The background of the slide is a microscopic image of a rock sample. It shows a complex texture with various mineral grains. There are prominent elongated, fibrous structures in shades of brown, orange, and yellow, interspersed with darker, more crystalline regions in shades of grey, blue, and purple. The overall appearance is that of a highly textured, possibly metamorphic rock.

Le samedi 18 janvier 2014
Le Groupe géologique de la Haute-Loire et le Centre de
documentation pédagogique proposent une conférence de
Christian Nicollet, professeur au laboratoire Magmas et volcans
de l'université Blaise-Pascal à Clermont-Ferrand :

*« À la recherche des océans disparus dans les montagnes
françaises »*

À la
des **RECHERCHE**
Océans disparus
dans les montagnes françaises

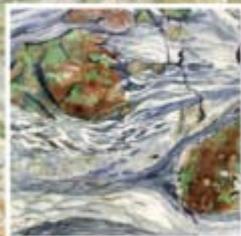
Christian Nicollet
Christine Laverne

TERRAIN

PÉTROGRAPHIE

GÉODYNAMIQUE

ALPES
MASSIF CENTRAL
MASSIF ARMORICAIN
PYRÉNÉES
CORSE



éditions
Quæ

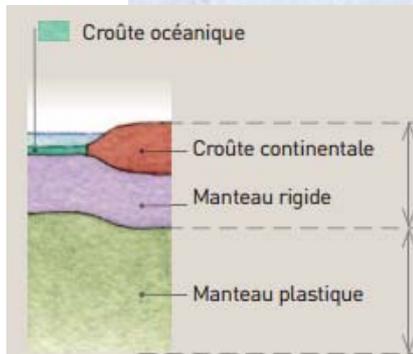
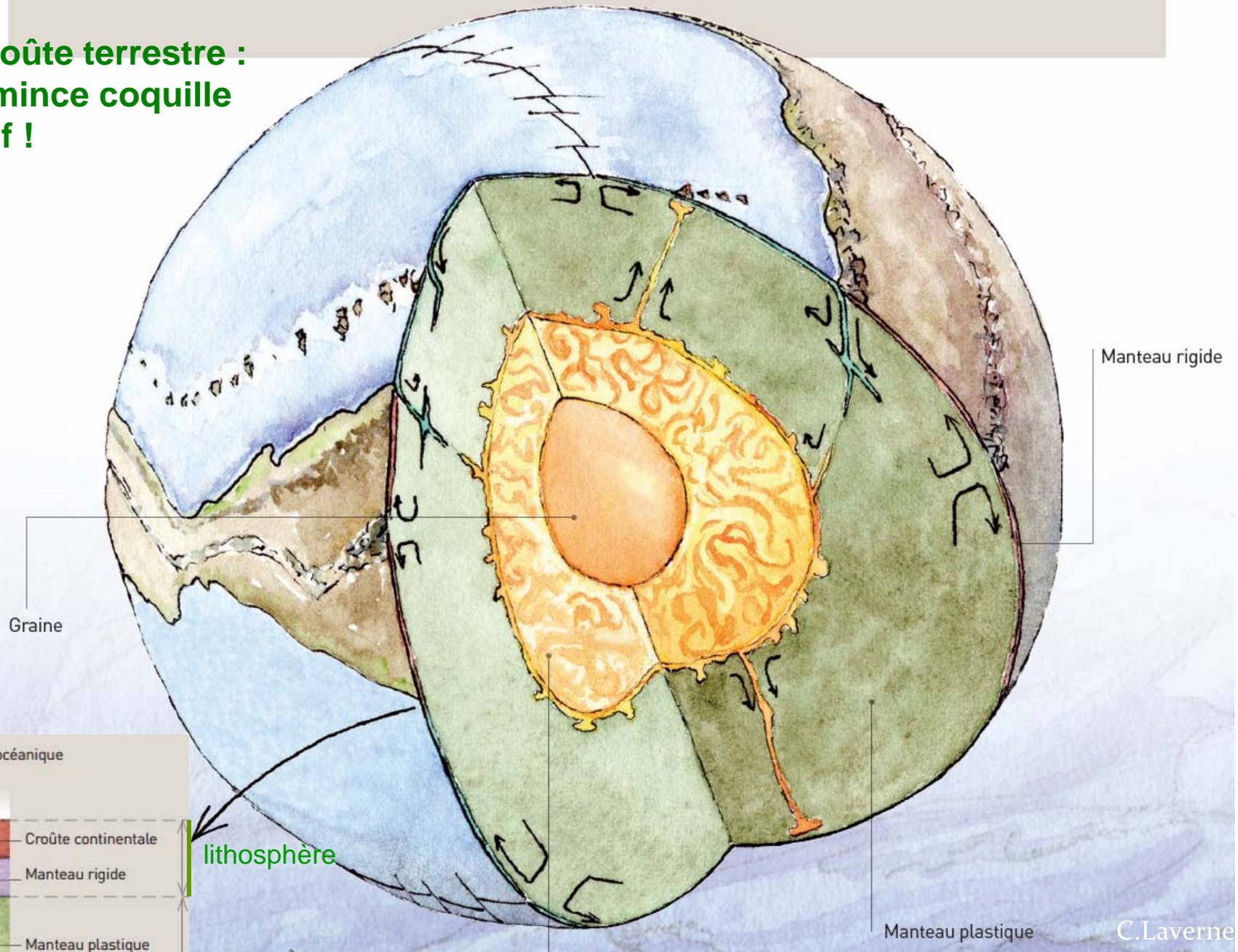




C.Laverne

Des océans dans les montagnes ?

La croûte terrestre : une mince coquille d'œuf !



A la conquête des grands fonds



C.Laverne

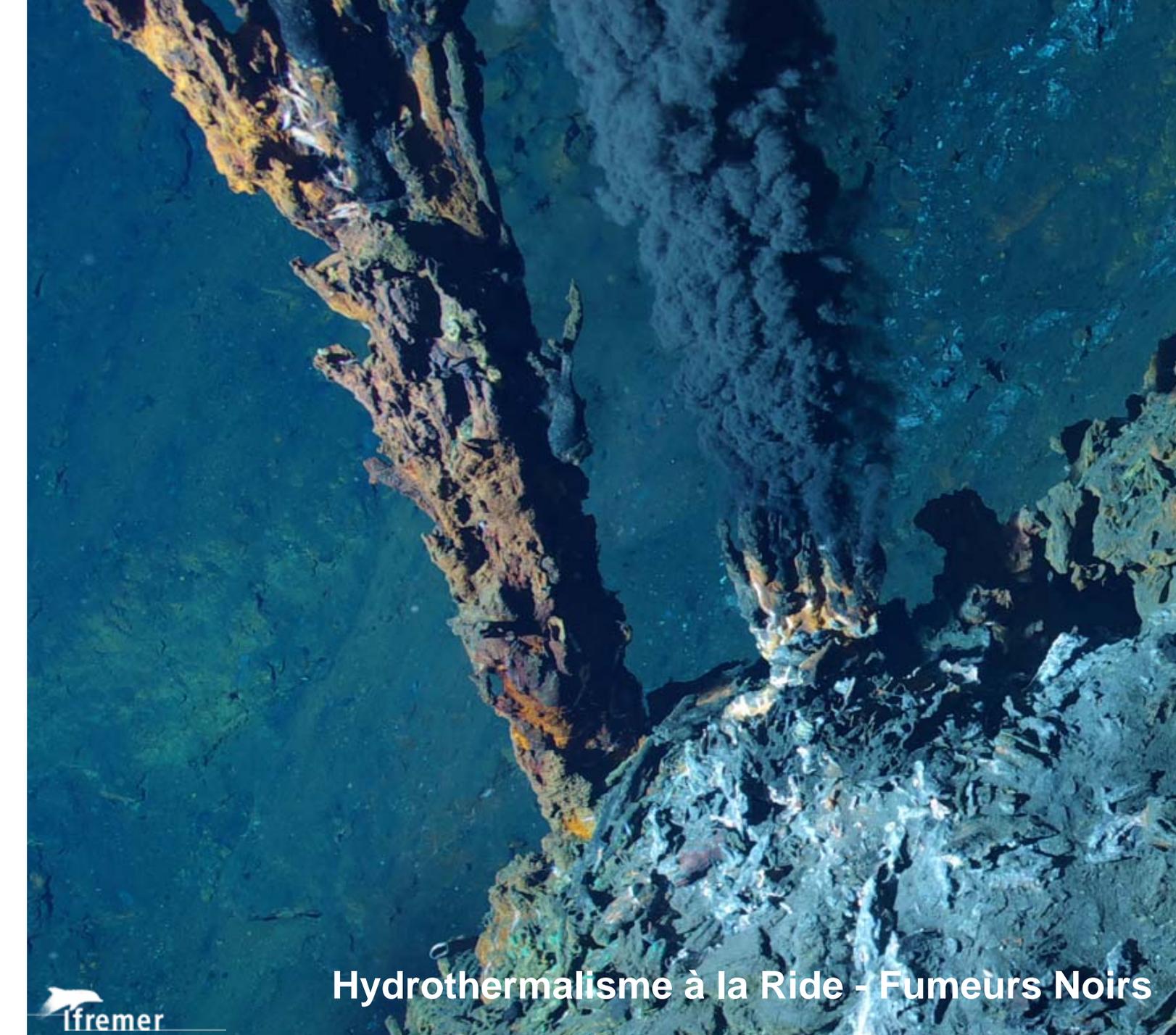
À la conquête des Grands Fonds – éd. Quae

A la conquête des grands fonds

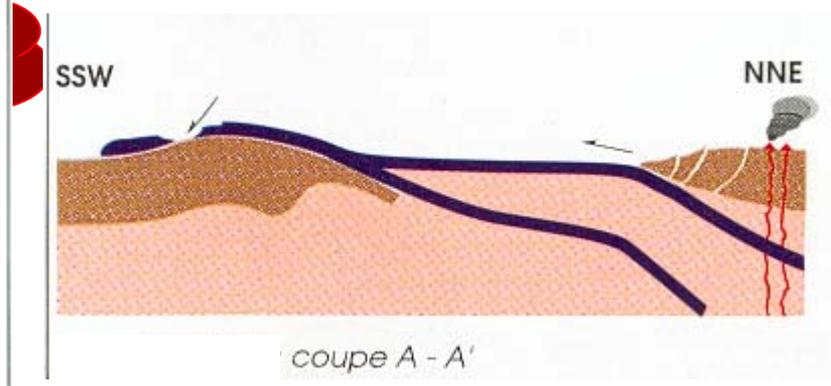
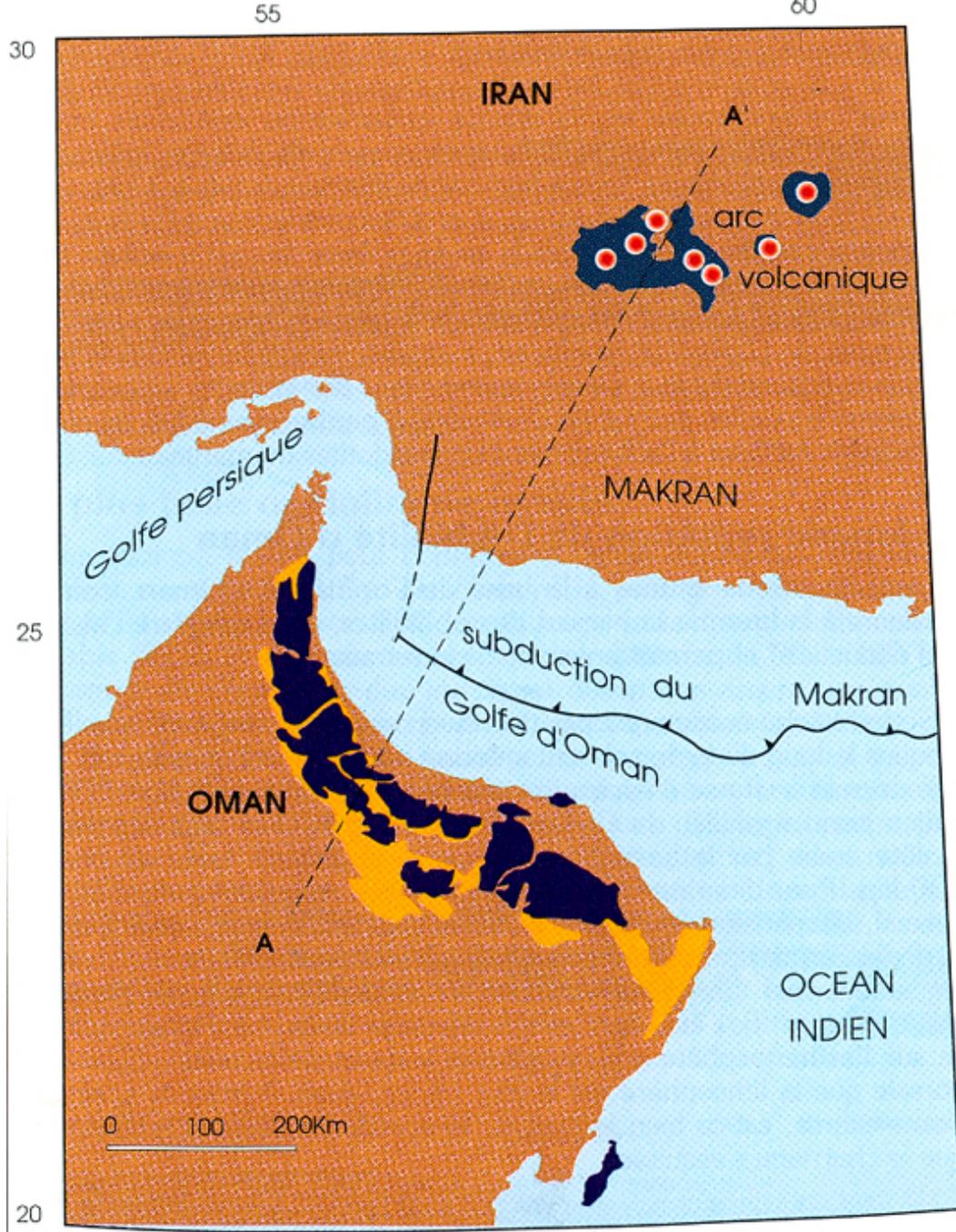


C.Laverne

À la conquête des Grands Fonds – éd. Quae



Hydrothermalisme à la Ride - Fumeurs Noirs



L 'Ophiolite de Oman



In A. Nicolas « Les Montagnes sous la Mer » - Ed. du BRGM

Monte Maggiore : une portion de manteau sortie de la mer ...



Lost'march – presqu'île de Crozon



C.Nicollet

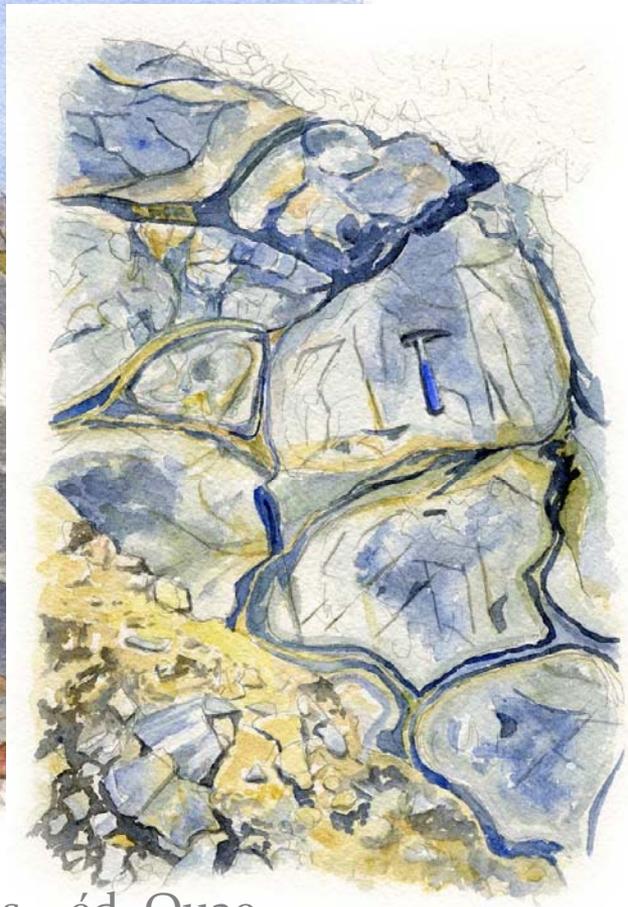


Pourquoi chercher les «océans» dans les montagnes ?





au Chenaillet



C.Laverne

À la recherche des océans disparus – éd. Quae

Marcher sur le plancher océanique ... à 2600m d'altitude !



au Chenaillet

Les Ophiolites dans le Queyras



Le Bric Bouchet culmine à presque 3000 m d'altitude





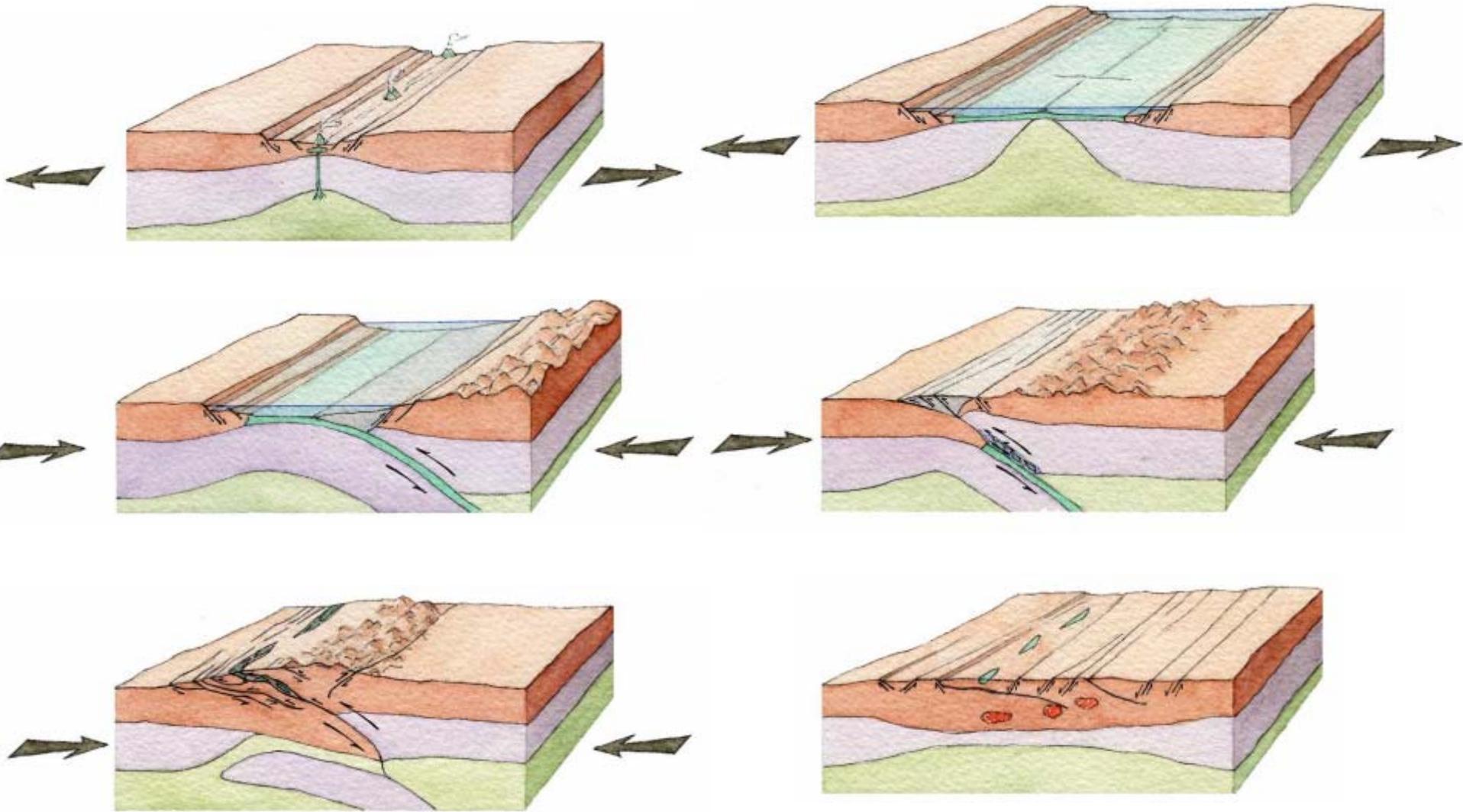
Apprentissage de la Géologie en Zones Extrêmes !

Thèse de B. Debret, 2013

Le cycle de la lithosphère océanique



Le cycle de la lithosphère océanique

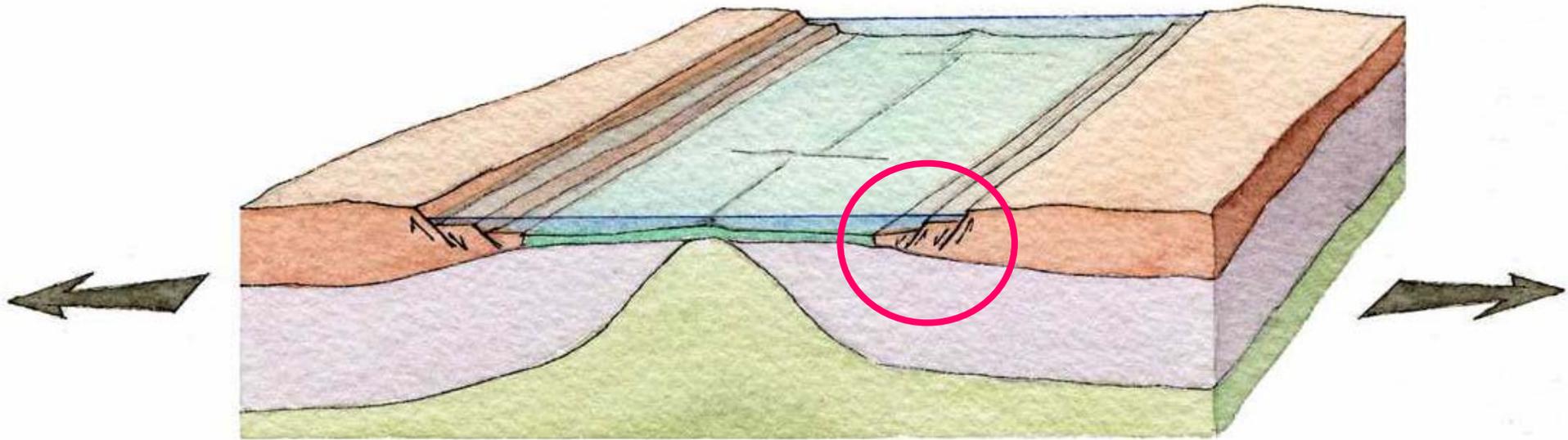


Montagnes jeunes

« Montagnes »
anciennes

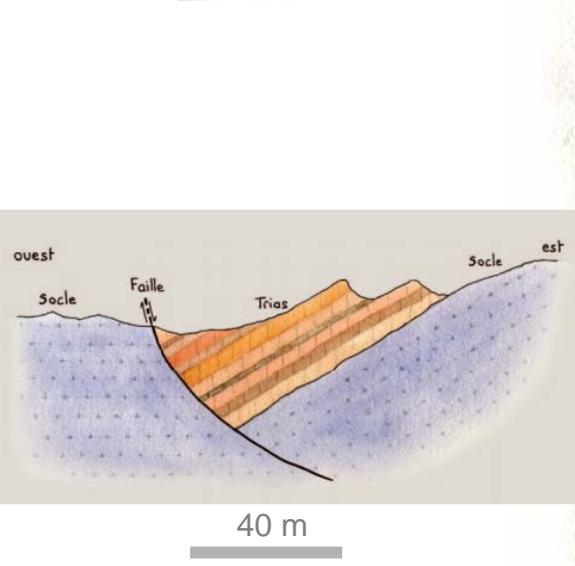
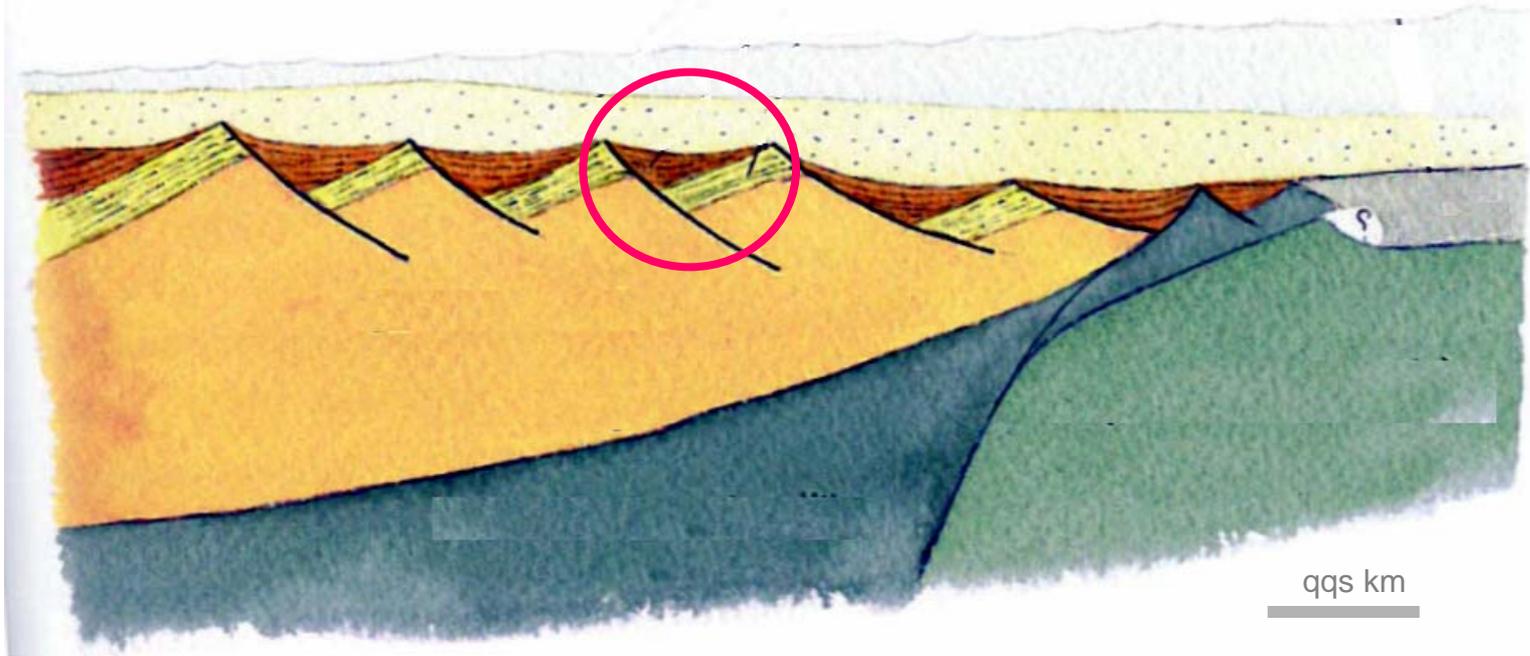
- | | | | |
|---|---------------------|--|-------------------|
|  | croûte continentale |  | croûte océanique |
|  | manteau supérieur |  | manteau inférieur |
|  | prisme d'accrétion |  | granites |

La marge passive

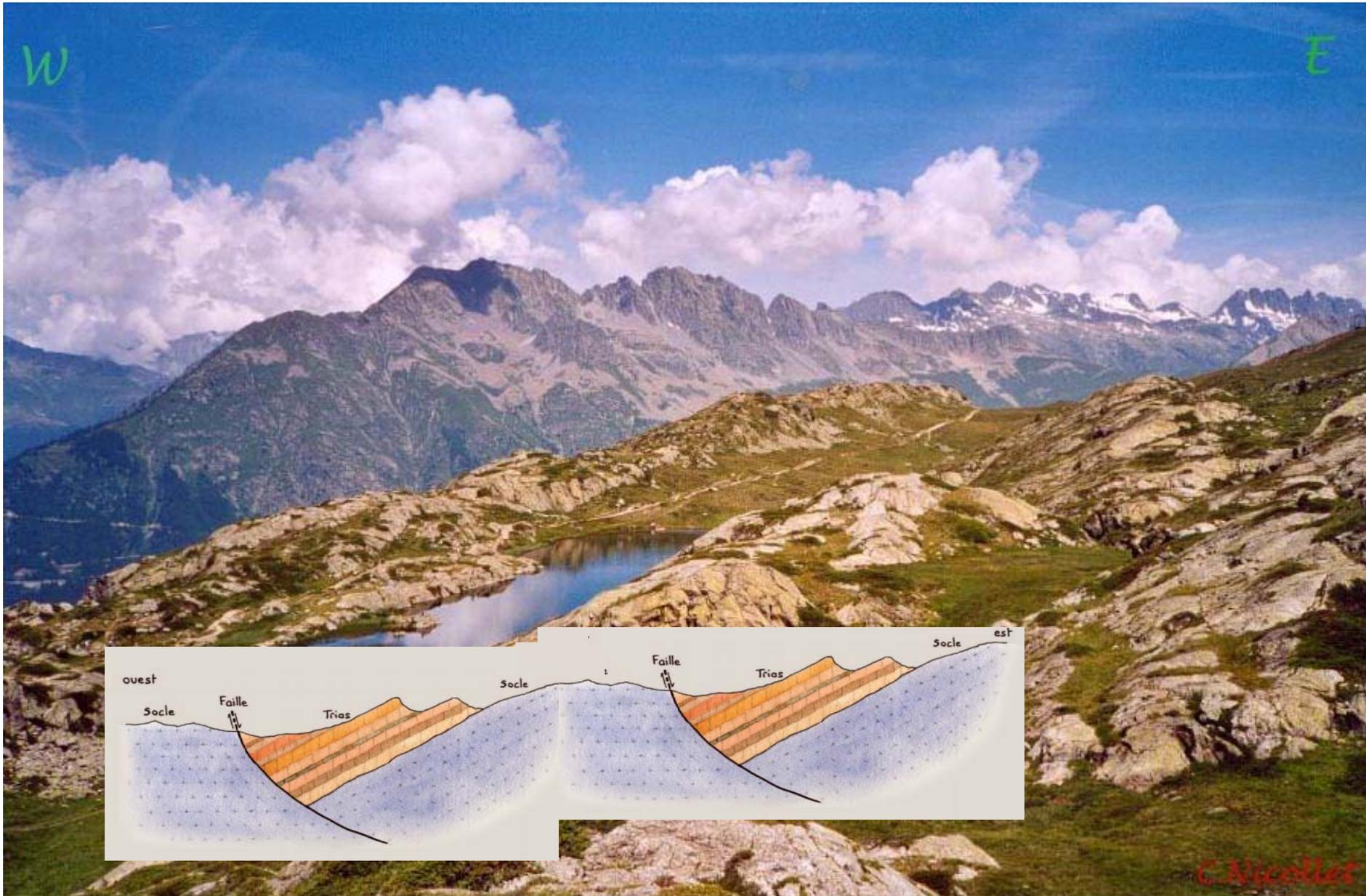


- | | | | |
|---|---------------------|---|-------------------|
|  | croûte continentale |  | croûte océanique |
|  | manteau supérieur |  | manteau inférieur |

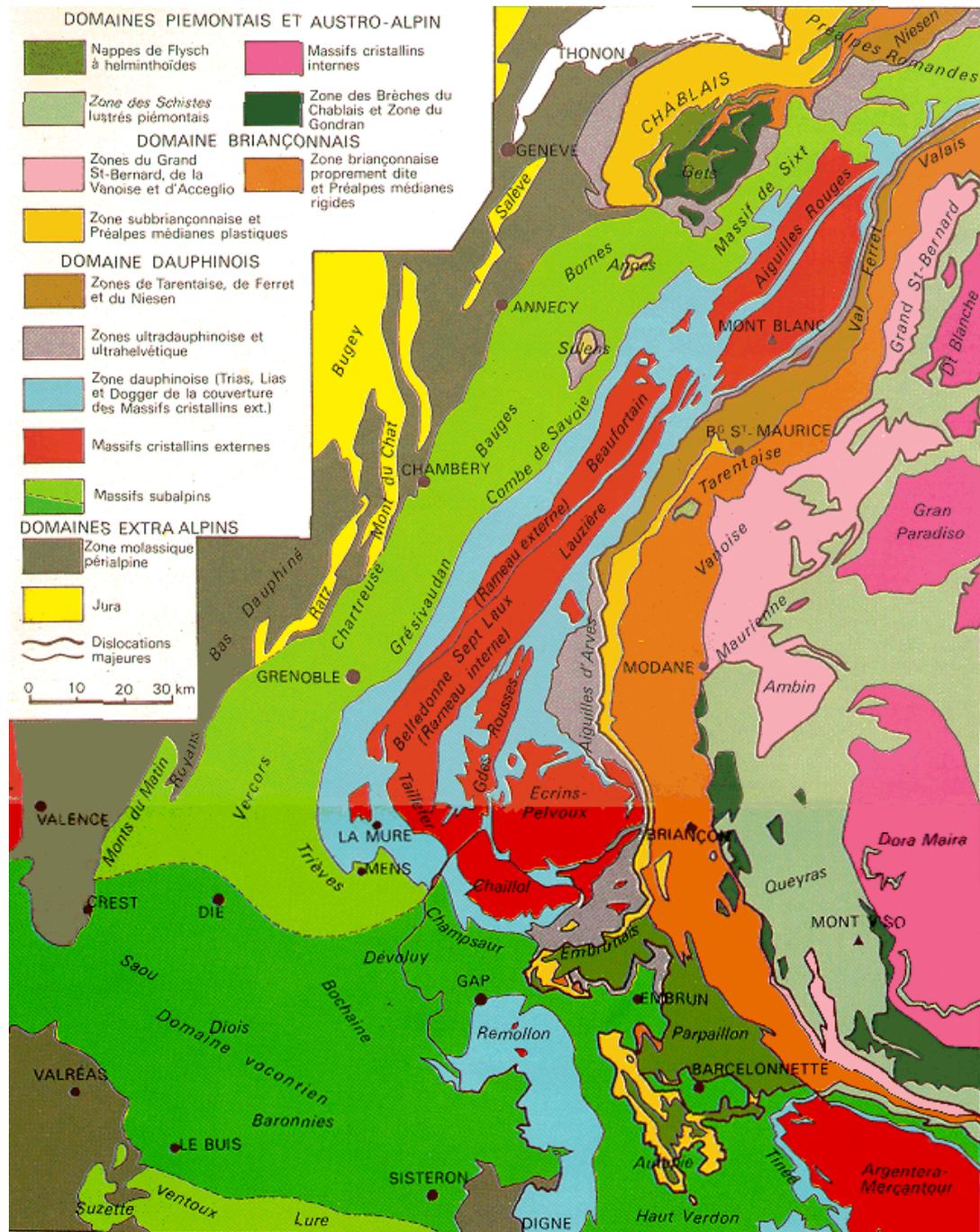
Le bassin de Bourg d'Oisans - Alpe d'Huez (Lac Besson)



C.Laverne



Le bassin de Bourg d'Oisans - Alpe d'Huez (Lac Besson)



Les Massifs de Belledonne, du Mont Blanc, ...

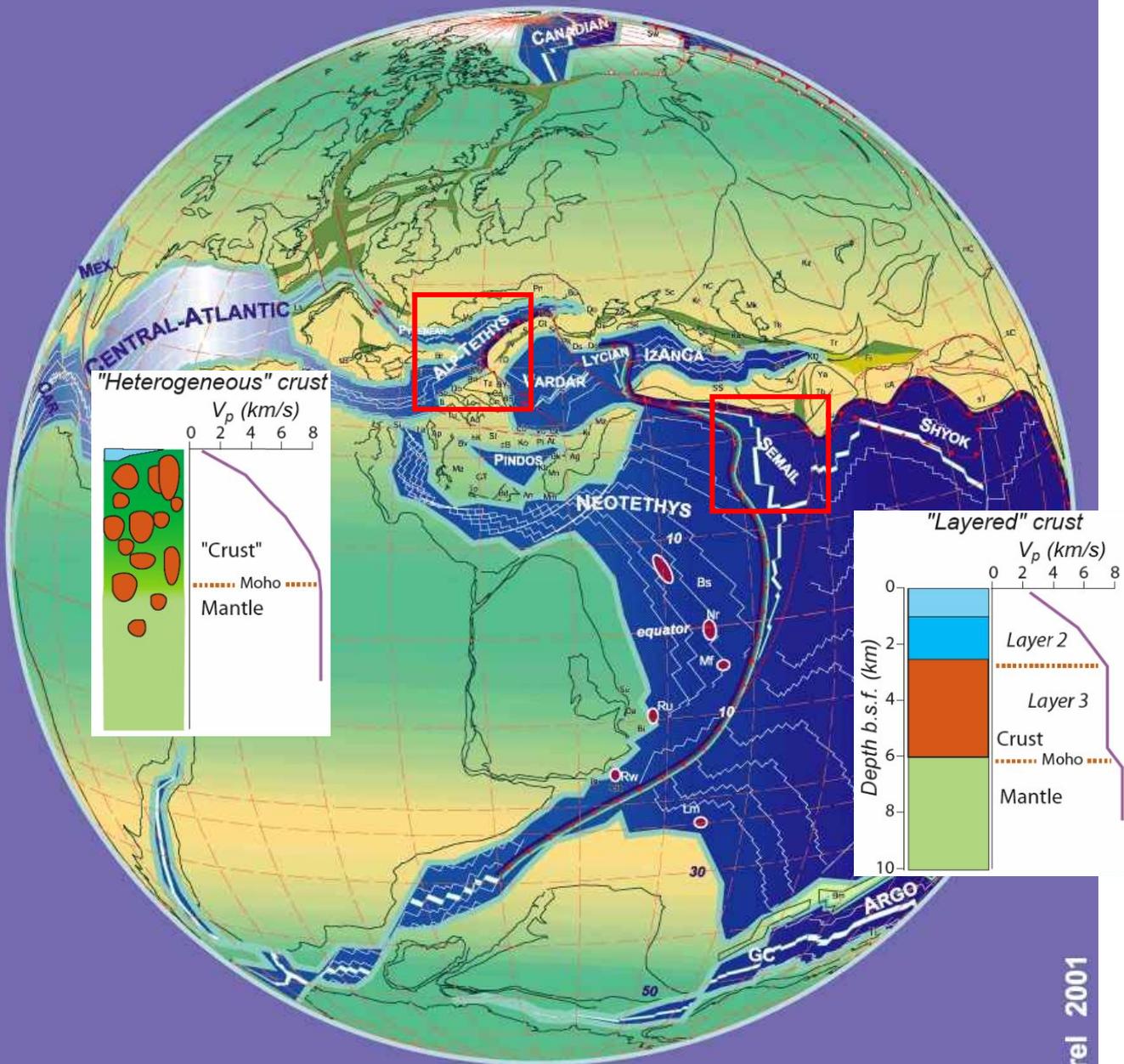
à la marge passive de l'océan alpin.

La Faille d'Ornon



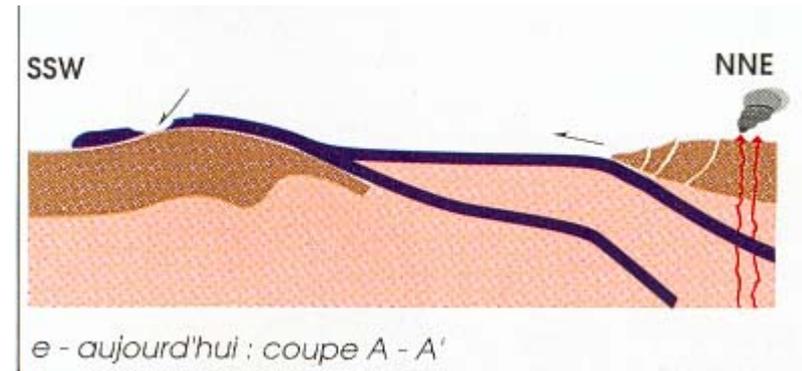
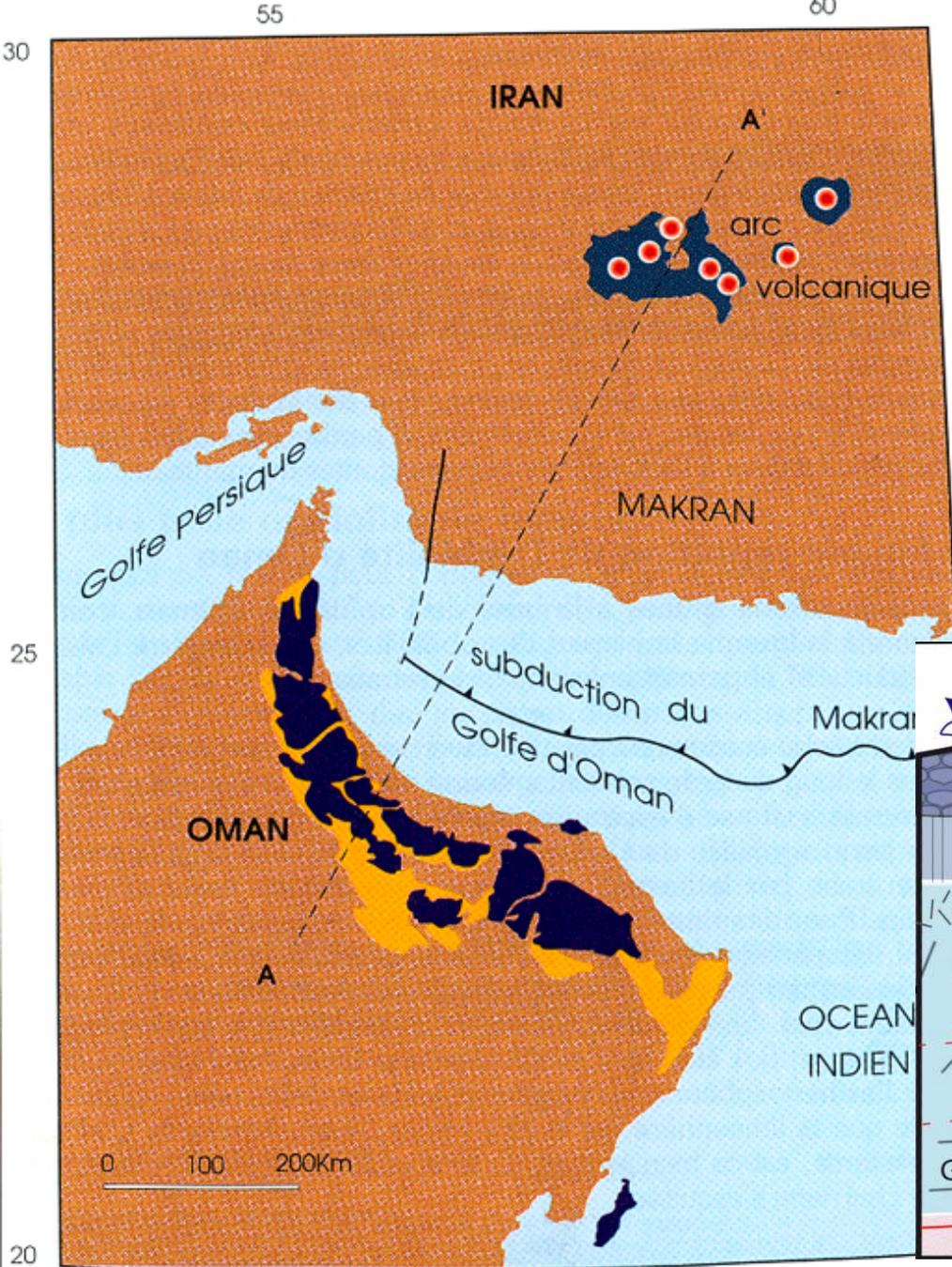
C. Nicollet

C. Nicollet

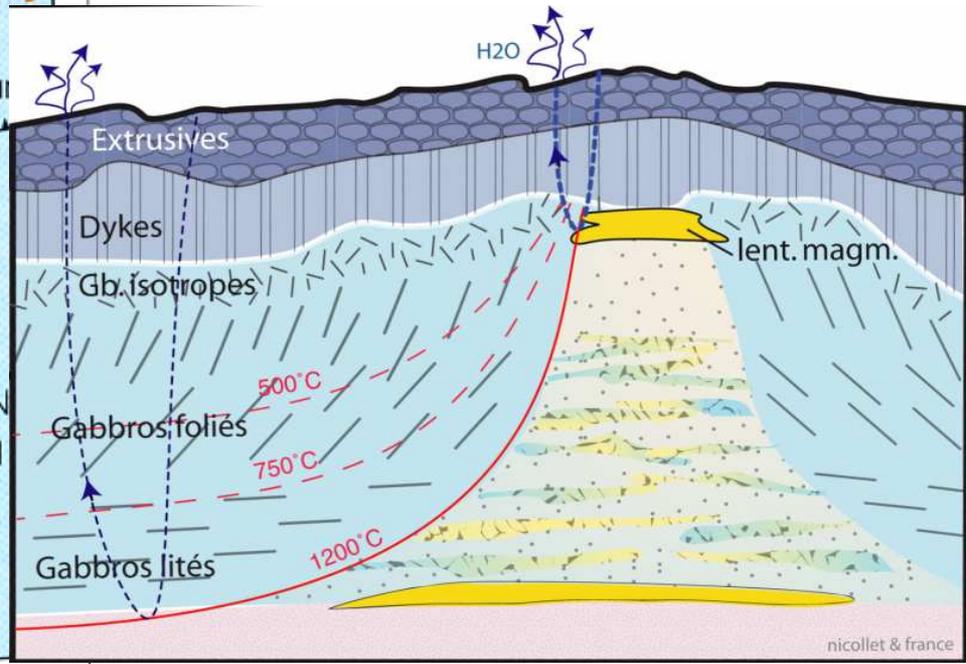


Deux types de lithosphère océanique

Aptian (M0) 125-112 Ma



L'Ophiolite de Oman



Ophiolite d'Oman



Ophiolite d'Oman



Le Moho Océanique à Oman

C.Nicollet

Ophiolite d'Oman

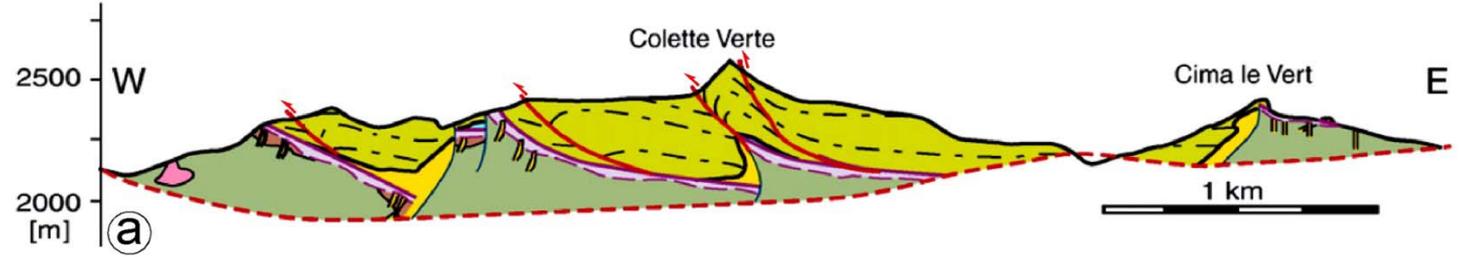




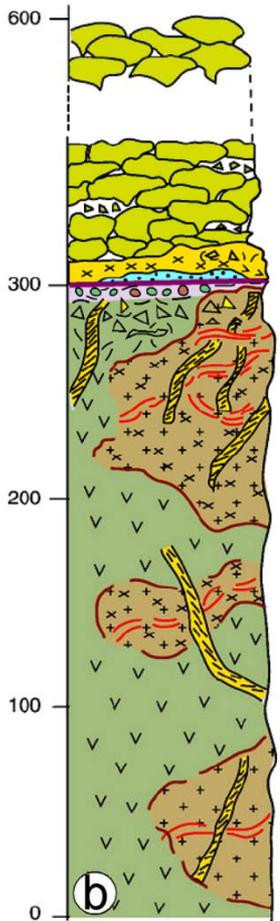
Plagioclase blanc, pyroxène gris et olivine orange



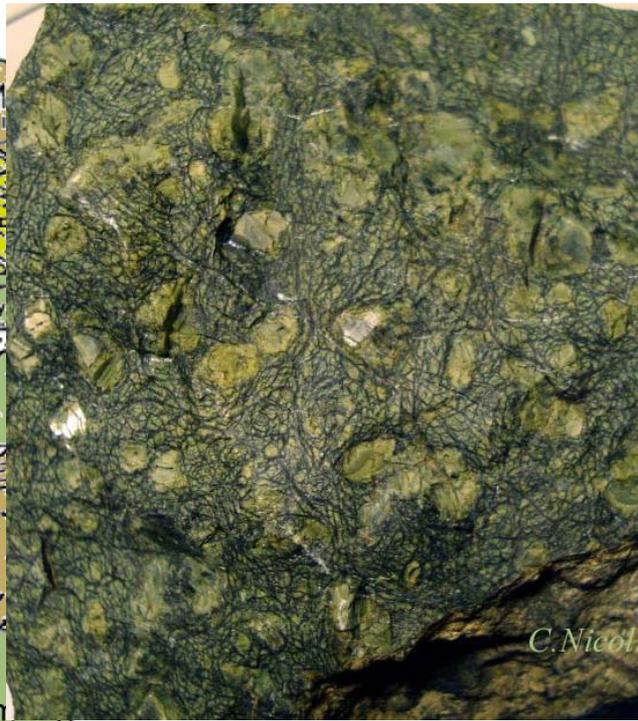
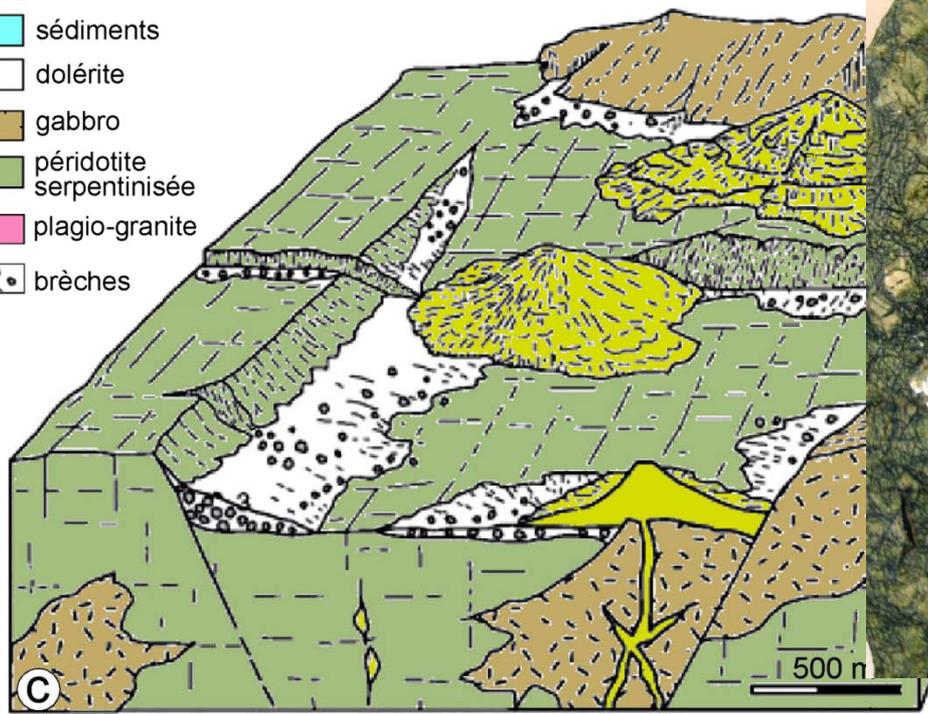
L'océan alpin au Chenaillet



Manatschal et al., 2011



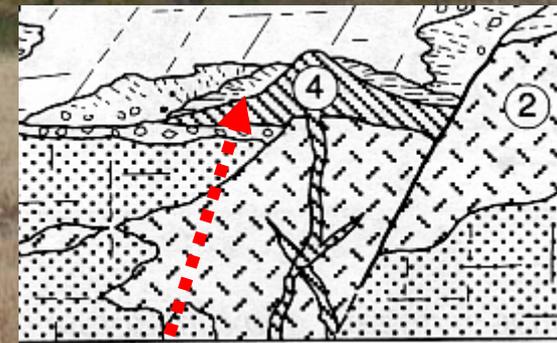
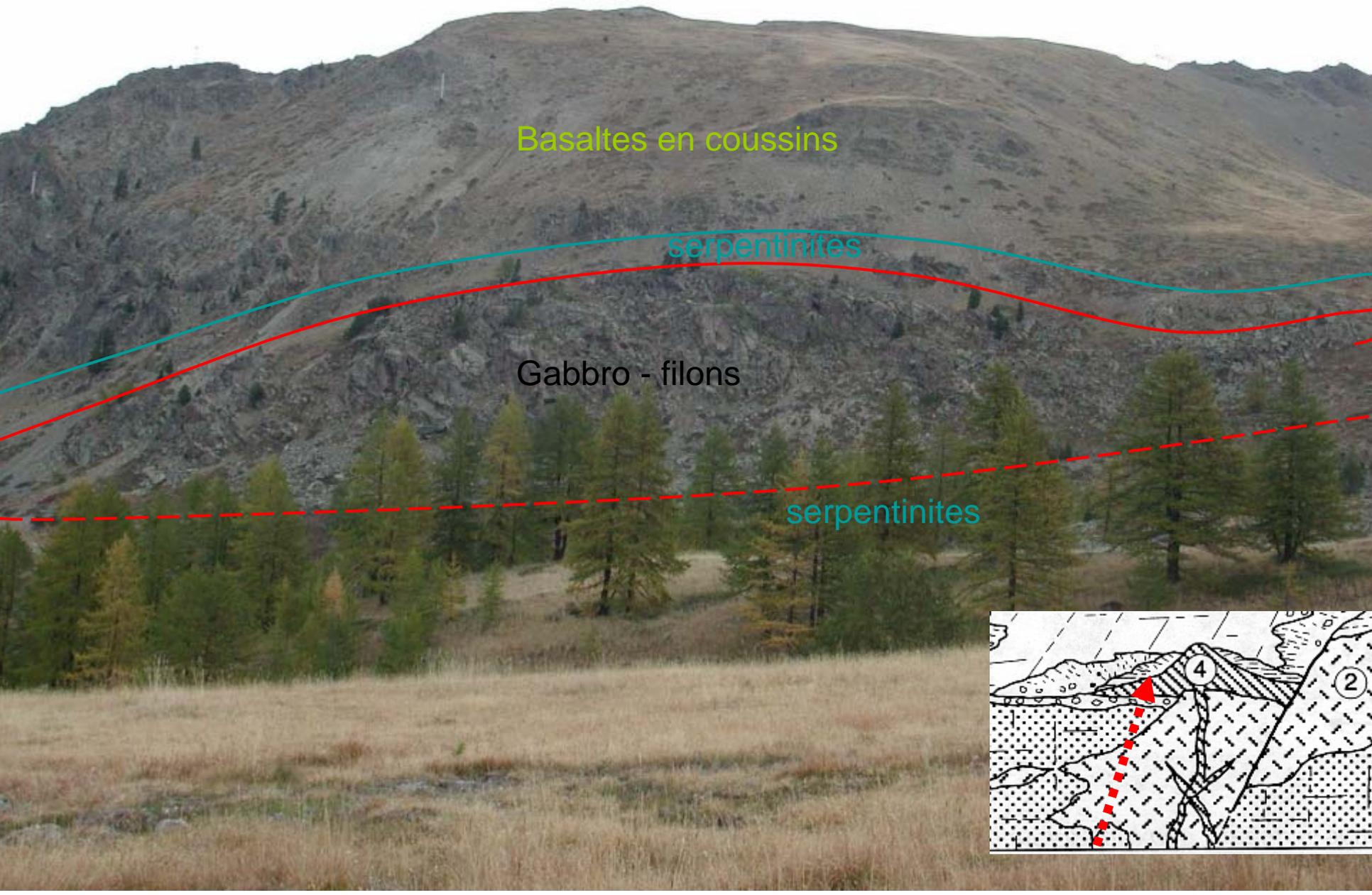
- basaltes
- sédiments
- dolérite
- gabbro
- péridotite serpentinisée
- plagio-granite
- brèches

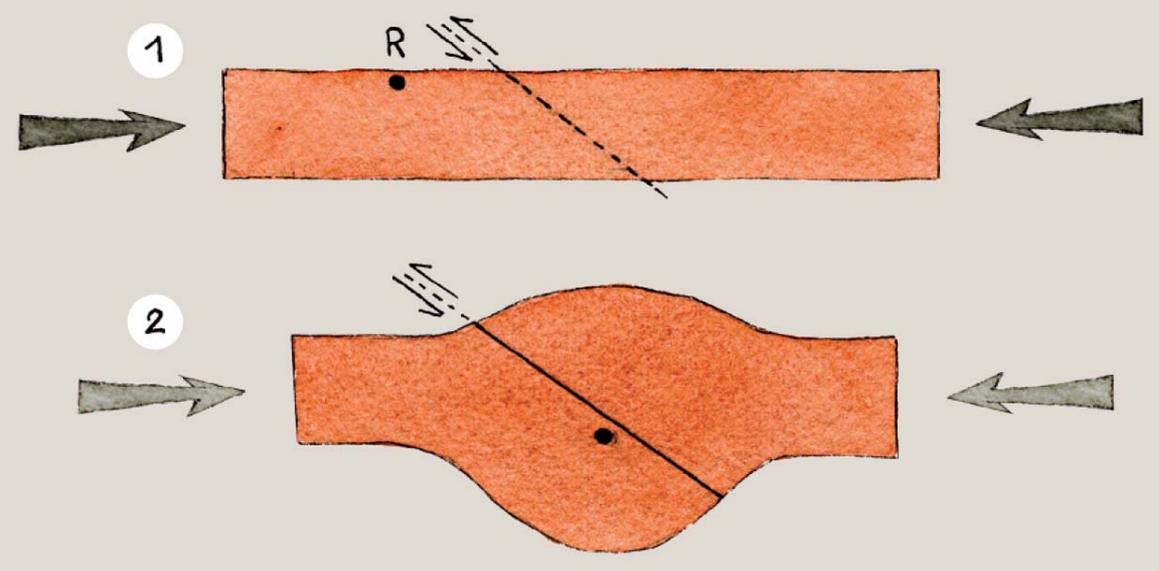


Lagabrielle et Canat, 1990

Un océan de petite dimension, 300-400 km de large...

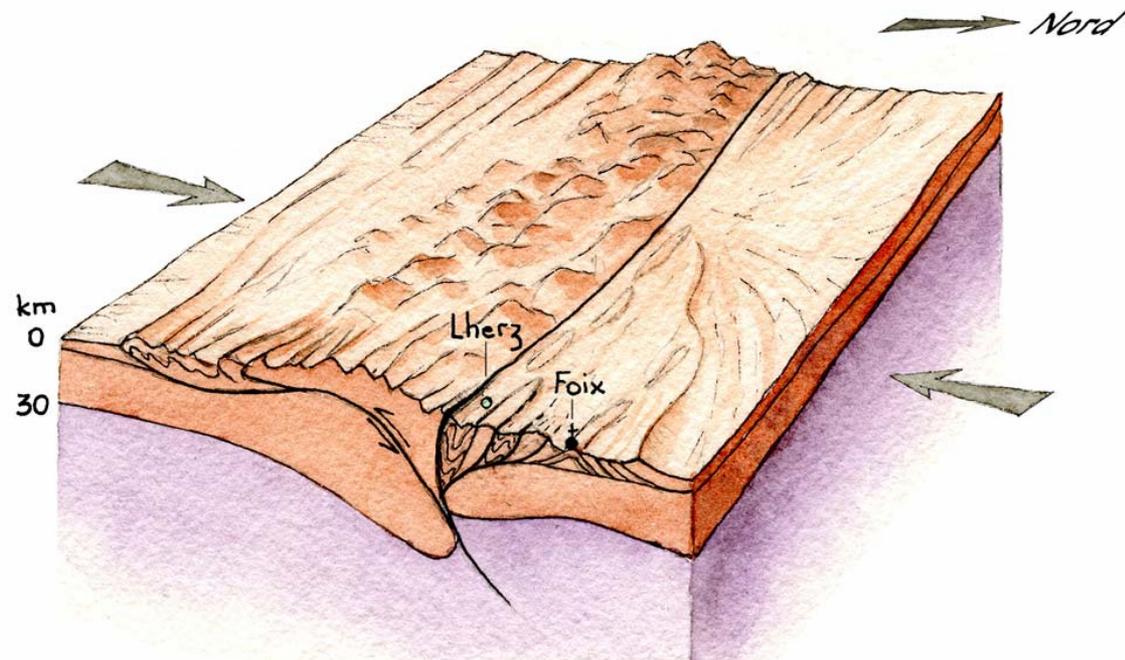
Ophiolites Alpines - Chenaillet



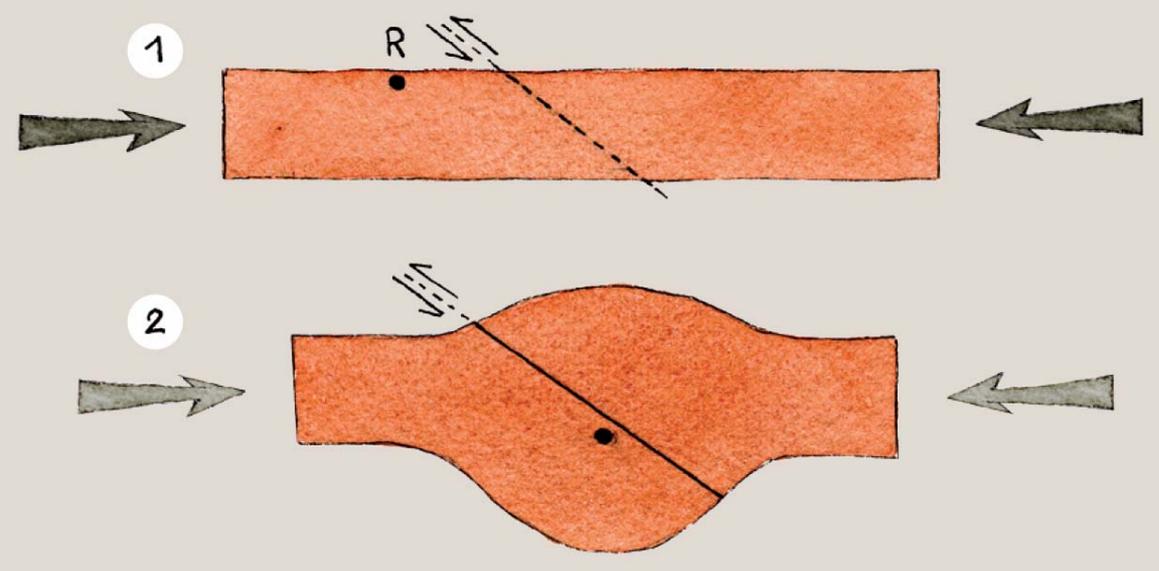


Les roches s'enfoncent dans les chaînes de montagnes

Les Pyrénées



À la recherche des océans disparus ... - éd. Quae

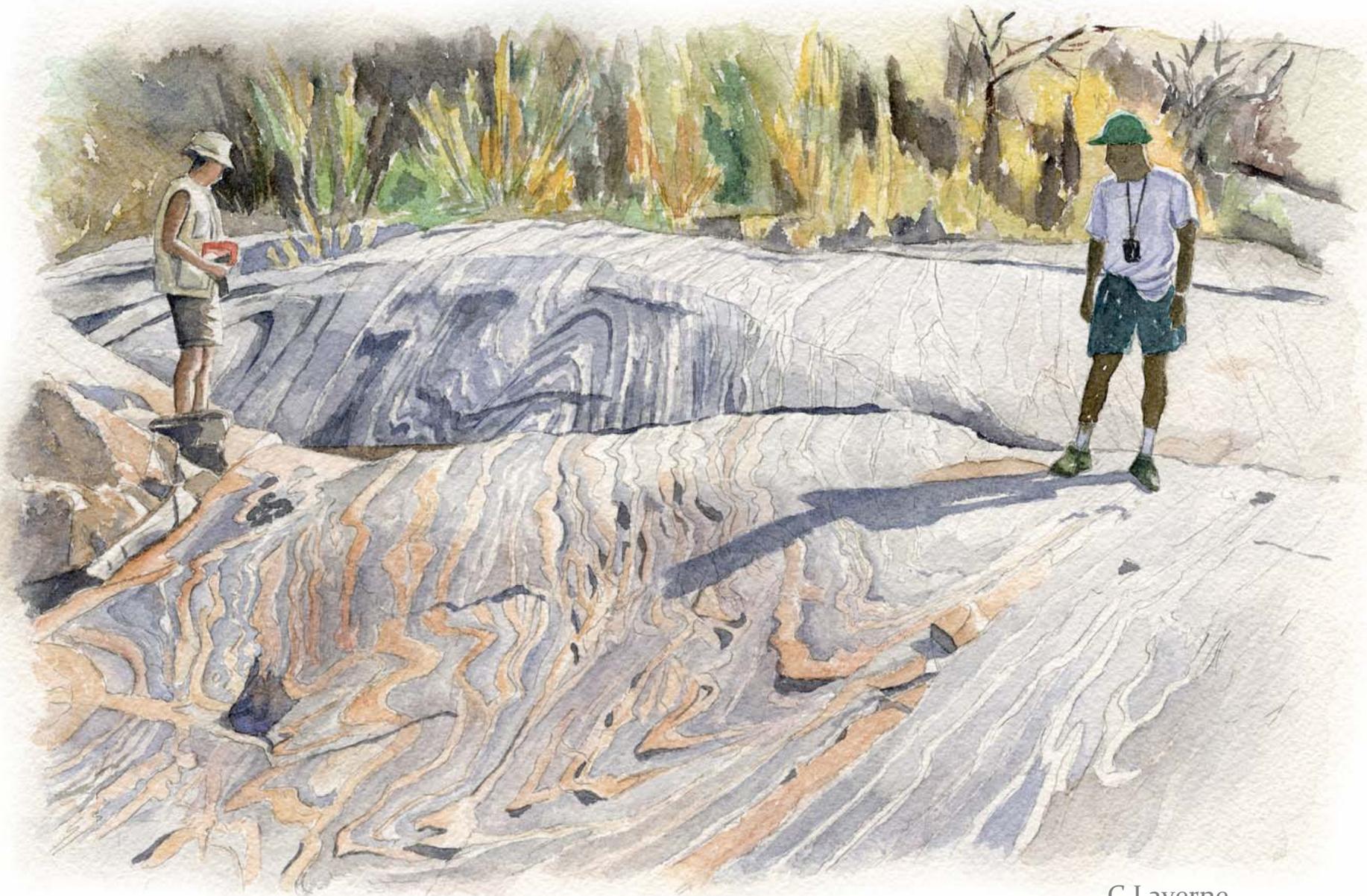


Les roches s'enfoncent dans les chaînes de montagnes



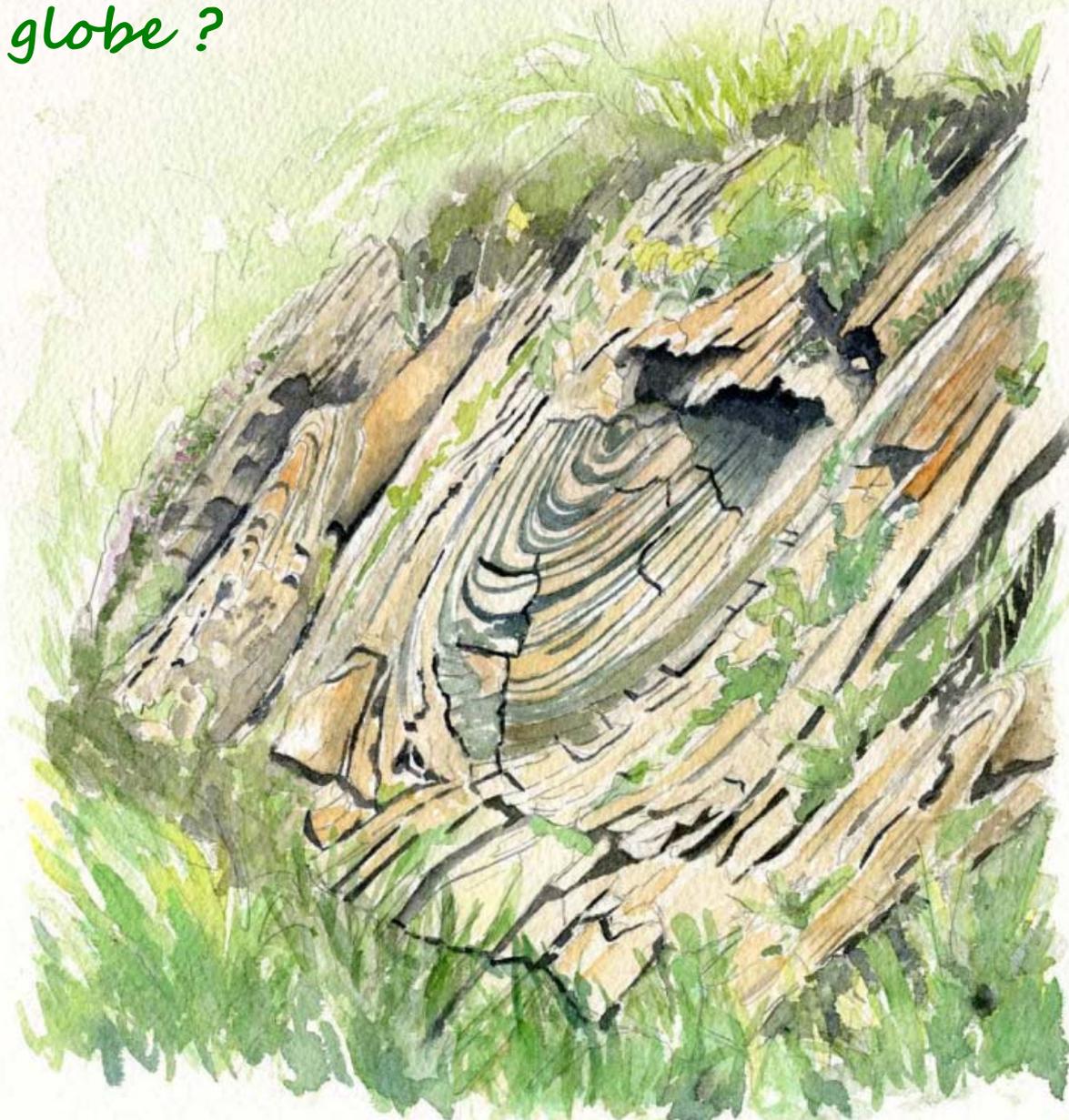
... et parfois elles remontent à la surface

À la recherche des océans disparus ... – éd. Quae



C.Laverne

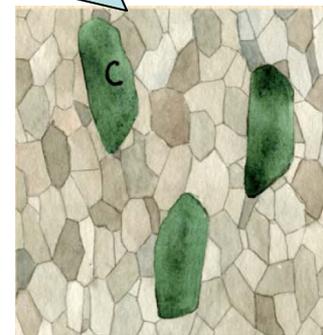
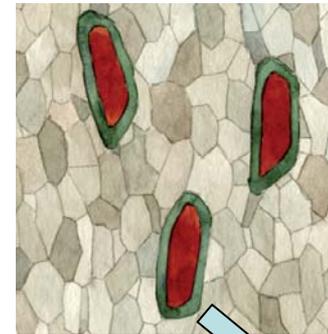
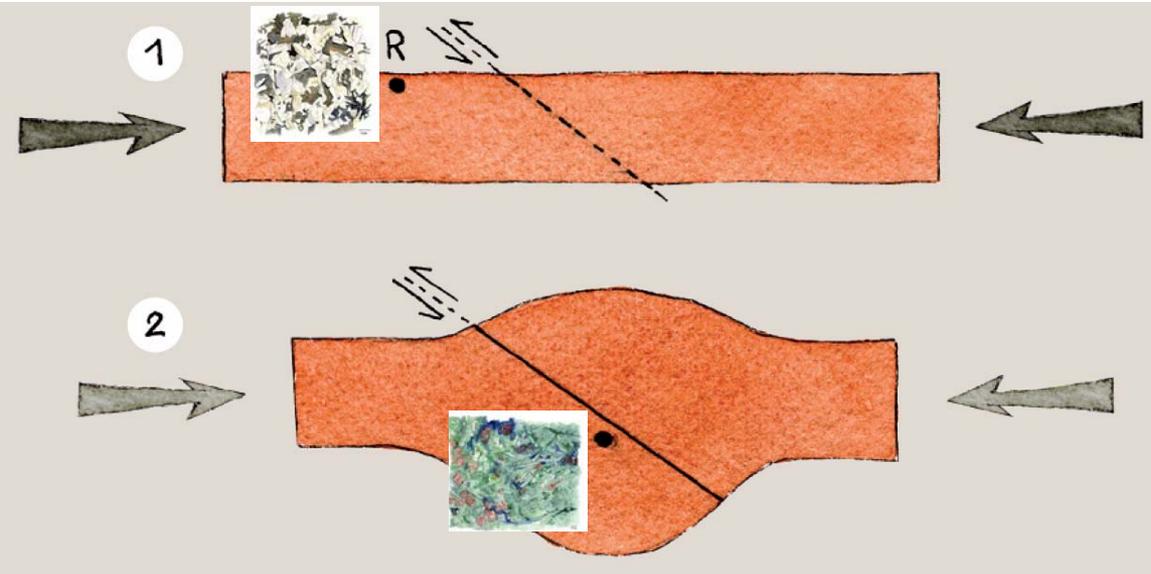
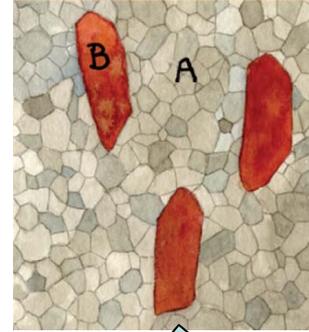
Comment vais-je tracer le parcours des roches dans le globe ?



50cm

C.Laverne

Les roches de la croûte terrestre se métamorphosent

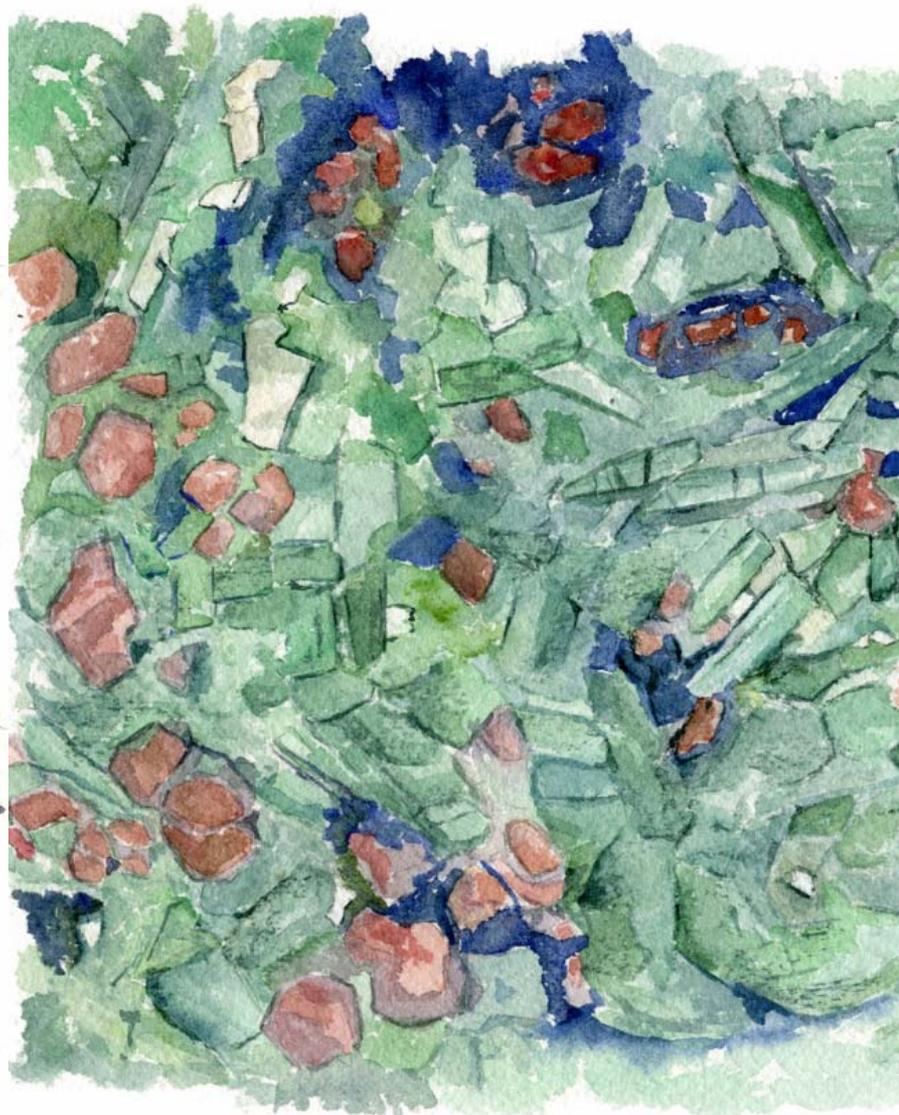


Le métamorphisme

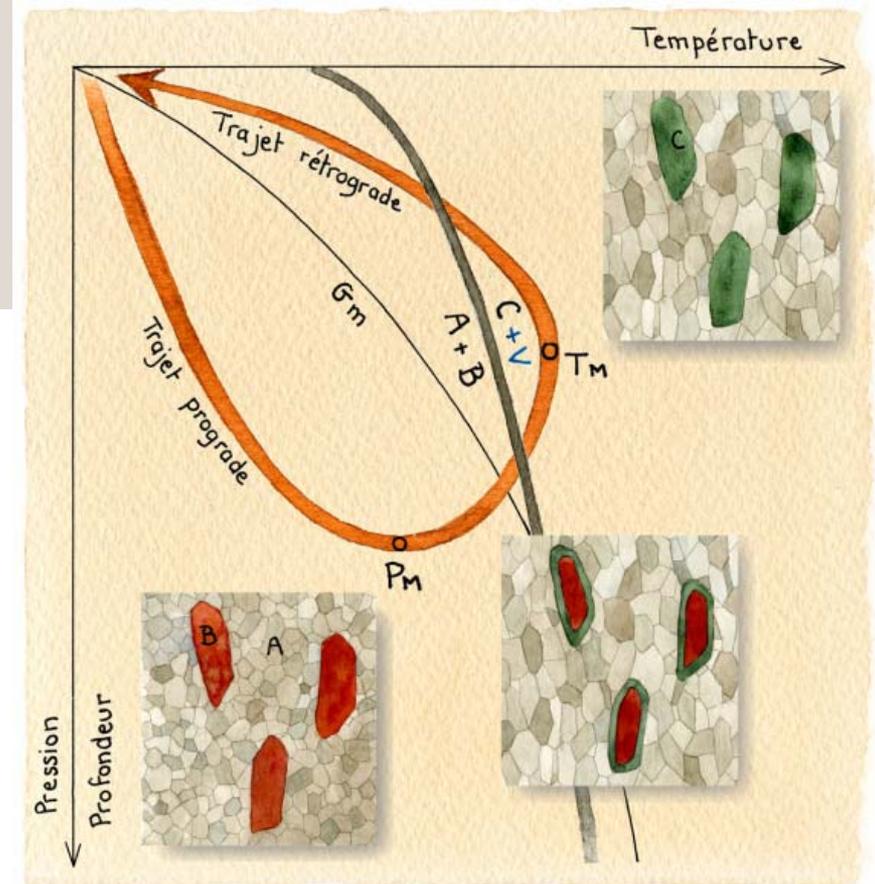
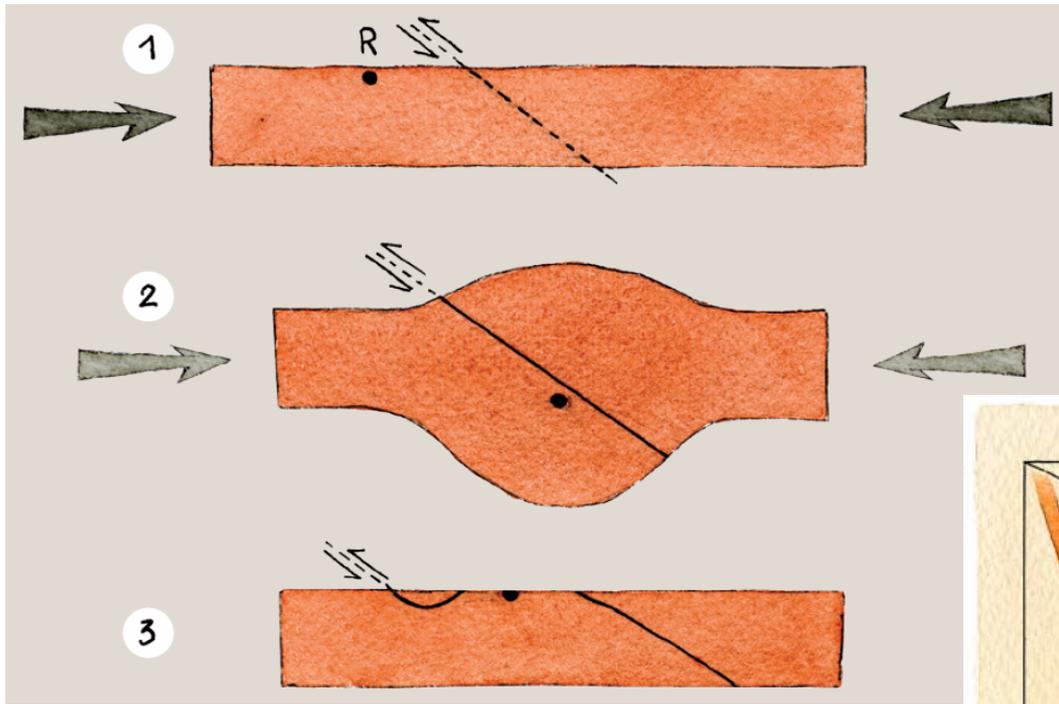
Une réaction chimique $A + B = C$



Un gabbro à pyroxène et plagioclase



Une éclogite à pyroxène et grenat



À la recherche des océans disparus – éd. Quae

Température (°C)

200

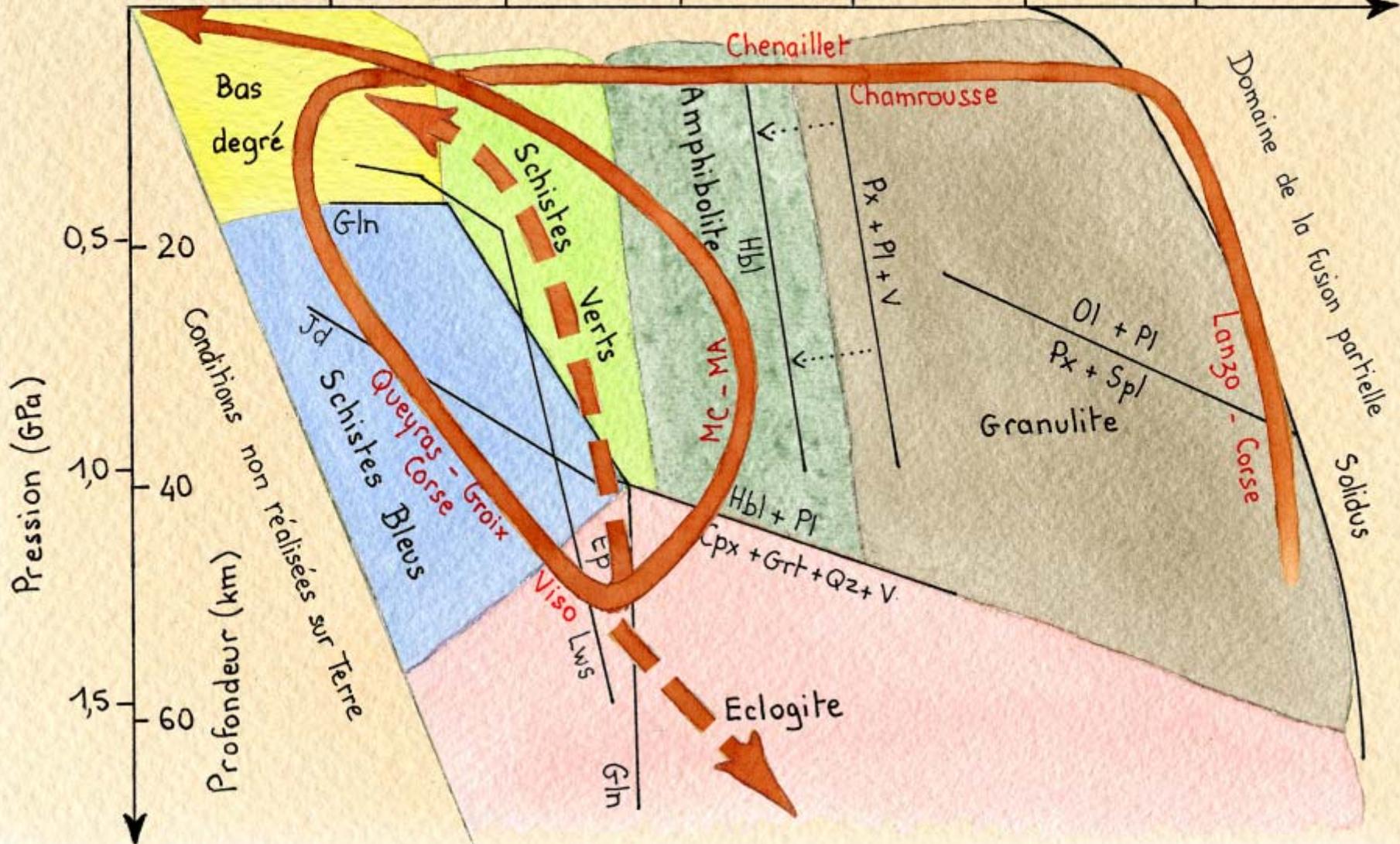
400

600

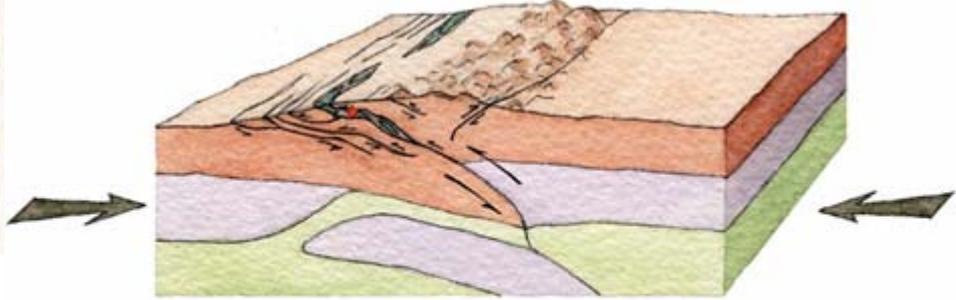
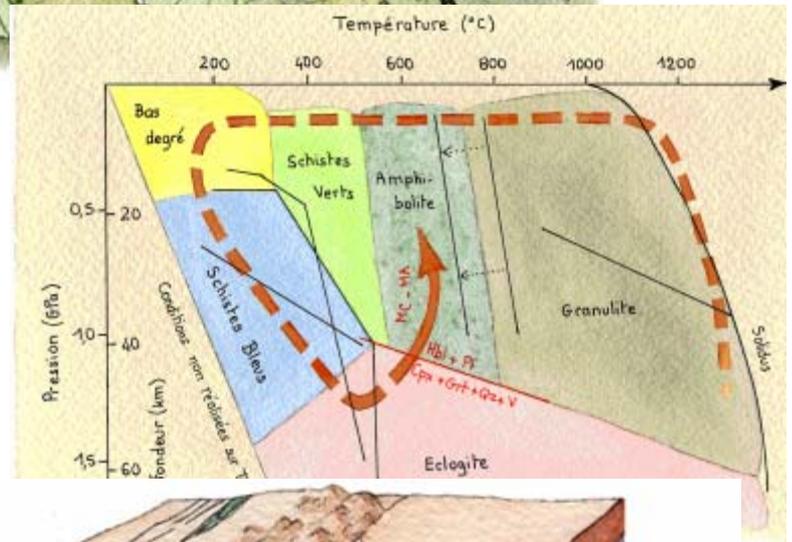
800

1000

1200



Quand les roches jouent au Yoyo



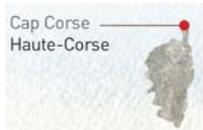
- croûte continentale
- reliques de croûte océanique
- manteau rigide
- manteau plastique

De la Pétrographie à la Géodynamique

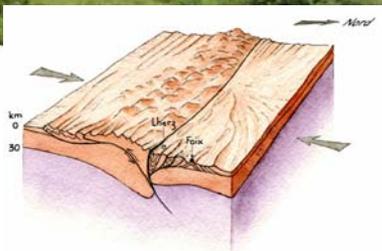
Où trouver le manteau dans nos montagnes ?



Le Manteau en Corse (Monte Maggiore)

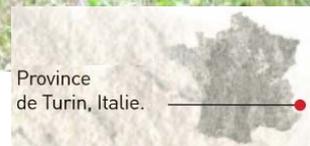


C'est à l'étang de Lers ou Lherz (en Ariège, dans les Pyrénées) qu'a été défini le terme de Lherzolite





Le Rio Ordagna dans le massif de Lanzo



Province
de Turin, Italie.

A photomicrograph showing a dense field of small, dark, elongated mineral grains (olivine and pyroxenes) embedded in a lighter, brownish matrix. The grains are oriented in various directions, creating a complex, interlocking texture. The overall appearance is that of a fine-grained igneous rock.

Olivine et pyroxènes

1 cm

A white horizontal scale bar representing 1 centimeter.

Hameau
de Magdalene
Province
de Turin, Italie.



1 cm

Le spinelle noir s'entoure d'une couronne de plagioclase blanc

C.Laverne



Du magma interstiel dans la péridotite





Filonnets dans le manteau corse



**Filon de
Gabbro FerroTitané**



Température (°C)

200

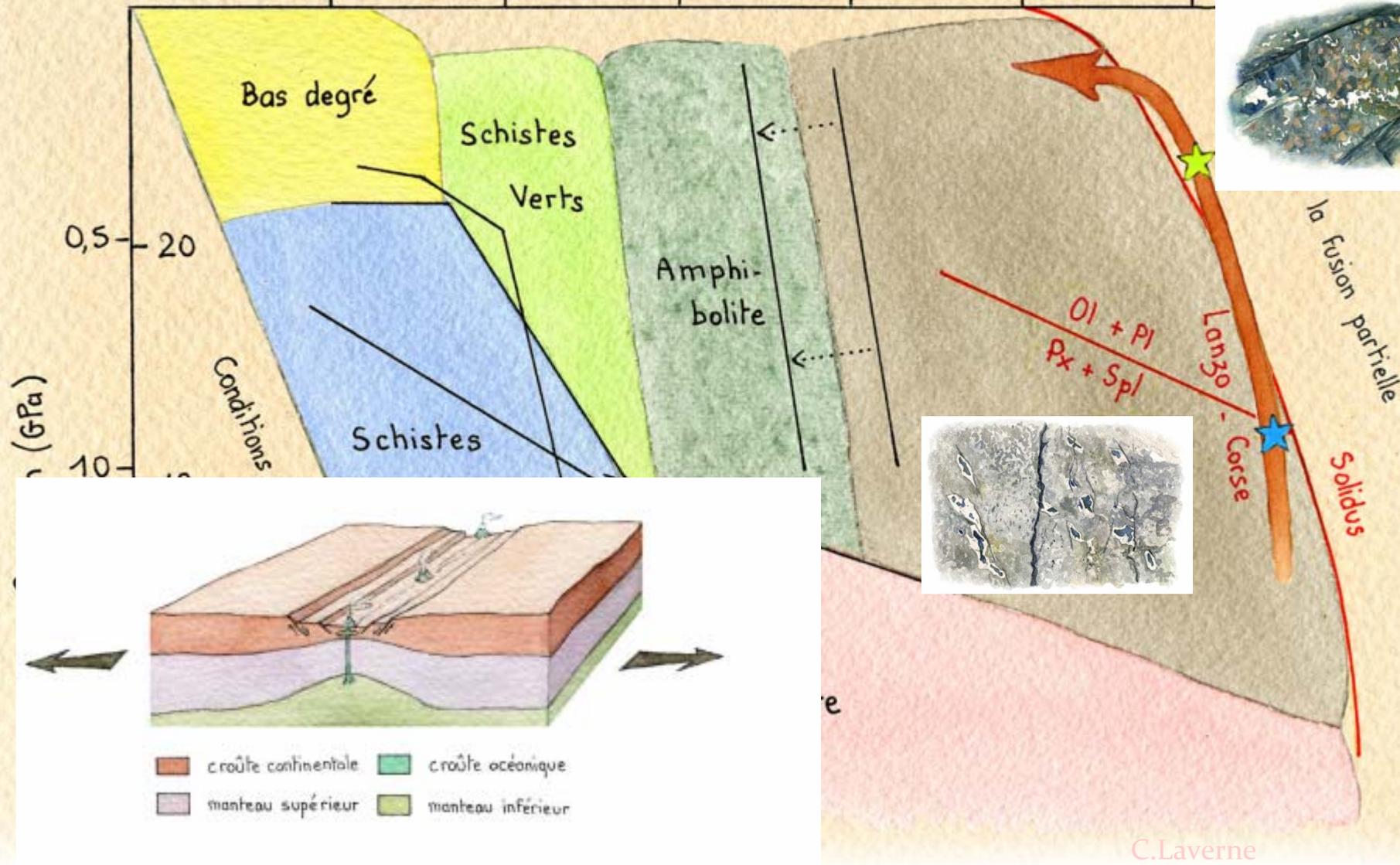
400

600

800

1000

1200



C.Laverne



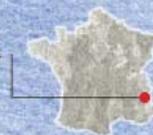
Le magma migre vers la surface

Voir la croûte océanique au Chenaillet



C.Laverne

Montgenèvre
Hautes-Alpes.



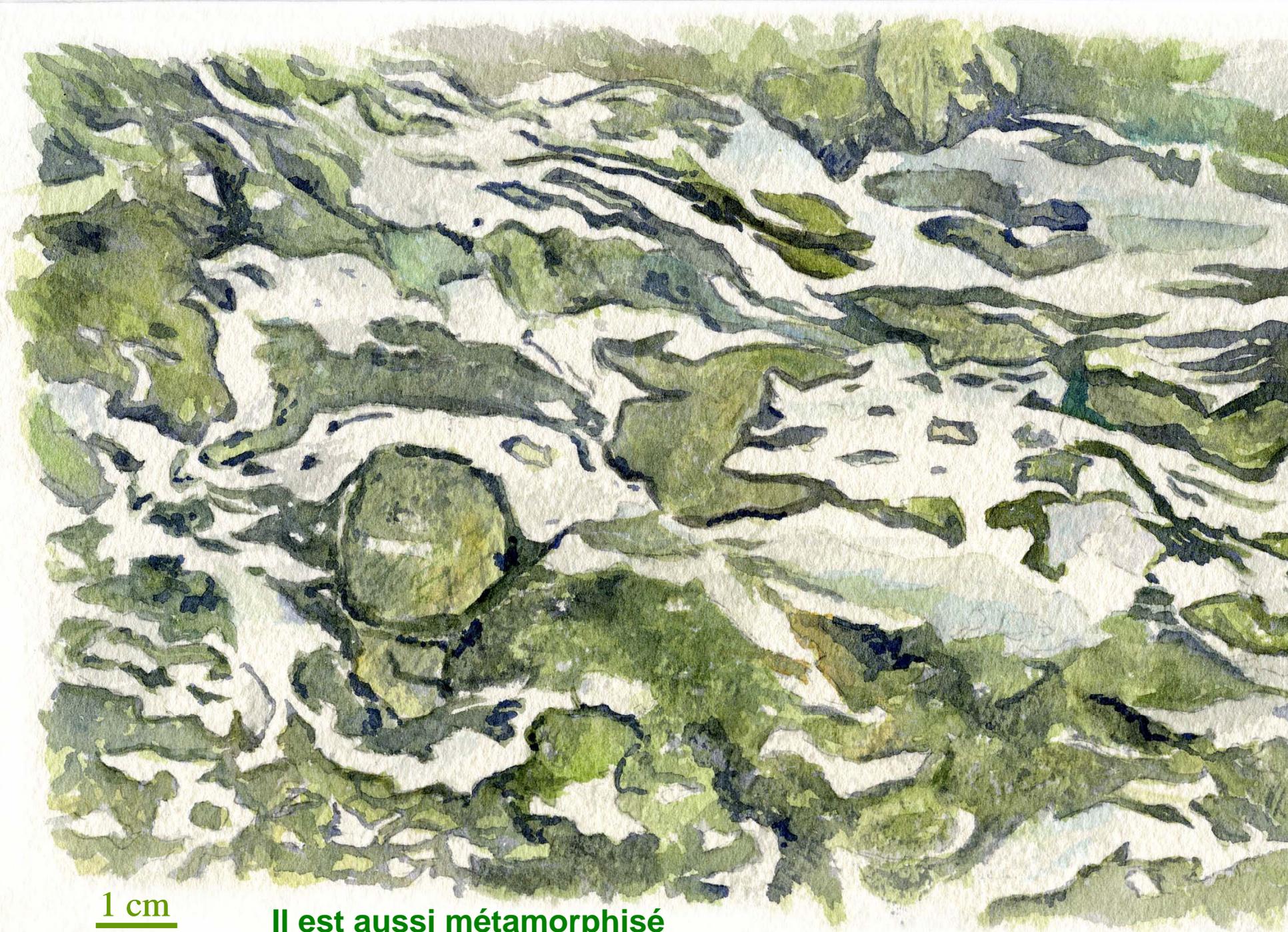


Le gabbro, c'est
du pyroxène
(brun) et du
plagioclase
(blanc)

1 cm

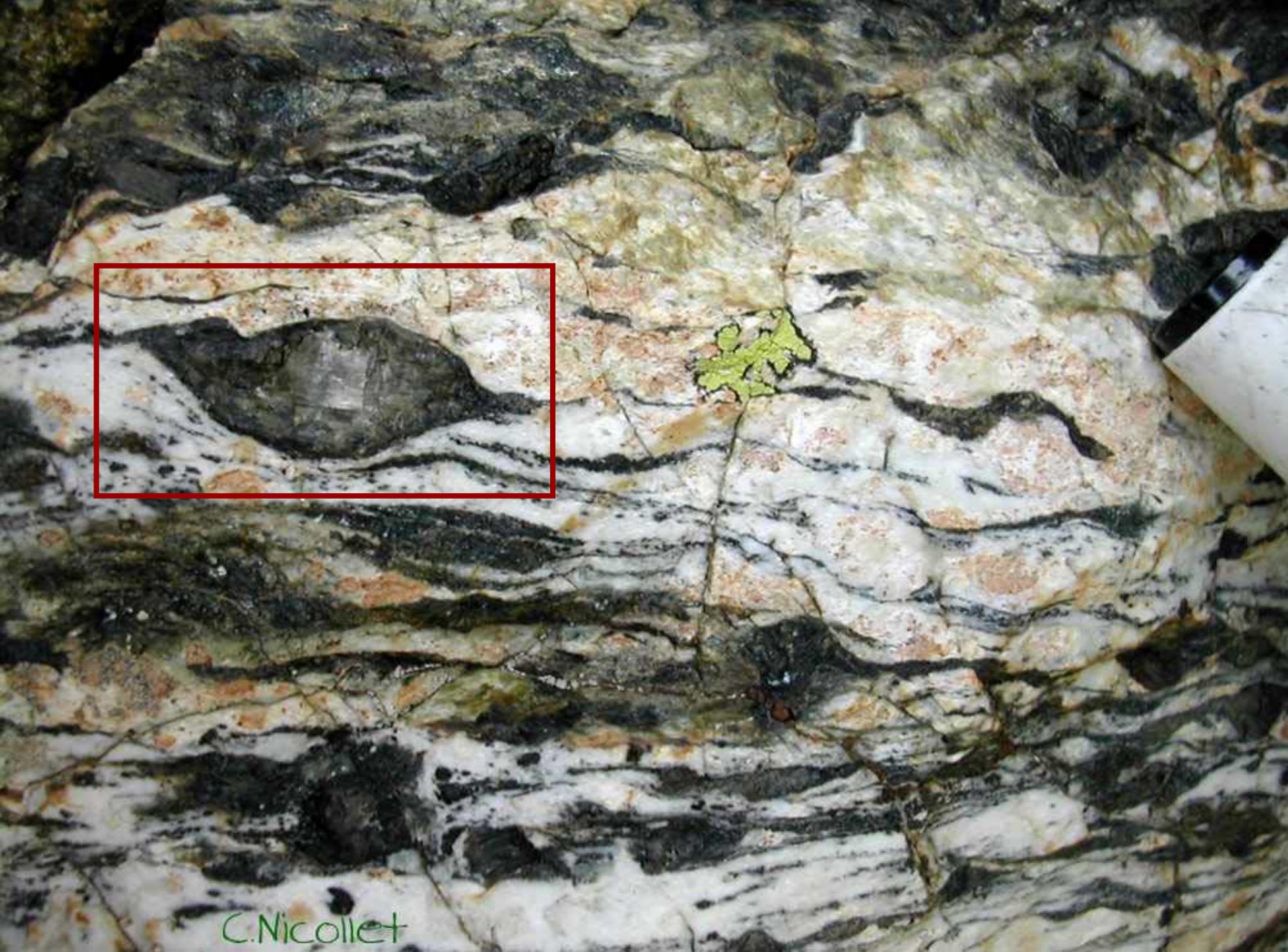
Le gabbro peut être déformé





1 cm

Il est aussi métamorphisé



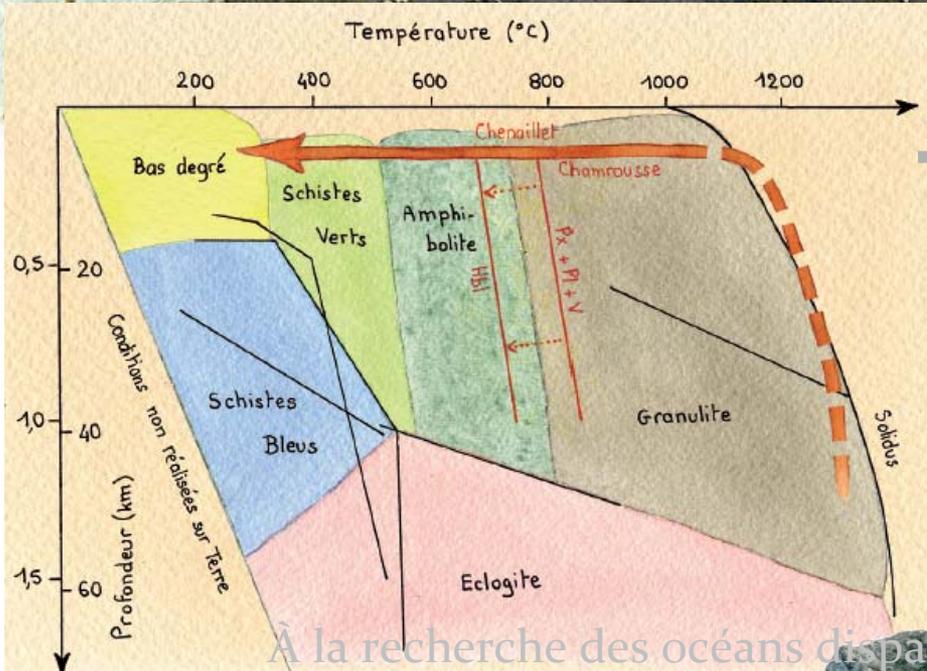
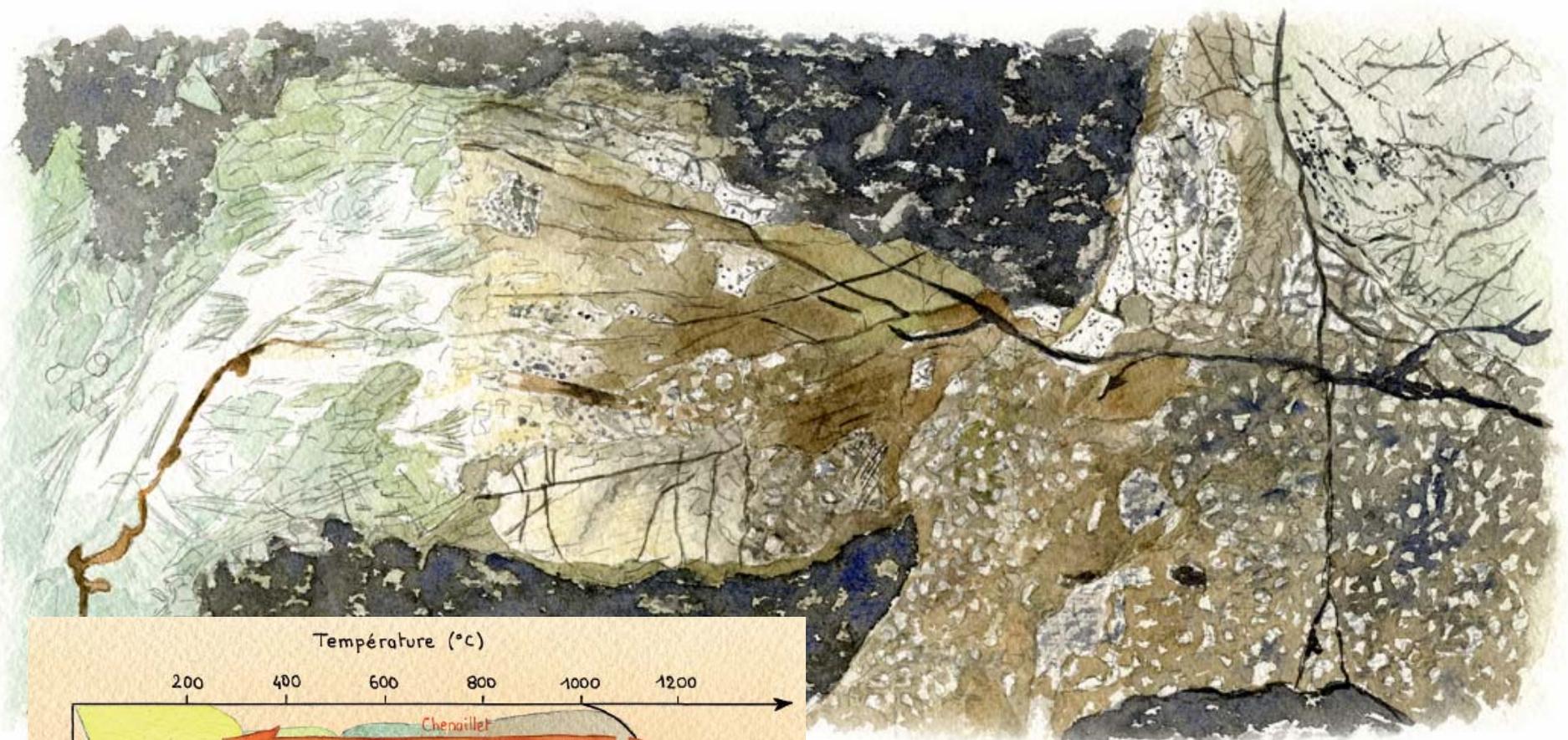
C.Nicollet



Au microscope, pyroxène + plagioclase + V → amphibole

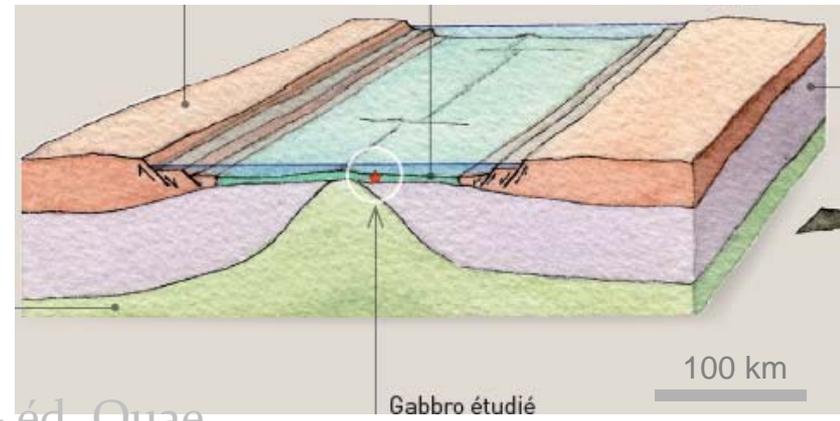
0.5 mm

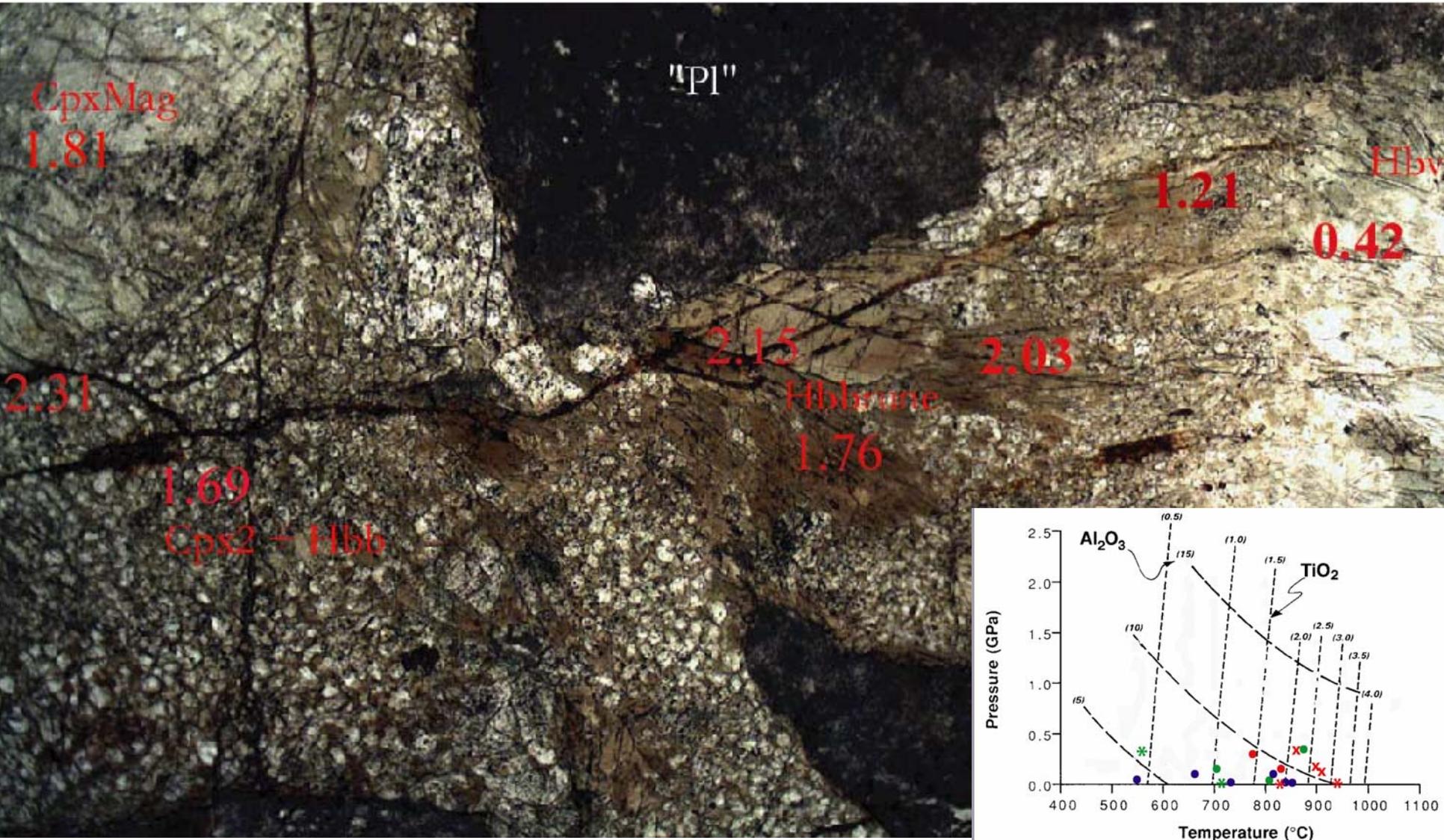




0.3 mm

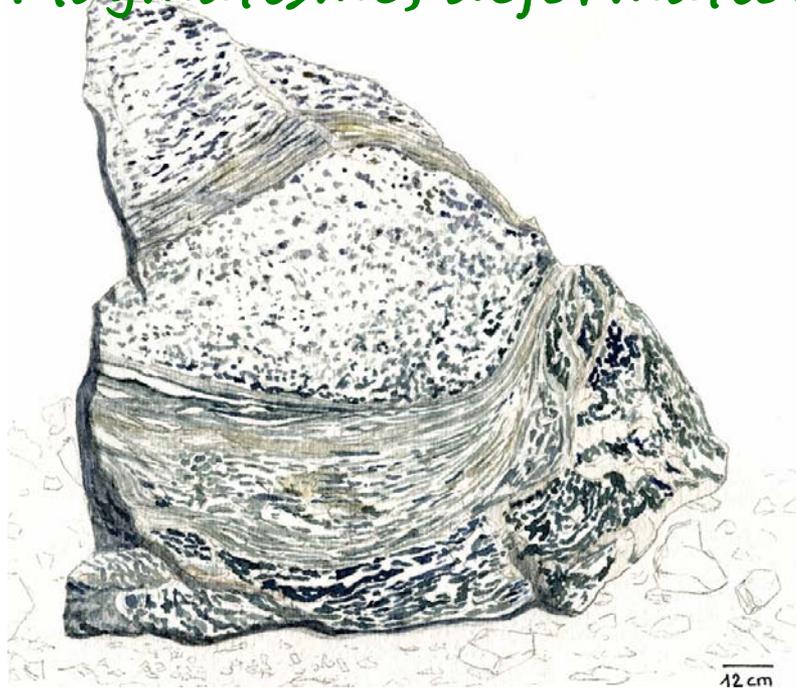
Quand elles se refroidissent ...



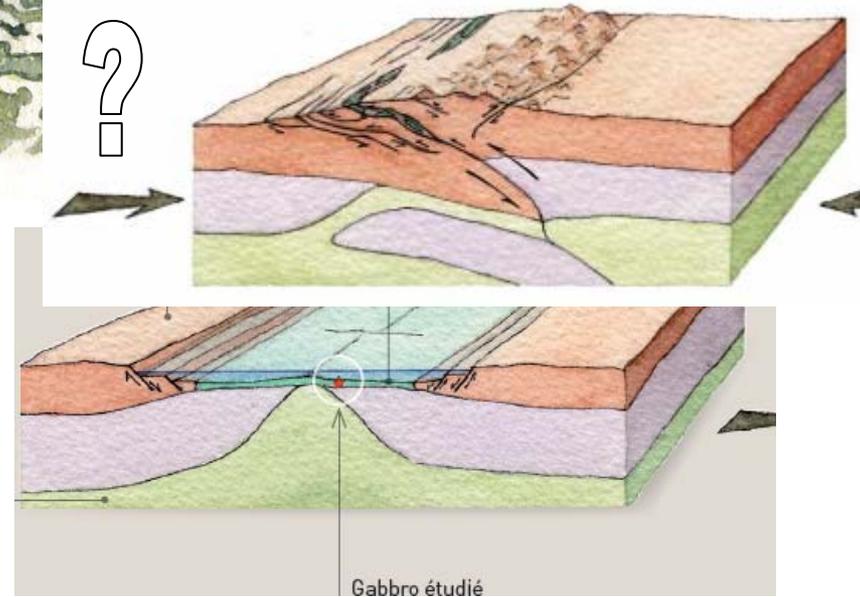
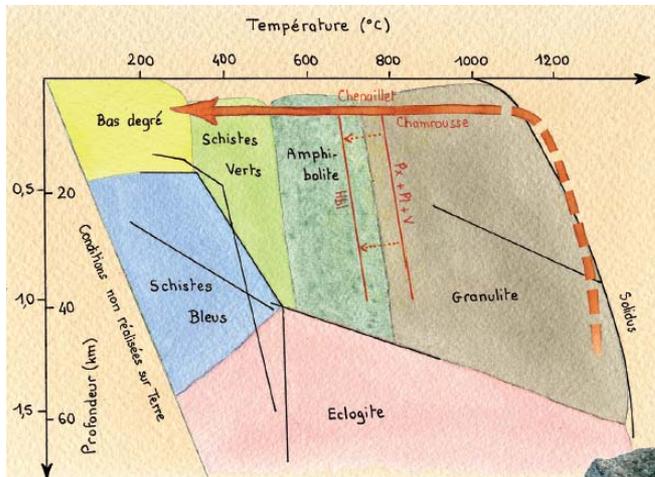
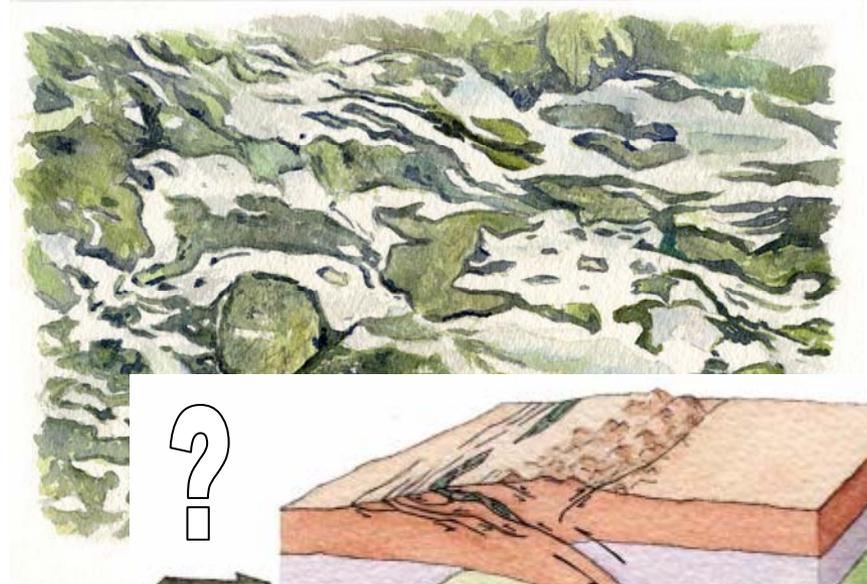


Teneur en titane de la hornblende en % poids d'oxydes : géobarothermomètre

Magmatisme, déformation, ...



... métamorphisme ...

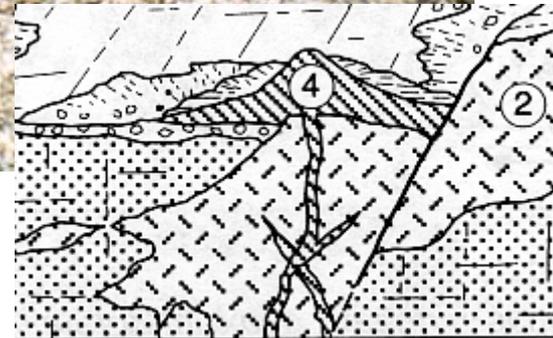


... et chronologie ?

Magmatisme, déformation, métamorphisme et chronologie



Les Filons de Basalte dans le Gabbro - Chenaillet



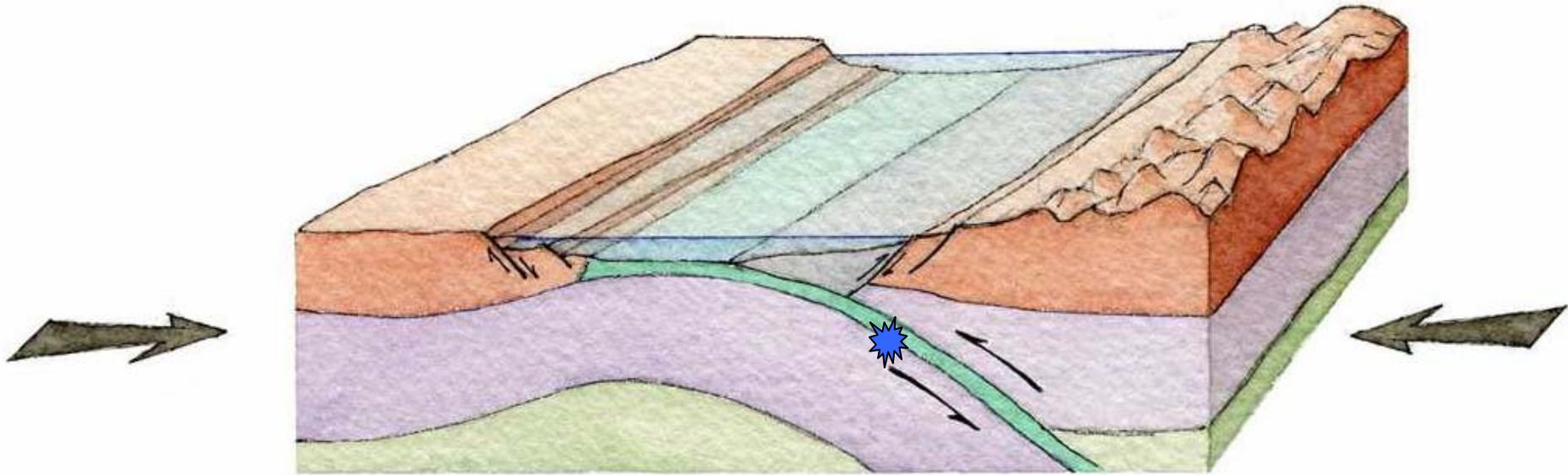


1 cm



A Chamrousse, ce Gabbro est déformé et transformé en amphibolites.
Le filon, non déformé, recoupe le gabbro.
La déformation est contemporaine de la genèse de la croûte océanique.

La marge active



 croûte continentale

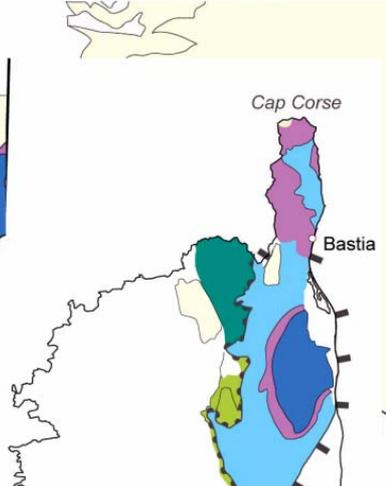
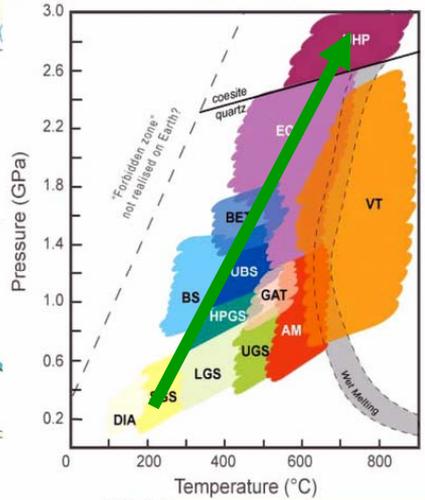
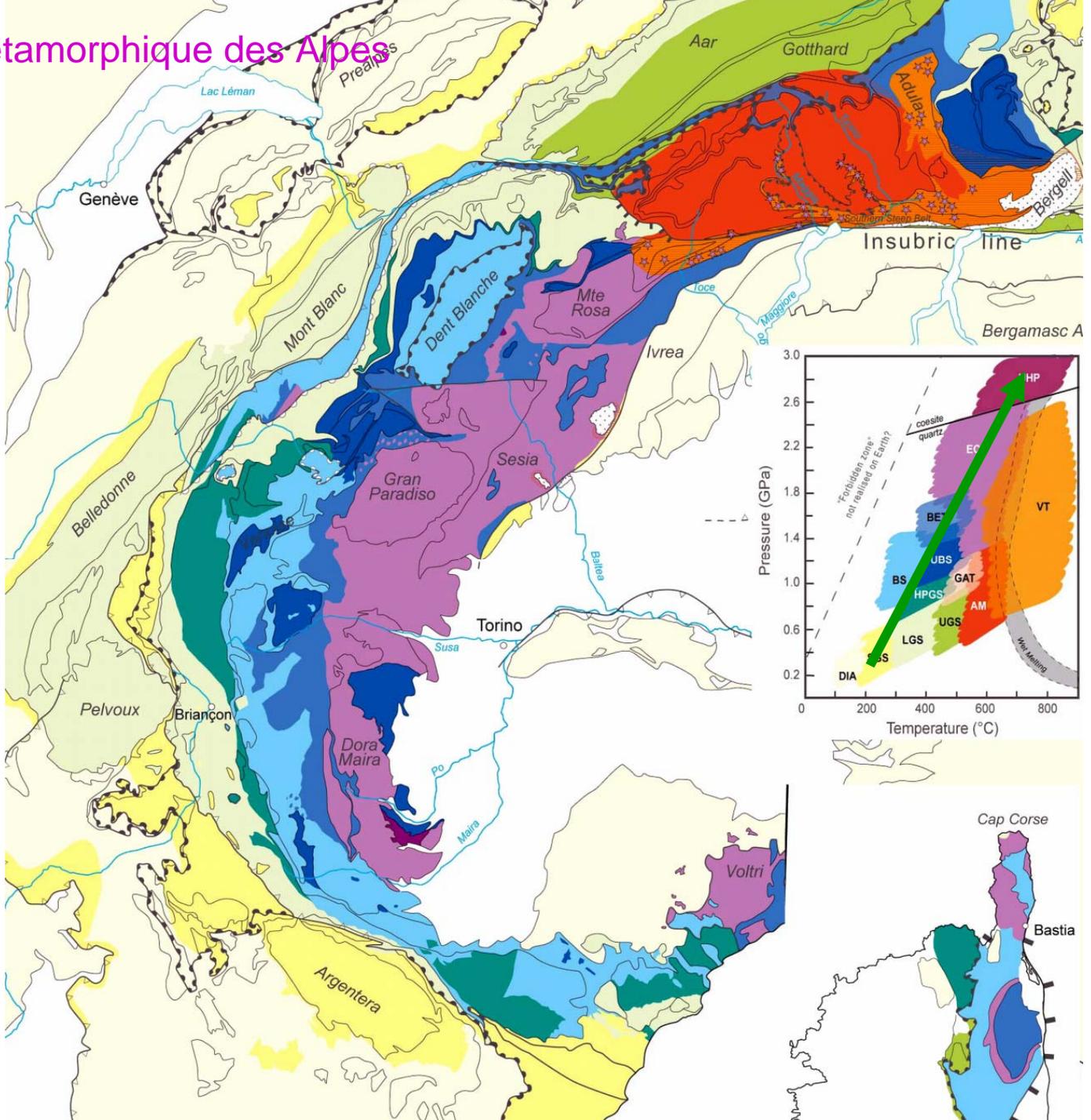
 croûte océanique

 manteau supérieur

 manteau inférieur

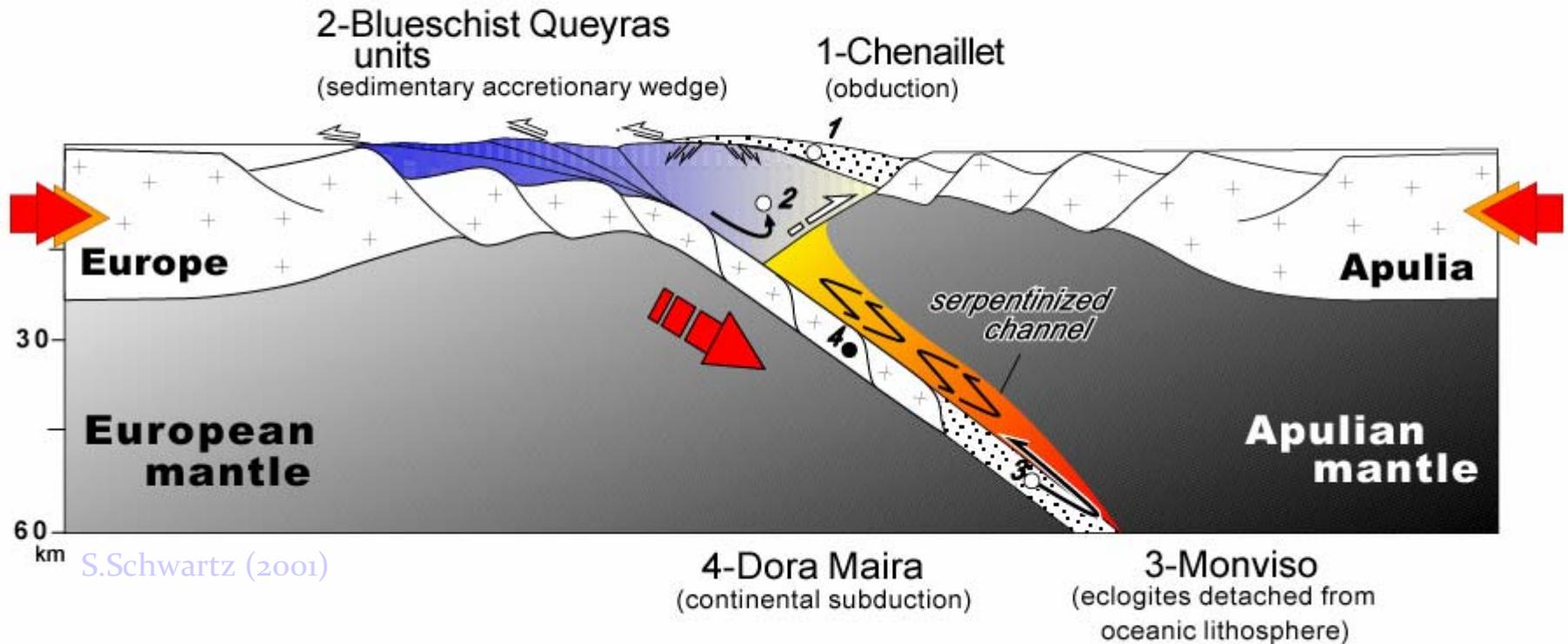
 prisme d'accrétion

Carte métamorphique des Alpes CCGM



Dans les Alpes, des roches sont enfouies dans le manteau

ca. 50 Ma
OCEANIC to CONTINENTAL SUBDUCTION



... et certaines en reviennent

Le vallon de Clausis

Molines-en-Queyras
Hautes-Alpes



C.Laverne



Des baguettes centimétriques de Glaucophane

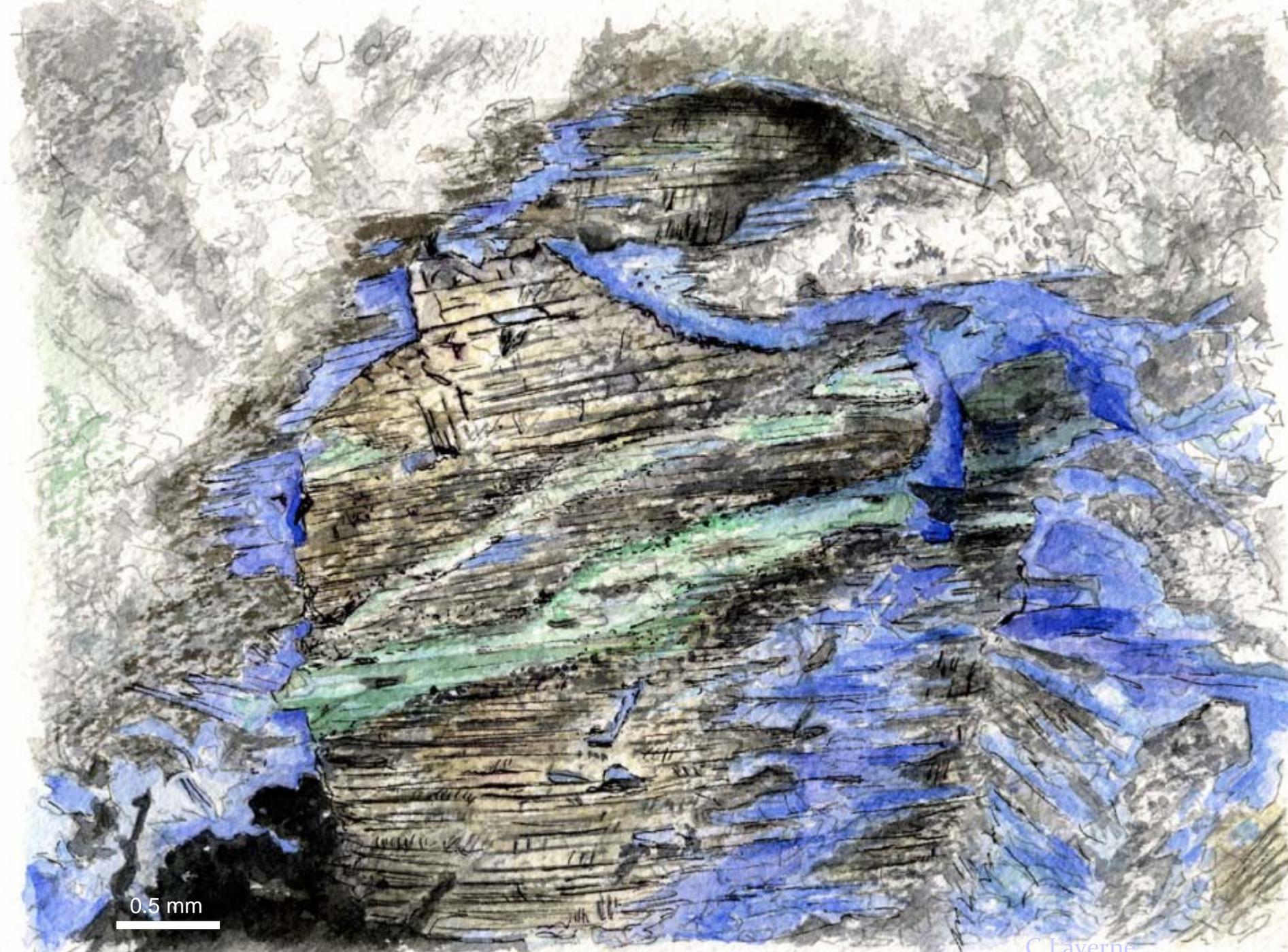
C.Laverne



c. nicollet

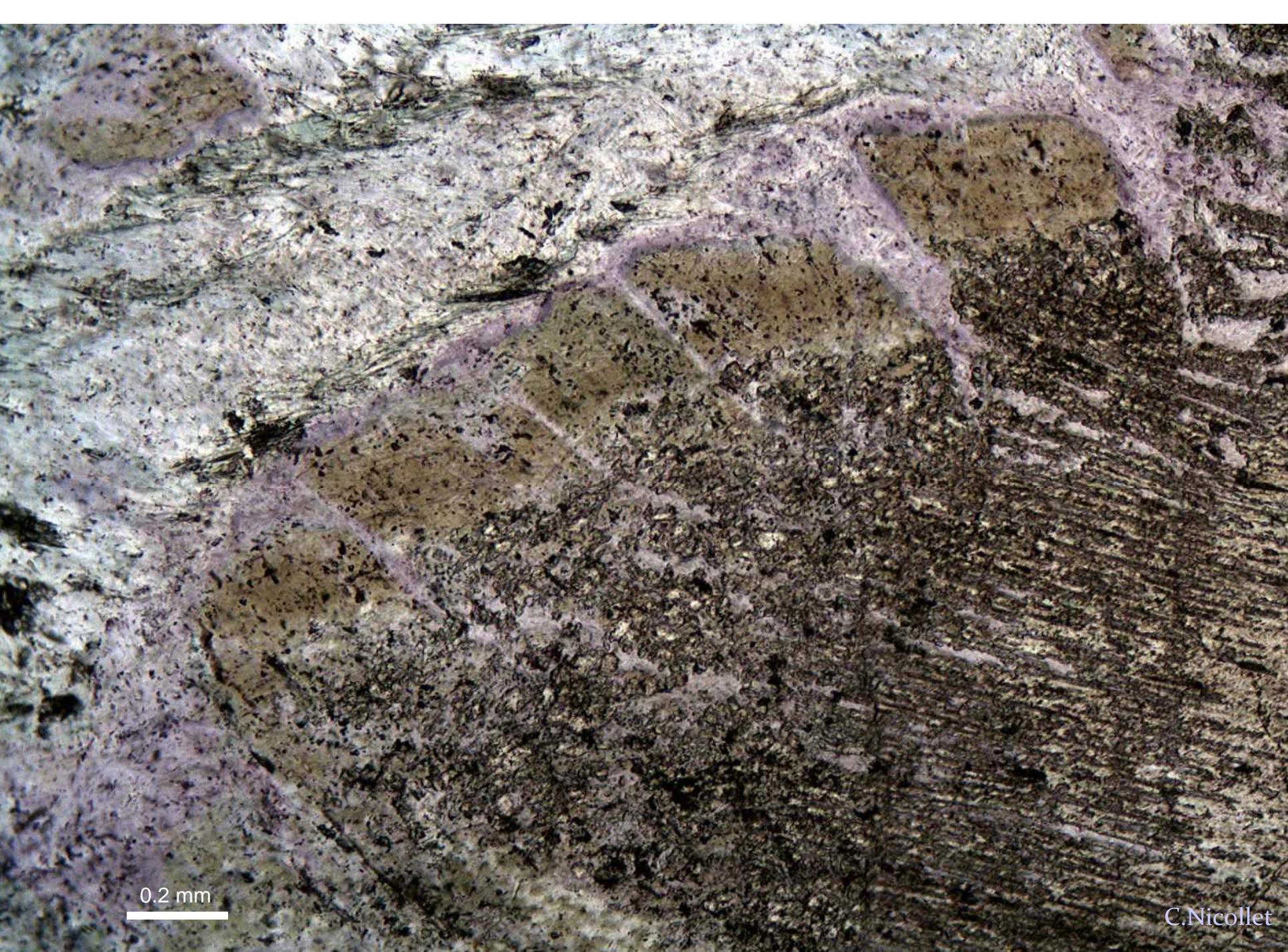
Le faciès Schistes Bleus





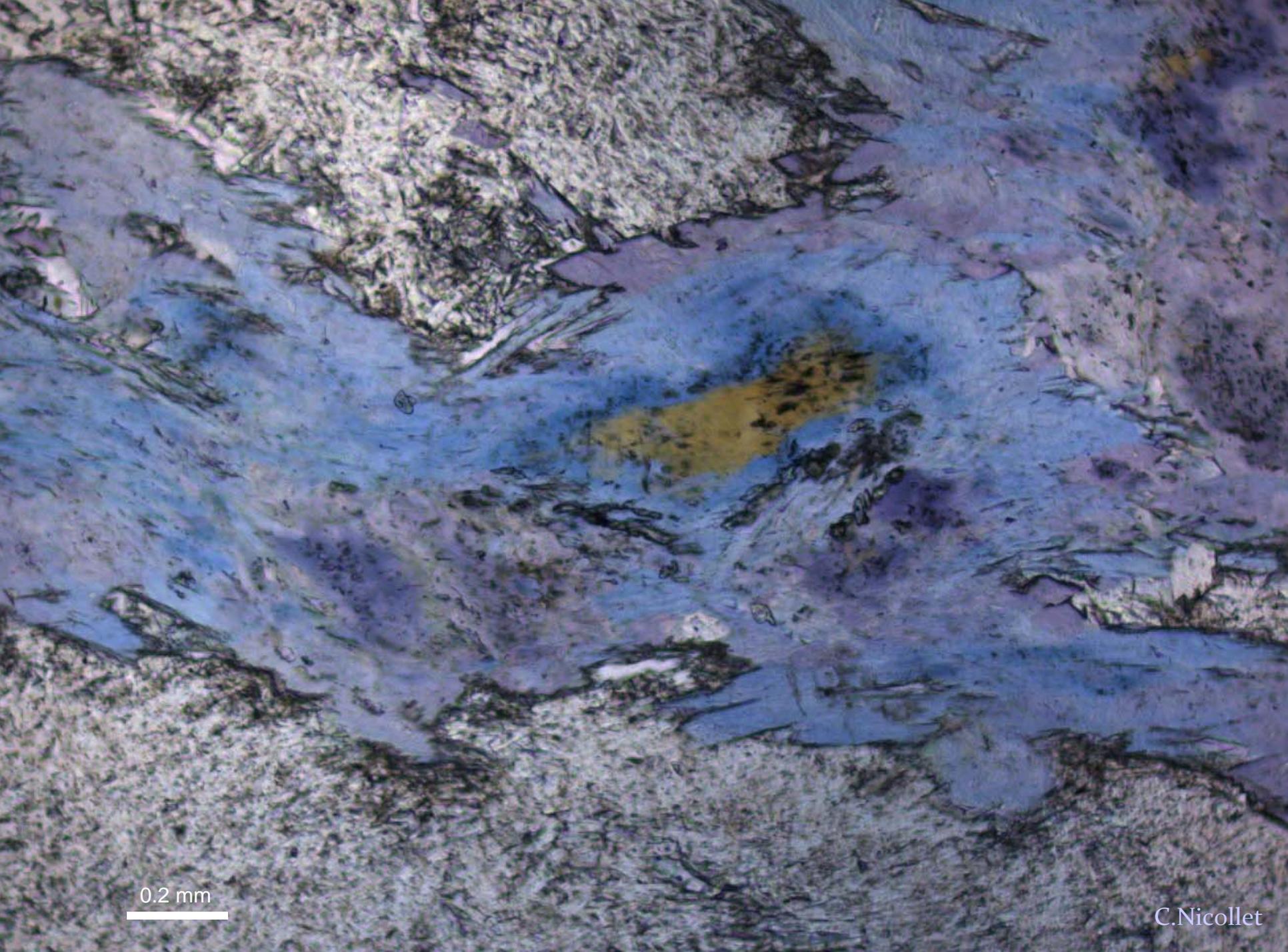
0.5 mm

C. Laverne



0.2 mm

C. Nicollet



0.2 mm

C. Nicollet



0.2 mm

C.Nicollet

Température (°C)

200

400

600

800

1000

1200

Bas
degré

Schistes
Verts

0,5 - 20

Gln
Schistes
Bleus



Granulite

cas - Gnoix

Ep

Lws

Gln

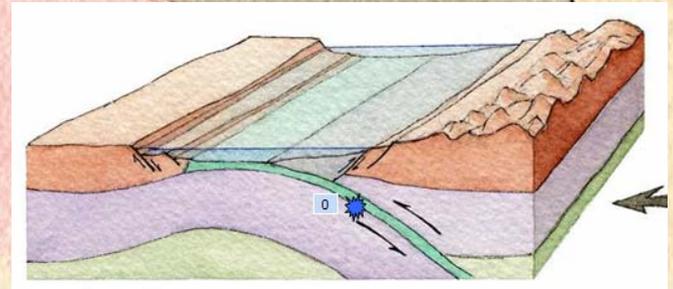
Solidus

Eclogite

1,5 - 60

Profondeur

sur Terre

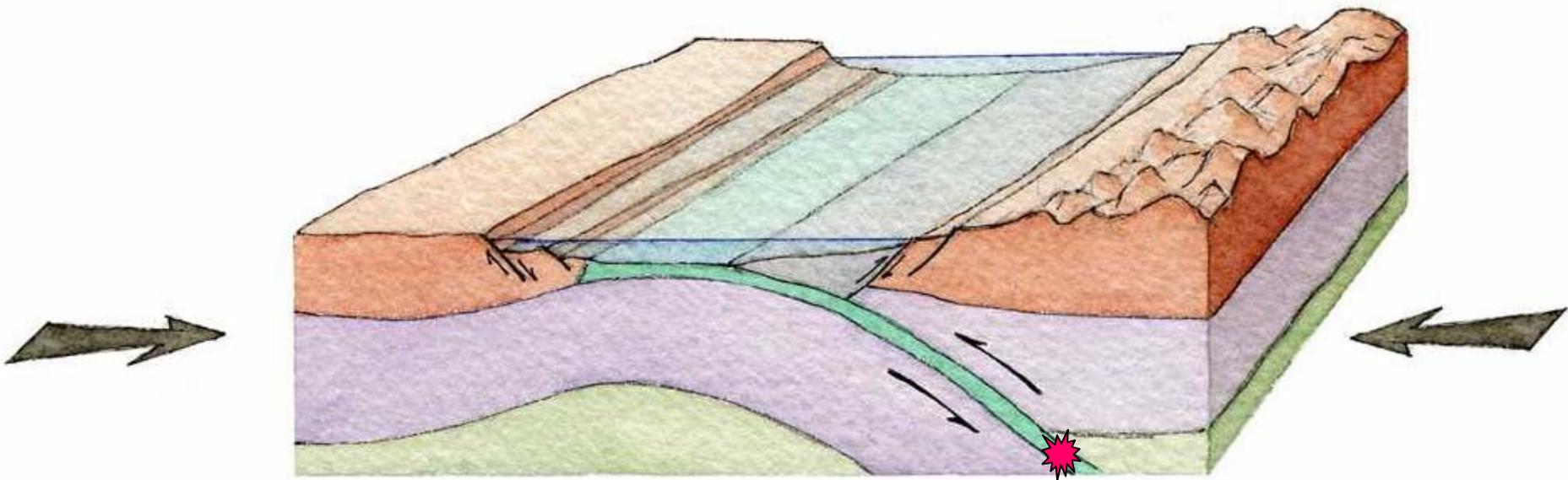


Au Monviso...



C.Laverne

... l'enfouissement se poursuit



 croûte continentale

 croûte océanique

 manteau supérieur

 manteau inférieur

 prisme d'accrétion





1 mm

Eclogite : pyroxène + grenat + ...glaucophane + épidote

C.Laverne

Température (°C)

200

400

600

800

1000

1200

Bas degré

Schistes Verts

Amphibolite

Granulite

Solidus

Pression (GPa)

0,5 - 20

1,0 - 40

1,5 - 60

Conditions non réalisées

Schistes Bleus

???

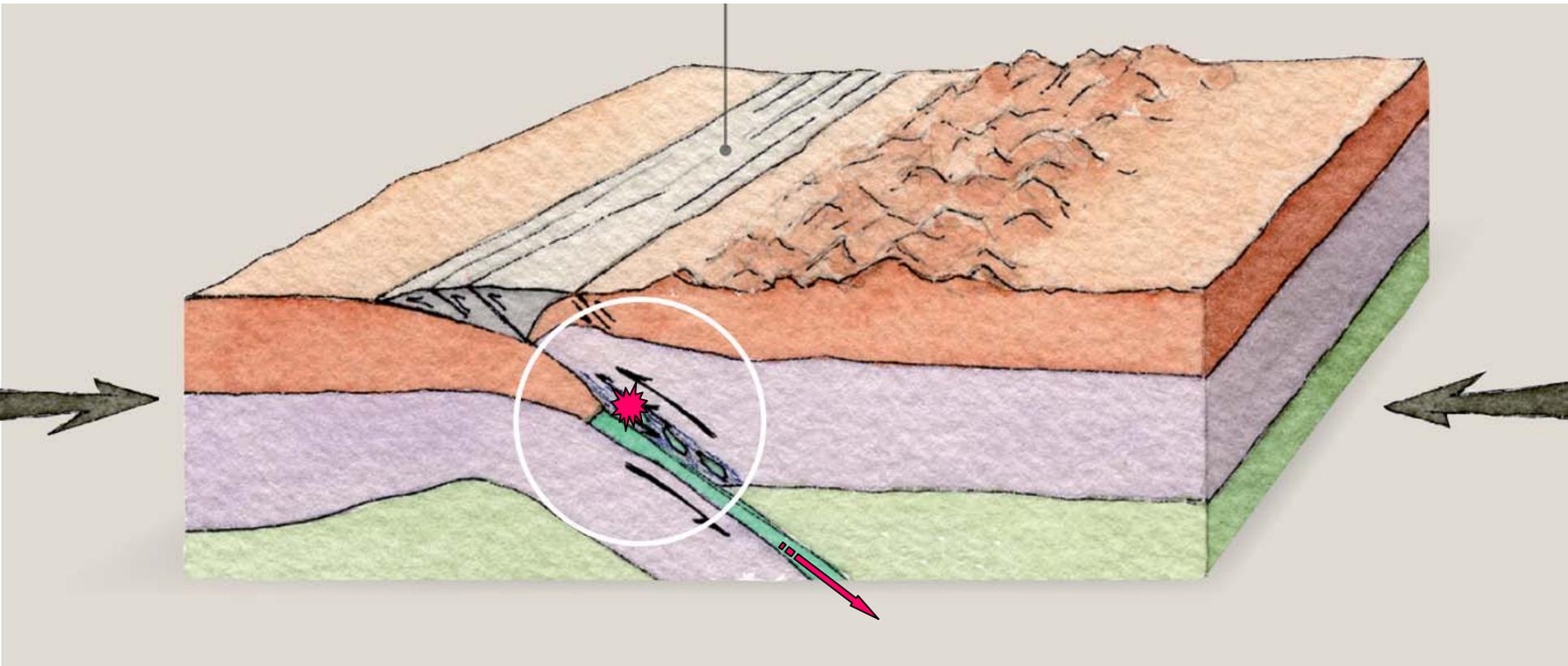
Eclogite



Ep
Vso
Lws
Gln

Et maintenant ...

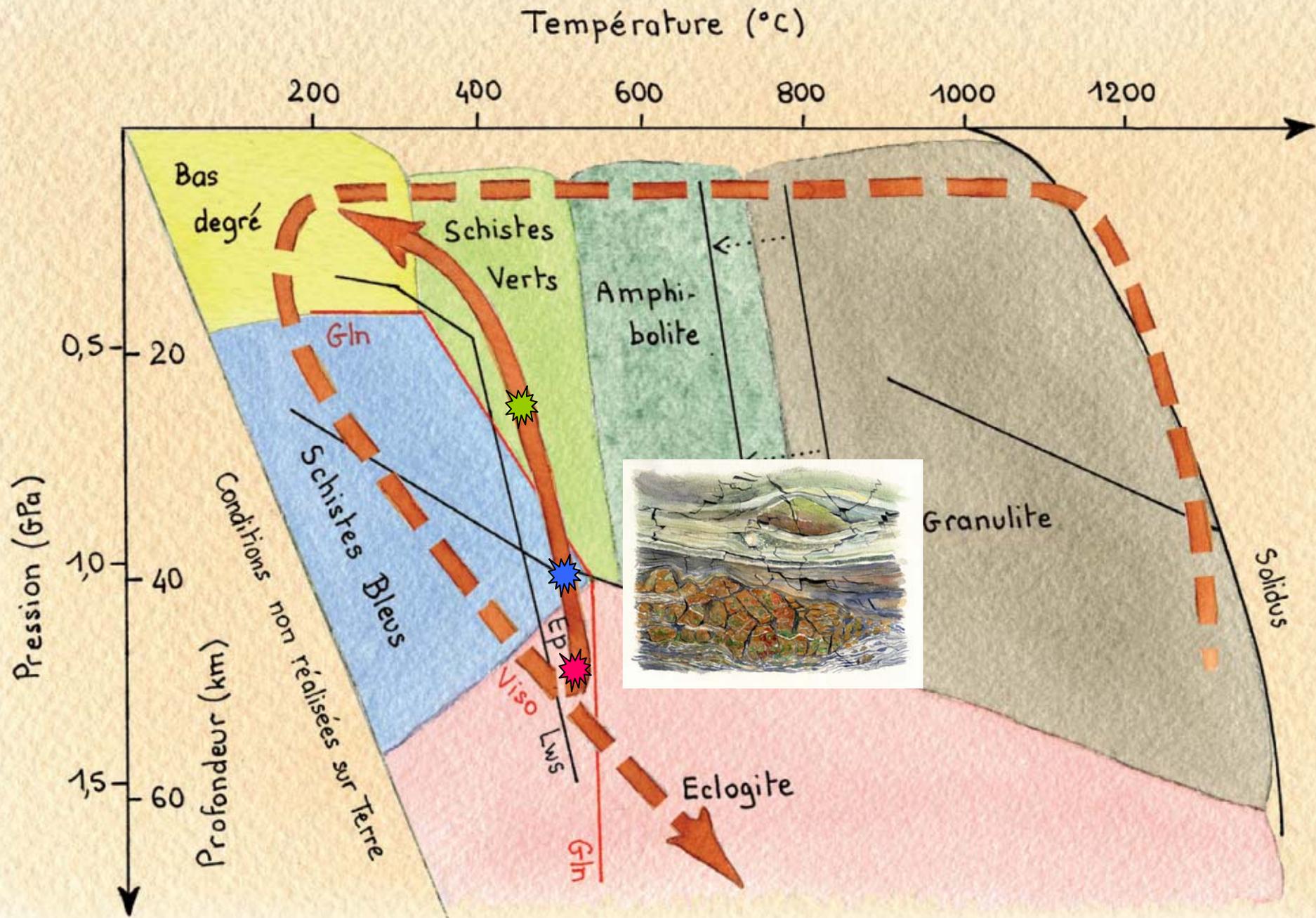
Je continue à descendre ... ou je remonte ???



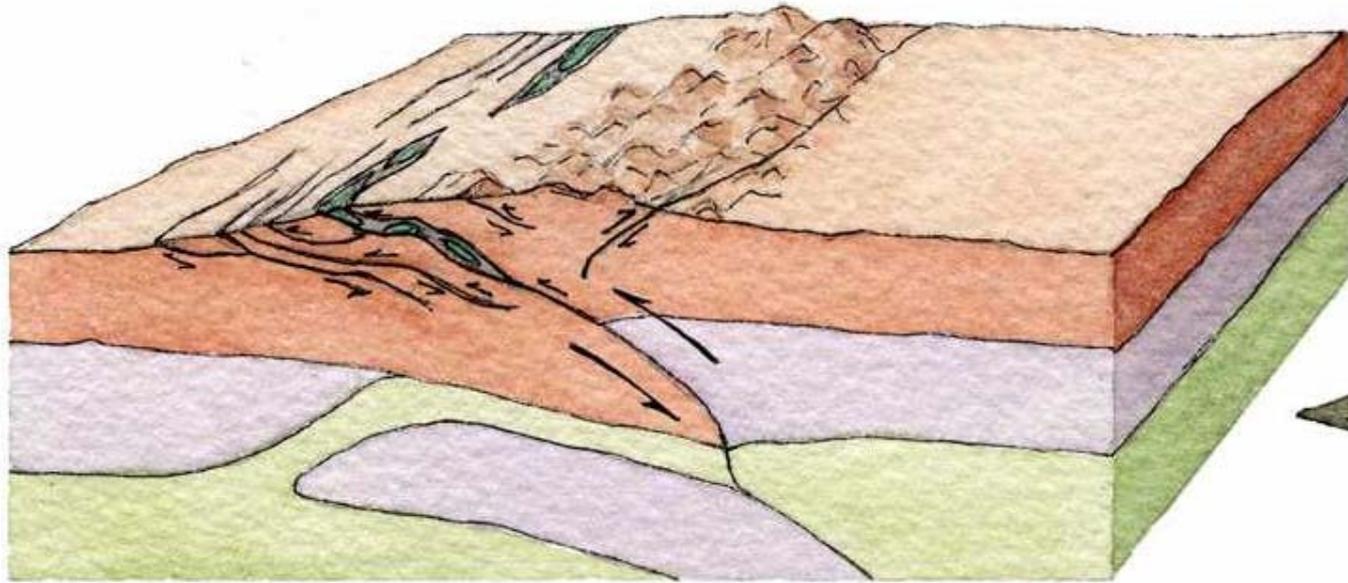


5 cm

C.Laverne

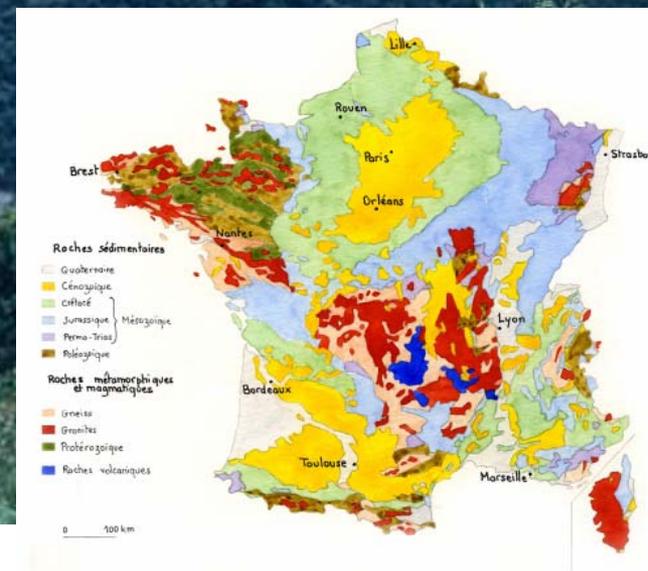
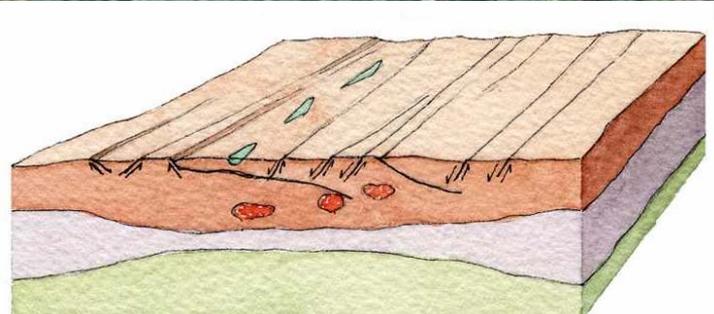


La croûte océanique est exhumée dans nos montagnes



- | | | | |
|---|---------------------|--|-------------------|
|  | croûte continentale |  | croûte océanique |
|  | manteau supérieur |  | manteau inférieur |
|  | prisme d'accrétion | | |

Et dans les vieilles chaînes ?





C. Nicolle

L 'Ophiolite de Chamrousse (496 Ma) dans le Massif de Belledone dans les Alpes

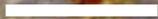


C.Laverne

A l'île de Groix, les roches ont enregistré le stade précoce de la subduction



1 cm



C.Nicollet

Au lac Cornu, vieilles éclogites avec vue sur le Mont Blanc



C.Laverne

Quand les éclogites remontent lentement ...

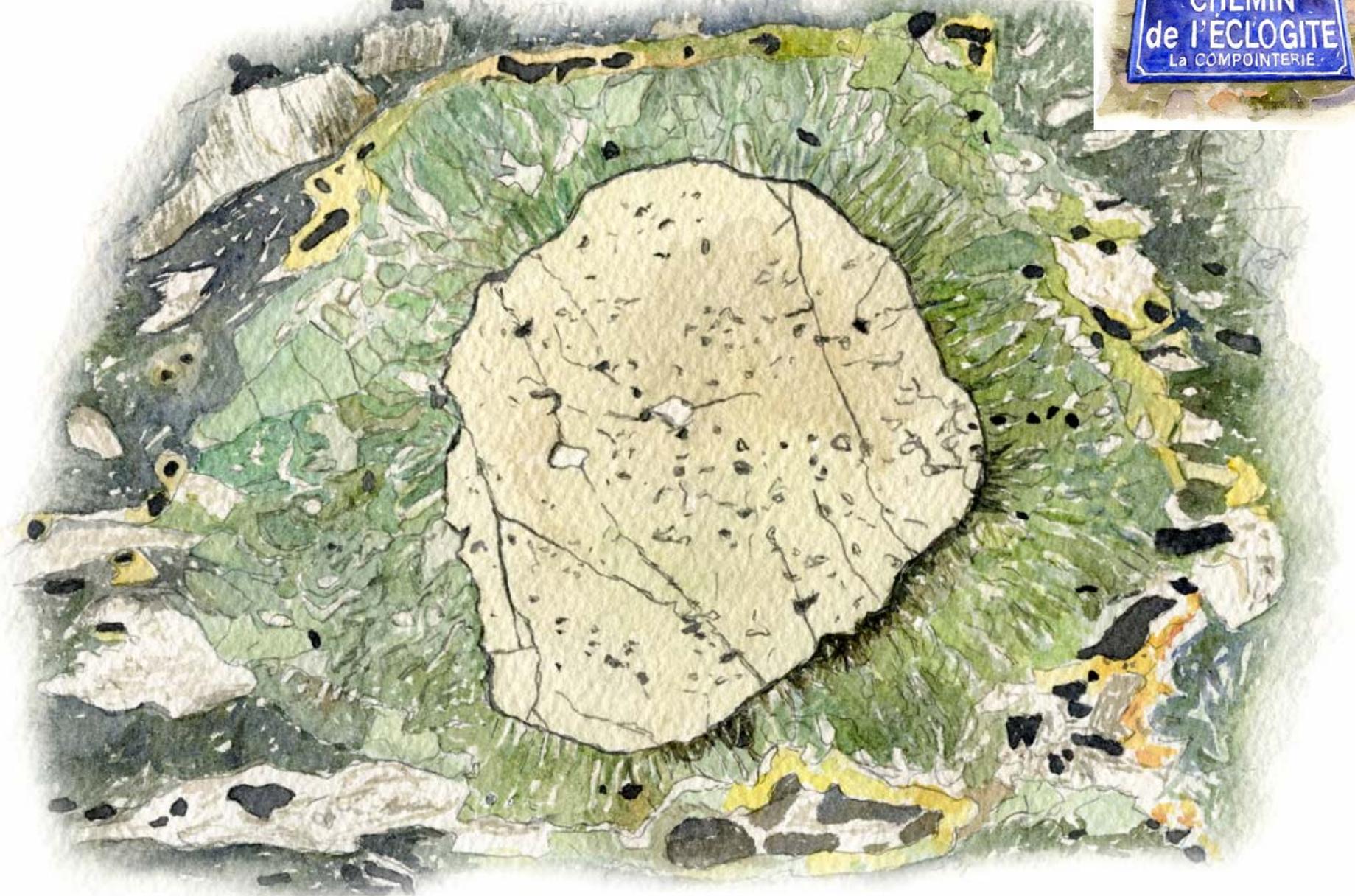


5 mm

Grenat + Clinopyroxène + ... = Amph + plagio

C.Laverne

Quand les éclogites remontent lentement ...



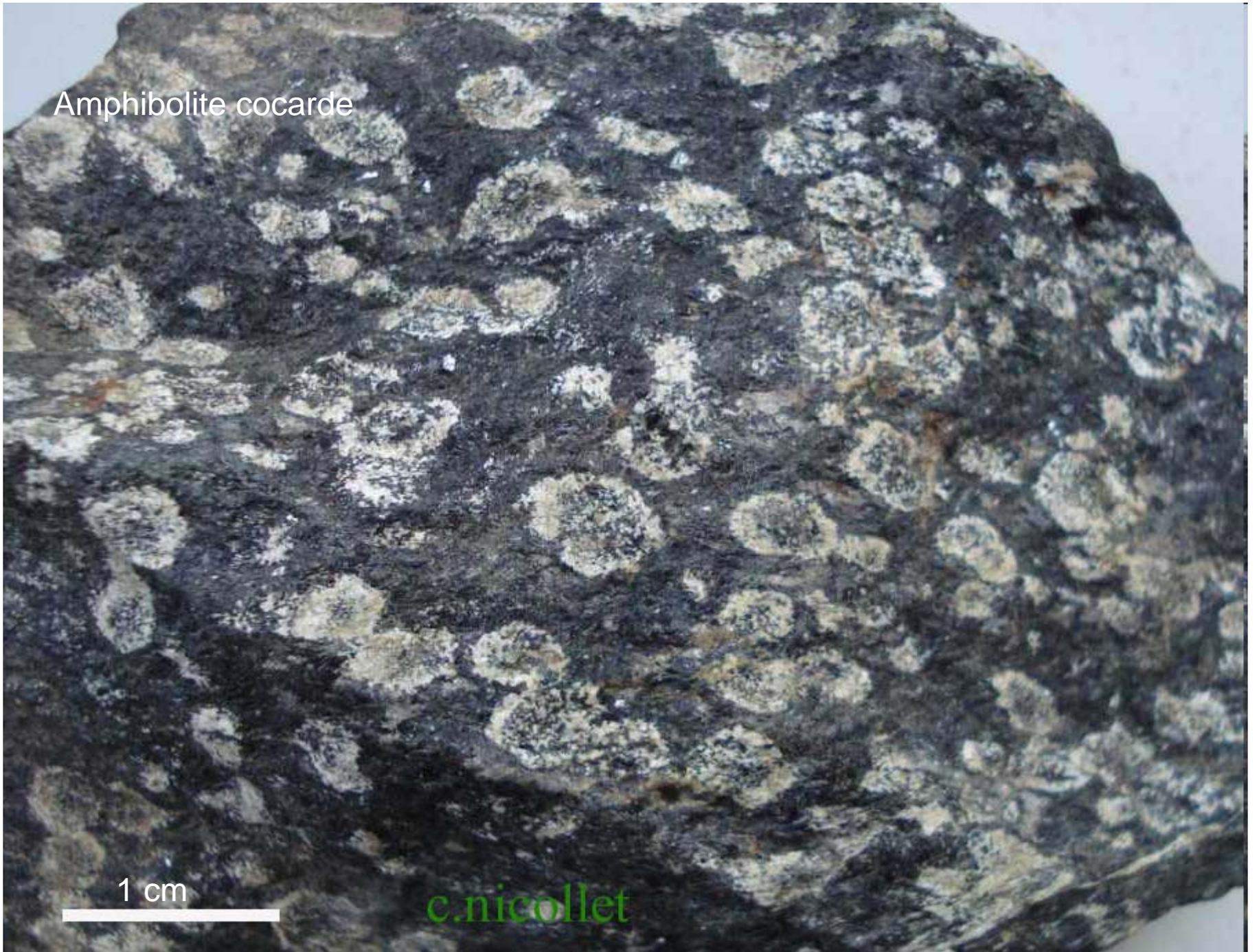
5 mm

Grenat + Clinopyroxène + ... = Amph + plagio

Amphibolite cocarde

1 cm

c.nicollet



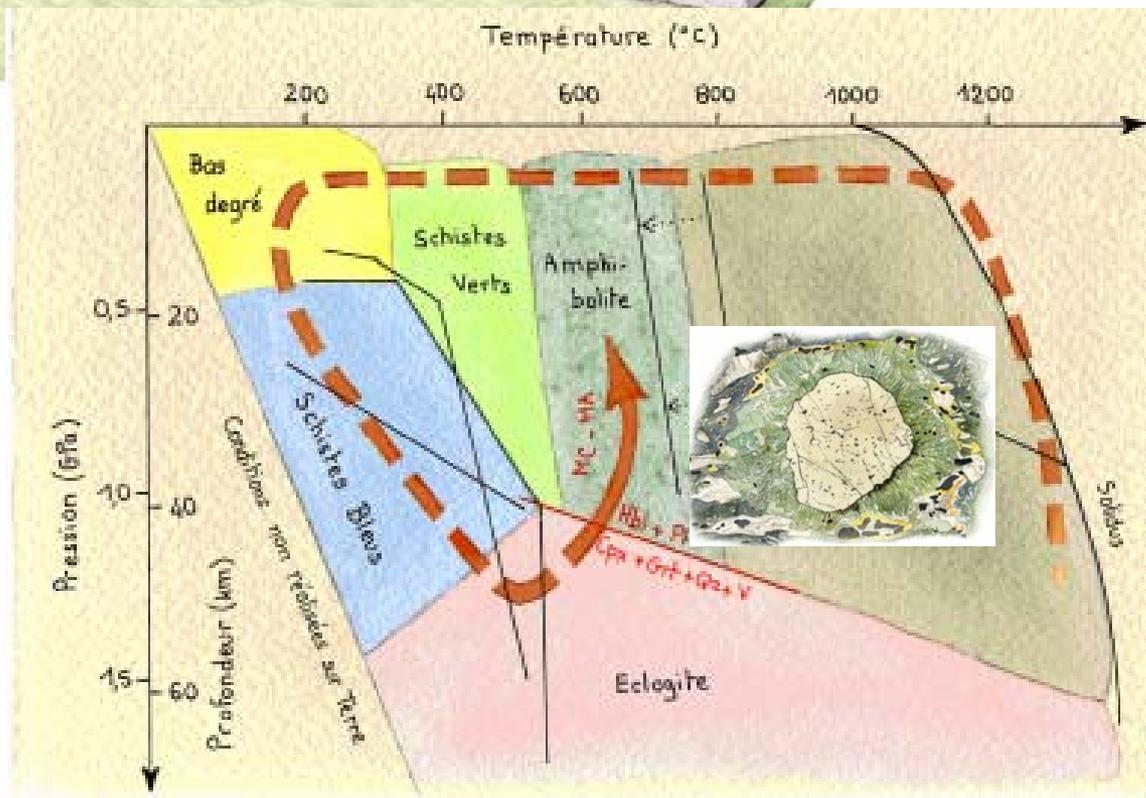
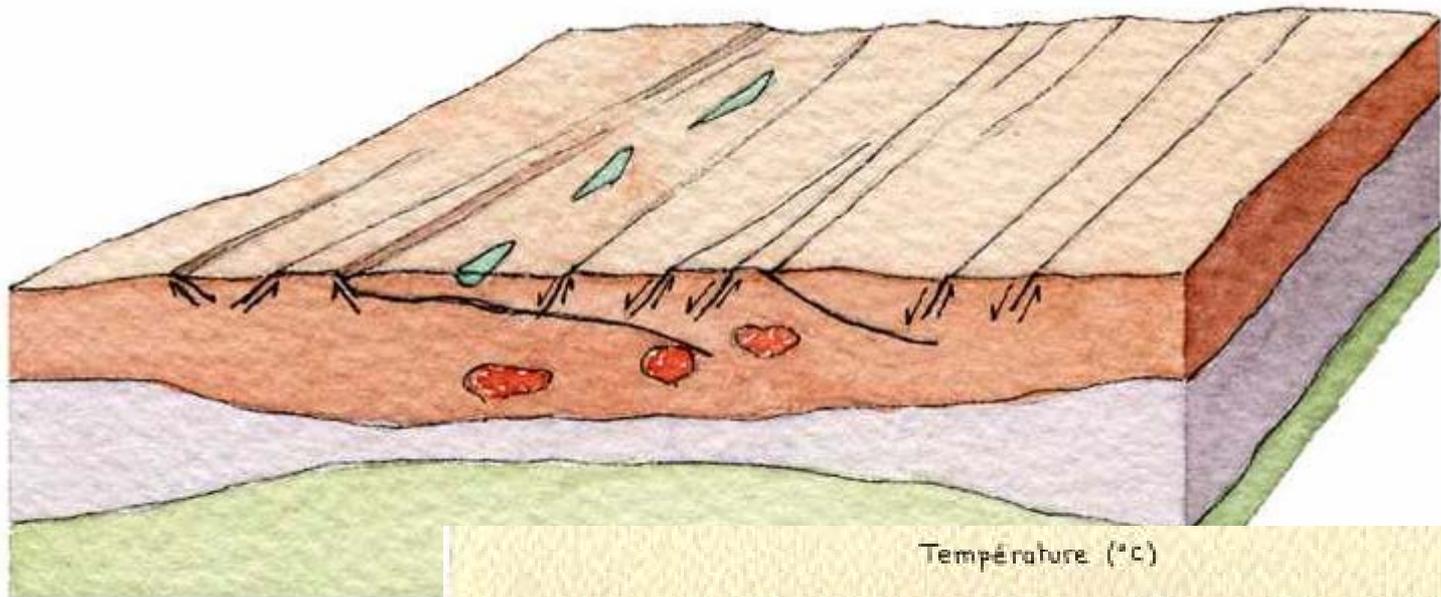
Quand elles remontent ... parfois, elles perdent la mémoire !



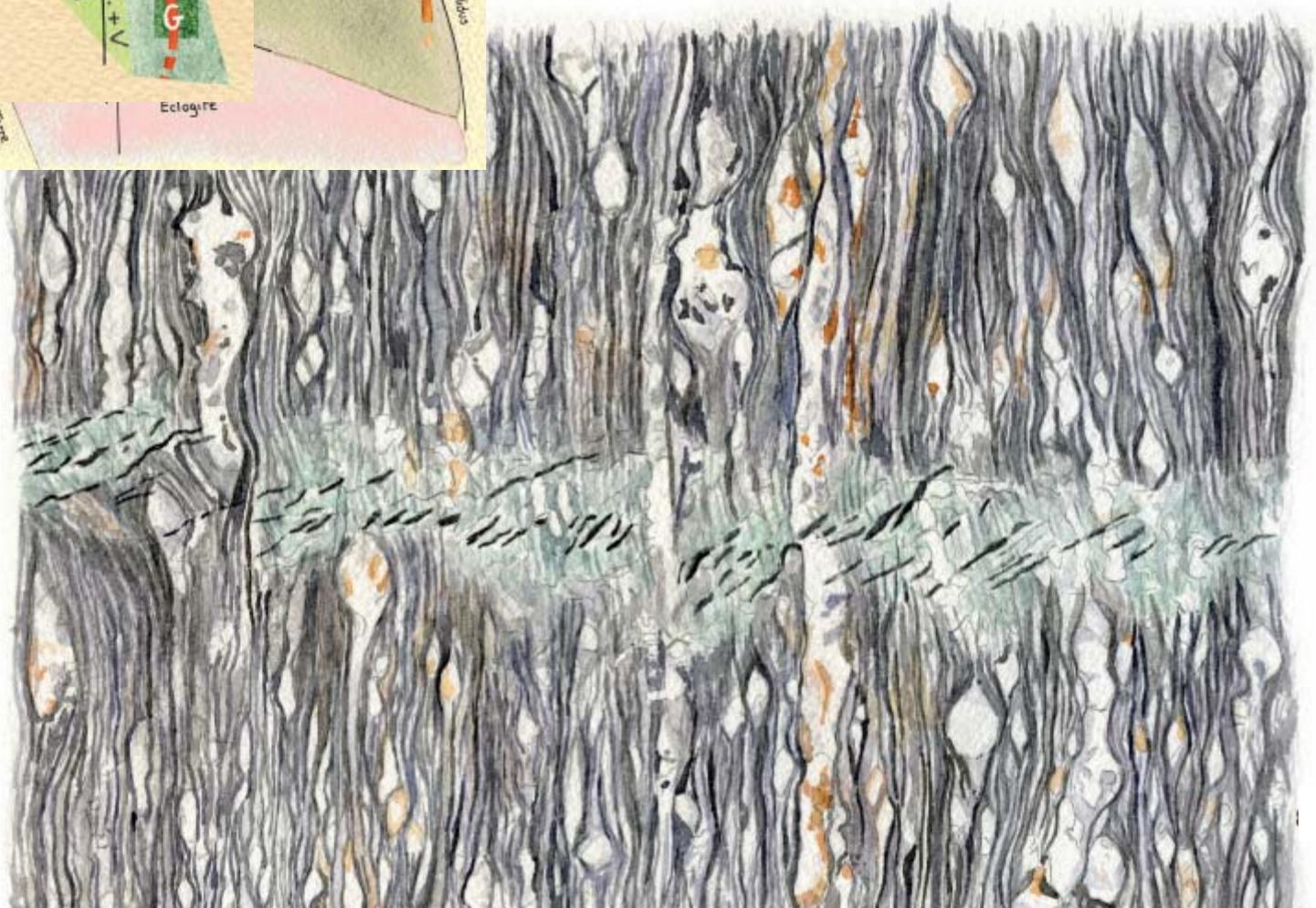
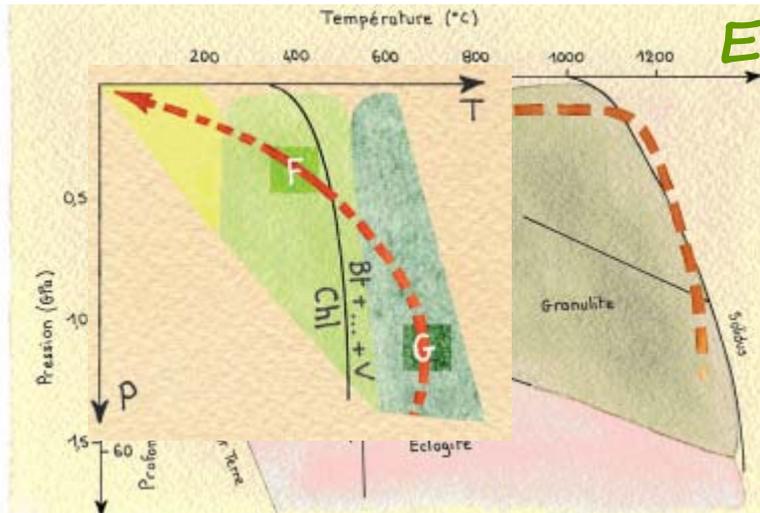
1 mm

Amph + plagioclase

Vue au microscope



Et la fin du trajet d'exhumation ?



Température (°C)

200

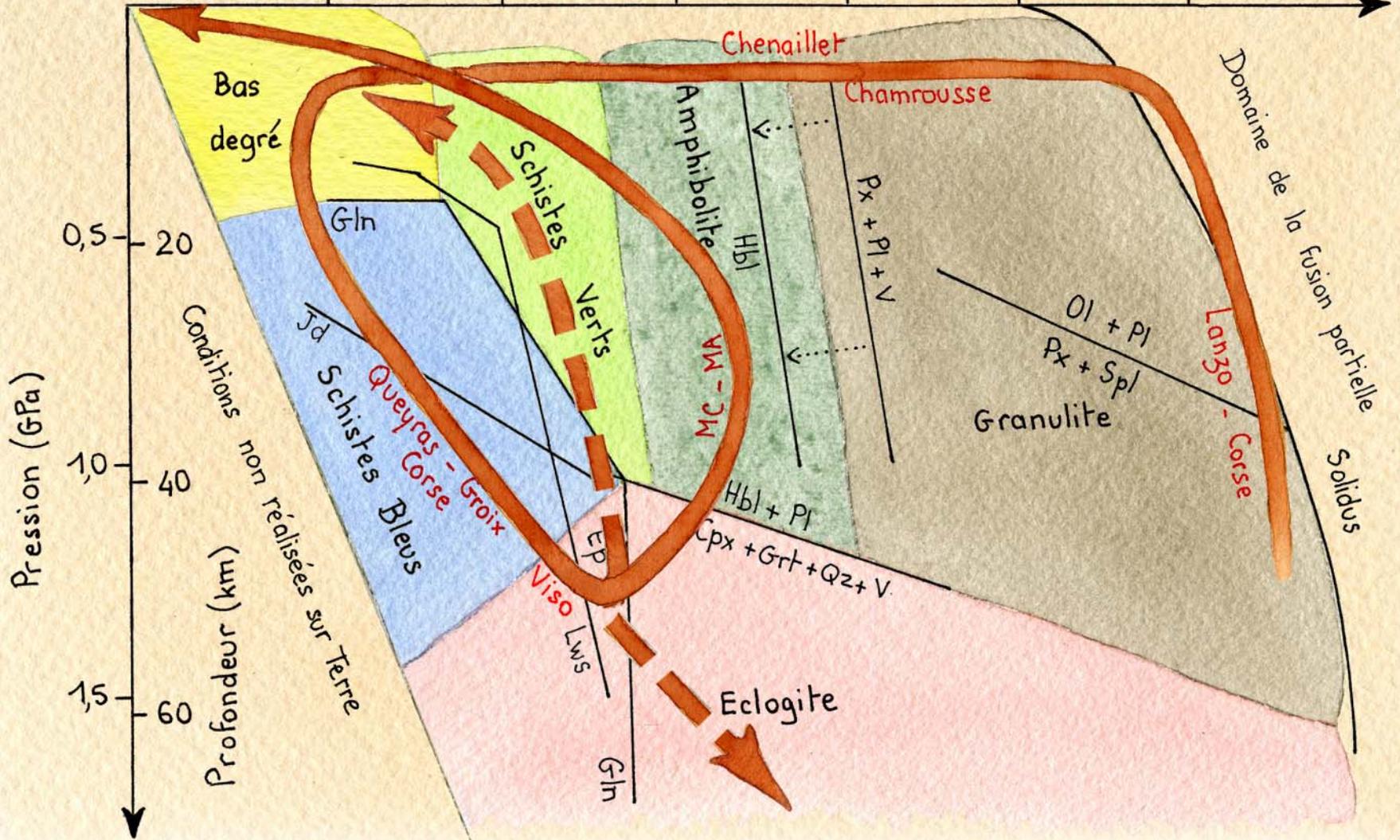
400

600

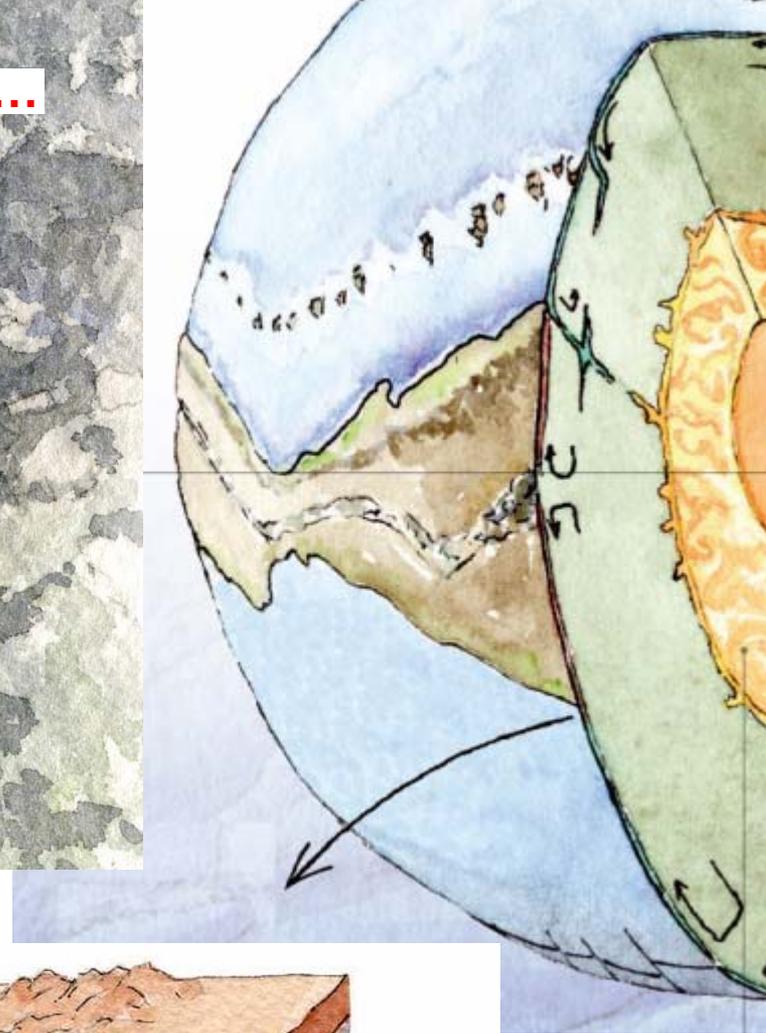
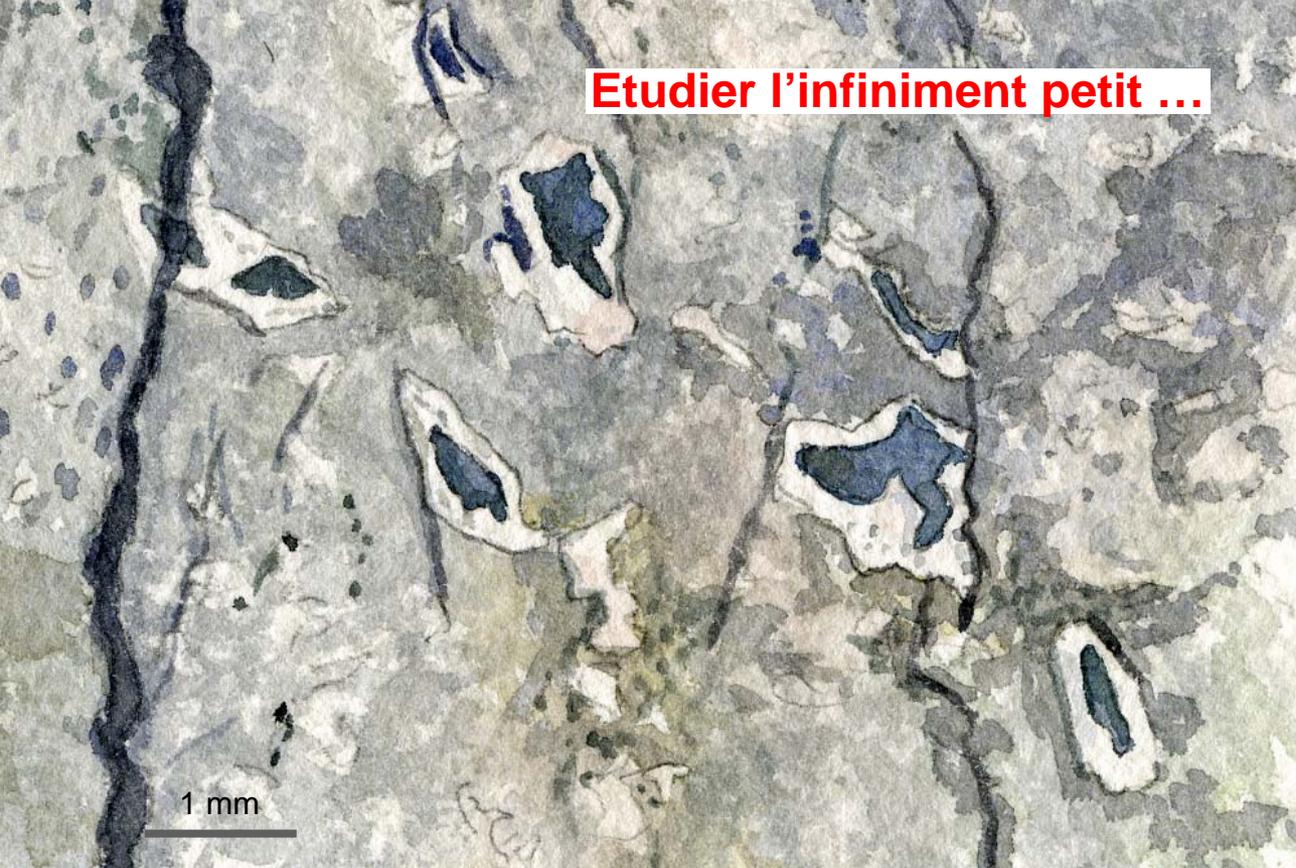
800

1000

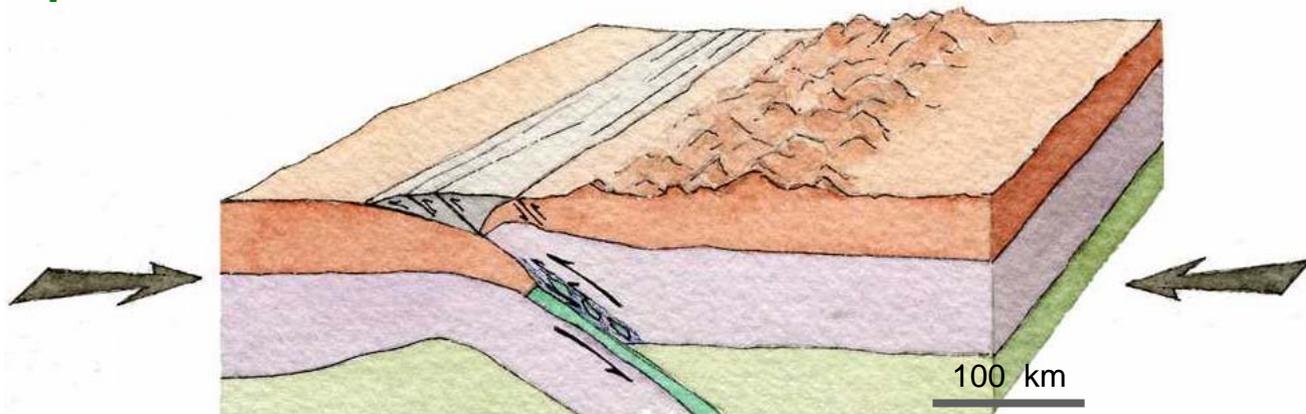
1200



Etudier l'infiniment petit ...



... pour comprendre l'immensément grand





Bon, c'est quoi cette
histoire d'océan dans la
montagne ???!

Moi je
retourne dans
le vrai !!