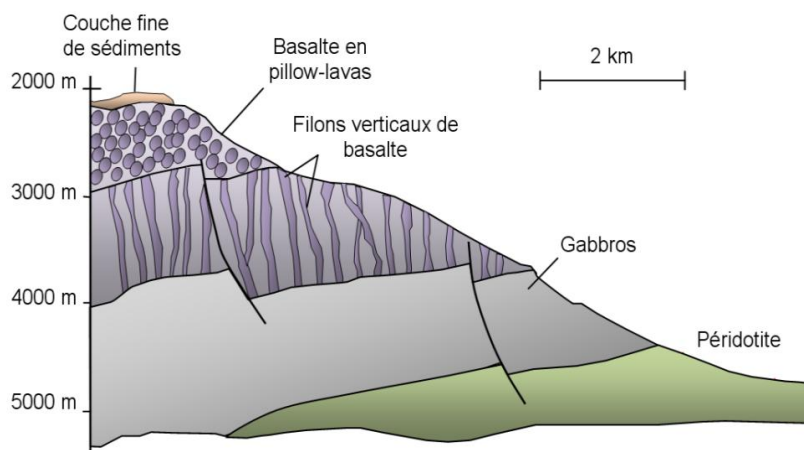


En 1988, lors de la campagne Vemaute, le Nautille a effectué cinq plongées le long de la faille Vema. C'est une faille transformante orientée Est-Ouest qui décale la dorsale Atlantique d'environ 320 Km . Le fond de la vallée est à 5 000 m de profondeur et sa largeur est de 10 à 20 Km . Une coupe de 3000 m de hauteur y est observable et a permis d'établir une coupe géologique de la croûte océanique et du manteau supérieur. On y observe successivement des basaltes, des gabbros, formant la croûte océanique surplombant des péridotites qui appartiennent au manteau sous-jacent.

Document 4: Localisation de la faille de Vema.



Document 5 : Coupe au niveau de la faille de Vema.



Les montagnes du Gondran et du Chenaillet sont constituées de trois nappes de charriage superposées:

1. la **nappe inférieure** à l'ouest (elle-même charriée sur les terrains de la zone briançonnaise), est d'origine piémontaise, de marge continentale, et se compose de calcaires et dolomies
2. la **nappe de la Replatte du Gondran** est d'origine océanique, elle se compose de sédiments (Cr : calcschistes du Crétacé, m + r : calcaires marmoréens et radiolarites)
3. la **nappe du Chenaillet**, la plus élevée, est aussi d'origine océanique ; elle se compose d'ophiolites (S : serpentinites, G : gabbros, B : basaltes en coussins, d : dolérites, br : brèches sédimentaires à débris d'ophiolites).

Les **ophiolites** (ou complexes ophiolitiques) sont des **roches vertes**, semblables à celles des fonds océaniques, mais que l'on rencontre dans les chaînes de montagnes de collision (à plus de 2000 mètres d'altitude). On y observe typiquement de bas en haut : des **péridotites**, des **gabbros**, un **complexe filonien** puis des **basaltes en coussins comparables aux pillows** lavas observables dans l'axe des **dorsales océaniques** et enfin des **sédiments** d'origine océanique profonde (radiolarites).

Souvent, comme dans le massif du Chenaillet, les roches des ophiolites présentent un métamorphisme lié à l'hydrothermalisme de la dorsale (refroidissement et hydratation). Ainsi les péridotites sont serpentinisées (présence d'un minéral hydraté : la serpentine) et les gabbros présentent un faciès amphibolite (présence d'amphibole hornblende) ou faciès schiste vert (présence de chlorite et d'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 des zones de suture entre les blocs continentaux, véritable cicatrice témoignant de la présence d'un ancien océan et de la collision de deux plaques lithosphériques.

Bilan : Les chaînes de montagnes présentent souvent les traces d'un domaine océanique disparu (ophiolites). Dans les Alpes, le massif de Chenaillet correspond à une ophiolite, on y observe 4 types de roches en partant du bas

- Des péridotites sombres appelées serpentinites : ce sont des péridotites métamorphisées dont les olivines et le pyroxène a été transformé en serpentine (minéral noir)
- Des gabbros (souvent métagabbro car ayant subi un hydrothermalisme de dorsale)
- Des basaltes en pillow-lava (en coussin)
- Des radiolarites, roches sédimentaires siliceuses contenant des radiolaires, organismes caractéristiques des fonds océanique profonds (4000 mètres).

L'observation de cette structure ophiolitique est donc la preuve de l'existence d'un plancher océanique ancien. Les ophiolites occupent une position de suture au cœur des chaînes de montagnes, à la frontière de deux plaques lithosphériques. Cette localisation suggère que la formation d'une chaîne de montagnes est associée à la disparition d'un domaine océanique dans un contexte de convergence entre deux plaques.

Ophiolite : ensemble rocheux issu d'une portion de lithosphère océanique charriée sur un continent au cours d'une orogénèse.

Dans les chaînes de montagnes, les ophiolites affleurent au niveau de la suture entre les deux lithosphères continentales.

Problème : Comment les ophiolites sont-elles mises en place ?

B. La mise en place des ophiolites :

TP n°16 partie 2 : La mise en place des ophiolites.

Certaines ophiolites, comme celles du Chenaillet 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 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 des schistes bleus (glaucophane) ou éclogites (grenat).

Bilan : Dans certaines ophiolites, les basaltes, gabbros et péridotites sont hydratés et voient leurs minéraux stabilisés dans le domaine métamorphique des schistes verts. Ces ophiolites ont été préservées lors de la convergence. Elles n'ont pas disparu par subduction mais ont remonté en surface lors d'un chevauchement de la lithosphère océanique sur une autre lithosphère : c'est l'obduction.

D'autres ophiolites présentent les traces d'une subduction. Leur cortège minéralogique montre en effet des transformations dans le domaine métamorphique des schistes bleus ou des éclogites. Ces ophiolites sont donc entrées en subduction, se sont métamorphosées lentement puis sont remontées brutalement.

Subduction : enfoncement de la lithosphère dans le manteau au niveau des fosses océaniques.

Obduction : chevauchement d'une lithosphère continentale par une lithosphère océanique ayant échappé à la subduction.

Dans toute la partie située à l'ouest de l'arc Alpin, il est possible de repérer un ensemble de failles normales qui séparent des blocs de croûte continentale qui ont plus ou moins basculés les uns par rapport aux autres du fait de l'inclinaison des plans de faille et recouverts de sédiments marins.

La présence de failles normales dans un contexte de convergence est très surprenante.

Problème : comment expliquer la présence de ces failles normales et de blocs recouverts de sédiments au cœur des Alpes ?

Activité n°2 : La naissance d'un océan.

La fragmentation d'un continent à l'origine d'un nouvel océan est observable actuellement en Afrique de l'Est, dans la région des Afars. Les rifts continentaux de cette région du globe présentent des caractéristiques qui témoignent de la déchirure d'une lithosphère continentale.

La tectonique en distension provoque l'étirement et la fracturation de la lithosphère continentale et présente alors de nombreuses failles normales parallèles qui délimitent un fossé d'effondrement en marche d'escaliers : on parle de rift continental. Ces failles ont un profil généralement courbe qui découpe la lithosphère continentale en blocs qui ont tendance à basculer.

L'amincissement de la lithosphère s'accompagne d'une remontée de l'asthénosphère à l'origine du soulèvement des bords du rift et du magmatisme qui marque sa zone axiale. Le magma remonte le long des failles et provoque un volcanisme 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.

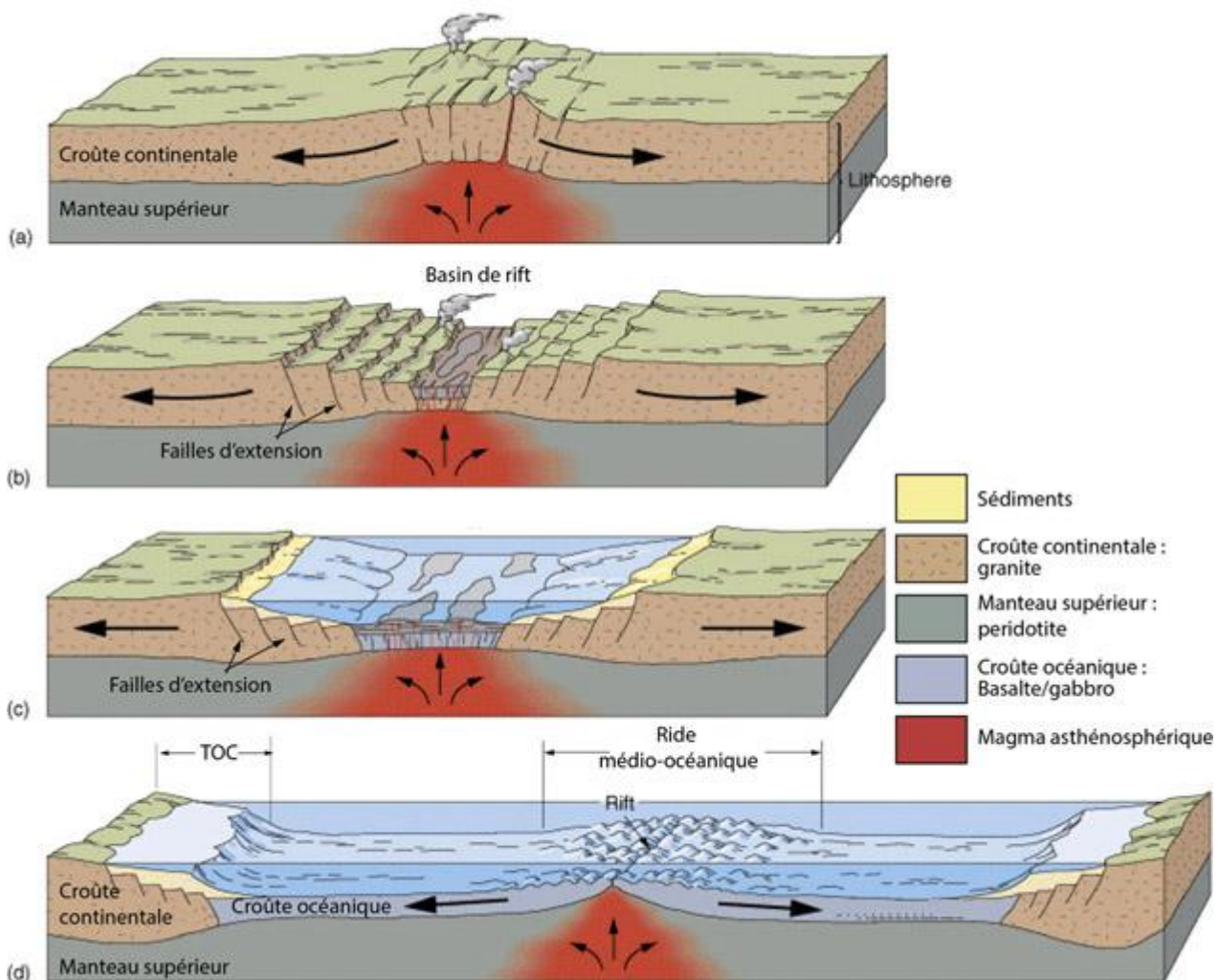
Si l'étirement et l'amincissement de la croûte continentale se poursuivent, celle-ci finit par se rompre. Dans la déchirure se forme alors une dorsale. Le nouveau plancher océanique en expansion éloigne peu à peu les deux moitiés de l'ancien rift continental. Chaque demi-rift constitue alors une zone de transition entre domaine océanique et domaine continental au sein d'une même plaque lithosphérique. Devenues presque inactives d'un point de vue sismique et magmatique, ces marges continentales sont qualifiées de marges passives.

L'étude de la marge passive d'un domaine océanique actuel confirme ce modèle. La sismique réflexion dévoile en effet des structures en blocs basculés le long des failles normales courbes, correspondant à la moitié d'un rift continental.

La présence des roches sédimentaires montre que les Alpes ont été recouvertes par la mer de - 220 Ma à - 110 Ma.

- Les sédiments du trias (- 220 Ma), évaporites et sédiments continentaux, se sont déposés sur la pénéplaine hercynienne dans une mer peu profonde
- Les sédiments carbonatés du Jurassique inf et moyen (- 180 Ma) riches en ammonites témoignent d'une mer assez profonde => Enfoncement progressif des blocs => sédiments syn-rift
- Les radiolarites (rouges et siliceuses) datées de 160 Ma témoignent d'une sédimentation océanique à très grande profondeur et donc de l'ouverture du véritable océan alpin.

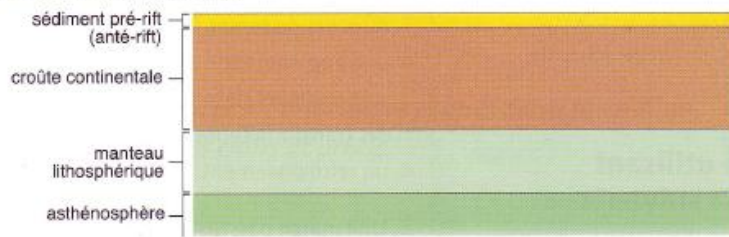
Logiciel rift.



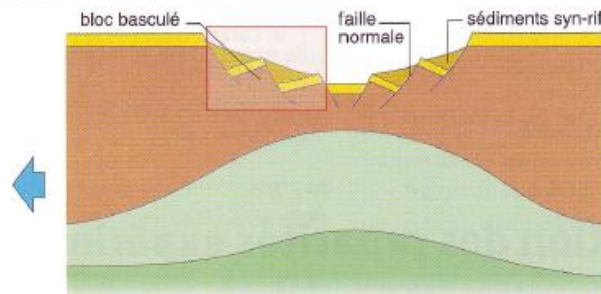


Sur la photographie ci contre, une conjugaison de failles normales, délimitant les bordures du fossé d'effondrement de la Rift Valley (au fond le Lac Assal)

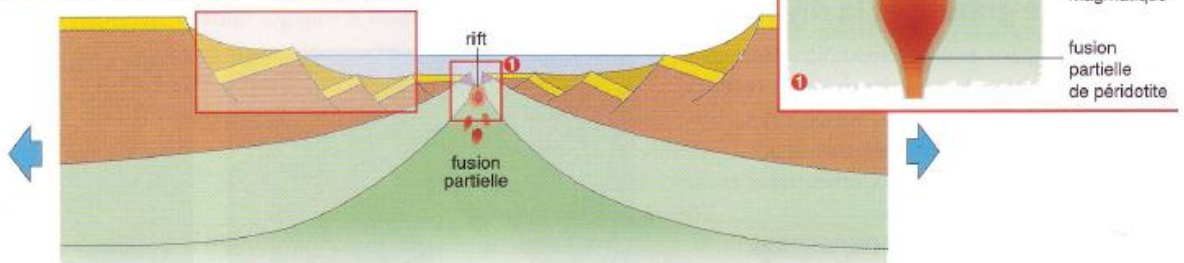
STADE LITHOSPHERE CONTINENTALE



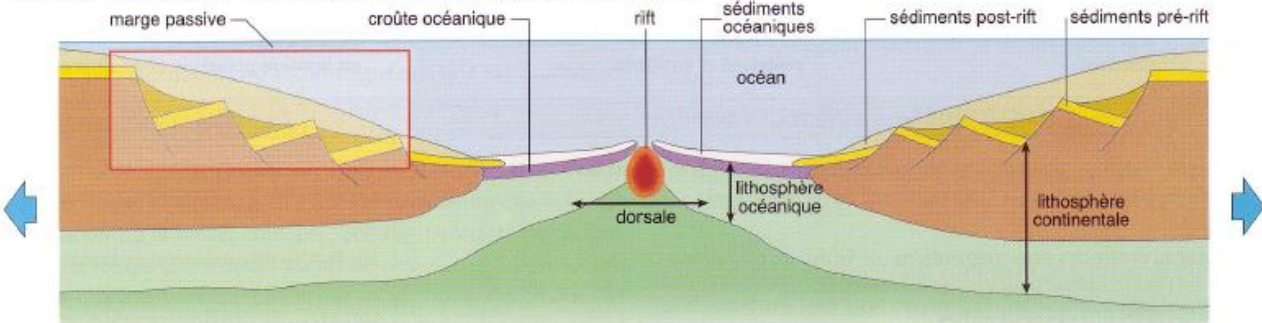
STADE RIFT CONTINENTAL : EXEMPLE DU RIFT DES AFARS



STADE « JEUNE OCÉAN » : EXEMPLE DE LA MER ROUGE



STADE « OCÉAN ADULTE » : EXEMPLE DE L'OCÉAN ATLANTIQUE



Bilan : La sismique réflexion permet d'identifier les structures présentes au niveau des jonctions entre les océans et les continents. Les bordures des océans sont appelées par les marges passives, zones sismiquement peu actives comportant de nombreuses failles normales courbes (failles listriques) formant des blocs basculés. Ces structures apparaissent lors de la formation d'un rift d'abord au niveau continental, sous l'effet de flux mantelliques (la lithosphère océanique subit des contraintes en expansion menant à sa fracturation entraînant la formation de failles normales courbes). Puis ce rift continental permet la formation de lithosphère océanique et contribue à la naissance d'un océan. Ces marges recueillent les sédiments dans les dépressions formées par le basculement des blocs, d'abord en milieu continental (altération des bords du rift) puis en milieu marin. Dans les Alpes, de nombreux blocs basculés anciens sont identifiables.

Rift continental : zone en dépression (fossé) située au cœur d'un continent, fracturée par un ensemble de failles normales et délimitée par des zones en relief.

Faille normale : faille le long de laquelle le compartiment situé au-dessus de la faille s'abaisse par rapport au compartiment situé en-dessous, ce type de faille est provoqué par des mouvements d'extension.

Faille listrique : faille normale qui a tendance à devenir horizontale en profondeur.

Blocs basculés : portion de croûte continentale située entre deux failles listriques au niveau d'un rift ou d'une marge passive.

Marge continentale passive : zone de transition entre la croûte continentale et la croûte océanique où l'activité géologique est quasi nulle.

Formation d'un rift et failles listriques

