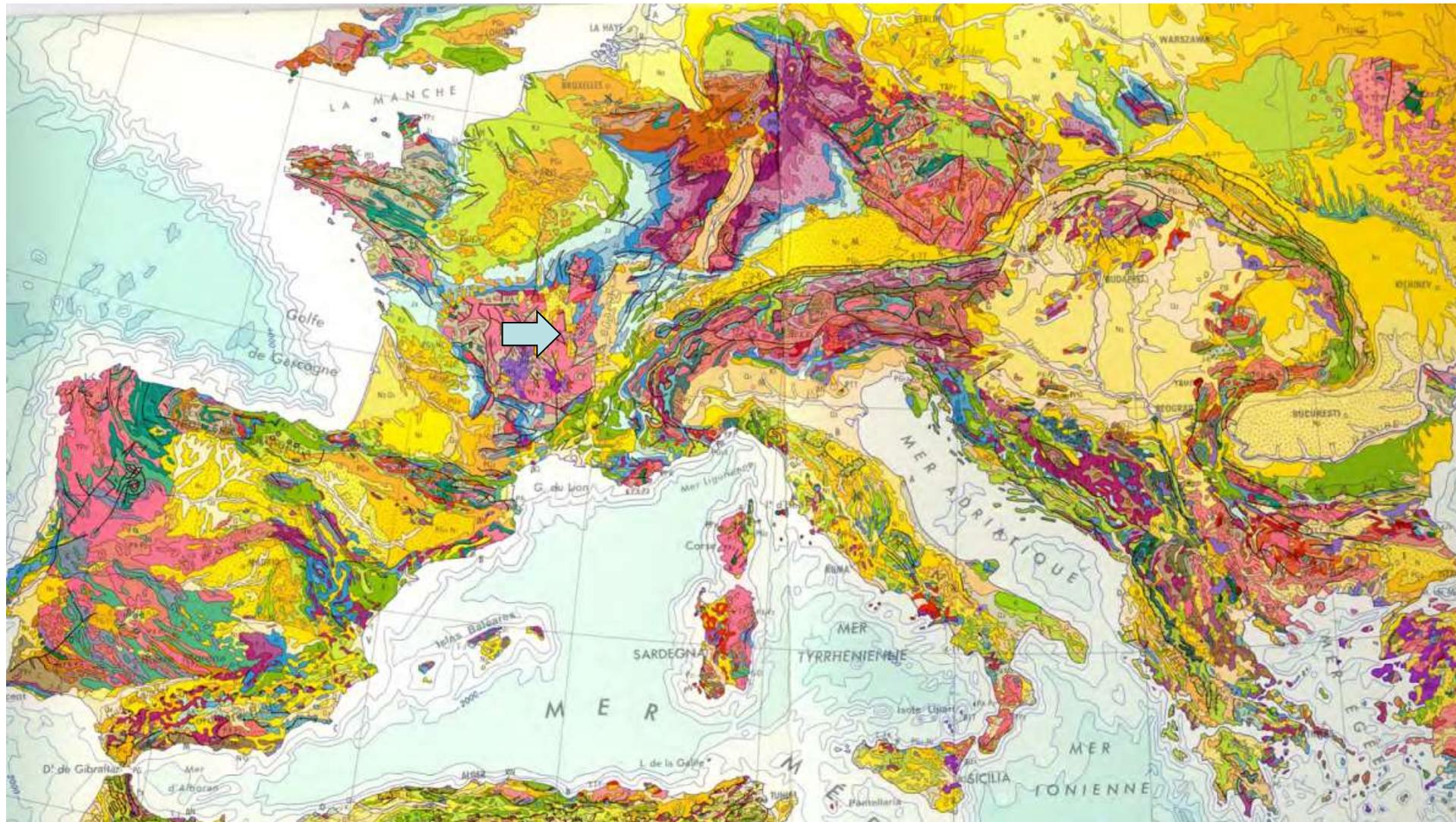


G4 – Une chaîne de montagne : les Alpes franco-italo-suisse

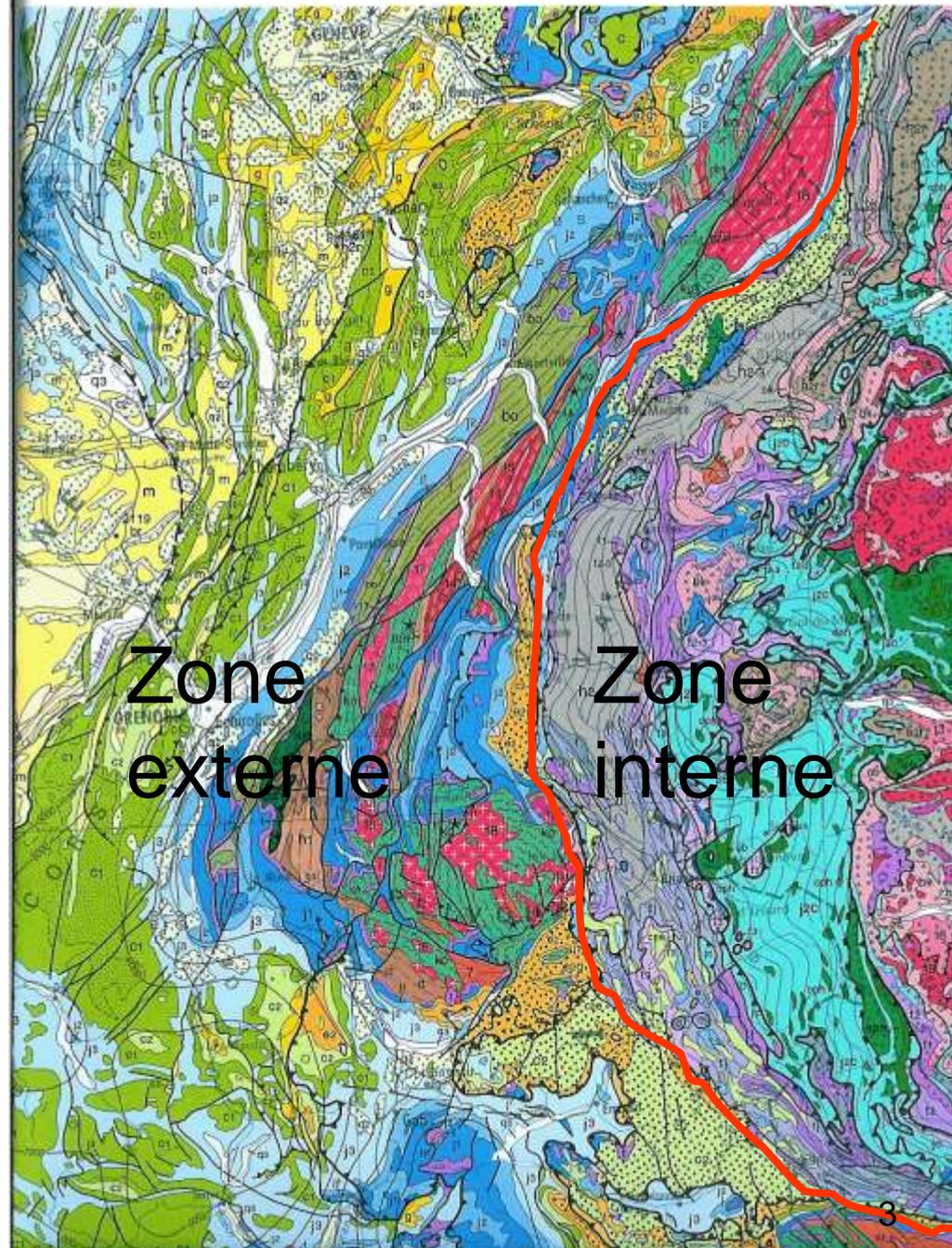
C. Perrier – F. Celle

Carte géologique de l'Europe



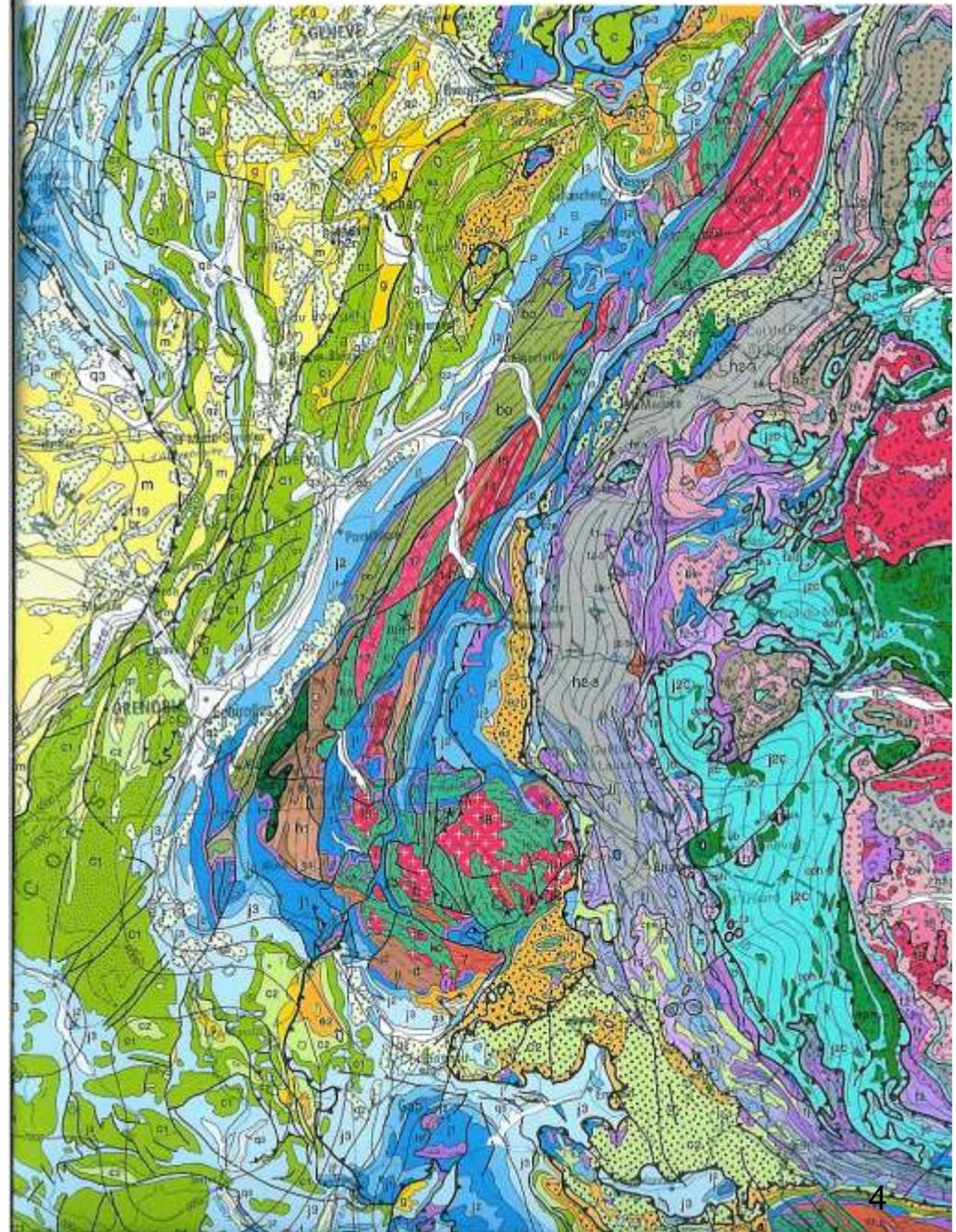
Les Alpes sur la carte de France au 1/1 000 000

Front pennique =
chevauchement
pennique frontal

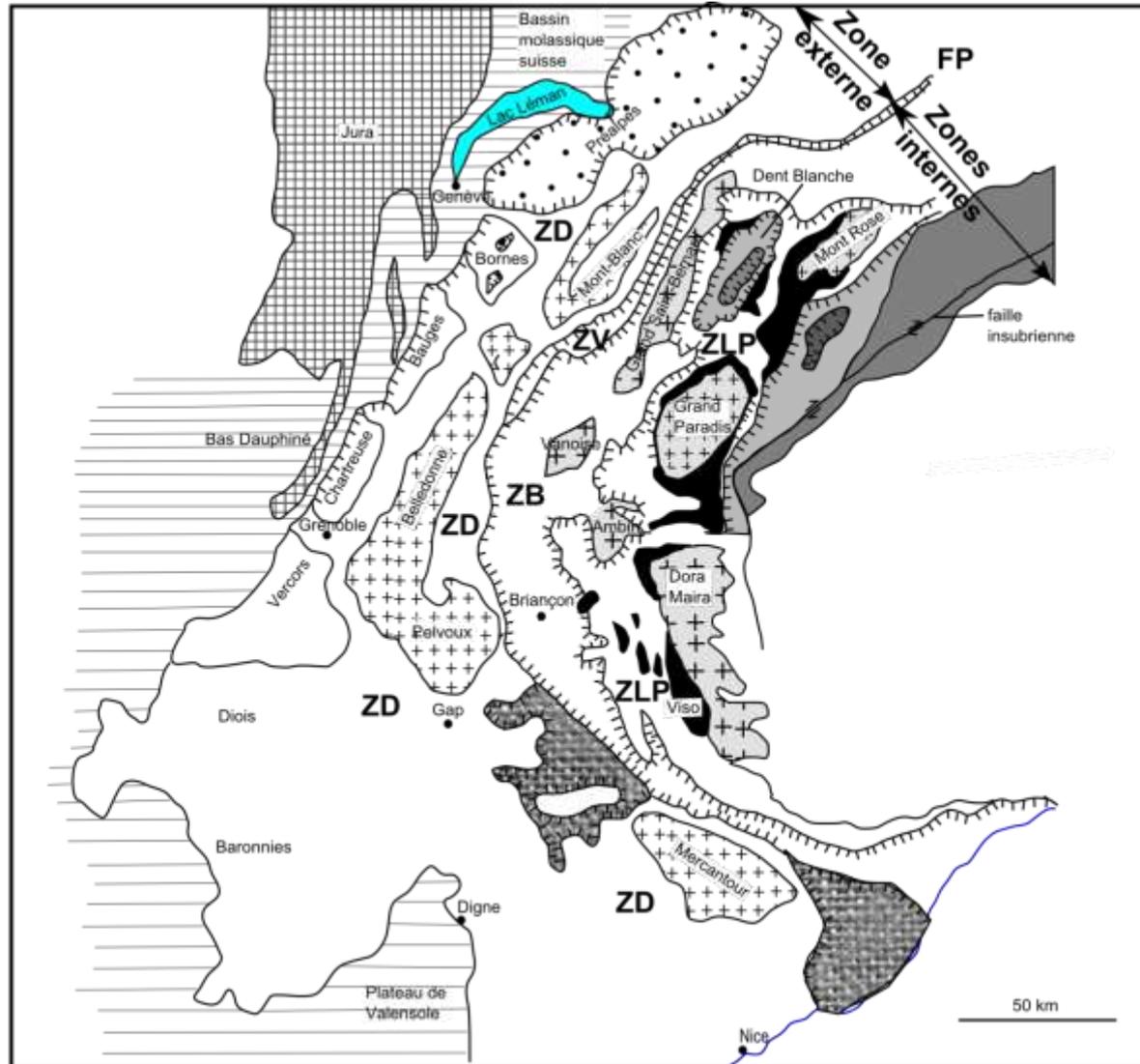


Chevauchements de l'Est sur l'Ouest

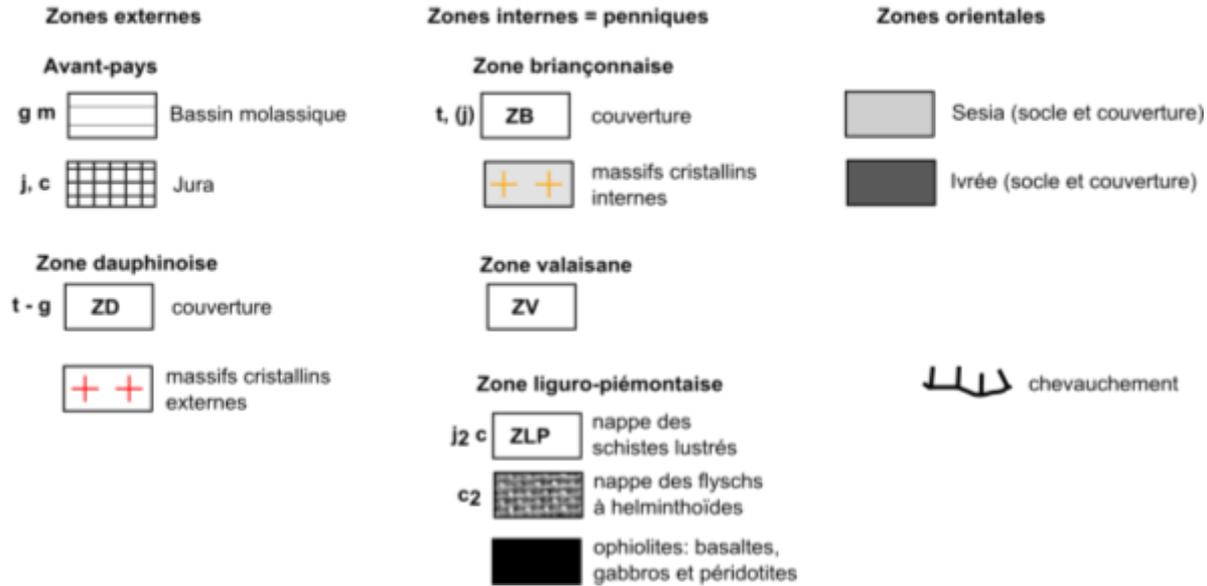
Exception :
l'éventail
briançonnais



Doc 1 – Schéma structural des Alpes d'après la carte de France à 1/1 000 000



Légende



Jura = couverture déformée du
bord externe du bassin
molassique suisse



Bo

B

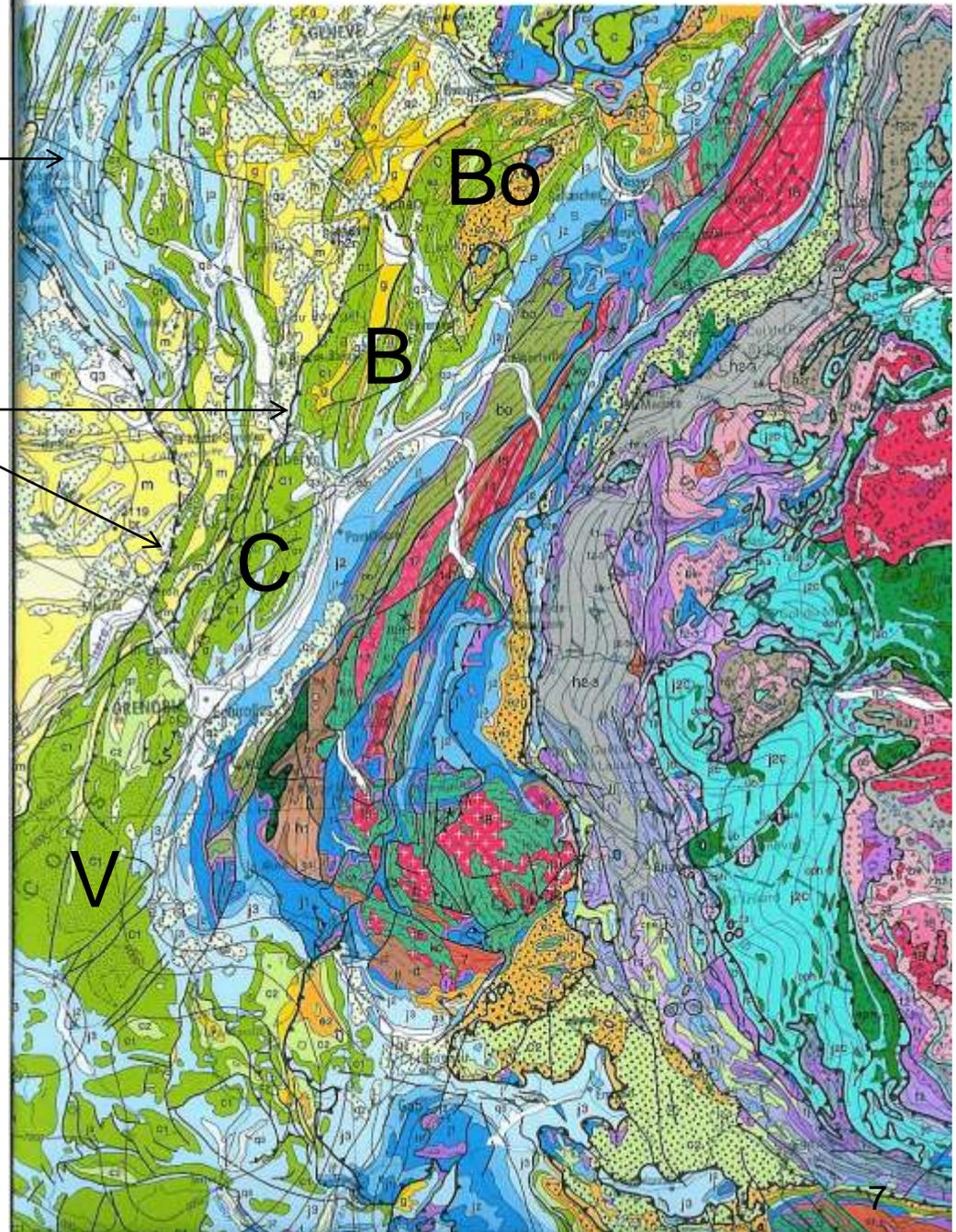
La zone dauphinoise (= externe)
chevauche les bassins périalpins



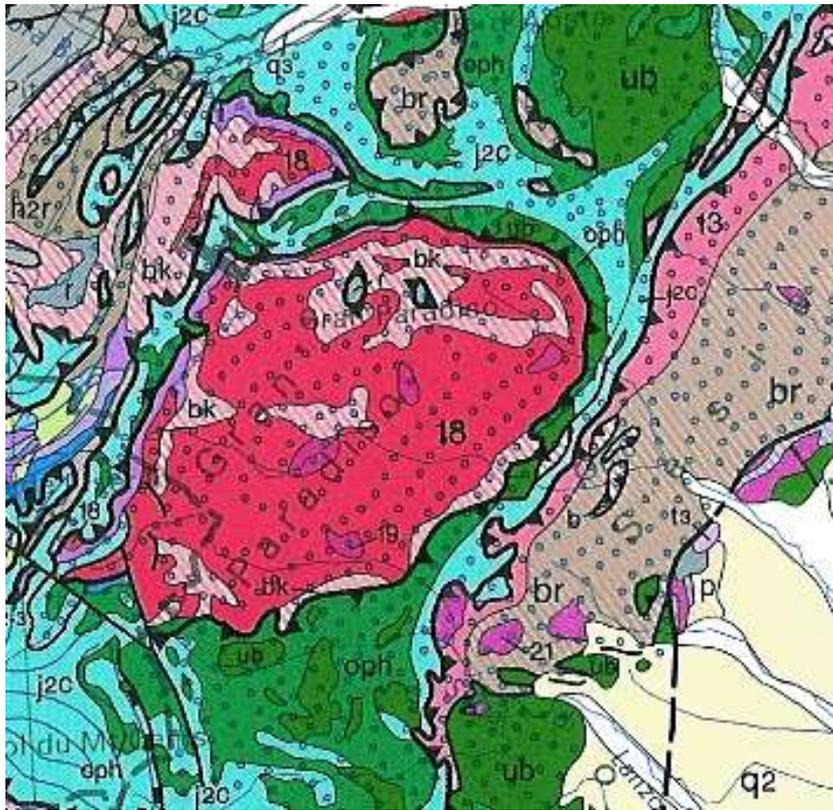
C

L'avant-pays alpin

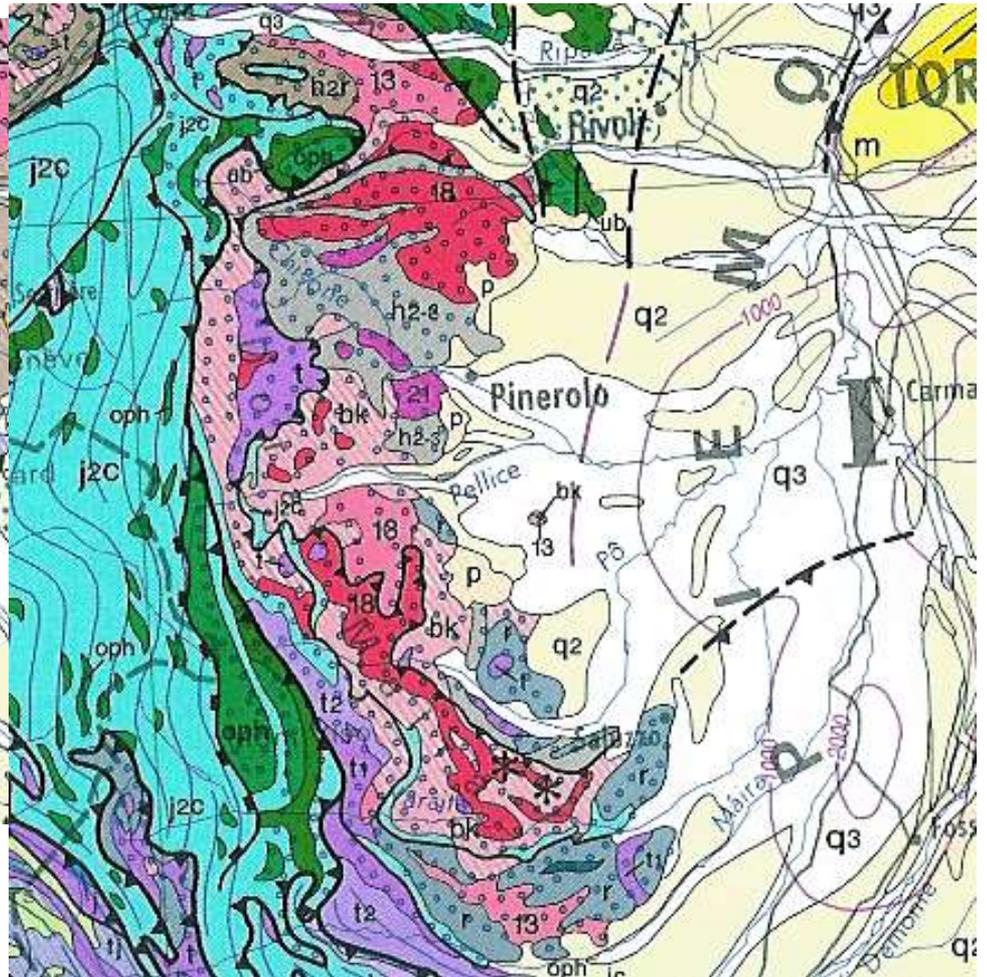
V



Les massifs cristallins internes



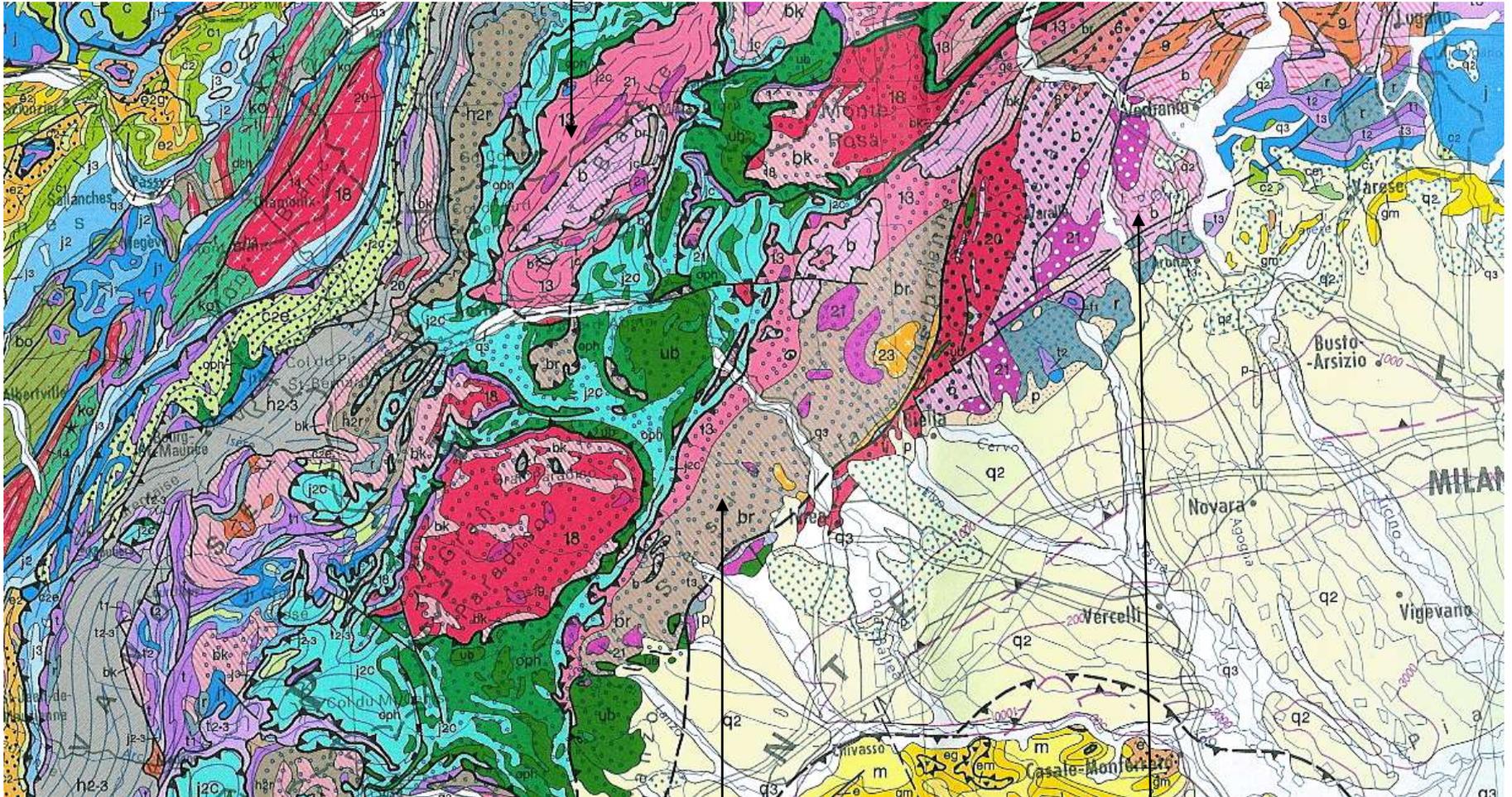
Grand Paradis
(fenêtre)



Dora Maira

Unités issues du continent apulien (oriental)

Klippe de la Dent blanche (Le Cervin)

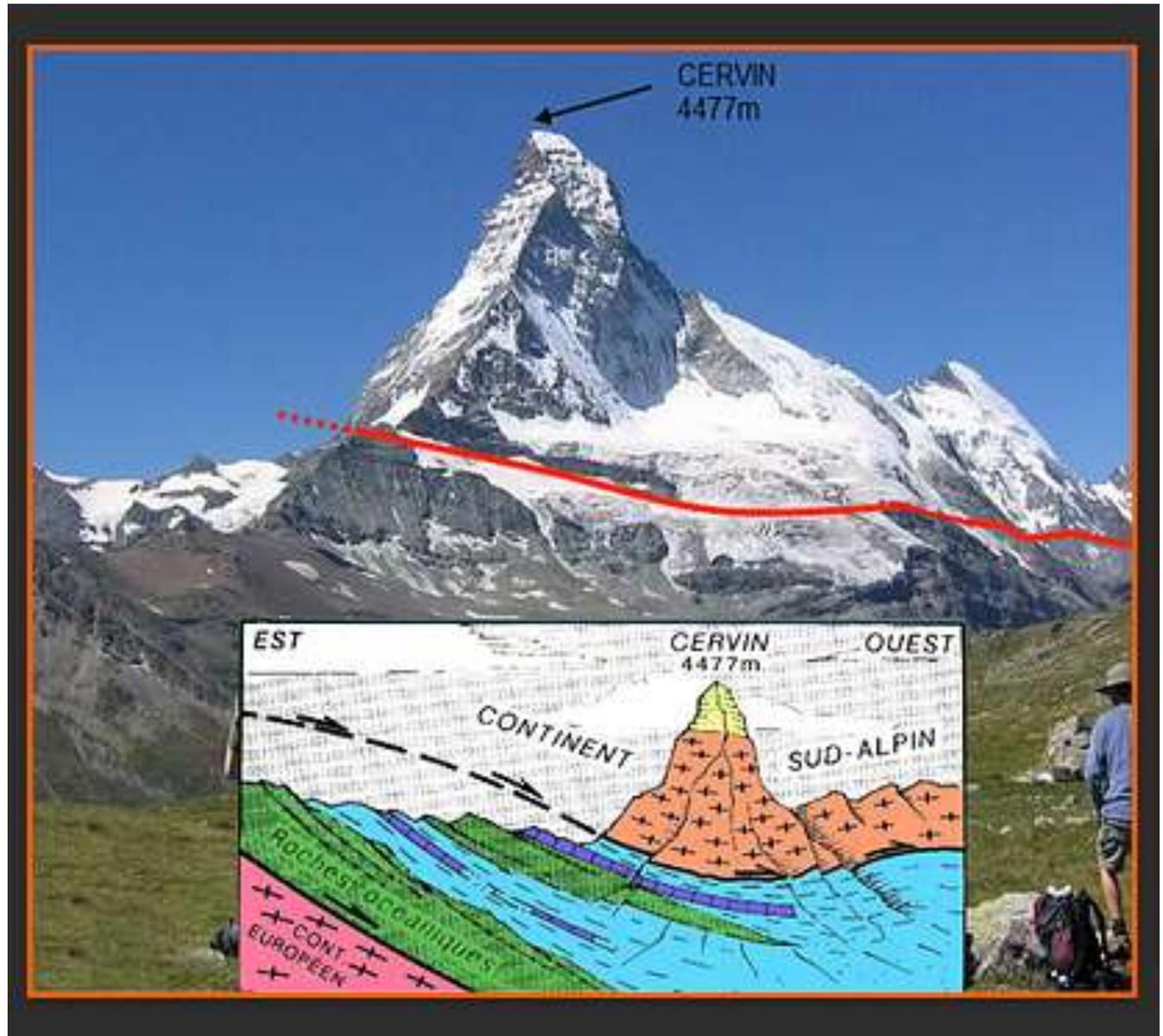


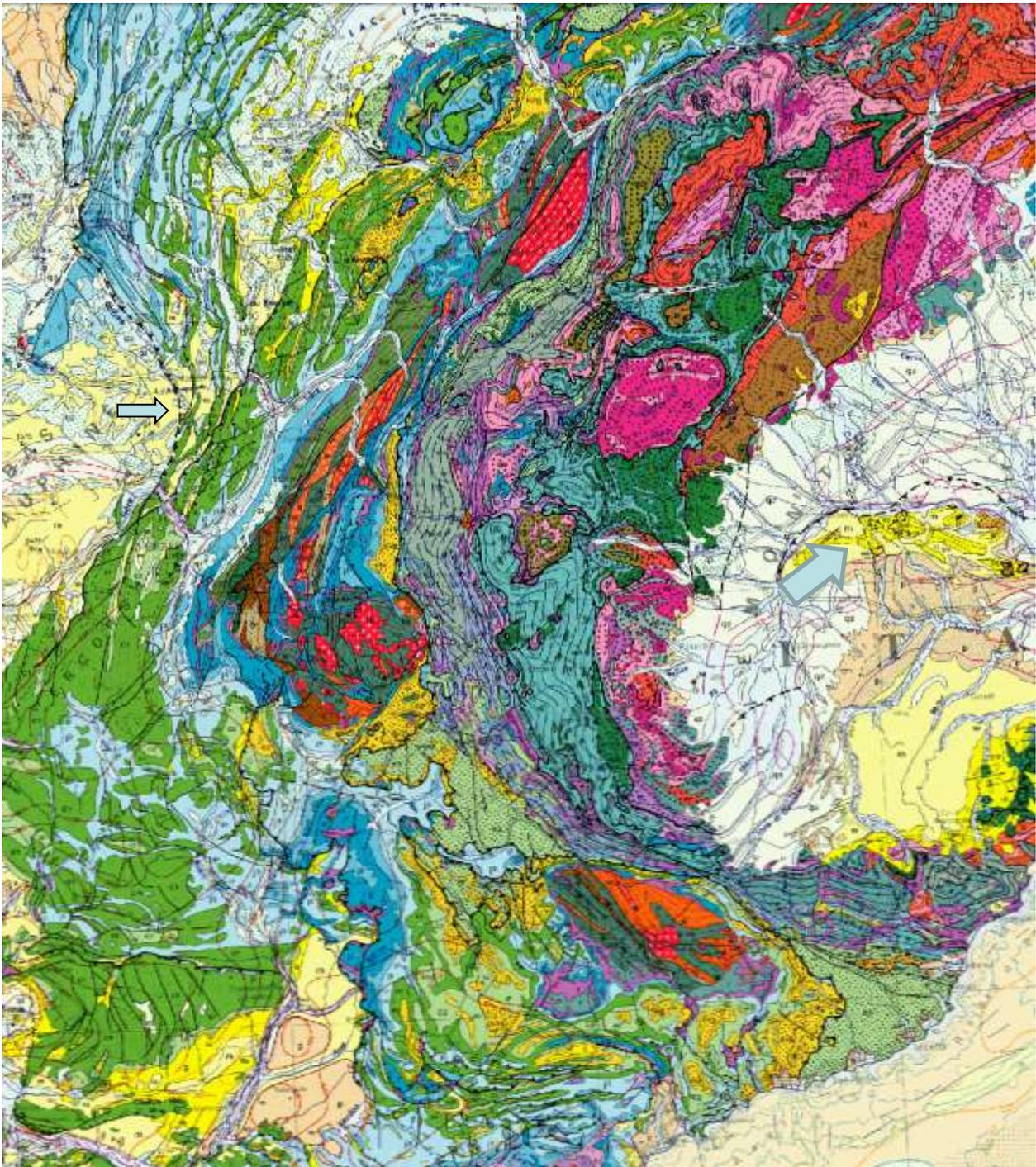
Sesia

Ivrée

Le Cervin

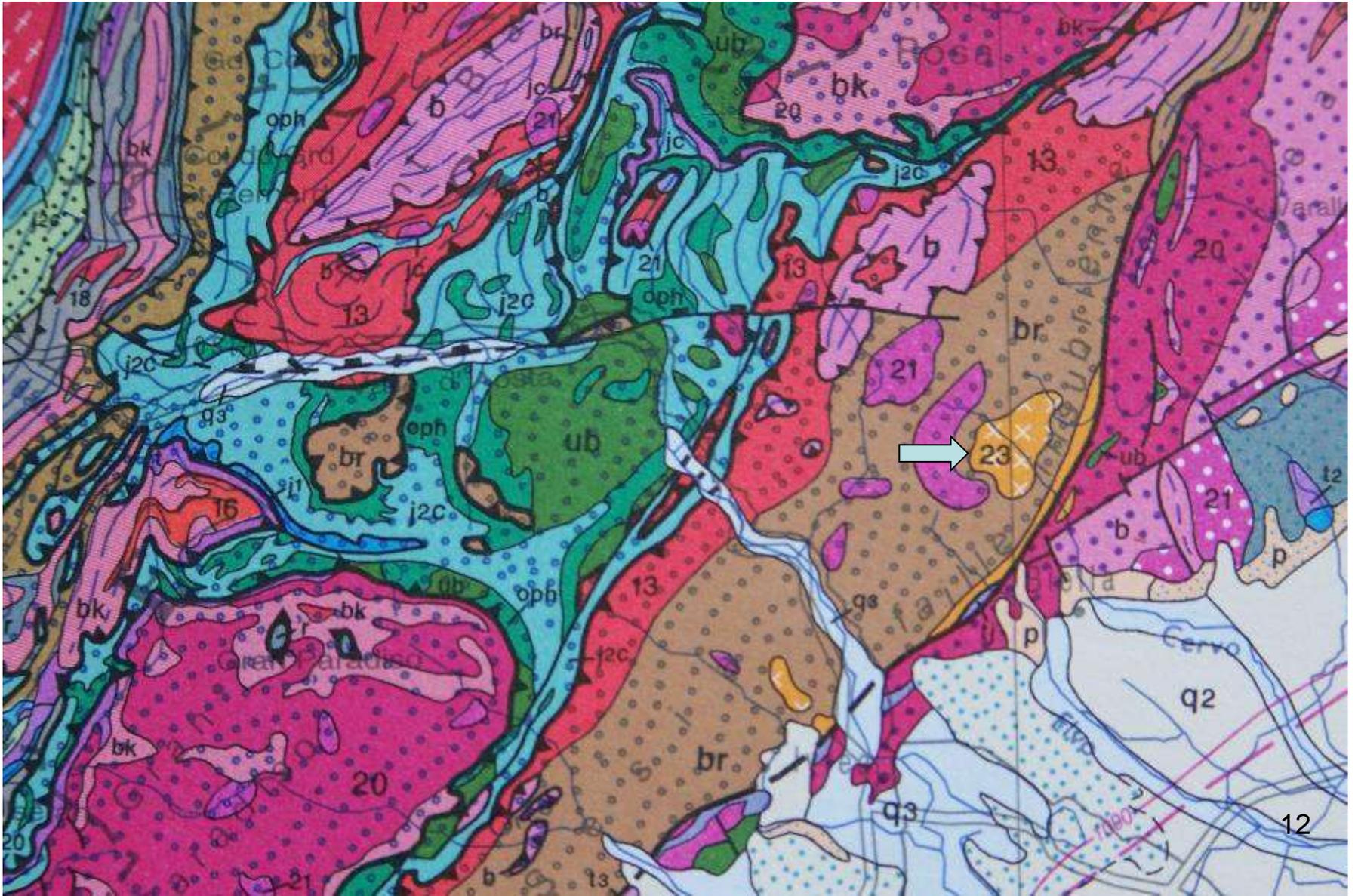
Un fragment de la
marge apulienne
(africaine)





Plutonisme alpin

Rare à l'affleurement (regardez les âges)



Les préalpes : nappe de la zone dauphinoise

Préalpes
Nappe de
couverture
sédimentaire
de la zone
dauphinoise



Dent Blanche
Empilement de
2 nappes
(austro-alpin et
sudalpin)

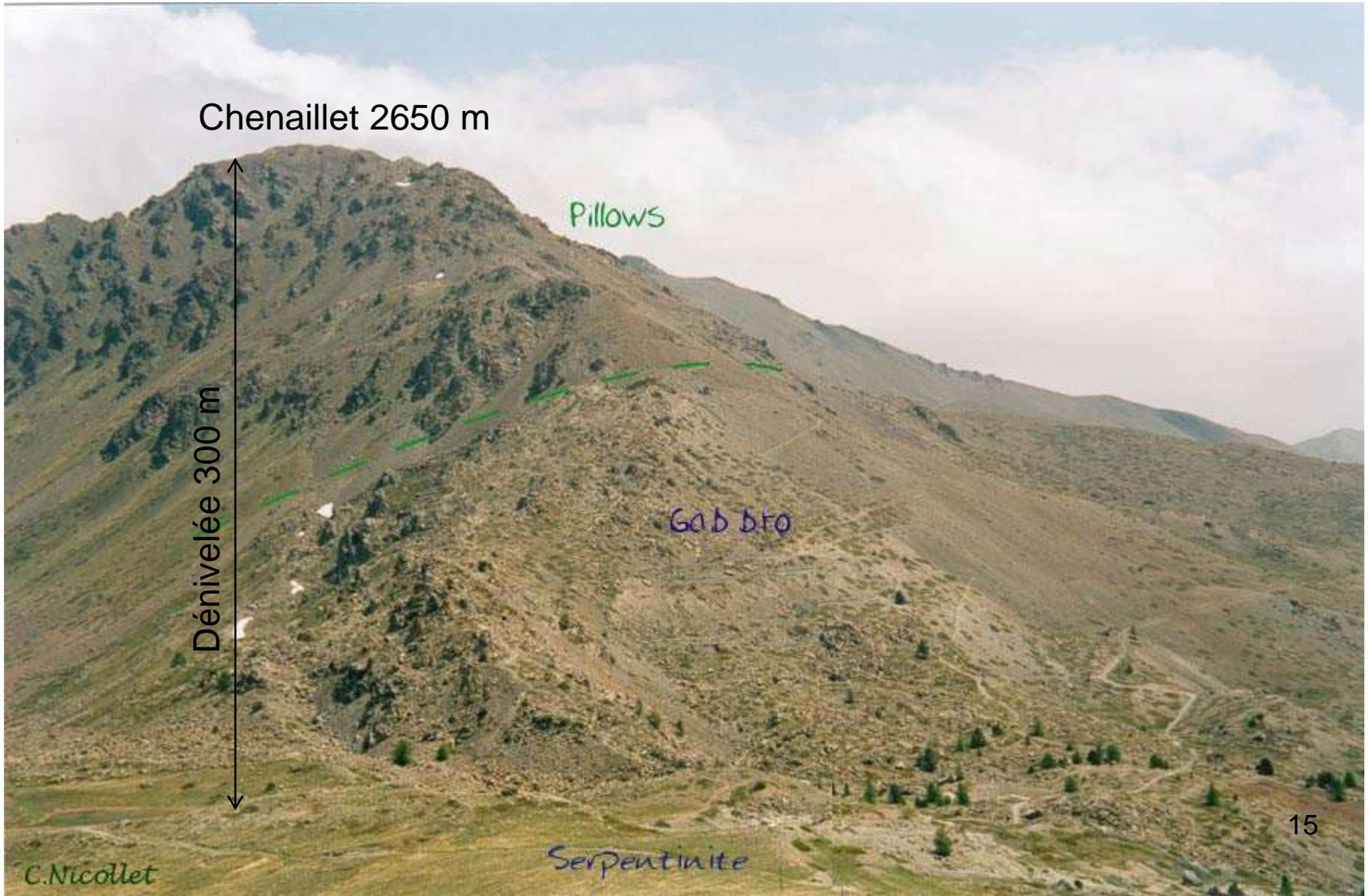
Tableau G4.1 - Principales caractéristiques des zones des Alpes occidentales et de l'avant-pays

	Avant-pays	Zone externe	Zones internes		
	Bassin molassique	Zone dauphinoise	Zone briançonnaise	Z. liguro-piémontaise	Zones plus internes
Socle		métasédiments ko, bo granitoïdes varisques 14 à 18 MCE*	métasédiments bk, h, r granitoïdes varisques 14 à 18 MCI*	péridotites gabbros basaltes	métasédiments br granitoïdes varisques 14 à 21
Couverture	molasses g, m	t, j, c, e, g, m séries marno-calcaires (faciès urgonien au Nord)	t très épais, j, c peu épais	j2,c nappe des schistes lustrés	t peu abondant
Tectonique		plis chevauchements relief inverse	éventail briançonnais chevauchements fenêtres	nappes de charriage ; klippe	
Magmatisme alpin				basaltes tholéitiques des ophiolites j2	plutons calcoalcalins 23
Métamorphisme alpin (faciès)		absent ou de très faible grade	schistes verts schistes bleus	schistes bleus éclogites	schistes verts éclogites
Interprétation paléogéographique	Marge continentale européenne		Microcontinent européen autonome ?	Océan alpin (= ligure)	Marge continentale apulienne

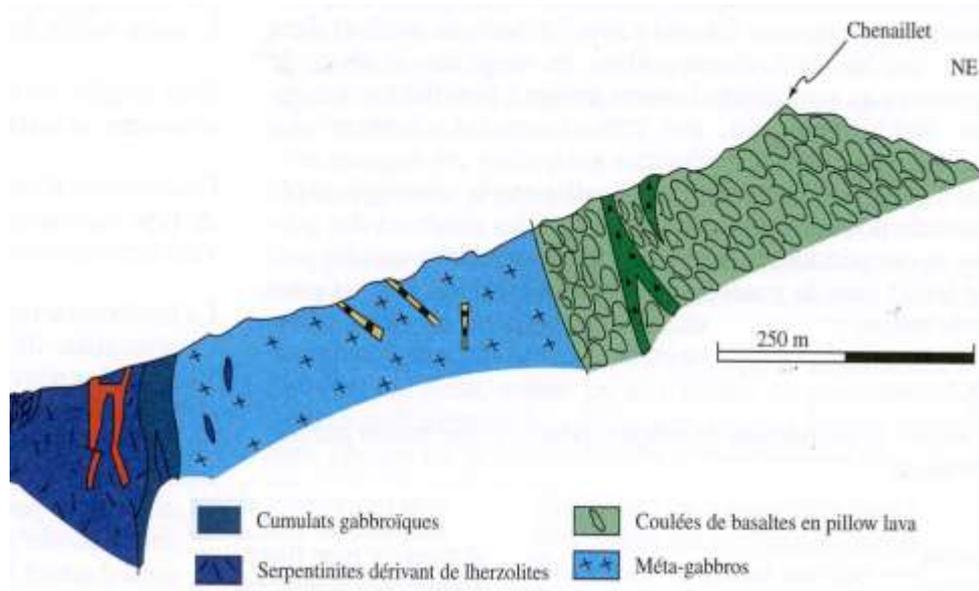
MCE : massifs cristallins externes ; MCI : massifs cristallins internes

L'ophiolite du Chenaillet

<http://christian.nicollet.free.fr/page/Alpes/chenaillet/chenaillet.html>

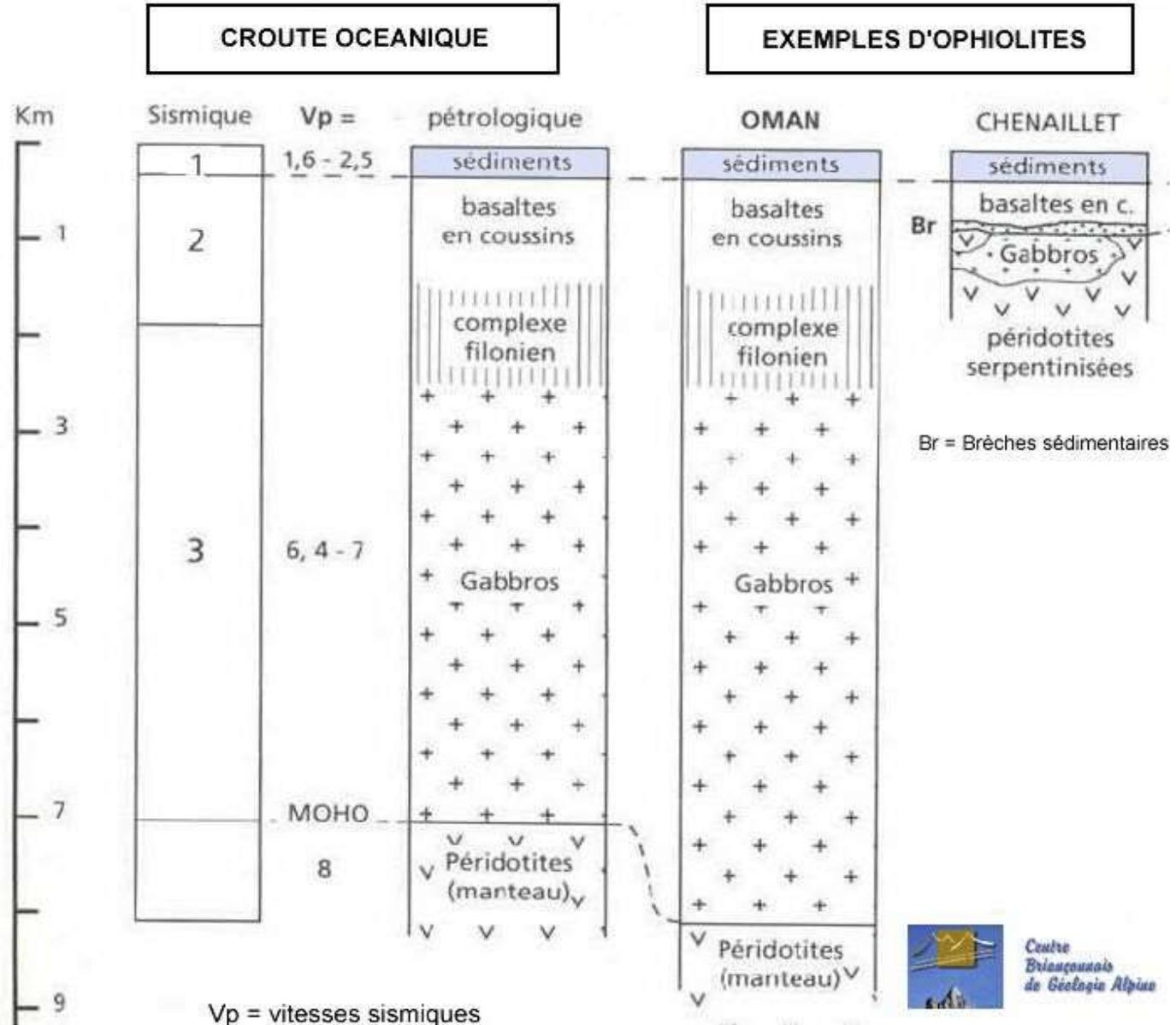


Coupe schématique du massif ophiolitique du Chenaillet



- Comparaison des structures verticales de la lithosphère océanique et de différents complexes ophiolitiques

<http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/Images/diversite-des-ophiolites>

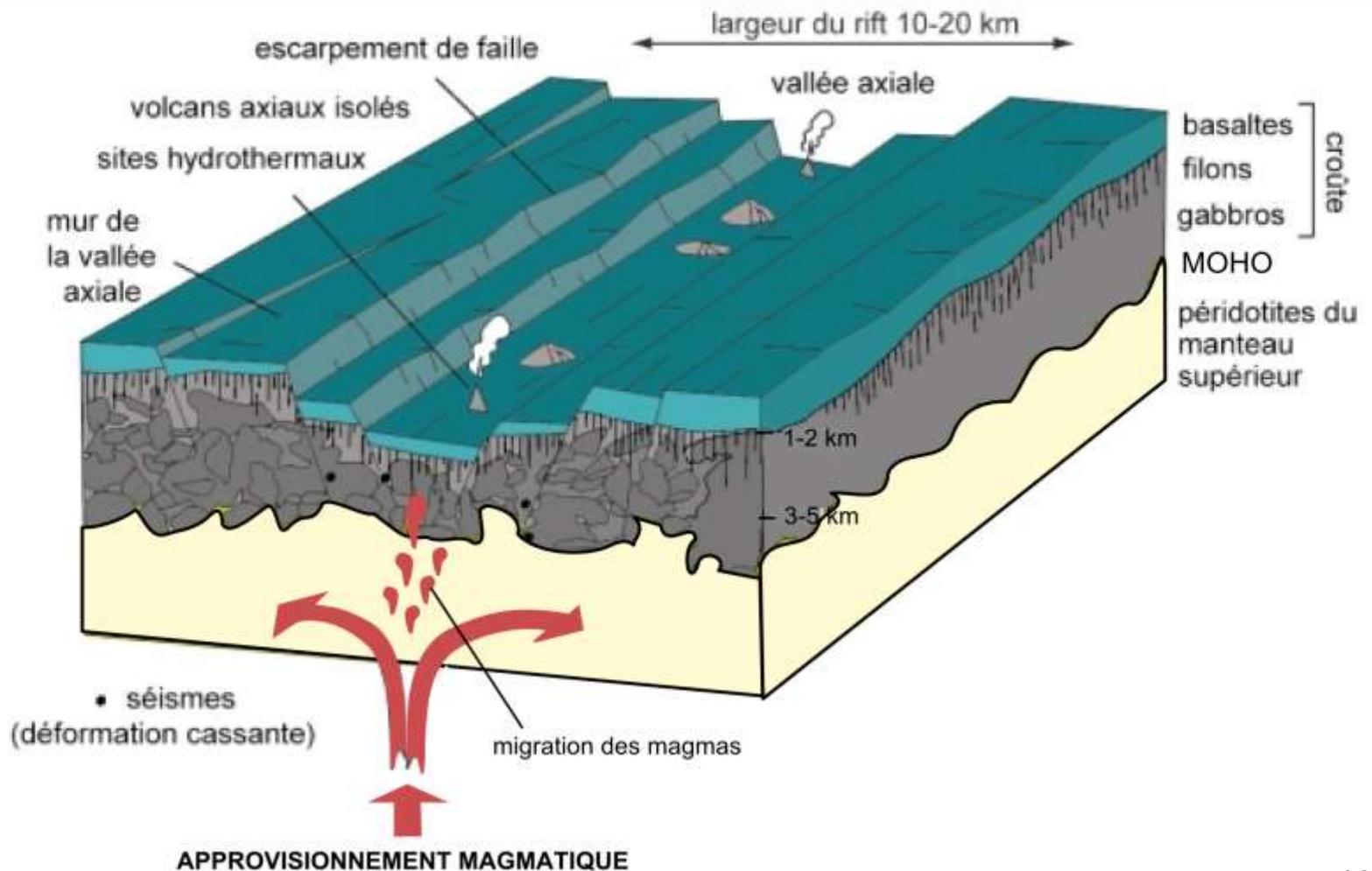


Centre
Briançonnais
de Géologie Alpine

- Le fonctionnement d'une dorsale lente et la structure de la lithosphère océanique qu'elle génère

Lagabrielle Y. & al., *Elements de géologie*, Dunod 2015

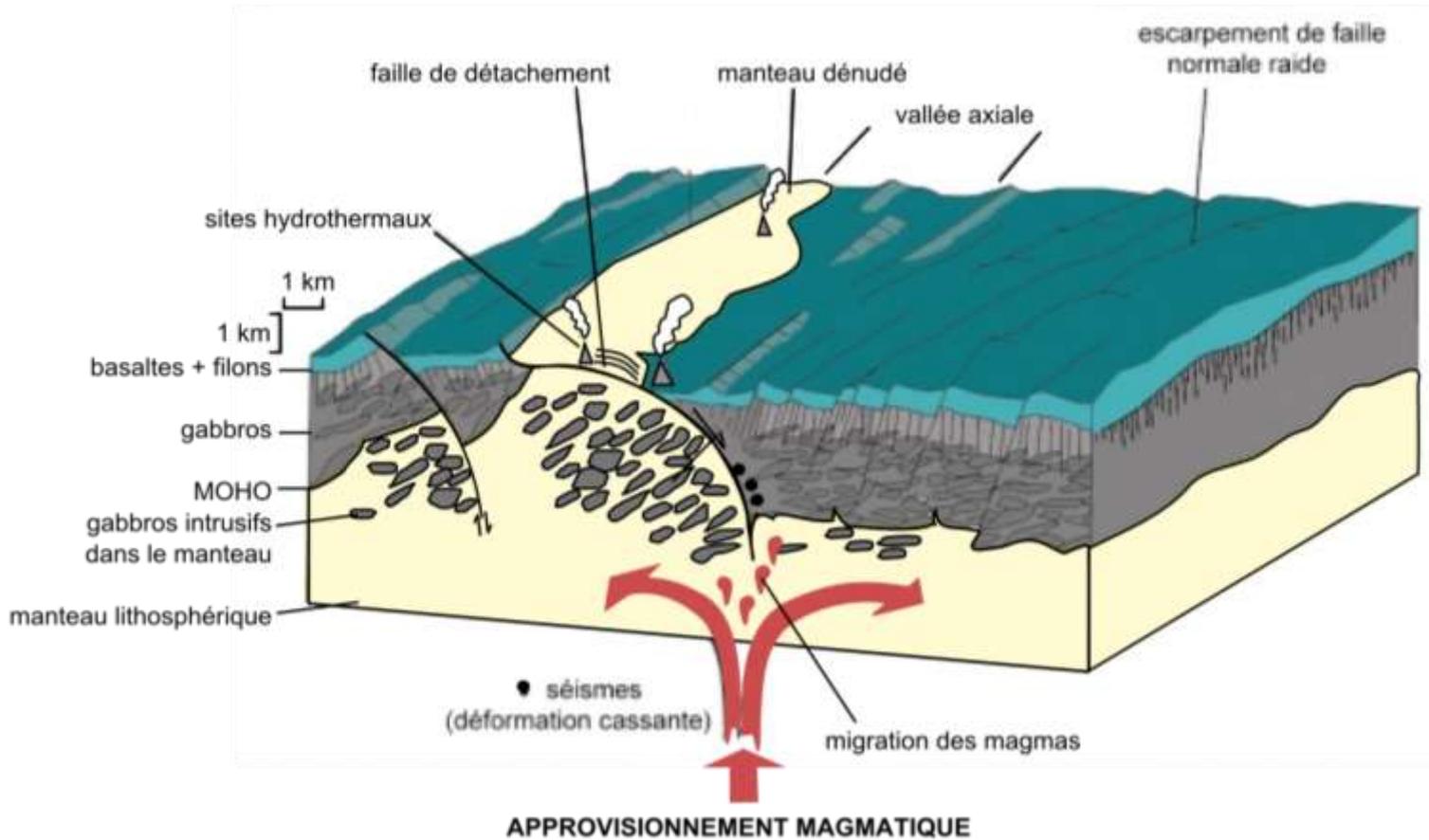
a) FONCTIONNEMENT SYMETRIQUE AVEC UNE IMPORTANTE ACTIVITE MAGMATIQUE



- Le fonctionnement d'une dorsale lente et la structure de la lithosphère océanique qu'elle génère

Lagabrielle Y. & al., *Elements de géologie*, Dunod 2015

b) FONCTIONNEMENT ASYMETRIQUE AVEC DENUDATION DU MANTEAU

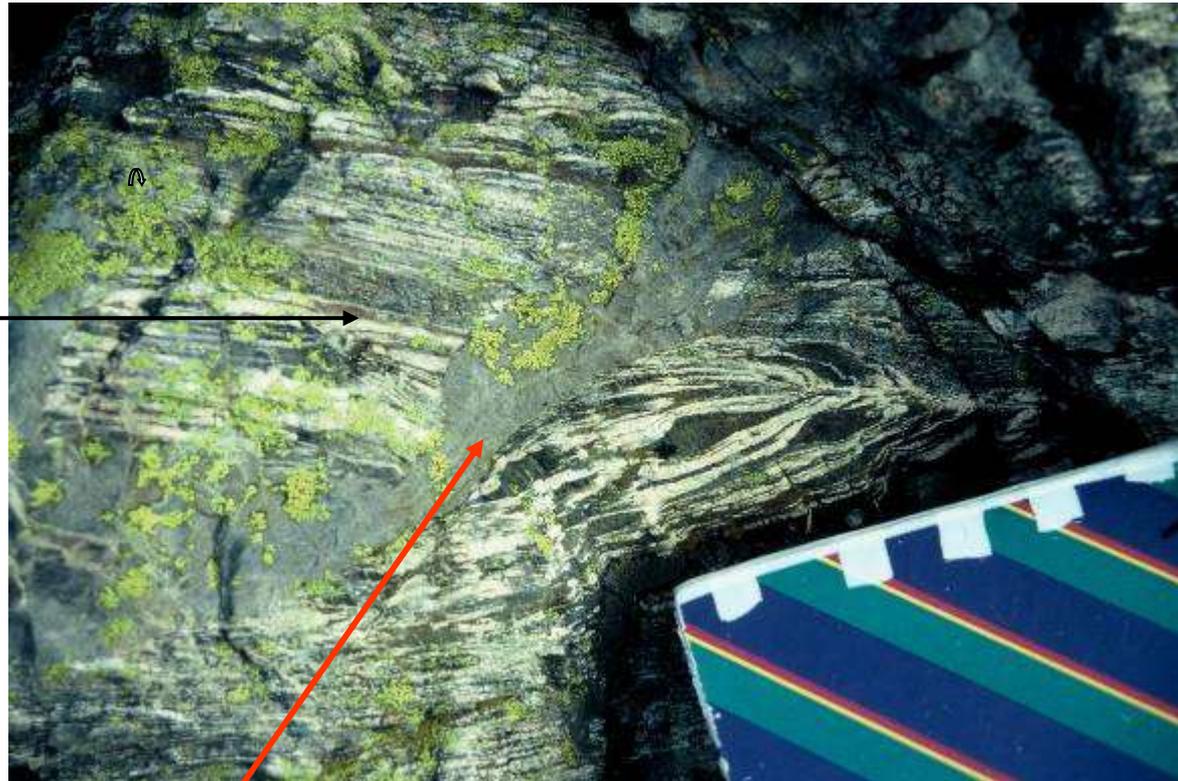


Datation de l'expansion océanique

Métamorphisme hydrothermal

Métagabbros foliés

Lits de hornblende et de plagioclases



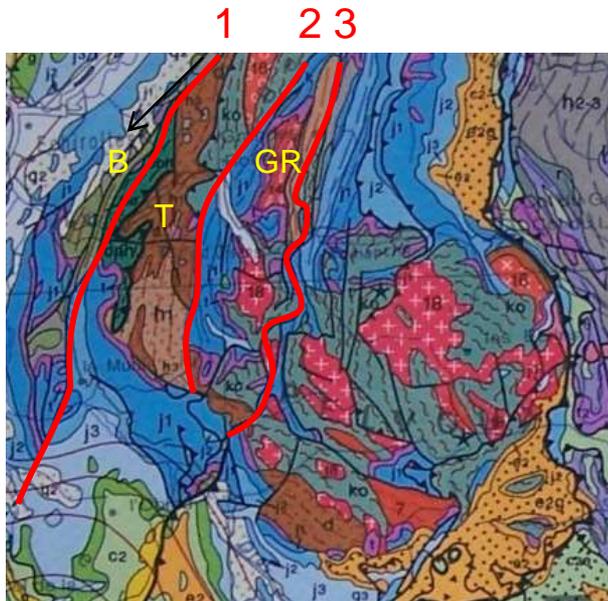
Volcanisme

Filons de basalte

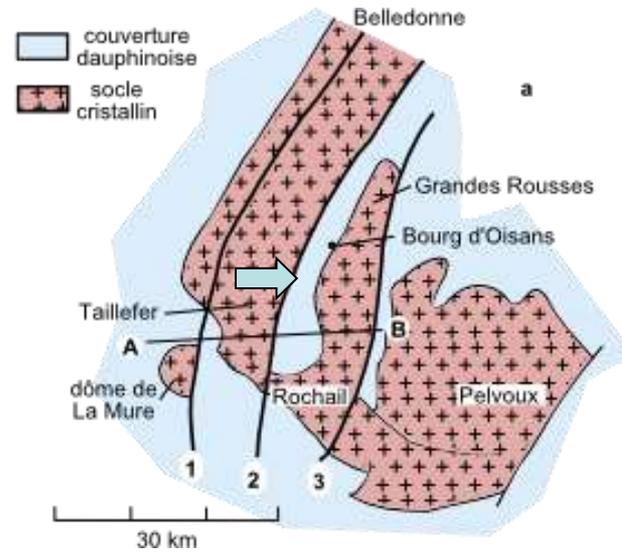
Âges de cristallisation des minéraux magmatiques :

- 170 à - 130 M.a. (Jurassique)

– Vestiges de la marge passive européenne : blocs basculés



B: Belledonne
T : Taillefer
GR : Grandes Rousses

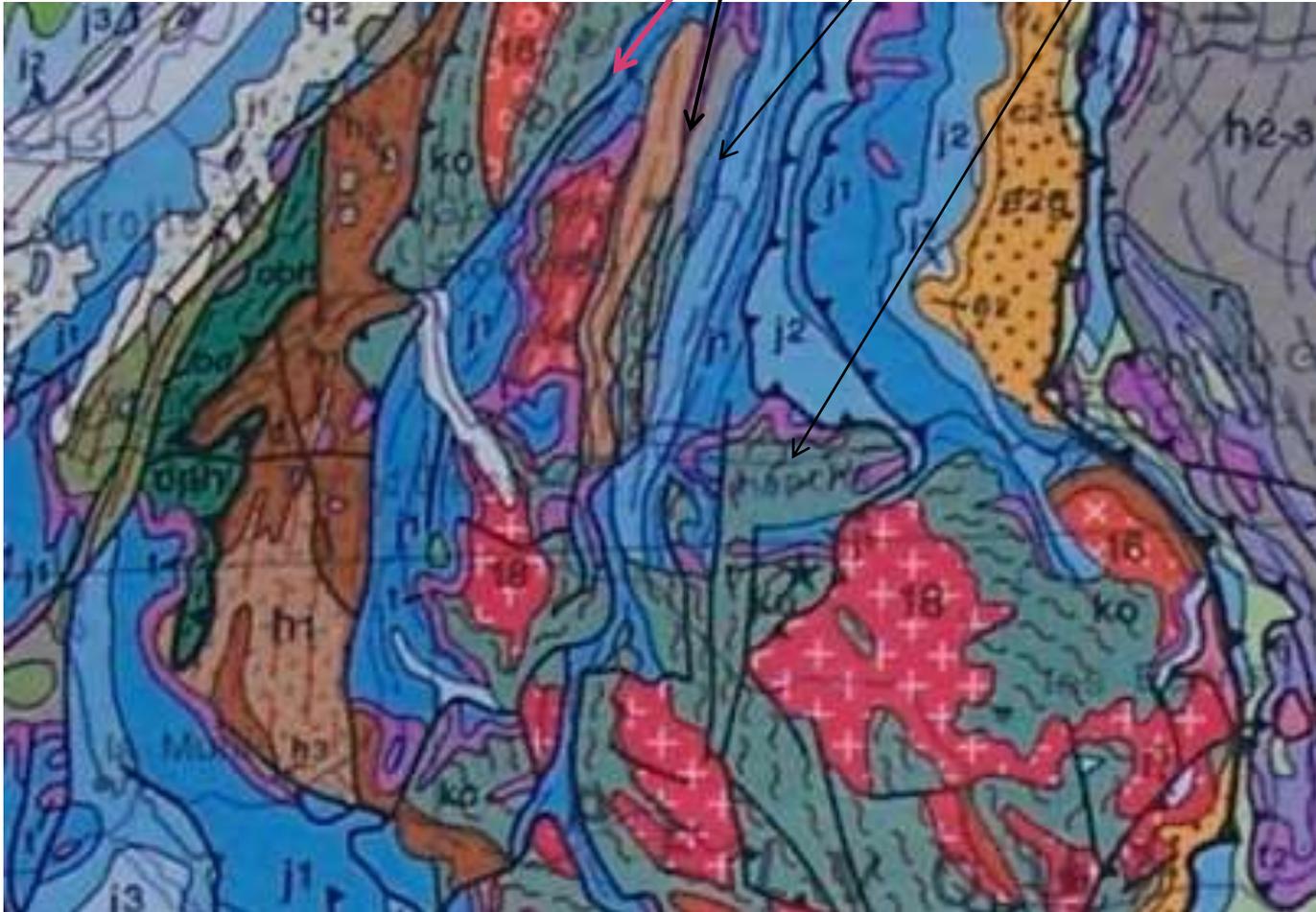


socle

failles

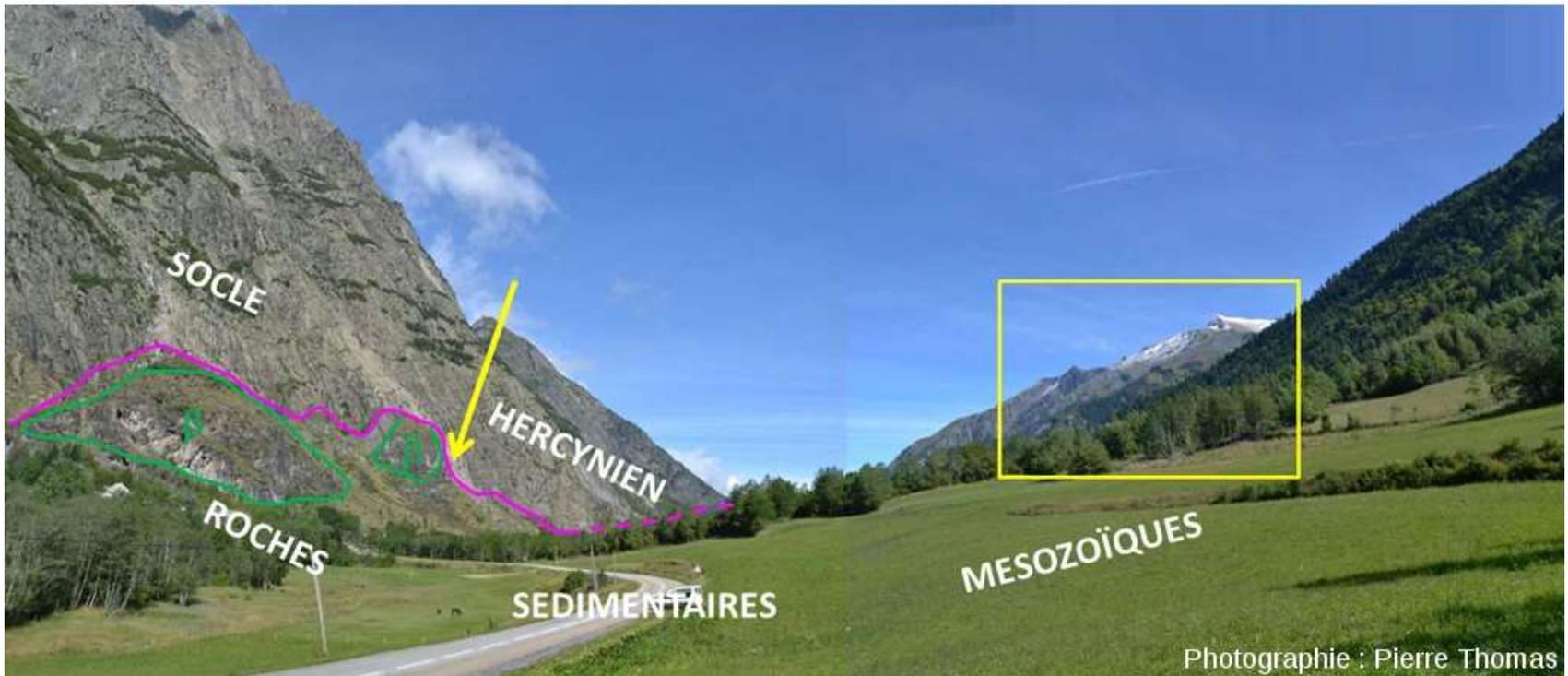
couverture

socle



Vue de la vallée de la Malsanne prise en direction du Nord

Thomas P., 2013 - <http://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/img442-2013-12-02.xml>



– Détail du secteur encadré sur la figure b

Thomas P., 2013 - <http://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/Img442-2013-12-02.xml>



Photographie : Pierre Thomas

Détail du détail

Thomas P., 2013 - <http://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/lmq442-2013-12-02.xml>



Photographie : Pierre Thomas

G4.2e Versant Est de la vallée de la Malsanne

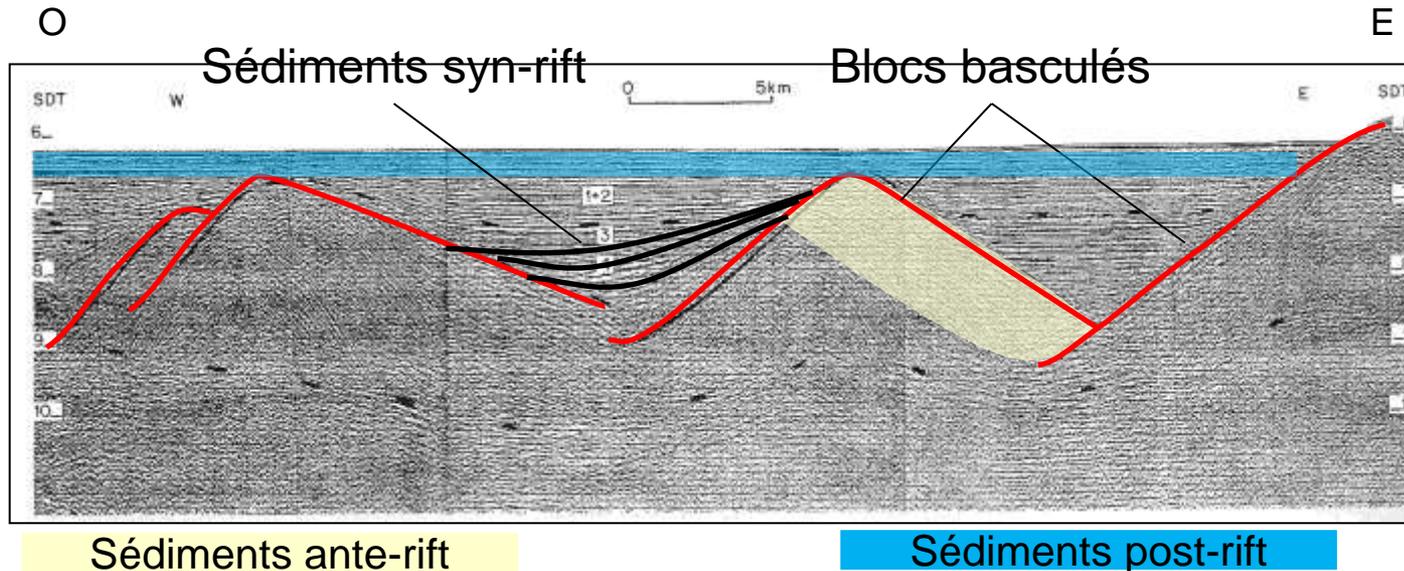
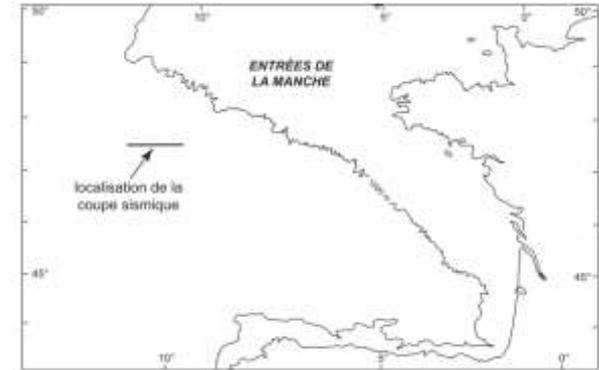
Thomas P., 2013 - <http://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/Img442-2013-12-02.xml>



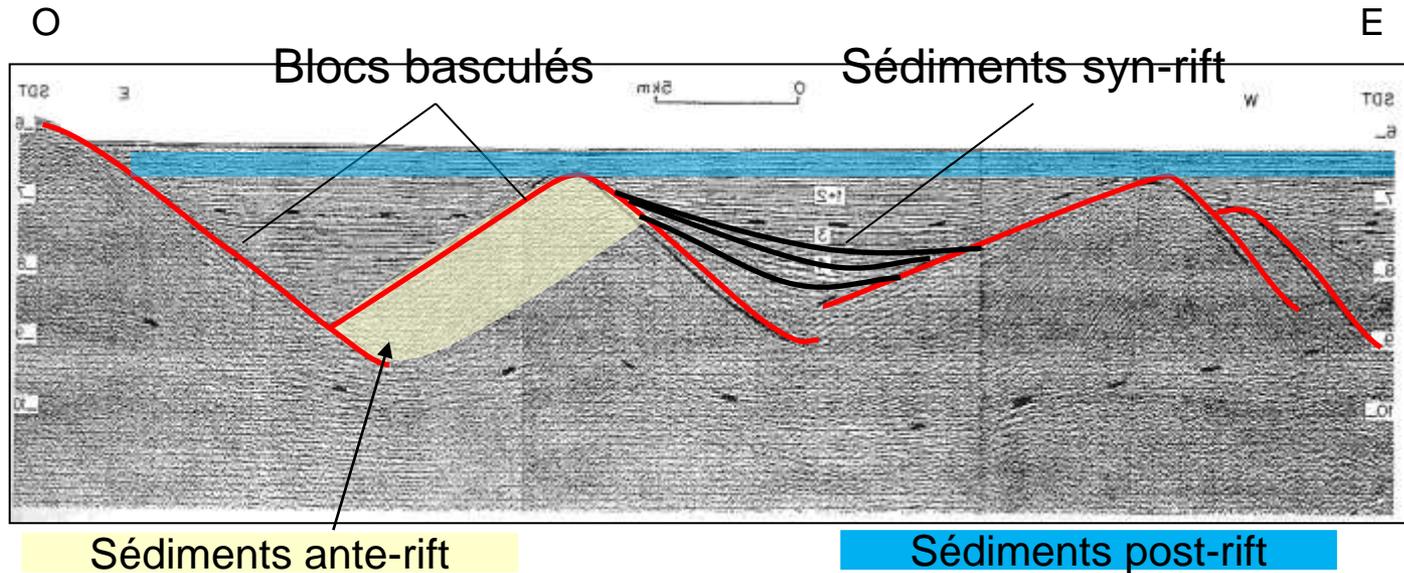
Photographie : Pierre Thomas

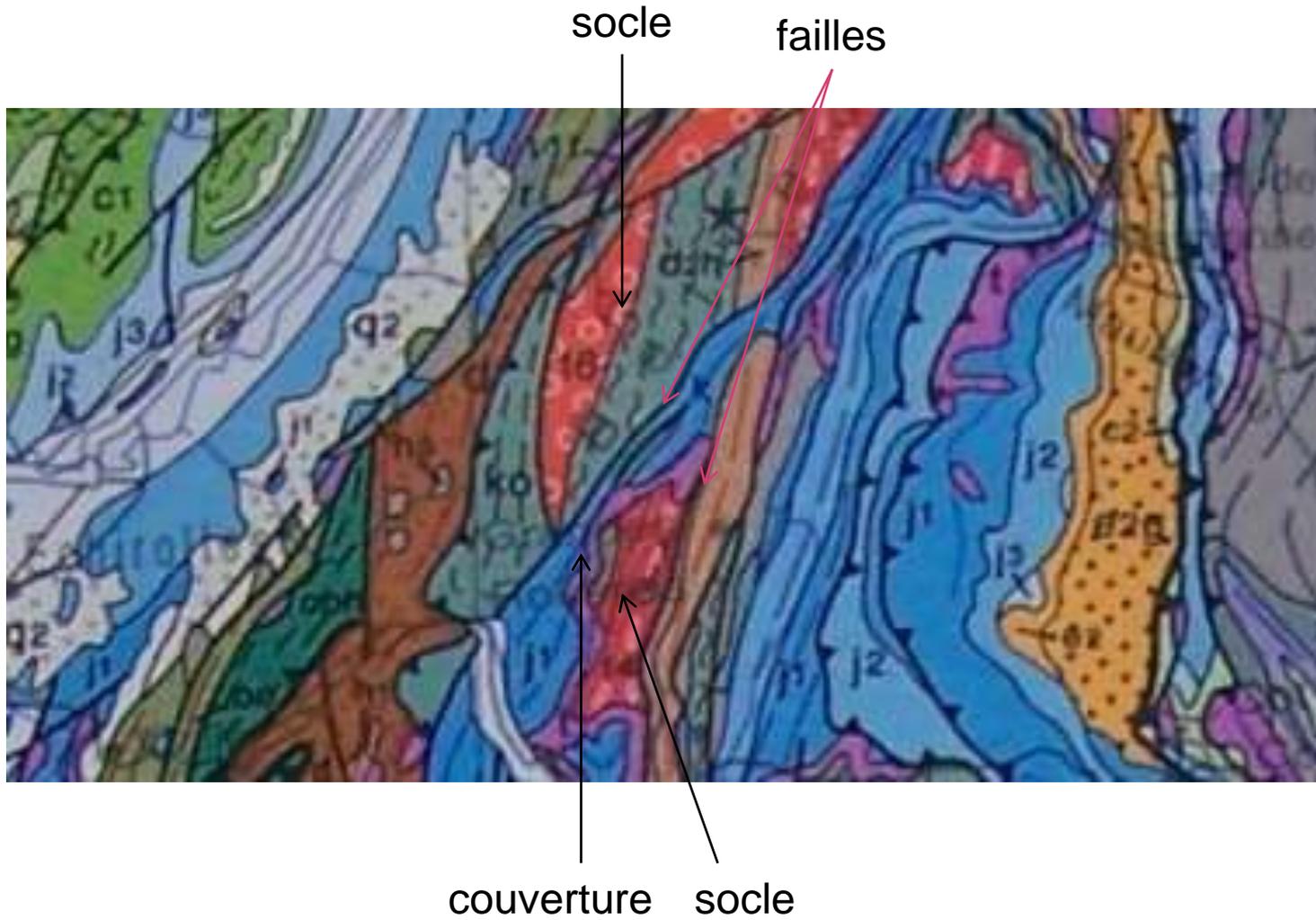
Analogie avec une marge passive actuelle

Profil sismique des Entrées de Manche



Coupe schématique de la marge européenne



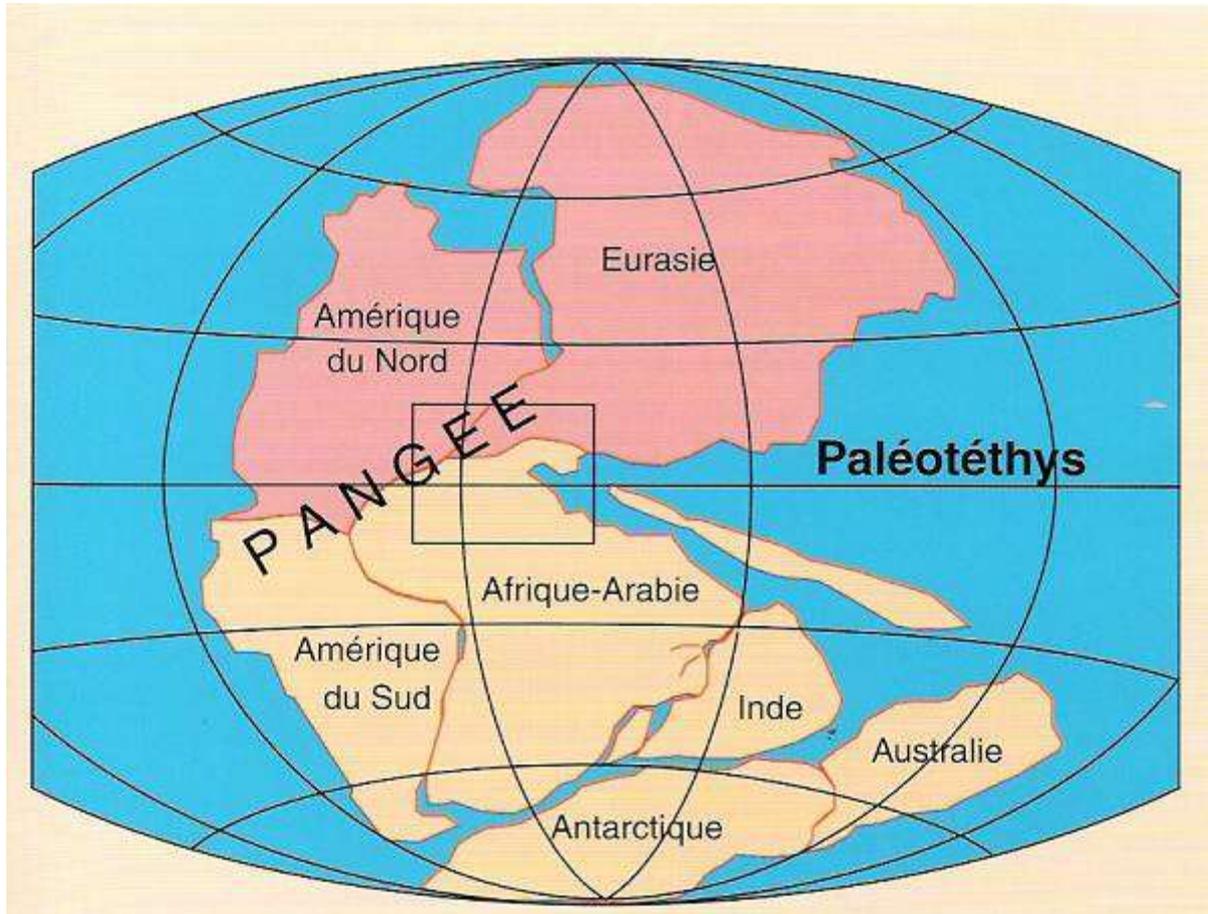


Deux blocs basculés

Avant l'ouverture de l'océan alpin

Trias (- 250 Ma) : la Pangée

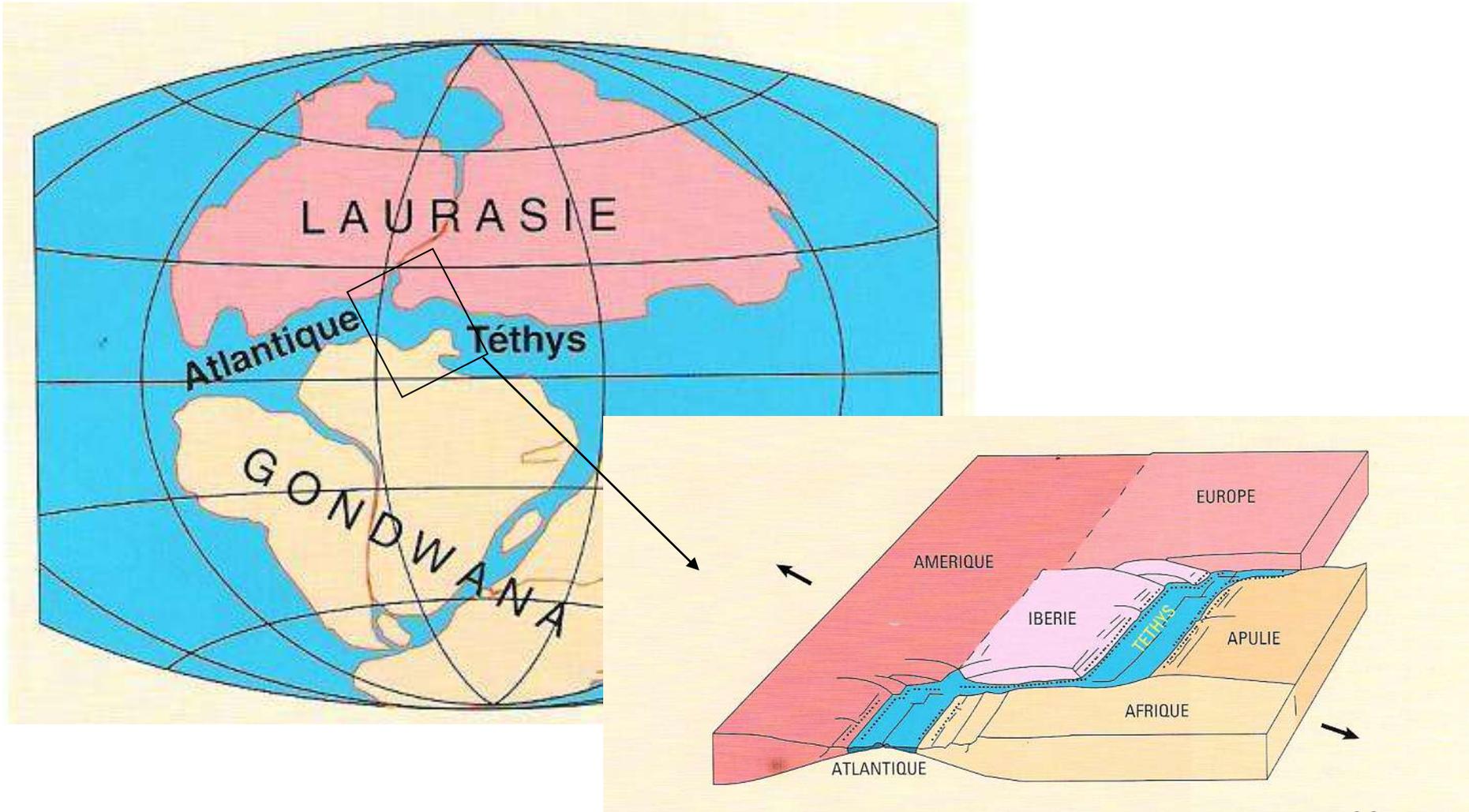
Marthaler M. Le Cervin est-il africain LEP 2002



Jurassique (- 160 Ma)

L'Atlantique central est ouvert

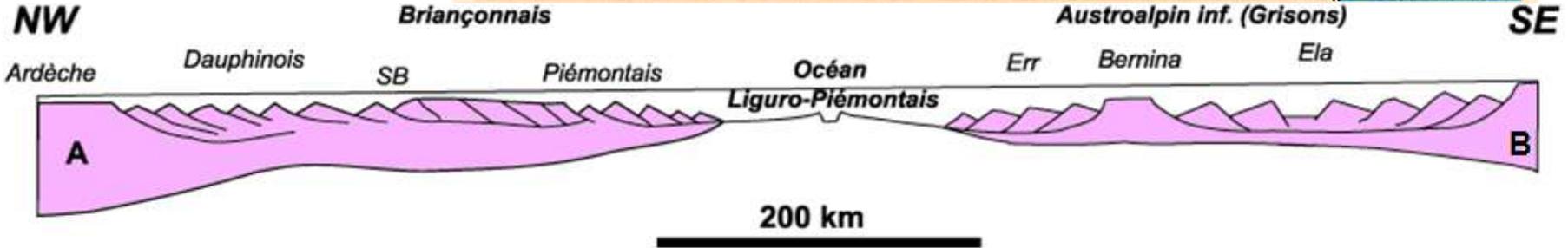
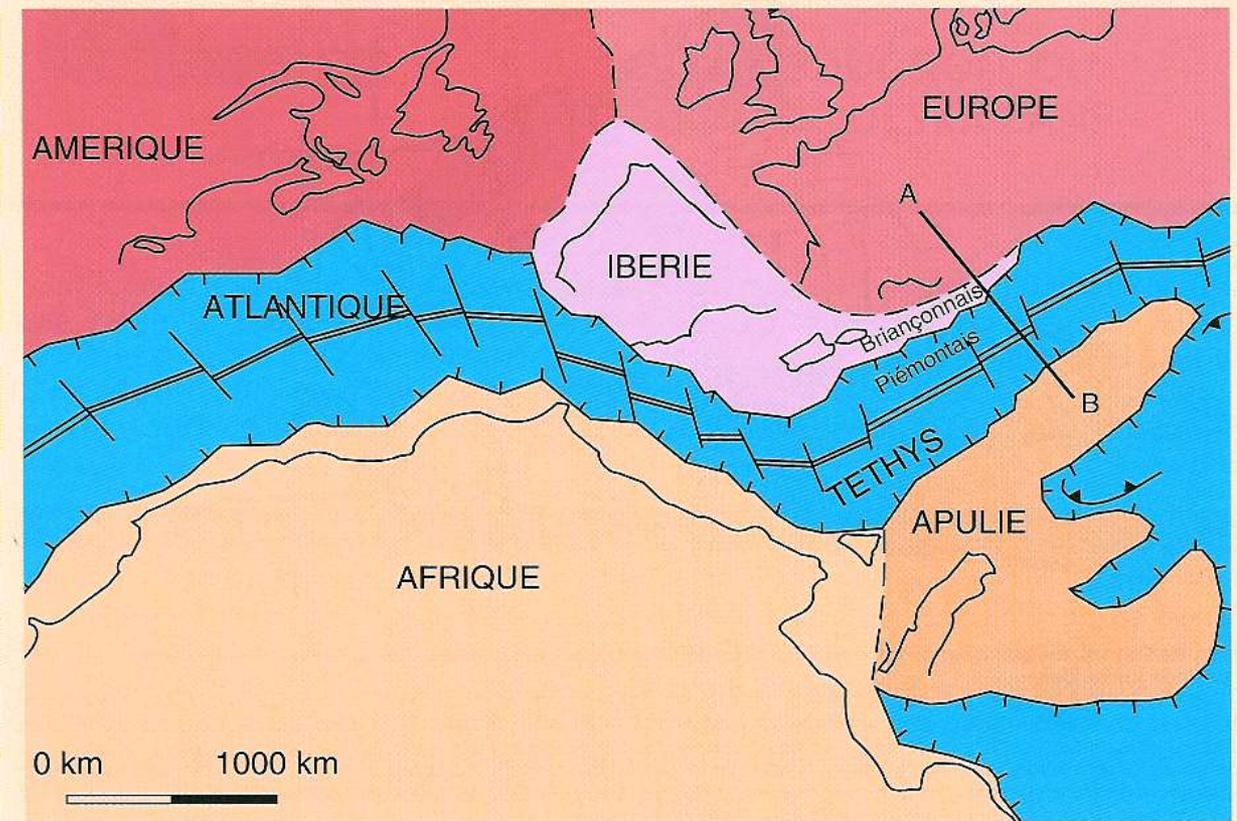
Marthaler M. Le Cervin est-il africain LEP 2002



Jurassique moyen / Crétacé inférieur

Marthaler M. Le Cervin est-il africain LEP 2002

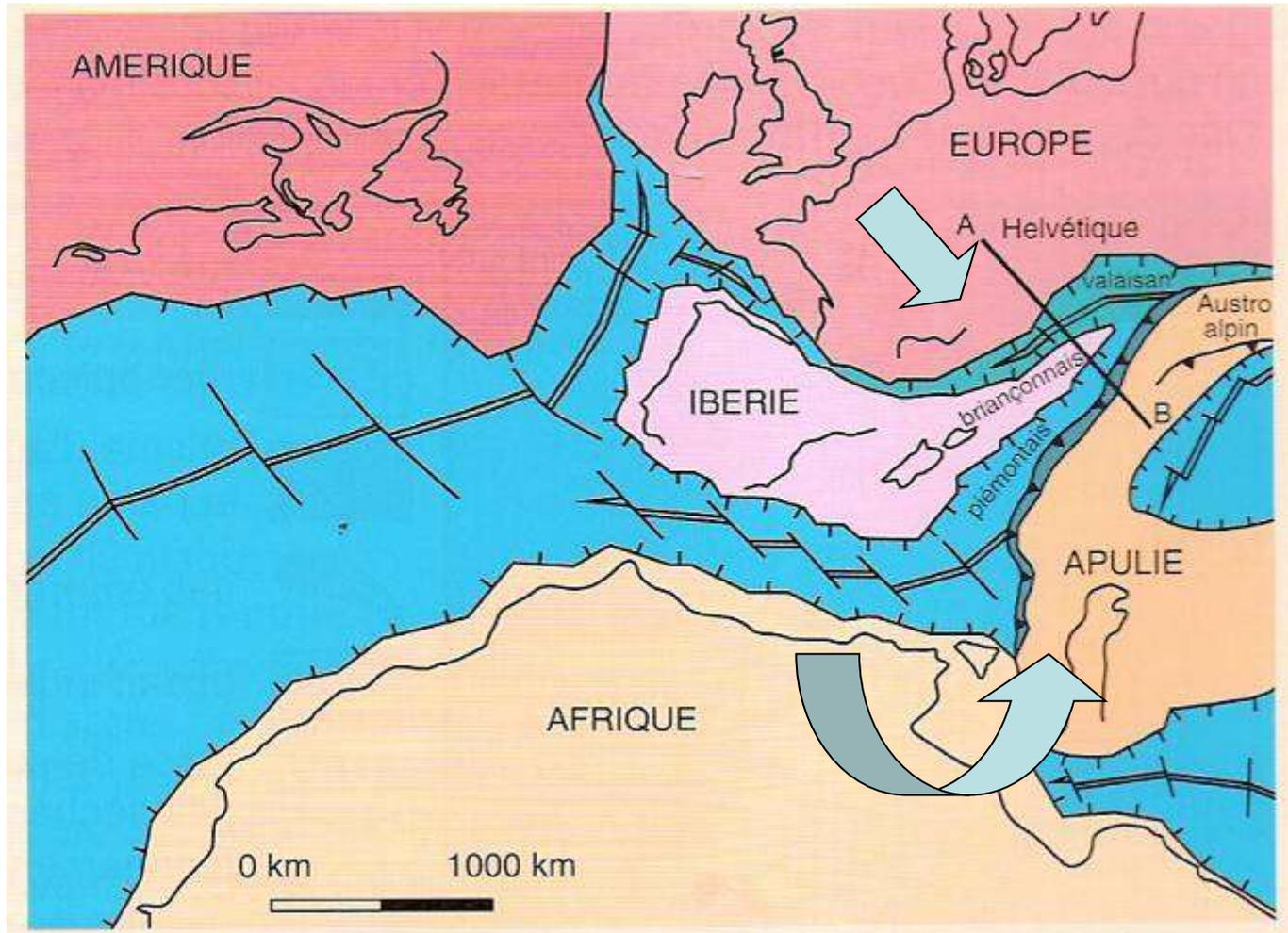
Expansion de l'océan alpin
(= ligure)



-80 Ma. Crétacé supérieur

Ouverture de l'Atlantique sud → Fermeture de l'océan ligure

Marthaler M. Le Cervin est-il africain LEP 2002



MÉTAMORPHISME

Les caractères métamorphiques des terrains sont symbolisés par des figurés dont la couleur indique l'âge de l'orogénèse, la forme indique le faciès du métamorphisme, et l'orientation correspond à la principale foliation régionale

Âge : / cadomien / méso-varisque / néo-varisque / éo-alpin / alpin
 / permo-triasique sud-alpin / mésocrétacé pyrénéen / oligo-miocène lépontin

N. B. Dans les Alpes les faciès de haute pression sont privilégiés bien qu'ils soient généralement rétomorphosés

Faciès :

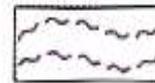
de basse et moyenne pression



Faciès schiste vert en domaine de nappes



Faciès amphibolite (paragneiss, orthogneiss)

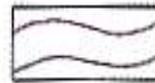


Zones anatectiques (migmatites)

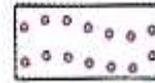


Faciès granulite de basse pression

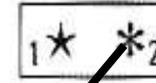
de haute pression



Faciès schiste bleu de basse température



Faciès éclogite (et schiste bleu de haute température)



1 : Relique éo-varisque éclogitique
 2 : Relique éo-alpine à coésite

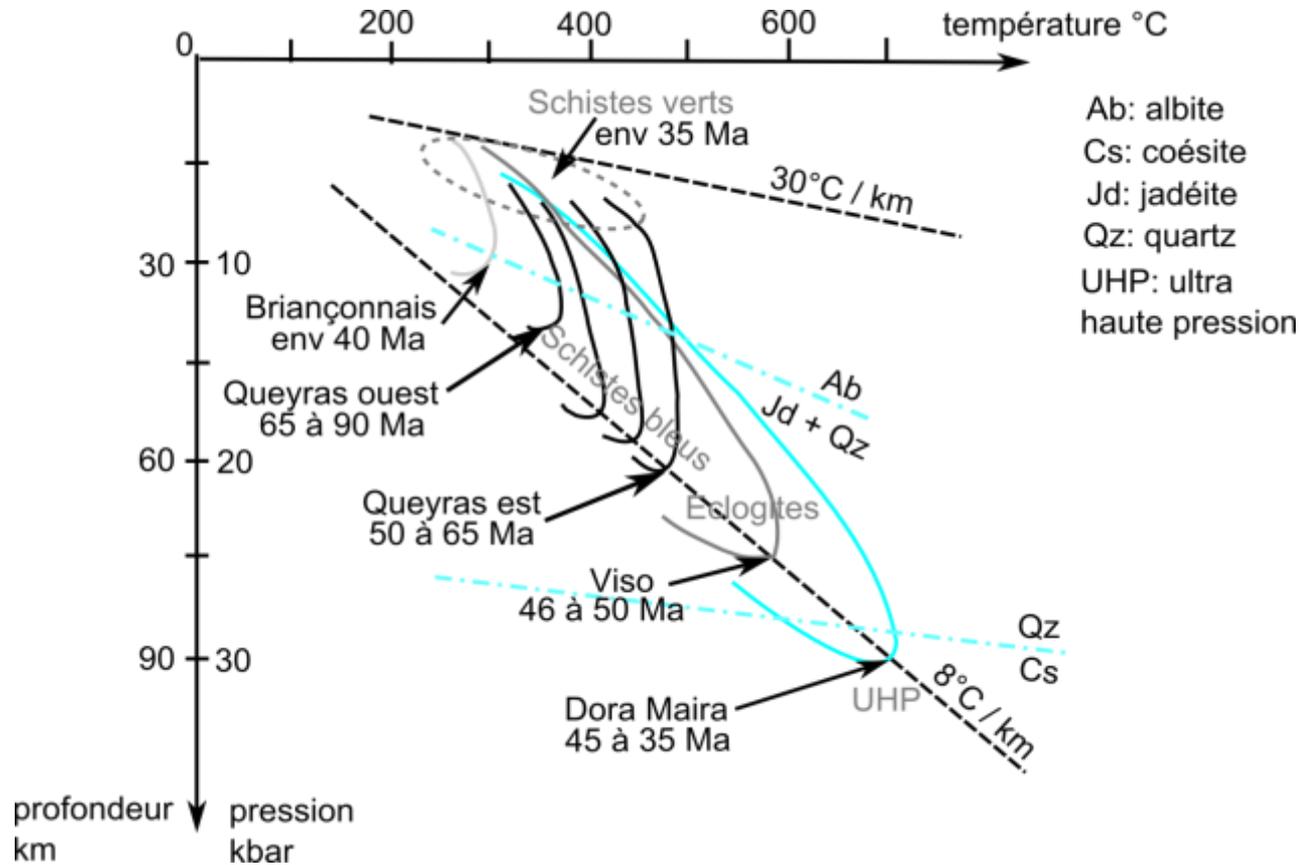
l'orogénèse néo-varisque est prise comme exemple

Schistes lustrés



Métamorphisme faciès schiste vert

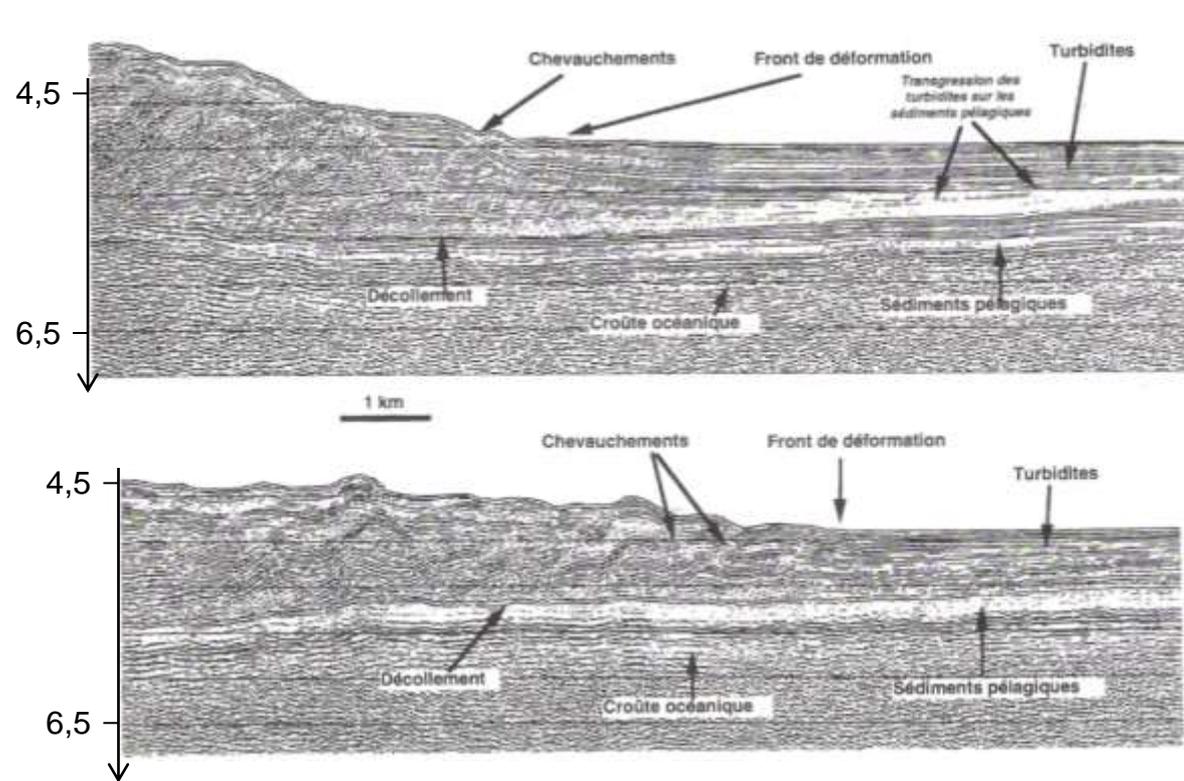
Chemins (P,T,t) suivis par les principales unités des zones internes



Le type de métamorphisme est différent entre les zones internes et les zones externes des Alpes

G3.19 Profil sismique du prisme d'accrétion de Nankai

Jolivet L. La déformation des continents. Hermann 1995, page 184

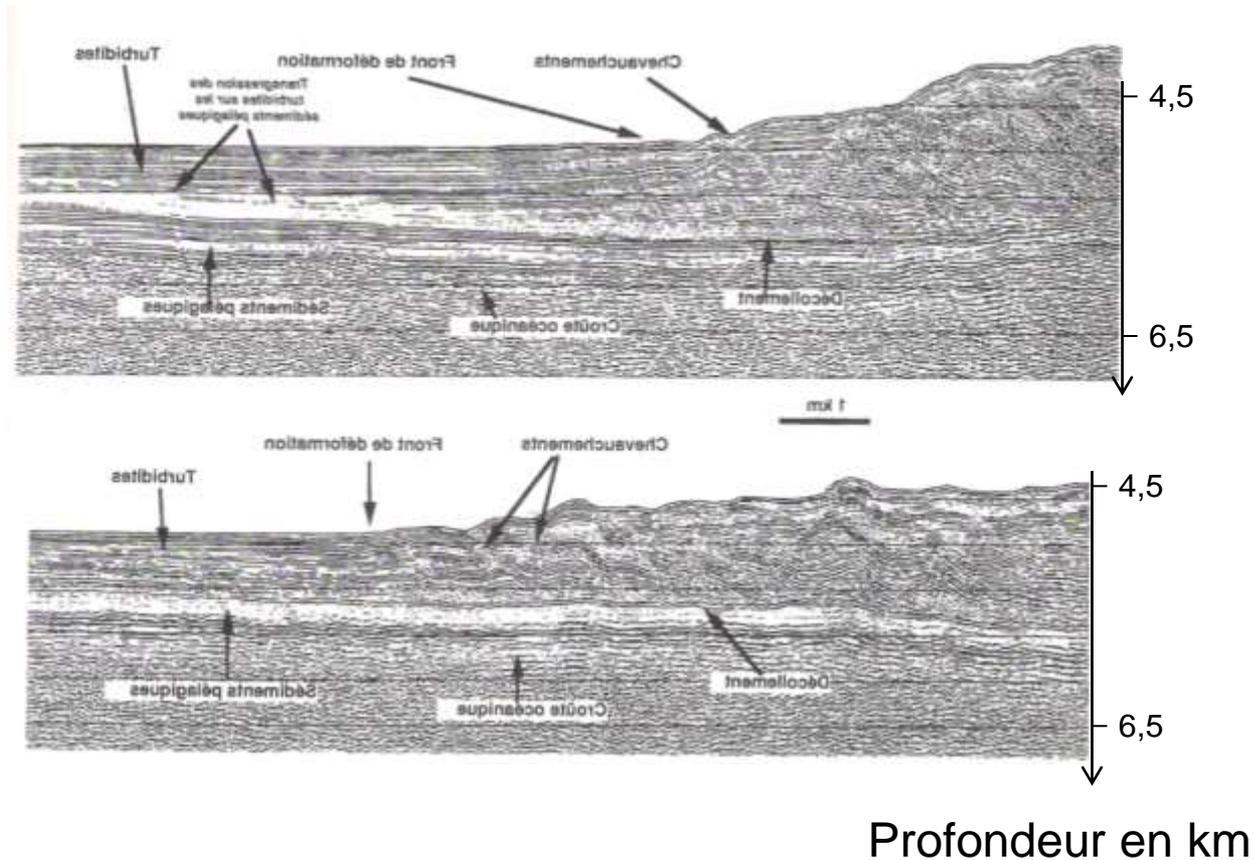


Profondeur en km

G3.19 Profil sismique du prisme d'accrétion de Nankai

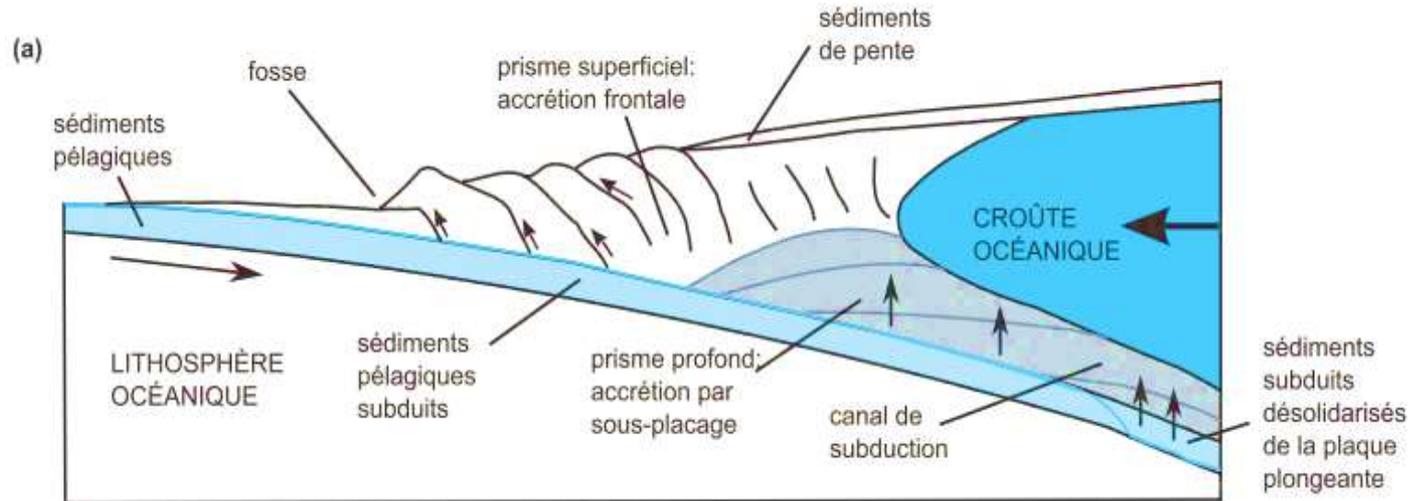
Jolivet L. *La déformation des continents*. Hermann 1995, page 184

Coupe retournée dans une orientation identique à celle de la subduction alpine

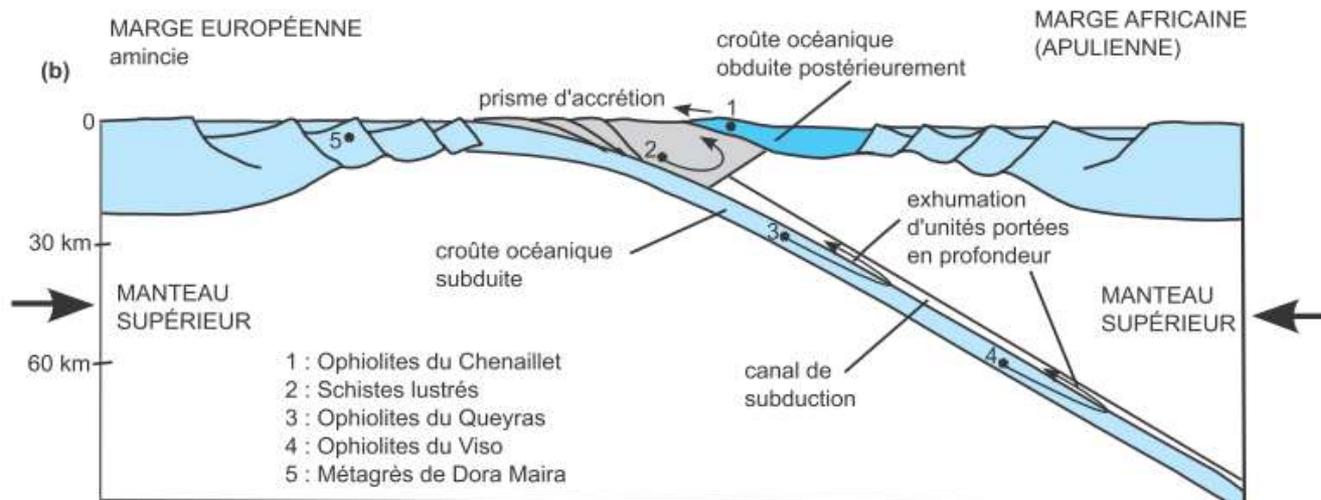


Les schistes lustrés: un prisme d'accrétion

G4.4b – Un modèle de subduction océanique actuelle

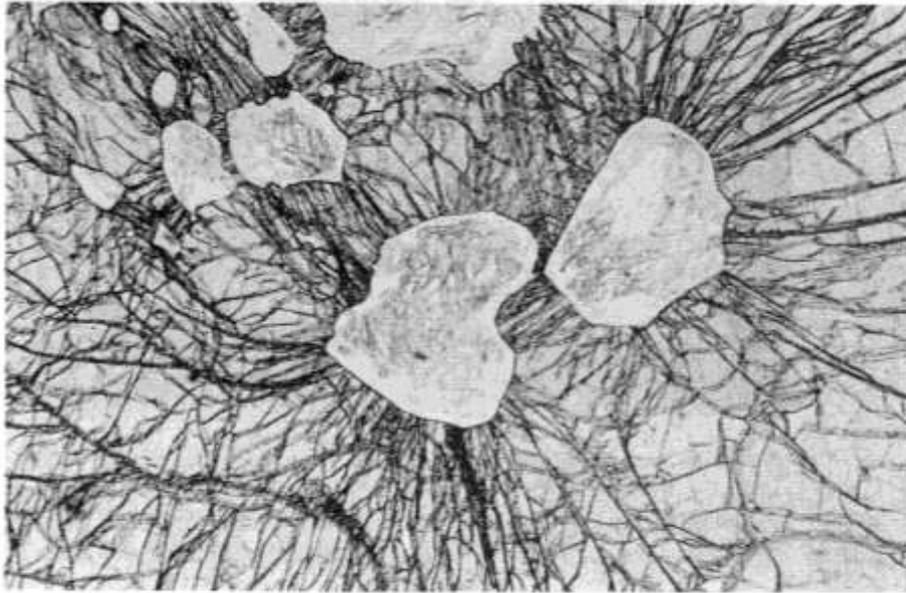


c - Les zones internes des Alpes : une paléozone de subduction

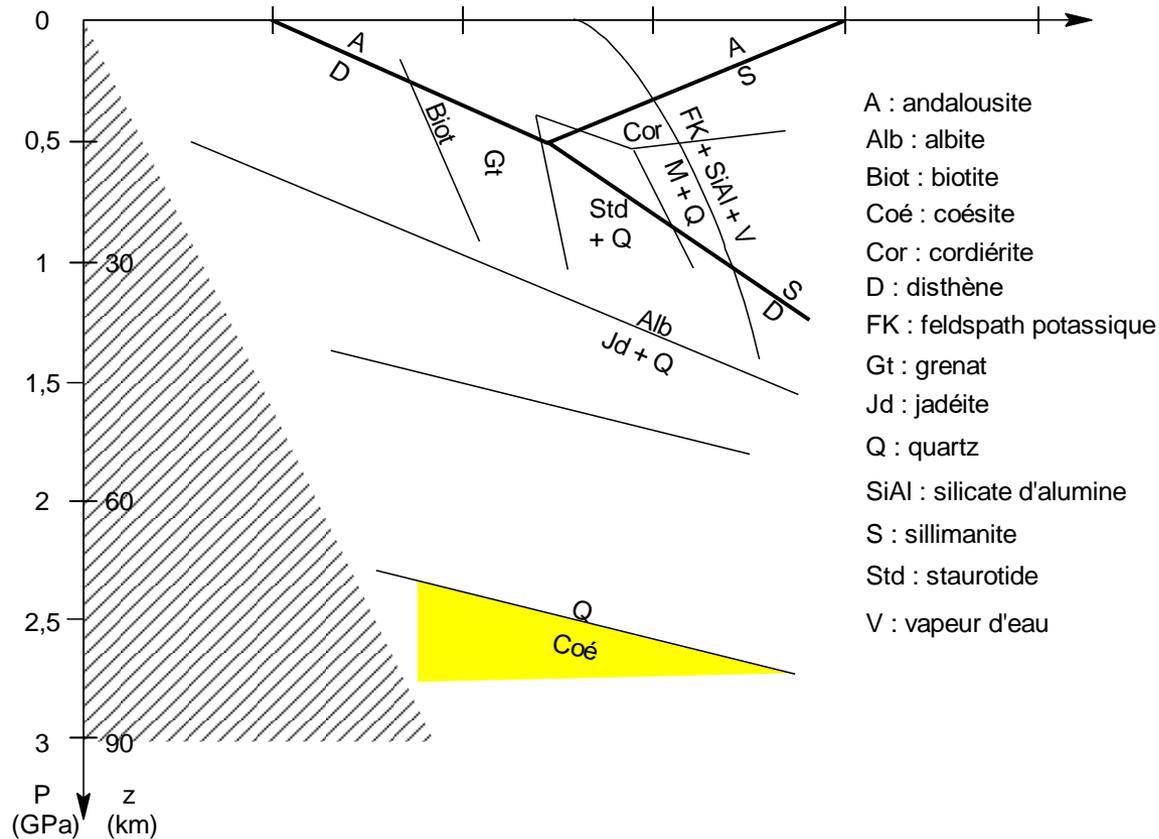


Métamorphisme de la croûte continentale du Massif de la Dora Maira

G4.5. Lame mince d'un métagrès de la Dora Maïra (d'après sujet ENS 1998)

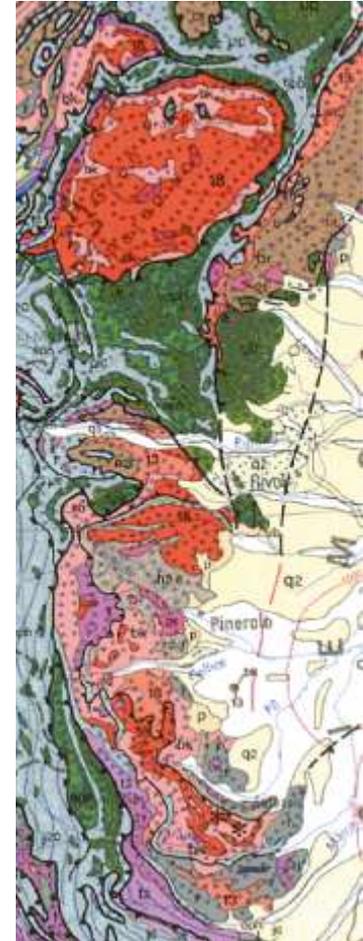
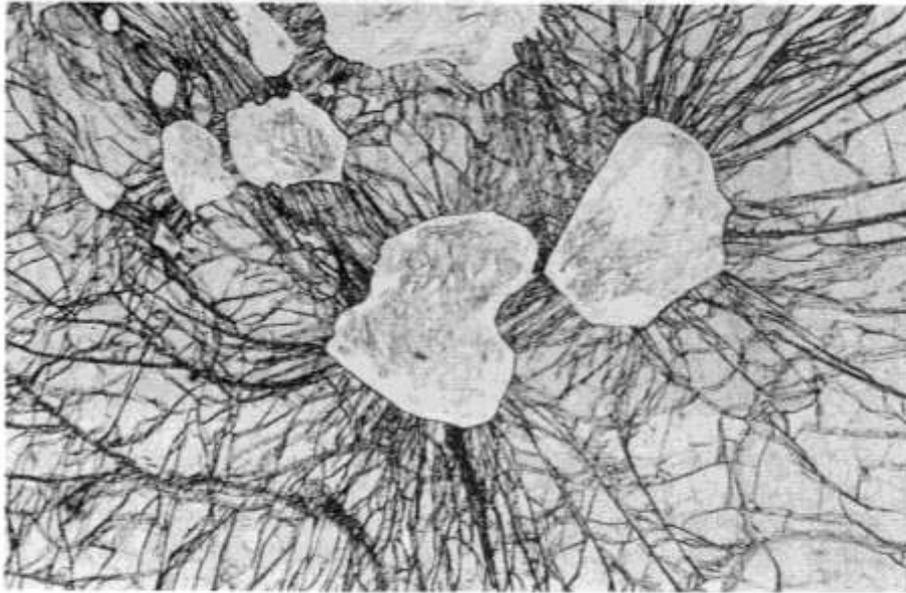


Domaines de stabilité de quelques associations minéralogiques rencontrées dans les métasédiments

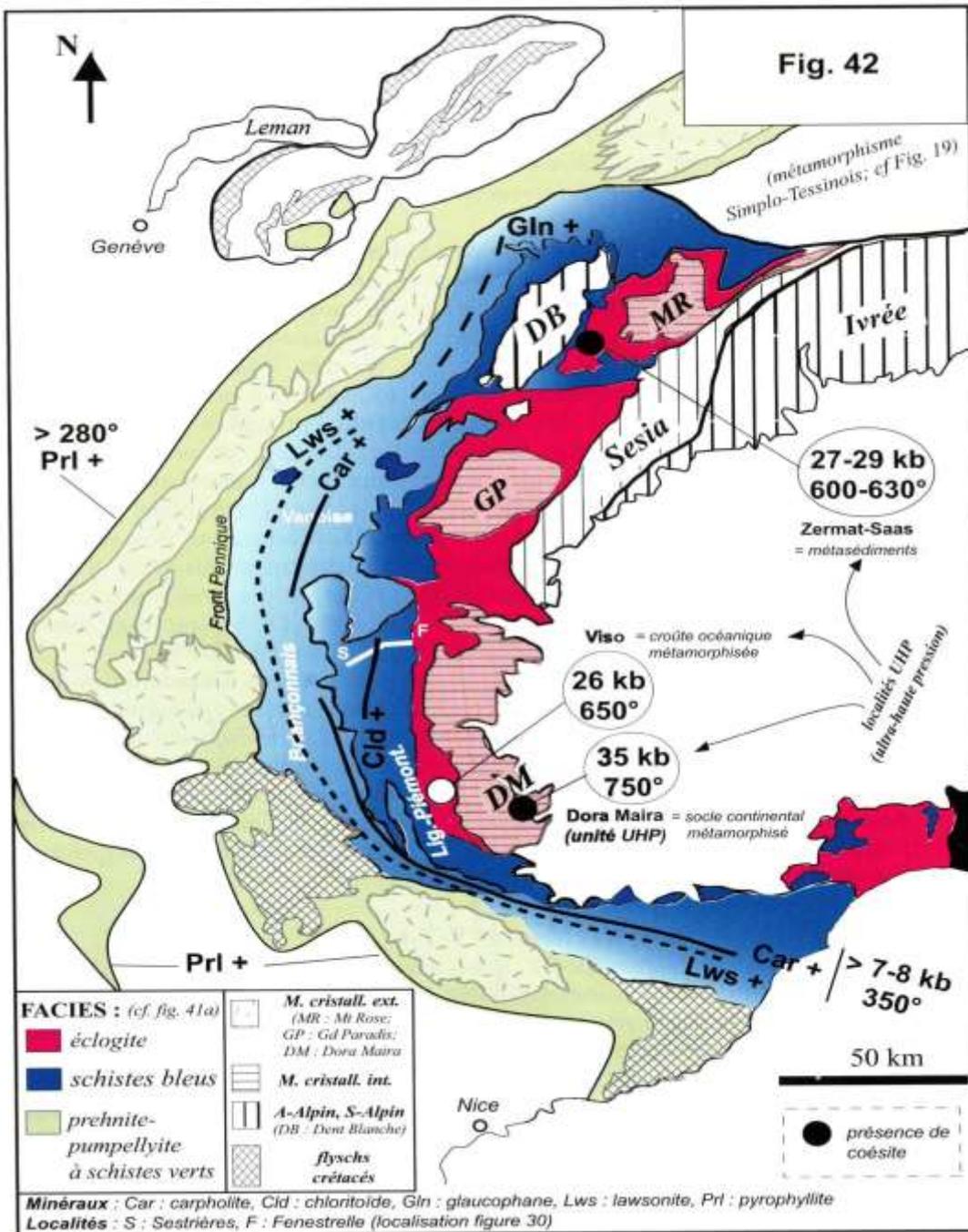


Métamorphisme de la croûte continentale du Massif de la Dora Maira

G4.10. Lame mince d'un métagrès de la Dora Maïra (d'après sujet ENS 1998)



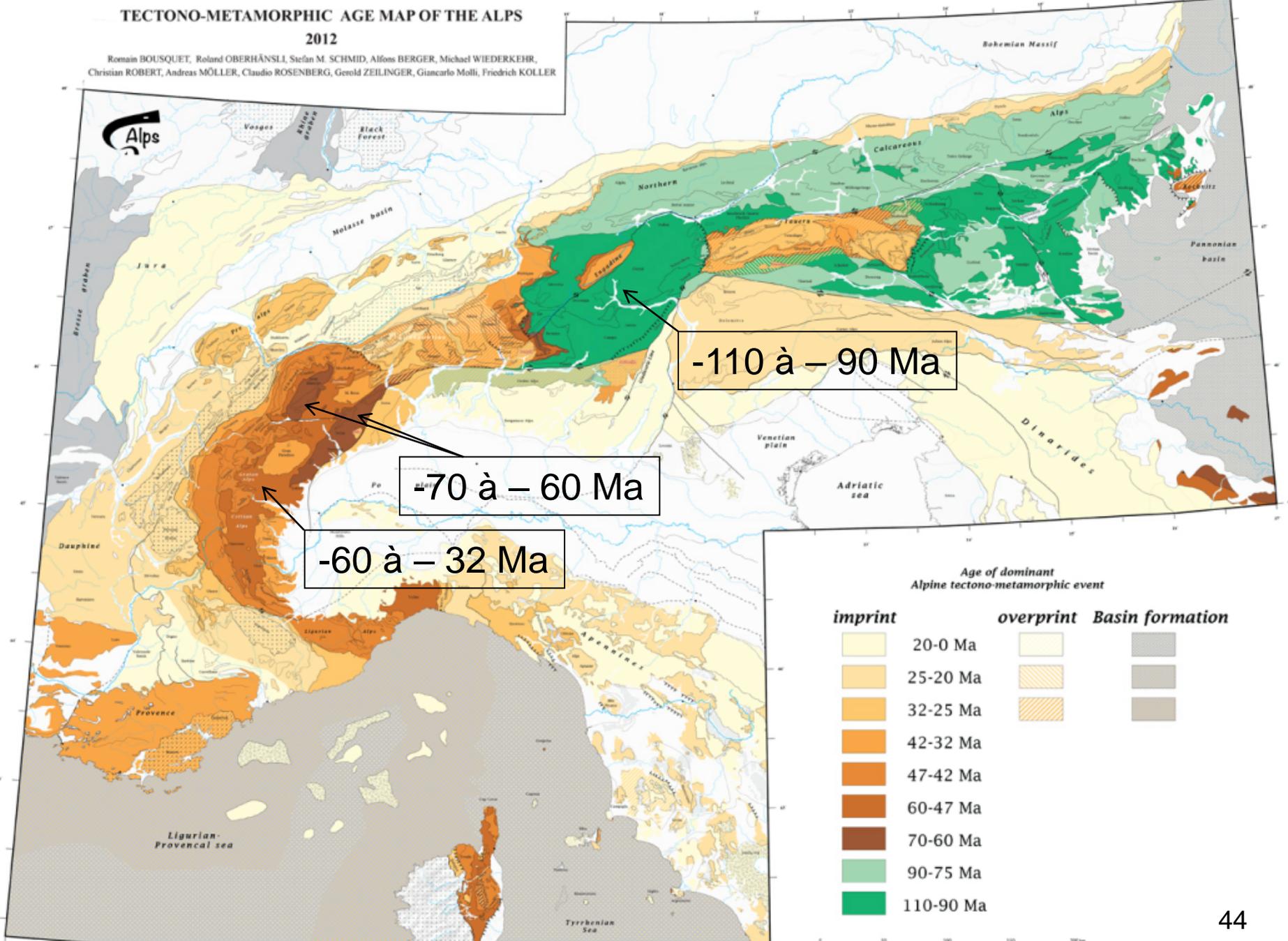
Subduction de la marge européenne. Datation : - 40 Ma



TECTONO-METAMORPHIC AGE MAP OF THE ALPS

2012

Romain BOUSQUET, Roland OBERHÄNSLI, Stefan M. SCHMID, Alfons BERGER, Michael WIEDERKEHR,
Christian ROBERT, Andreas MÖLLER, Claudio ROSENBERG, Gerold ZEILINGER, Giancarlo Molli, Friedrich KOLLER



-110 à -90 Ma

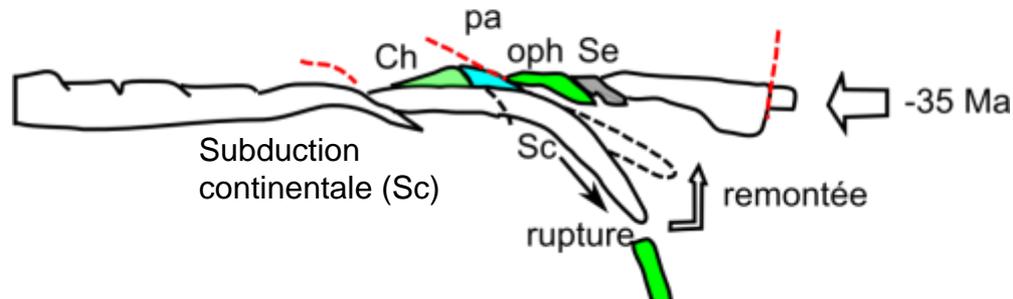
-70 à -60 Ma

-60 à -32 Ma

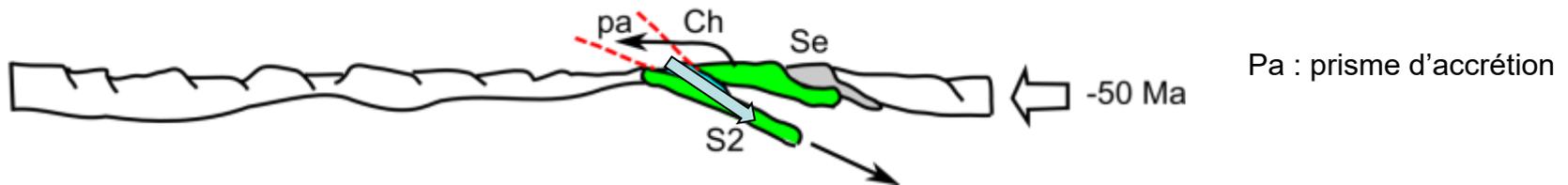
Age of dominant Alpine tectono-metamorphic event		
<i>imprint</i>	<i>overprint</i>	<i>Basin formation</i>
		
20-0 Ma		
		
25-20 Ma		
		
32-25 Ma		
		
42-32 Ma		
		
47-42 Ma		
		
60-47 Ma		
		
70-60 Ma		
		
90-75 Ma		
		
110-90 Ma		

Les subductions dans la formation des Alpes.

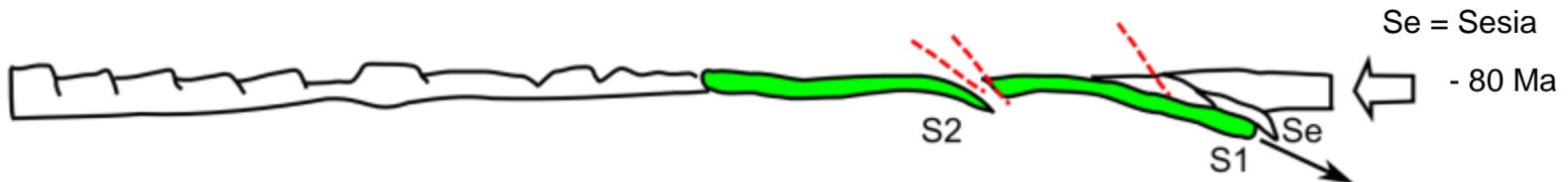
- 35 Ma : collision



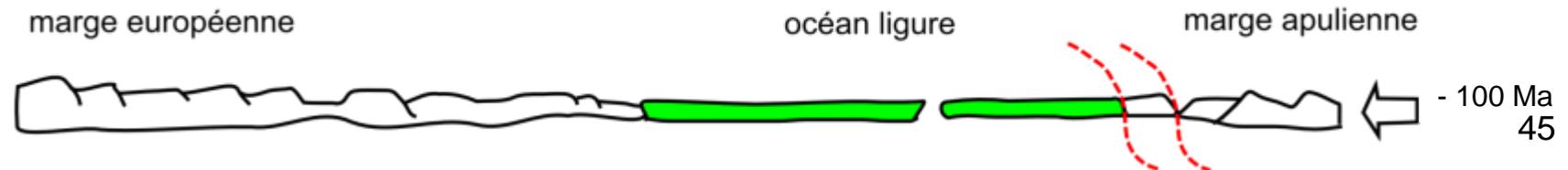
- 50 Ma : obduction du futur Chenaillet



- 80 Ma : subductions intra-océaniques à l'est



- 100 Ma : début de la convergence



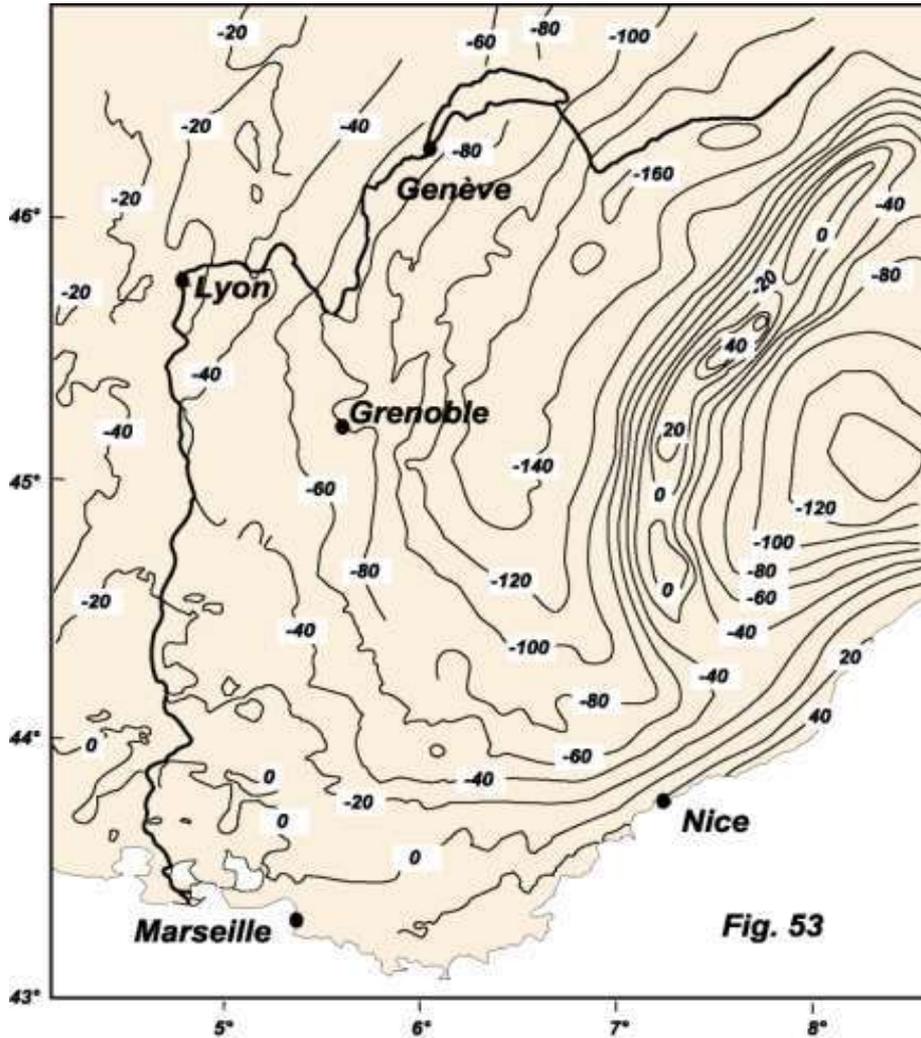
Indices de raccourcissement : les plis



Bourg d'Oisans

Figure G4,7

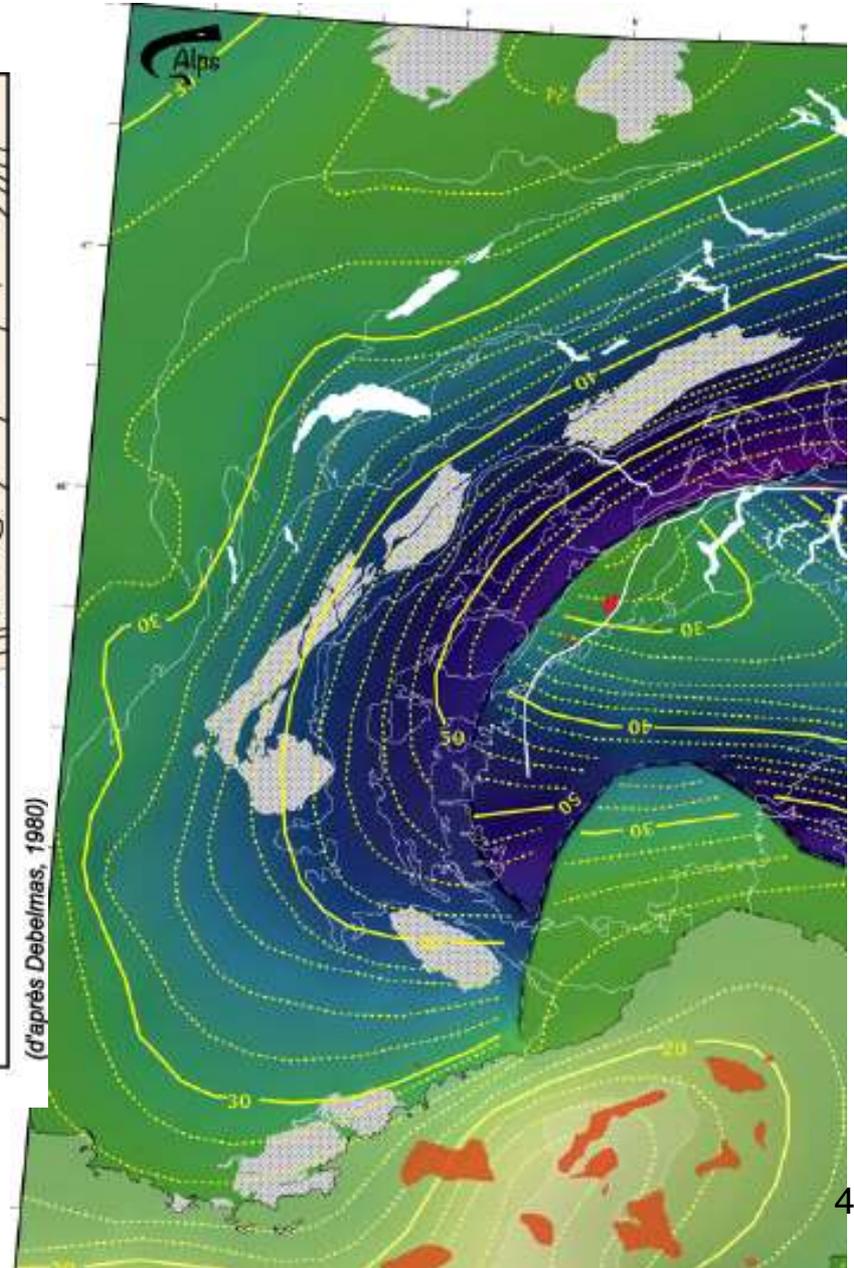
Carte des anomalies de Bouguer

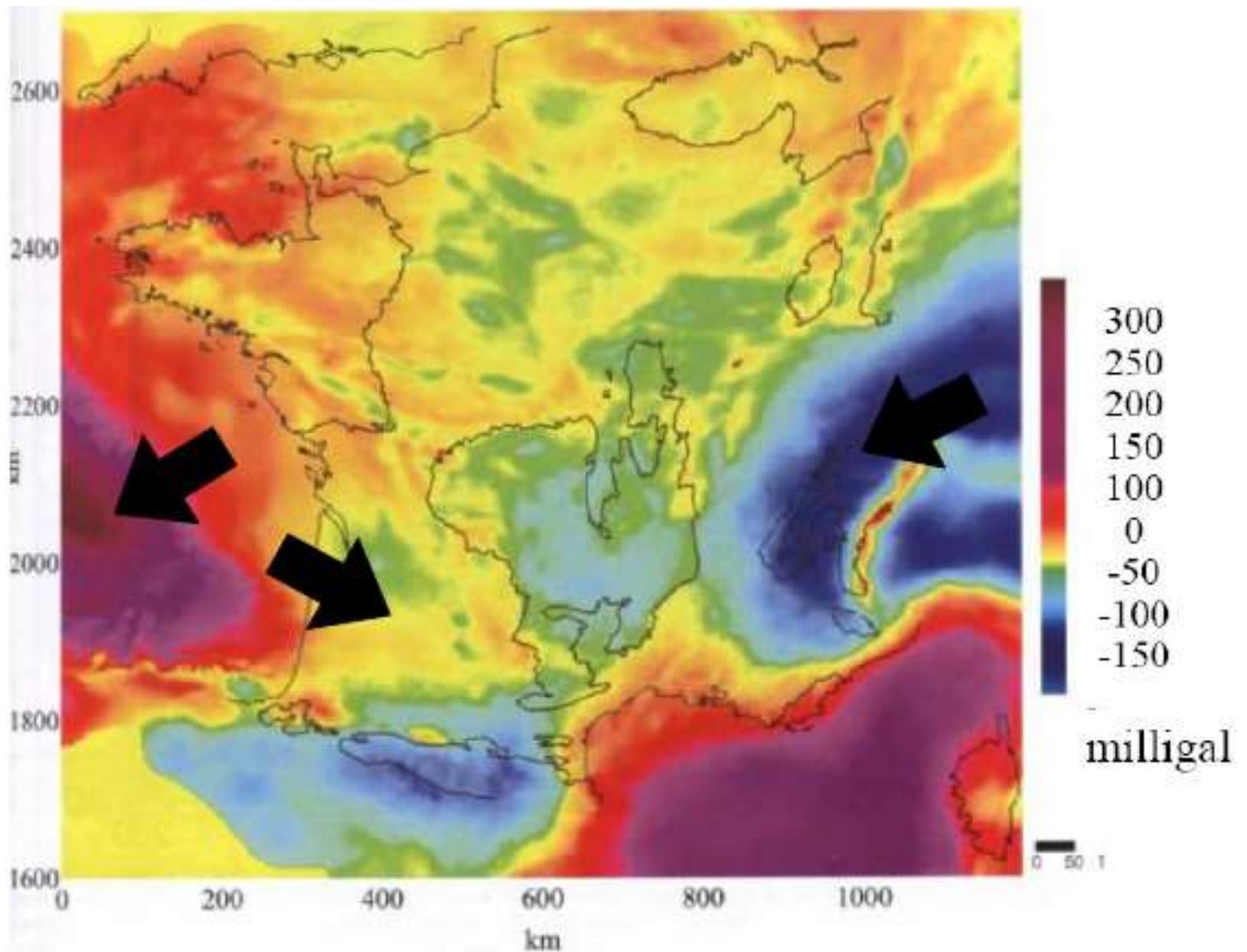


Un relief positif

Profondeur du Moho

http://www.geodynamps.org/over/Alps_Moho_fr.htm

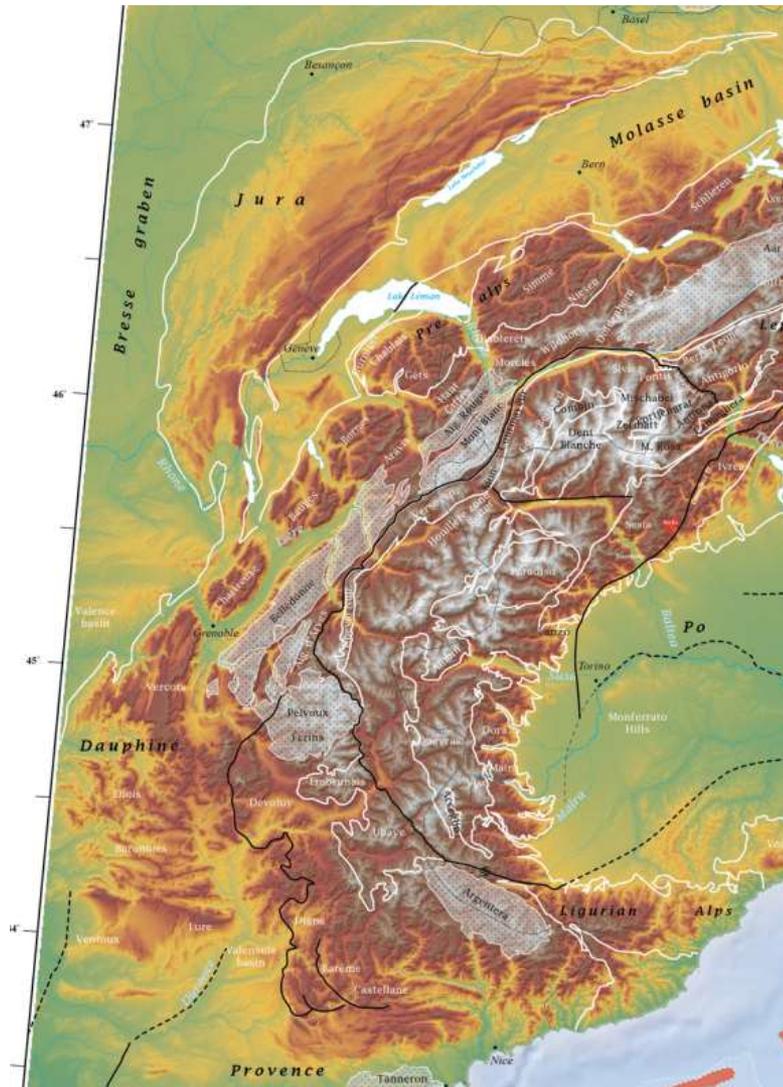




Carte de l'anomalie de Bouguer de la France métropolitaine et du plateau continental (copyright BRGM).

Carte topographique

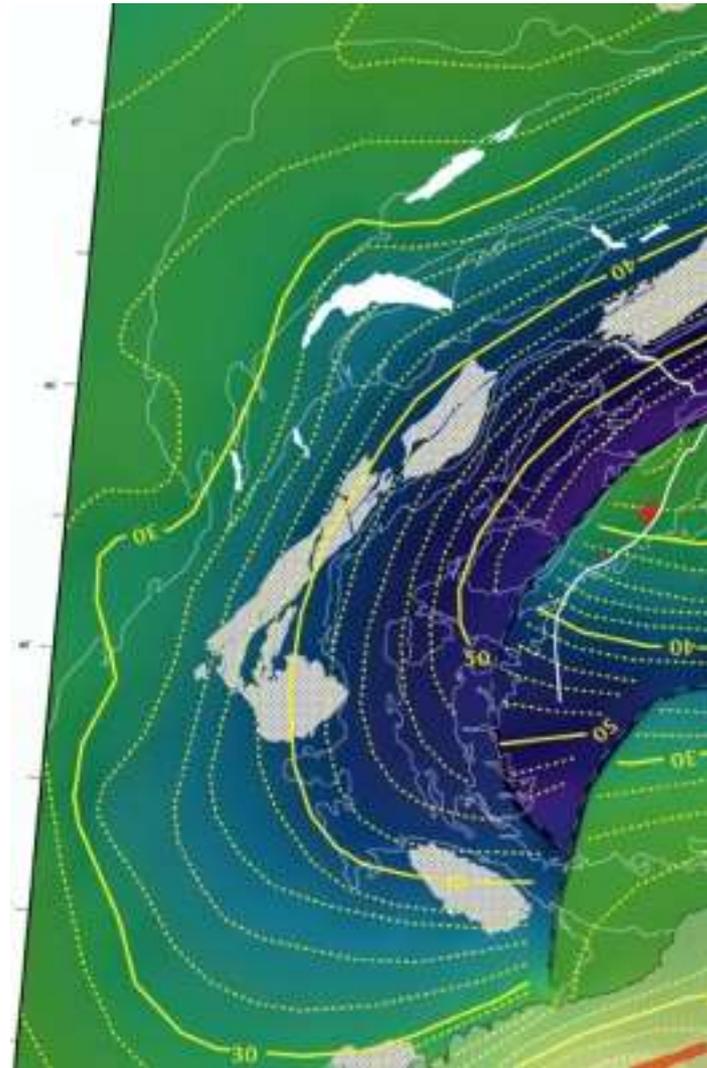
http://www.geodynamips.org/over/images/Alps_topo.pdf



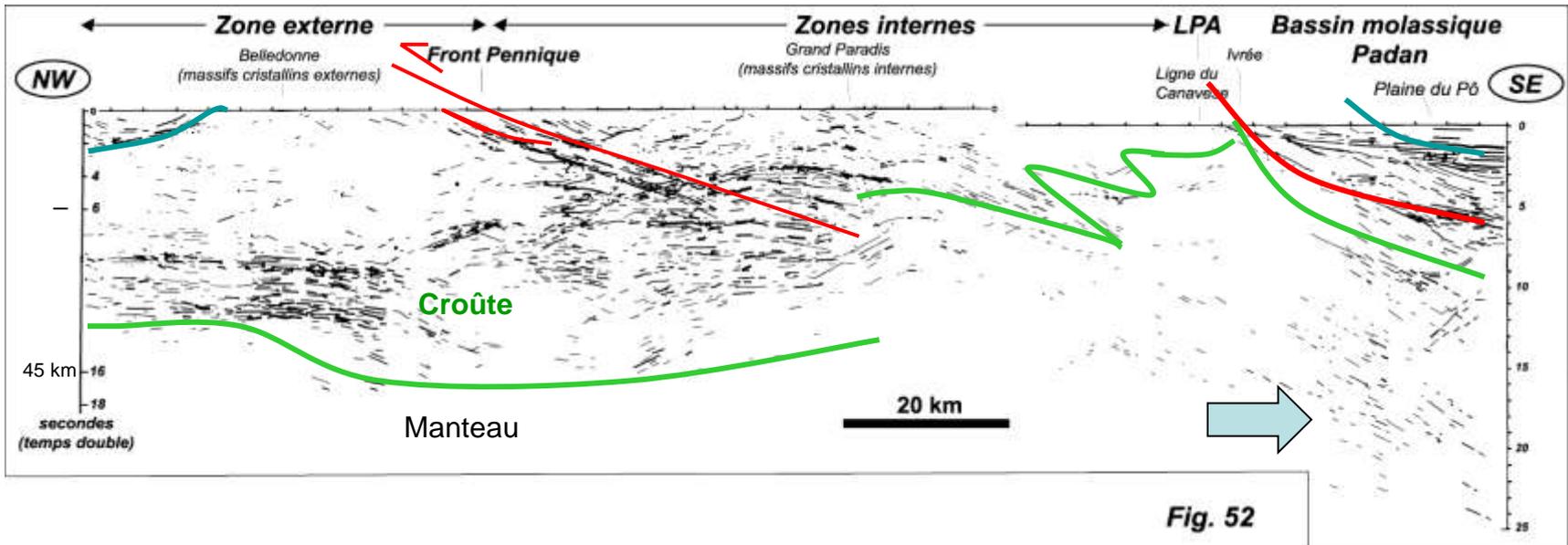
Un relief positif

Profondeur du Moho

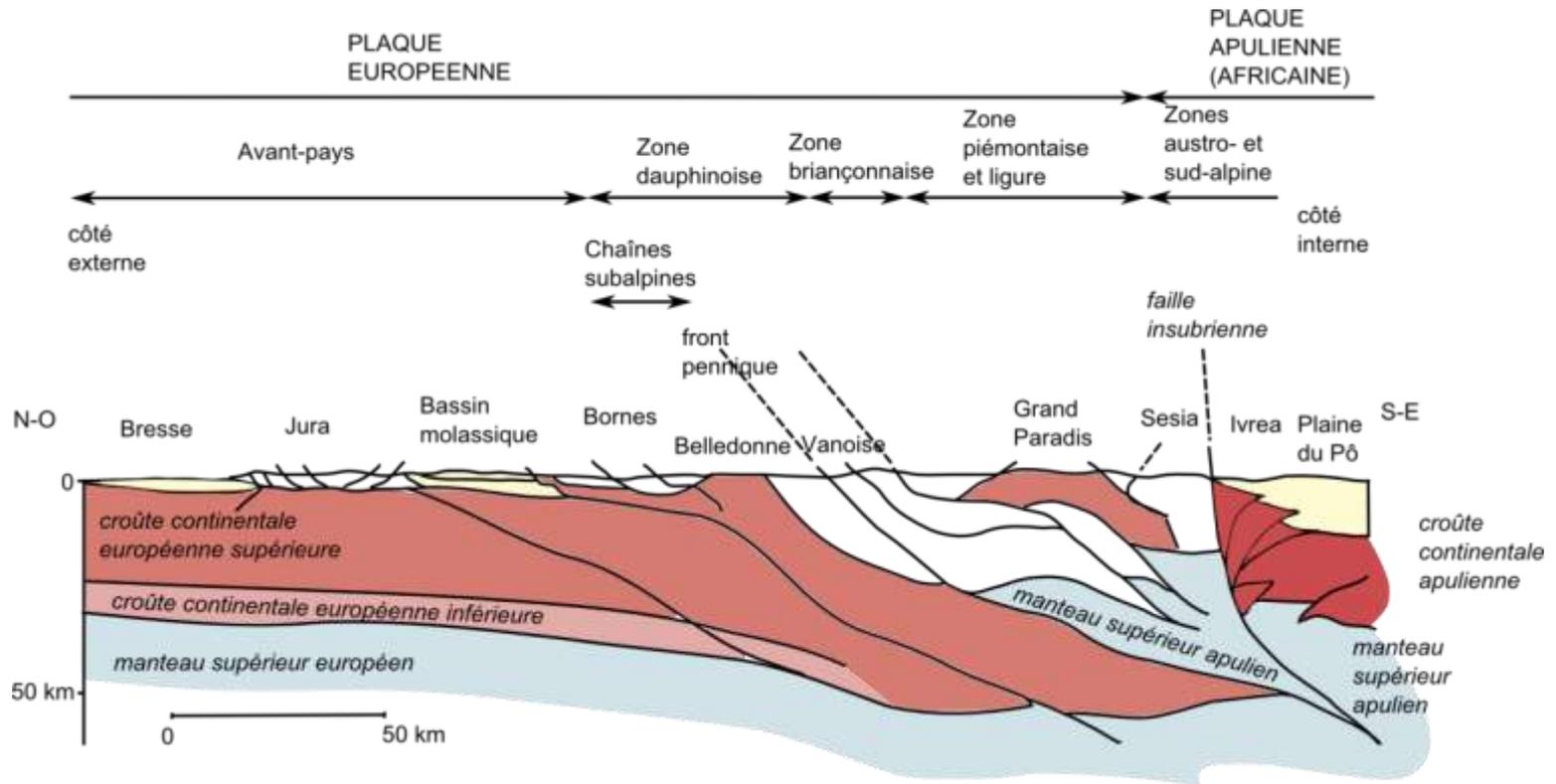
http://www.geodynamips.org/over/Alps_Moho_fr.htm



Doc 3 Profil ECORS



Interprétation du profil ECORS Fig. G4.6



Doc 4 Interprétation du profil ECORS

Arrêt 2. La molasse miocène



Caractéristiques de la molasse

dépôts détritiques continentaux
(fluviaux ou lacustres) ou
marins peu profonds faiblement
triés



Des galets de la molasse

Galet vert de gabbro

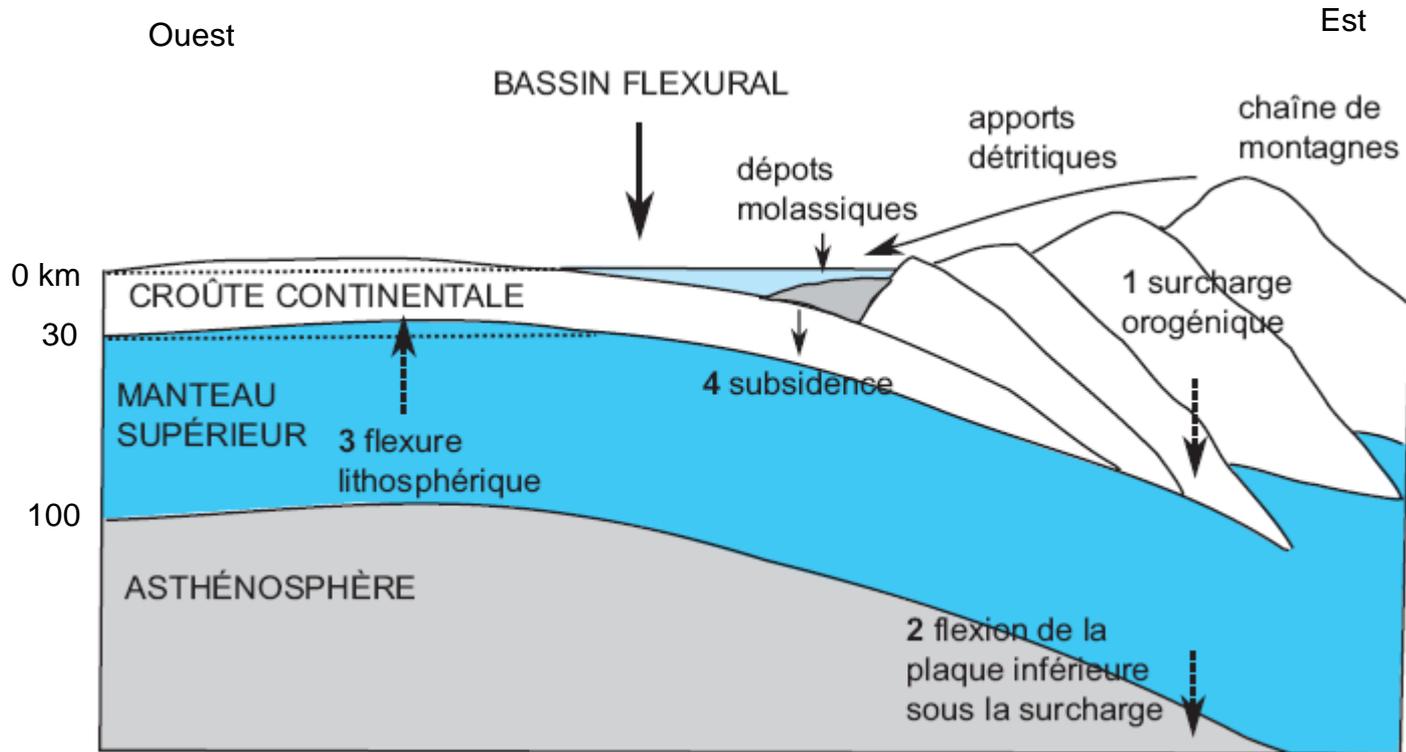


Galet rouge de radiolarite



Bassin flexural : un témoin de la convergence extérieure à la chaîne

Peycru et al. Géologie BCPST. Dunod 2008



Le flysch à helminthoïdes

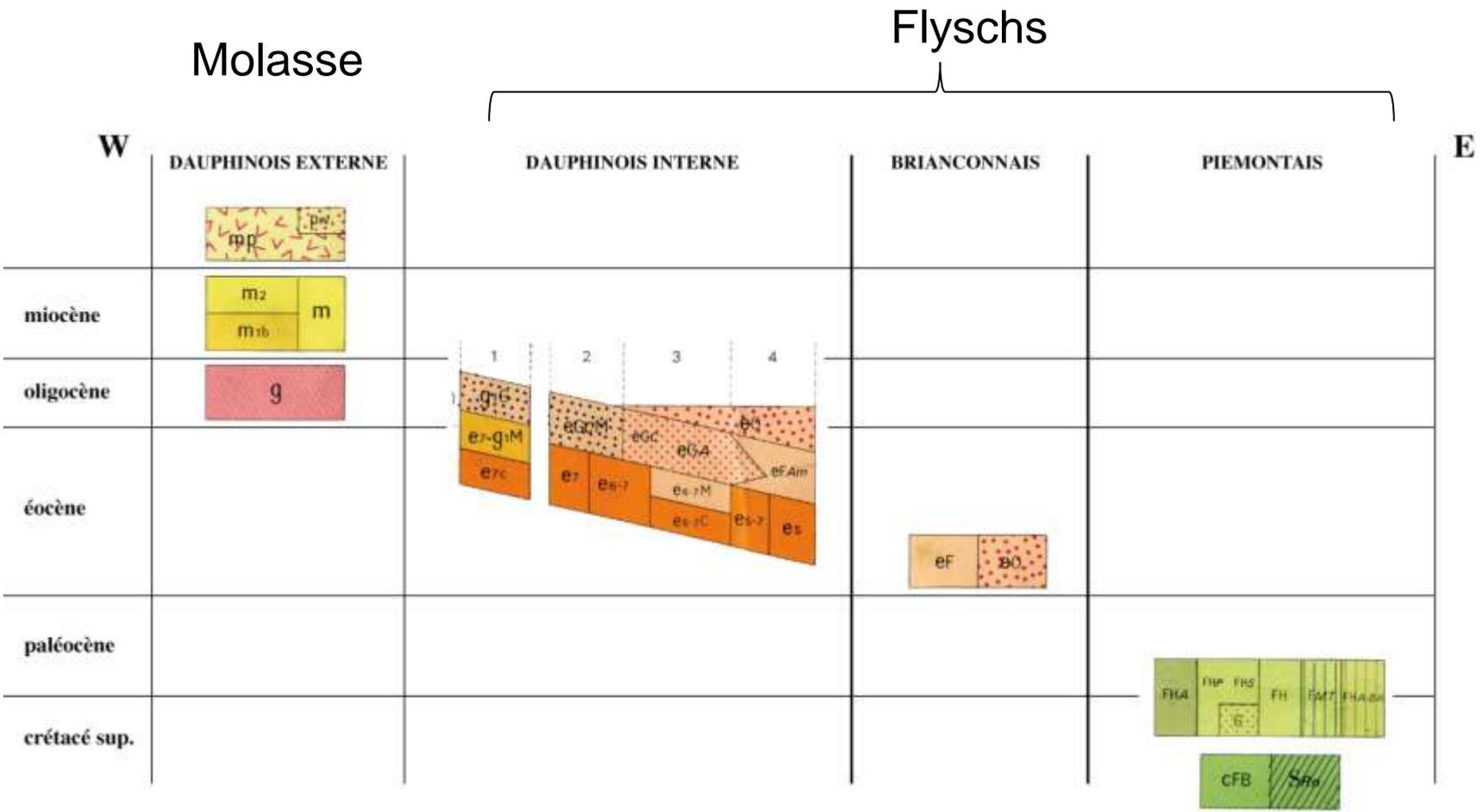
Base du banc



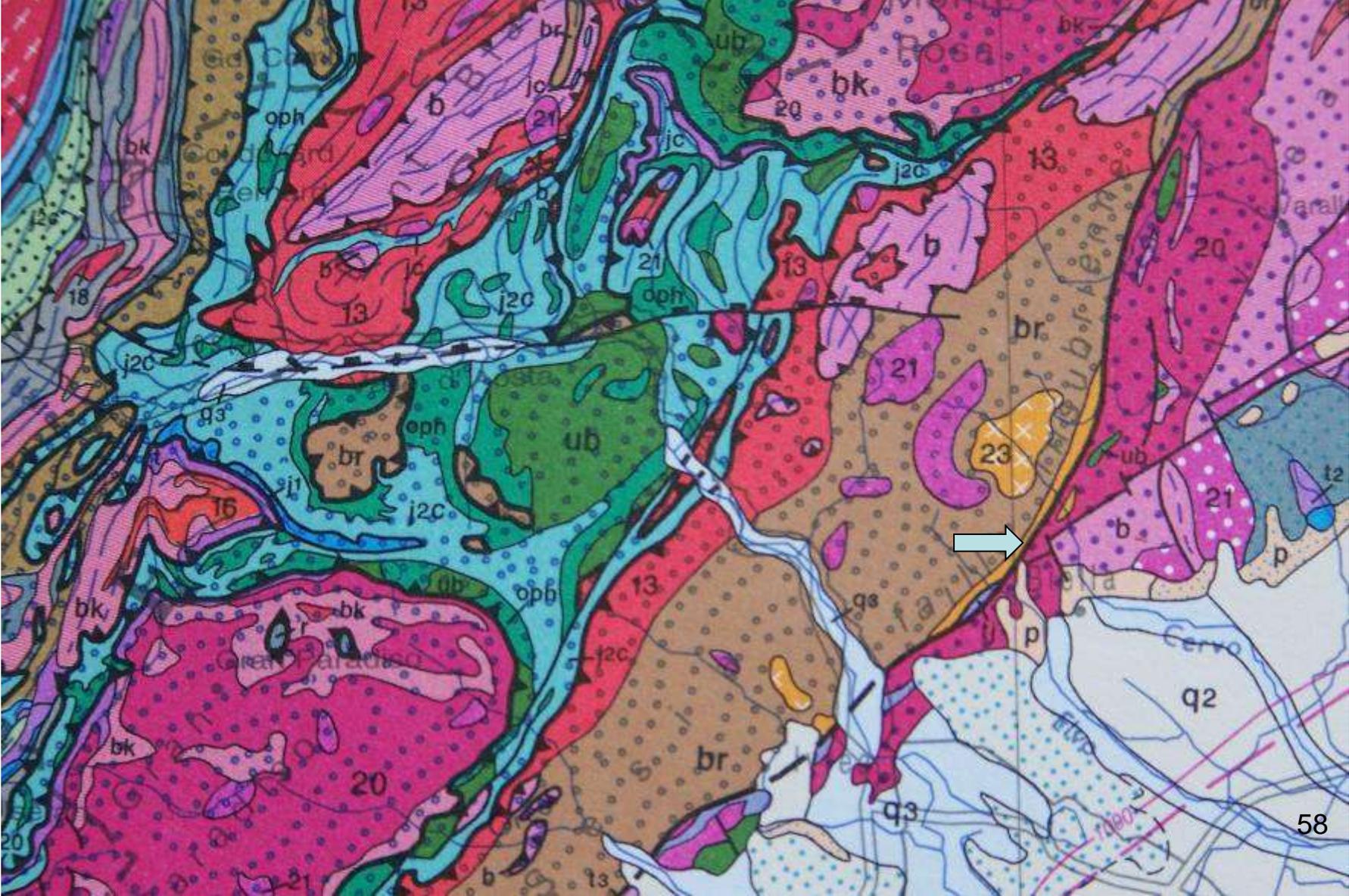
Dépôt détritique granoclassé
suivant séquence de Bouma

Les flyschs: dépôts des talus continentaux

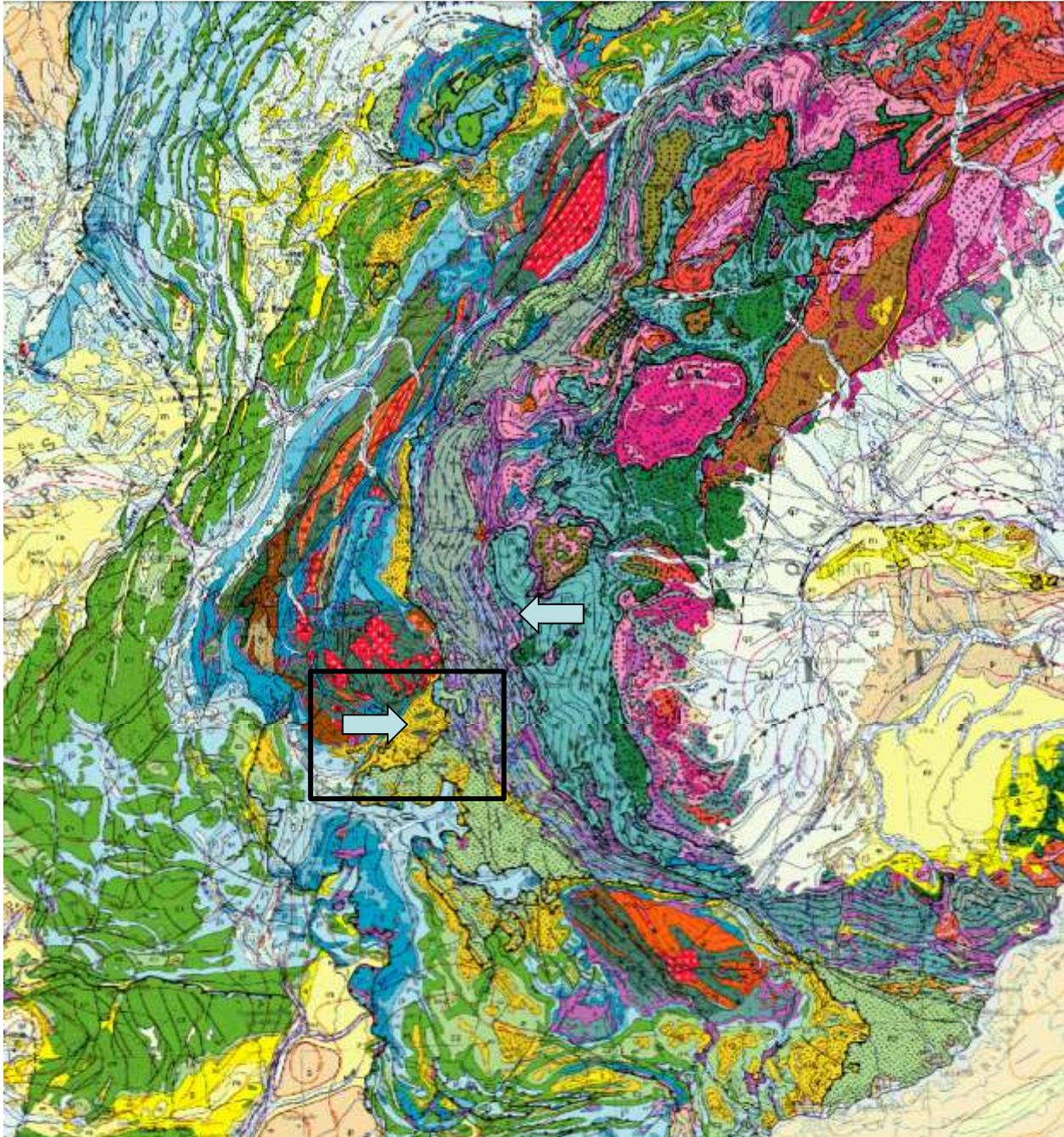
Sédiments détritiques ayant enregistré la flexure lithosphérique



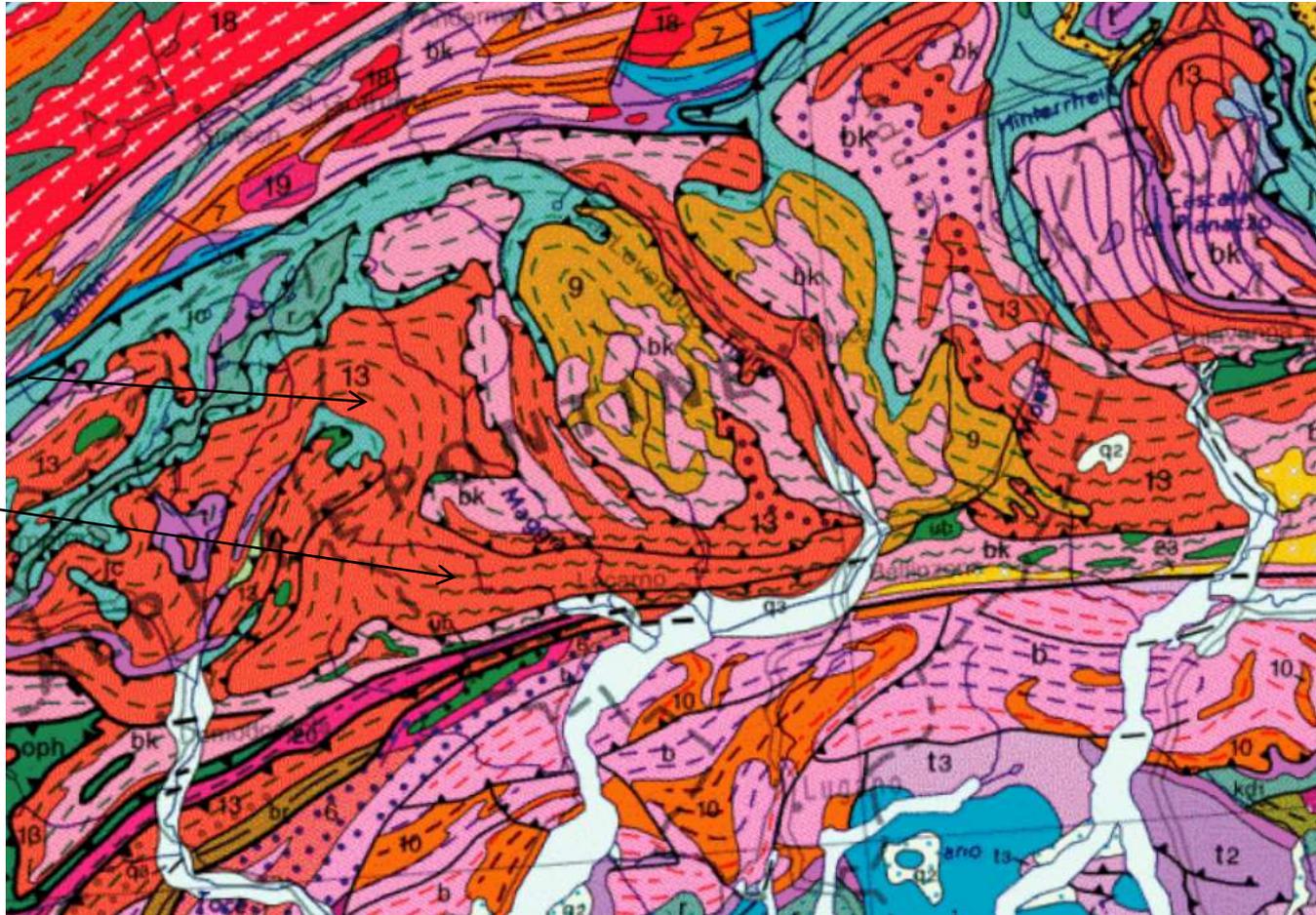
Plutonisme alpin



Diapo suivante



Gradients métamorphiques de collision (zone lépontine)

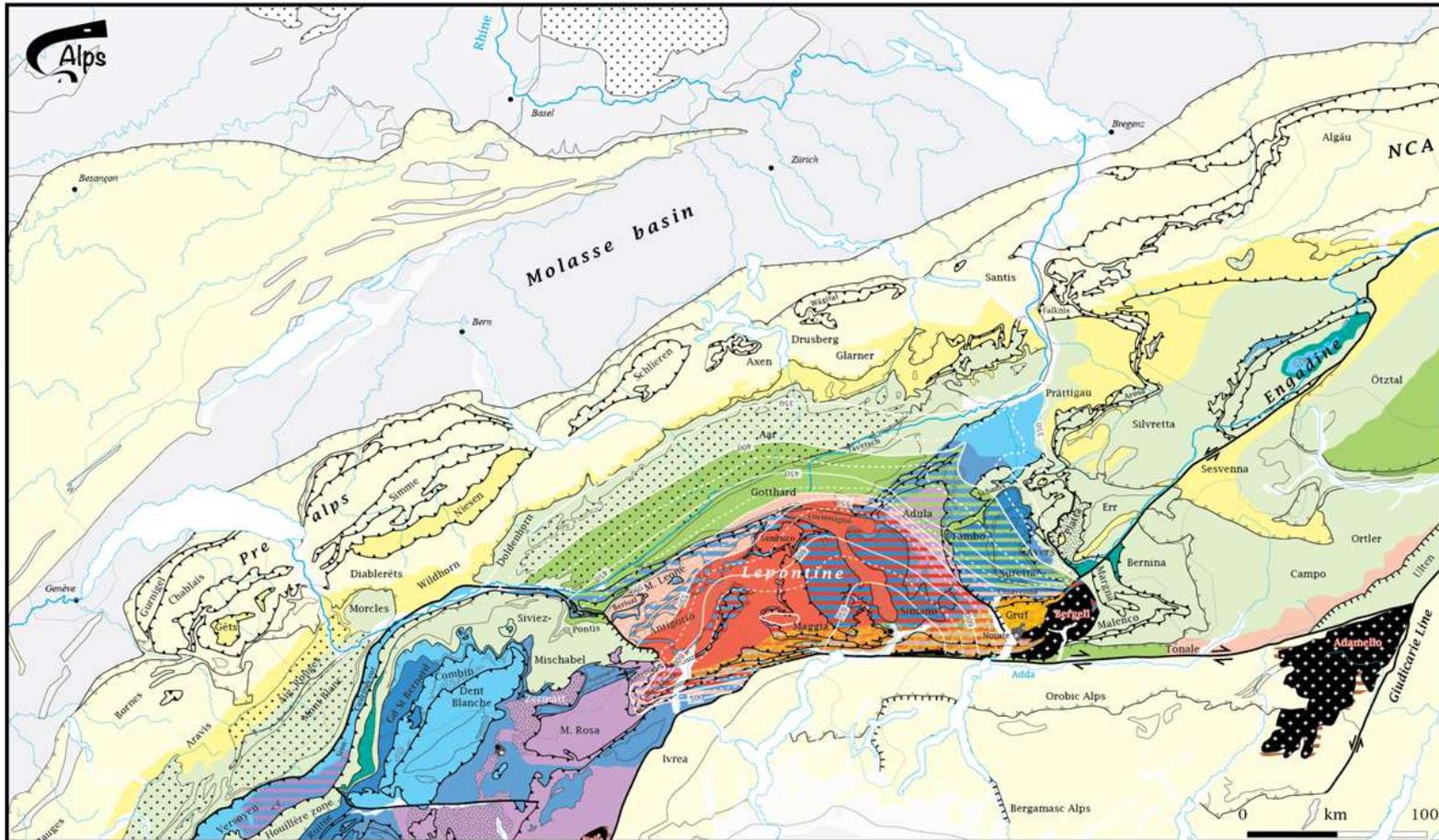


amphibolites

migmatites

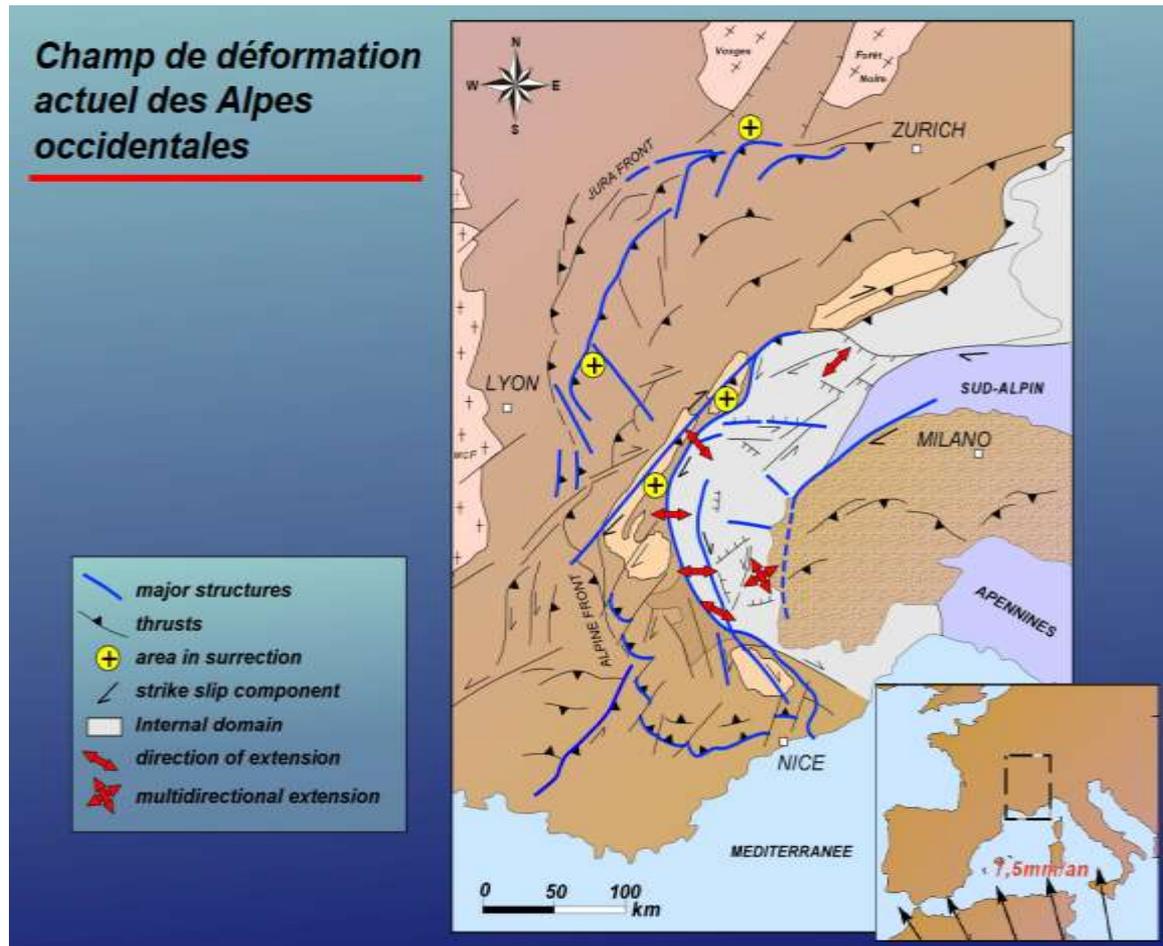
METAMORPHIC FRAMEWORK OF THE CENTRAL ALPS

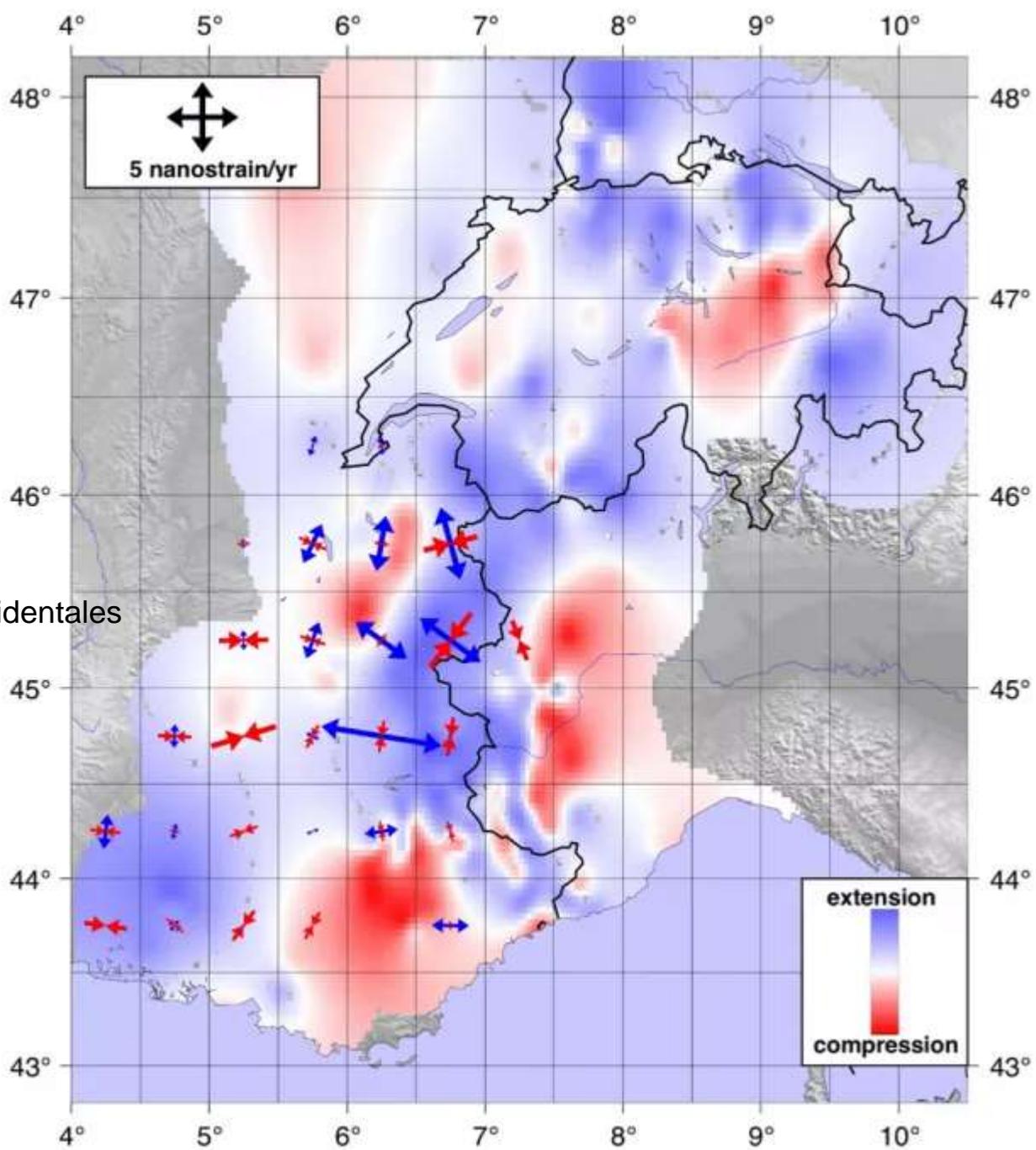
Bousquet et al., 2012 b



Doc 8 Champ de déformation actuel des Alpes occidentales

Schwartz D. 2011

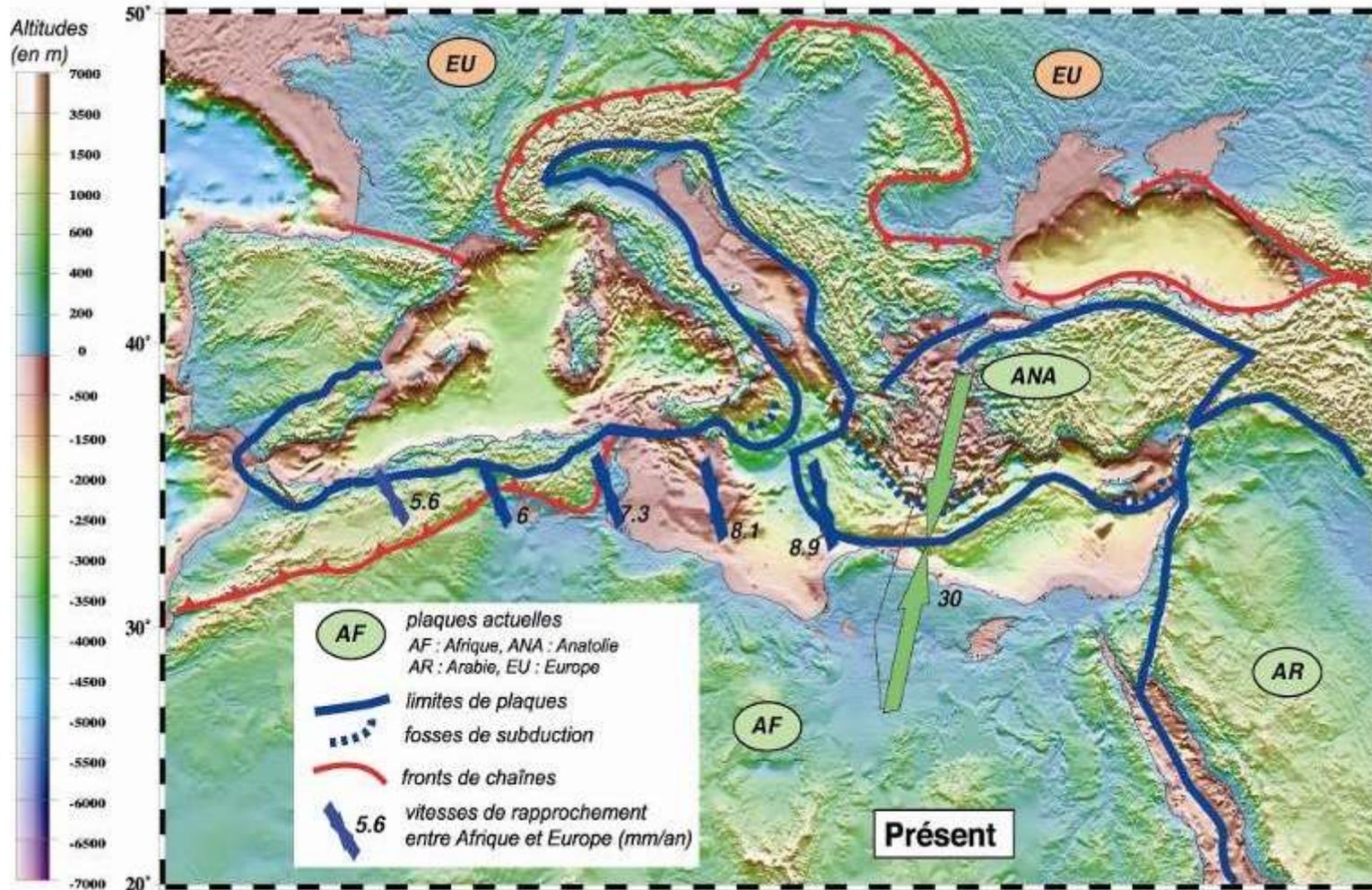




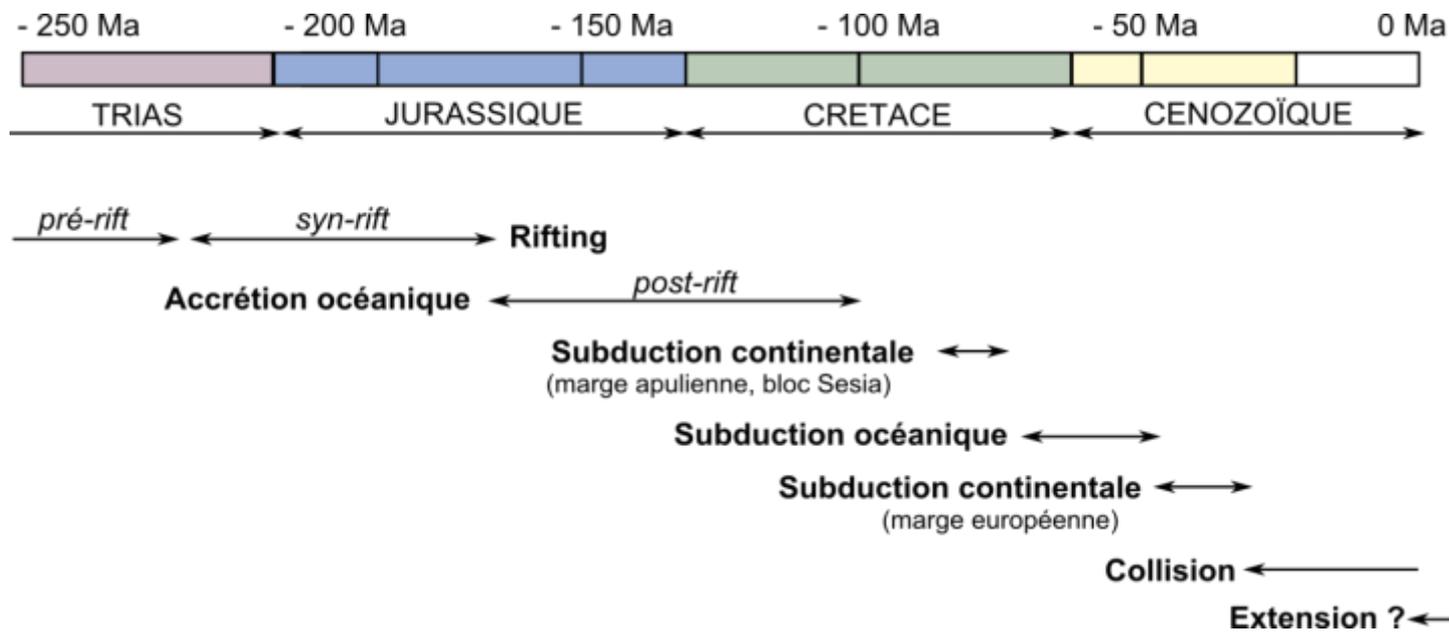
Analyse des déformations
Actuelles dans les Alpes occidentales

La convergence actuelle de l'Afrique et de l'Europe

Agard & Lemoine, *Visages des Alpes : structure et évolution géodynamique*, CCGM 2003, fig 1bis p 3

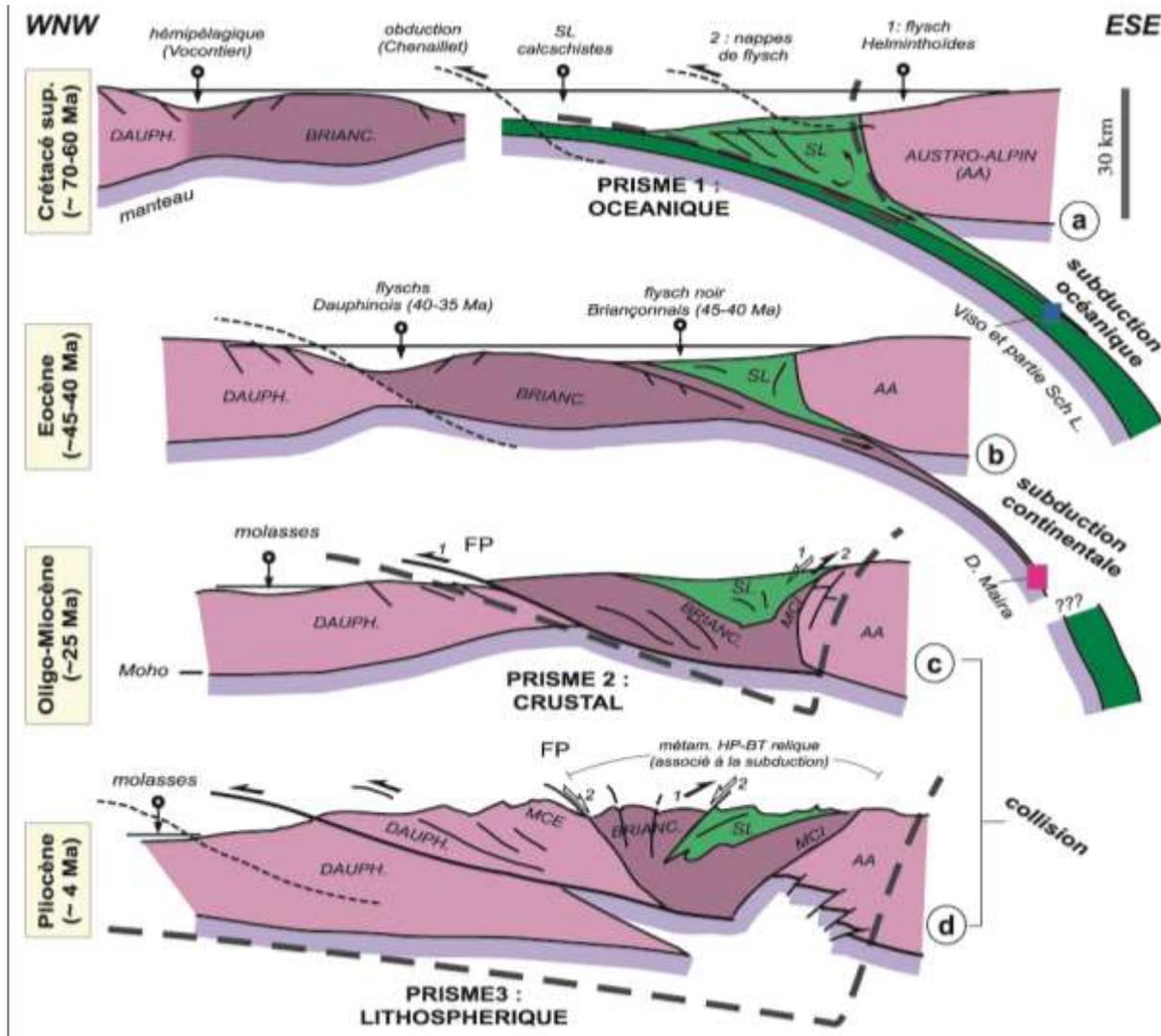


Doc 9 Résumé de l'histoire de la chaîne alpine

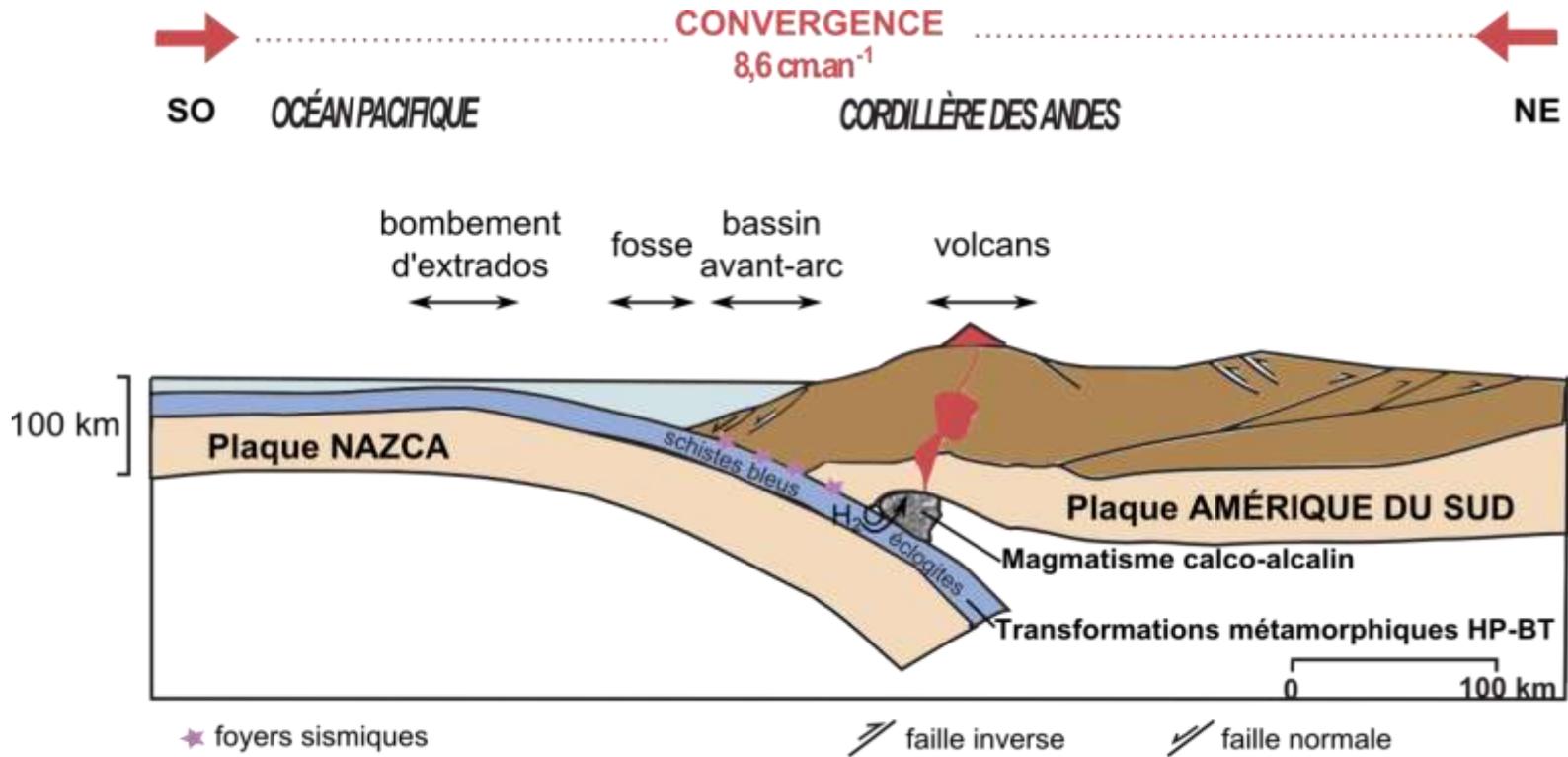


Scénario géodynamique simplifié : édification du prisme orogénique des Alpes occidentales

Agard & Lemoine, *Visages des Alpes : structure et évolution géodynamique*, CCGM 2003, fig 49 p 43



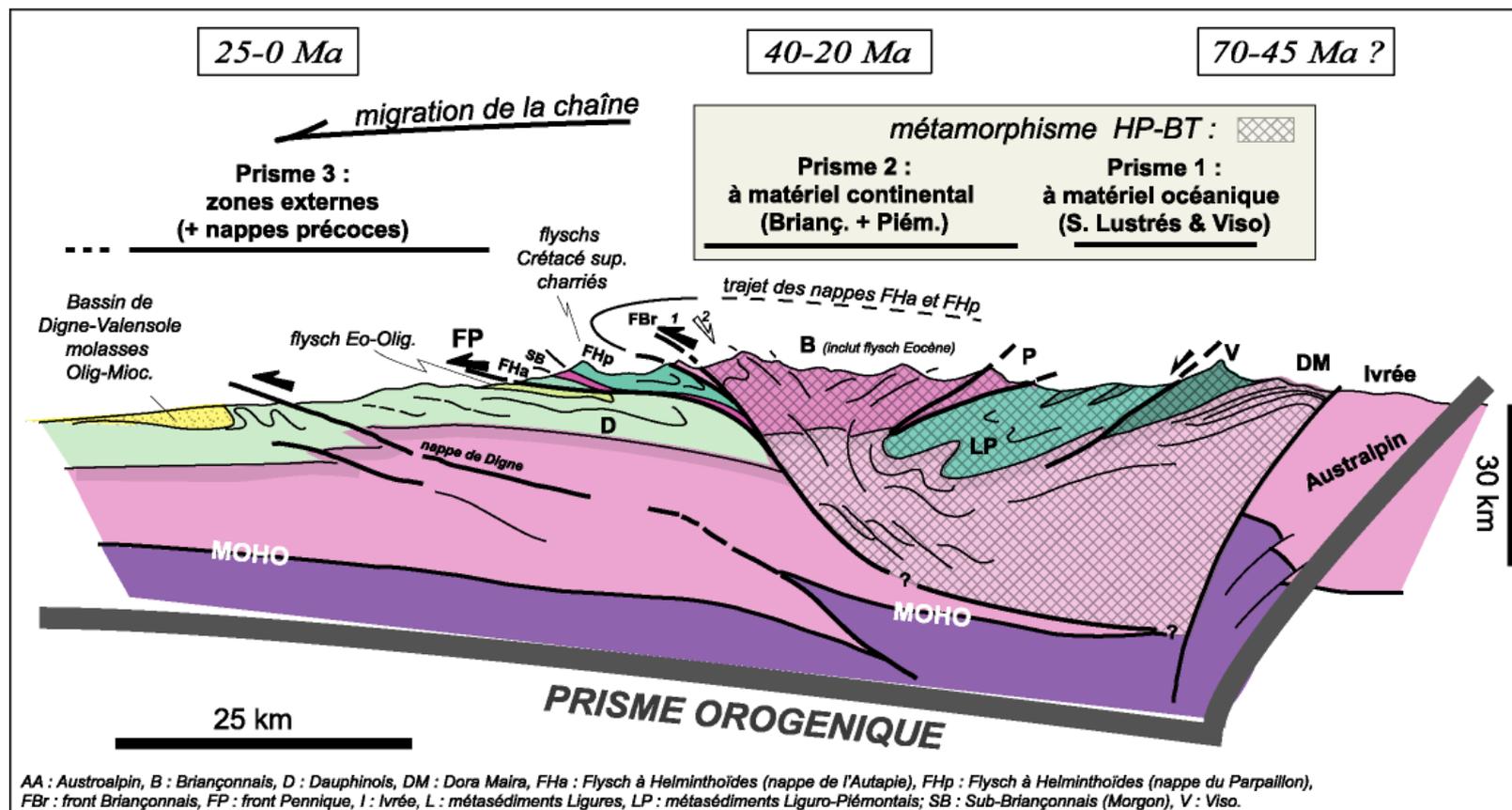
Les signatures de la subduction



. Interprétation des Alpes occidentales comme un prisme orogénique

Agard & Lemoine, *Visages des Alpes : structure et évolution géodynamique*, CCGM 2003, fig 46 p 41

Fig 46



Fossés d'effondrement péri-alpins.

