

THEME 1B - Le domaine continental et sa dynamique

TP2 - Les témoins de l'épaississement crustal et la formation des reliefs

Lors de la convergence lithosphérique, les terrains se déforment et forment des chaînes de montagnes, comme les Alpes. Dans ces chaînes de montagnes, la croûte continentale présente une grande épaisseur résultant d'un raccourcissement et d'épaississement. Les De nombreux indices de la convergence sont identifiables à l'échelle des formations géologiques, des roches elles-mêmes ainsi qu'à l'échelle des minéraux.



Problème posé : Quels sont les indices tectoniques et pétrographiques permettant de mettre en évidence l'épaississement de la lithosphère continentale ?

Matériel :

- Documents 1 à 8 et votre livre p148 à 151 + FICHE BILAN à compléter
- Microscopes polarisants + échantillons de roches et lames minces (granite, gneiss et migmatite) et votre livre p402-405 (clé des minéraux)

Propositions d'activités	Capacités
<p><u>Activité 1 : Les indices tectoniques de l'épaississement crustal</u> <i>Les Alpes sont une chaîne de montagne récente dans laquelle on observe de nombreuses structures associées à la convergence.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Réalisez la modélisation proposée à l'aide du protocole (Document 1) afin d'identifier les conséquences de la convergence. ➤ Schématisez le résultat obtenu et placez les structures tectoniques et les contraintes mises en place (S'aider du Document 2). ➤ Repérez les structures caractéristiques de la collision dans les paysages présentés (Documents 3 à 5). ➤ Proposez des schémas d'interprétation sur lesquels vous ferez figurer les contacts anormaux entre les roches et les contraintes tectoniques mises en jeu (flèches). ➤ Identifiez ces structures à l'échelle des Alpes (Documents 6). 	<p>Réaliser une expérience en suivant un protocole</p> <p>Analyser, extraire des informations</p>
<p><u>Activité 2 : Les indices pétrographiques d'un épaississement crustal</u> <i>Le Massif central est une chaîne de montagne très ancienne ayant subi l'érosion. On retrouve donc en surface des roches ayant été formées en profondeur. On cherche à reconstituer l'histoire de ces roches. Vous disposez de 3 échantillons : le granite, le gneiss et la migmatite.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Observez les roches proposées à l'œil nu afin d'identifier leurs caractéristiques (Documents 7). ➤ Observez les lames minces proposées au microscope optique polarisant afin d'identifier les minéraux en présence ➤ Remplacez les roches étudiées dans le diagramme PTt (Document 8 et questions précédentes). ➤ En déduire l'origine de ces roches, ainsi que les conditions de formations du gneiss et de la migmatite. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Compléter le tableau bilan <p>➤ Rangez et nettoyez votre espace de travail.</p>	<p>Observer à l'œil nu</p> <p>Observer à l'aide d'un microscope polarisant</p> <p>Analyser, extraire des informations</p> <p>Gérer le poste de travail</p>

Document 1 : MODELISATION D'UNE COMPRESSION SUR UNE SERIE SEDIMENTAIRE

1. Montage :

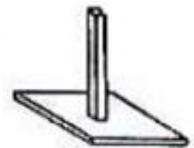
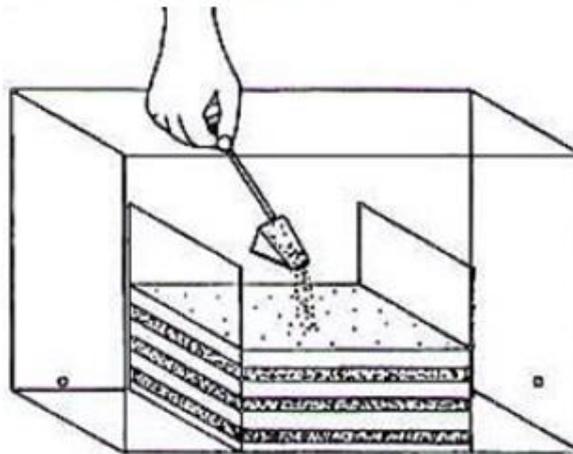
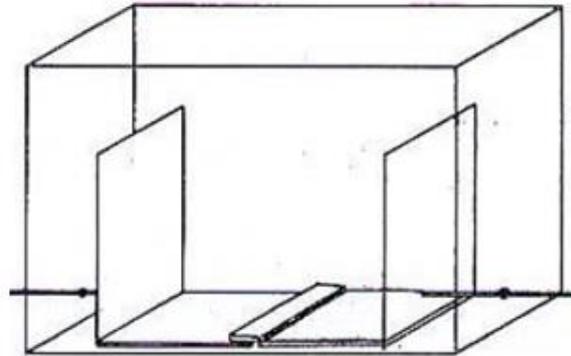
1. Disposer les deux pistons en carton ou en plastique au centre de la cuve. Ils doivent rester fixes pendant tout le montage.

NB : Vous pouvez les fixer avec un peu de scotch si nécessaire.

2. **Déposer** dans le dispositif de modélisation, en les alternant, les sables ou les plâtres colorés en **4 couches horizontales** d'environ 1cm d'épaisseur ;

3. **Tasser un peu** le sable ou le plâtre entre chaque couche.

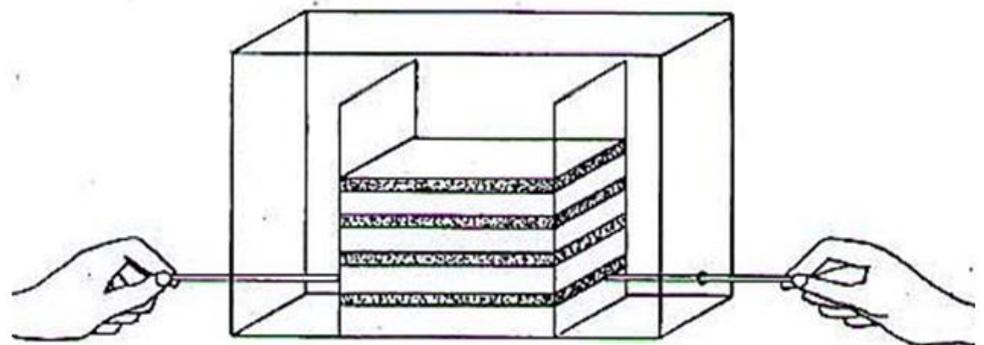
Remarque : avec du sable, pulvériser de l'eau à chaque changement de couche (en veillant à manipuler l'eau en sécurité si vous êtes à proximité d'une installation électrique).



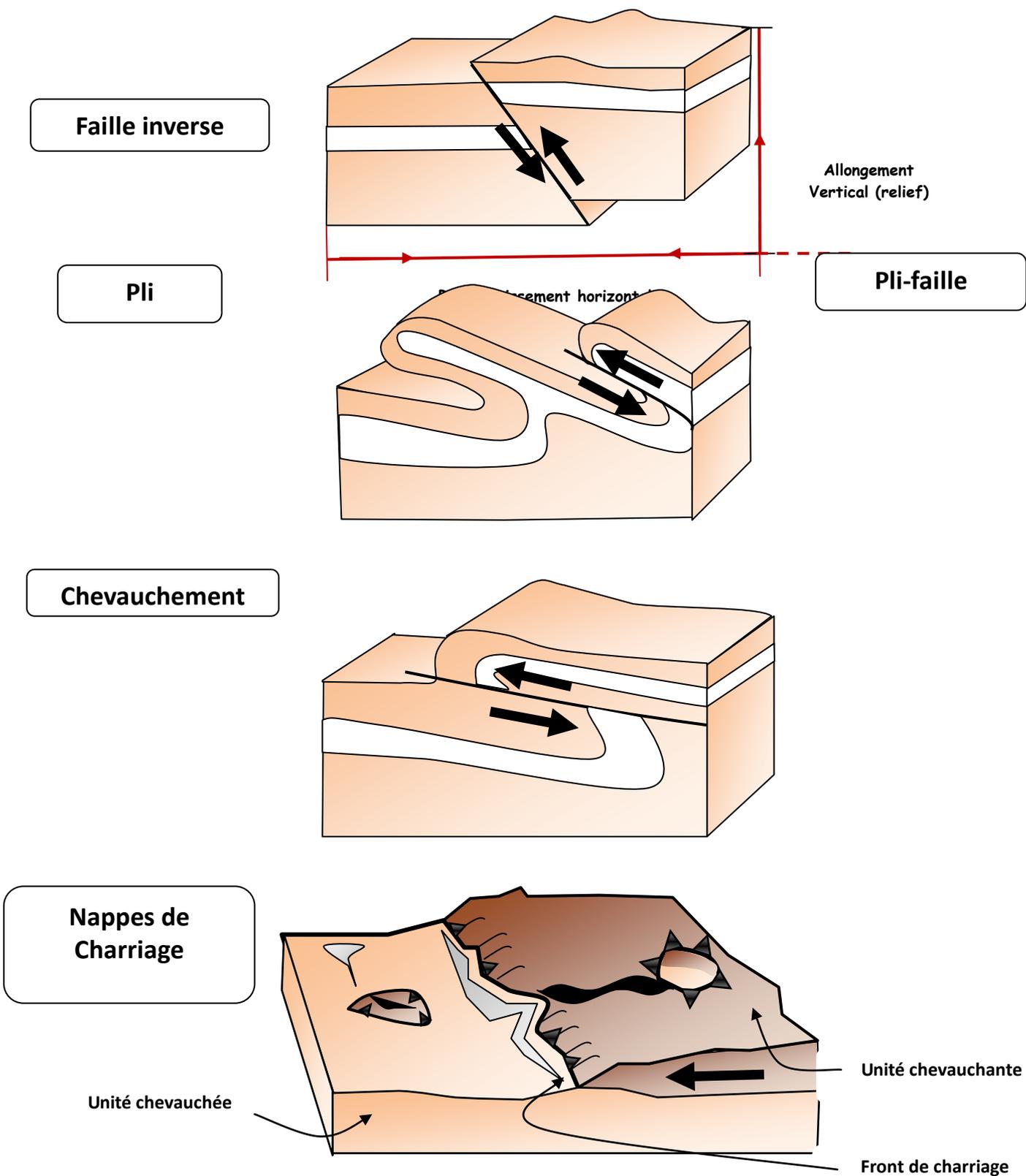
2. Mise en mouvement :

1. Maintenir fermement le dispositif de compression des deux côtés.

2. Compresser **lentement** en poussant de façon homogène et continue.



Document 2 : Les figures tectoniques de compression

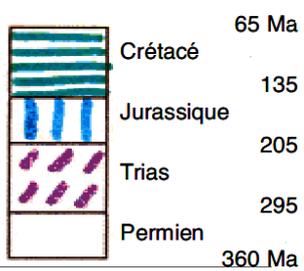
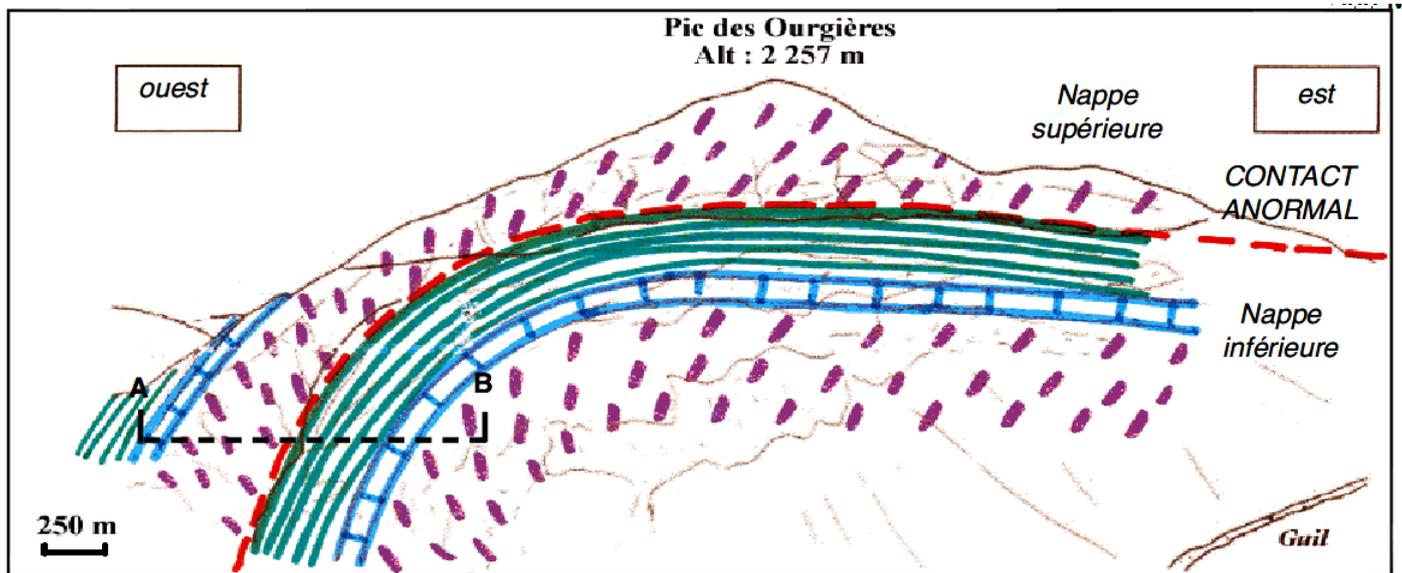


Une **nappe de charriage** correspond à un ensemble de couches géologiques plus plastiques qui se sont déplacées sur plusieurs km et vont recouvrir d'autres séries sédimentaires créant ainsi des contacts anormaux où la chronologie des dépôts n'est plus respectée.

Document 3 : Paysage à Saint-Clément et carte géologique



Document 4 : Paysage du pic des Ourgières et schéma interprétatif (Géol’Poch 2011)



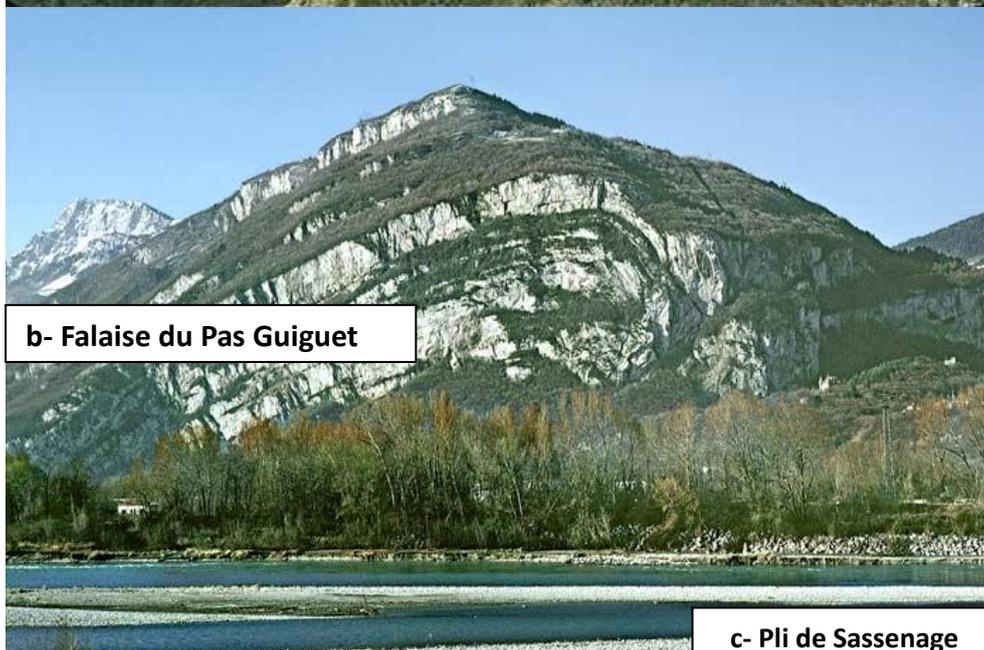
A ———— ◆

B : trajet réalisé par les élèves

Document 5 : Paysages alpins et indices de la convergence



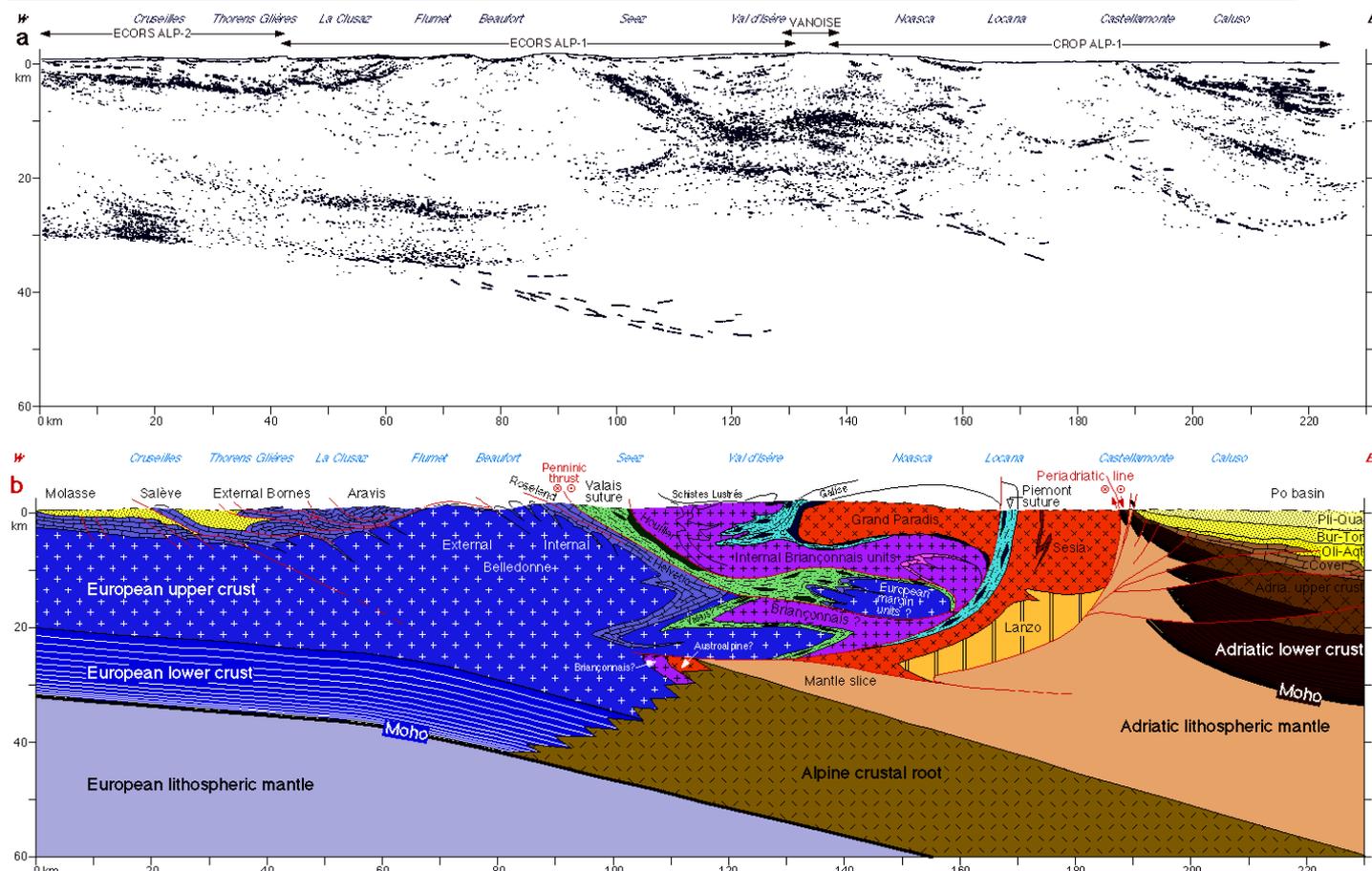
a-Col du Lautaret



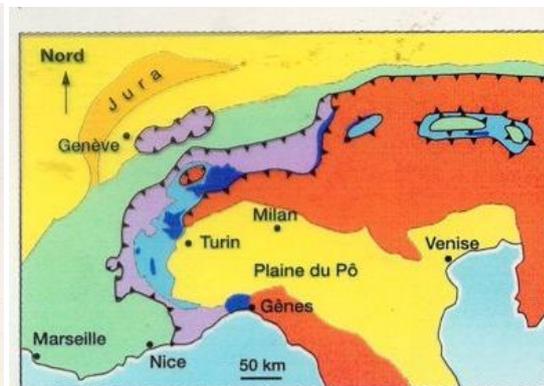
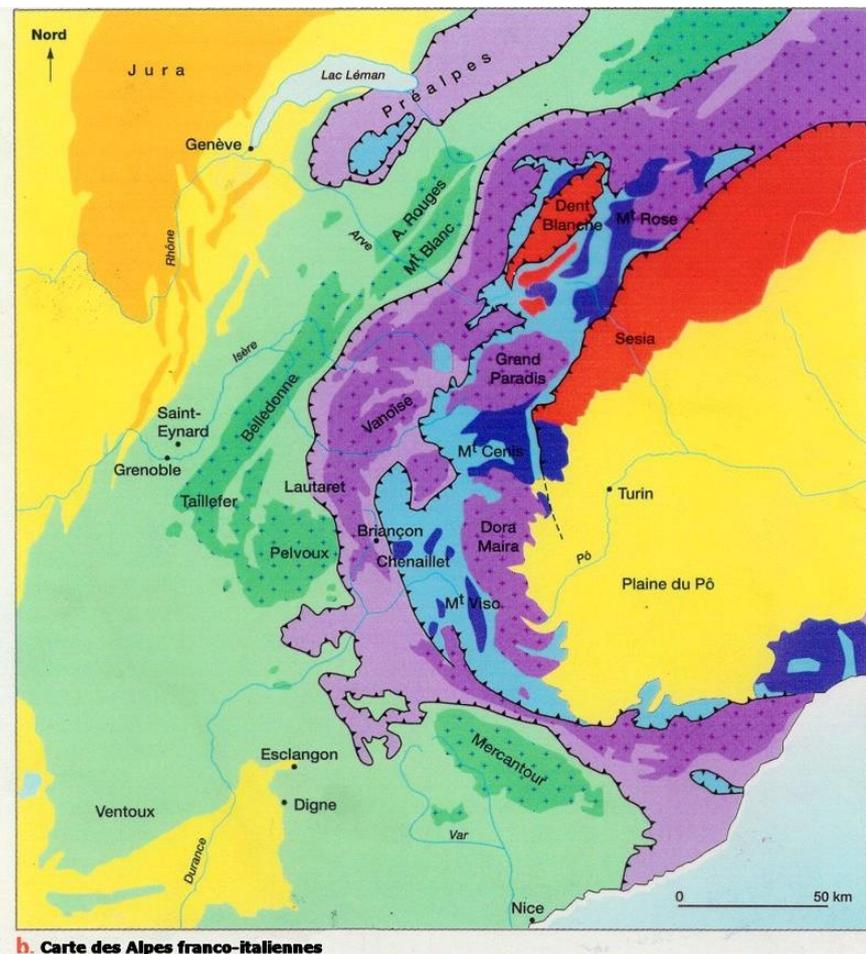
b- Falaise du Pas Guiguet

c- Pli de Sassenage

Document 6a : Profil ECORS des Alpes selon une coupe Est-Ouest (Sismique Réflexion)



Document 6b : Carte géologique simplifiée des Alpes



LES ALPES

Zone externe :

Couverture sédimentaire

Socle

Zone interne :

Couverture sédimentaire

Socle

Zone médiane :

Couverture sédimentaire

Socle

Sédiments océaniques

Ophiolites

Fenêtre laissant apparaître les structures sous-jacentes

Structure chevauchante

Frontière de chevauchement

Partie chevauchée

Partie chevauchante

Couverture sédimentaire récente (Tertiaire)

Document 7 : GNEISS et MIGMATITES

Gneiss : voir le site http://lithotheque.ac-aix-marseille.fr/Liste_affleurements/liste_gneiss.htm

Migmatite : voir le site http://lithotheque.ac-aix-marseille.fr/Liste_affleurements/liste_migmatites.htm



Gneiss

— La roche présente au Col de Caguo Ven est un gneiss caractérisé une **foliation**. Localement, les **yeux feldspathiques** formés de monocristaux de microcline (feldspath potassique) constituent un faciès oëillé.

— Les minéraux métamorphiques présents dans ce gneiss sont quartz, biotite, muscovite plus rarement, microcline en gros cristaux, oligoclase, localement albite, chlorite, apatite, zircon et rutile. Le microcline apparaît en gros cristaux dans les **amandes blanches** en remplacement d'anciens grands cristaux (porphyroïdes) d'orthose déstabilisée.

La paragenèse principale permet de préciser les conditions du métamorphisme (**diagramme de phases**). Ces conditions sont celles de la **zone à biotite et staurotide**.

La chlorite et l'albite ne sont pas en équilibre avec la paragenèse principale (quartz + biotite + muscovite + microcline + oligoclase + rutile). Ces minéraux se sont formés au cours d'une étape ultérieure du métamorphisme sous des conditions de pression-température inférieures à celles de la paragenèse principale. Ils sont dits rétrogrades.

— Ce gneiss pourrait provenir du métamorphisme d'une roche sédimentaire ou d'une roche magmatique. La présence d'un **faciès oëillé** évoque un granite à gros cristaux d'orthose. Des enclaves surmicacées centimétriques présentes dans le gneiss de Bormes sont aussi un argument en faveur d'une origine magmatique pour le protolithe. La roche initiale étant une roche magmatique, le gneiss de Bormes est donc un orthogneiss.

— Des datations (méthode $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, Morillon *et al.*, 2000) récentes effectuées sur des muscovites et biotites d'orthogneiss de l'unité de Bormes (carrière de La Môle) ont livré des âges compris entre 320.6 ± 0.7 Ma et 317.1 ± 0.2 Ma (Carbonifère supérieur). Des datations plus anciennes effectuées sur différents minéraux (biotite, muscovite, amphibole, zircon) par plusieurs méthodes (U/Pb, K/Ar, Ar/Ar, ...) avaient donné des âges compris entre -315 et -345 Ma (Carbonifère inférieur).



Migmatites

— La fusion partielle du gneiss a produit un liquide magmatique de composition granitique appelé le **néosome** qui montre une partie claire (**leucosome**) et une partie sombre (**mélanosome**) :

- Le leucosome résulte de la cristallisation du liquide magmatique à composition quartzofeldspathique, il contient peu de micas noirs car ils sont plus réfractaires que les minéraux clairs (la fusion des minéraux clairs a lieu à des températures inférieures à celle des minéraux sombres).

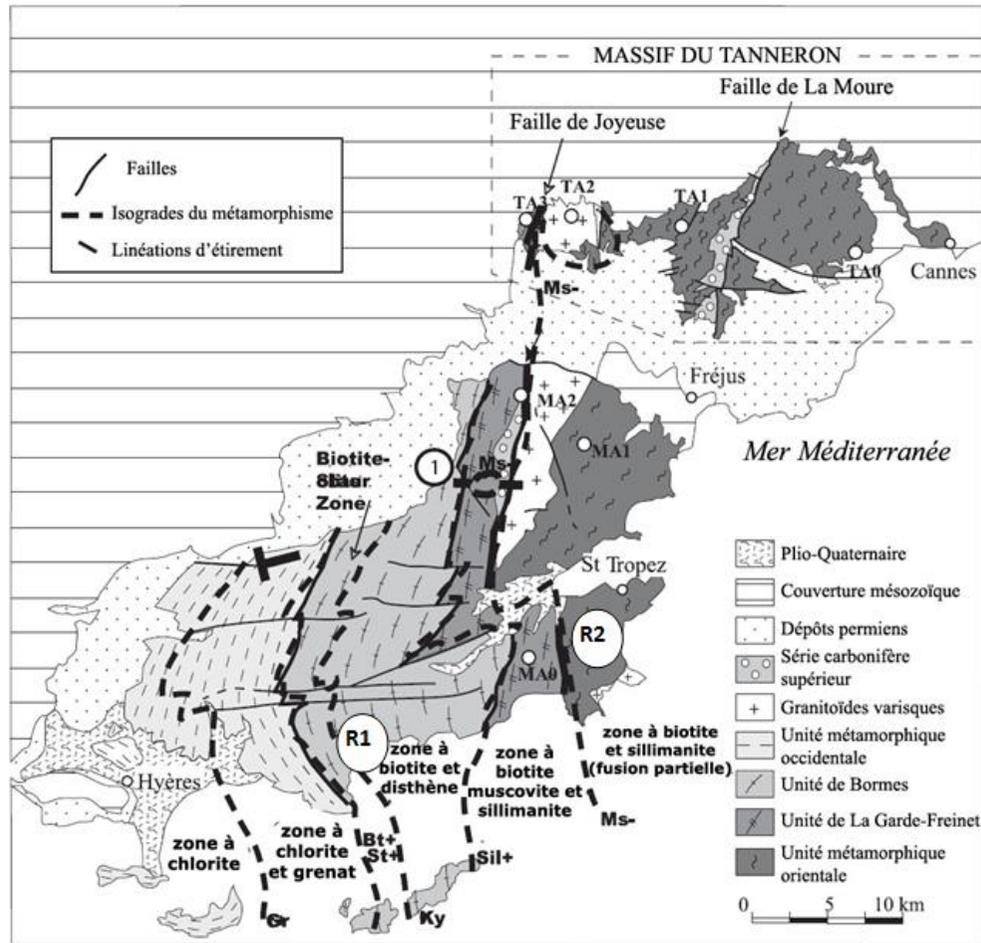
- Le mélanosome contient des minéraux sombres (biotite, grenat...) réfractaires qui représentent un résidu non fondu du gneiss (la roche initiale ou paléosome) aussi appelé restite.

— Les expérimentations menées en laboratoire pour simuler les variations de pression et de température dans un contexte géodynamique de convergence ont montré quelles étaient les conditions nécessaires à la fusion partielle des roches (migmatitisation). Le matériel crustal hydraté entre dans le **domaine des migmatites** avec des pressions comprises entre 2 et 6 Kbars et des températures supérieures à 650°C (Rolland, Corsini et Demoux, 2009).

— Des **déformations** s'observent aussi bien dans le néosome que dans le paléosome (lits de gneiss). Ces déformations plastiques, contemporaines de la migmatitisation, sont des plis syn-migmatitiques formés à l'état solide.

— Les migmatites de la plage de Bonne Terrasse ont été datées par méthode $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ à 301.1 ± 0.6 Ma sur biotite (Morillon *et al.*, 2000).

Document 8 : Le métamorphisme et les diagrammes PTt



Carte métamorphique du Massif des Maures-Tanneron (Rolland et al., 2009)

Les isogrades correspondent à des contacts structuraux importants et définissent une succession barroviennne (MP-MT) d'Ouest en Est. Deux domaines principaux sont distingués.

- (R1) Gneiss (plage du Canadel)
- (R2) Migmatite (Plan de la Tour)

- Les minéraux présents dans une roche sont stables dans un certain domaine de pression-température. Lorsque ces conditions sont modifiées, les minéraux peuvent ne plus être stables et réagir entre eux permettant l'apparition de nouveaux minéraux.

- Le **métamorphisme** est l'ensemble des transformations d'une roche s'effectuant à l'état solide. Il est caractérisé par certains minéraux mais aussi par une foliation des roches.

- Les **foliations** sont une structuration en plans distincts d'une roche, marquée par une orientation préférentielle des minéraux. Cette structure en feuillets (ou lits) est due à une déformation ductile de la roche, suite à l'exercice de contraintes (contrainte : pression qui s'exerce sur une surface). De plus, la roche a souvent été étirée en même temps qu'aplatie : on observe alors une linéation d'étirement, marquée par l'allongement des minéraux, sur les plans de foliation.

- Les **migmatites** sont des roches métamorphiques qui ont subi une fusion partielle (anatexie). L'**anatexie** correspond à la fusion d'une roche métamorphique dans certaines conditions de pression et de température.

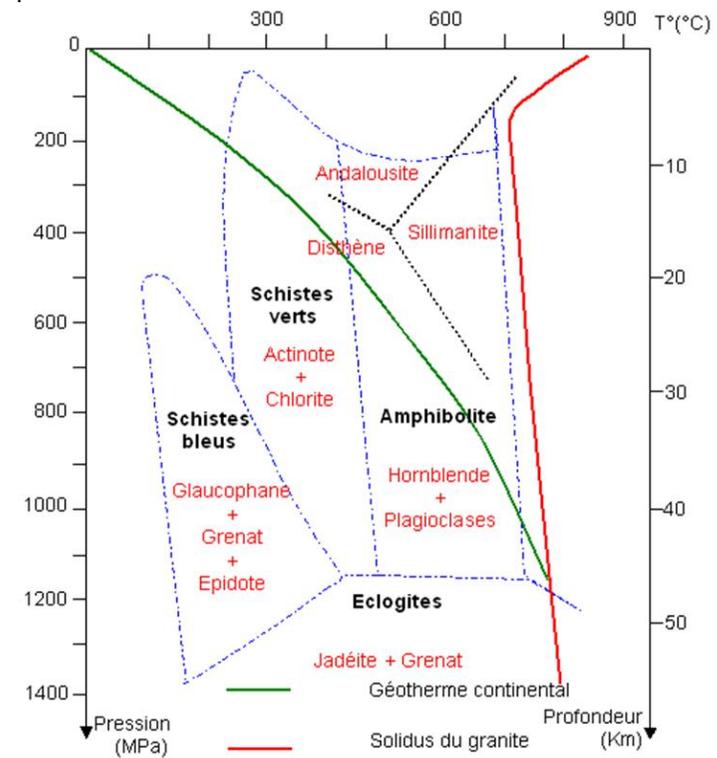


Diagramme Pression-Température et zones de stabilité de différents minéraux

FICHE BILAN :

	GRANITE	GNEISS	MIGMATITE
Croquis			
Couleur de la roche			
Taille des minéraux			
Nature des minéraux			
Orientation des minéraux			
Roche d'origine			
Mécanisme de formation			
Type de roche			

