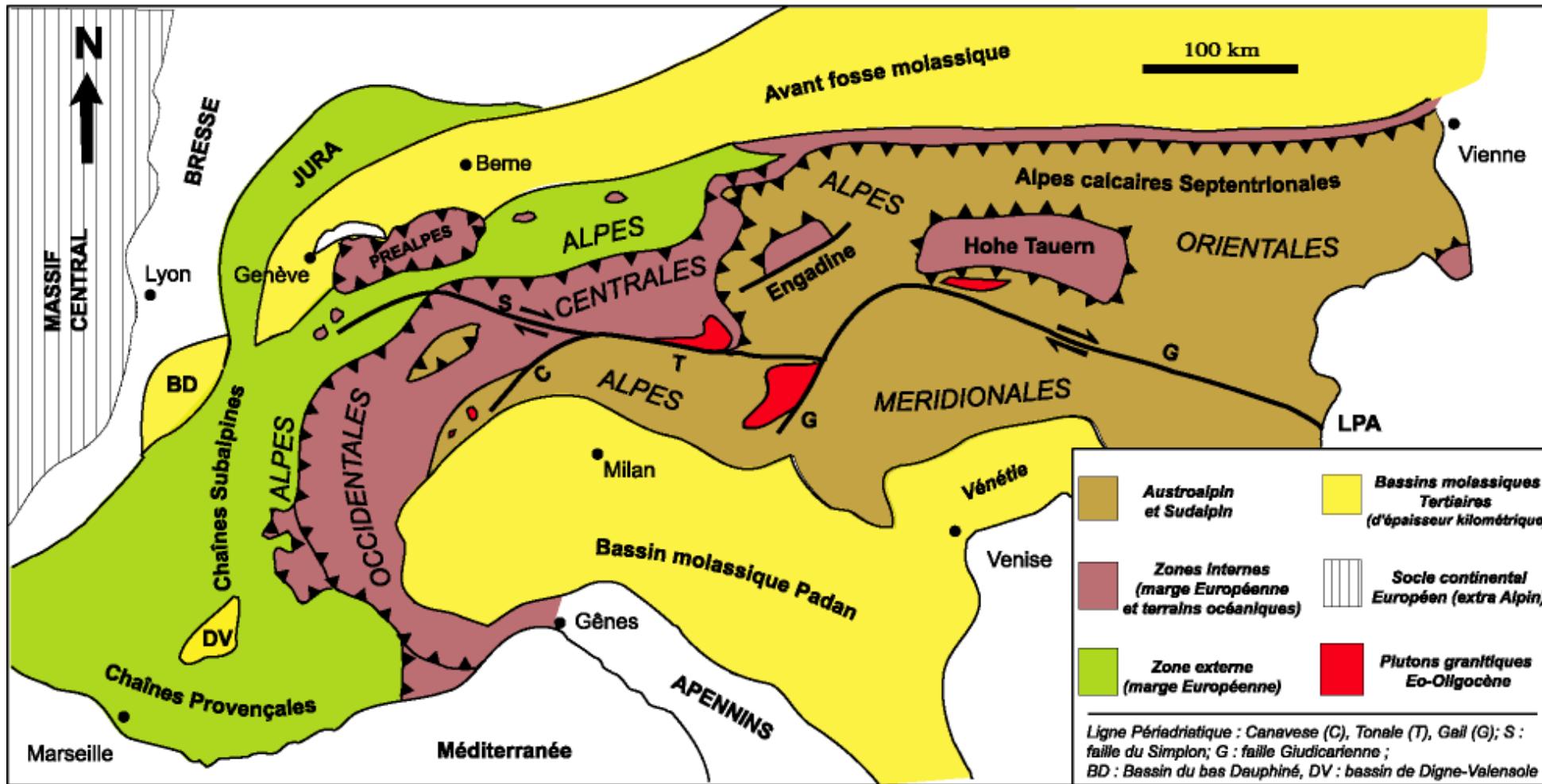


TP Alpes 2



Carte simplifiée des Alpes

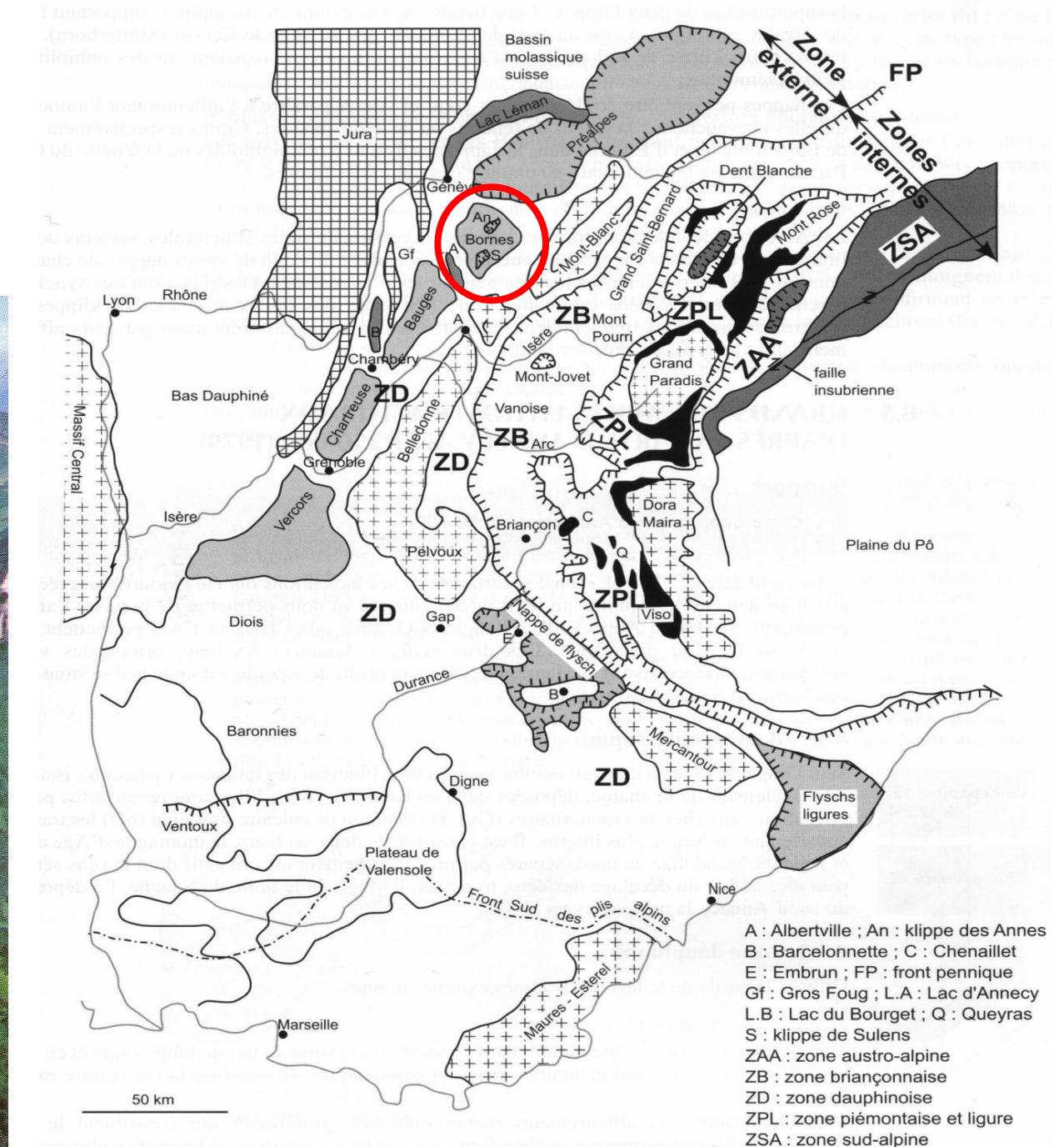
Fig.2



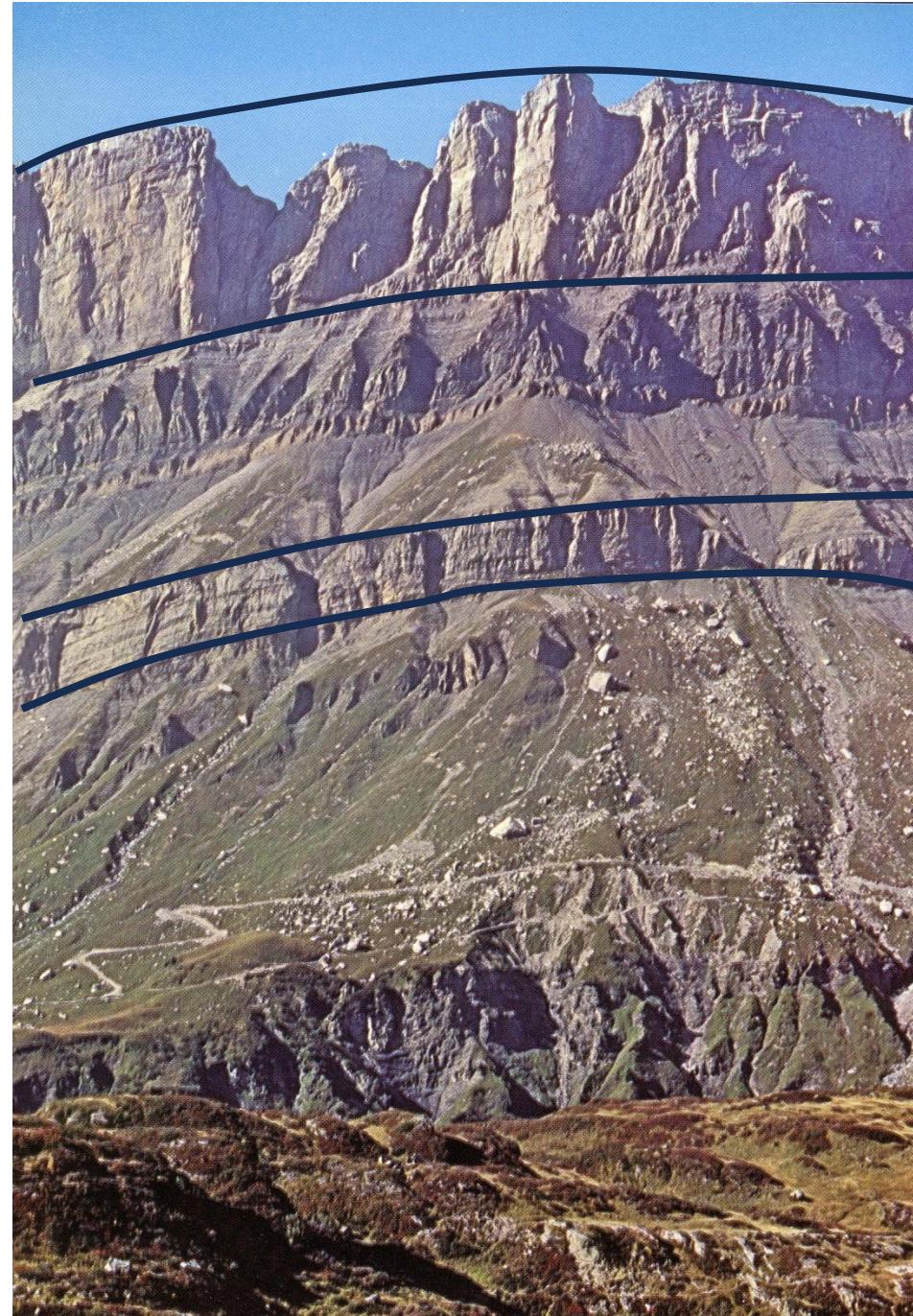
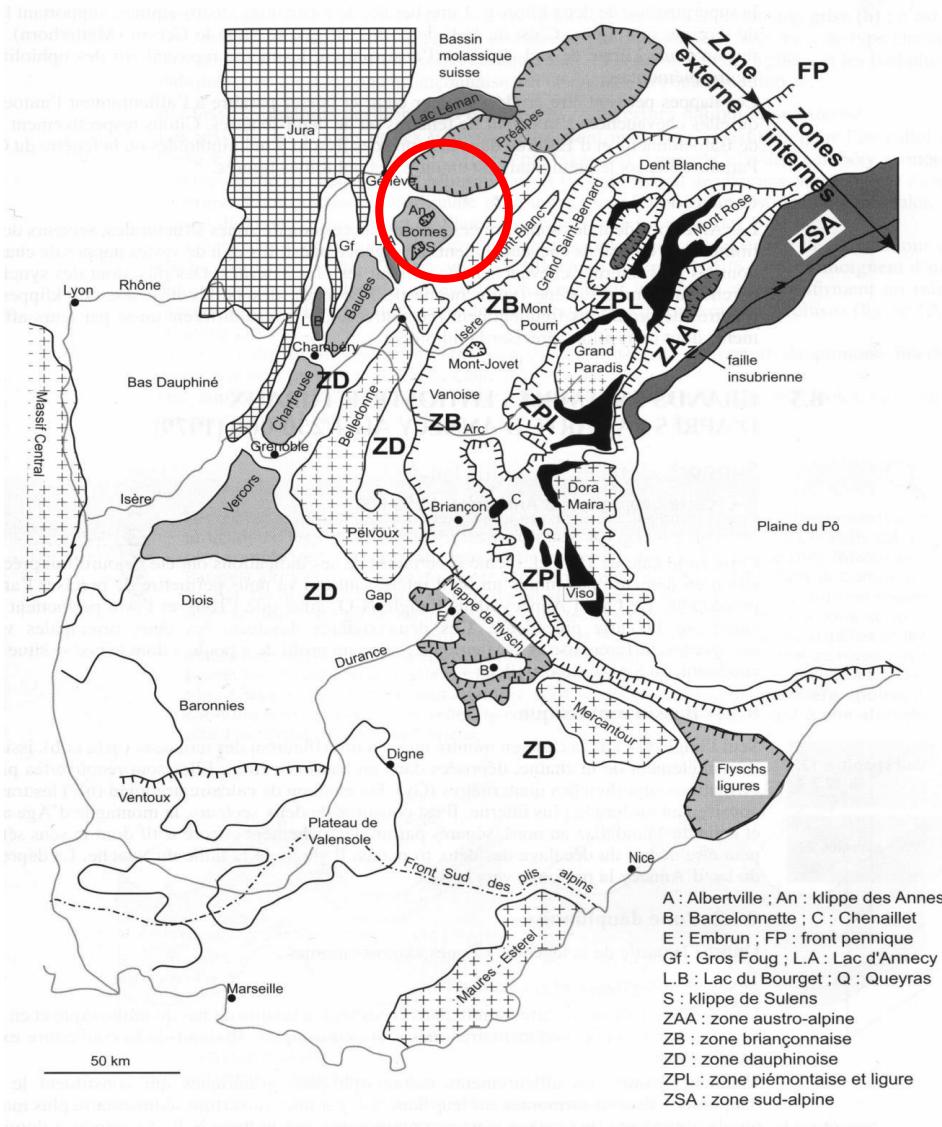
Balade dans les Alpes

Zones externes

Massif des Bornes



Massif des Fiz :

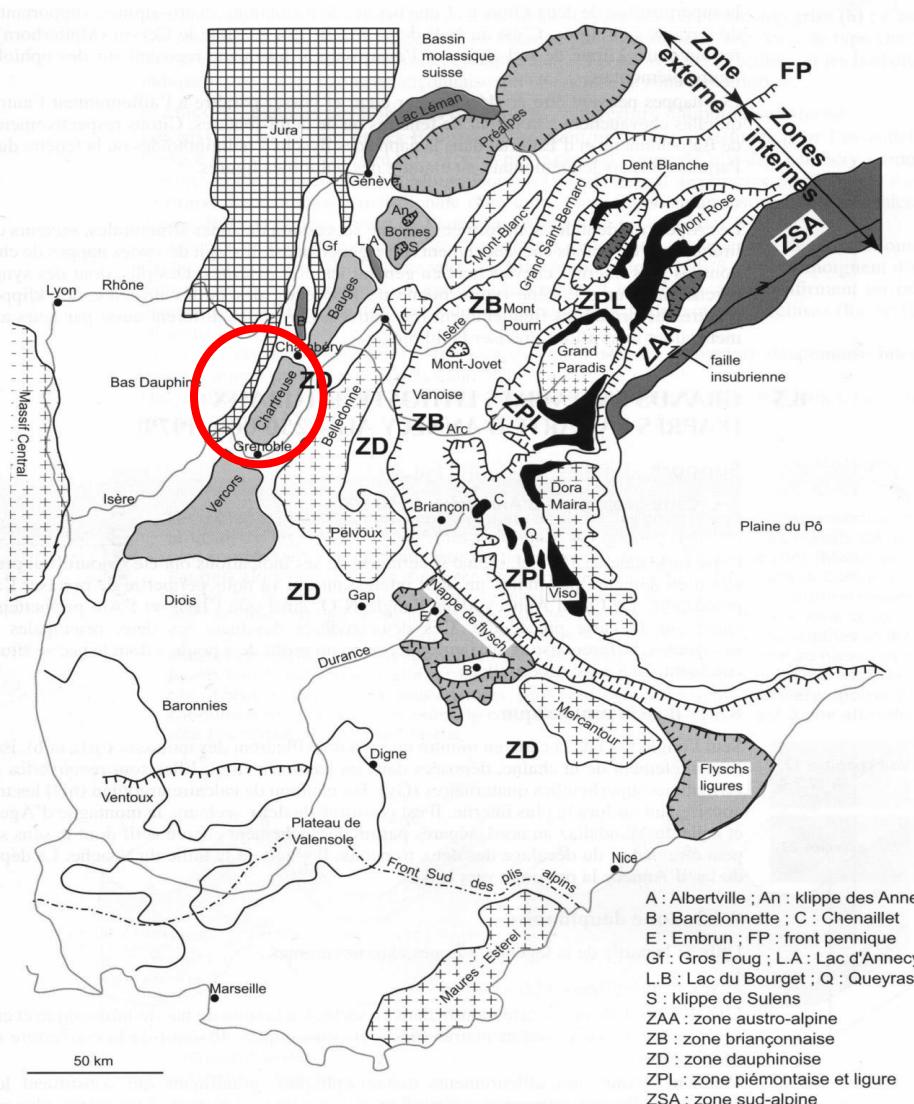


Urgonien

Tithonien

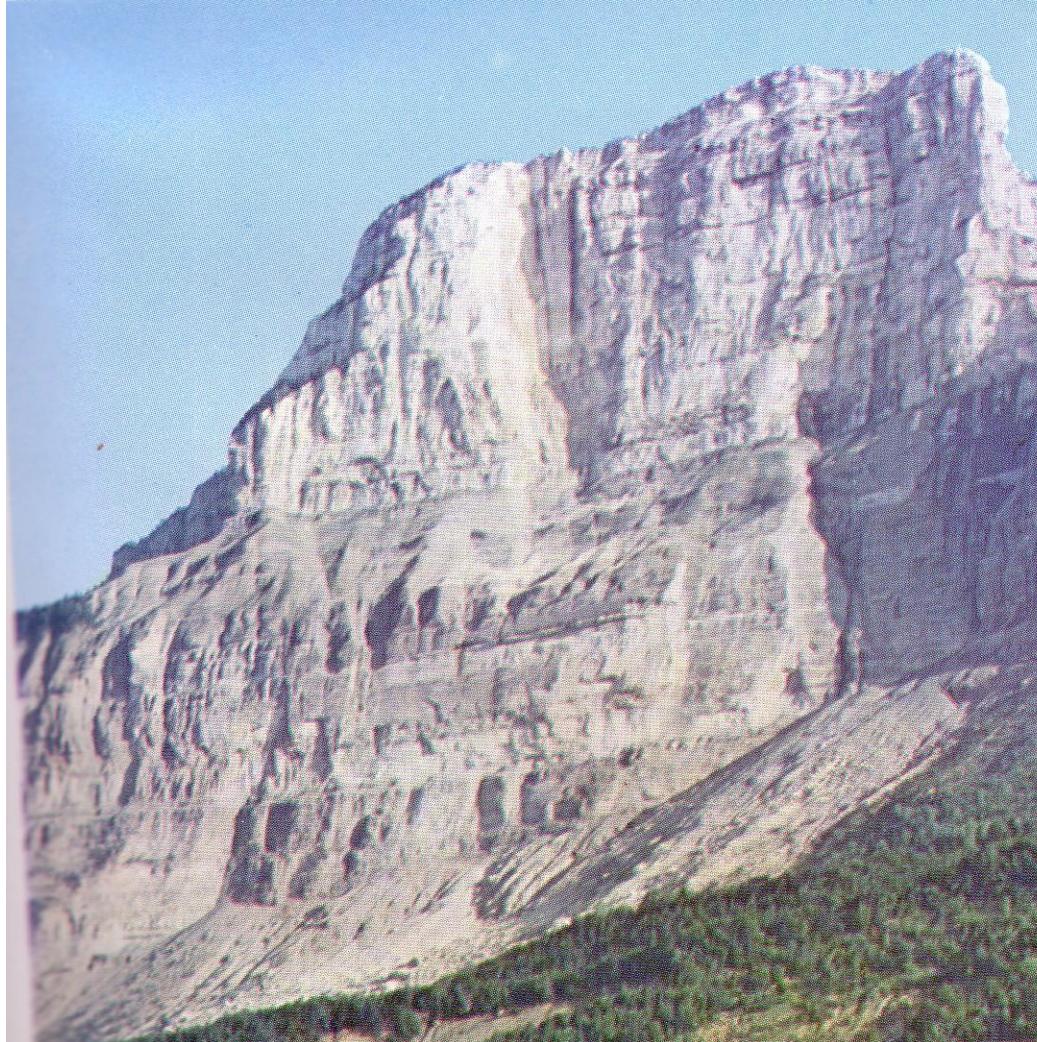
= Calcaires très durs

Massif de la Chartreuse



Mont Granier

- Urgonien
- Hautevien
- Valanginien



Vallée de la Bourne, Vercors

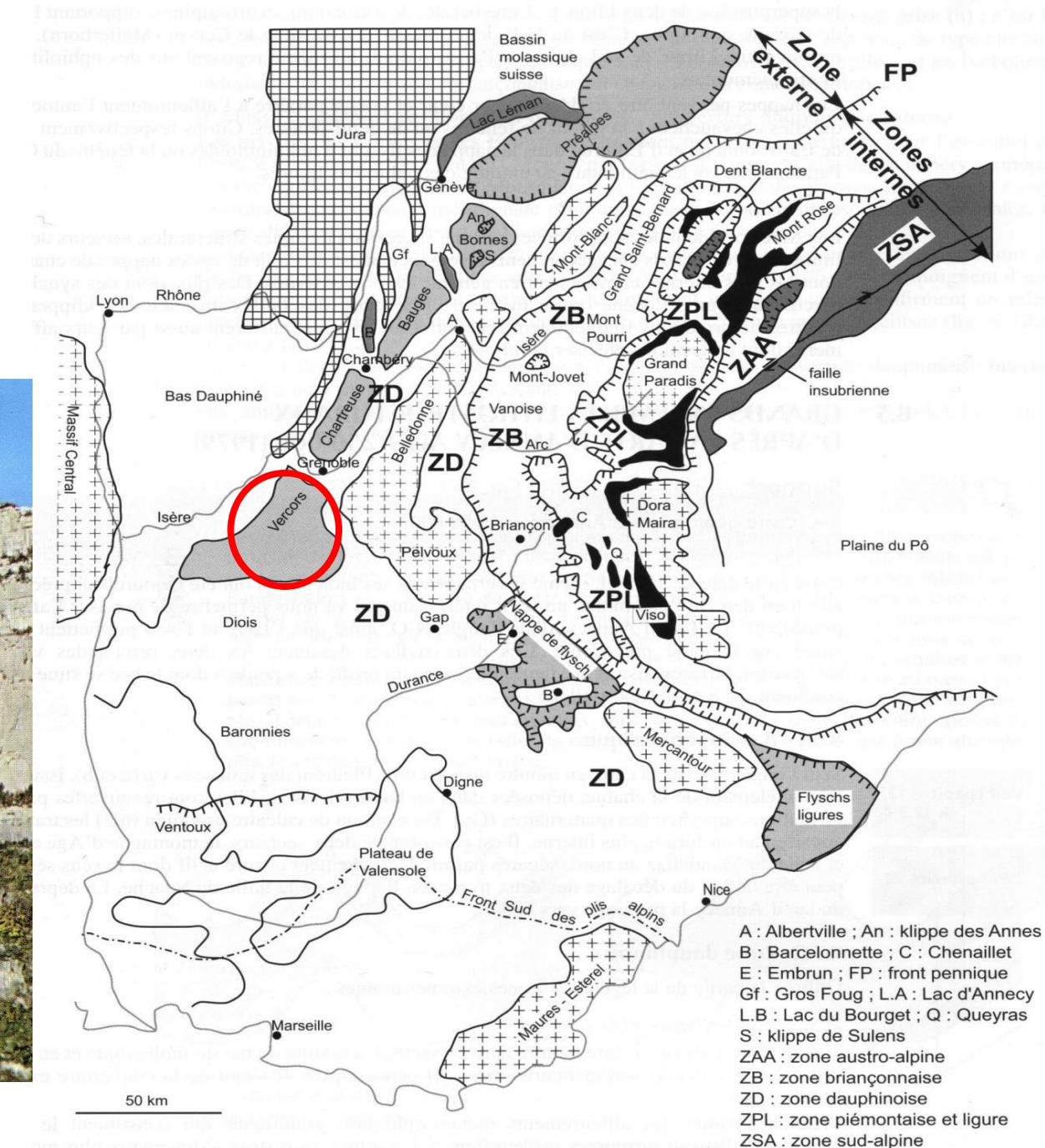
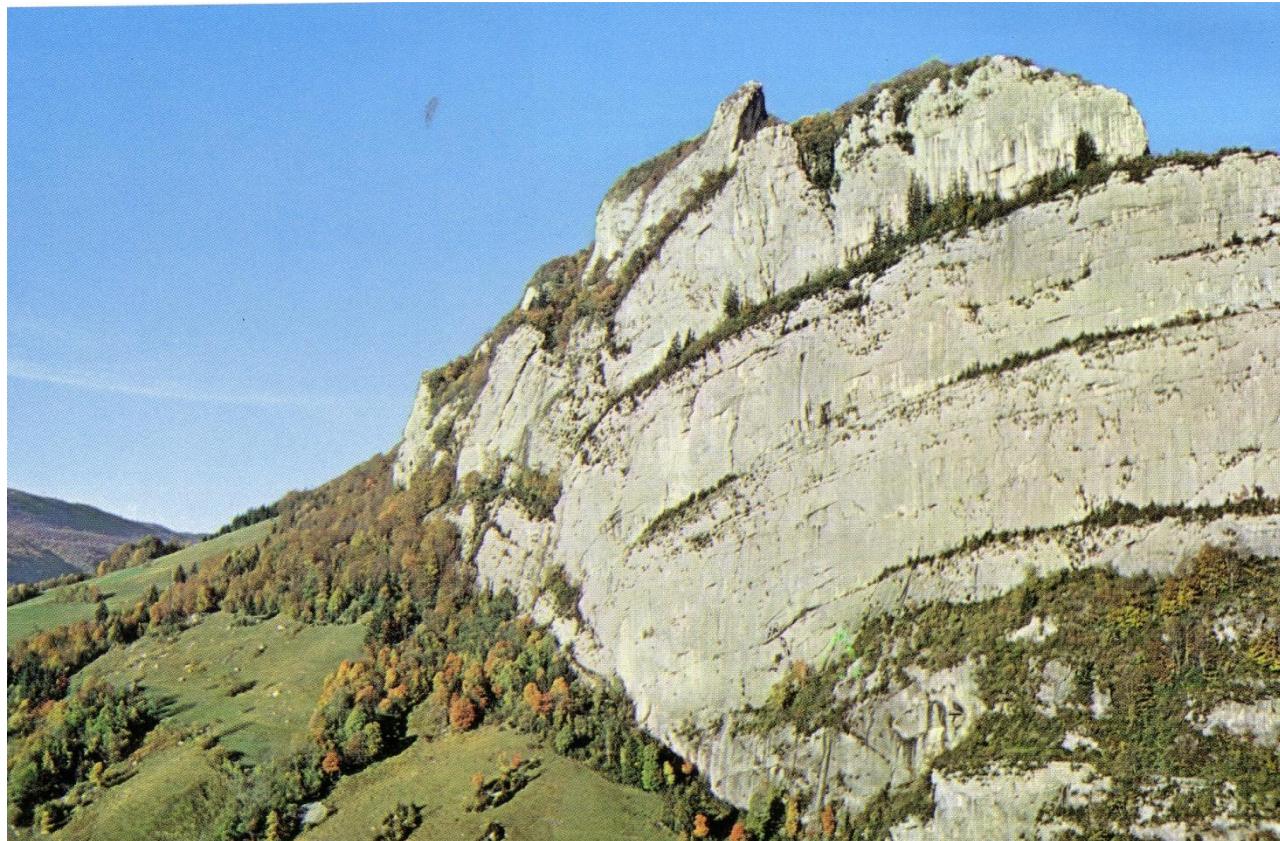


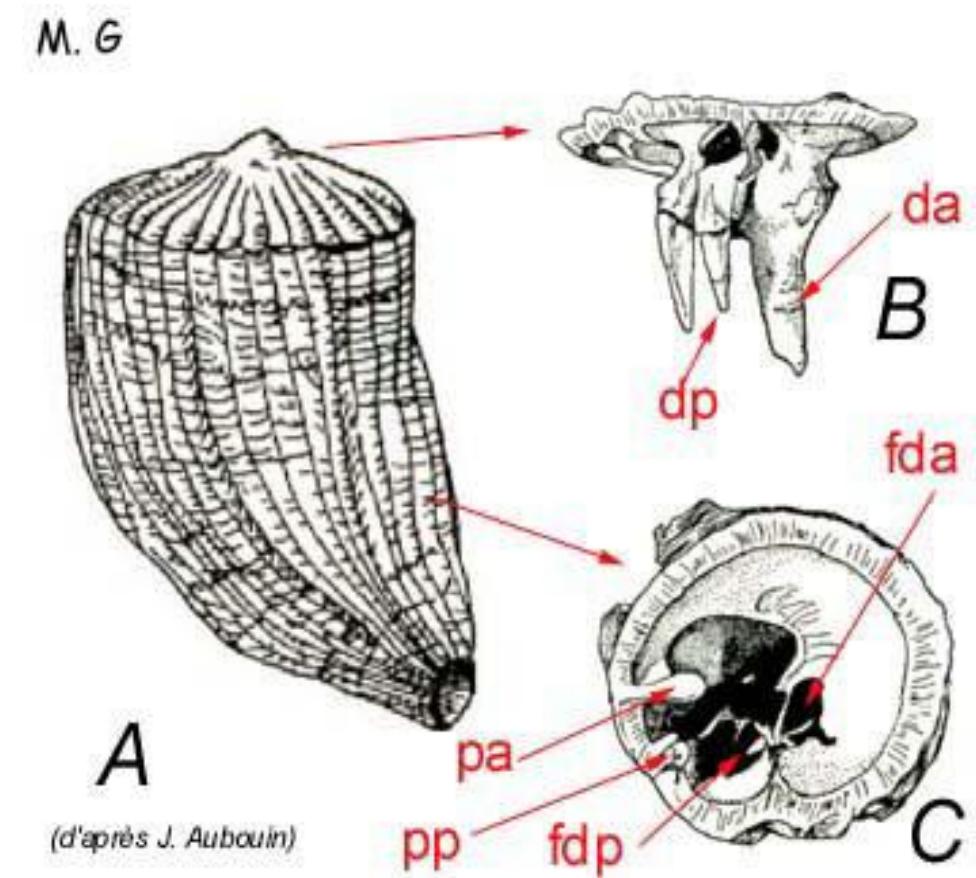
Schéma structural des Alpes occidentales d'après la carte de France au millionième.

- A : Albertville ; An : klippe des Annes
- B : Barcelonnette ; C : Chenaillet
- E : Embrun ; FP : front pennique
- Gf : Gros Foug ; L.A : Lac d'Annecy
- L.B : Lac du Bourget ; Q : Queyras
- S : klippe de Sileus
- ZAA : zone austro-alpine
- ZB : zone briançonnaise
- ZD : zone dauphinoise
- ZPL : zone piémontaise et ligure
- ZSA : zone sud-alpine

Calcaire à rudistes (Alpes)



Rudistes



Balade dans les Alpes - Zones externes



Charbon dans les couches hercyniennes à la Mure (environ de Grenoble)

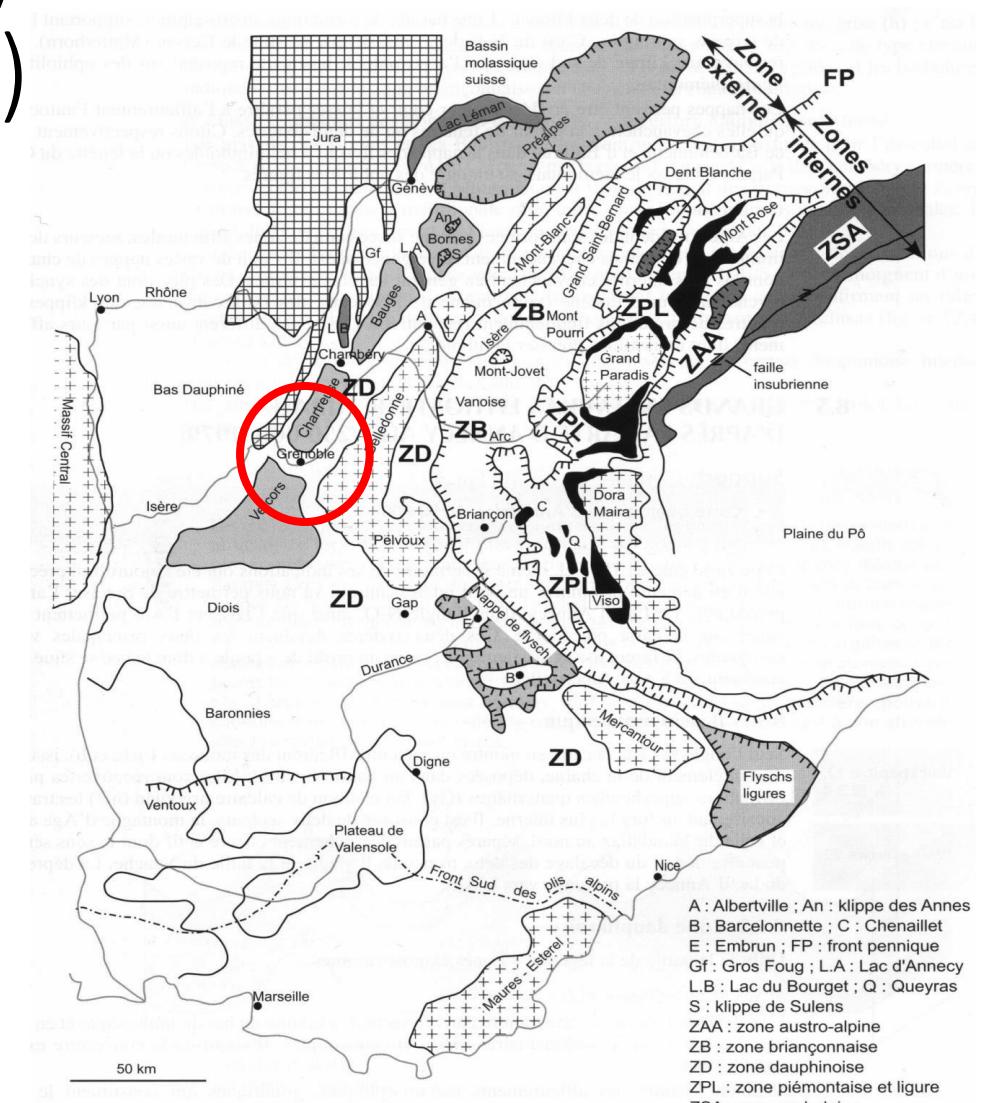
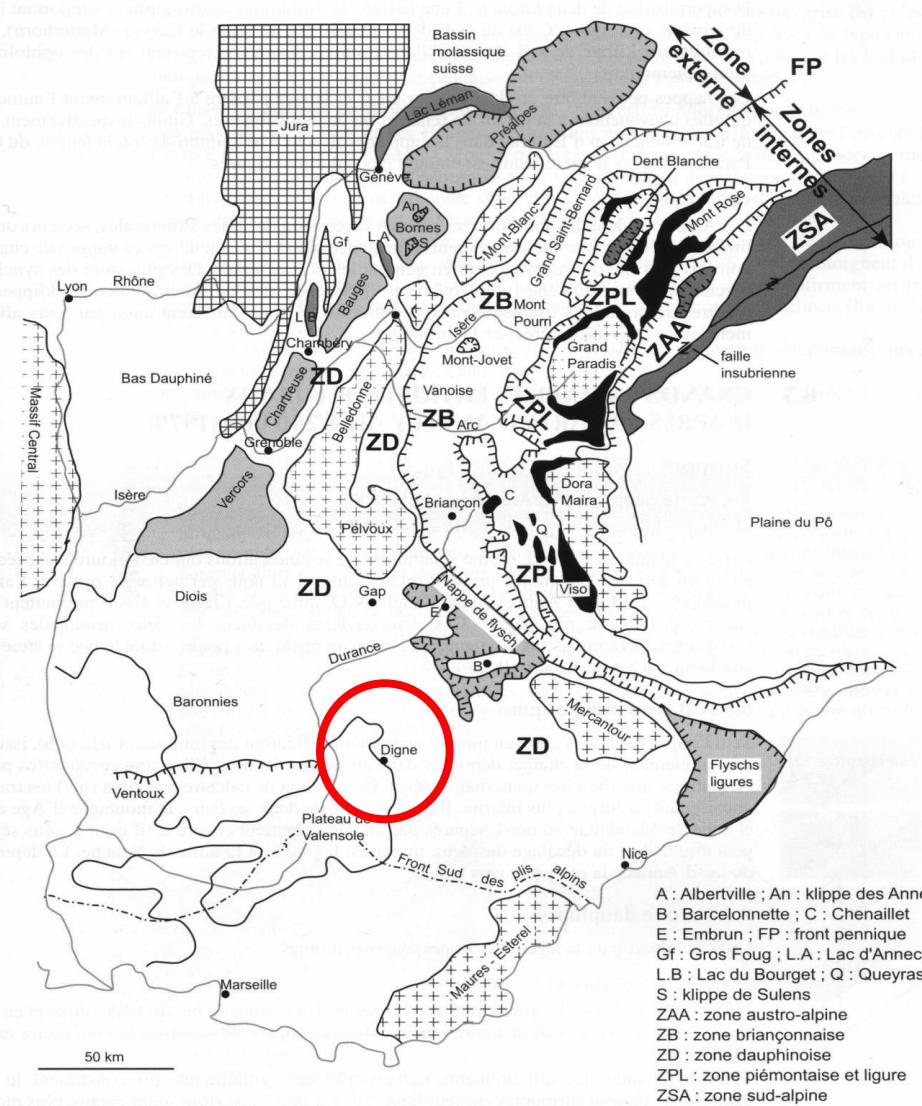


Schéma structural des Alpes occidentales d'après la carte de France au millionième.

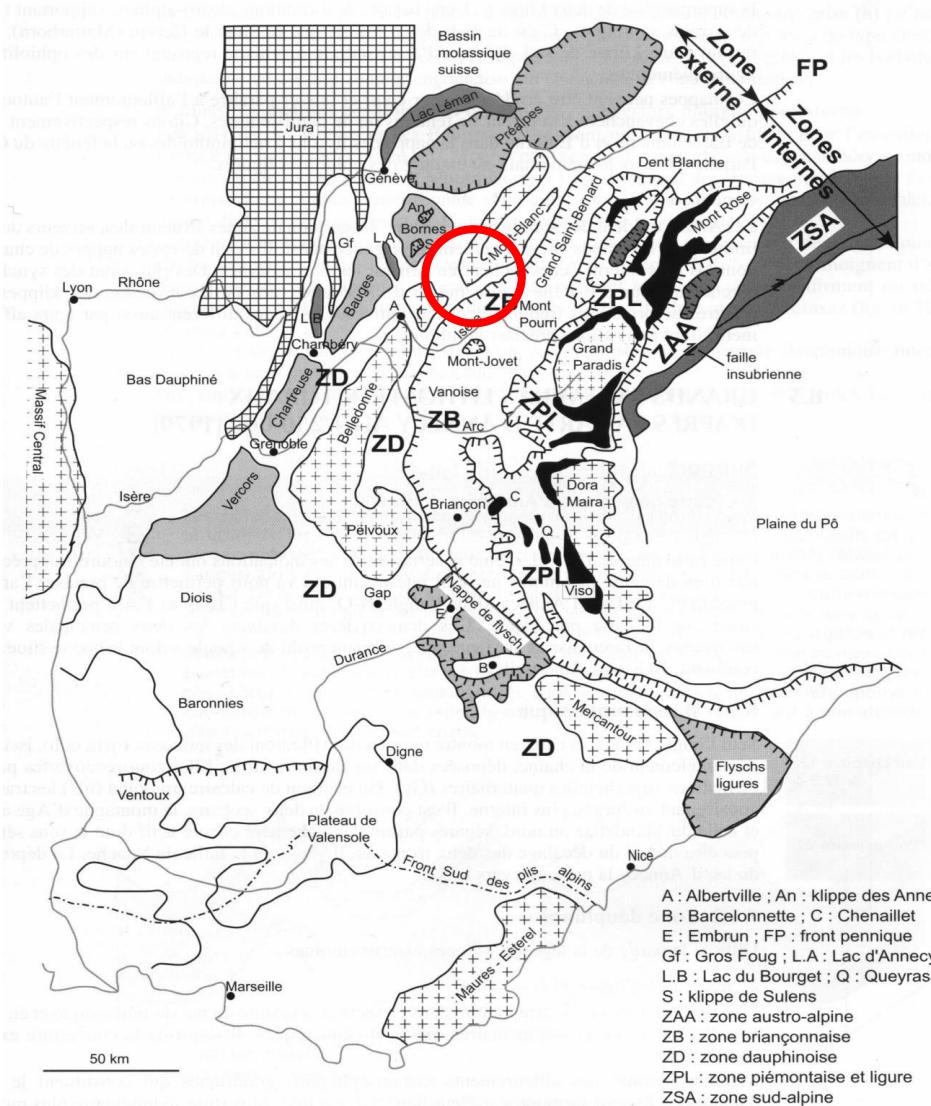
Dalle à ammonites (environ de Digne)



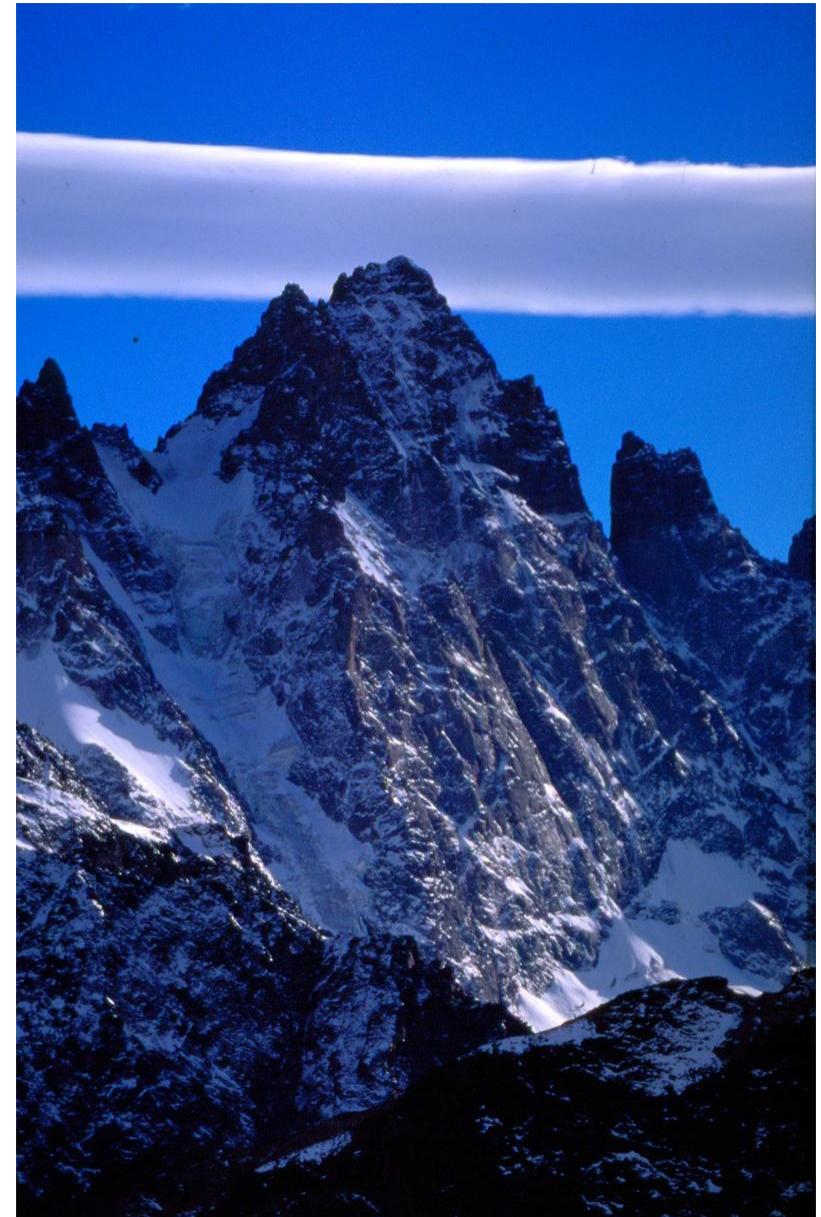
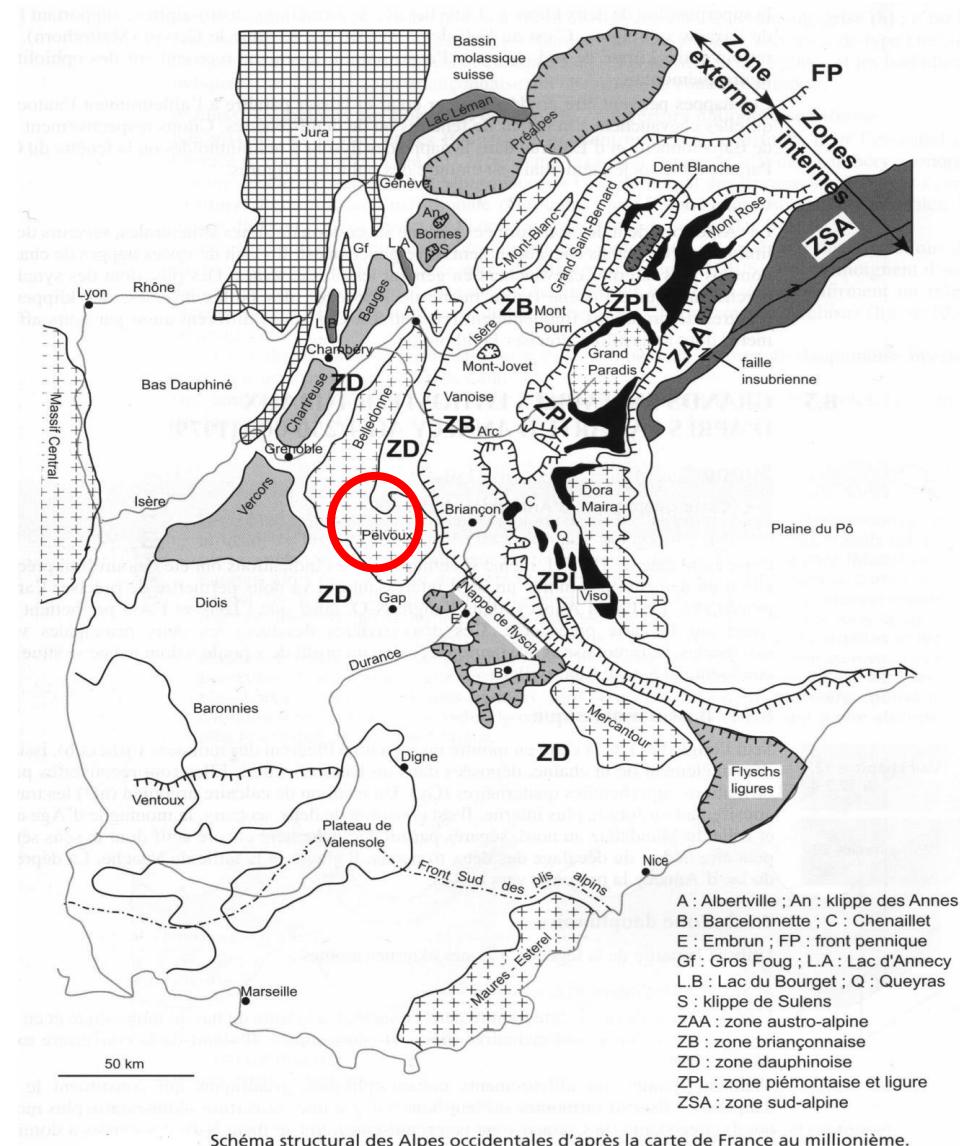
Massifs cristallins externes



Aiguille du midi (Chamonix)



Massif des Ecrins

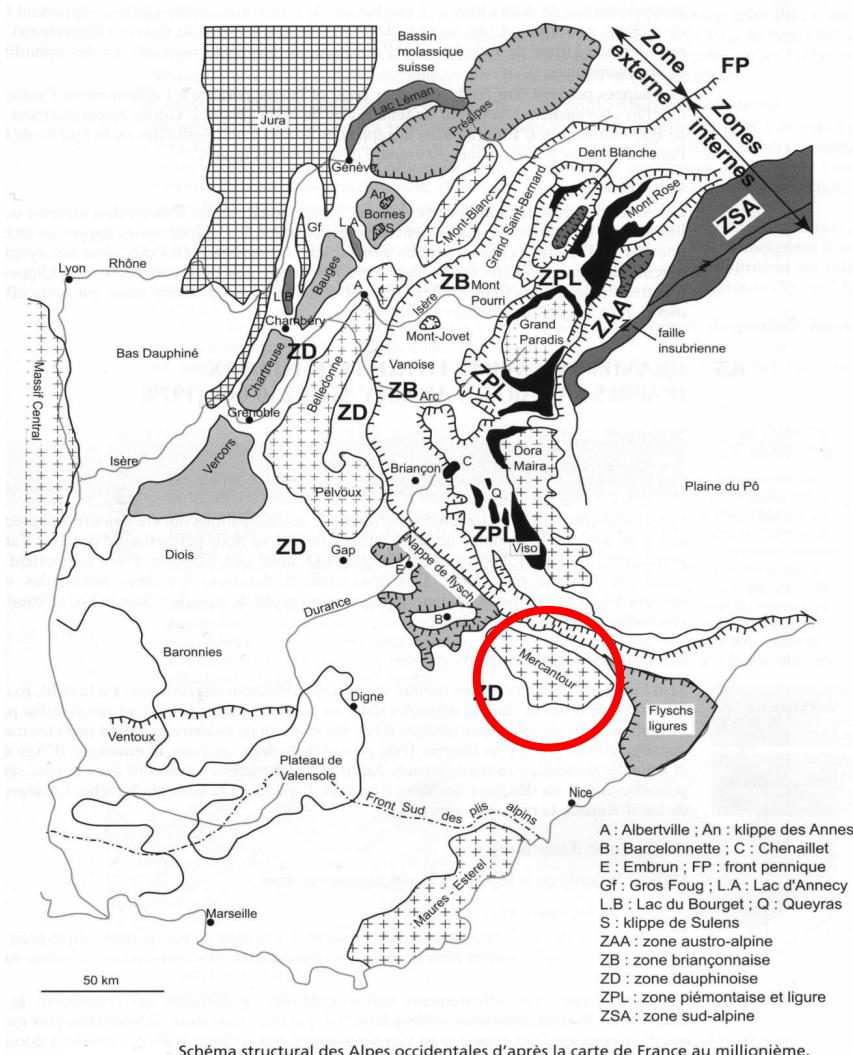


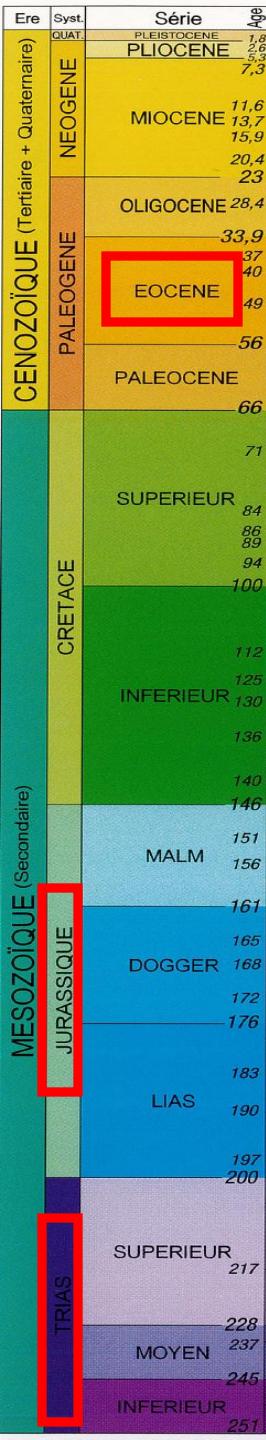
Massif des sept Laux : falaise de granites et gneiss



Détail

Le mercantour : massif cristallin externe proche de Nice.

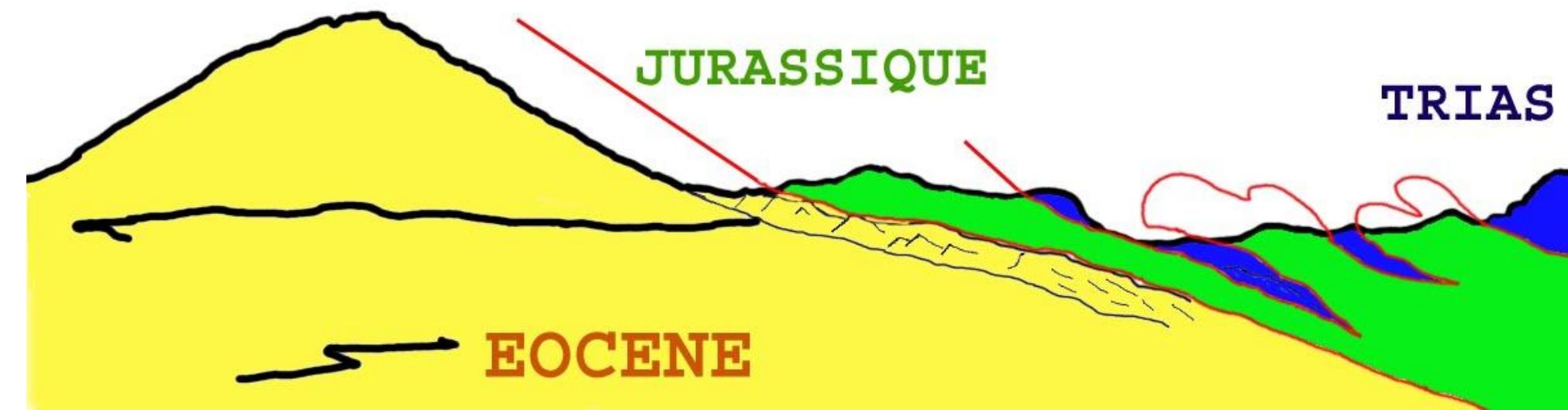




Balade dans les Alpes - Zones externes

Front pennique : limite domaine externe / interne

Front pennique : chevauchement



Panorama du col du Galibier

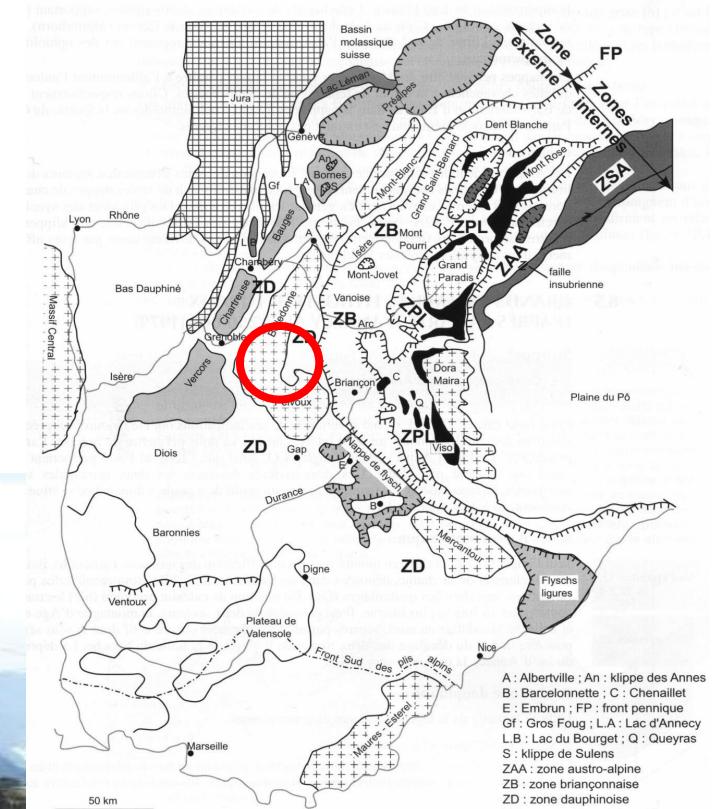


Schéma structural des Alpes occidentales d'après la carte de France au millionième.

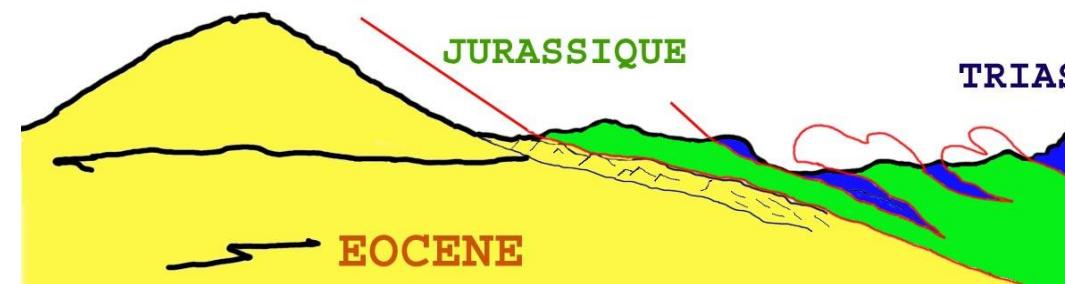
A : Albertville ; An : klippe des Annes
B : Barcelonnette ; C : Chenallet
E : Embrun ; FP : front pennique
Gf : Gros Foug ; L.A : Lac d'Annecy
L.B : Lac du Bourget ; Q : Queyras
S : klippe de Suleins
ZAA : zone austro-alpine
ZB : zone briançonnaise
ZD : zone dauphinoise
ZPL : zone piémontaise et ligure
ZSA : zone sud-alpine

Pamorama : vue du col du Lautaret vers le col du Galibier

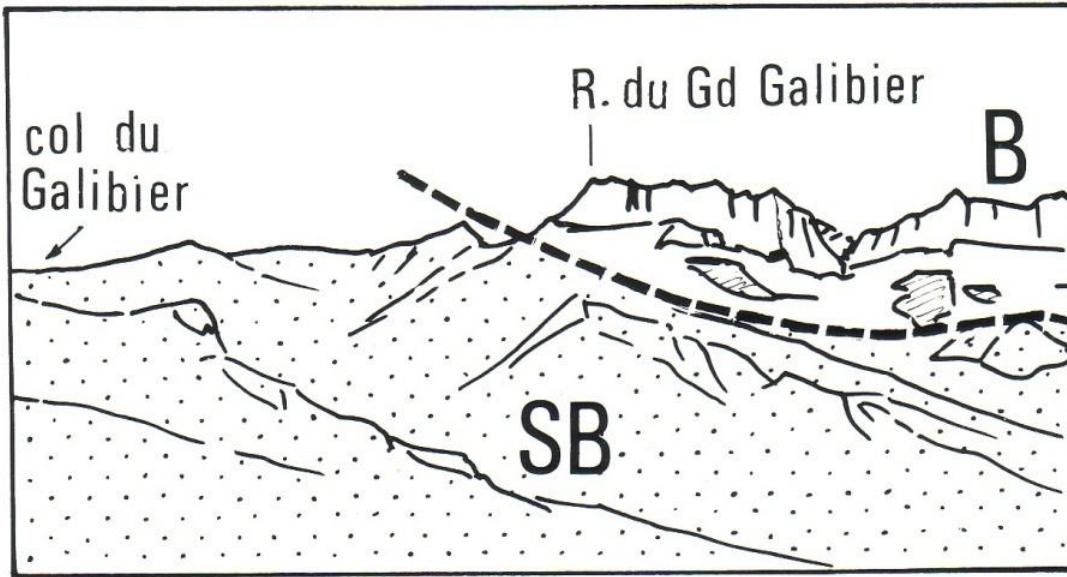
Col du Galibier : repère jaune



Zone de contact jurassique éocène : zone de faille avec marqueur du mouvement dans les calcaires jurassiques



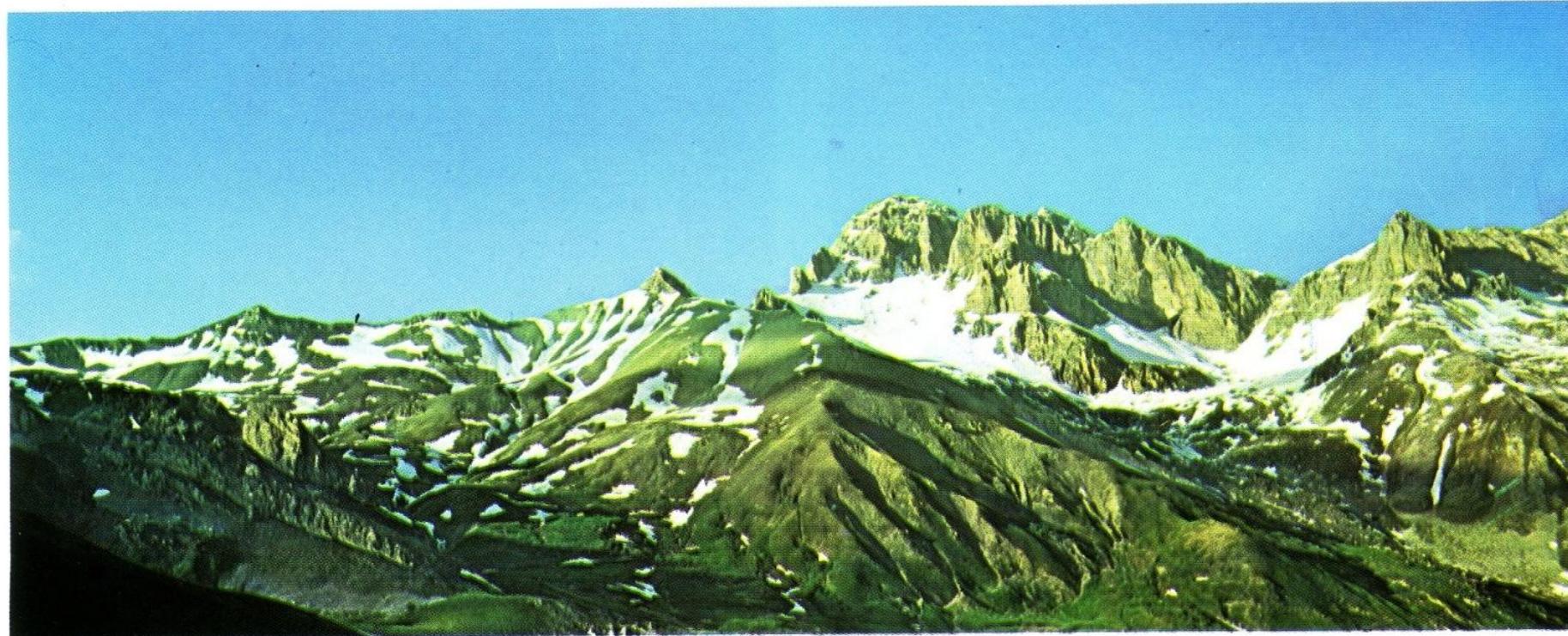
Balade dans les Alpes - Zones externes



32. Massif du Galibier, vu du col du Lautaret (Cl.-J. Debeltmas).

Les crêtes rocheuses sont faites par des calcaires surtout triasiques (base du Secondaire) appartenant à une nappe de charriage, dite briançonnaise (B). Au-dessous, viennent des terrains plus tendres et plus ravinés, faits de marnes crétacées et tertiaires (zone sub-briançonnaise, SB). Il y a donc superposition anormale puisque du Trias, terrain ancien, repose sur du Crétacé et du Tertiaire, plus récents.

L'avancée du premier ensemble sur le second est évidemment contemporaine du plissement alpin et a été facilité par la présence de roches jouant le rôle d'un « lubrifiant tectonique ». Dans le cas particulier il s'agit de *gypses*, également triasiques, invisibles sur la photographie.



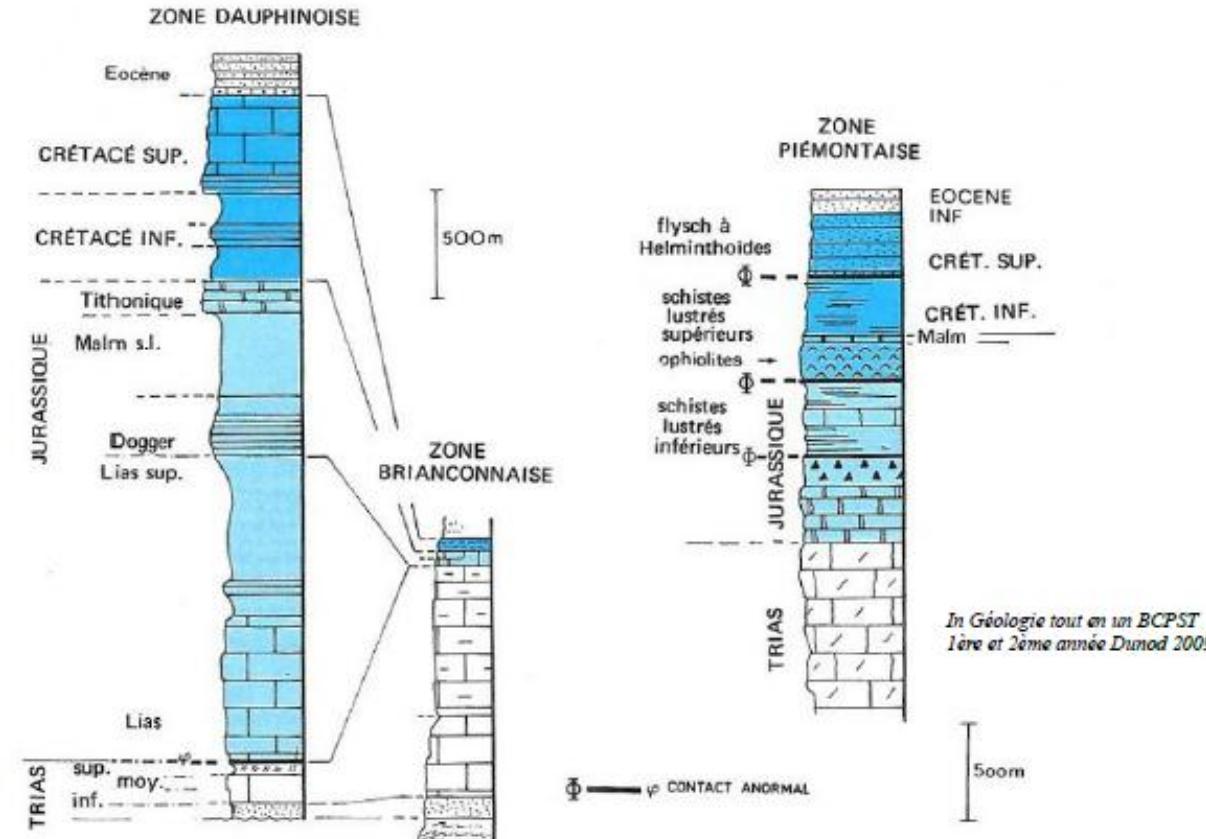
Balade dans les Alpes

Zones internes

Zone briançonnaise



Document poly



Calcaire dolomitique au col de l'Izoard (case déserte)

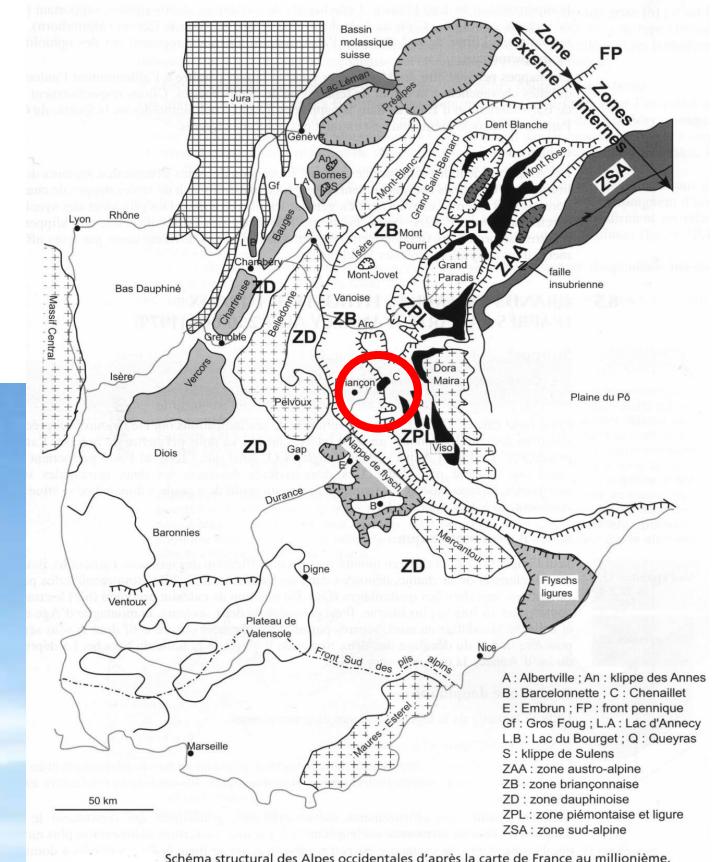


Schéma structural des Alpes occidentales d'après la carte de France au millionième.

Dolomie = roche carbonatée issues de la précipitation de dolomite dans des lagunes côtières des pays chauds.

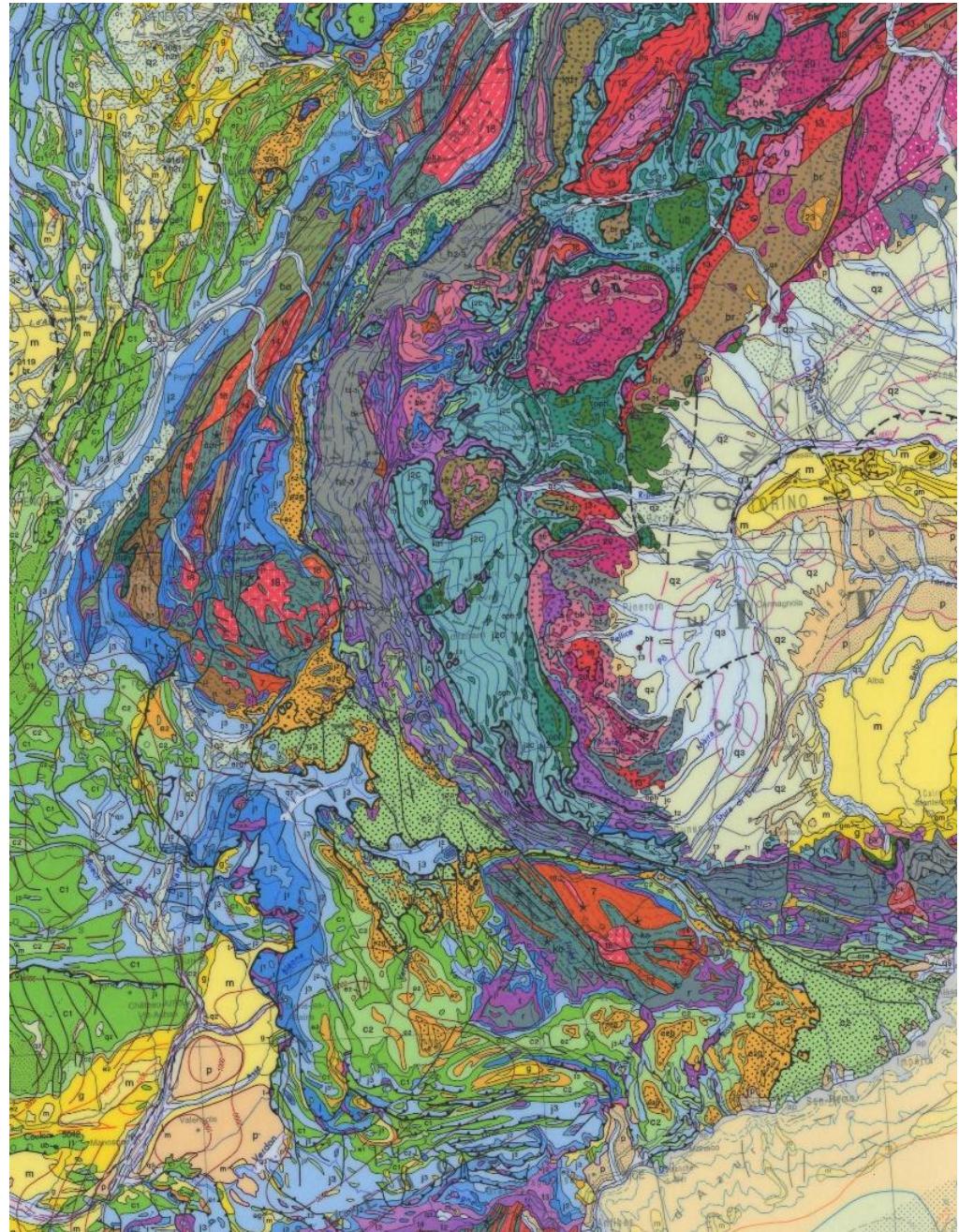
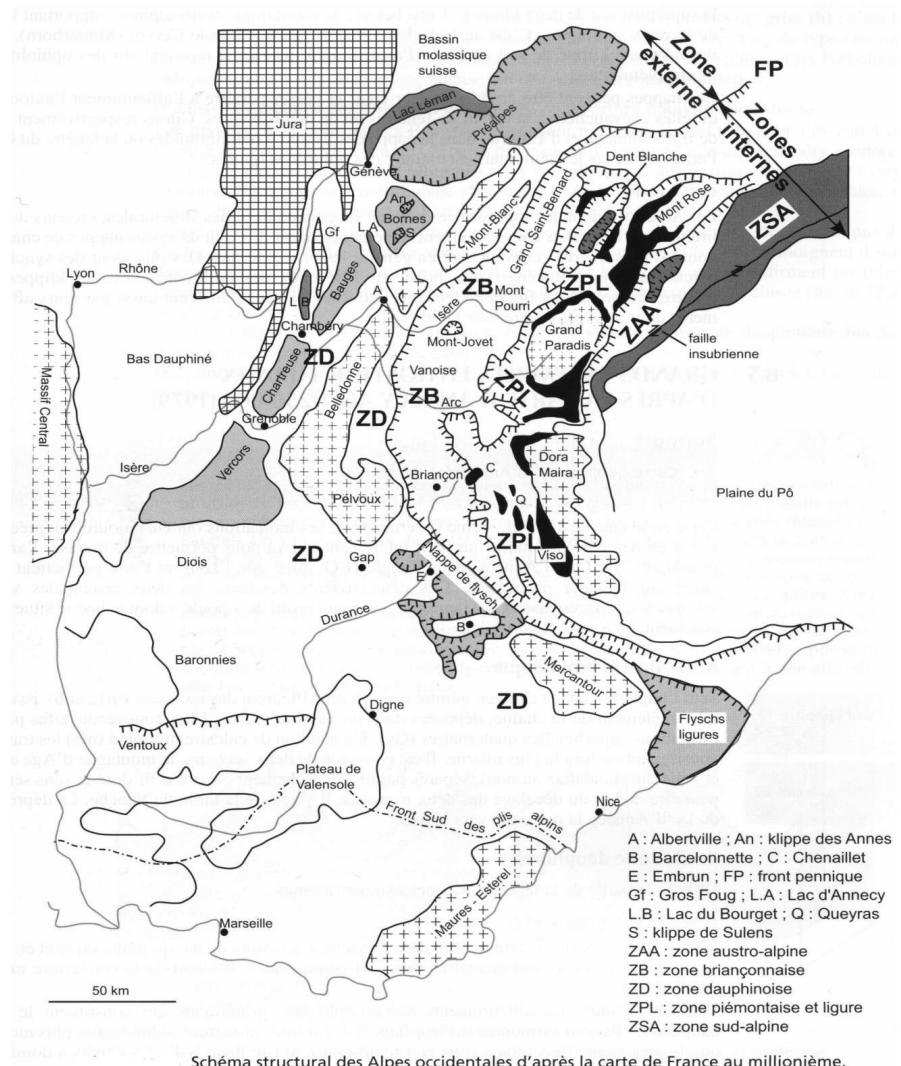
Case déserte.



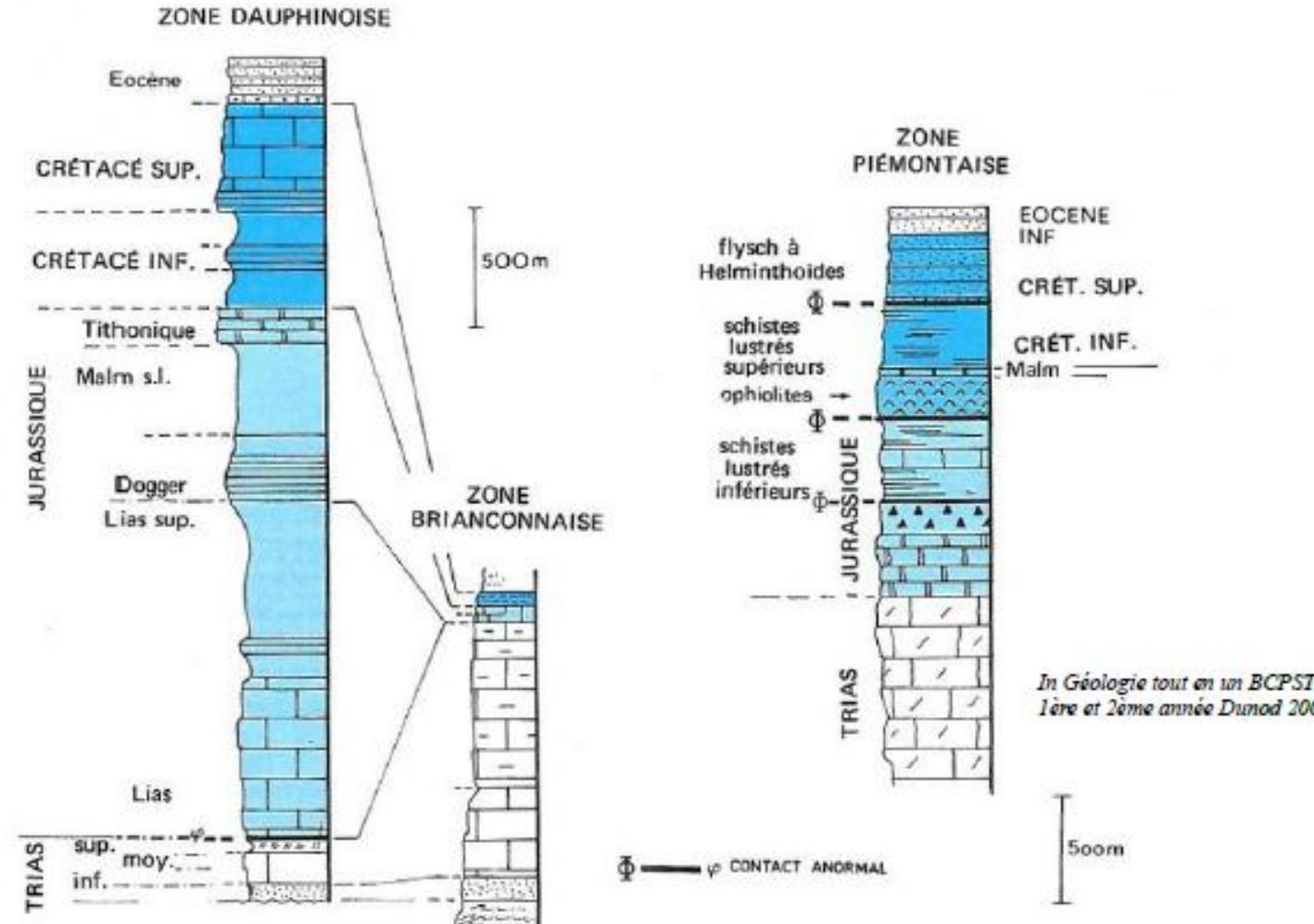
Calcaire à ammonites à Guillestre



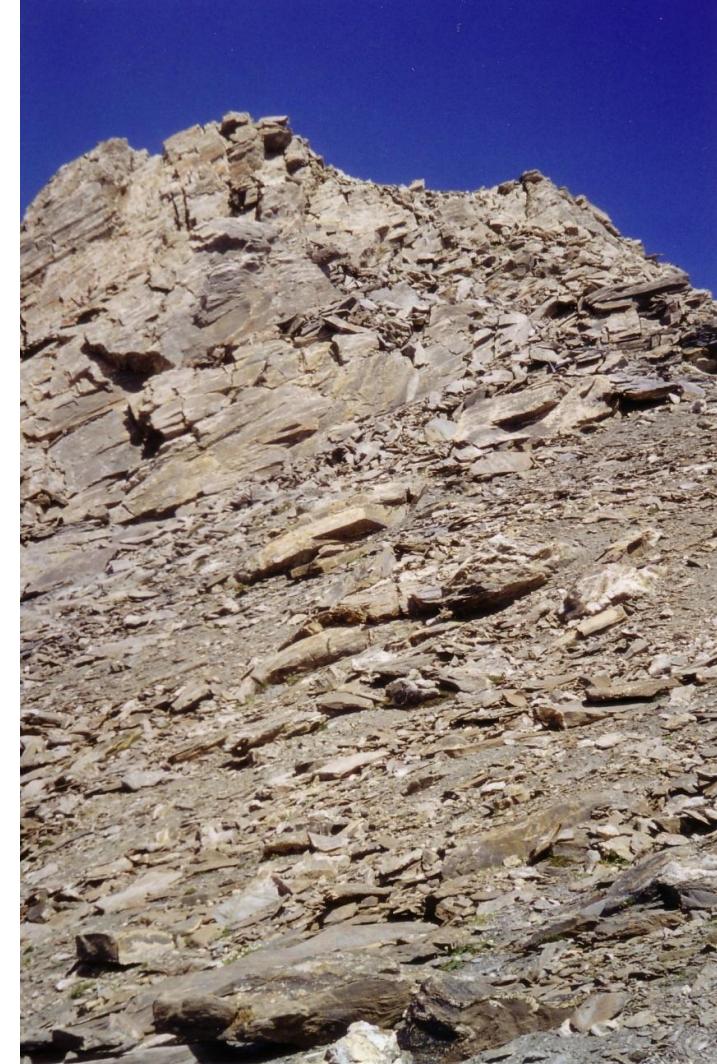
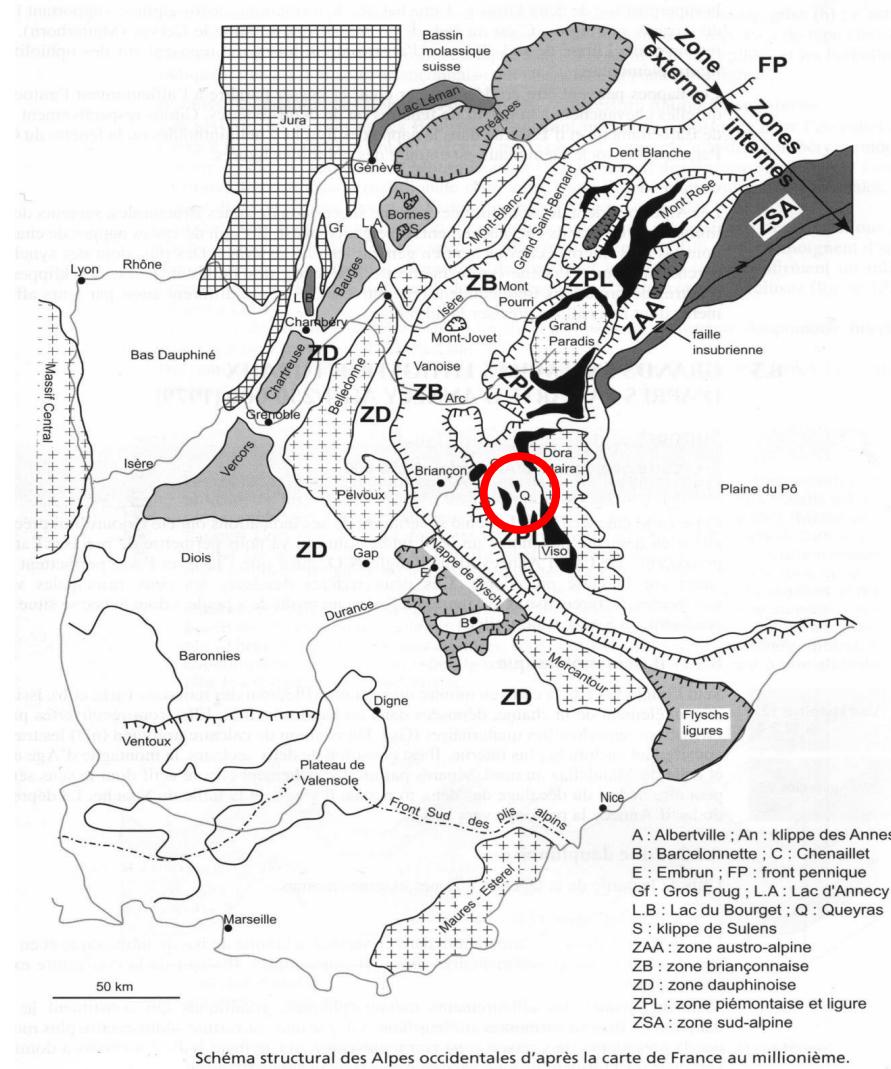
Zone piémontaise



Document poly



Schistes lustrés dans le Queyras



Schistes lustrés dans le Queyras



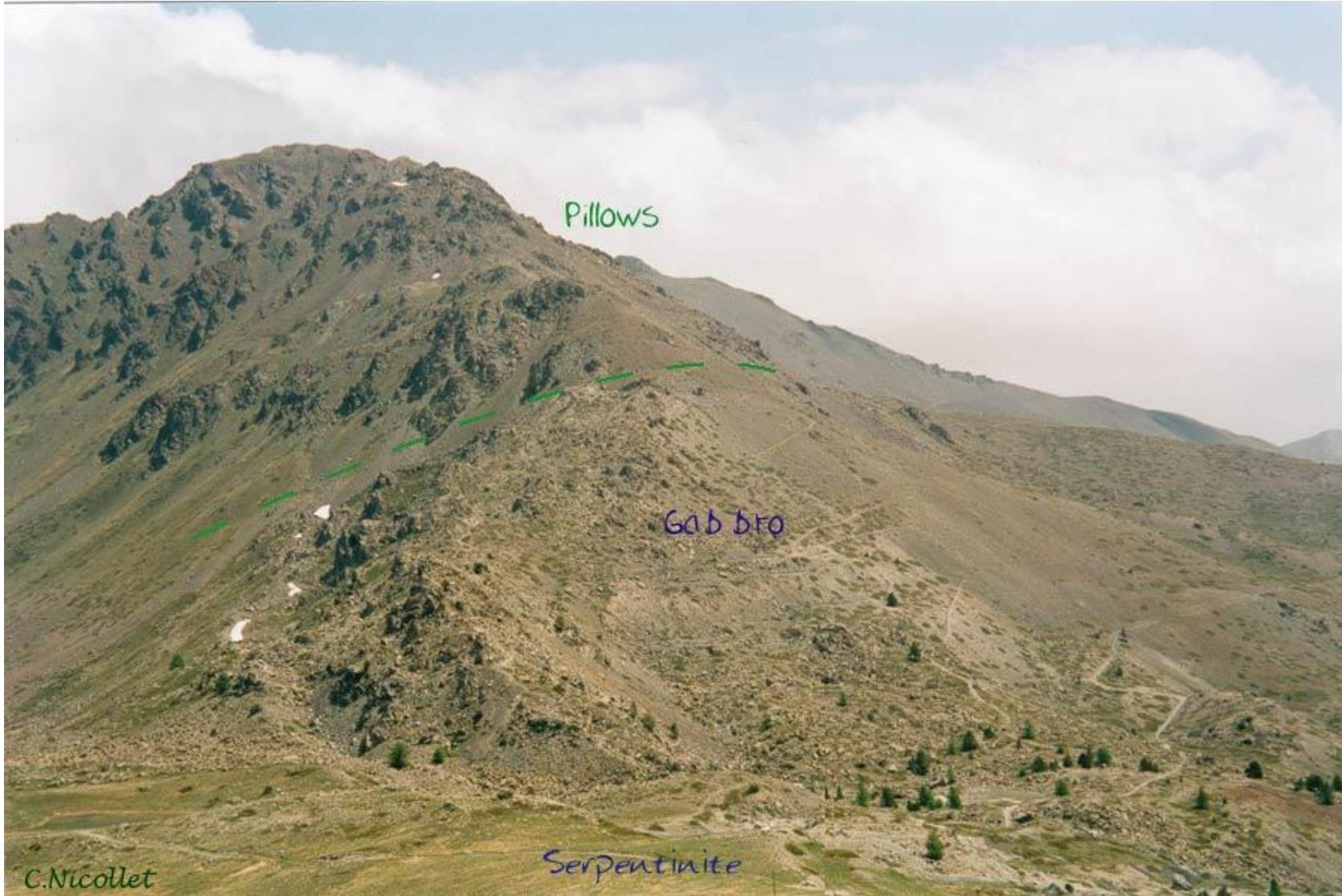
Schistes lustrès



Plis isocлинаux dans les schistes Lustès



Massif du Chenaillet



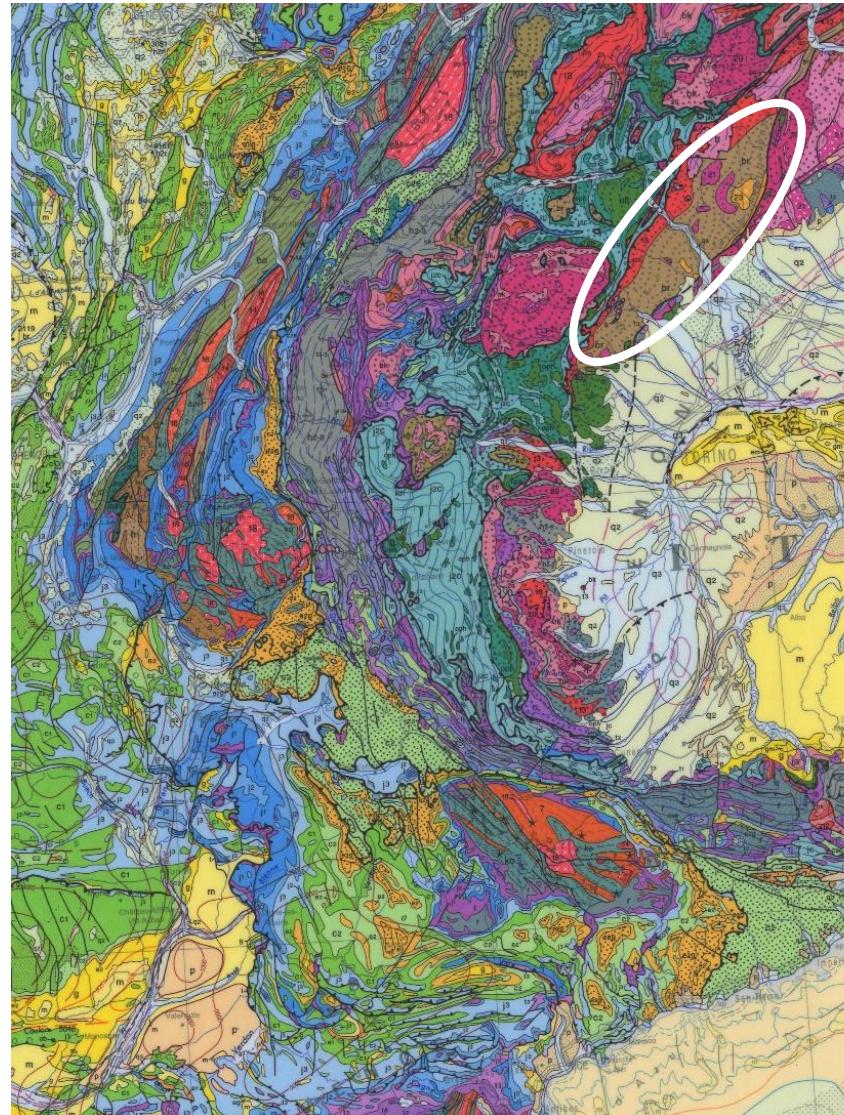
Pillows du Chenaillet



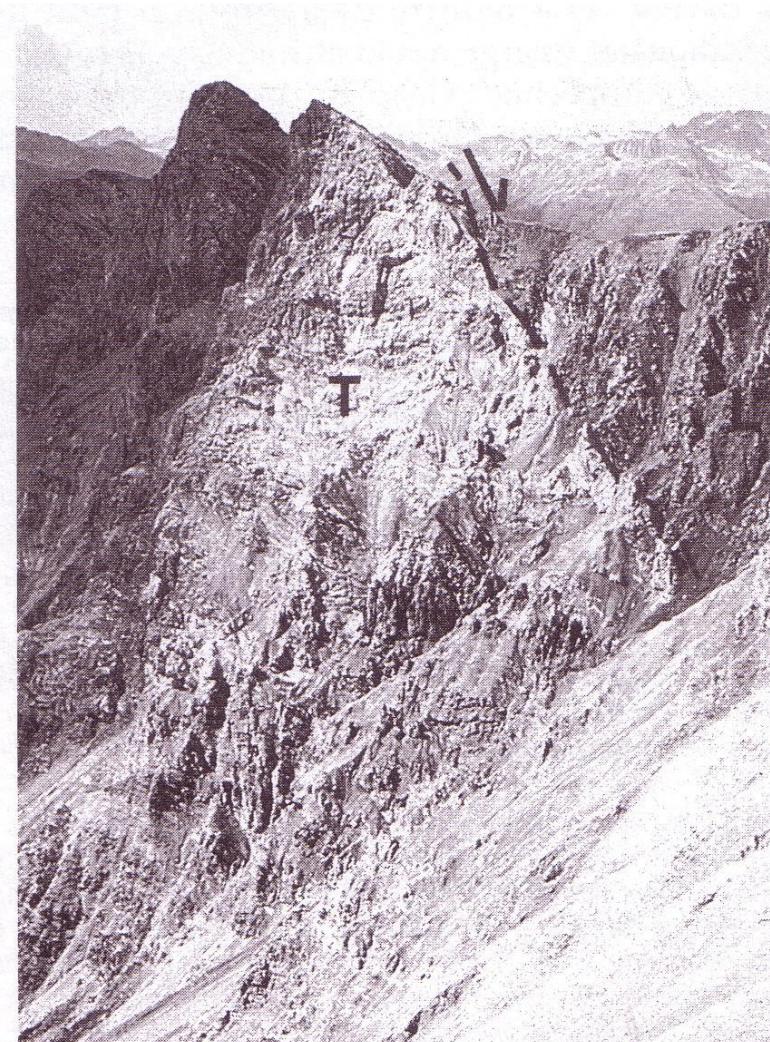
Mont Viso : une autre unité ophiolitique.



Zone sud alpine, Sésia.



Marge apulo africaine = sud alpin



Rappel TP 1 : zonation

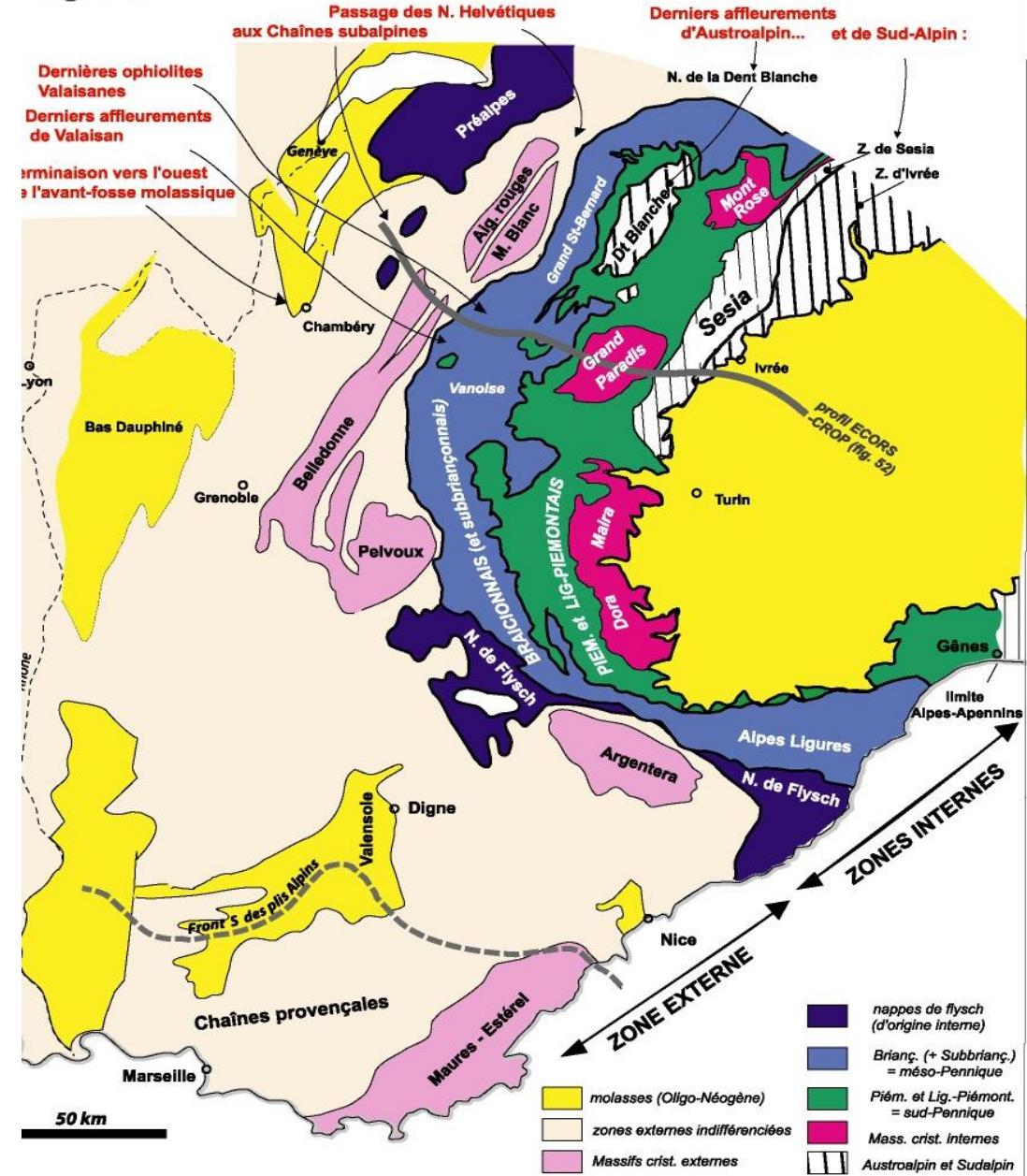
Carte France

1 / 1 000 000

Carte Gap

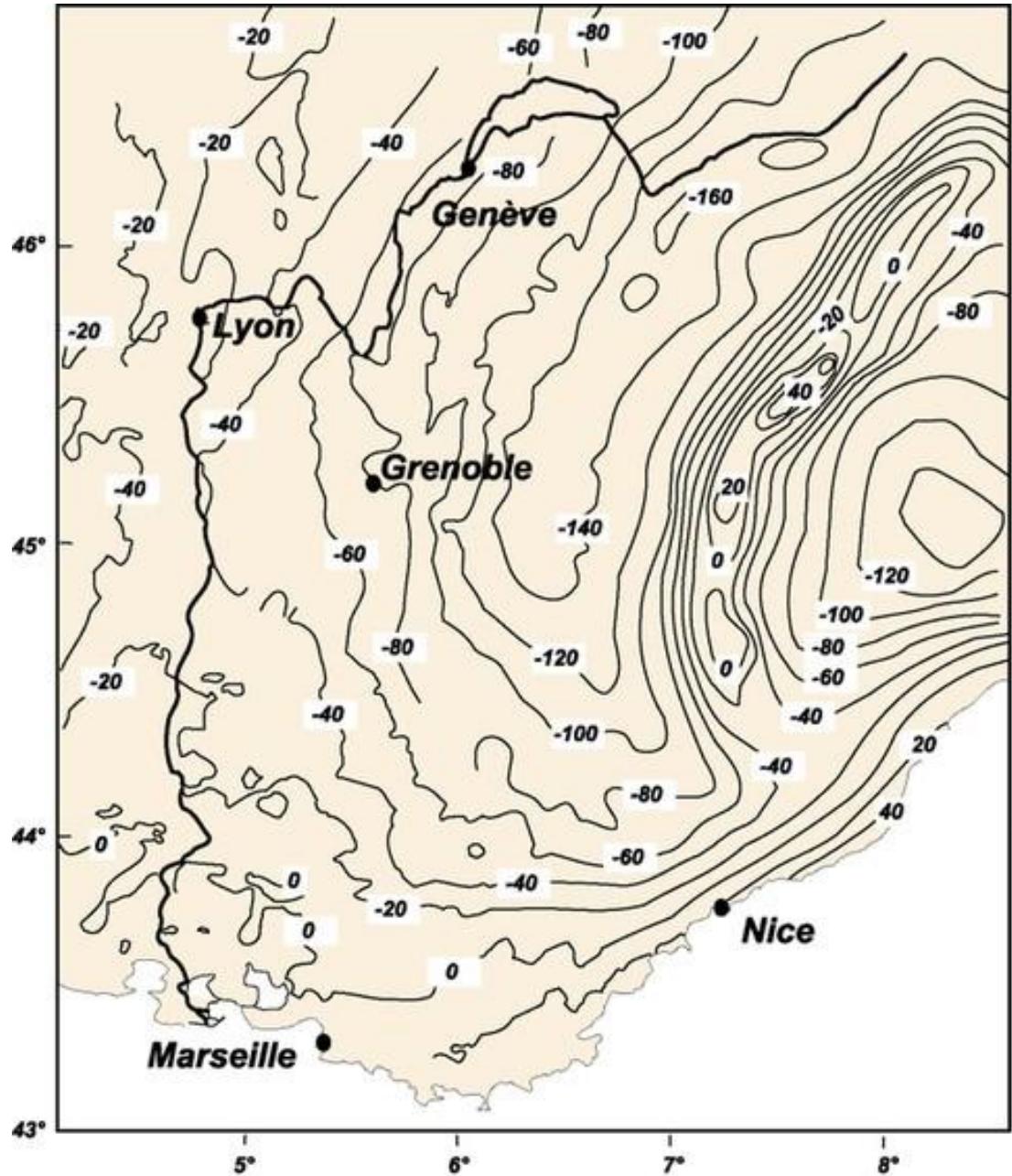
1 / 250 000

Fig. 22a

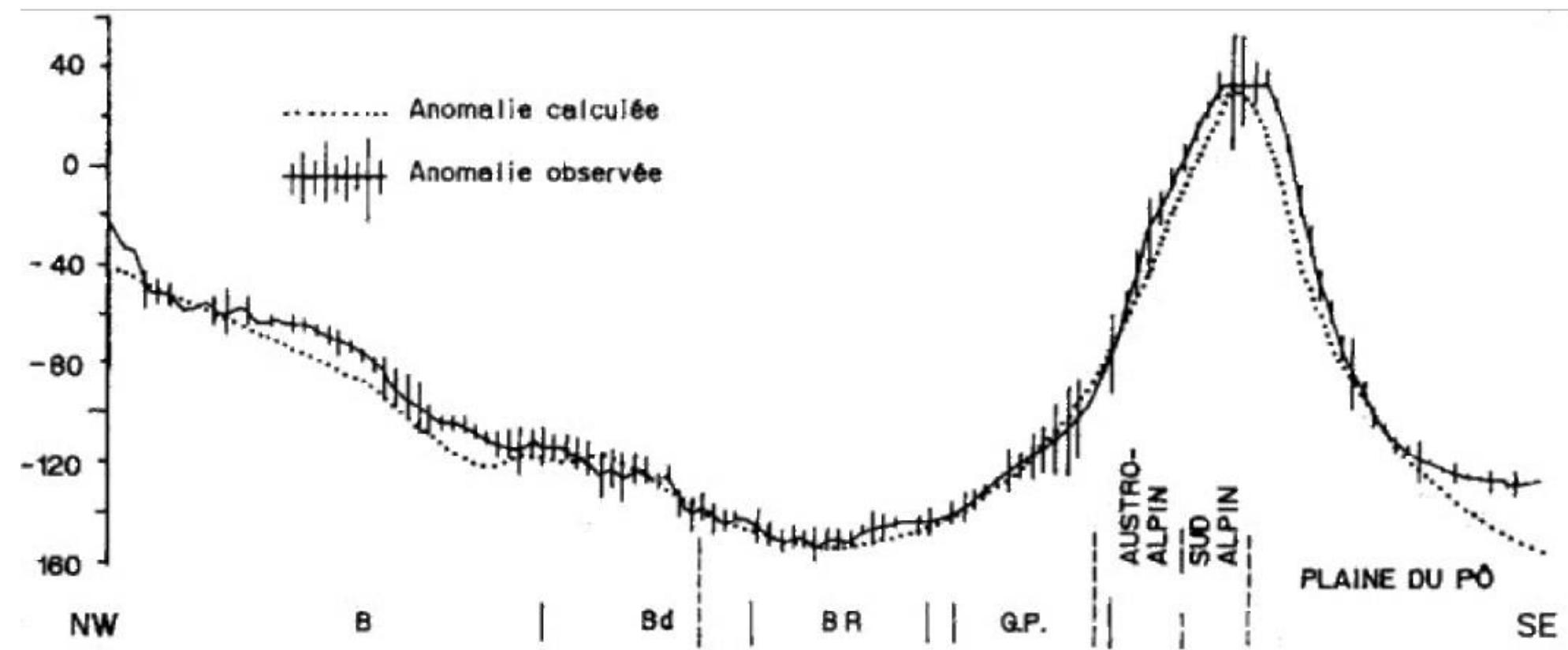


I - Données géophysiques.

Poly Page 1



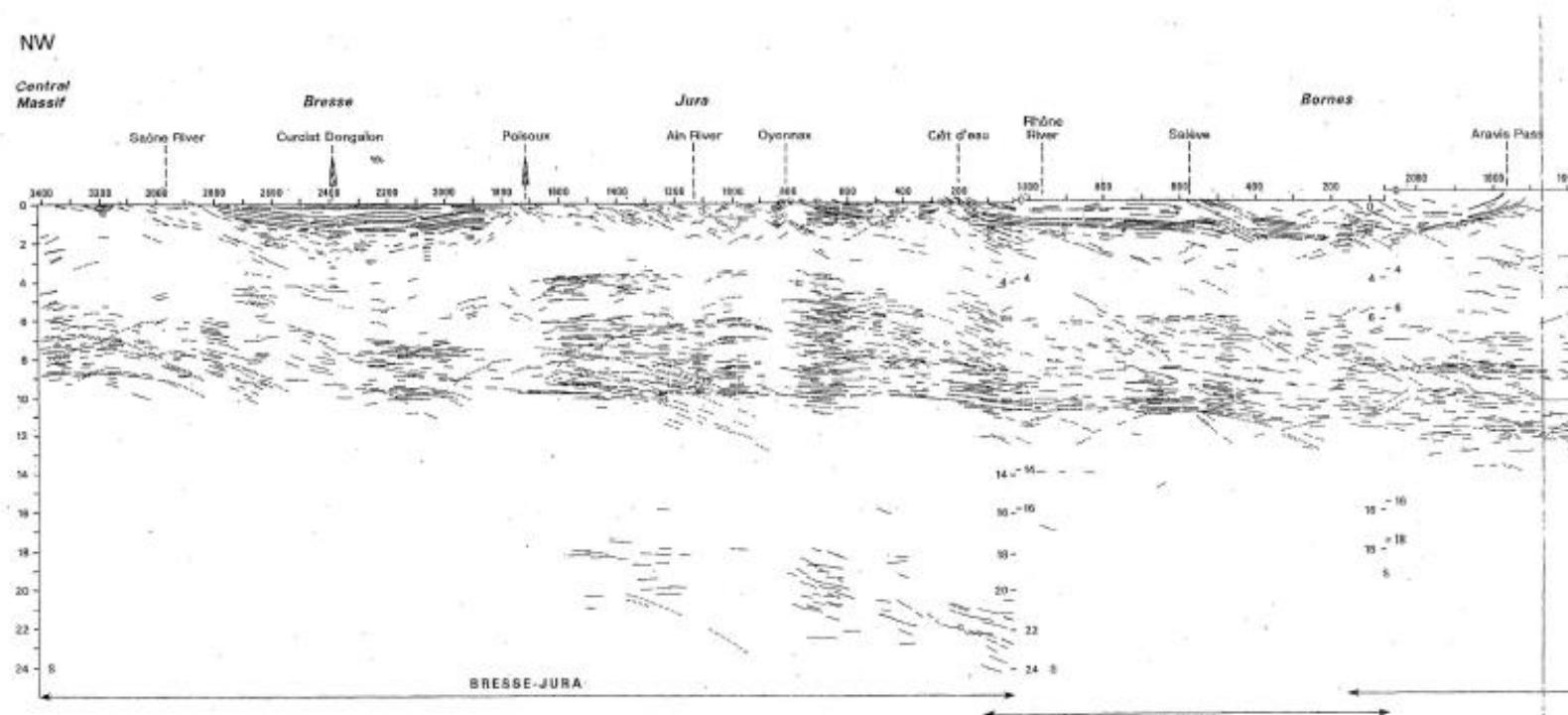
(d'après Dебelmas, 1980)



Anomalie négative : excès de masses peu denses = notion de « racine crustale ».

Anomalie positive : excès de masses très denses.

Ecors Jura / Zones sub alpine



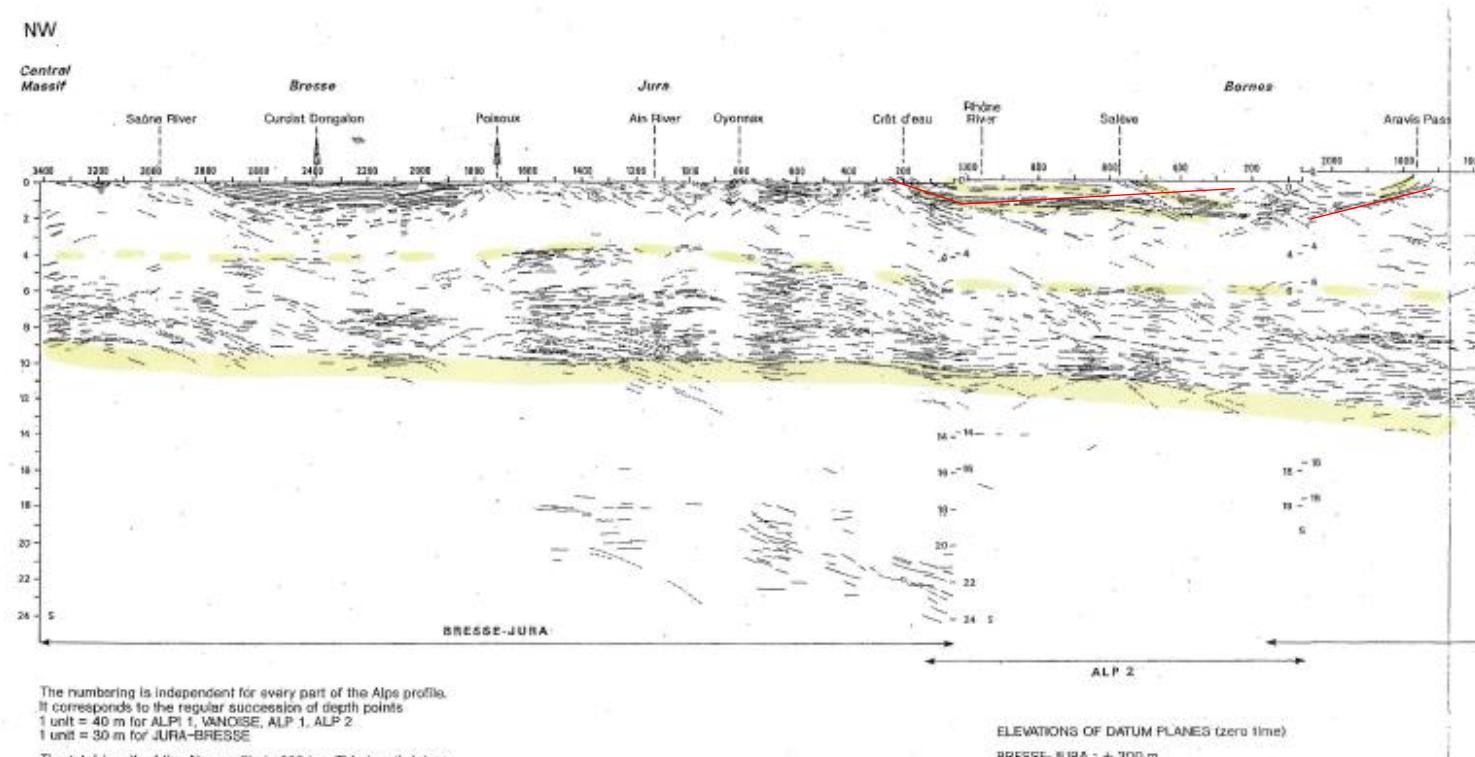
The numbering is independent for every part of the Alps profile.
It corresponds to the regular succession of depth points
1 unit = 40 m for ALP 1, VANOISE, ALP 1, ALP 2
1 unit = 30 m for JURA-BRESSE

The total length of the Alps profile is 320 km. This length takes
into account the overlaps between every partial profile

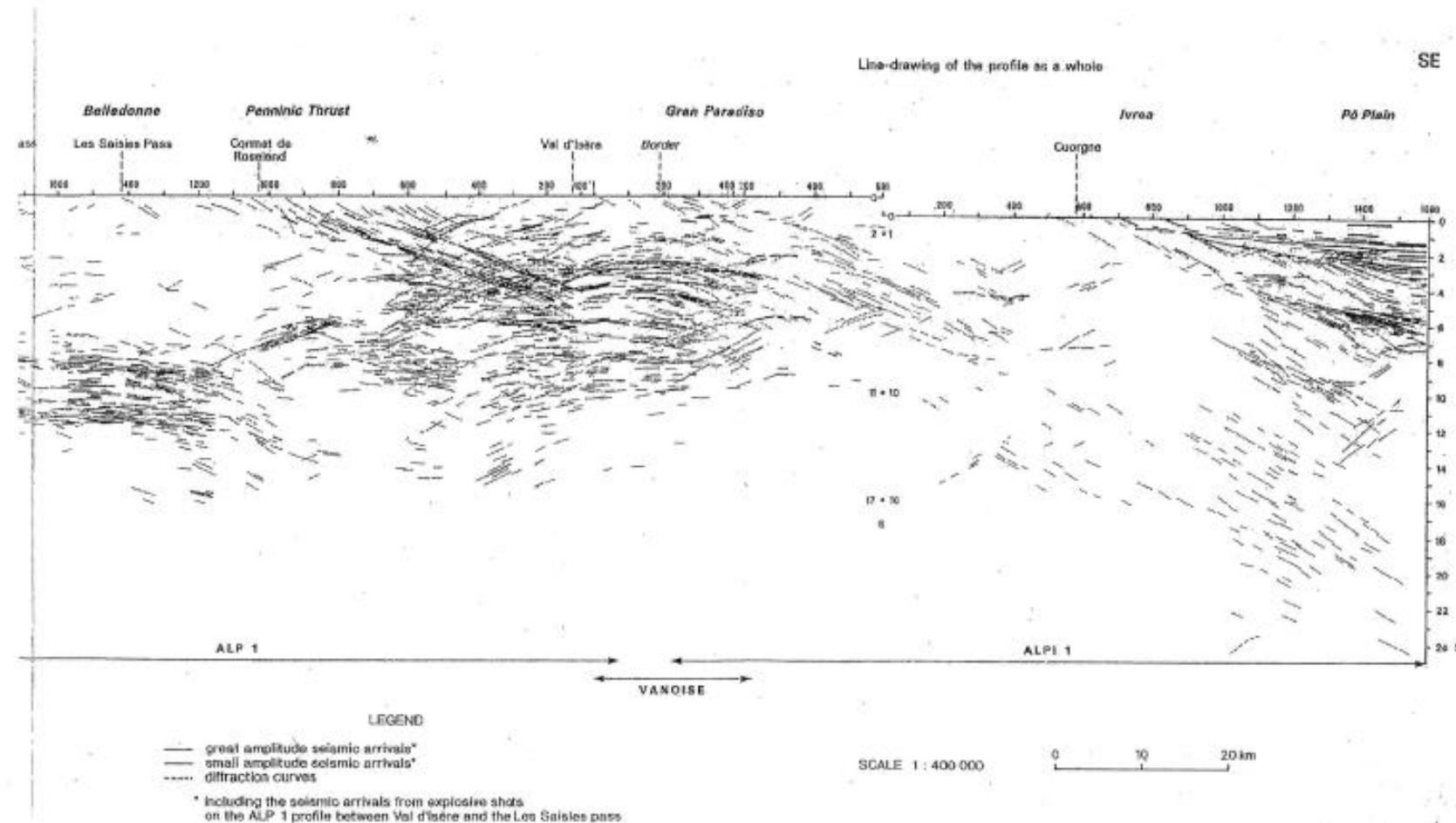
The timing is in seconds of two-way time

ELEVATIONS OF DATUM PLANES (zero time)
BRESSE-JURA : + 300 m
ALP 2 : + 650 m
ALP 1-VANOISE-ALP 1 west : + 1500 m
ALP 1 east : 0 m

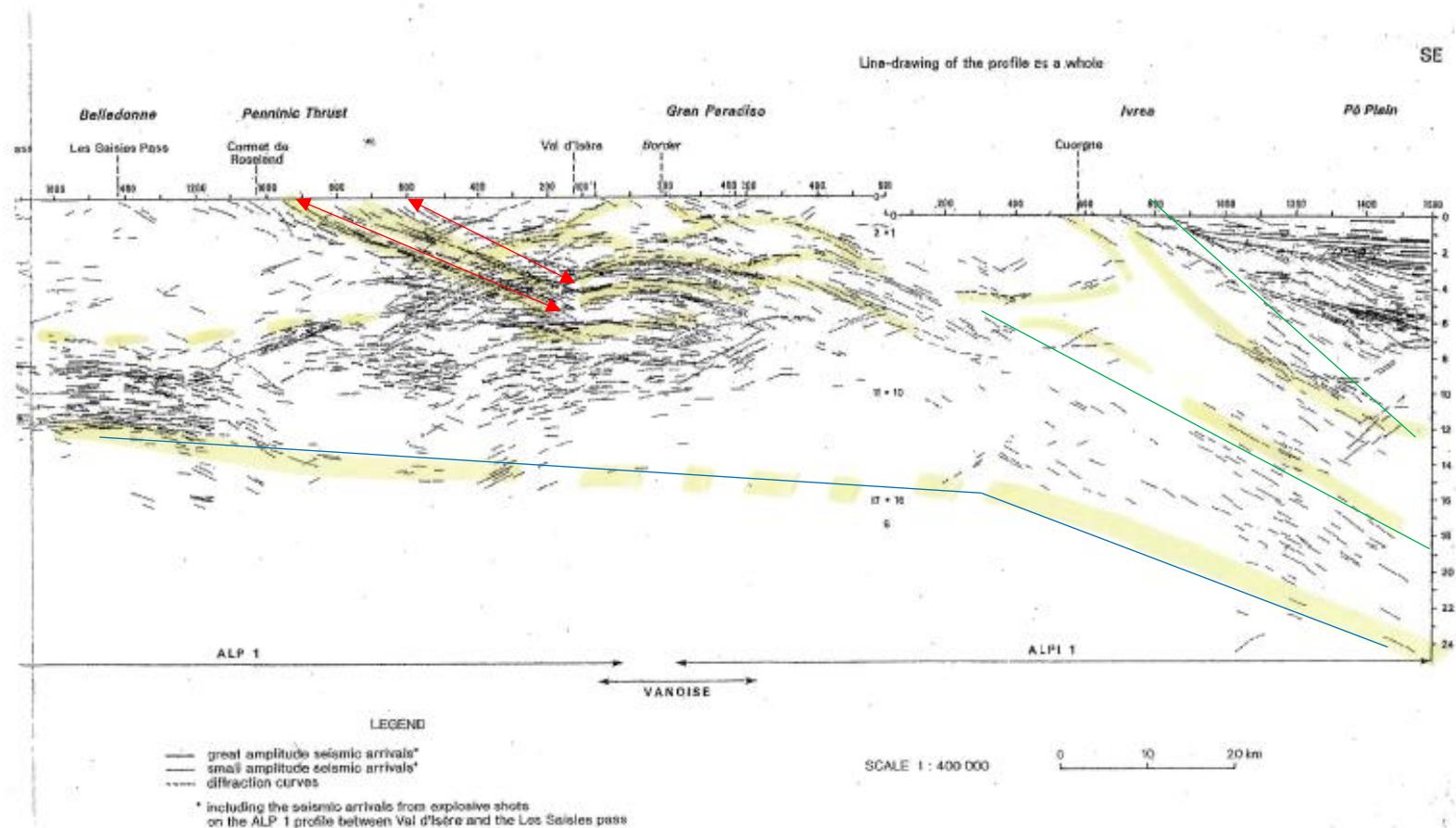
Rélecteurs zone externe



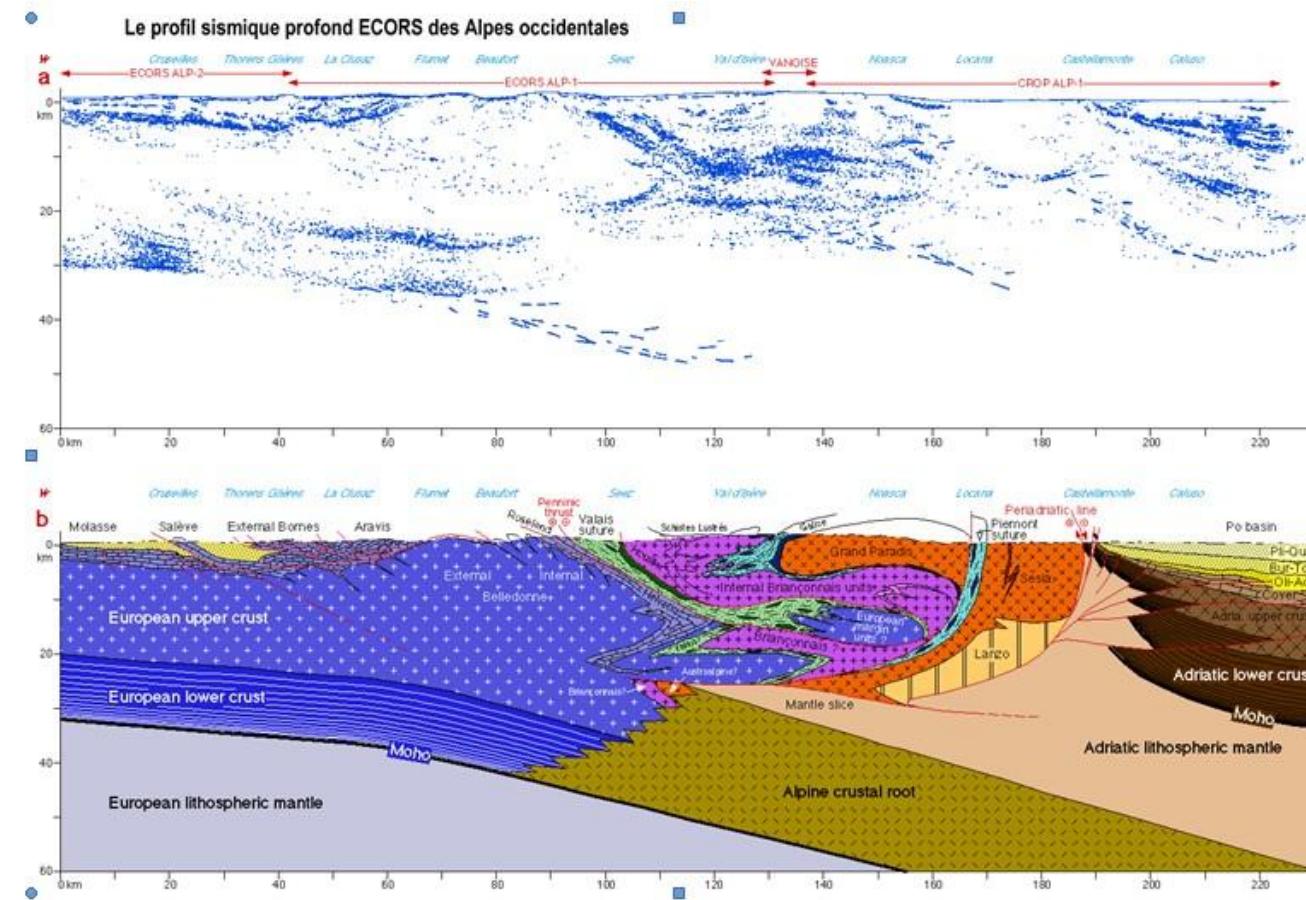
Ecors Zones internes



Réflecteurs zone interne



Profil ECORS interprété

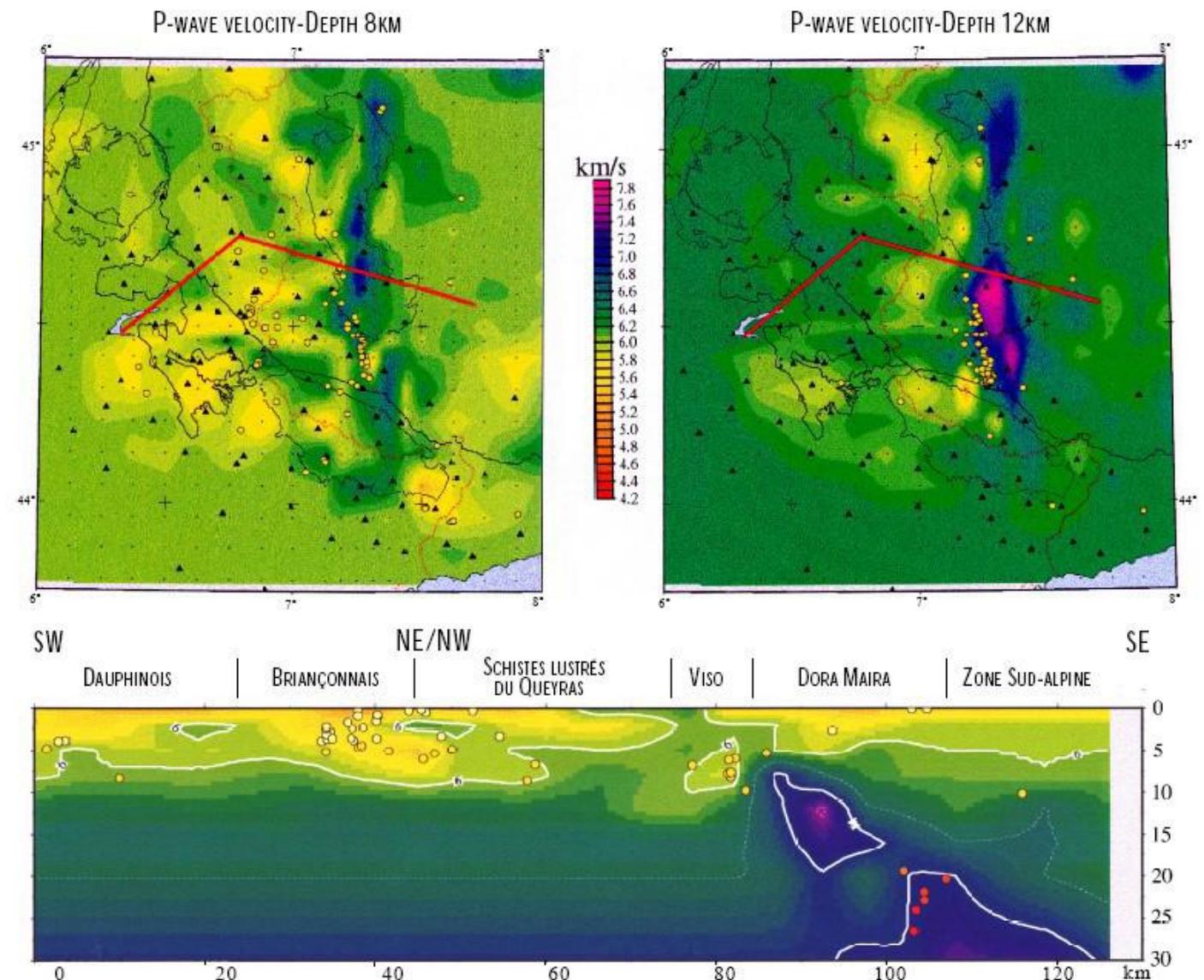


Tomographie

Poly page 1

Attention :

Indicateur de la
vitesse des ondes



Rappel Tomographie

Relation vitesse / vitesse du modèle :

Loi de Birch : La vitesse d'une onde P est reliée linéairement à la masse volumique du milieu qu'elle traverse.

- > Plus dense : plus rapide : anomalie positive
- > Moins dense : plus lent : anomalie négative

II - L'océan Alpin.

Montgenèvre (région de Briançon) et le massif ophiolitique du Chenaillet.

Poly : figure 6 à 13, + échantillon « Chenaillet ».

Le massif du Chenaillet, au dessus de Montgenèvre.

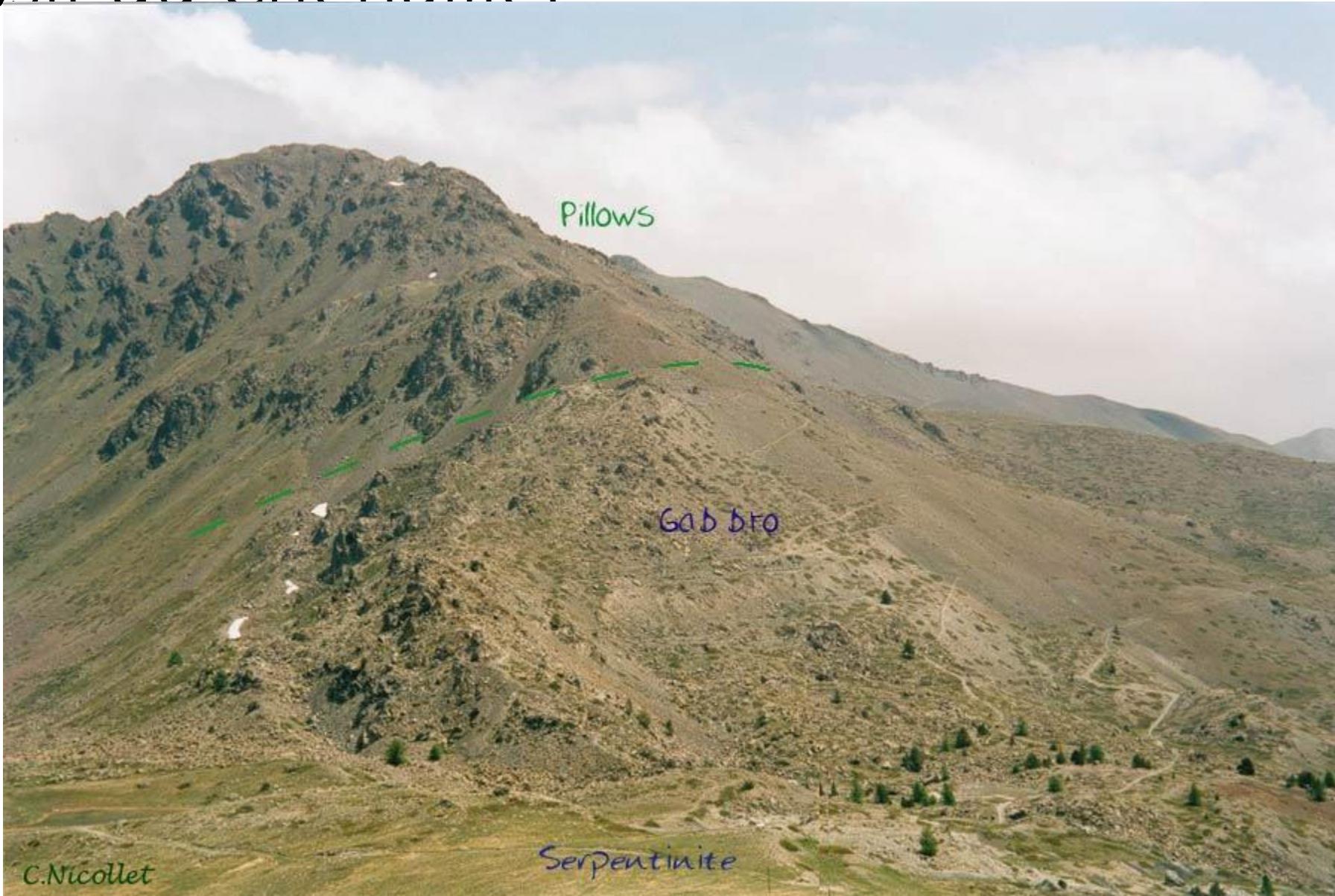


Fig 7

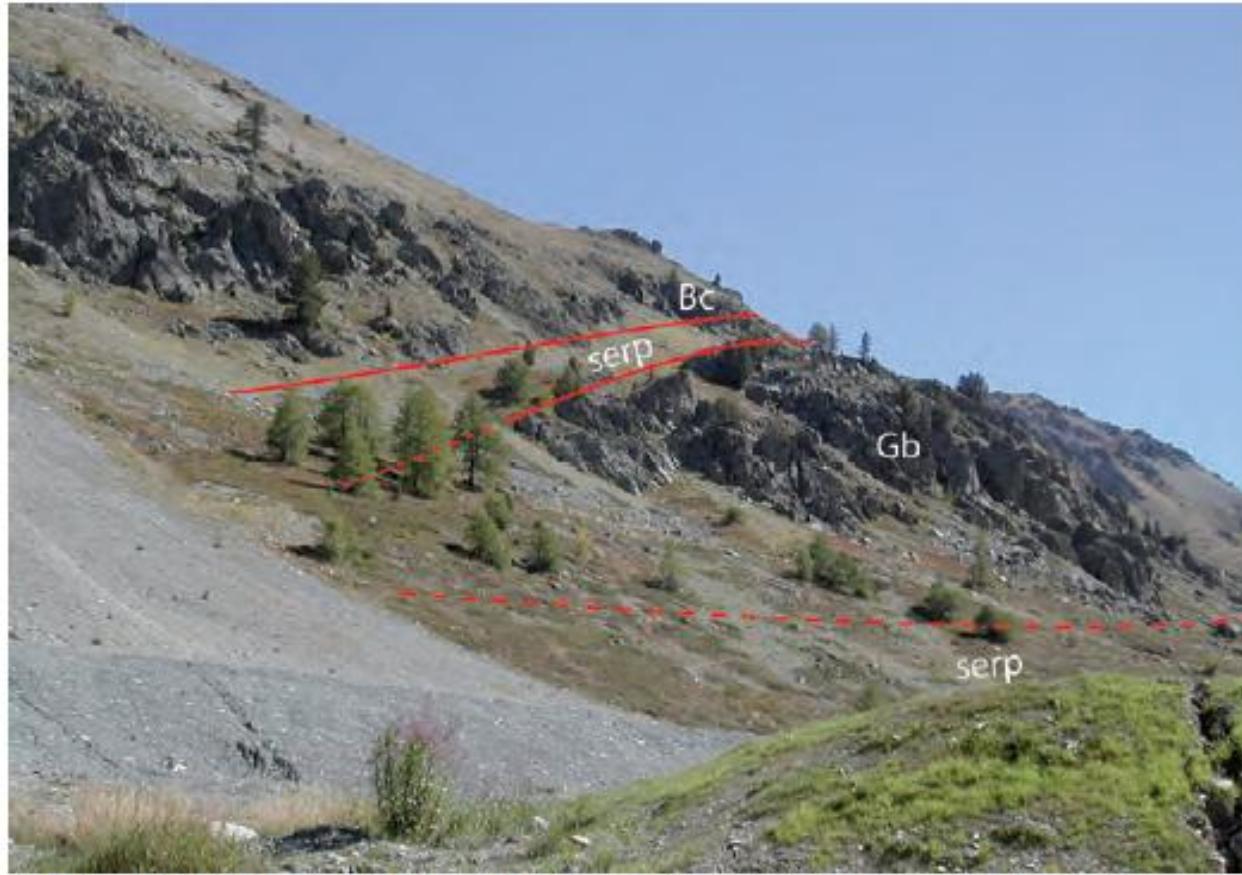


Massif du Chenaillet

-



Réalité moins simple...



2. Intrusion de gabbro (Gb) dans les serpentinites (serp), elles-mêmes surmontées par les basaltes en coussins (Bc) sur le flanc ouest de l'arête NO du Massif du Chenaillet ; vue depuis les Prés du Gondran

Fig 7

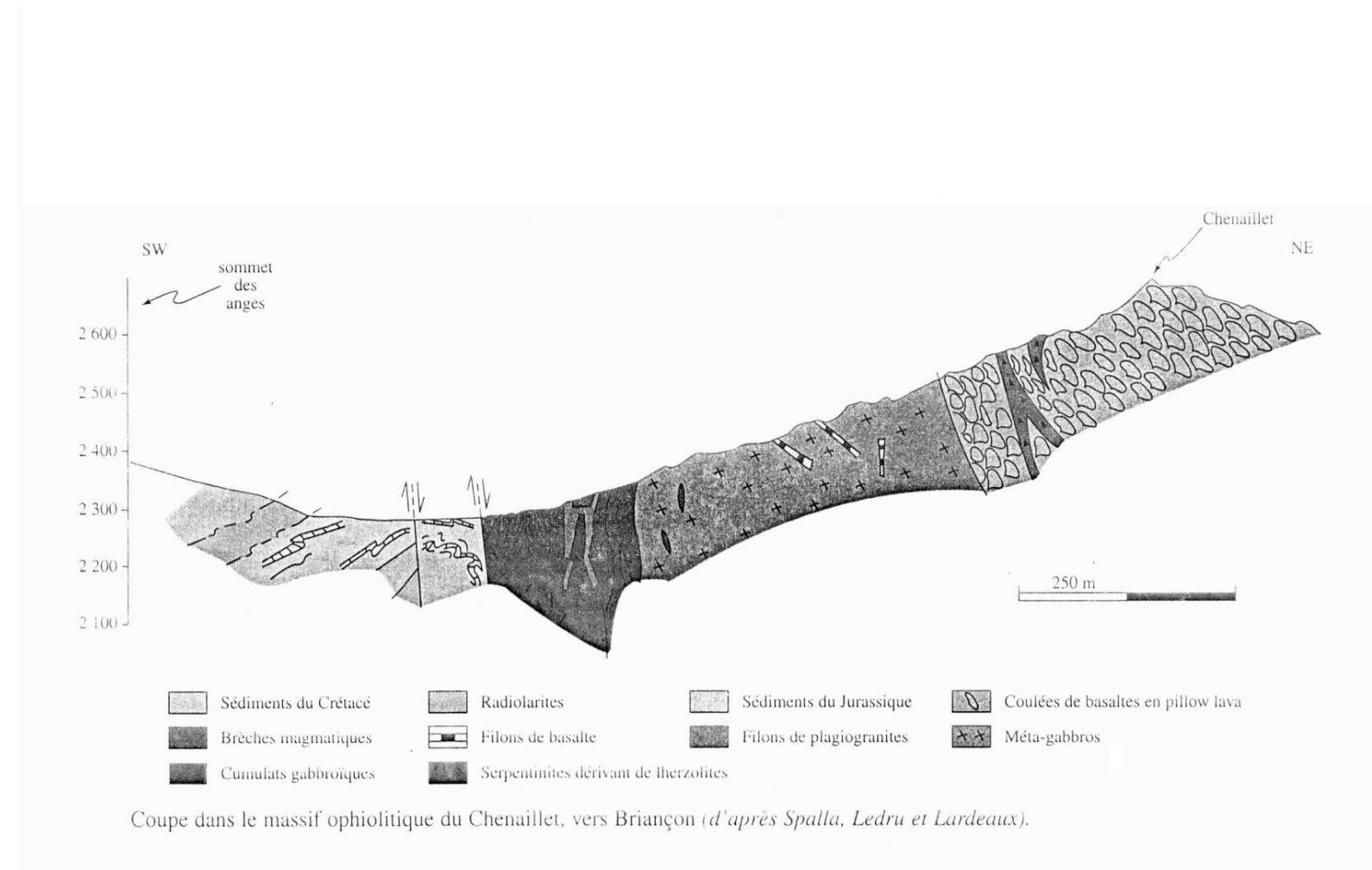
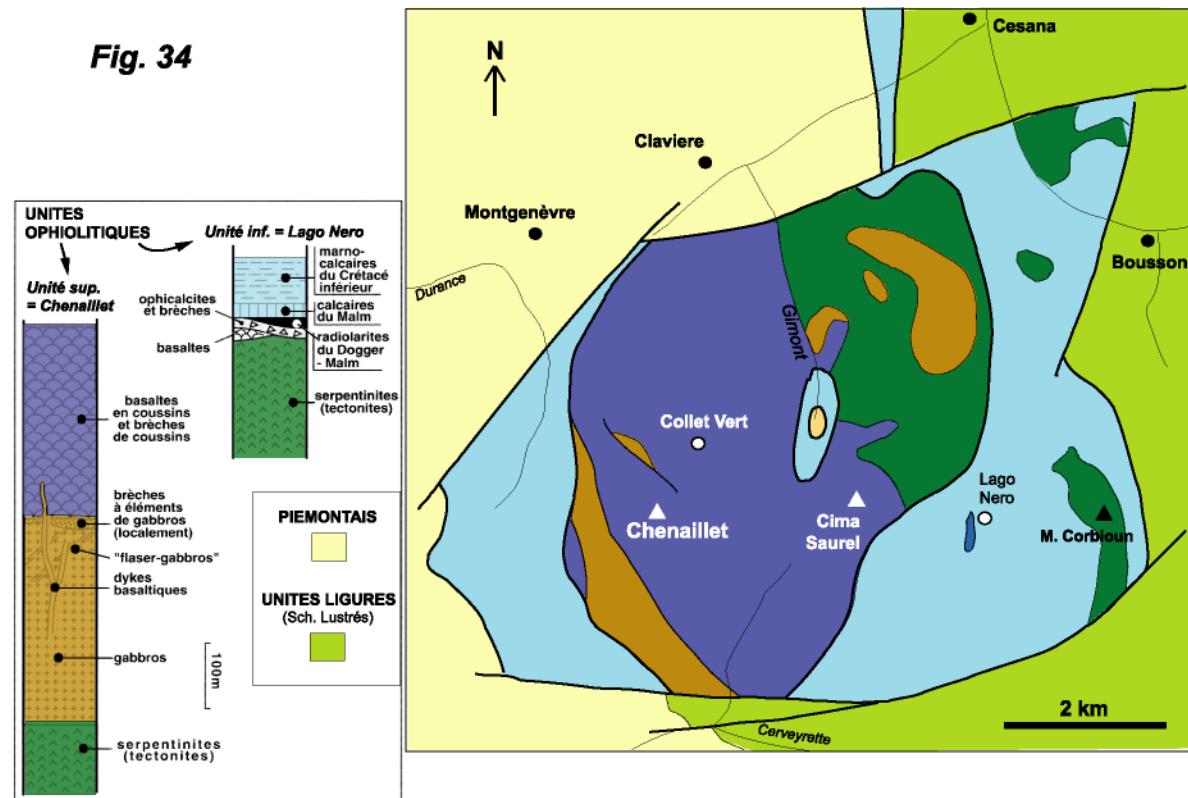


Fig 8



- Jaugar p 204

Fig 12 radiolarites



Radiolarite = origine marine des sédiments
Milieu de dépôt en dessous de la CCD (-4000 m) milieu suffisamment acide pour entraîner la dissolution totale des carbonates



Radiolaire = organisme unicellulaire hétérotrophe qui abondent dans les mers chaudes et ont une répartition stratigraphique très large (du cambrien à l'actuel). Néanmoins, la grande diversité morphologique de ce groupe permet de les utiliser comme outil de datation. Permet la datation de la mise en place du plancher océanique Alpin

- **Calchsciste p 205**

Appartiennent aux **schistes lustrés** : calcschistes issus du métamorphisme alpin, les micas qui donnent l'aspect « lustré » à la roche sont issus de la transformation d'argiles présentes dans la roche initiale (une marne).

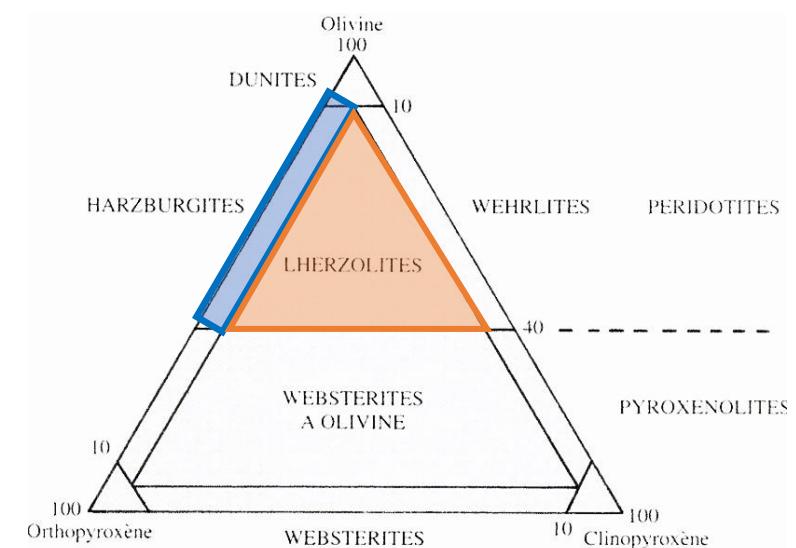
Dépôt au dessus de la CCD (car carbonates encore présents)

Serpentine et serpentinite

Fig 13



Serpentine formée par l'hydratation et le refroidissement de l'olivine et des pyroxènes de la péridotite initiale,
Au Chenaillet, elle est issue d'une péridotite de type **Iherzolite**.



Rappel :

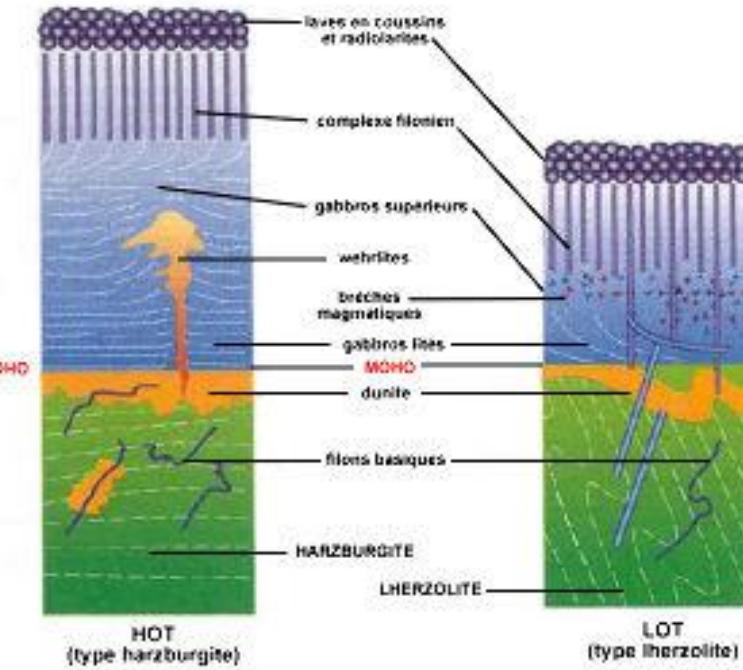
Les **ophiolites** = portions de lithosphère océanique mise en place tectoniquement sur la lithosphère continentale. Le charriage tectonique qui en est responsable est appelé **obduction**.

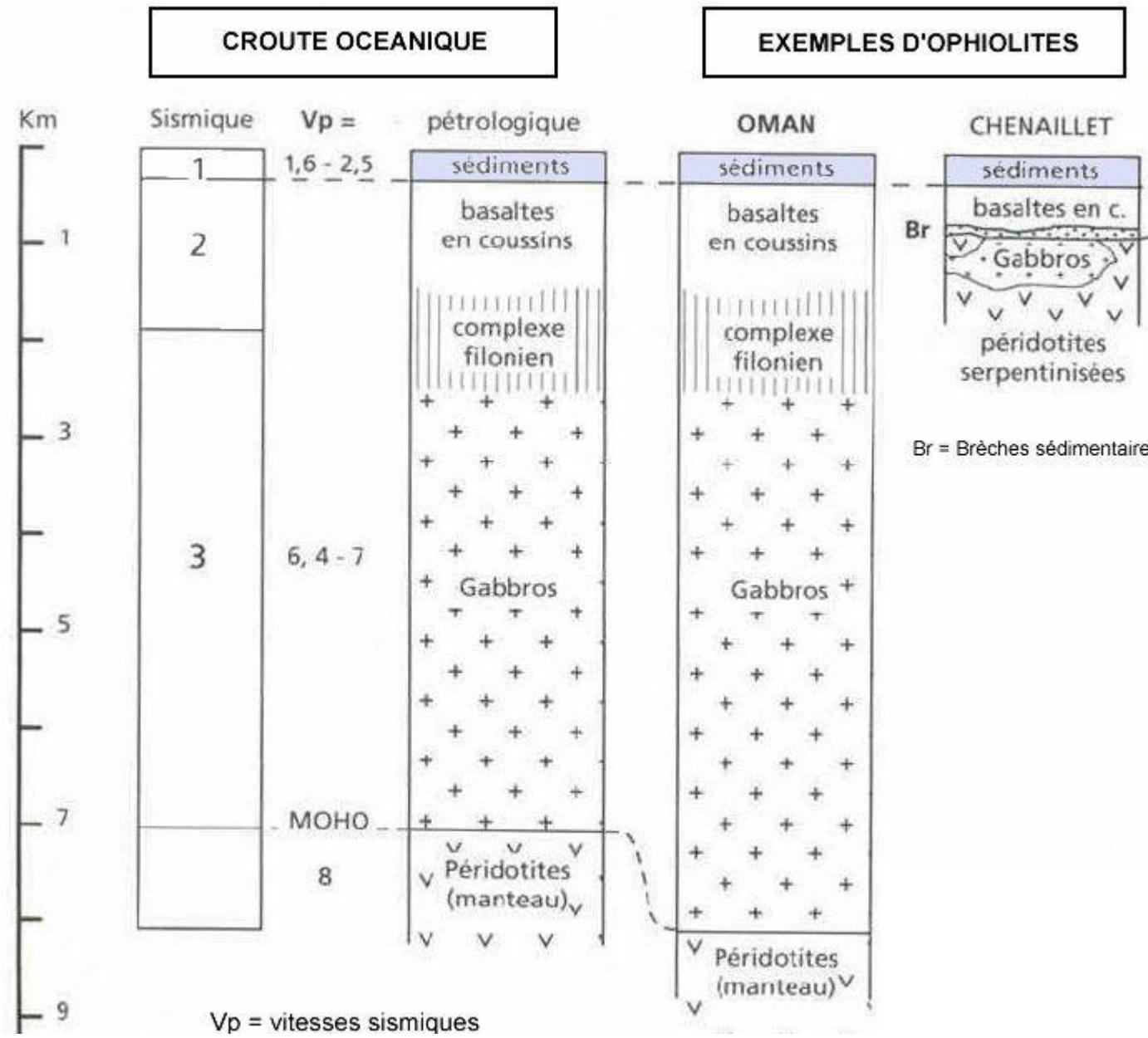
Un "log ophiolitique" comprend, de haut en bas :

- le complexe volcanique basique de laves en coussins (=*pillows lavas*)
- le complexe filonien composé de filons verticaux collés les uns aux autres
- le complexe gabbroïque, lité dans sa partie inférieure, isotrope au-dessus
- le complexe ultrabasique constitué de périclases de type harzburgite, lherzolite, dunite en proportions variables

- Les **HOT** : croûte océanique épaisse et continue, manteau (lithosphérique) de type harzburgitique (péridotite à olivine et orphopyroxène dominant. La **lithosphère Pacifique**, formée au niveau d'une ride à croissance rapide (environ 10 cm/an), **est de ce type**.

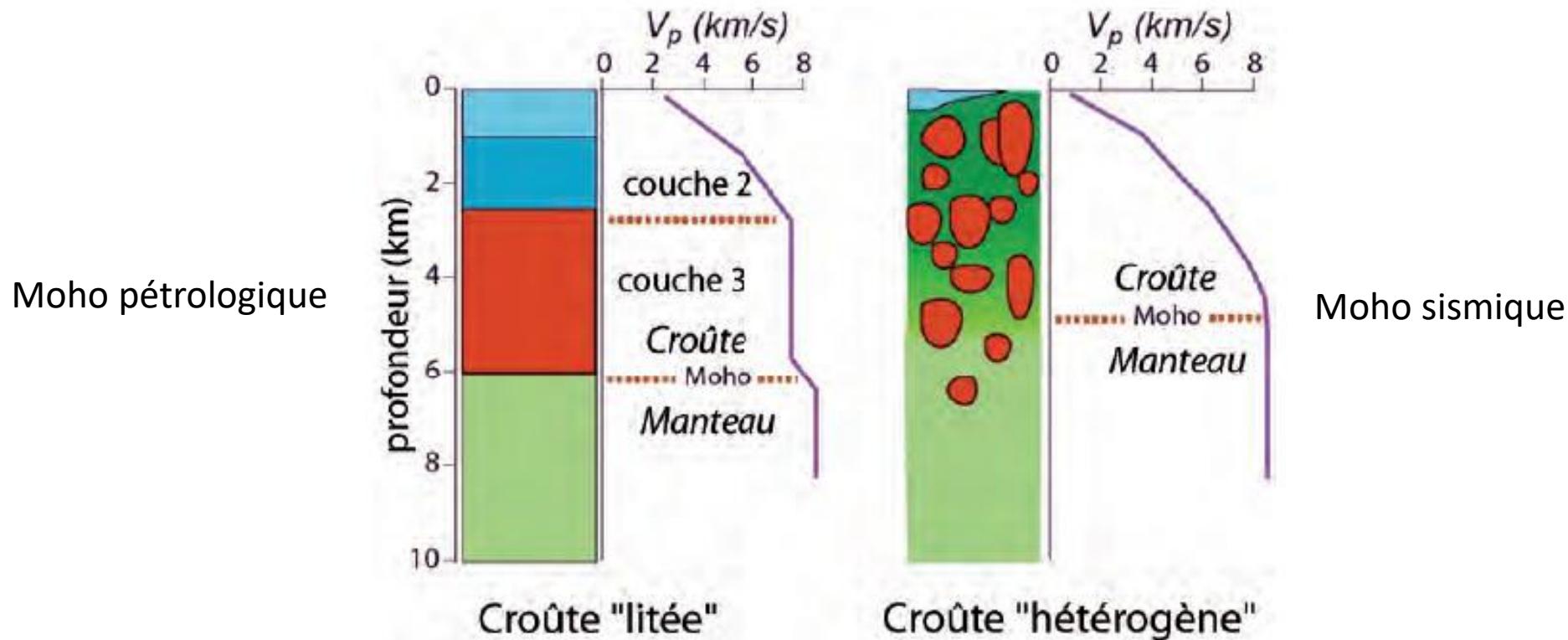
- Les **LOT** : croûte océanique réduite, discontinue, voire absente, manteau type lherzolitique (péridotite à olivine, orphopyroxène et **clinopyroxène** dominant) souvent serpentiniisé, car lorsque la croûte est absente, celui-ci est directement en contact avec l'eau de l'océan. La serpentinitisation est une **transformation de la péridotite par hydratation** importante. La **lithosphère Atlantique**, formée au niveau d'une ride à croissance lente (environ 1 cm/an) est de ce type.





Sur l'arrête du Chenaillet, superposition de serpentinites, gabbros recoupés de rares filons, directement surmontés par les laves en coussins (*pillow lavas*). On constate l'absence du complexe filonien = typique des LOT.

lithosphère avec croûte hétérogène

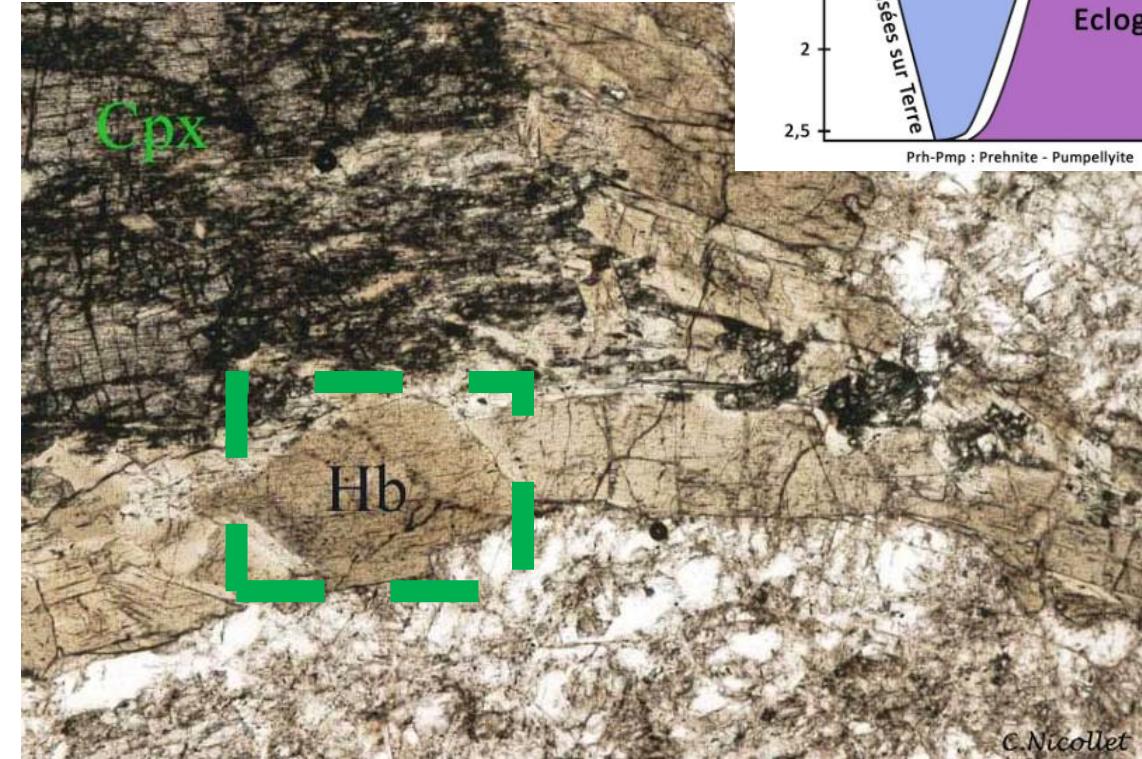


5. Deux modèles de lithosphère océanique (LO) et profils sismiques (Mével 2003).

Le modèle « litée » est conforme au modèle proposé à la Penrose conférence. Il est constitué de haut en bas de basaltes et complexe filonien (couche 2 ; la couche 1 : les sédiments, n'est pas représentée ici) ; le complexe gabbroïque (couche 3). Dans le modèle « hétérogène » qui correspond à l'exemple alpin, la croûte est formée de péridotites de plus en plus serpentiniisés depuis le Moho (0% de serpentiniisation) jusqu'à la surface (100% de serpentiniisation) et de lentilles de gabbros de taille variable et parfois surmontée de basaltes en coussins, lesquels sont alimentés par de rares filons de dolérites.

Gabbros

Fig 10



Ici début de transformation du Cpx en Hb. Mise en place secondairement par **hydrothermalisme**, passage dans le faciès **amphibolite**.

Mais aussi, chlorite et epidote caractéristique du faciès **schiste vert**

Gabbros du Chenaillet
= métagabbros sous faciès amphibolite puis schiste vert
= gabbros métamorphisés

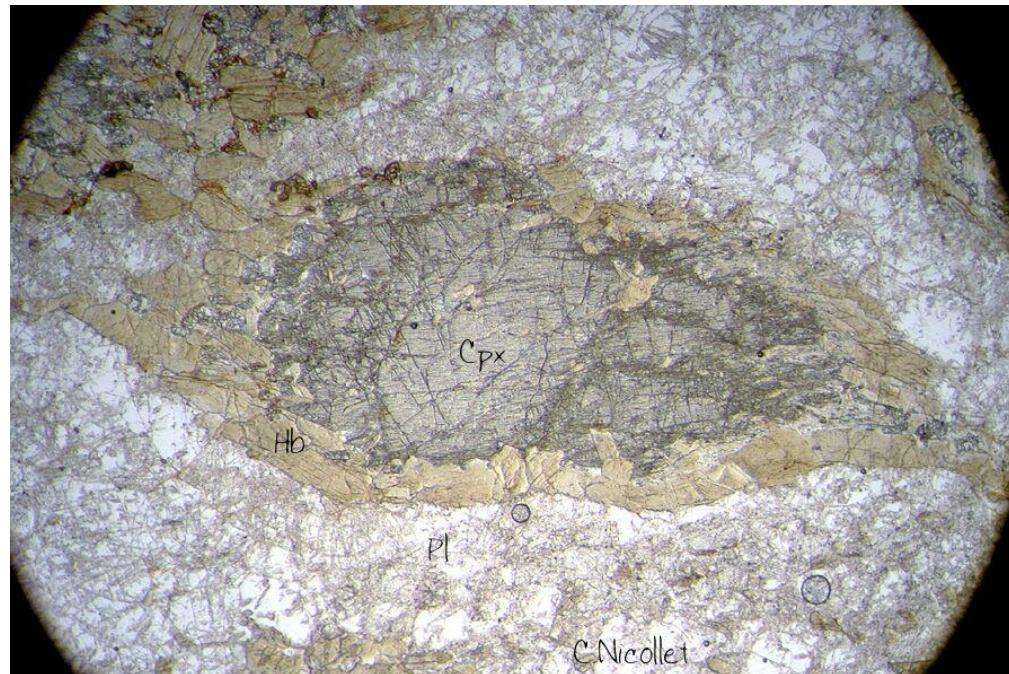
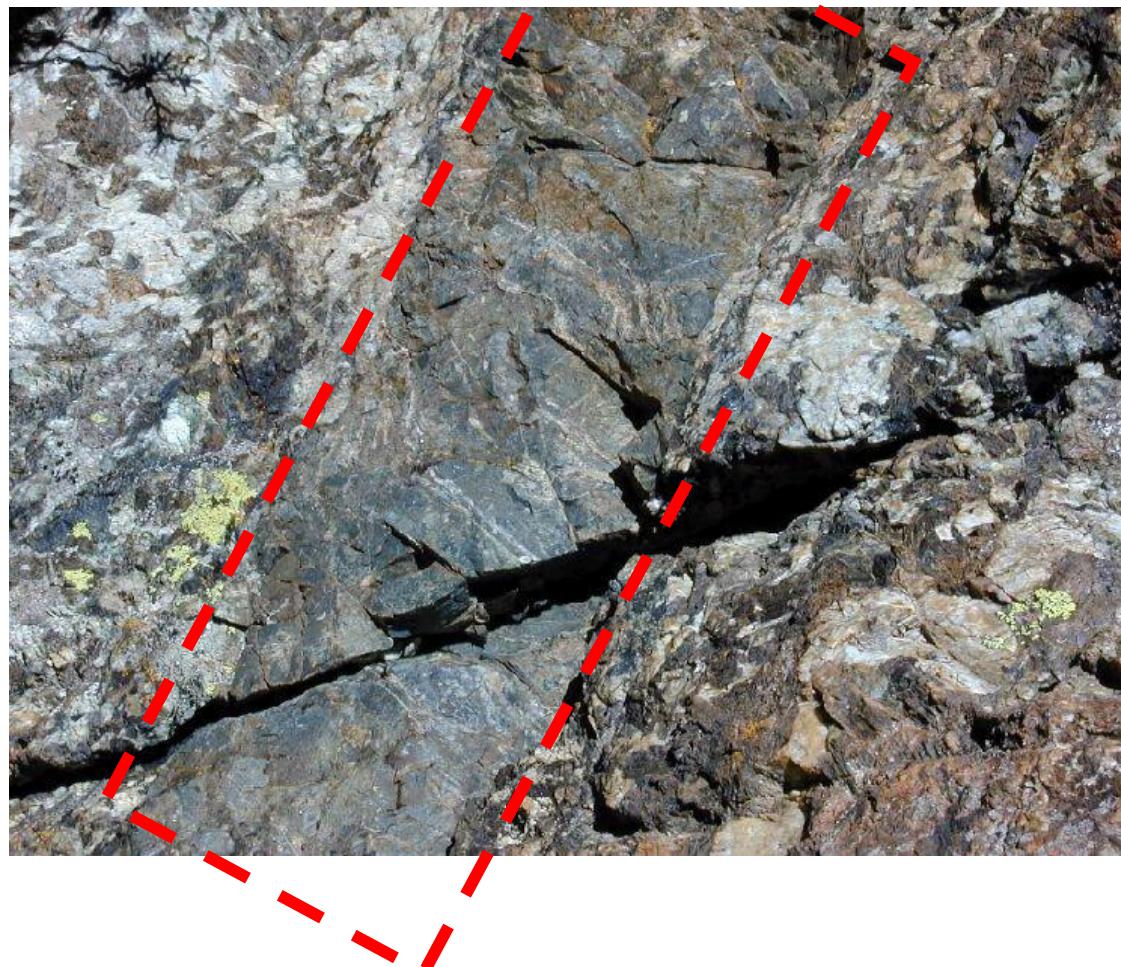


Image flaser gabbros

Orientation des pyroxènes (parfois transformés en hornblende) par fluage de la roche = déformation ductile à **haute température**

Fig 11 : filons

Fig 11



Filon de dolérite = remplissage de fractures = déformations cassantes à froid.
Les filons présentent des veines d'épidote = minéral du faciès schiste vert.
--> Donc l'ensemble gabbros dolérite à continué à subir **l'hydrothermalisme** au cours du refroidissement.

Image dolérite

Bilan sur les gabbros du Chenaillet

1- Mise en place des gabbros en profondeur, cisaillement **ductile** à chaud et fluage des minéraux. Ces gabbros subissent le métamorphisme de type **amphibolite**.

2- Refroidissement des gabbros, déformations **cassantes** et injection de magma basique. Passage dans le **faciès schiste vert**.

L'ensemble subissant
l'hydrothermalisme

Pillows



Chenaillet

Fig 9



Partie externe vitreuse = refroidissement rapide dans l'eau de mer



Ophicalcite



Des blocs sombres serpentinisés emballés dans une matrice carbonatée.

Dépôts des morceaux fracturés dans une boue carbonatée

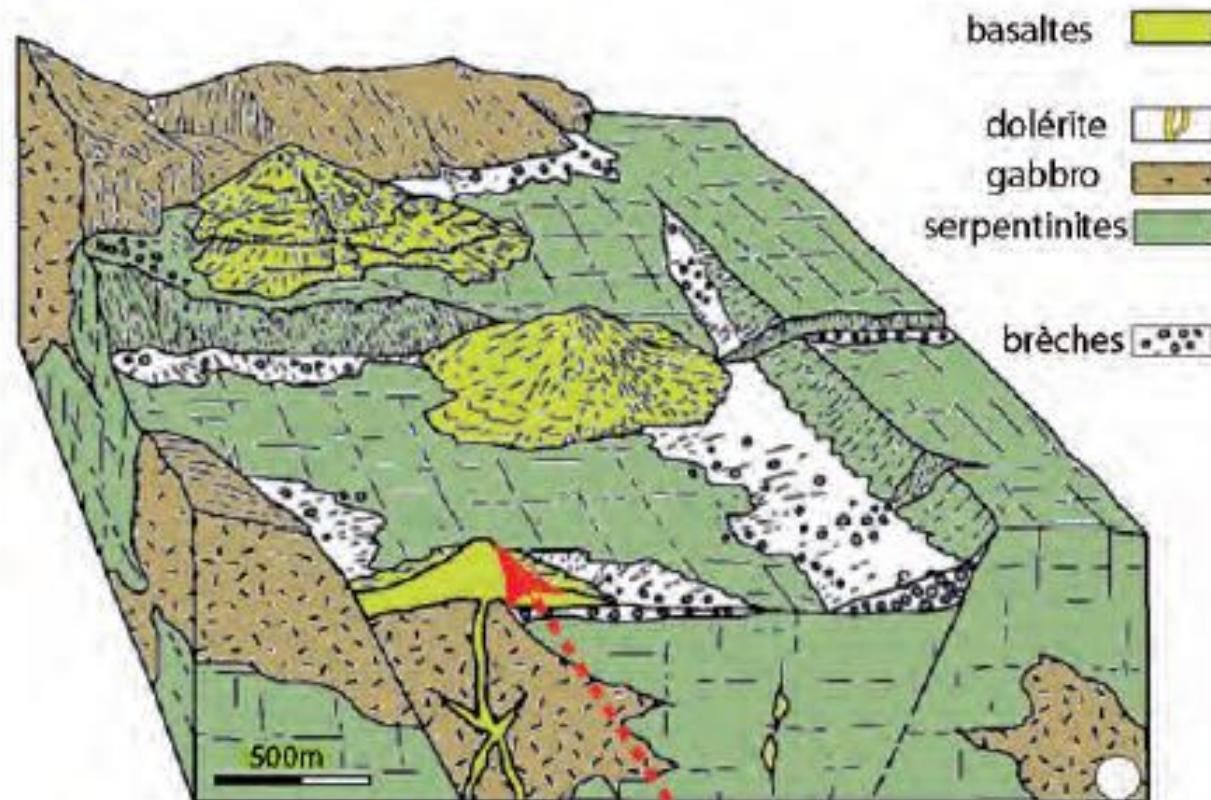
= sédiments directement au contact de du manteau serpentinisé sans présence de croute océanique (basaltes et gabbros)

= **dorsale lente**



1. Au col du Chenaillet, des brèches de laves en coussins (Brc) reposent directement sur les ophicalcites (Ophi), serpentinites (noires) veinées de carbonates (blancs).

Alpes : dorsale lente



4. Reconstitution du fond de l'océan alpin d'après Lagabrielle et Cannat (1990).

La flèche rouge localise la coupe le long du versant ouest de l'arête NO du Chenaillet visible sur la photo de la figure 2. Les gabbros (en brun) sont intrusifs dans les serpentinites (en vert sombre) ; en vert clair : filons et édifices volcaniques basaltiques.

Chenaillet :

- ophiolite = LO obductée
- fonctionnement de la dorsale au Jurassique supérieur : âge des radiolarites
- dorsale lente : filon doléritiques peu nombreux, manteau au contact de l'eau de mer (ophicalcite)

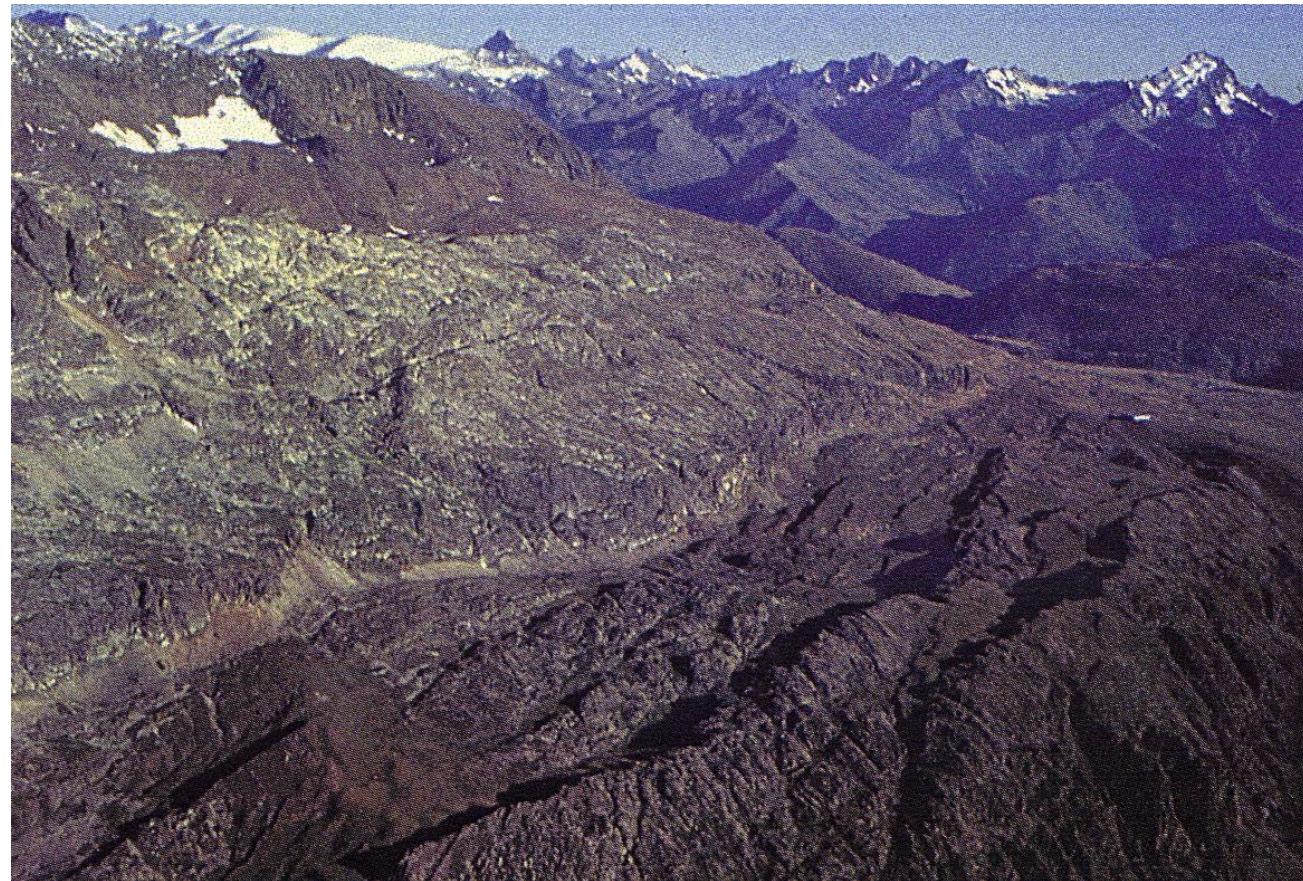
III - Vestiges de marge passive.

Déformation
en extension :

Carte de Vizille 1 / 50 000



Lacs des Bessons, près de l'Alpe d'Huez

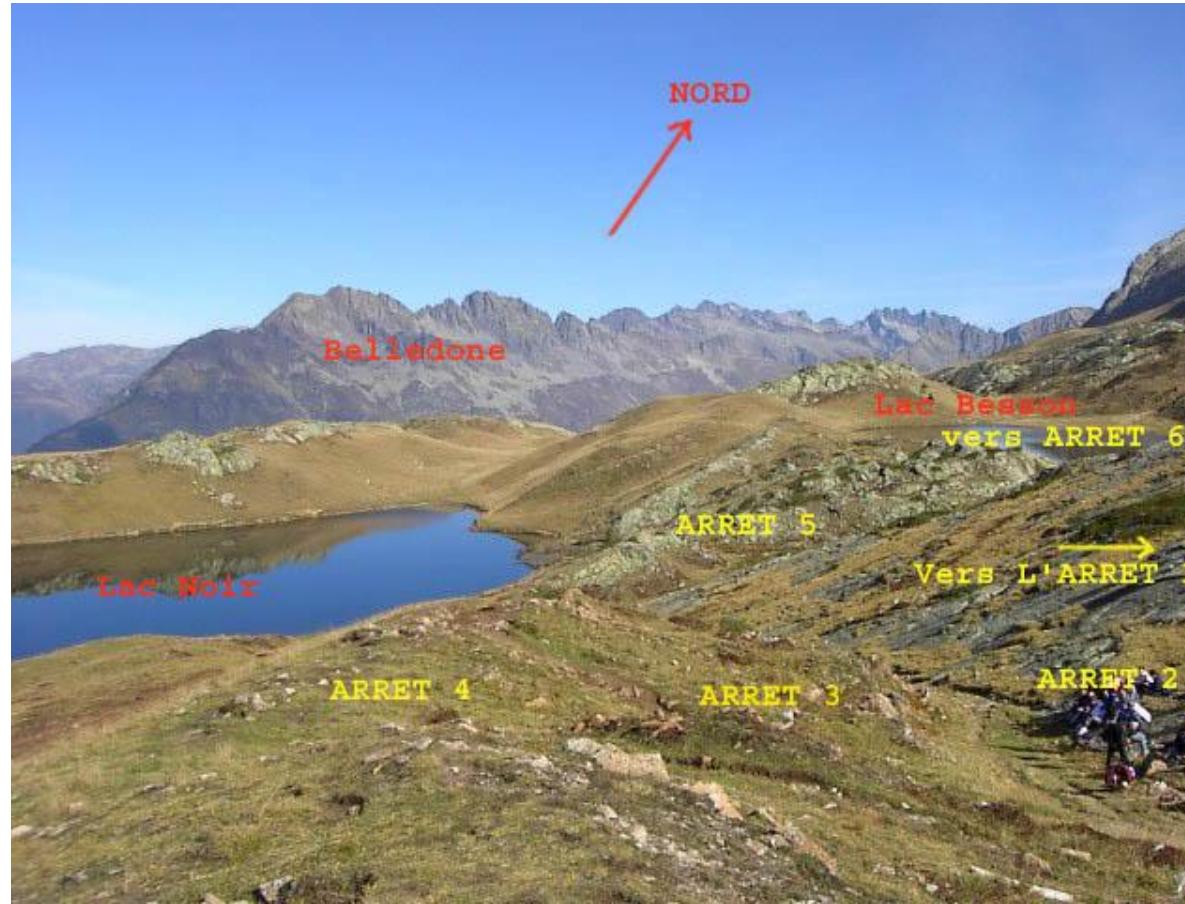


III - Vestiges de marge passive.

Lac besson



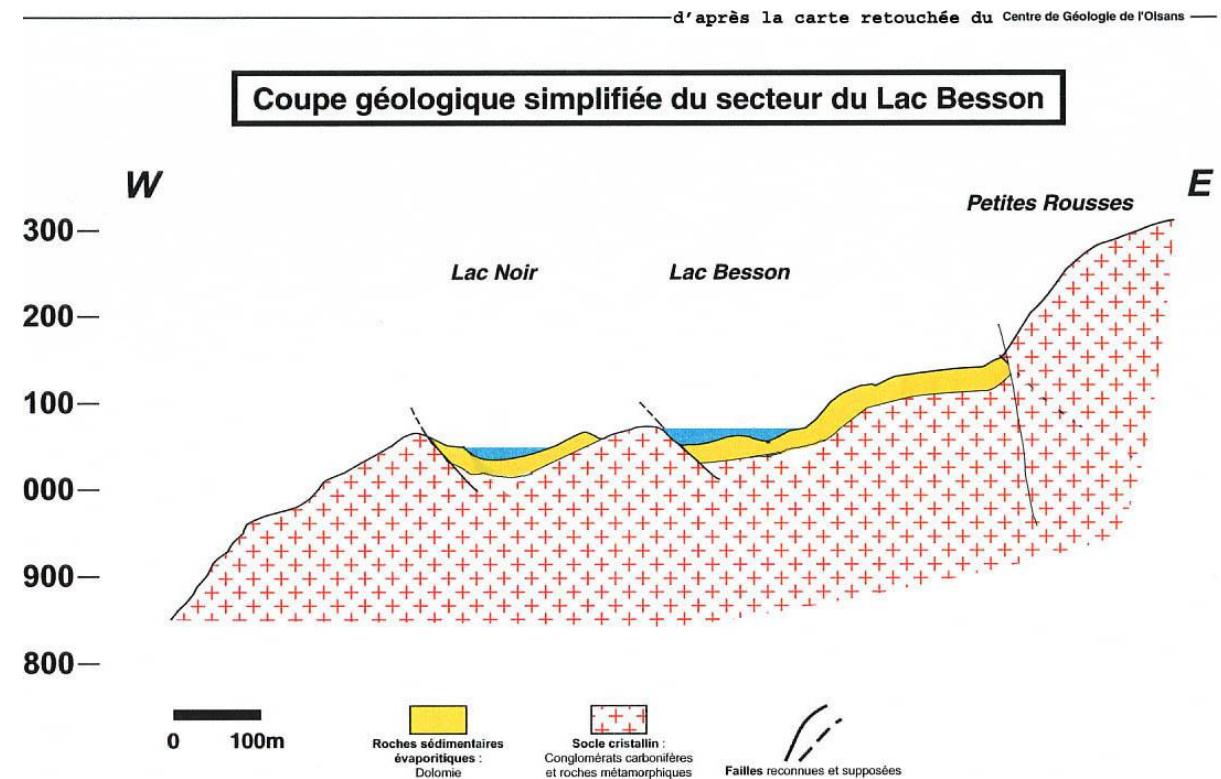
III - Vestiges de marge passive.



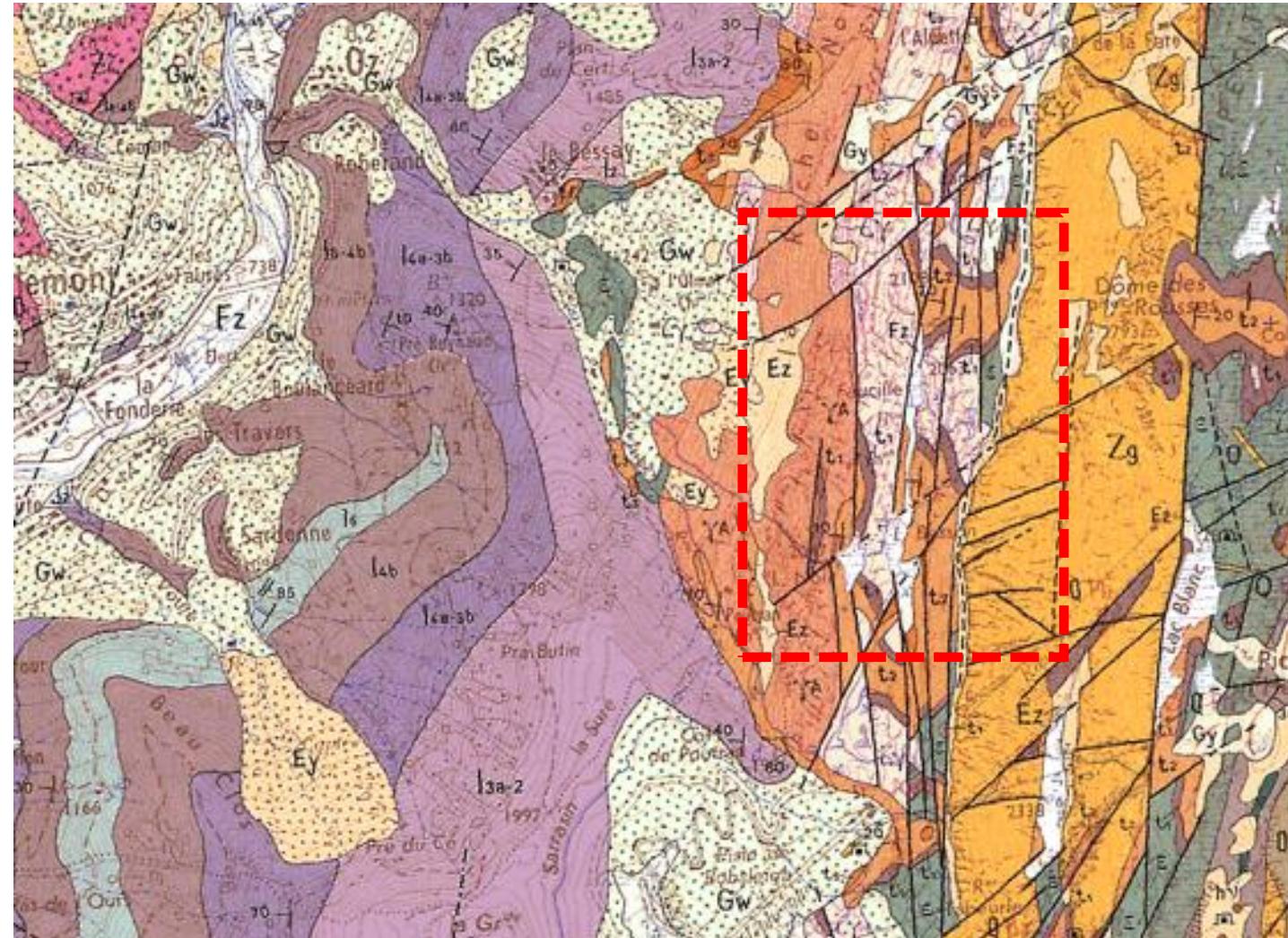
Socle hercynien Plage du Trias



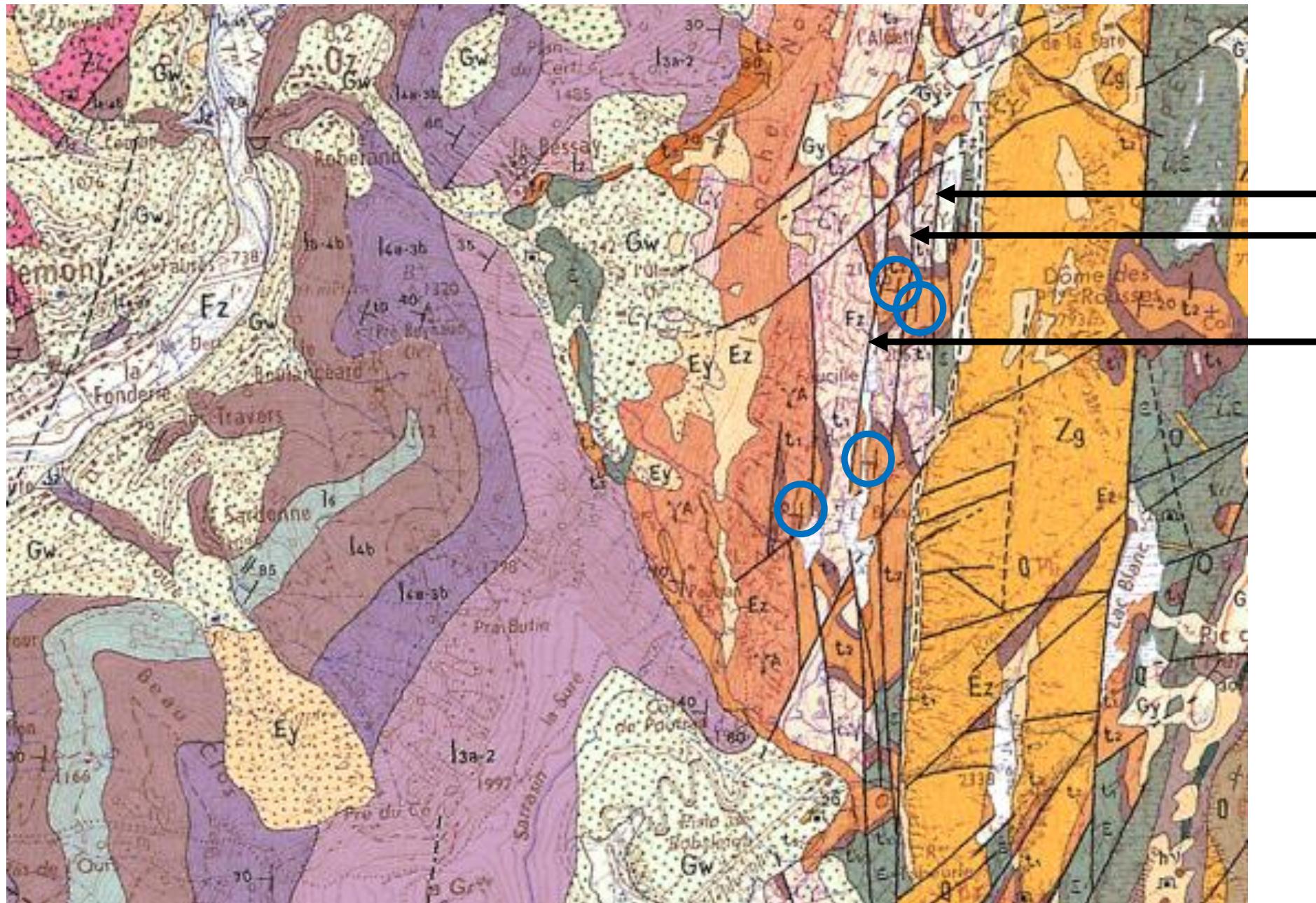
Faille normale post triasique



Blocs basculés de la marge européenne – carte de Vizille – Lac des Bessons

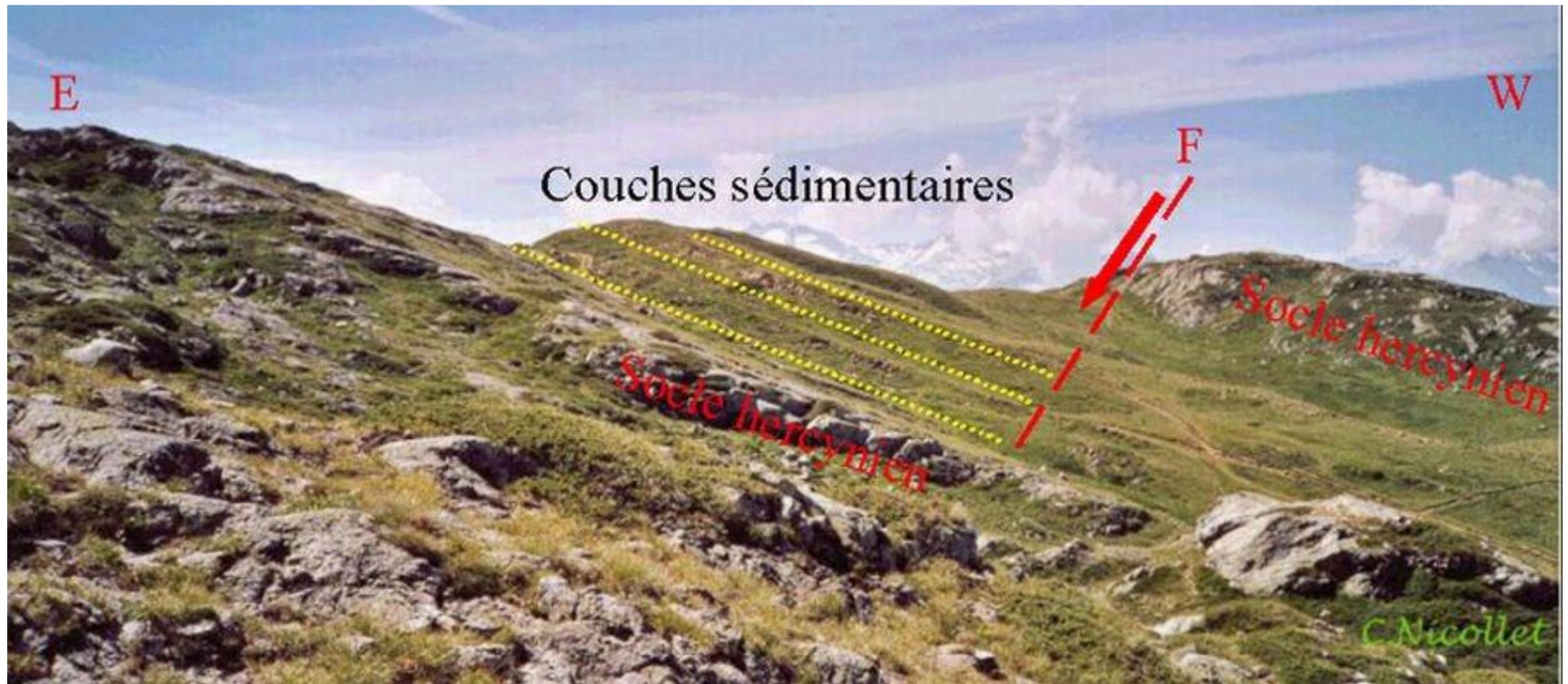


III - Vestiges de marge passive.

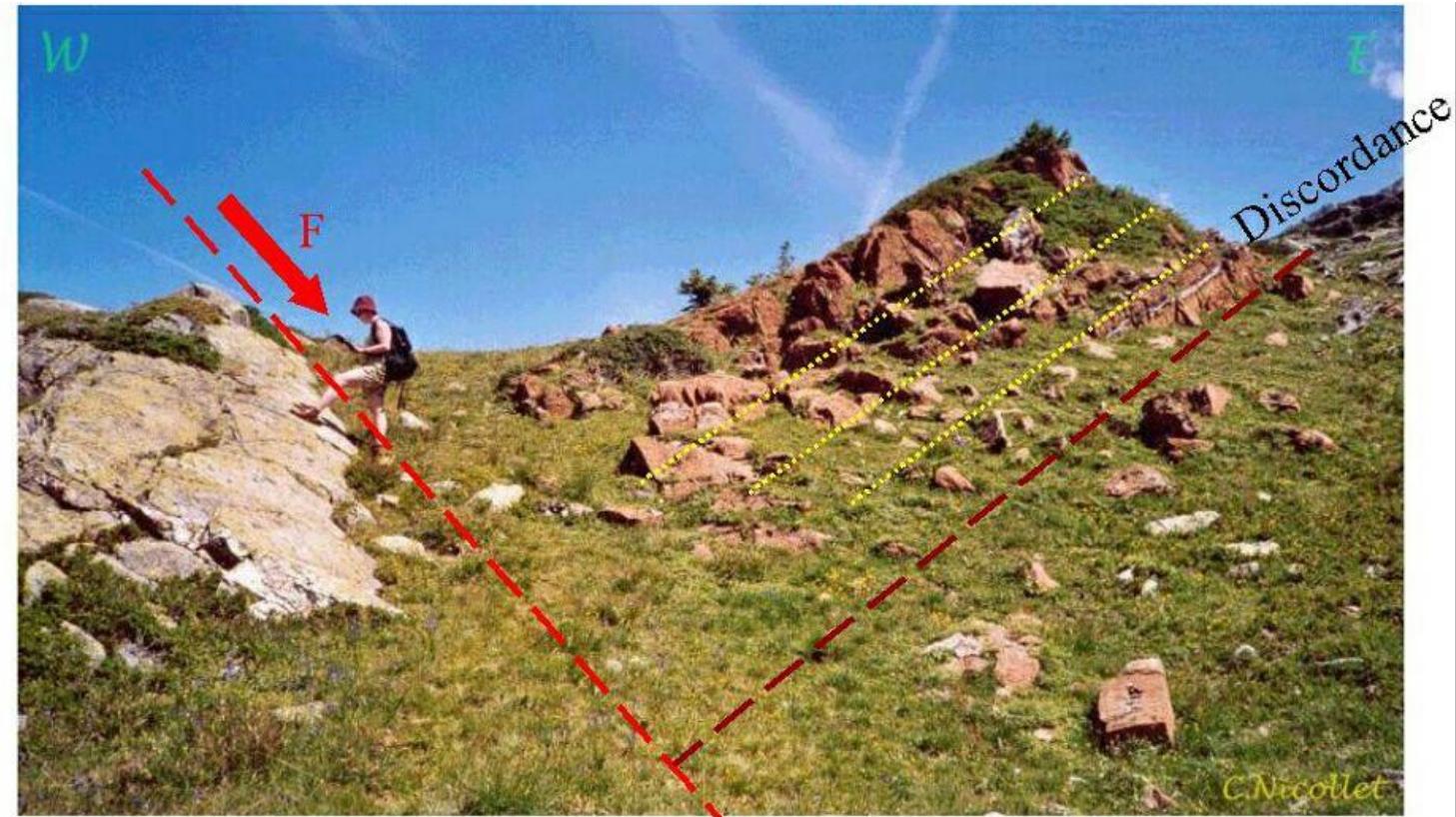
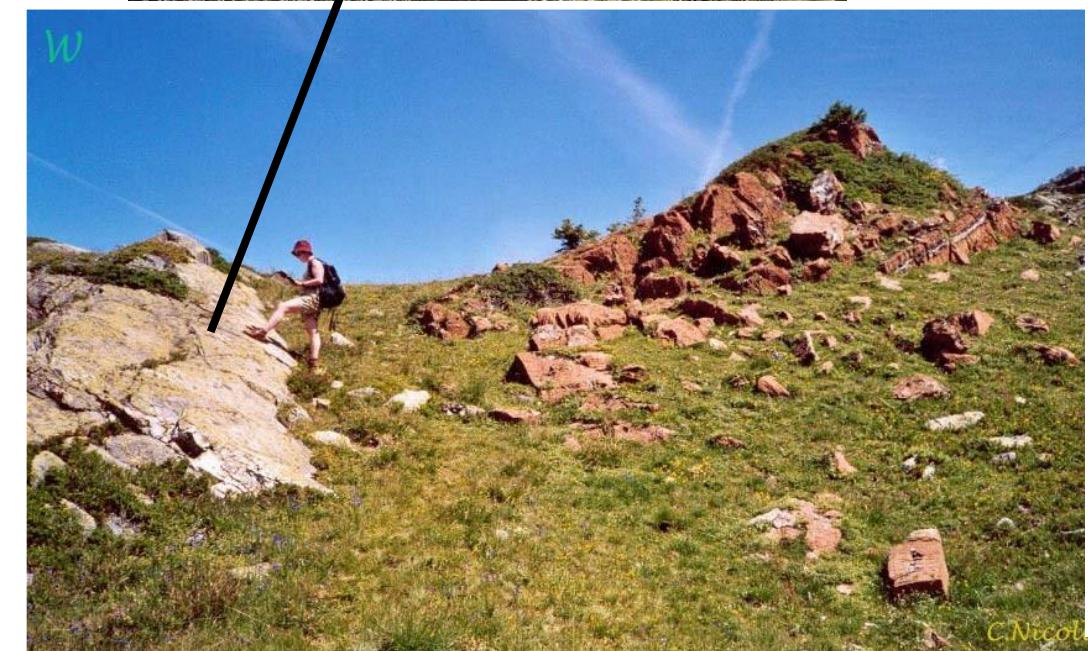


**Failles
normales**

III - Vestiges de marge passive.



III - Vestiges de marge passive.



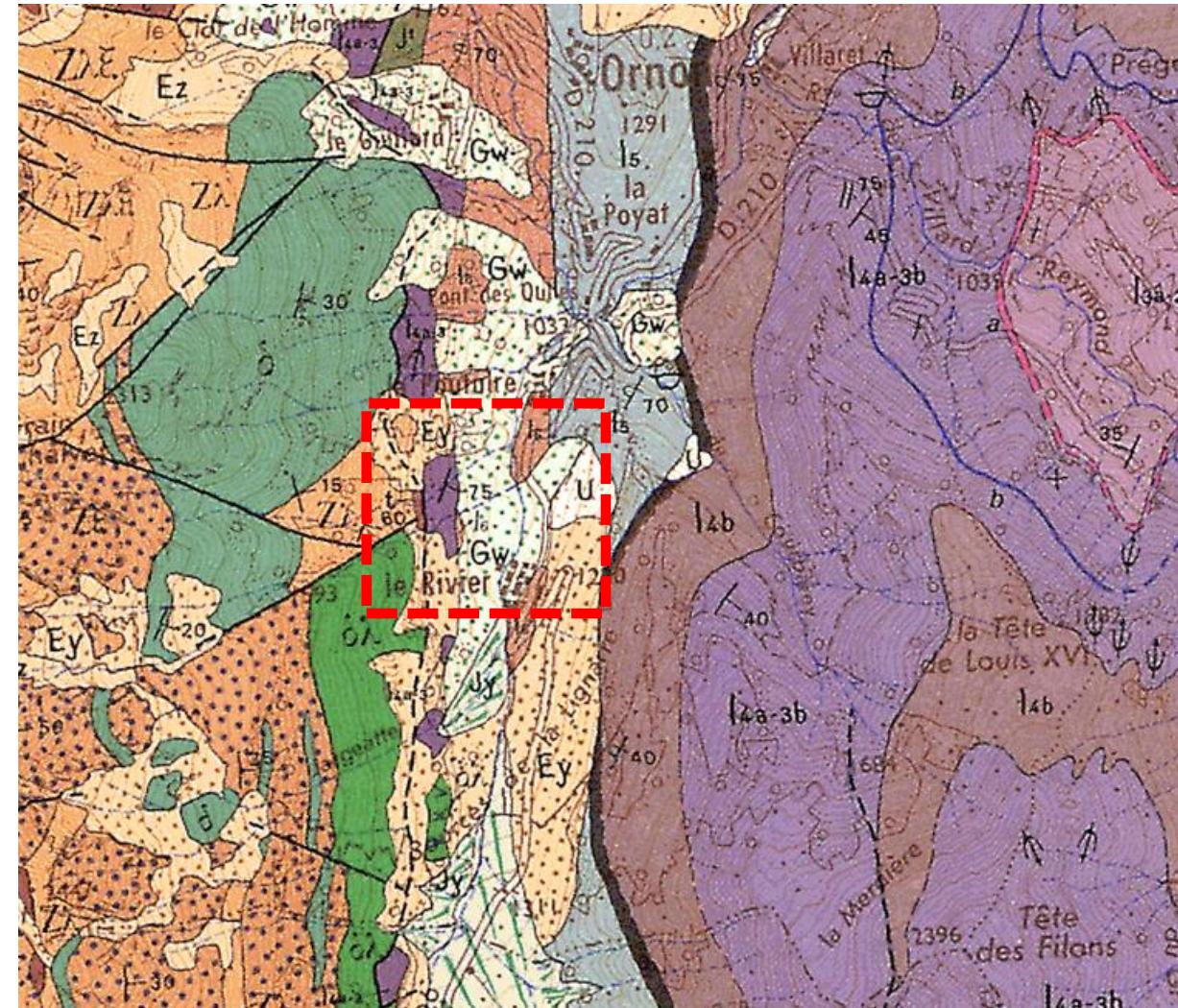
Les gneiss blancs du socle et les dolomies rousses du Trias.

III - Vestiges de marge passive.

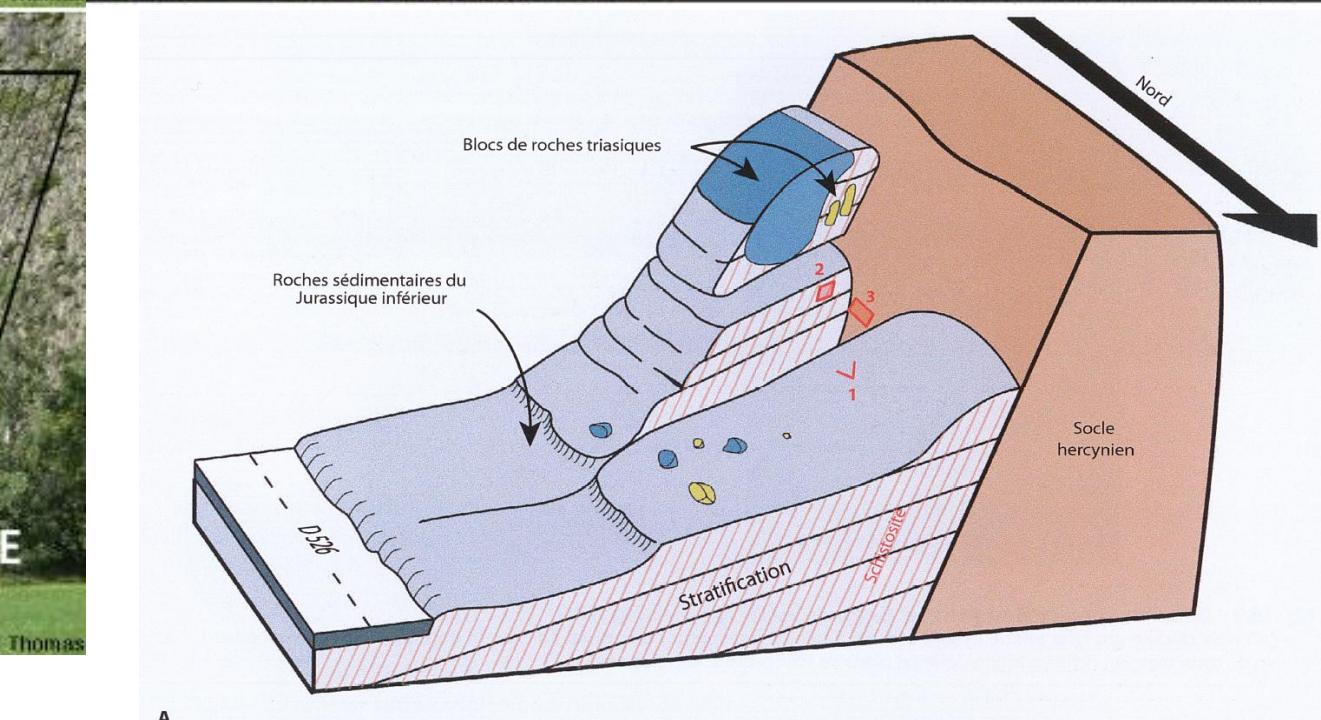
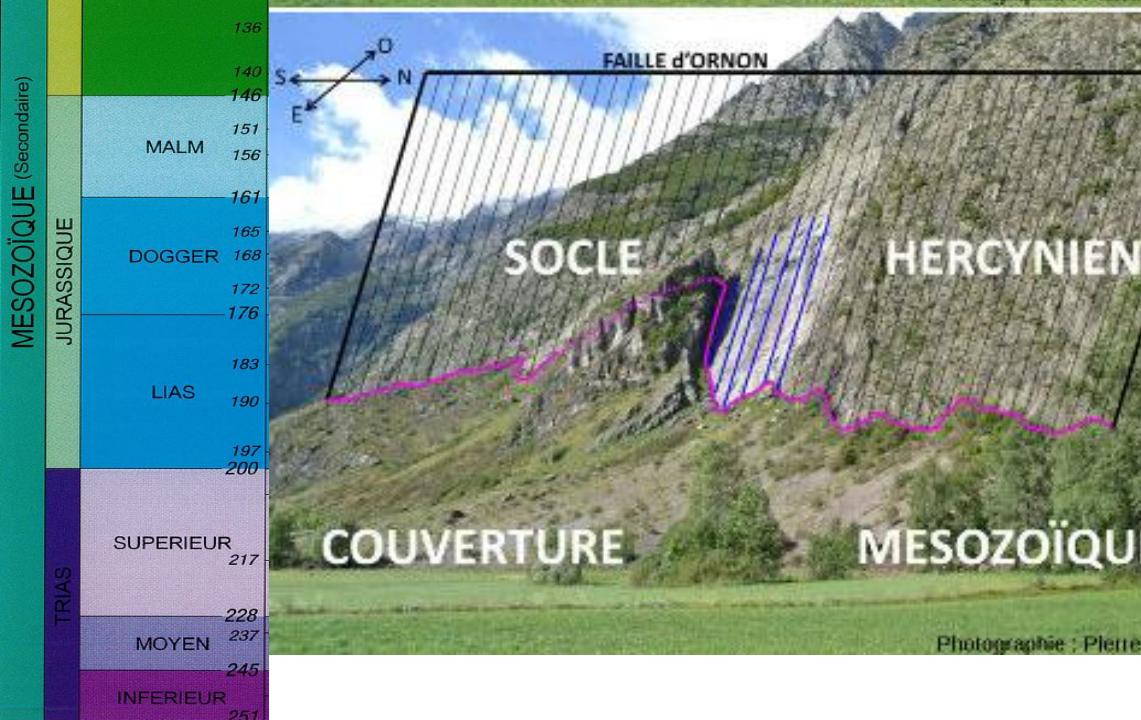
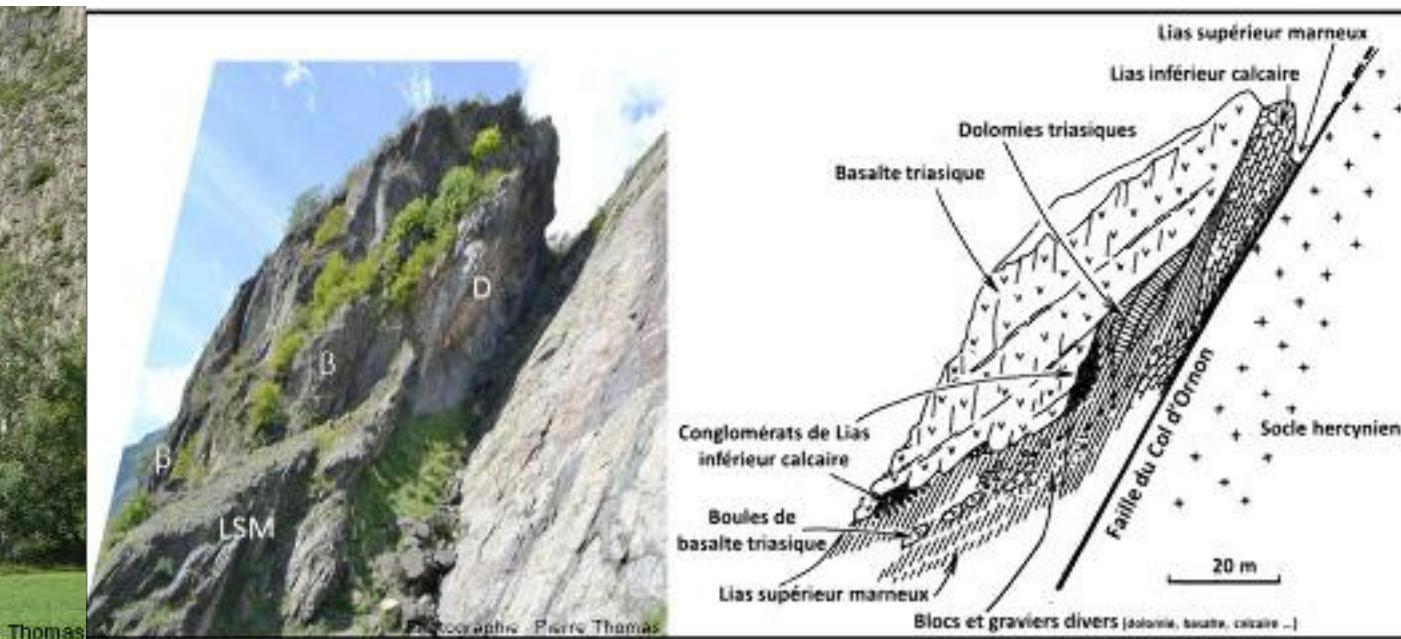


Observation de discordances en onlap au lac du vallon (sud de la carte de Vizille)

Blocs basculés de la marge européenne – carte de Vizille – Col d'Ornon



III - Vestiges de marge passive.

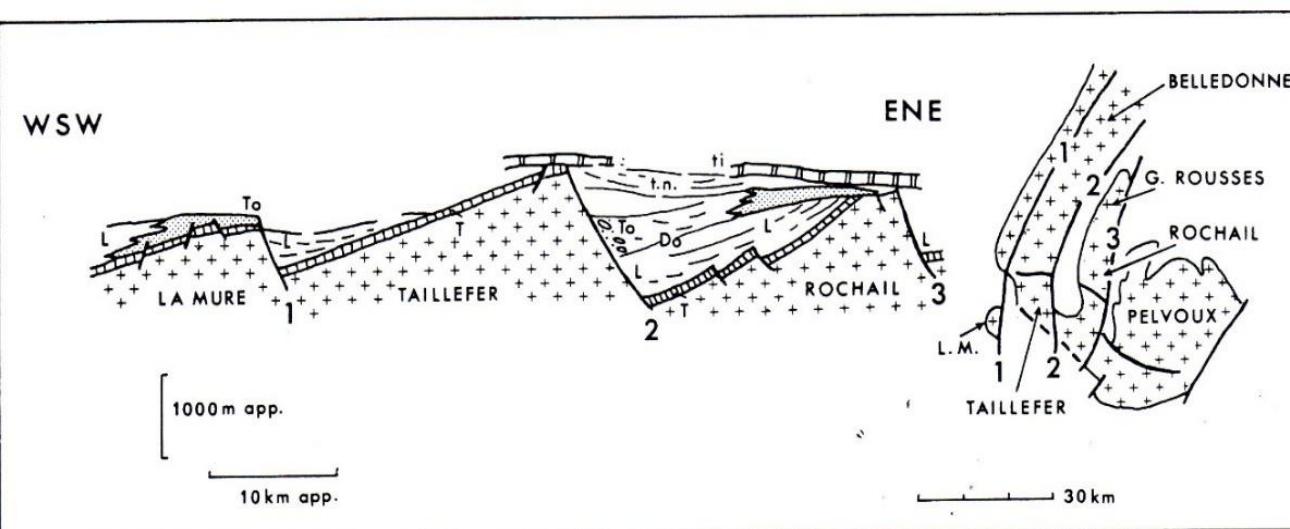


III - Vestiges de marge passive.

Fig 15



Coupe au niveau du col d'Ornon



 Socle prétriasique
 T Trias
 L Lias
 Do Domerien

To Toarcien
 t.n. Terres noires du Bathono-Oxfordien
 t.i. Tithonique

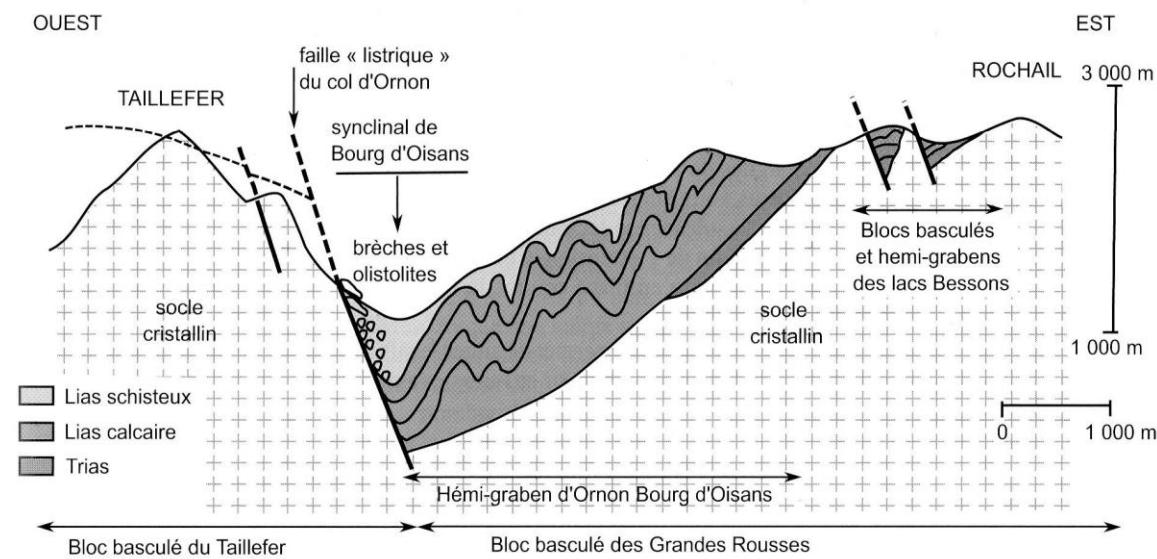
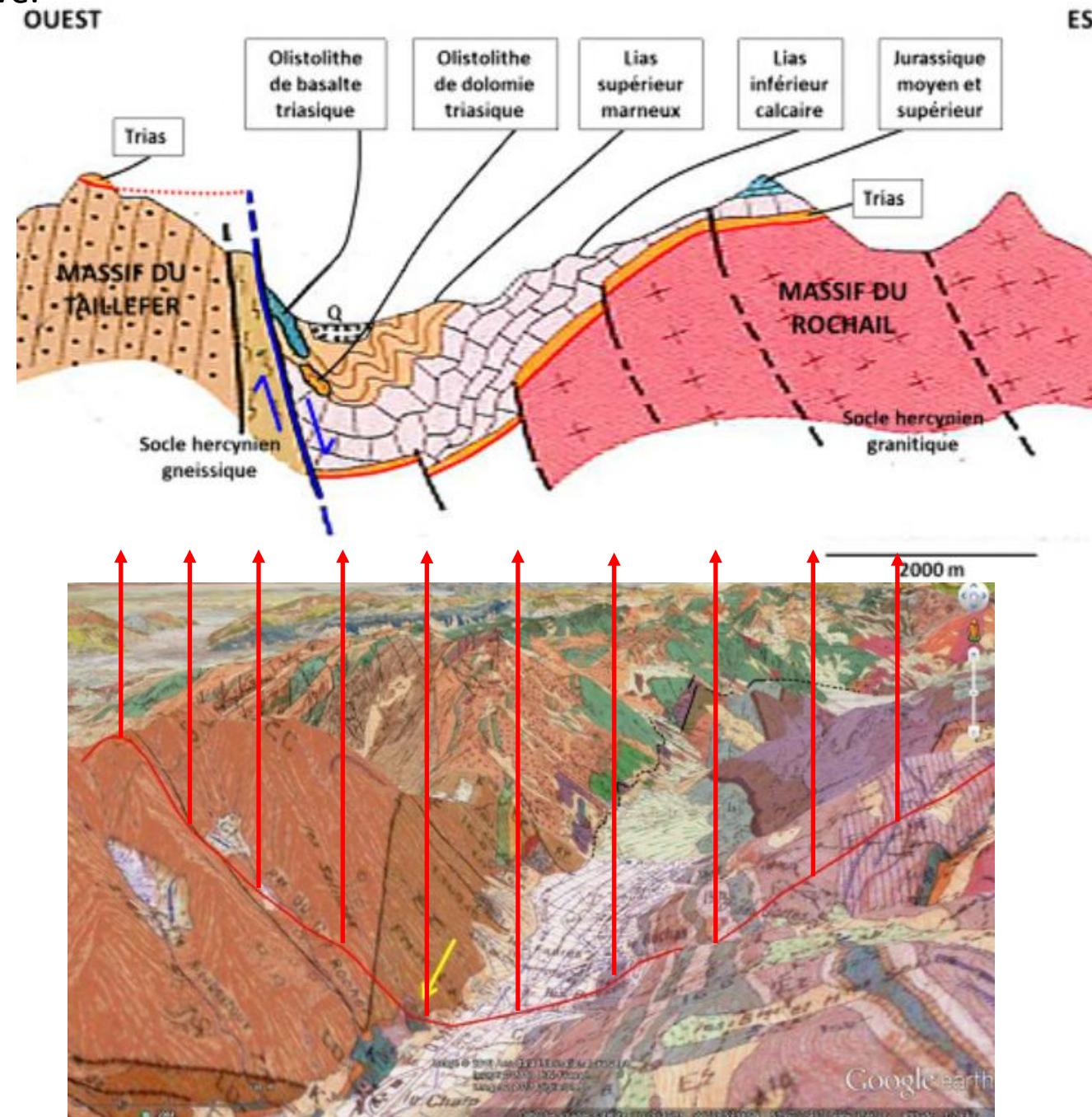
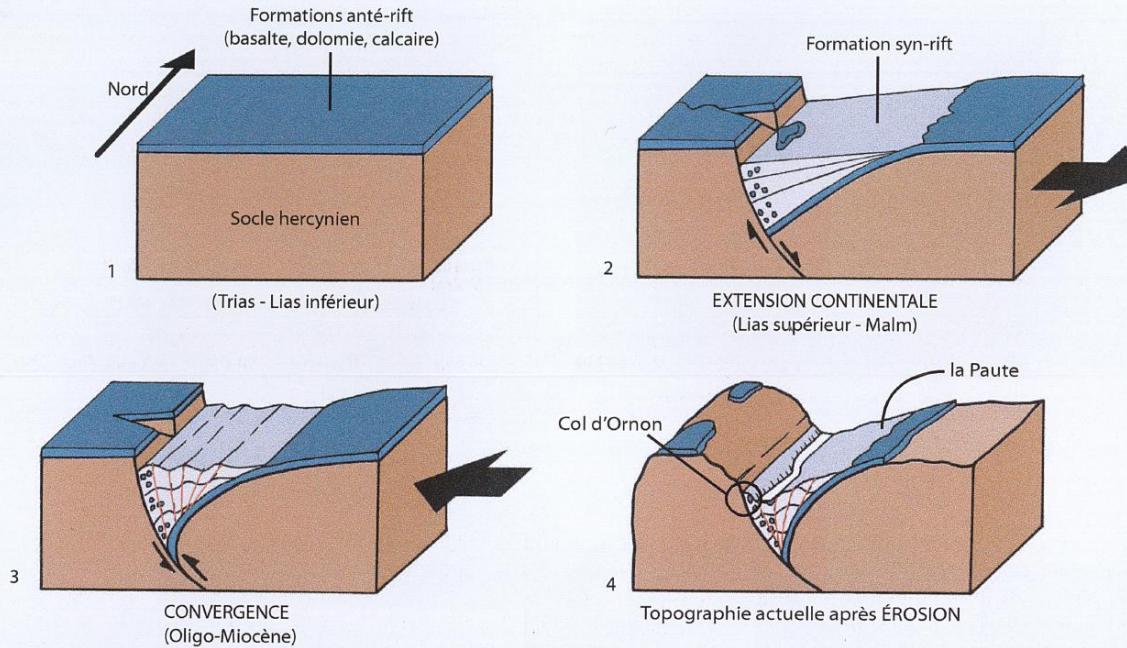


Figure 12.11 Le demi-graben de Bourg d'Oisans.

III - Vestiges de marge passive.





10.12 – Histoire géologique de la région de Bourg d'Oisans.

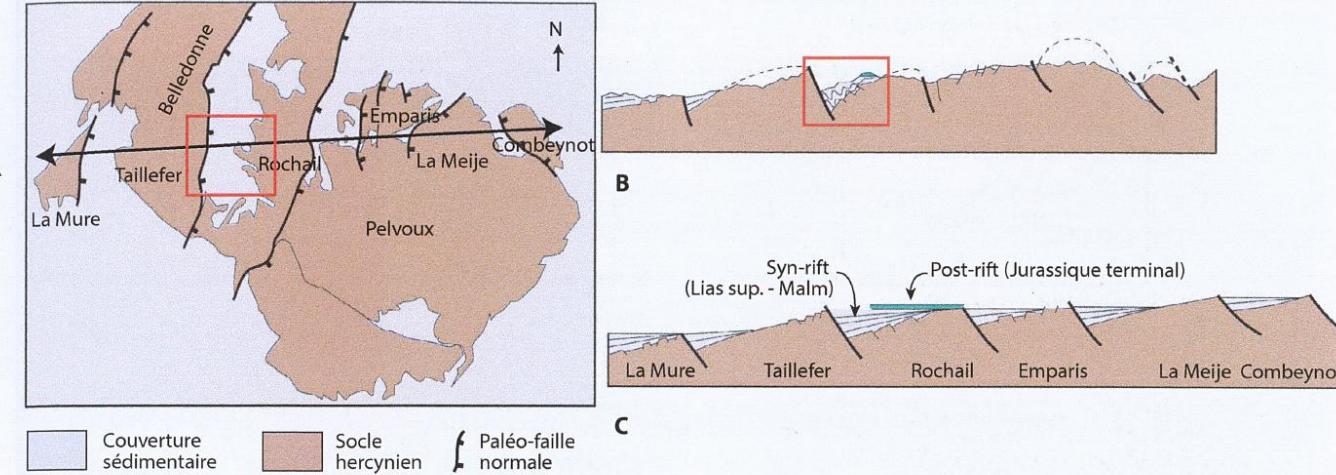
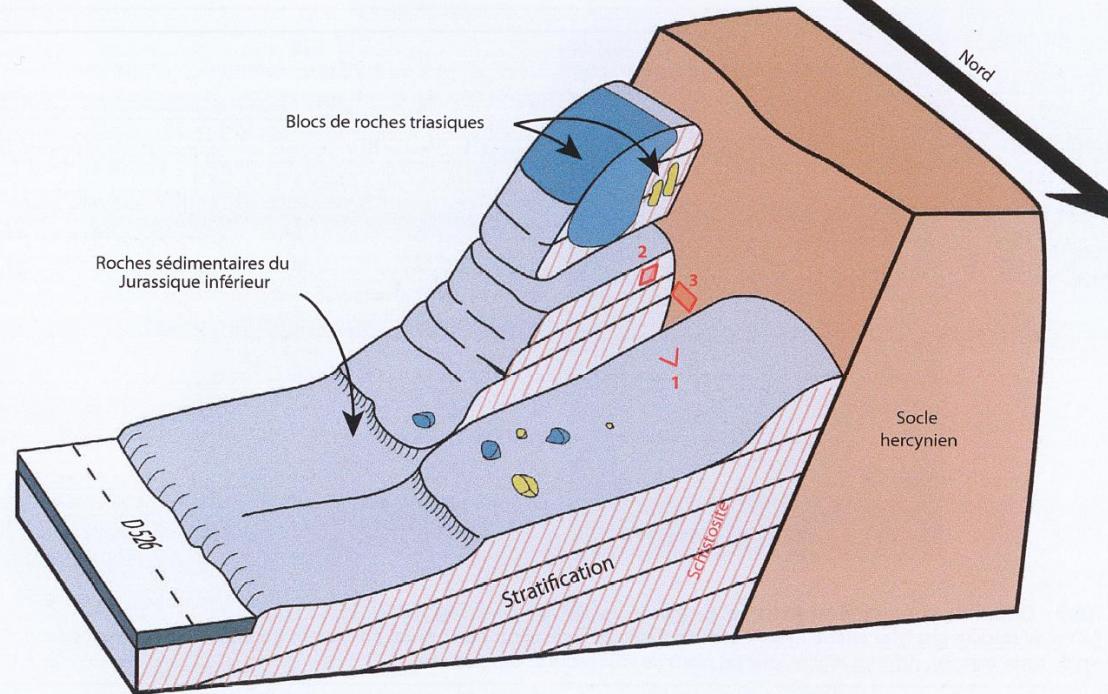
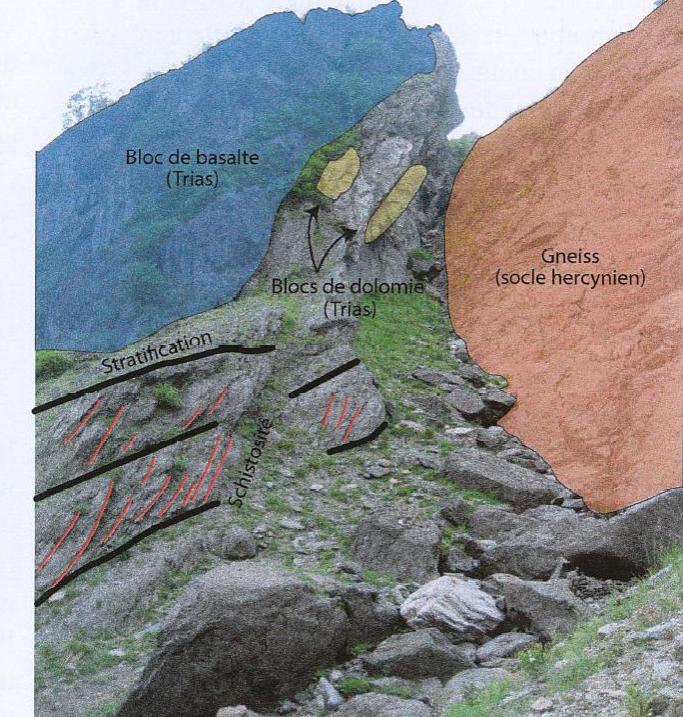


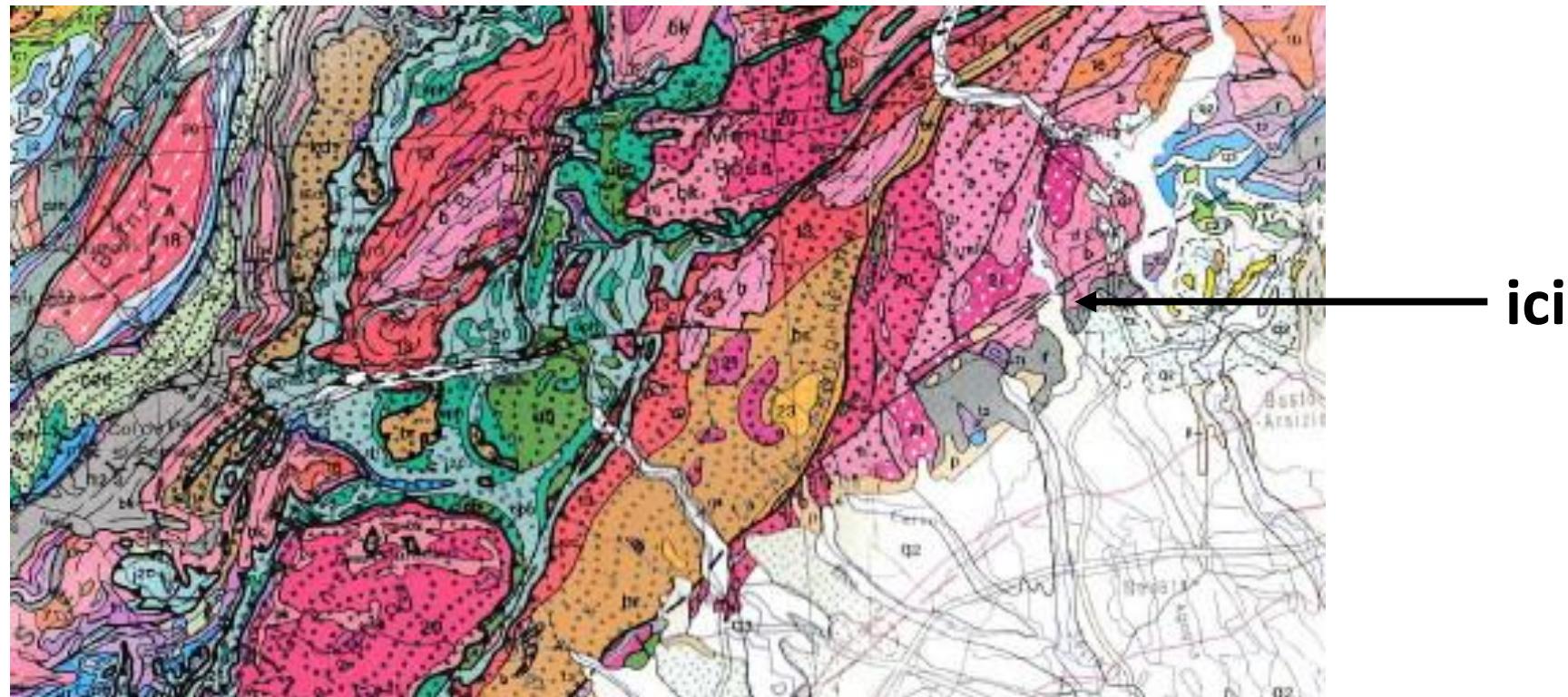
Fig. 10.13 – Belledonne-Pelvoux : les traces d'une extension continentale (d'après Dercourt, 2002).
A. Carte géologique de la région Belledonne-Pelvoux (l'encadré rouge correspond à la zone du col d'Ornon).
B. Coupe géologique (l'encadré rouge correspond à la zone du col d'Ornon).
C. Reconstitution des hémigrabens par correction de la compression alpine.

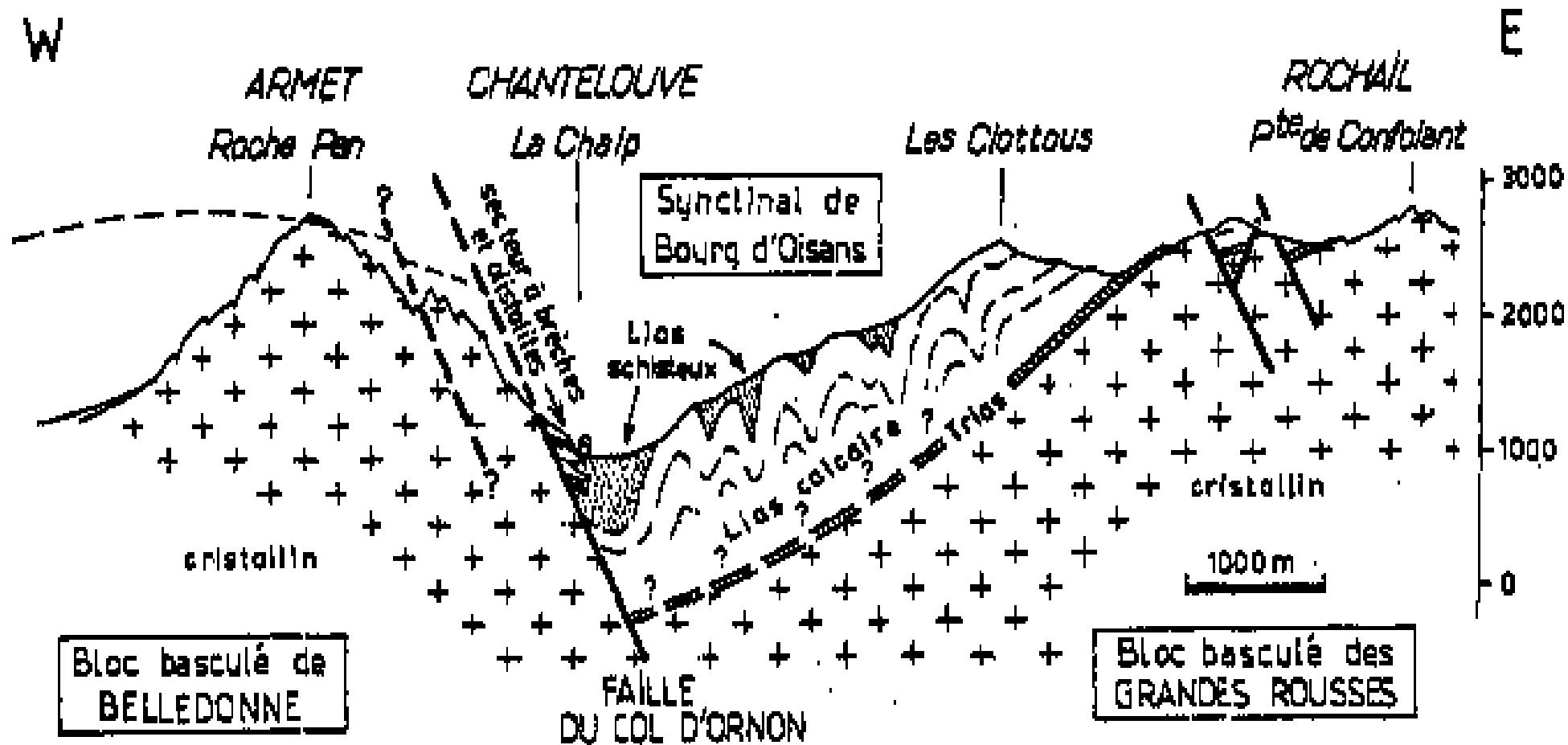


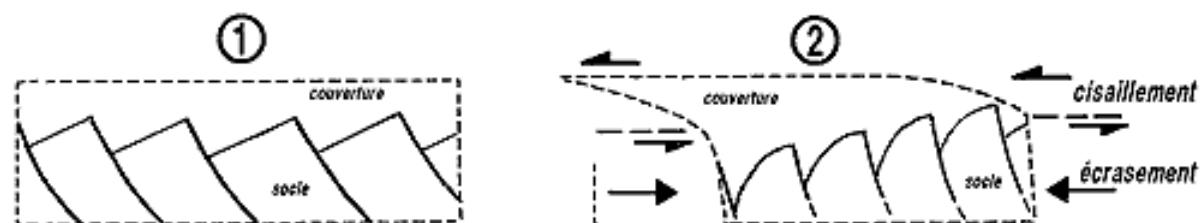
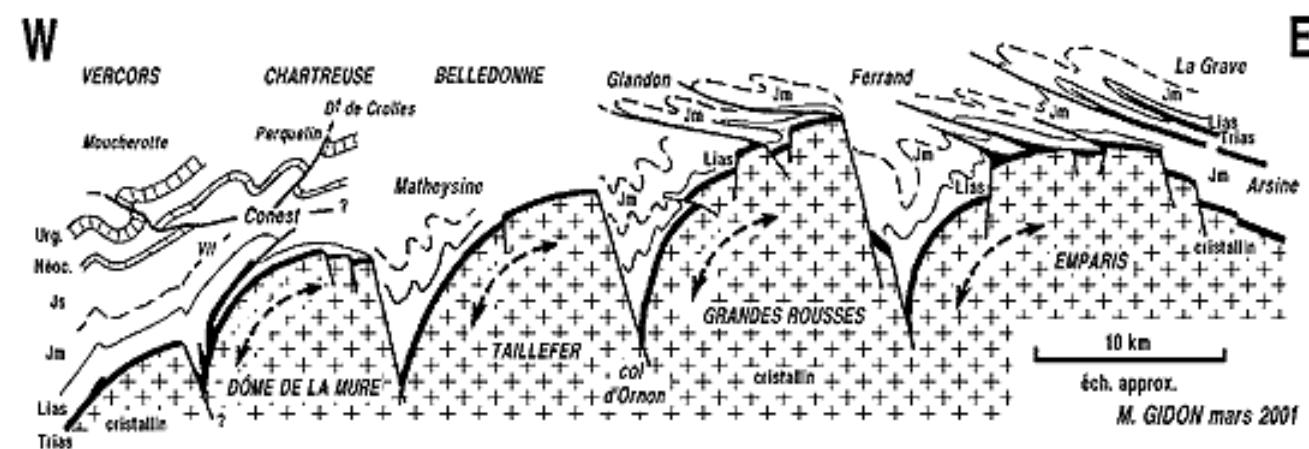
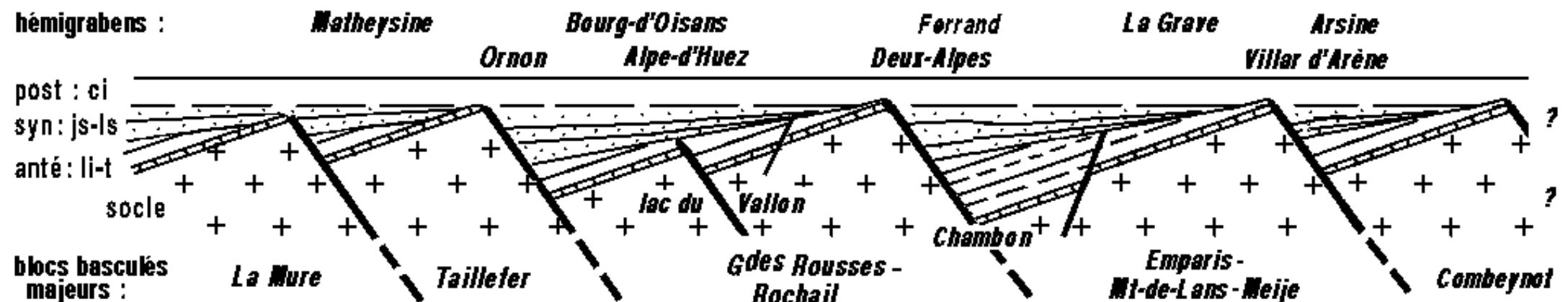
Remarque

Carte France : faciès granulite (notamment pour la zone d'Ivrée) : témoignage d'une extension permienne.

! : couleur violette et non bleue

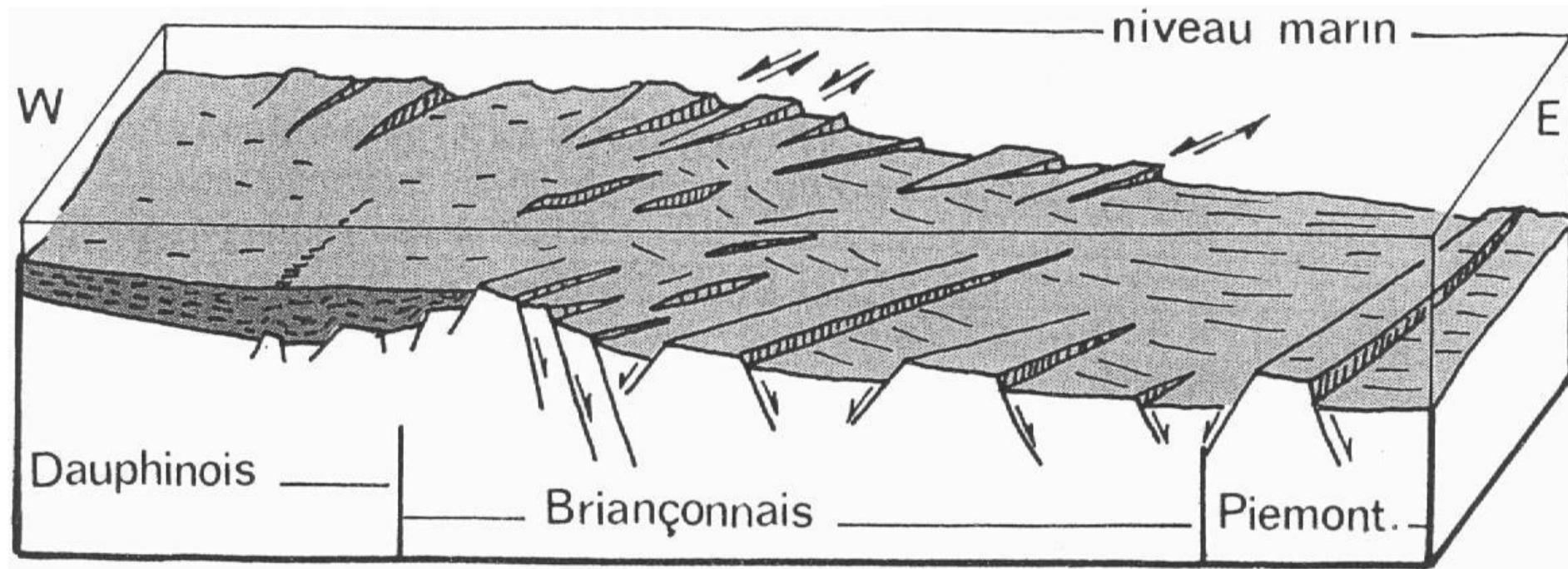






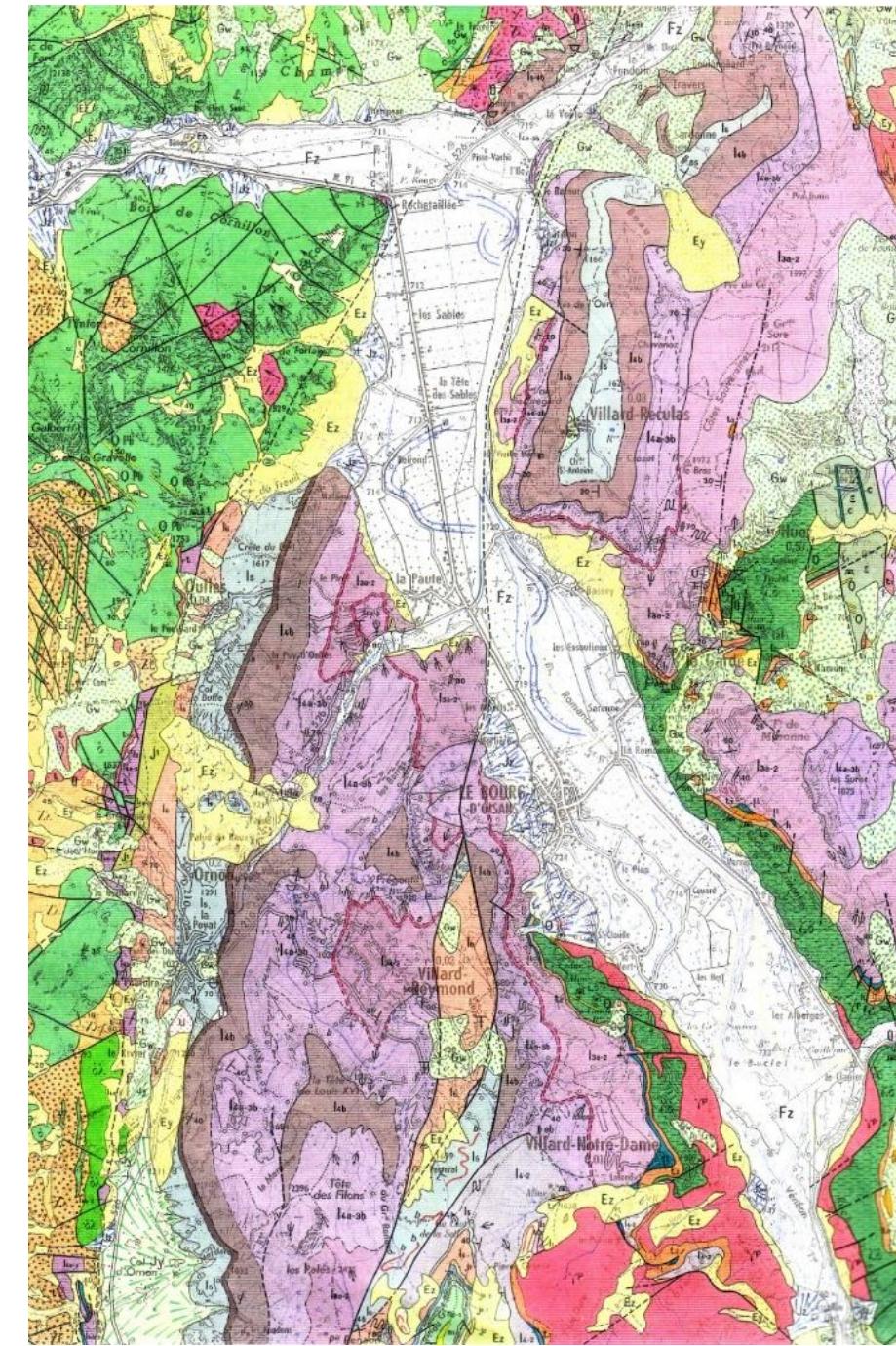
Bilan

= Une marge passive.



III - Vestiges de marge passive.

Suite Vizille



Flysch

Il s'agit d'un type de formation constitué par une répétition monotone de séquences d'épaisseur métrique à décamétriques débutant par des termes à gros grain et se terminant par des niveaux à grain fin. Typiquement un flysch est constitué par une alternance de bancs de grès (à base très nette) passant vers le haut à des schistes argileux.



Flysch = une formation type turbidite

Les flyschs se forment par avalanches sous marines de boues et de sables provenant de dépôts de faible profondeur. Chaque séquence correspond à une telle avalanche ("courant de turbidité") qui va plus ou moins loin sur les fonds marins plus profonds, où la pente est faible, et s'y décante (d'où le dépôt dans un ordre décroissant des calibres de grains). On dit donc qu'il s'agit d'une "**turbidite**".



Flysch de l'embrunais

Flysch à
helminthoïdes



Flysch à Helminthoïdes

Le *Flysch à Helminthoïdes* est d'âge Crétacé supérieur. Son nom vient de la présence, à la surface de certains bancs, de traces très sinueuses, dénommées Helminthoïdes par allusion aux contournements que les vers (marins ou de terre) décrivent avec leur corps. Il s'agit en fait de l'empreinte du déplacement, sur la vase du fond marin de l'époque,, d'animaux inconnus qui, sans doute, "broutaient" la surface de cette vase

