

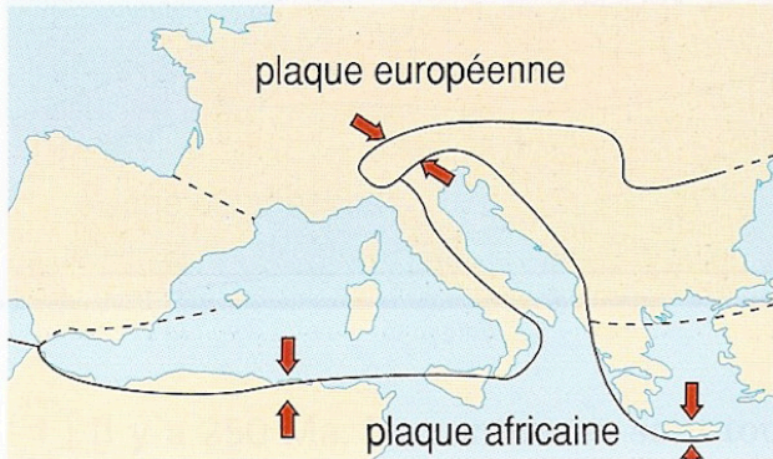
II. Les ophiolites, des vestiges océaniques au cœur des continents

Les Alpes, une chaîne de montagne



La chaîne des Alpes s'étend sur près de 1 000 km de la Méditerranée jusqu'à Vienne en Autriche. Elle est, par endroits, large de 200 à 500 km, ce qui en fait le massif montagneux le plus important d'Europe. Rectilignes au nord, les Alpes se courbent dans leur partie occidentale et forment un arc qui est l'objet de notre étude. C'est dans cette zone que les reliefs sont les plus élevés ; le mont Blanc y culmine à 4 810 mètres. Au nord et au sud, les Alpes sont bordées par de grands bassins sédimentaires qui recueillent les produits de l'érosion de la chaîne. À l'est, une longue succession de massifs montagneux (Carpates, Caucase, etc.) prolonge la chaîne alpine. Toutes ces montagnes sont géologiquement récentes car elles se sont soulevées durant l'ère tertiaire.

La chaîne des Alpes : la conséquence de la rencontre de 2 plaques



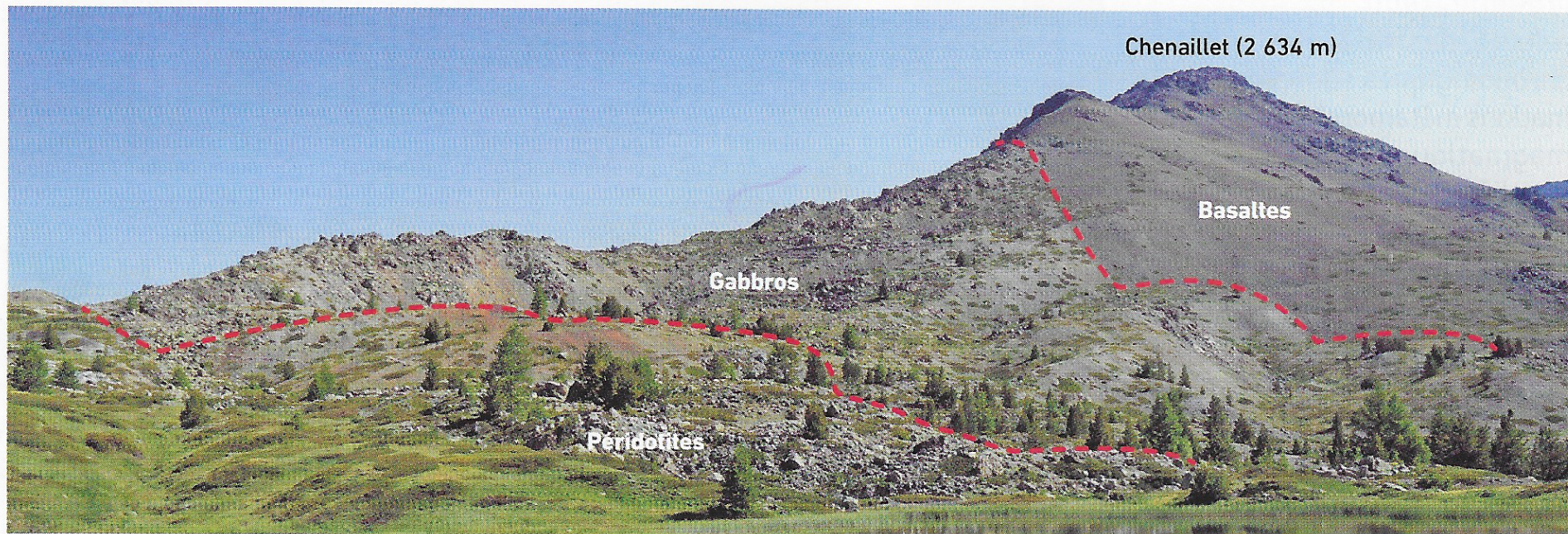
Il y a plusieurs milliers de séismes de faible magnitude chaque année dans les Alpes. La *carte ci-contre* présente la sismicité récente du secteur (© Sismolog). Cette activité est interprétée comme une conséquence de la collision de deux plaques : eurasiatique au nord et africaine au sud.



Les ophiolites du massif du Chenaillet dans les Alpes

Près de Briançon (Hautes-Alpes), 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 . La superposition de ces roches sombres aux reflets verdâtres est qualifiée d'**ophiolites*** (on parle aussi de complexe ophiolitique).

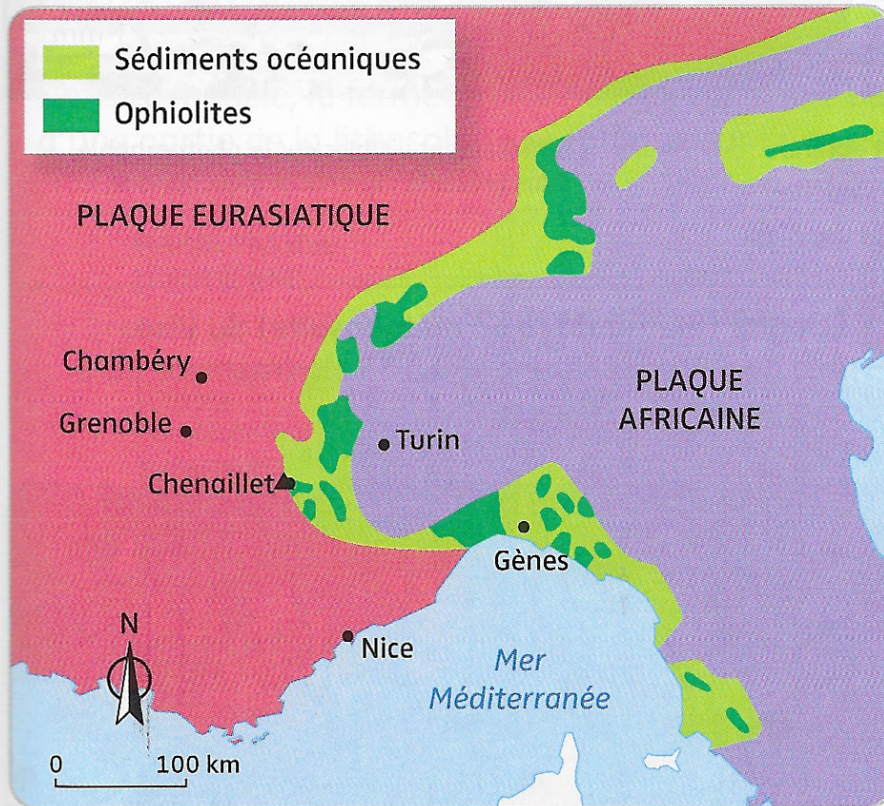
Les basaltes présentent un aspect en coussins (ou pillow-lavas) comparable à celui des basaltes observés au niveau des dorsales océaniques.



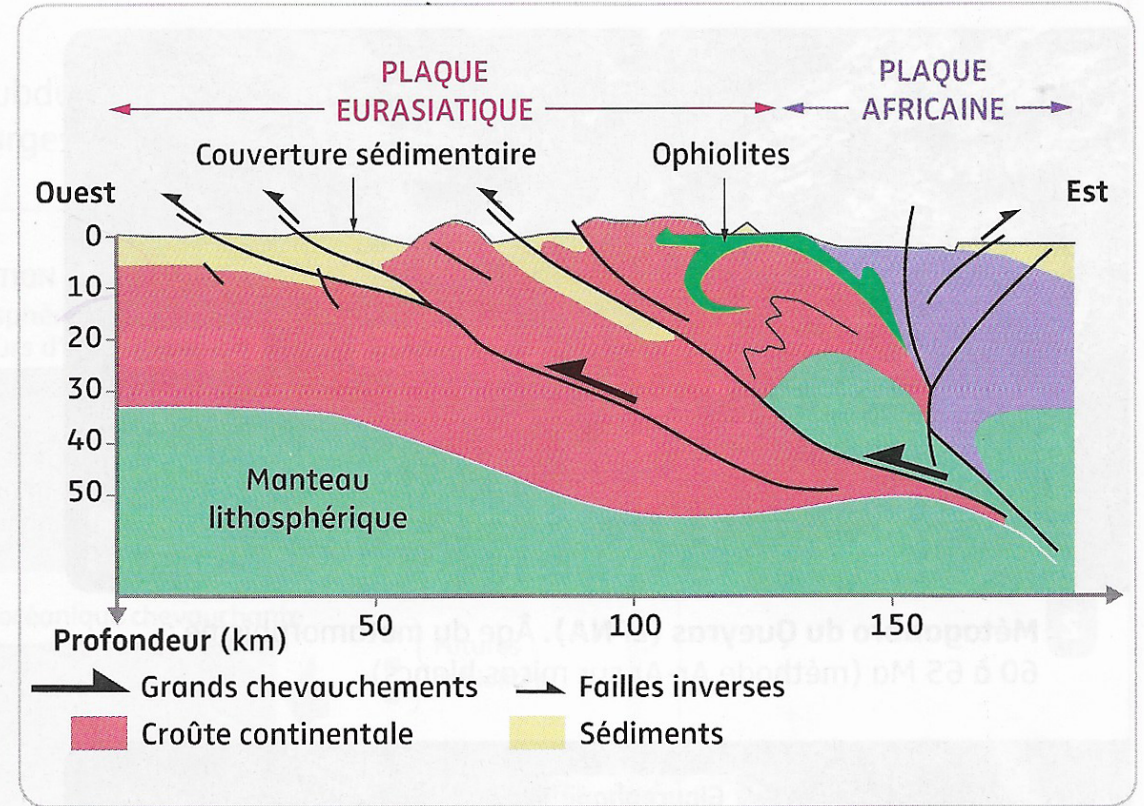
A Complexe ophiolitique du massif du Chenaillet.

Une position particulière des ophiolites au sein de la chaîne de montagne

Les ophiolites forment une **suture*** au sein de la chaîne de montagnes. Elles sont situées à la frontière d'anciennes plaques tectoniques convergentes, aujourd'hui « soudées » par la collision des blocs continentaux.

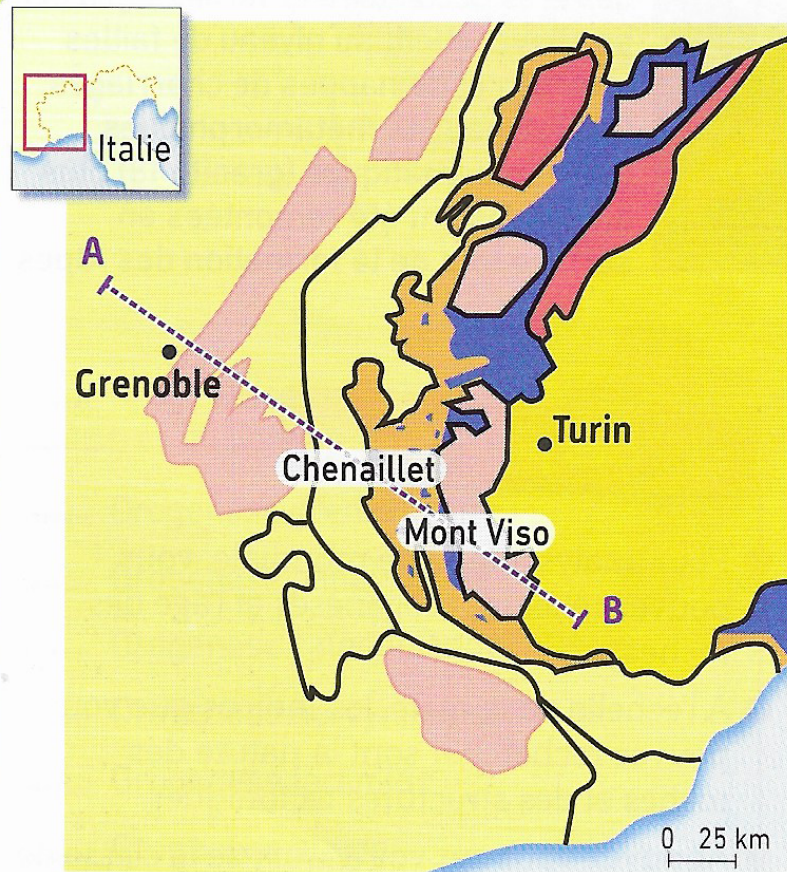


6 Carte de localisation des ophiolites dans les Alpes occidentales. Les ophiolites alpines sont aussi visibles sur la carte géologique de la France (→ Rabat n°3).



7 Coupe géologique simplifiée à travers les Alpes occidentales (d'après Malavielle et Chemenda, 1997). Les Alpes résultent de la collision entre la plaque eurasiatique et la plaque africaine.

Une position particulière des ophiolites au sein de la chaîne de montagne



A Schéma structural simplifié des Alpes.

Les ophiolites forment une **suture*** au sein de la chaîne de montagnes. Elles sont situées à la frontière d'anciennes plaques tectoniques convergentes, aujourd'hui « soudées » par la collision des blocs continentaux.

Plaque « européenne »

- croûte continentale
- sédiments continentaux

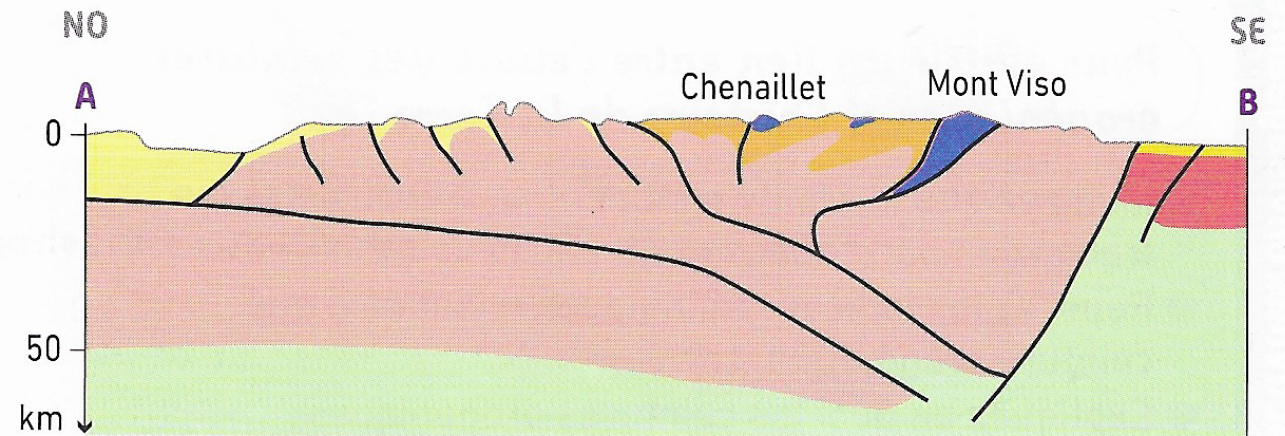
- ophiolites
- sédiments océaniques

- failles et chevauchements

- manteau lithosphérique

Plaque « africaine »

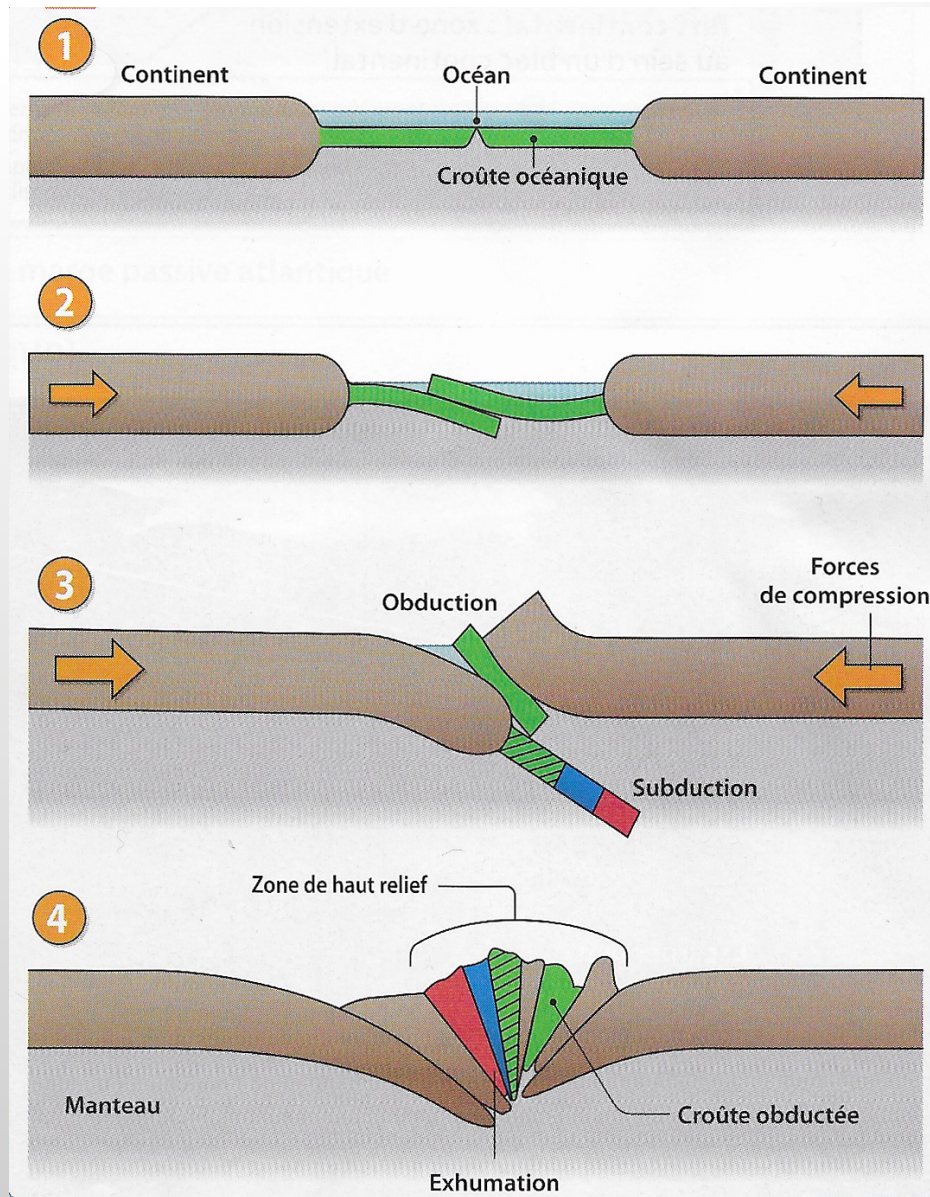
- croûte continentale
- sédiments continentaux



B Coupe suivant le tracé AB.

Deux types d'ophiolites :

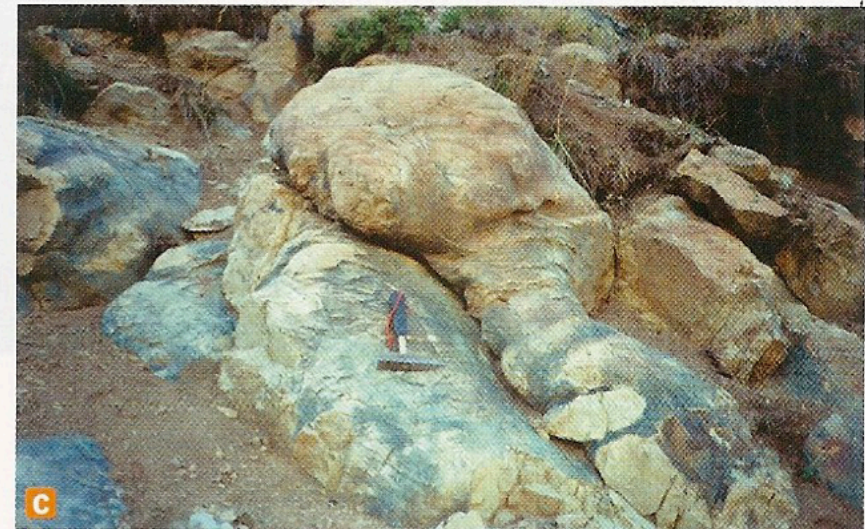
- Ayant subit une obduction
- Ayant subit une exhumation après subduction



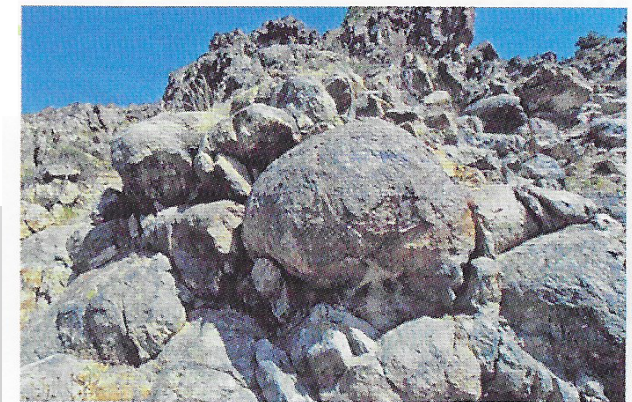
Les roches du
complexe
ophiolitique du
Chenaillet



- Les **péridotites** (photographie **b**) de la base de la série, très sombres, présentent des reflets verts parmi lesquels brillent de petits cristaux de pyroxènes. La surface d'échantillons de ces roches présente un aspect particulier qui évoque la peau de serpent : cette particularité est à l'origine de leur nom de **serpentinites**. Les pyroxènes et les olivines de la péridotite originelle, soumis à une intense altération hydrothermale, ont subi de profondes transformations : ils sont maintenant entourés par un minéral hydraté et vert sombre : la serpentine.



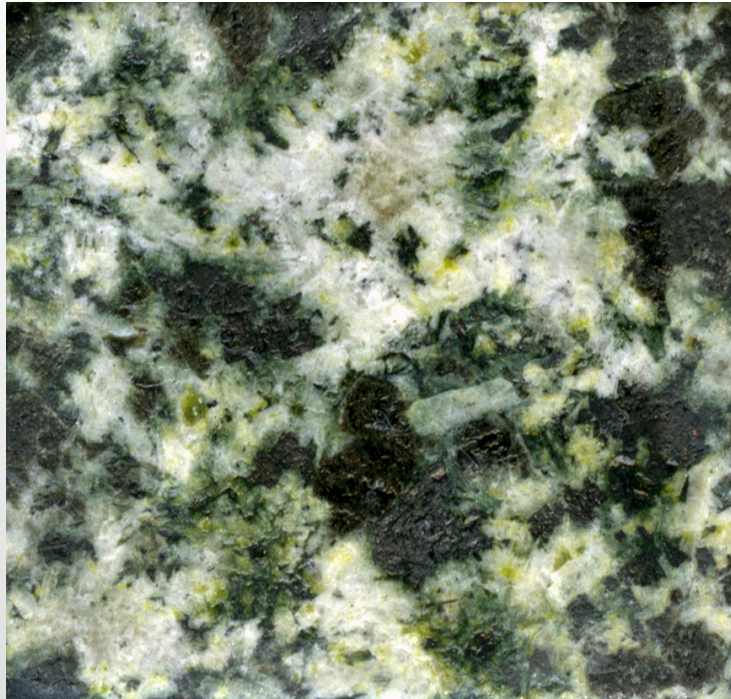
- Les basaltes du Chenaillet (photographie **c**) ont l'aspect de coussins (pillow-lavas) ou de traversins d'un diamètre qui varie de 50 cm à un mètre. Ces pillow-lavas sont empilés sur 300 à 400 mètres d'épaisseur.



B Pillow-lavas du massif du Chenaillet.

Les
métagabbros
à chlorite

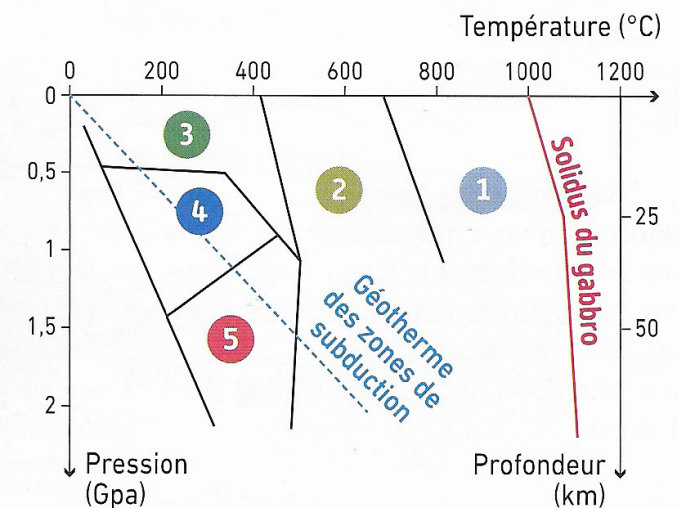
(complexe
ophiolitique
du Queyras
ou du Mont
Viso dans les
Alpes)



En Brun : Pyroxène
En Blanc : Feldspaths
En vert-jaune : Chlorite

Domaine de stabilité	Faciès	Association minérale
1	granulite (gabbro de dorsale)	pyroxène + plagioclase
2	amphibolite	plagioclase + hornblende
3	schistes verts	plagioclase + actinote + chlorite
4	schistes bleus	glaucophane, +/- plagioclase, +/- omphacite
5	éclogites	omphacite + grenat

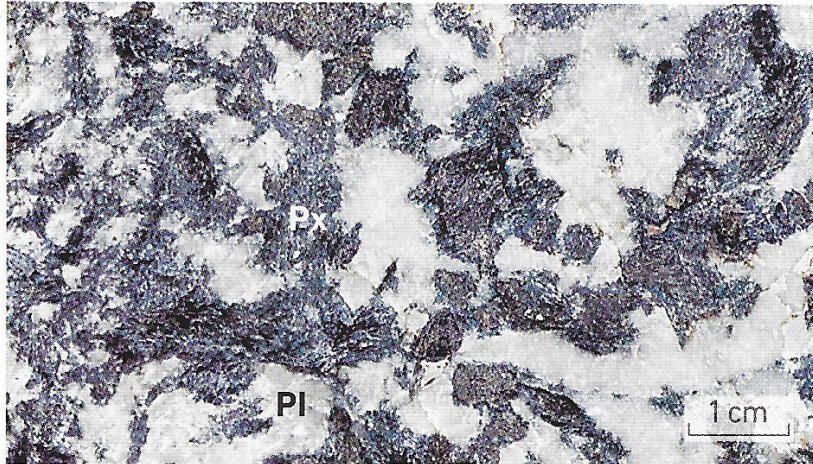
E Domaines de stabilité de quelques associations minérales de la croûte océanique.



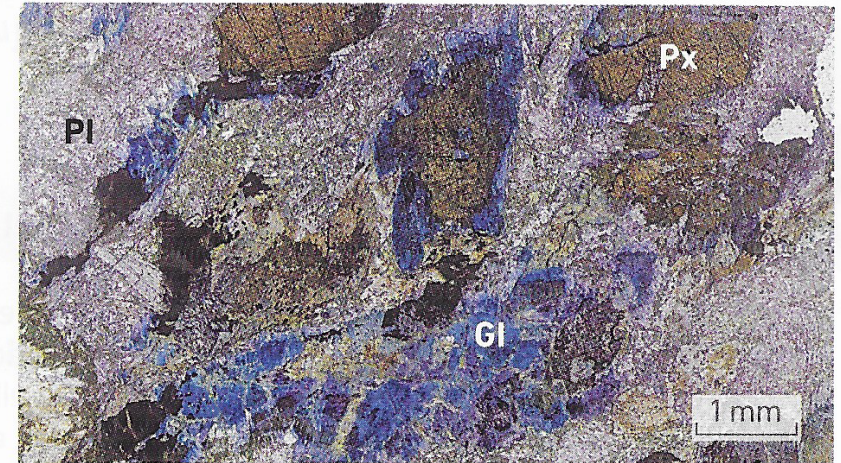
Les
métagabbros
à
glaucophane

(complexe
ophiolitique
du Queyras
ou du Mont
Viso dans les
Alpes)

Ce métagabbro 1 (photographies **A** et **B**) présente à l'œil nu des plagioclases (Pl) et des pyroxènes (Px) entourés d'une auréole d'un minéral bleuté, identifiable au microscope polarisant comme étant du glaucophane (Gl).



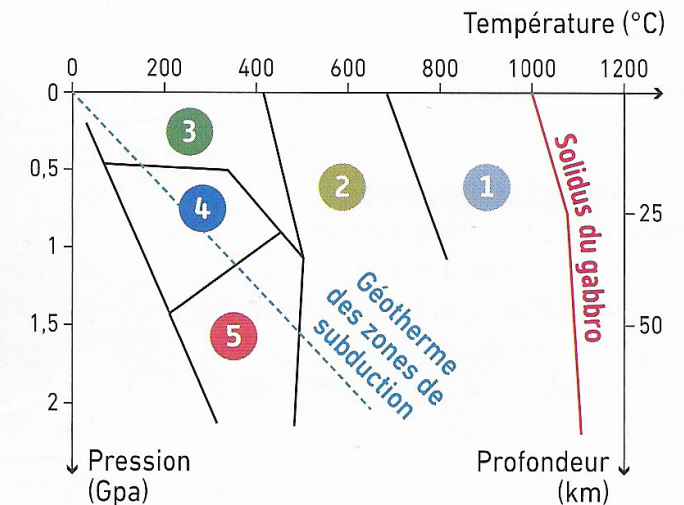
A Métagabbro 1 observé à l'œil nu.



B Métagabbro 1 observé au microscope polarisant en LPNA.

Domaine de stabilité	Faciès	Association minérale
1	granulite (gabbro de dorsale)	pyroxène + plagioclase
2	amphibolite	plagioclase + hornblende
3	schistes verts	plagioclase + actinote + chlorite
4	schistes bleus	glaucophane, +/- plagioclase, +/- omphacite
5	éclogites	omphacite + grenat

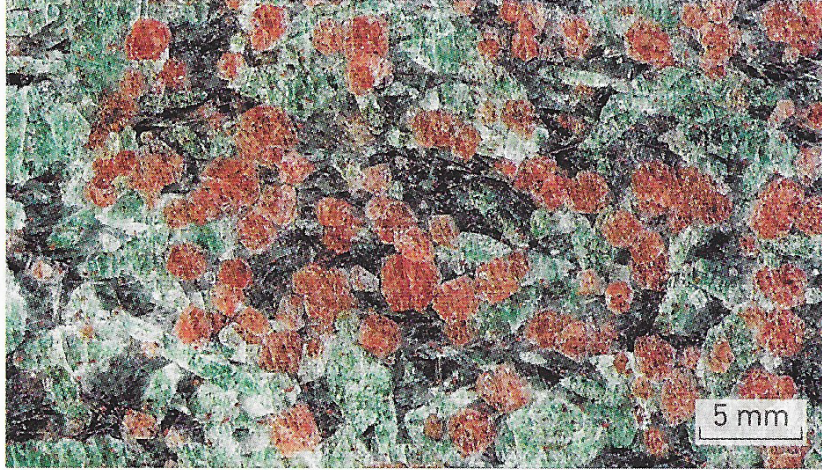
E Domaines de stabilité de quelques associations minérales de la croûte océanique.



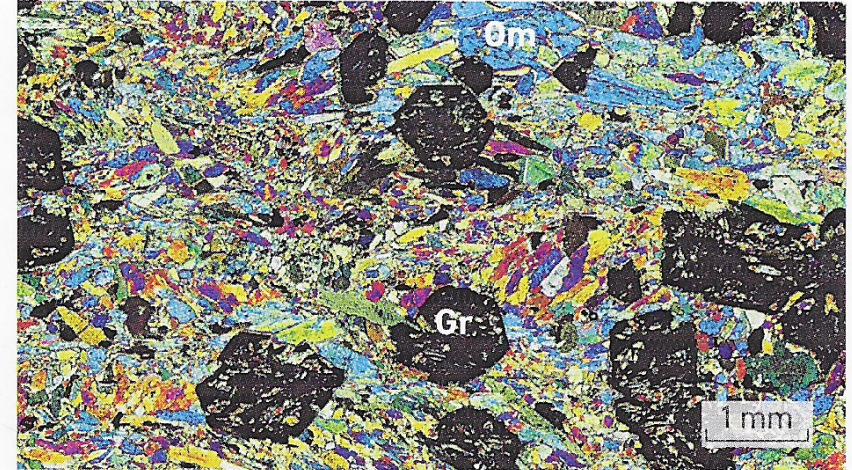
Les éclogites

(complexe ophiolitique du Queyras ou du Mont Viso dans les Alpes)

Ce métagabbro 2 (photographies **C** et **D**) contient de nombreux grenats rouges (Gr) associés à un pyroxène vert, l'omphacite (Om).



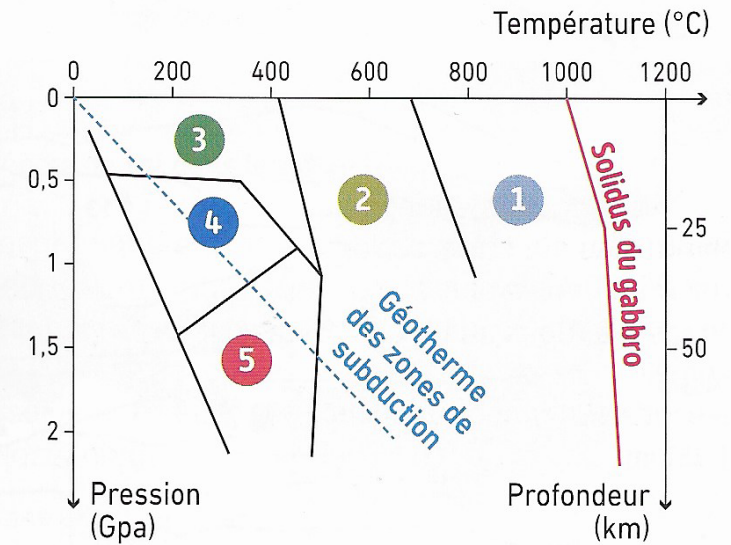
C Métagabbro 2 observé à l'œil nu.



D Métagabbro 2 observé au microscope polarisant en LPA.

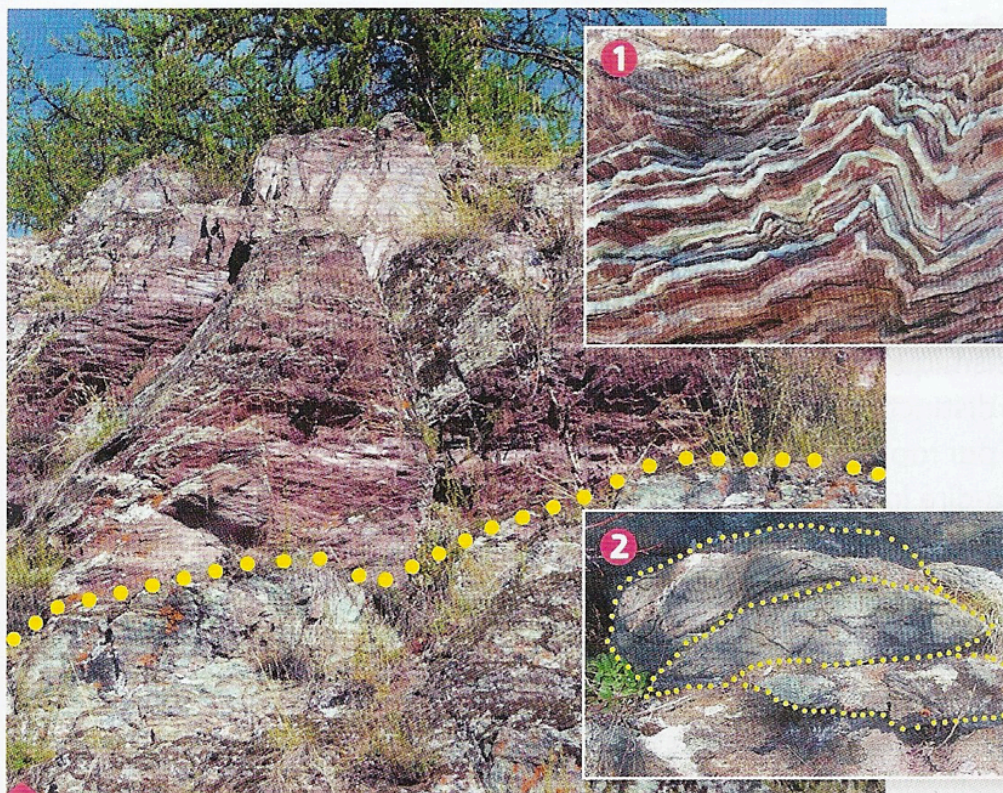
Domaine de stabilité	Faciès	Association minérale
1	granulite (gabbro de dorsale)	pyroxène + plagioclase
2	amphibolite	plagioclase + hornblende
3	schistes verts	plagioclase + actinote + chlorite
4	schistes bleus	glaucophane, +/- plagioclase, +/- omphacite
5	éclogites	omphacite + grenat

E Domaines de stabilité de quelques associations minérales de la croûte océanique.



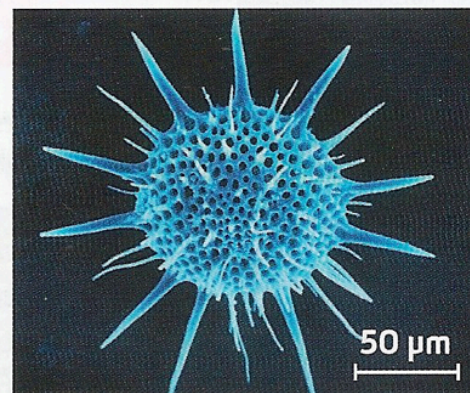
Des roches sédimentaires situées par dessus les basaltes dans l'ophiolite du Mont Cruzore

▶ À quelques kilomètres du Chenaillet, en Italie, le mont Cruzore est un fragment d'une autre ophiolite. Bien qu'étant incomplète, cette ophiolite permet d'observer les premières roches sédimentaires déposées par-dessus les basaltes en coussins. Au moment de leur dépôt, ces sédiments formaient des couches planes et horizontales.

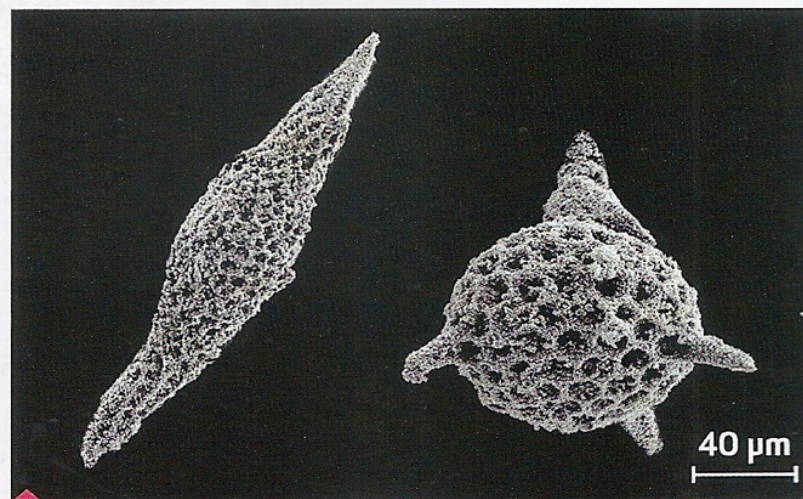


a Les radiolarites ①, premières roches sédimentaires reposant sur les basaltes en coussins ②.

▶ Les radiolarites sont des roches sédimentaires siliceuses formées par l'accumulation de tests de radiolaires.



b Tests de radiolaires actuels (MEB, image colorisée).



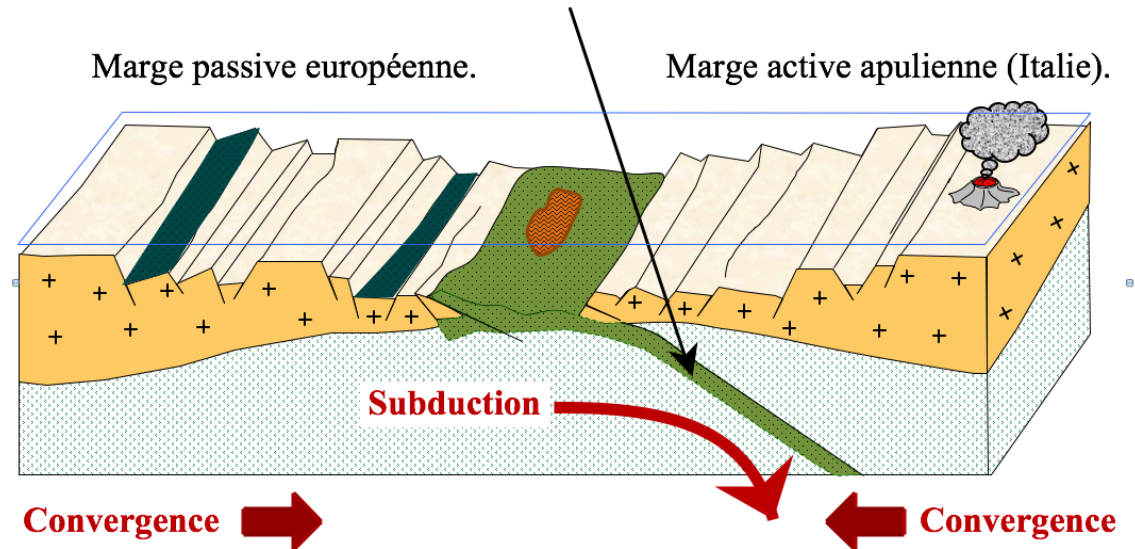
c Test de radiolaires extraits d'une radiolarite alpine (-150Ma) (MEB).

Marqueurs géologiques de la disparition par subduction du domaine océanique.

④ - Les **métabasaltes** et **métagabbros** du faciès des schistes bleus et du faciès des élogites sont les marqueurs de la **subduction** de la lithosphère océanique. Ceci est associé à un **métamorphisme** de haute pression et basse température des roches de la croûte océanique. Ainsi avec la profondeur croissante, donc une pression croissante, les métabasaltes et métagabbros du faciès des schistes verts évoluent en roches du **faciès des schistes bleus** puis du **faciès des élogites**.

Cette étape de l'histoire de la région est donc marquée par la fermeture du domaine océanique en raison de la **convergence** des plaques tectoniques européenne et apulienne (= marge active).

④ - **Métabasaltes** et **métagabbros** du faciès des schistes bleus et du faciès des élogites.

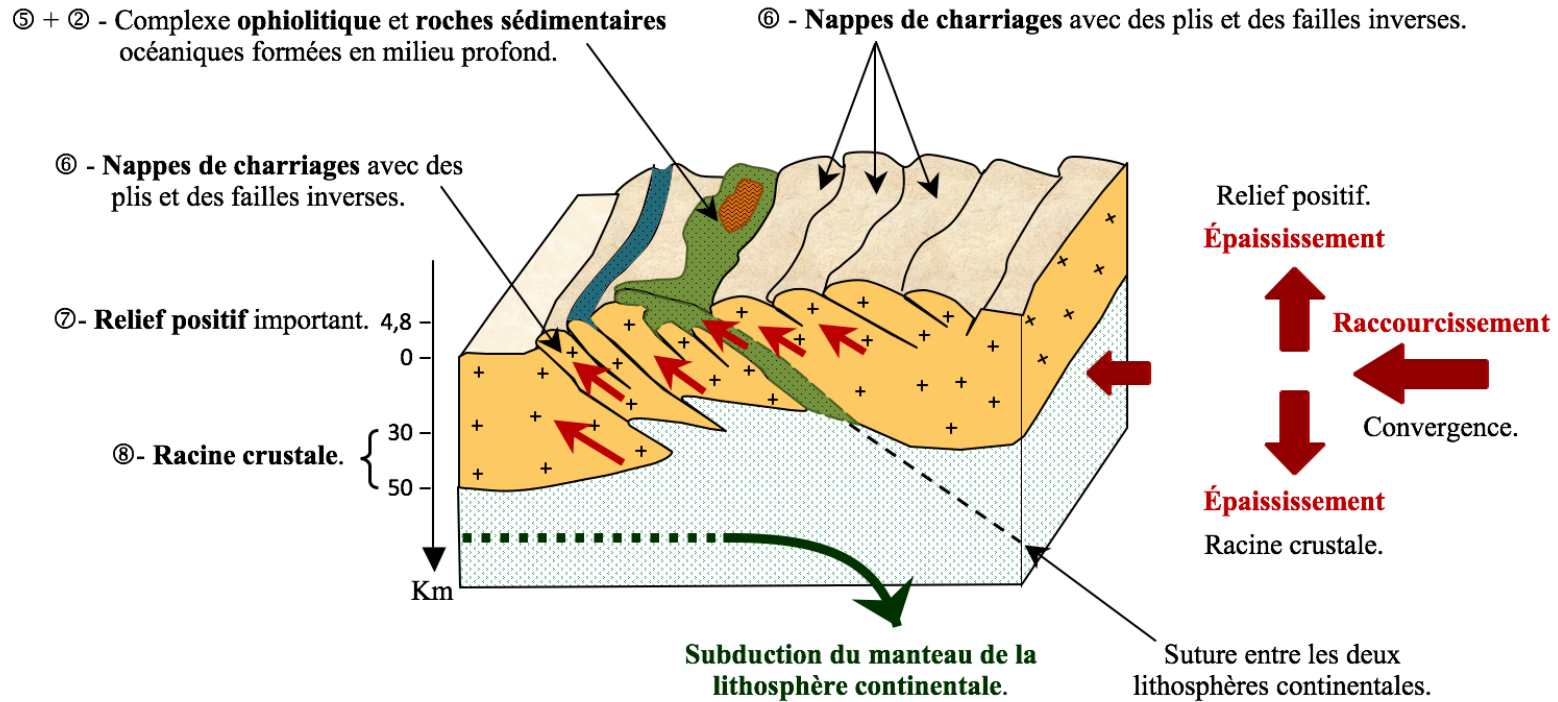


Subduction de la lithosphère océanique : fermeture du domaine océanique.

Marqueurs géologiques de la collision de deux lithosphères continentales.

② + ⑤ - Lorsque la lithosphère océanique est entièrement subduite, les marges des deux lithosphères continentales (Europe et Apulie) entrent en **collision** ce qui est associé au **charriage** d'une portion de la lithosphère océanique sur la croûte continentale européenne. Cet évènement explique la présence au sein de la chaîne des Alpes des **roches sédimentaires** océaniques, formées en milieu profond (argiles, radiolarites...), et du complexe **ophiolitique**, qui marquent la zone de « **suture** » des deux lithosphères continentales autrefois séparées par un domaine océanique.

⑥ + ⑦ + ⑧ - Après le début de la **collision**, la partie mantellique de la lithosphère continentale européenne continue de subduire en raison de sa forte densité alors que la partie crustale qui ne plonge pas dans l'asthénosphère forme un empilement de **nappes de charriage** avec des plis et des failles inverses associés au **raccourcissement** et à l'**épaississement** important de la croûte continentale (**relief positif** + **racine crustale**). Ceci témoigne d'une tectonique en compression due à la convergence et à la collision de deux lithosphères continentales (Europe et Apulie).



Les marqueurs géologiques de la collision de deux lithosphères continentales.