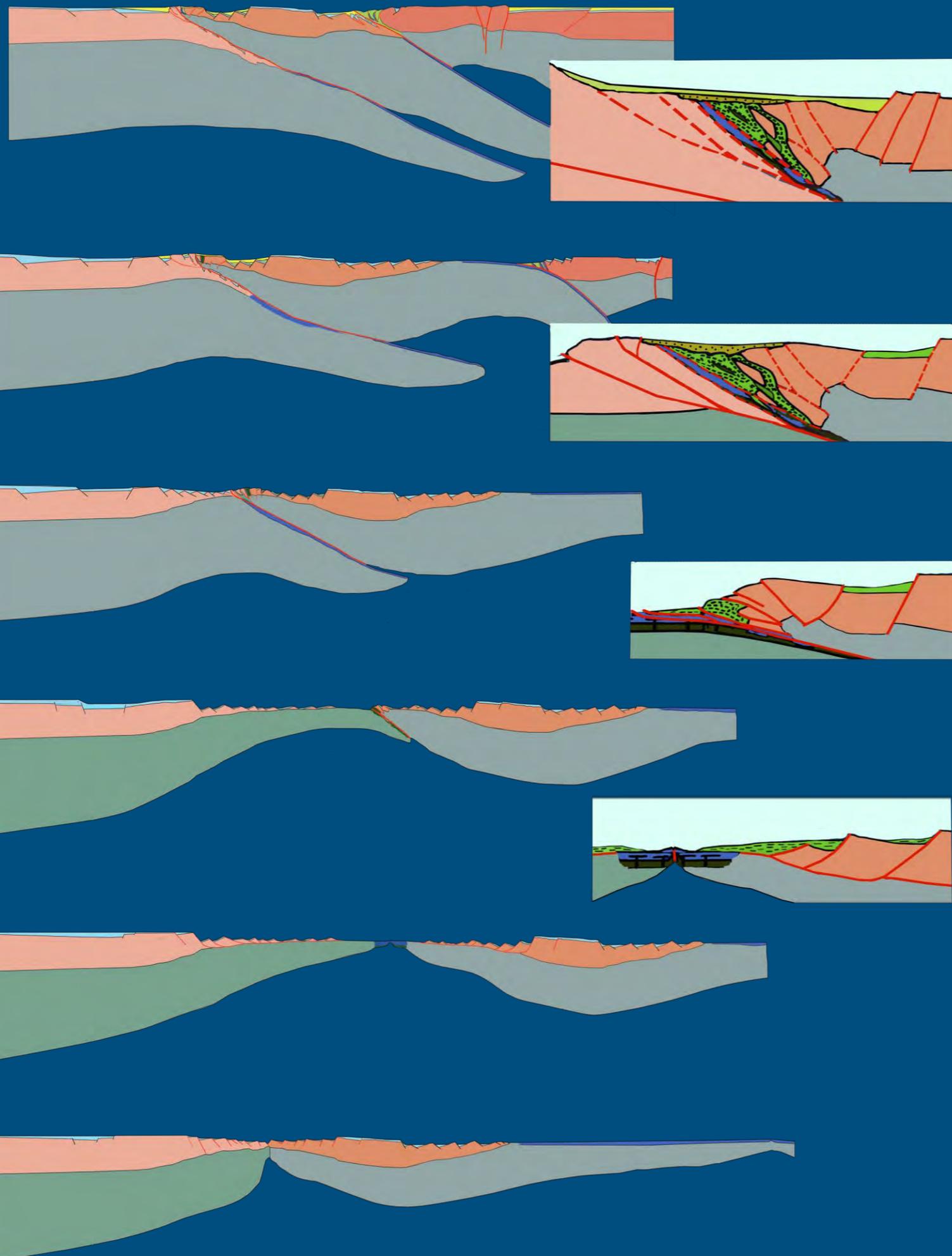


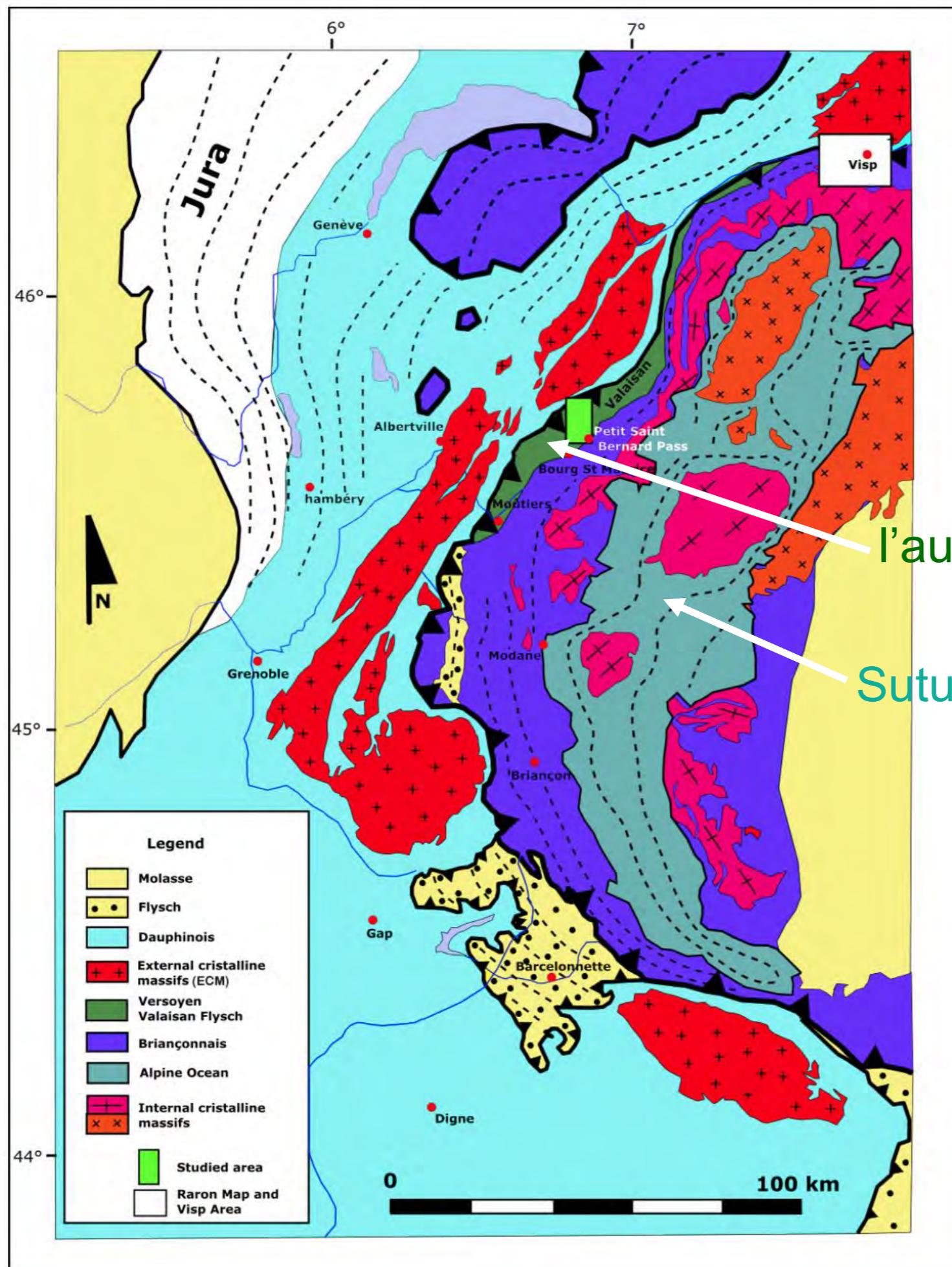
# L'énigme du Valaisan

Gérard M. Stampfli

*Hommage  
à  
Marcel Burri*

Sion, 2-3 novembre 2022



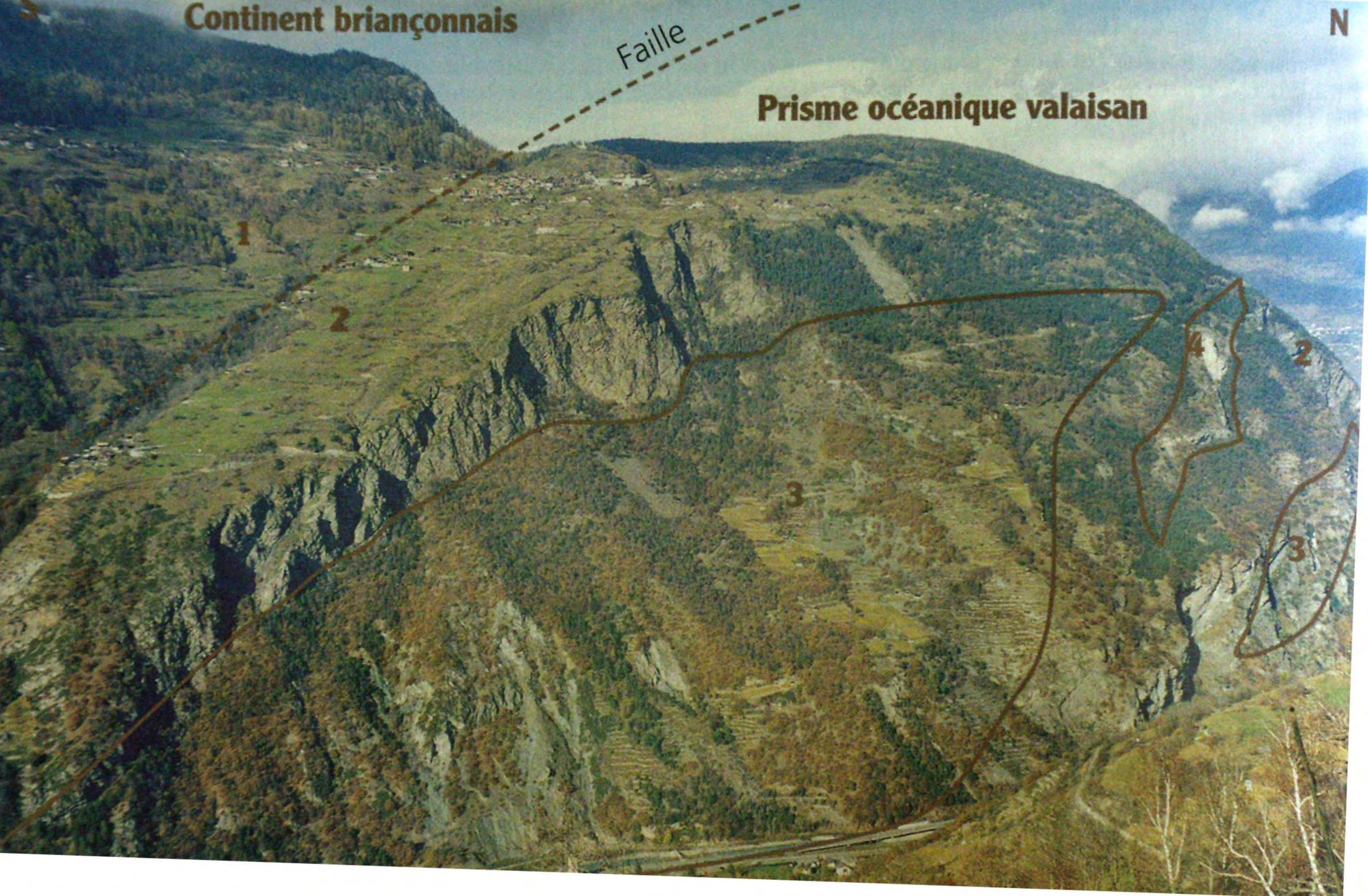


**EARLY CRETACEOUS ACCRETIONARY  
COMPLEX OF THE VALAISAN OCEAN,  
WESTERN ALPS**

Gilles De Broucker, Yves Siméon, Gérard M.  
Stampfli, Denis Thiéblemont, Philippe Lach &  
Michel Marthaler, Ofioliti, 2021

l'autre suture  
Suture de la Téthys Alpine

Fig. 1 - Simplified geological map of the Alps with indication of the Versoyen studied area near Petit-Saint-Bernard Pass. The Valaisan unit is outcropping from Moûtiers to Visp in Swiss Valais, between External Crystalline Massif (ECM) and the Zone Houillère / Penninic Briançonnais Domain.



N

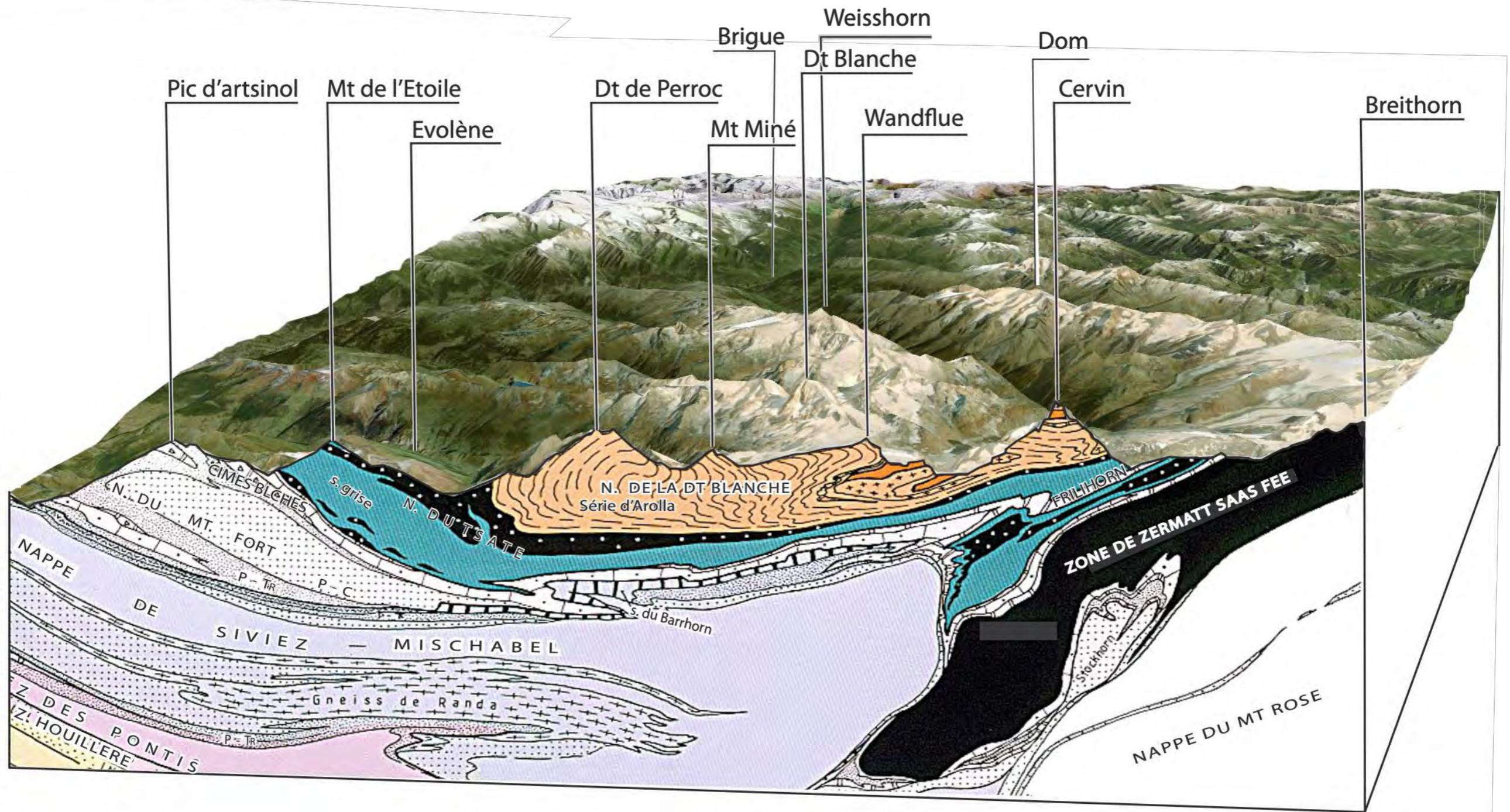
Continent briannonnais

Faille

Prisme océanique valaisan

suture "valaisanne" à Viège

*Marthaler*



La zone de suture de la Téthys alpine sous le Cervin

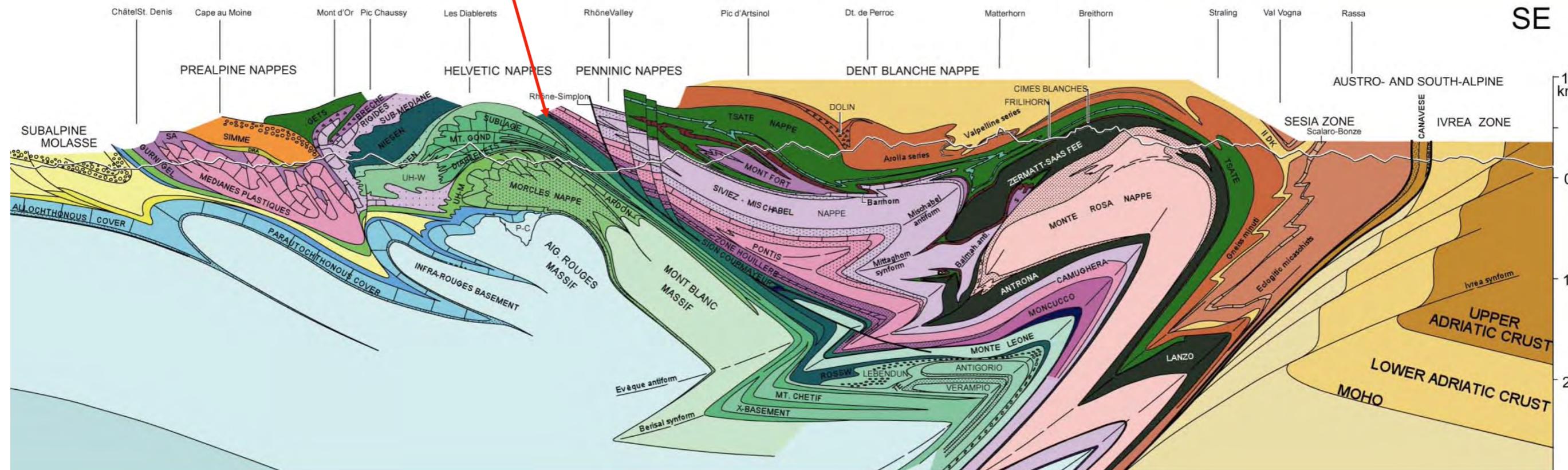
# Helvétique

# Briançonnais

# Austroalpin

# Sudalpin

l'autre suture



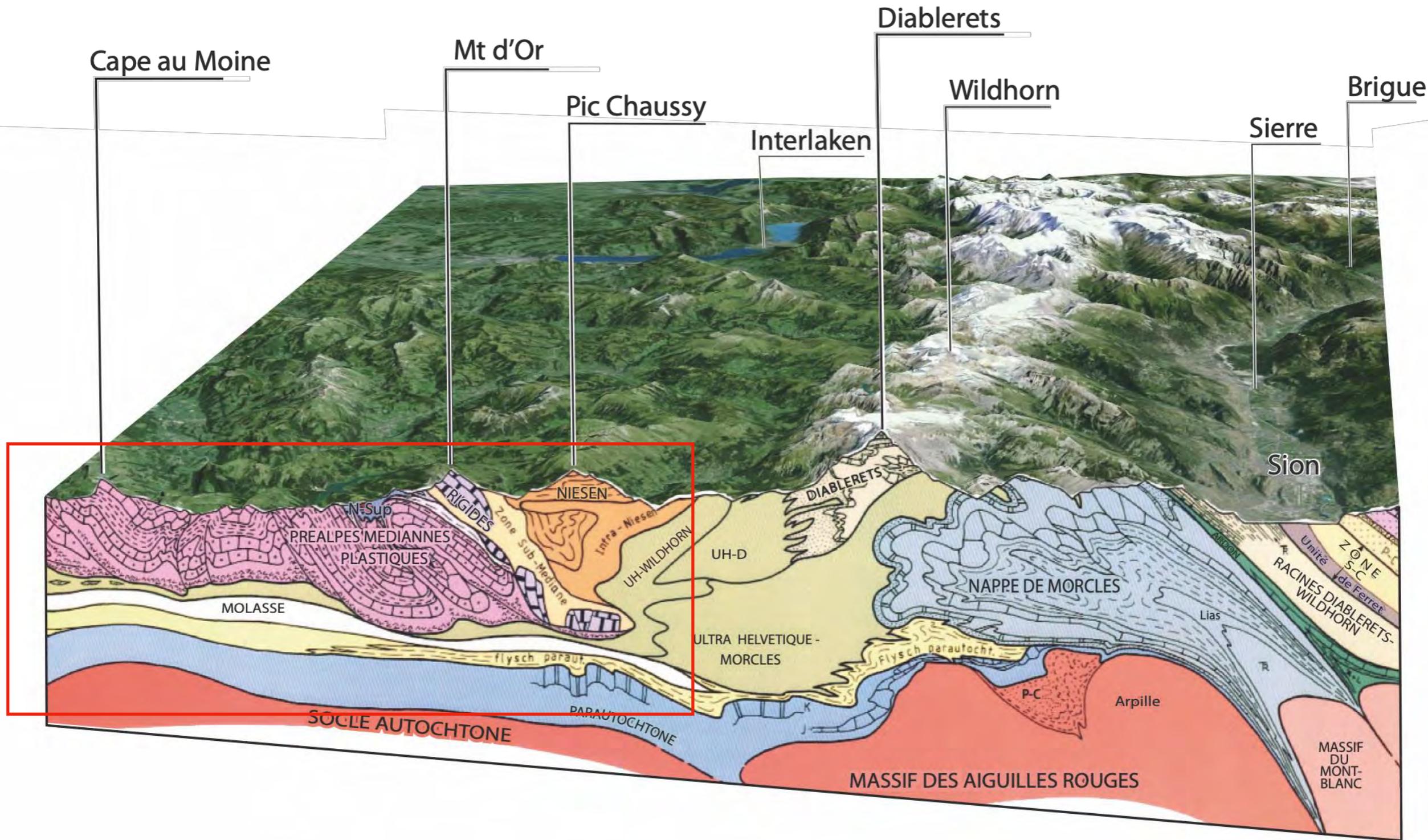
coupe de A. Escher à partir de nombreux travaux lausannois

**Le domaine valaisan** est un complexe de roches très diverses, sous forme d'écailles tectoniques et/ou de mélanges, séparant le domaine pennique (briançonnais) du domaine helvétique, en France et en Suisse.

Comprenant principalement:

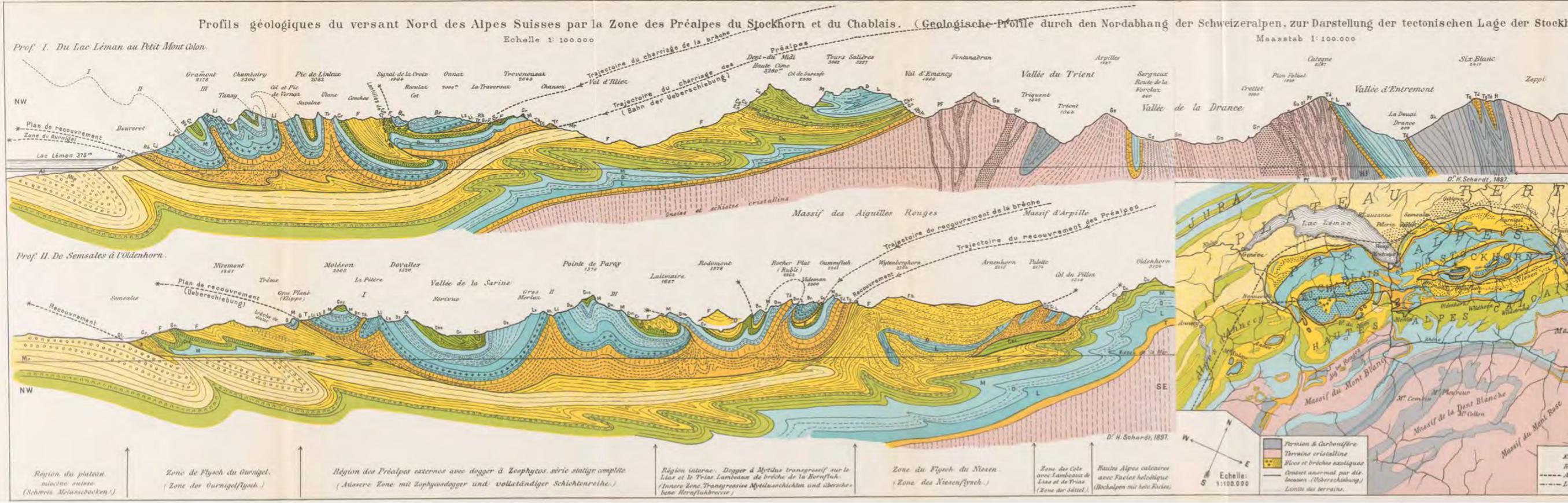
- Des roches granitiques du socle
- Des roches ultrabasiques, des basaltes et des gabbros, dont certains datés du Carbonifère et Permien.
- Des sédiments allant du Carbonifère au Tertiaire, continentaux à pélagiques.
- Des microfossiles pélagiques du Crétacé au Tertiaire
- Un événement thermique daté à 110Ma
- Un événement de HP daté autour de 40 Ma

**Voilà l'énigme!**



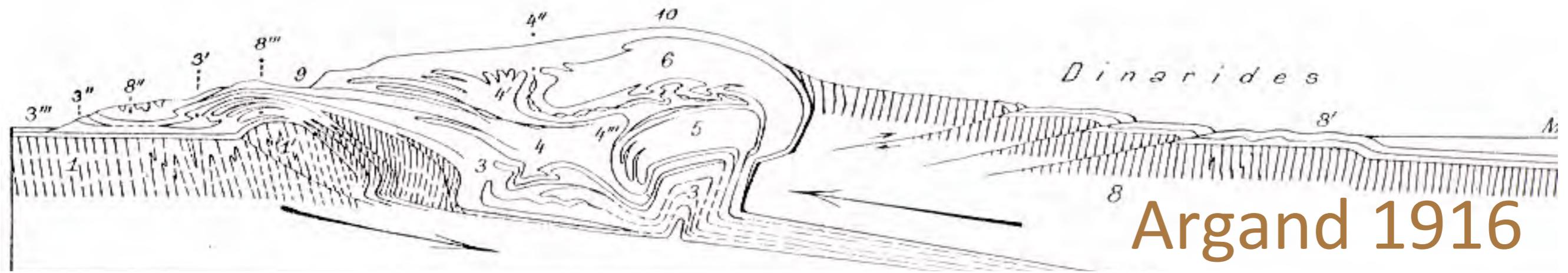
coupe Escher et al. 1997

L'énigme commence dans les Préalpes en ...1898!



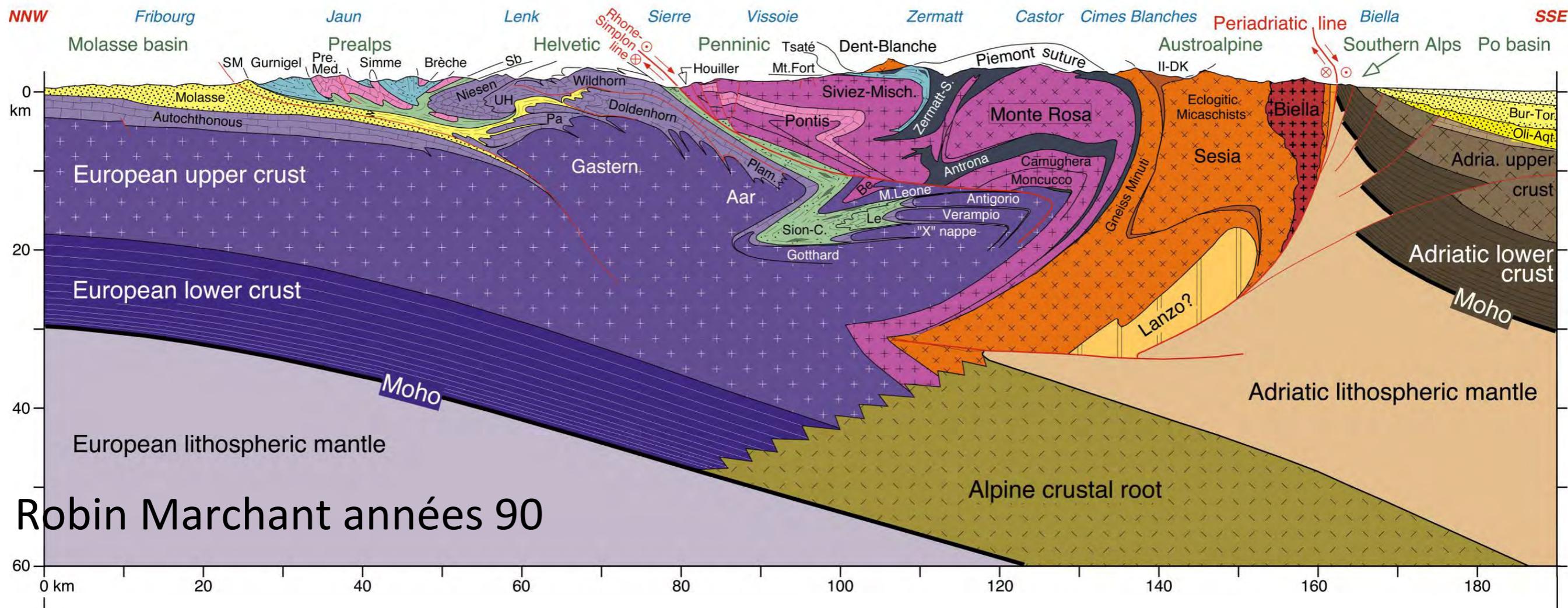
Dans cette situation, la nappe préalpine n'avait rien d'anormal; au Nord, elle passait peut-être insensiblement au facies helvétique, si elle n'en était pas séparée localement par un haut fond. A l'Est, elle se liait au facies austro-alpin, avec lequel elle a plus d'une affinité; au SW, sa jonction avec le facies provençal également méditerranéen est probable, de même que sa continuité au SE avec les sédiments des Alpes calcaires de la zone lombarde, qui appartiennent également au facies méditerranéen.

Schardt 1898



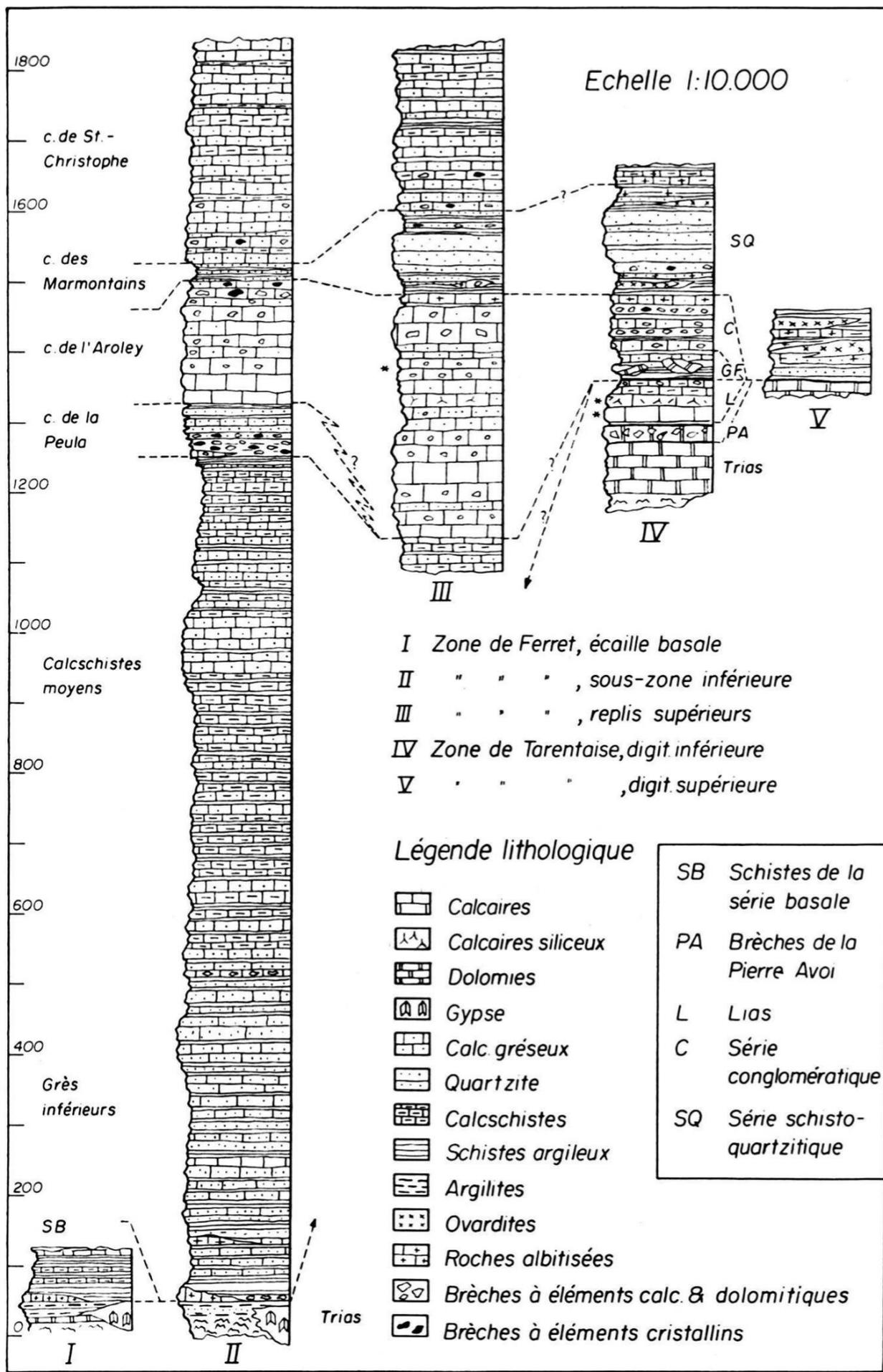
Argand 1916

A) PRESENT DAY CRUSTAL SCALE CROSS SECTION OF THE WESTERN ALPS ALONG THE NRP-20 DEEP SEISMIC TRAVERSE



Robin Marchant années 90

La tectonique tangentielle d'Emile Argand, prélude à la tectonique des plaques.



La trilogie valaisanne  
Trümpty 1954

Fig. 1. Les séries stratigraphiques de la zone de Ferret et de la zone de Tarentaise.

GF: Conglomérats de l'Aiguille du Grand Fond

(Explication des autres indices voir dans le cadre de la figure)

# Lettre Pierre Antoine

Madame,

J'ai bien reçu votre invitation à participer au colloque en hommage à Marcel Burri les 3 et 4 novembre prochains, à Sion. Je vous en remercie bien vivement car une amitié de géologues de terrain nous unissait depuis une bonne cinquantaine d'années et j'aurais aimé être des vôtres à cette occasion. Malheureusement j'ai maintenant 87 ans et ne me déplace plus beaucoup. Je ne peux donc honorer, à mon grand regret, votre aimable invitation laquelle m'a fait grand plaisir. C'eut été sans doute l'occasion des retrouver des amis comme Michel Marthaler ou Mario Sartori. Il est vrai, qu'avec les années qui passent, leur nombre va en diminuant... A ce propos, je joins à ce courrier une photo que j'aime particulièrement sur laquelle je figure en bonne compagnie puisque les deux autres personnages sont Rudolf Trümpy et Marcel Burri. C'était le 6 Mars 2007, au Levron, près de Verbier et nous avions un peu le pressentiment que c'était probablement la dernière fois que nous nous retrouvions. Nous venions de passer deux jours, à Bex, chez Marcel, en compgnie du professeur Escher lequel n'avait pu se joindre à nous pour la journée. Le professeur Trümpy tenait à nous montrer la première coupe qu'il avait faite dans ce secteur lorsqu'il était à Lausanne et qu'il commençait à débrouiller les structures de sa zone de Sion-Courmayeur. Cela rappelait pour moi le premier contact que je fis avec la géologie des alpes suisses lequel me permit rapidement de rencontrer Marcel Bürri. Son domaine de recherche correspondait, en majeure partie, à celui qui m'avait été dévolu en France. A force de discussions et de travaux sur le terrain, tant en Suisse qu'en France, j'ai compris qu'il me fallait raccorder, par delà les frontières, des ensembles géologiques distingués dans les deux pays. Cette prise de conscience, résultat de travaux sur le terrain avec Marcel et ses élèves (nombreuses visites en commun). Cela me permit de proposer une solution susceptible d'unir les concepts des uns et des autres. Celle-ci allait choquer bien des auteurs français. Il s'agissait de l'interprétation de la série volcano-sédimentaires du Versoyen (motif ma thèse), qui allait devenir un énorme sujet de discussion. Je démontrais, sans aucun doute possible, qu'en France et en Italie il s'agissait du soubassement stratigraphique des flyschs franco-valaisans crétacé supérieur. Je me souviens, qu'une fois cela acquis, Marcel et quelques uns de ces élèves m'amènèrent à Zeneggen (rive gauche du Rhône au-dessus de Sion) où la structure résistait à toute interprétation. Cela devenait par contre possible avec mon hypothèse franco-italienne.

Ma carrière de géologue alpin a donc été profondément marquée par les relations entretenues avec Marcel, ses élèves (Michel Marthaler, Mario Sartori, Pascal Jeanbourquin...) et ses collègues de Lausanne (Marc Weidman, Peter Homewood, Aymon Baud...). Je m'associe donc pleinement à l'hommage que vous allez rendre à Marcel car cela évoque pour moi une partie de ma vie intellectuellement fructueuse et riche en amitié.

Je vous prie, madame, d'agréer mes respectueuses et cordiales salutations.

Le 19 octobre 2022

P.ANTOINE



## 1.2 Le Flysch (fig. 4)

La trilogie du flysch «**Aroley – Marmontains – St. Christophe**» constitue dans la région du Simplon un précieux repère cartographique.

– **Les Couches de l'Aroley** (ou formation basale du flysch d'ANTOINE 1972) sont des marbres calcaires à patine claire et cassure gris-bleu souvent gréseux qui laissent entrevoir parfois une structure finement bréchique. Localement sont observés des métaconglomérats grossiers à galets essentiellement triasiques ou à matériel ophiolitique (entre le Kaltwasser et l'Alpe de Veglia). L'épaisseur de l'Aroley varie de quelques centimètres à plusieurs dizaines de mètres. Ces variations résultent essentiellement de la déformation.

Aucun fossile n'a été observé en Haut Valais. TRÜMPY (1955, p. 334) leur donne un âge crétacé «moyen» (Orbitolines du Barrémo-Aptien, remaniées?) en les comparant au «Tristelkalk» des Grisons. Cependant, en France, ANTOINE (1978) donne un âge crétacé supérieur compris entre le Turonien et le Campanien attesté par des *Globotruncanidae*.

– **Les Couches des Marmontains** (ou schistes noirs à quartzites verts) sont formés de schistes noirs non carbonatés dans lesquels alternent fréquemment des bancs de quartzites très caractéristiques. La patine est sombre avec des reflets rouille ou verdâtres; la cassure vert-noir a un aspect huileux très typique («Ölquarzite») ainsi que parfois des reflets légèrement rosés. Les quartzites sont assez purs, régulièrement organisés en microbancs de quelques centimètres (exceptionnellement quelques décimètres), parfois amalgamés en unités plurimétriques. Il s'y intercale parfois des bancs plus polymictes, granoclassés.

Les schistes noirs ont fourni au-dessus de Brigue, quelques radiolaires pyritisés et un fantôme de *Globotruncanidae* (BURRI 1967). C'est dans des roches semblables que BURRI (1955) a pu extraire des radiolaires dont l'âge présumé est crétacé moyen à supérieur.

La constance de l'organisation et des caractéristiques sédimentaires de ces roches, conservées sur de très grandes distances (plus de 200 km) malgré la déformation, parle en faveur de dépôts associés à des courants de fond ou de contour.

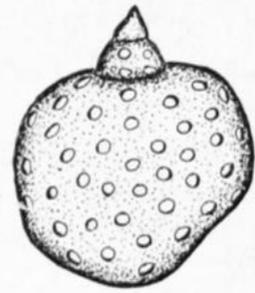
– **Les Couches de Saint Christophe** (ou Flysch s.str.) apparaissent graduellement au sommet des Couches des Marmontains. Ce sont des calcschistes gréseux en général très carbonatés. Leur aspect et leur patine varient beaucoup, probablement à cause de différences de déformation et d'exposition. Seule la partie frontale présente encore une

Jeanbourquin

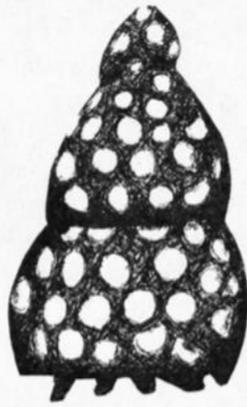
&

Marcel Burri

1991



*Theocapsa.*  
Maladaires.



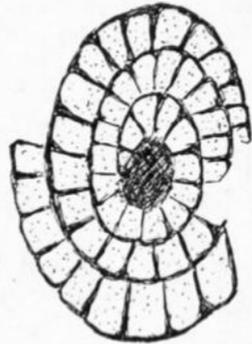
*Dictyomitra aperta* RÜST.  
Maladaires.



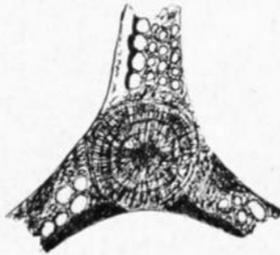
*Dictyomitra.*  
Maladaires.



*Tricolocapsa spheroides* Hkl.  
Maladaires.



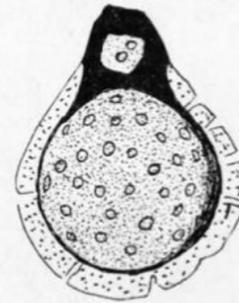
*Stylatractus Rothii* RÜST.  
Maladaires.



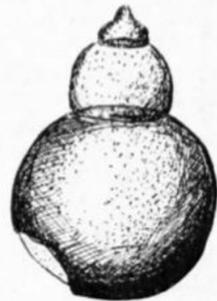
*Trigonactura?*  
Maladaires.



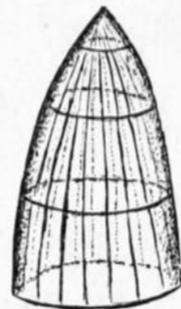
*Lithocampe cretacea* RÜST.  
Maladaires.



*Adelocyrtris Pantanelli.*  
Mont d'Orge.



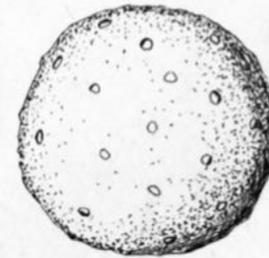
*Theocapsa obesa* RÜST.  
Mont d'Orge.



*Stichoformis radiata* GÜMBEL.  
Mont d'Orge.



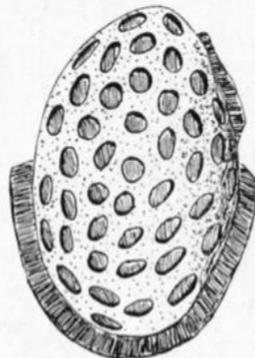
*Dictyomitra* sp?  
Mont d'Orge.



*Cenospaera.*  
Châtelard.



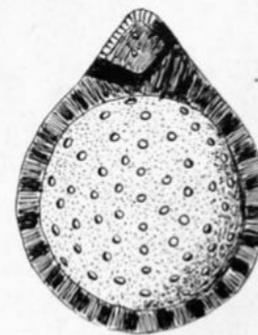
*Cenospaera pachyderma* RÜST.  
Châtelard.



*Cenospaera.*  
Châtelard.



*Theocampe regularis.*  
Châtelard.



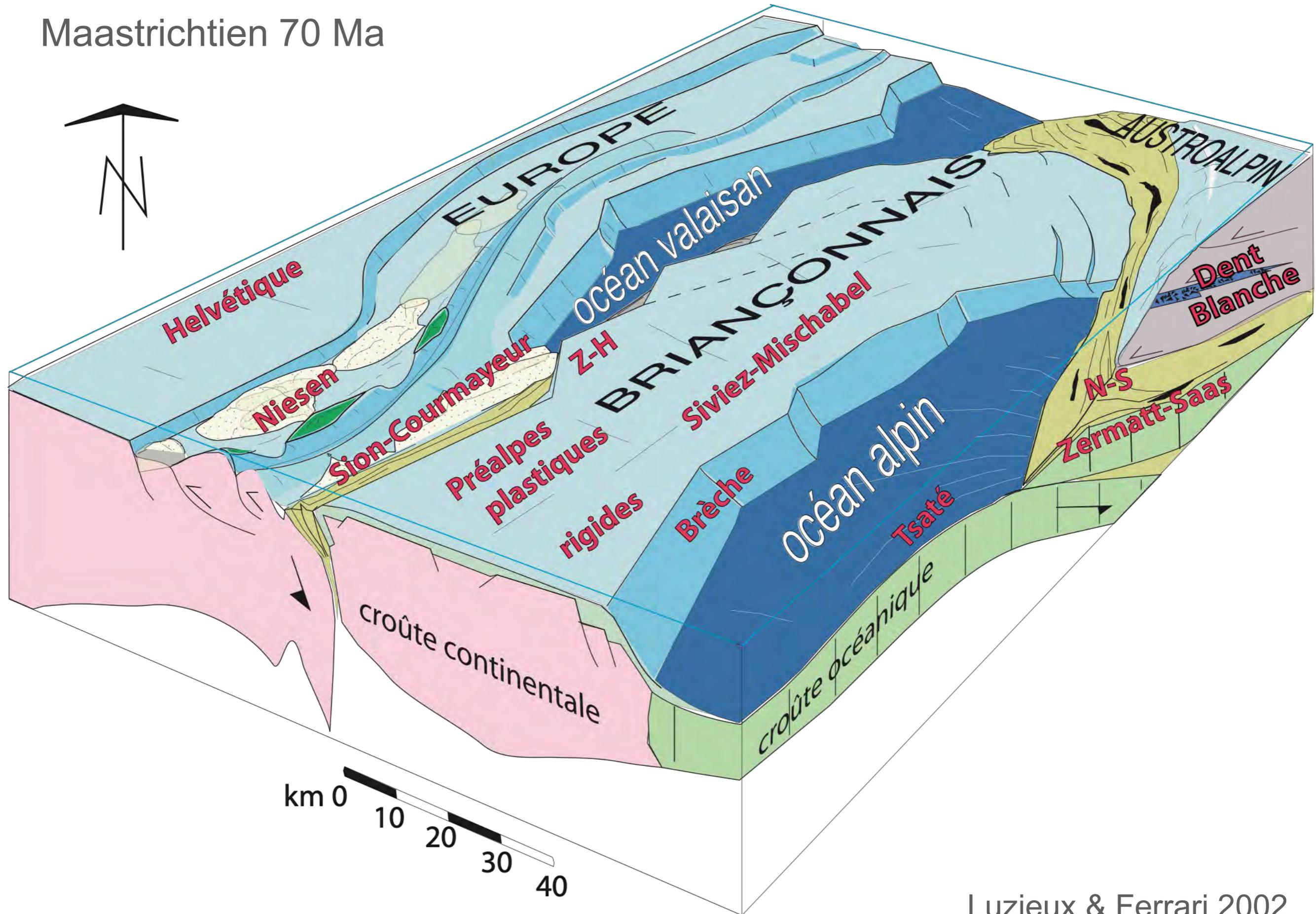
*Adelocyrtris Pantanelli.*  
Châtelard.

Radiolaires de la  
série moyenne du  
flysch de Ferret

déterminés comme  
jurassique sup. à  
crétacé inférieur par  
Luis O'Dogherty

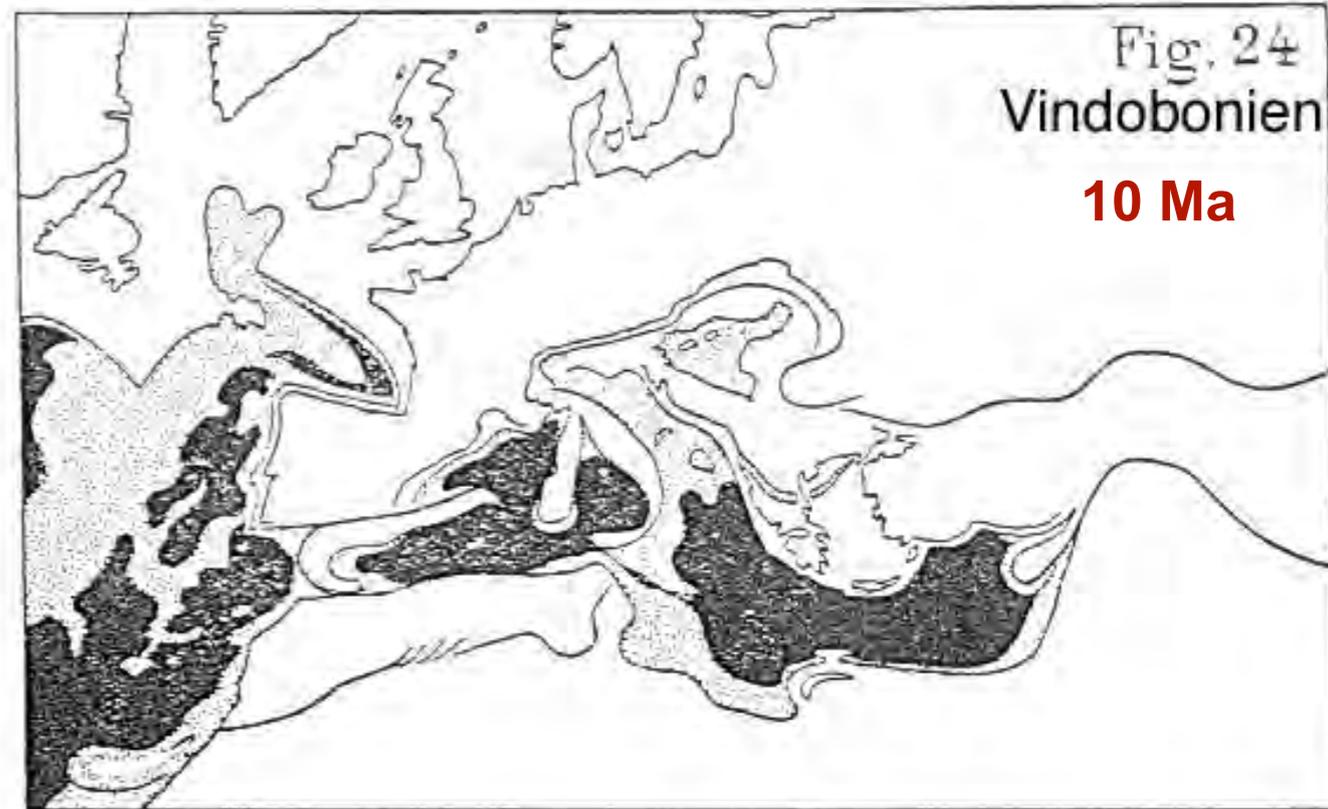
Fig. 15. Radiolaires de la série moyenne du Flysch de Ferret

Maastrichtien 70 Ma

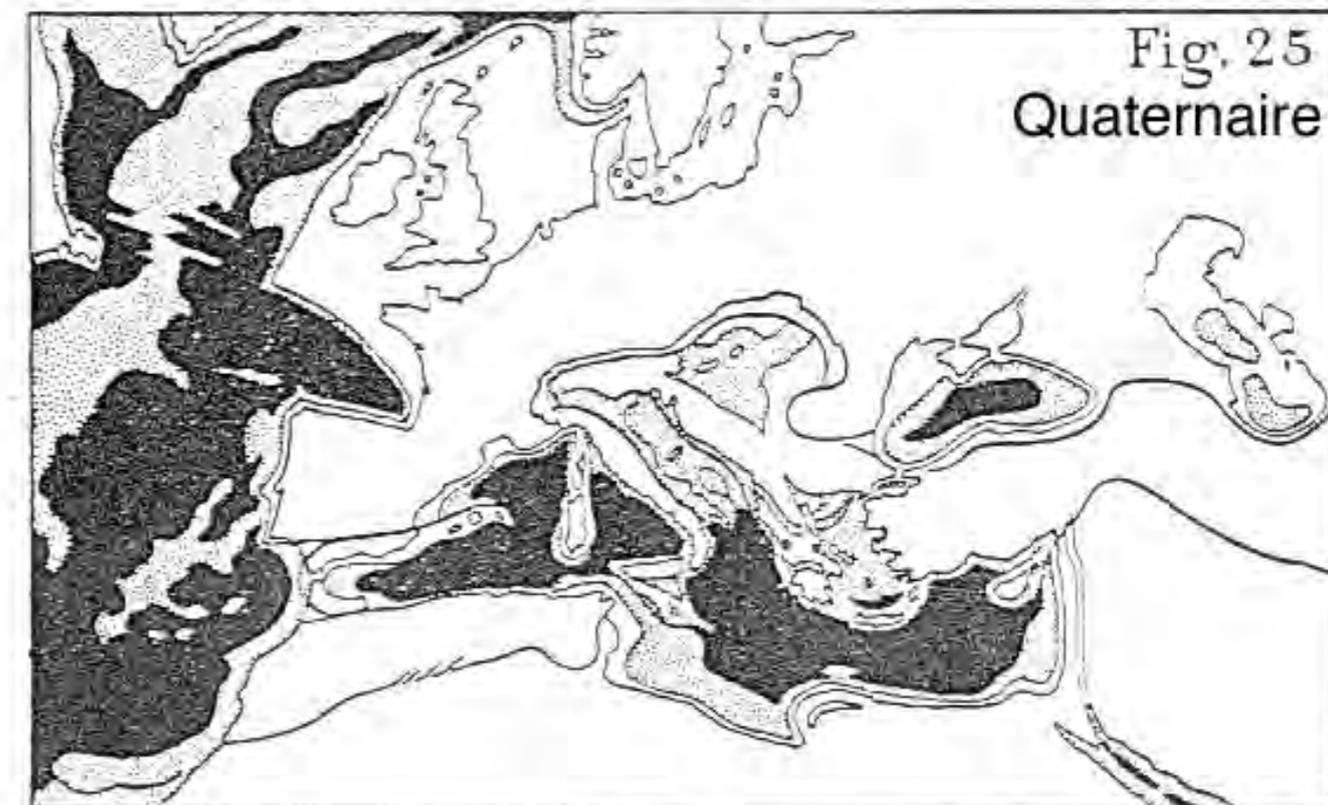
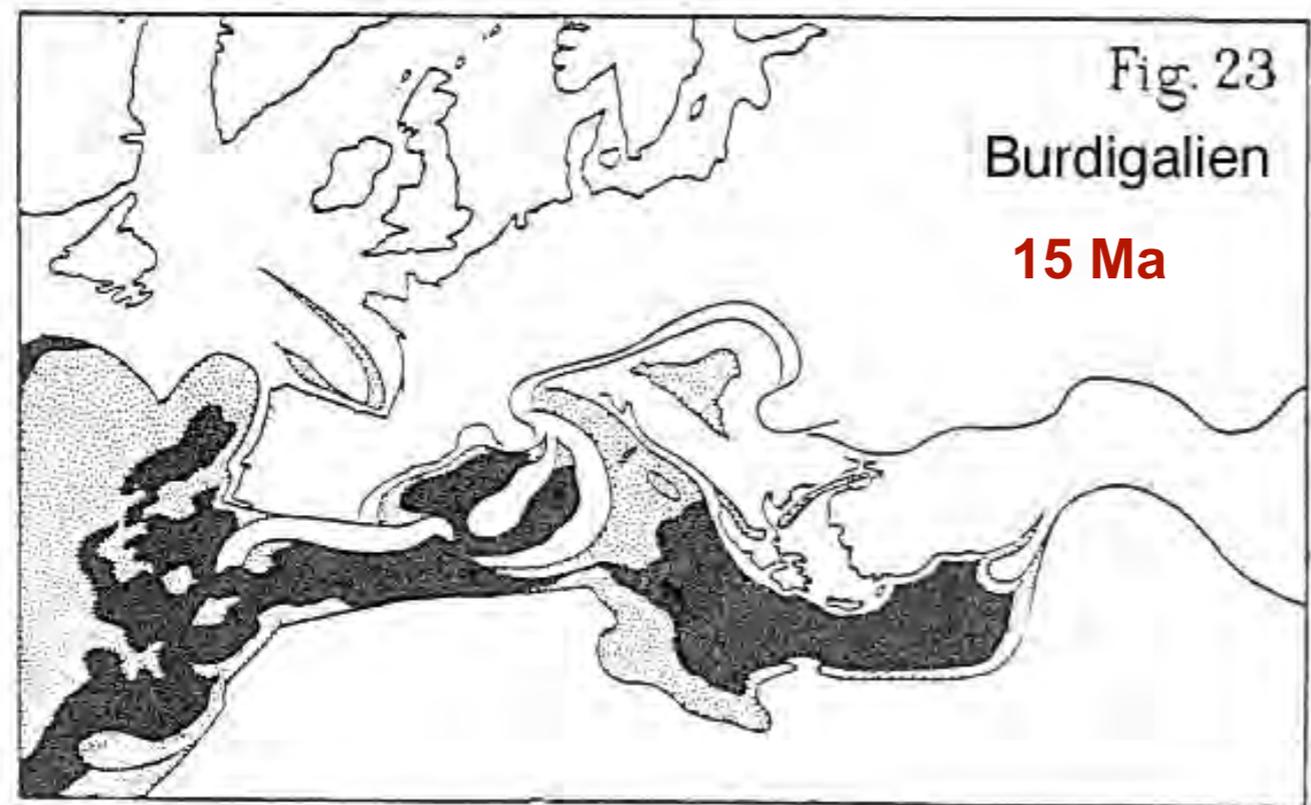


Passons au 3D

Luzieux & Ferrari 2002

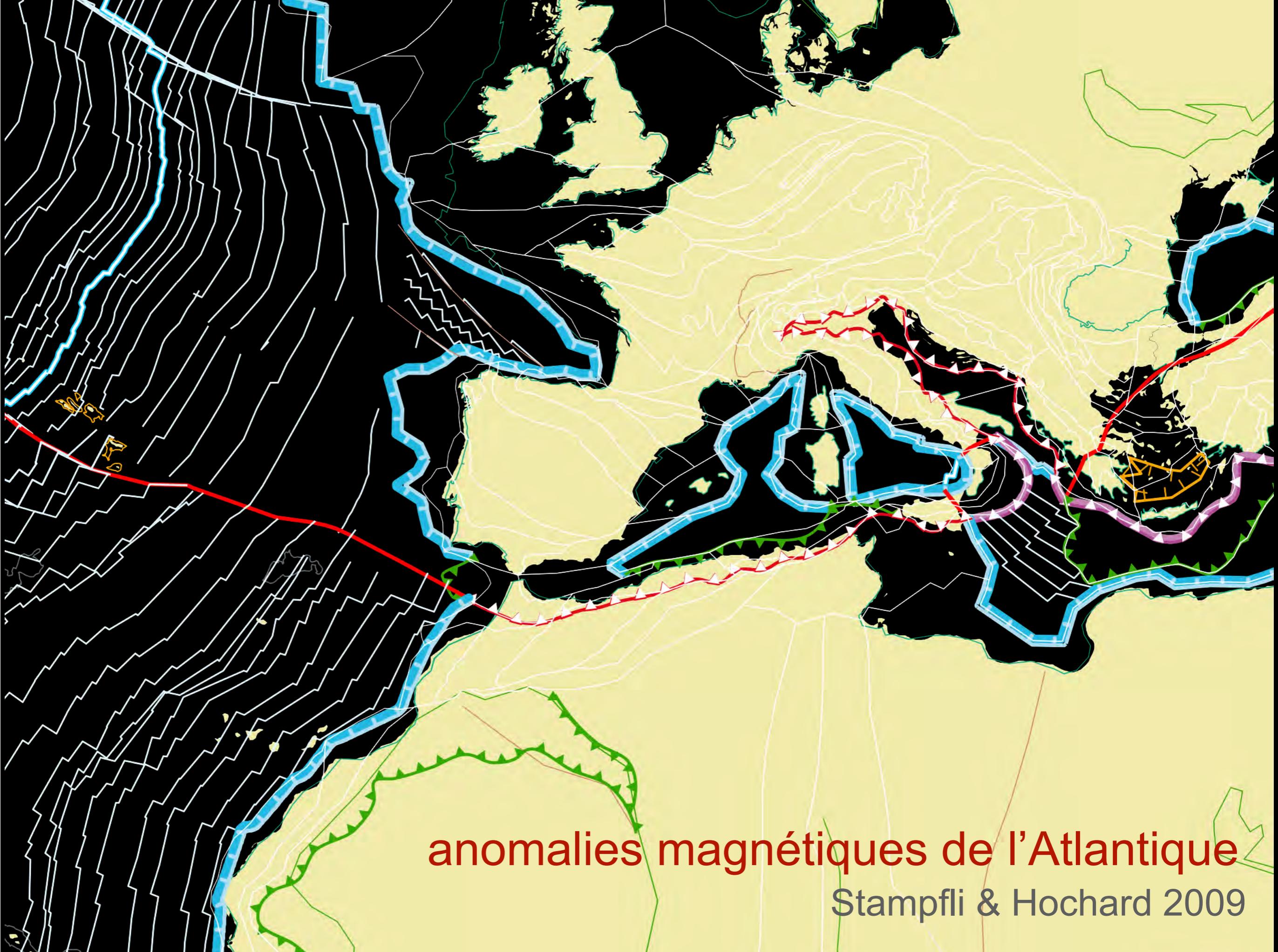


dérive Corse, Sardaigne et Italie, le Golfe de Gascogne s'ouvre sur place!!



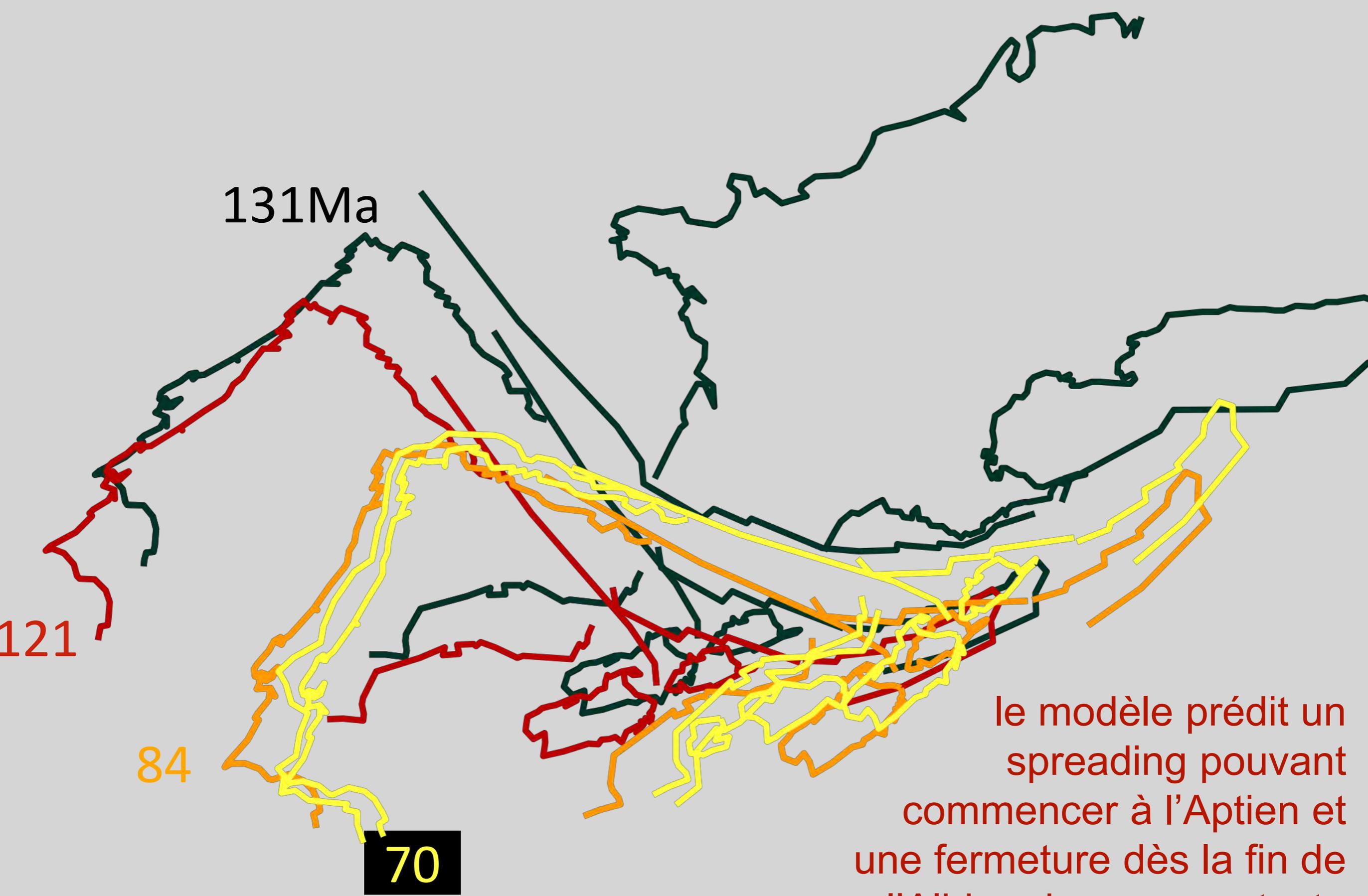
et au 4D

Argand (années 1920)



**anomalies magnétiques de l'Atlantique**

Stampfli & Hochard 2009



131Ma

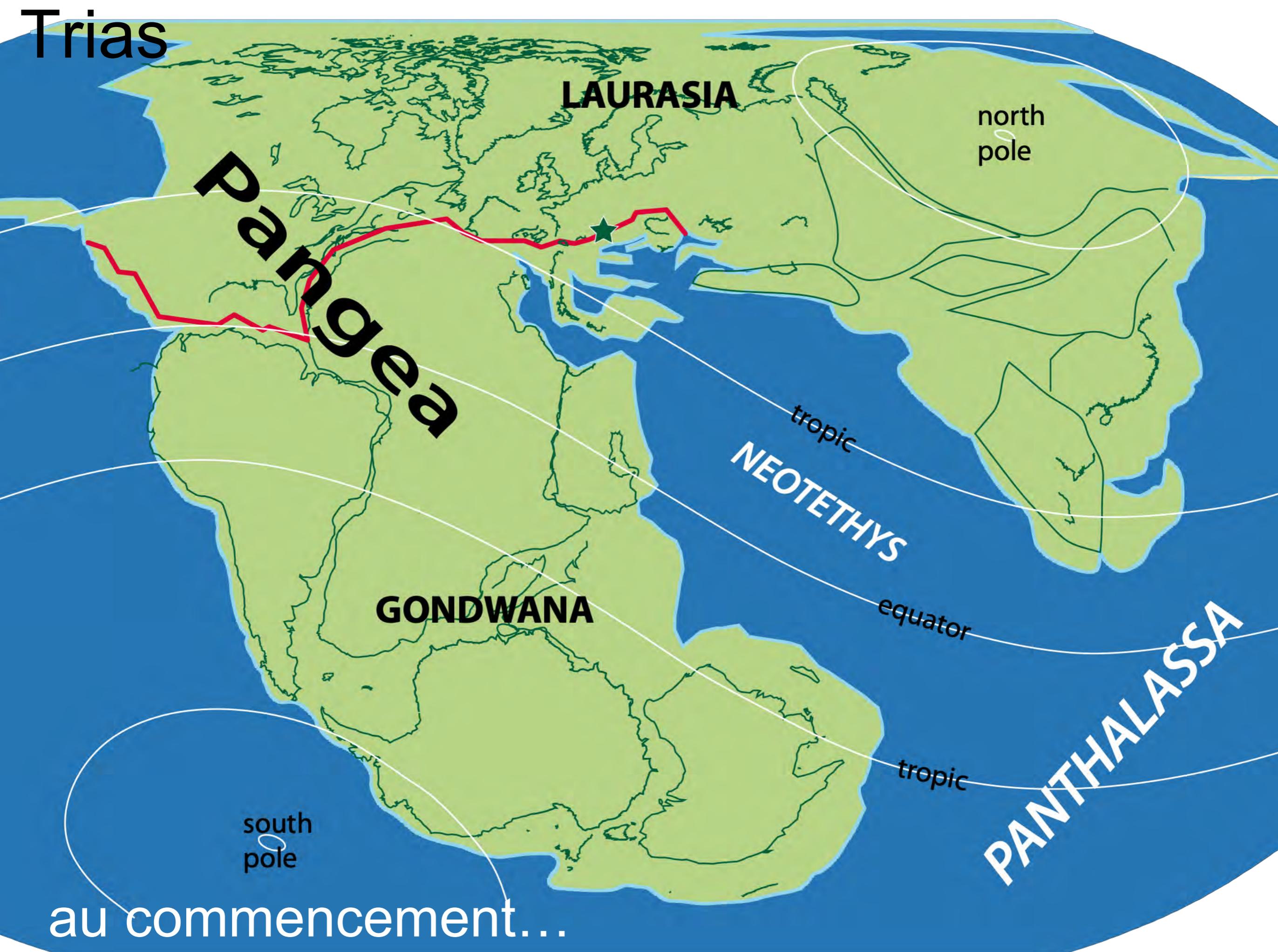
121

84

70

le modèle prédit un spreading pouvant commencer à l'Aptien et une fermeture dès la fin de l'Albien dans un contexte de décrochement

Trias



**LAURASIA**

north  
pole

**Pangea**

tropic  
**NEOTETHYS**

**GONDWANA**

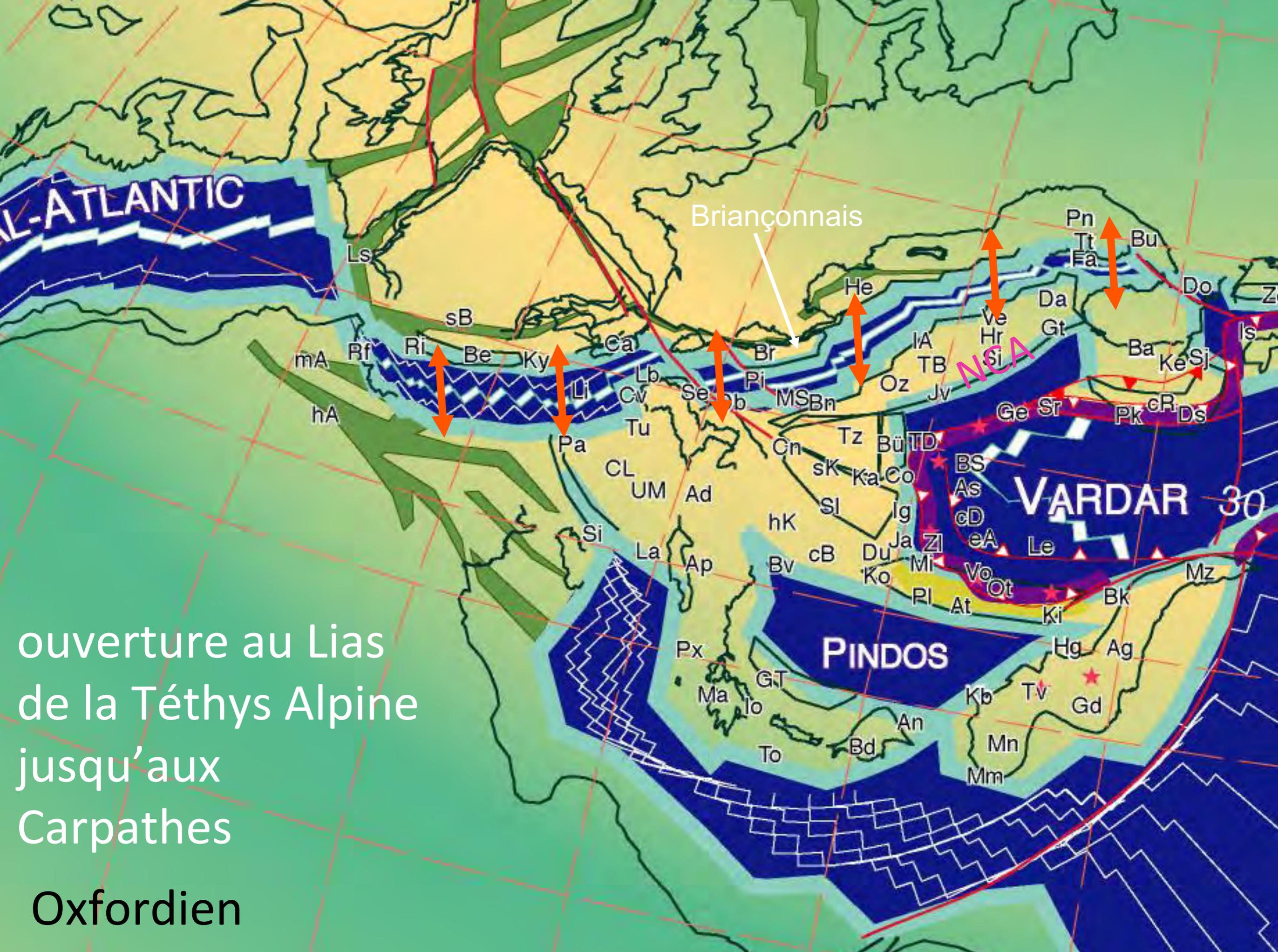
equator

**PANTHALASSA**

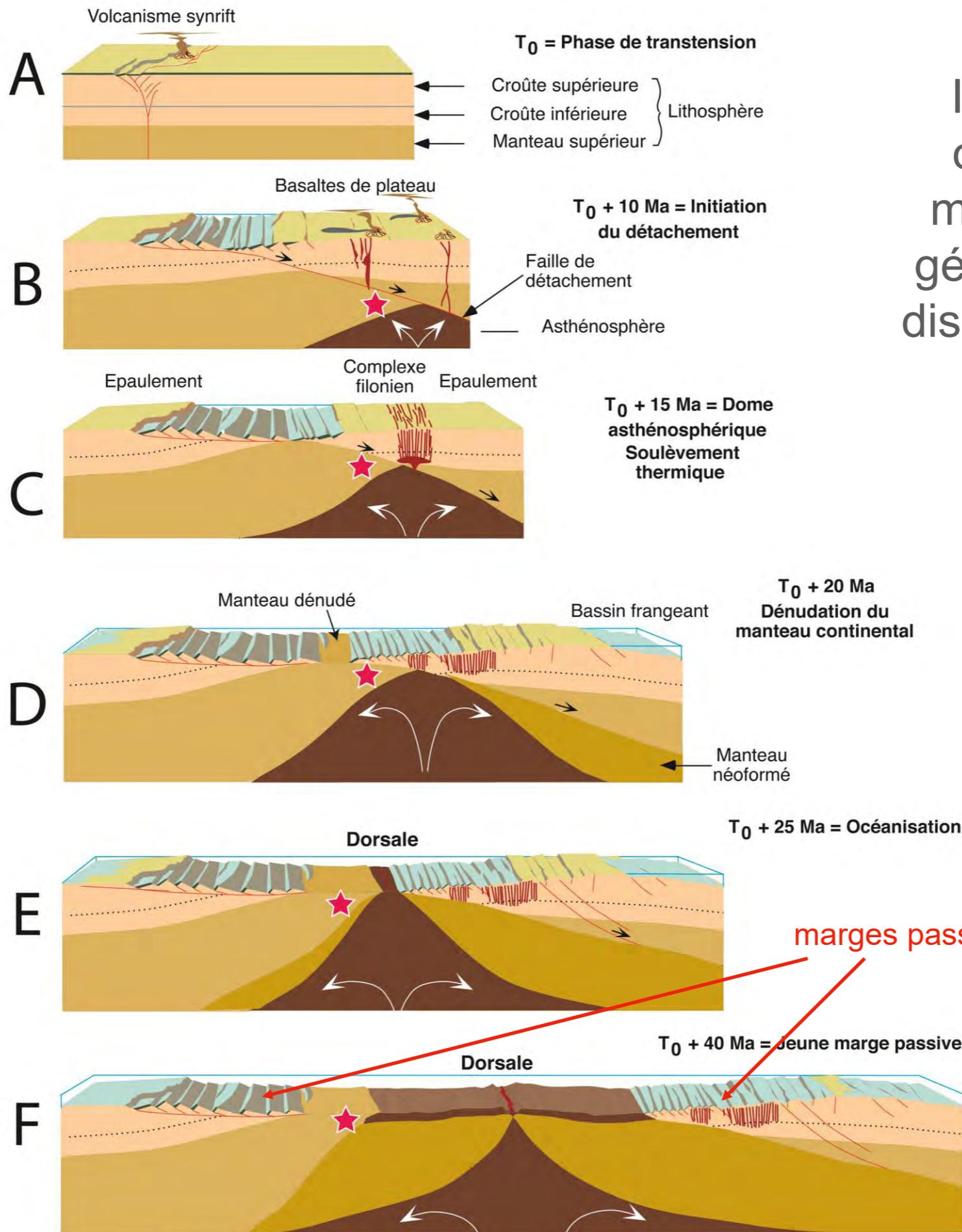
tropic

south  
pole

au commencement...

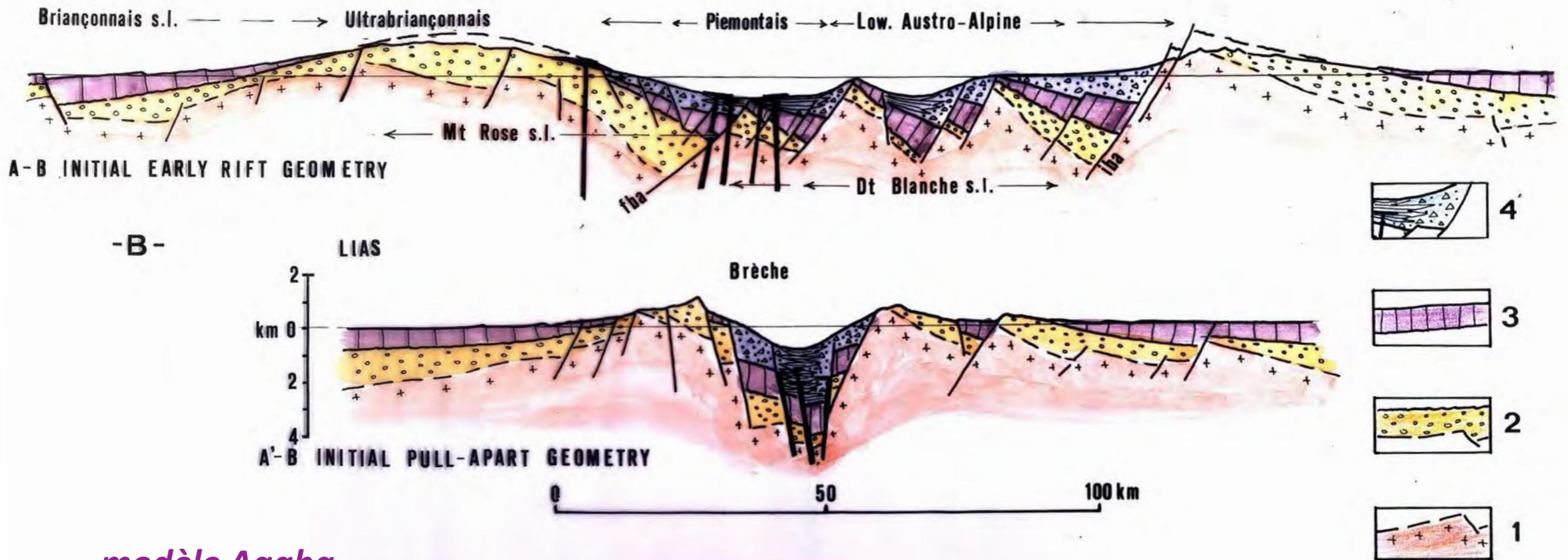


ouverture au Lias  
de la Téthys Alpine  
jusqu'aux  
Carpathes  
Oxfordien



l'ouverture d'un océan crée des marges passives, généralement elles disparaissent durant la subduction

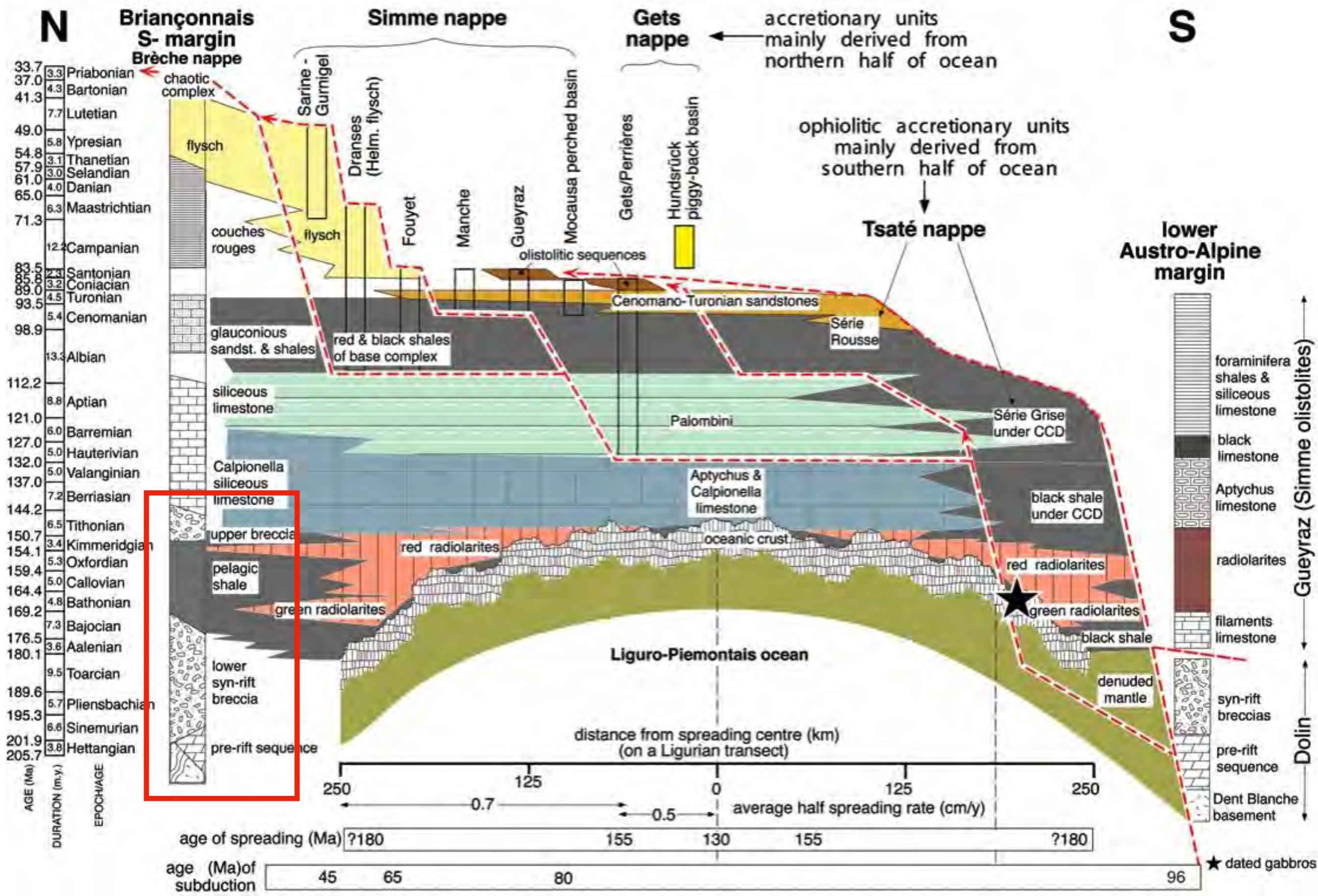
*modèle Golfe de Suez*



*modèle Aqaba*

Stampfli & Marthaler 1990

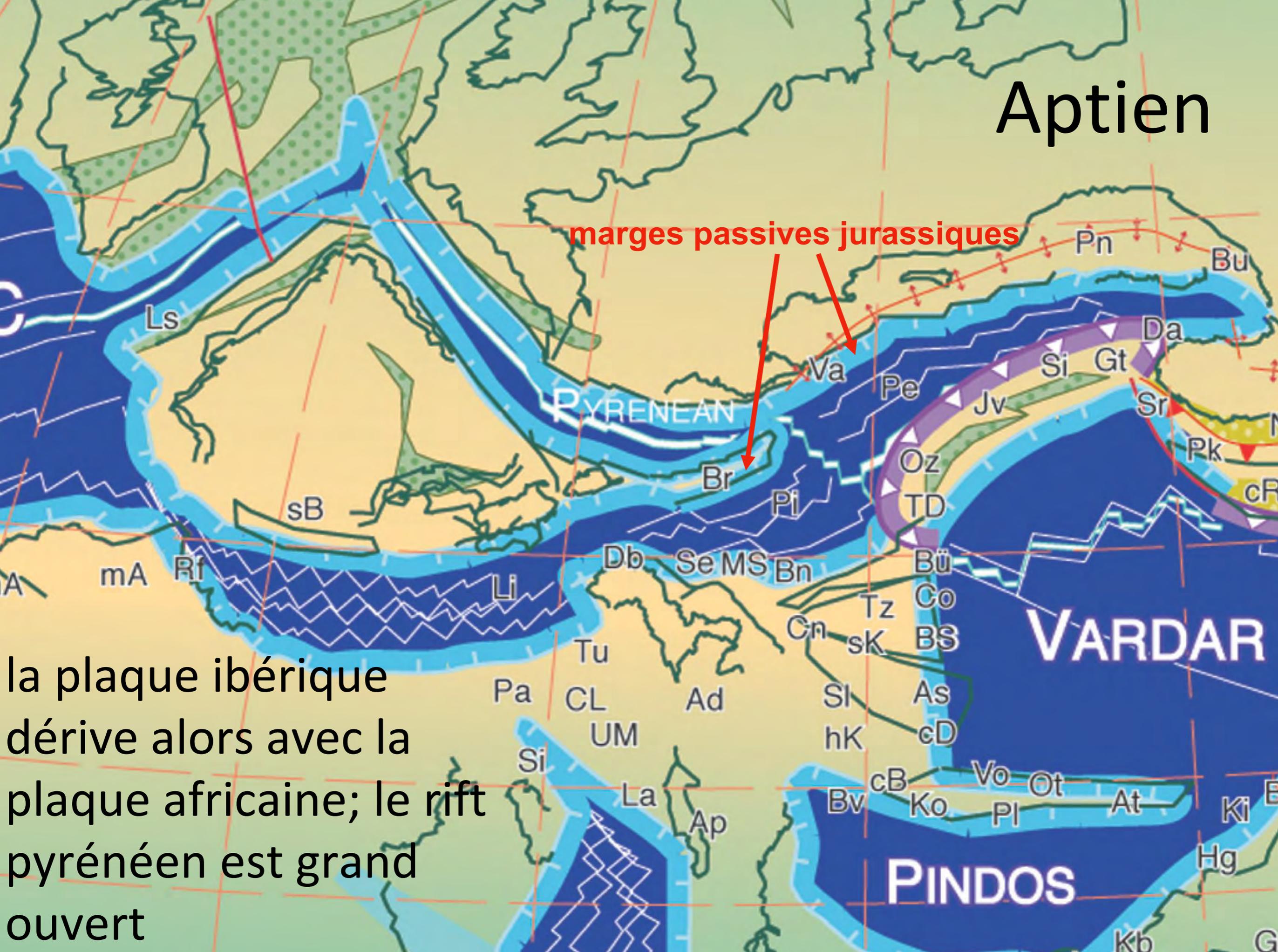
La nappe de la Brèche pourrait représenter une partie transformante du rift piémontais au niveau du Briançonnais, sa subsidence thermique commence au Bajocien avec la transgression de l'épaule côté Médianes



# la série sédimentaire piémontaise

Aptien

marges passives jurassiennes



la plaque ibérique  
dérive alors avec la  
plaque africaine; le rift  
pyrénéen est grand  
ouvert

marges passives crétacées

marges passive jurassique

130 Ma

Océan  
Pyrénéo  
Valaisan

← péninsule briançonnaise →

Océan  
Alpin

Provence

Hérémence

Artsinol

Provence

Sion

Vex

Eison

Lana

La Meina

Villa

La Sage

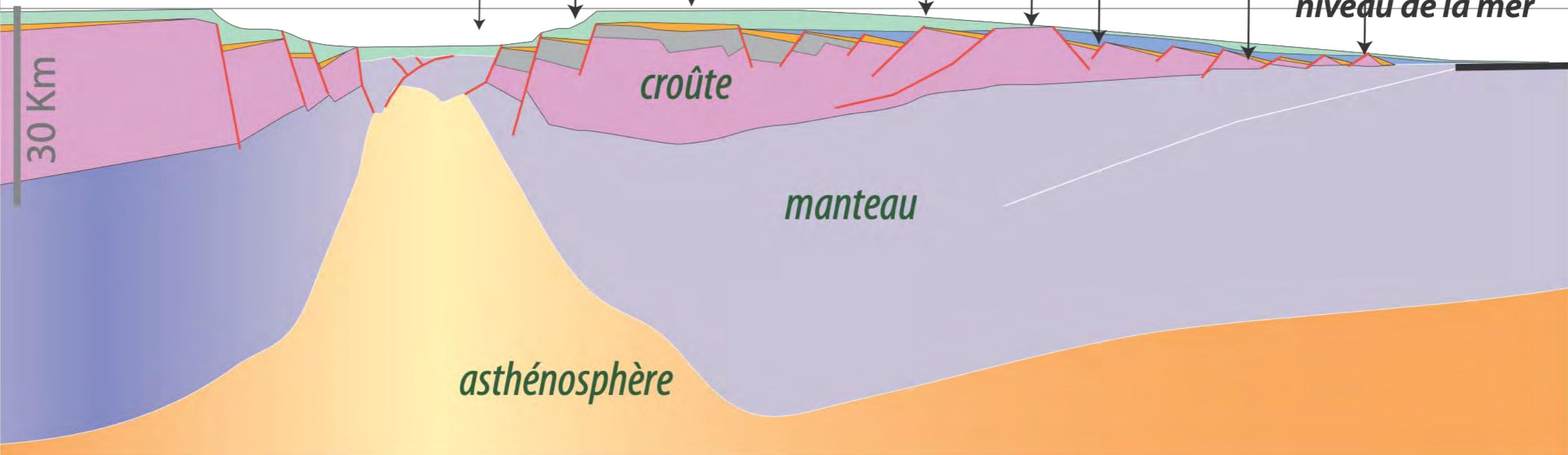
niveau de la mer

30 Km

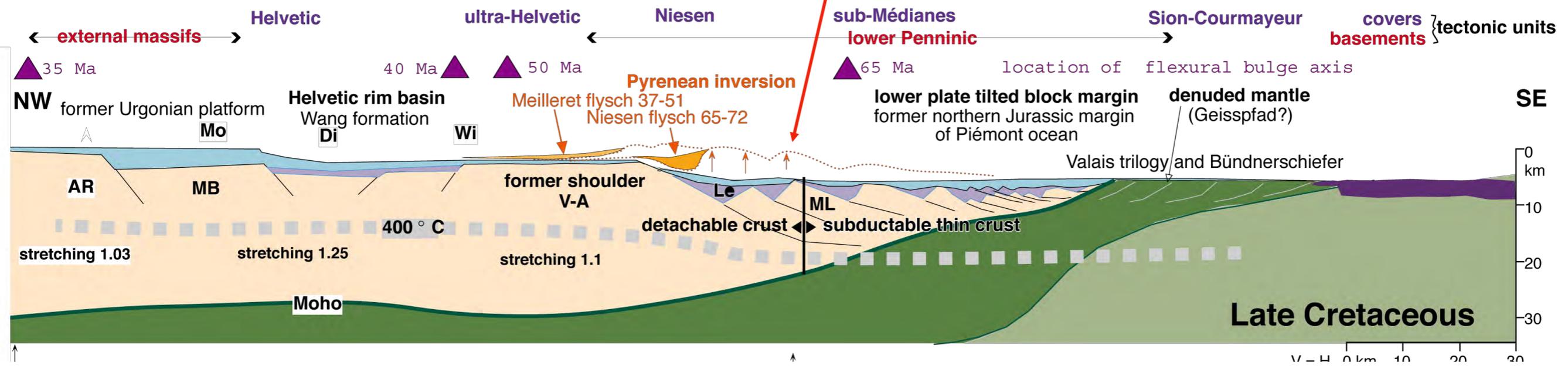
croûte

manteau

asthénosphère



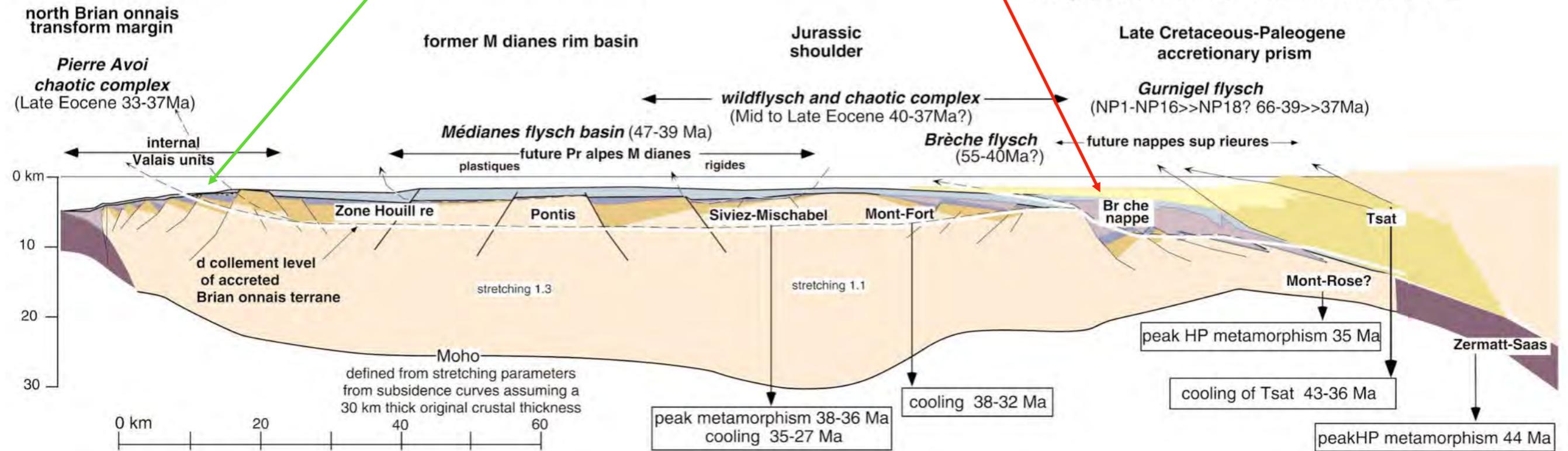
# marge passive jurassique helvétique



# marge passive crétacée

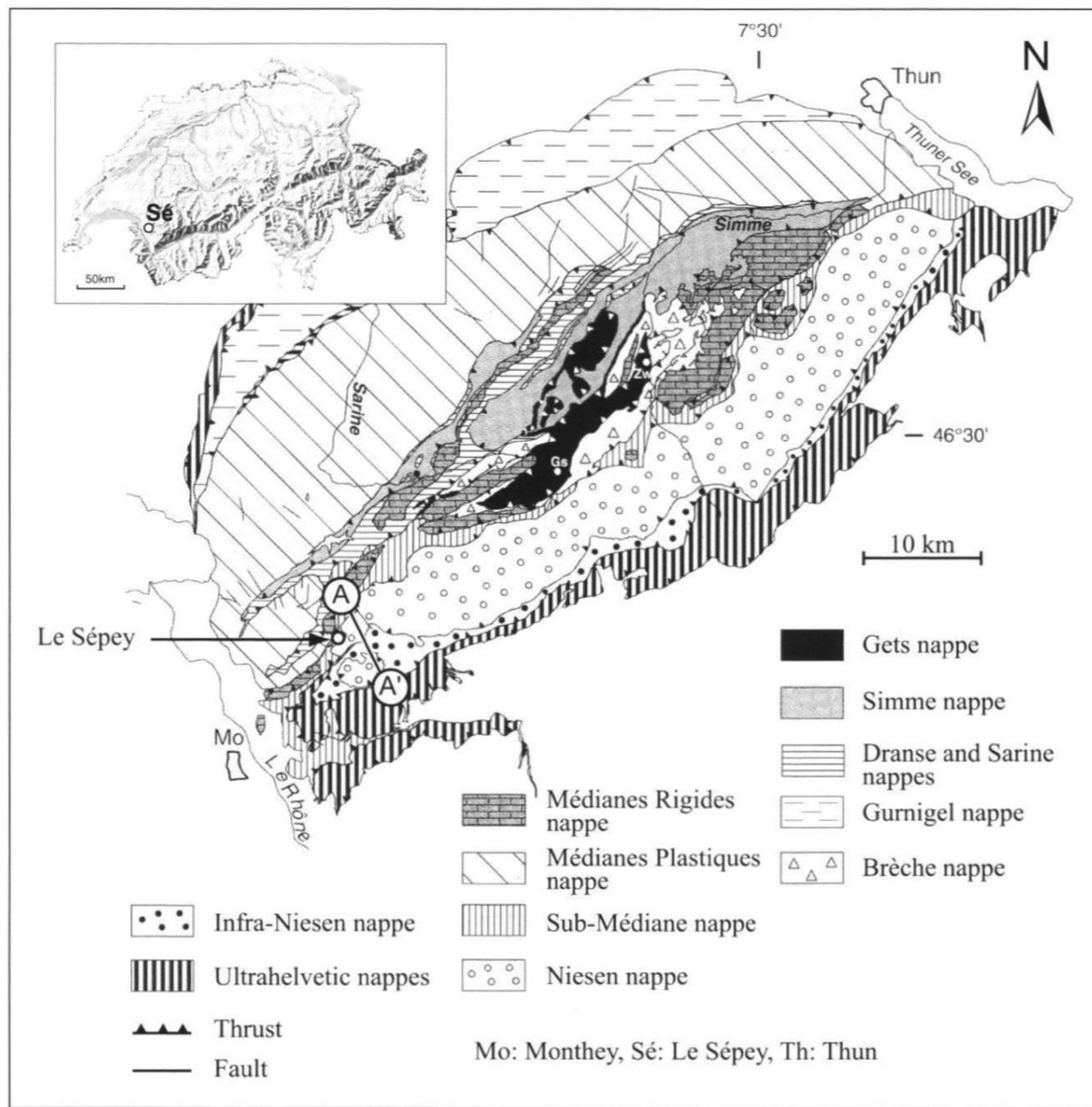
# marge passive jurassique briançonnaise

Early/Middle Eocene reconstruction 49 Ma



Western Alps geological constraints on western Tethyan reconstructions

G.M. STAMPFLI, G.D. BOREL, R. MARCHANT & J. MOSAR, 2002



The Jurassic sequence of the Niesen nappe in the region of Le Sépey-La Forclaz (Switzerland): witness of the Piémont rifting in the Helvetic paleogeographic domain

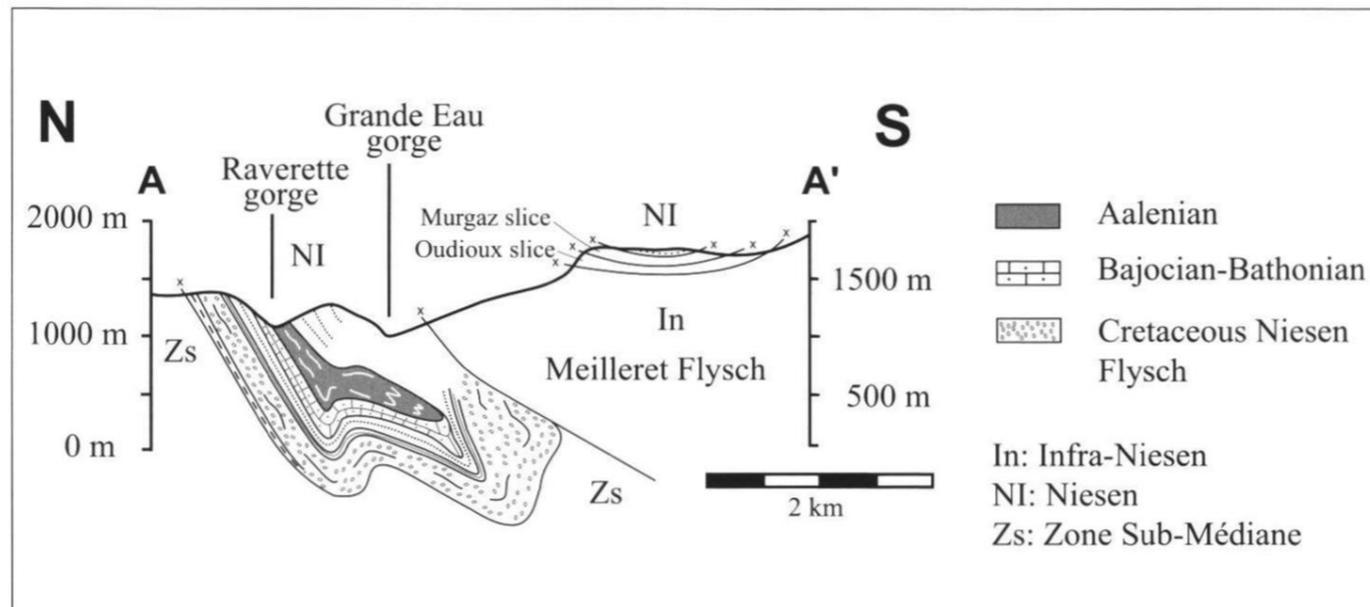
by

Yann RINGGENBERG\*, Alexander TOMASSI\* and Gérard M. STAMPFLI\*

2001

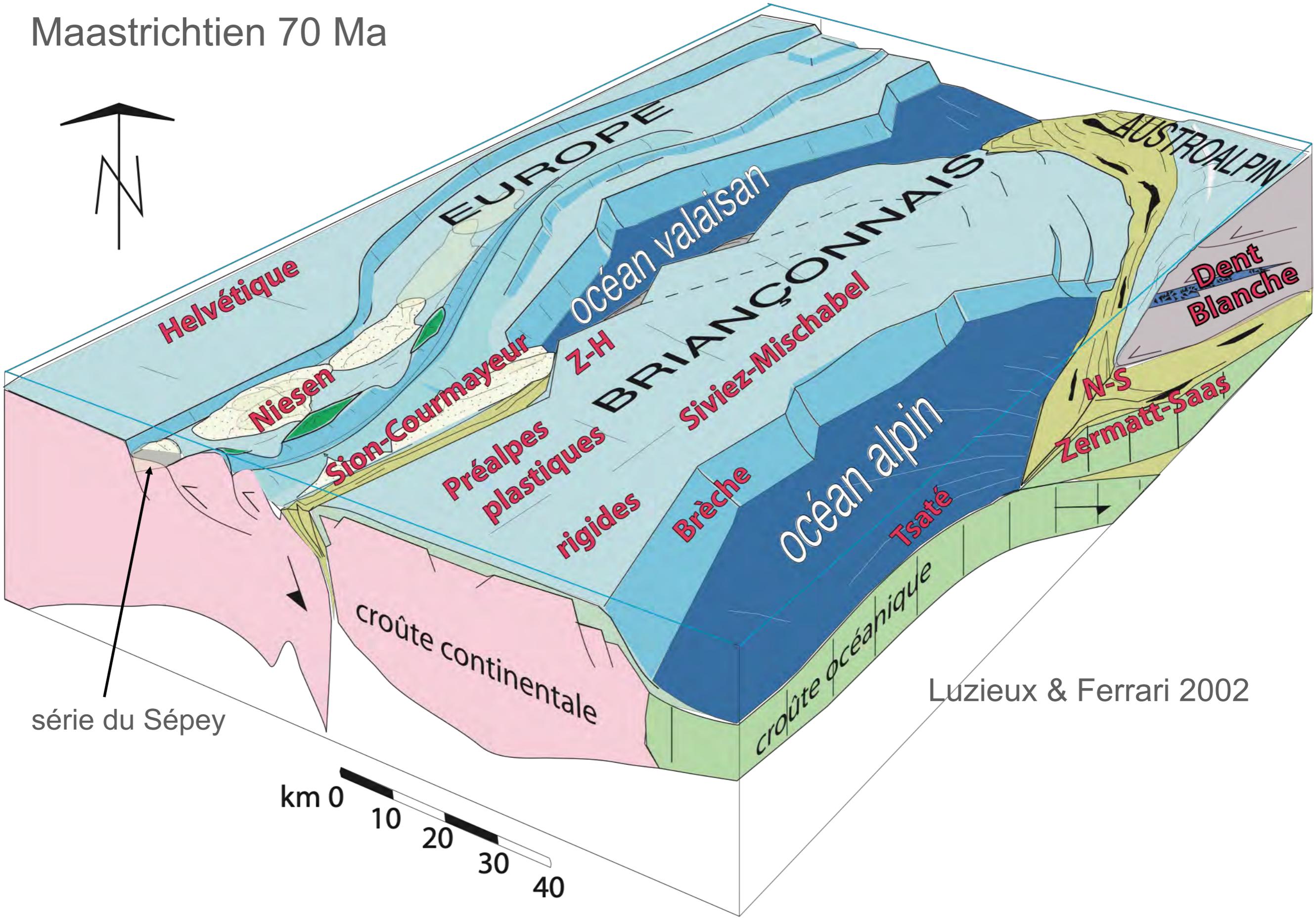
**marge passive jurassique helvétique**

Figure 1a.-Geographical situation and Prealps general geological map modified from BILL (1998).



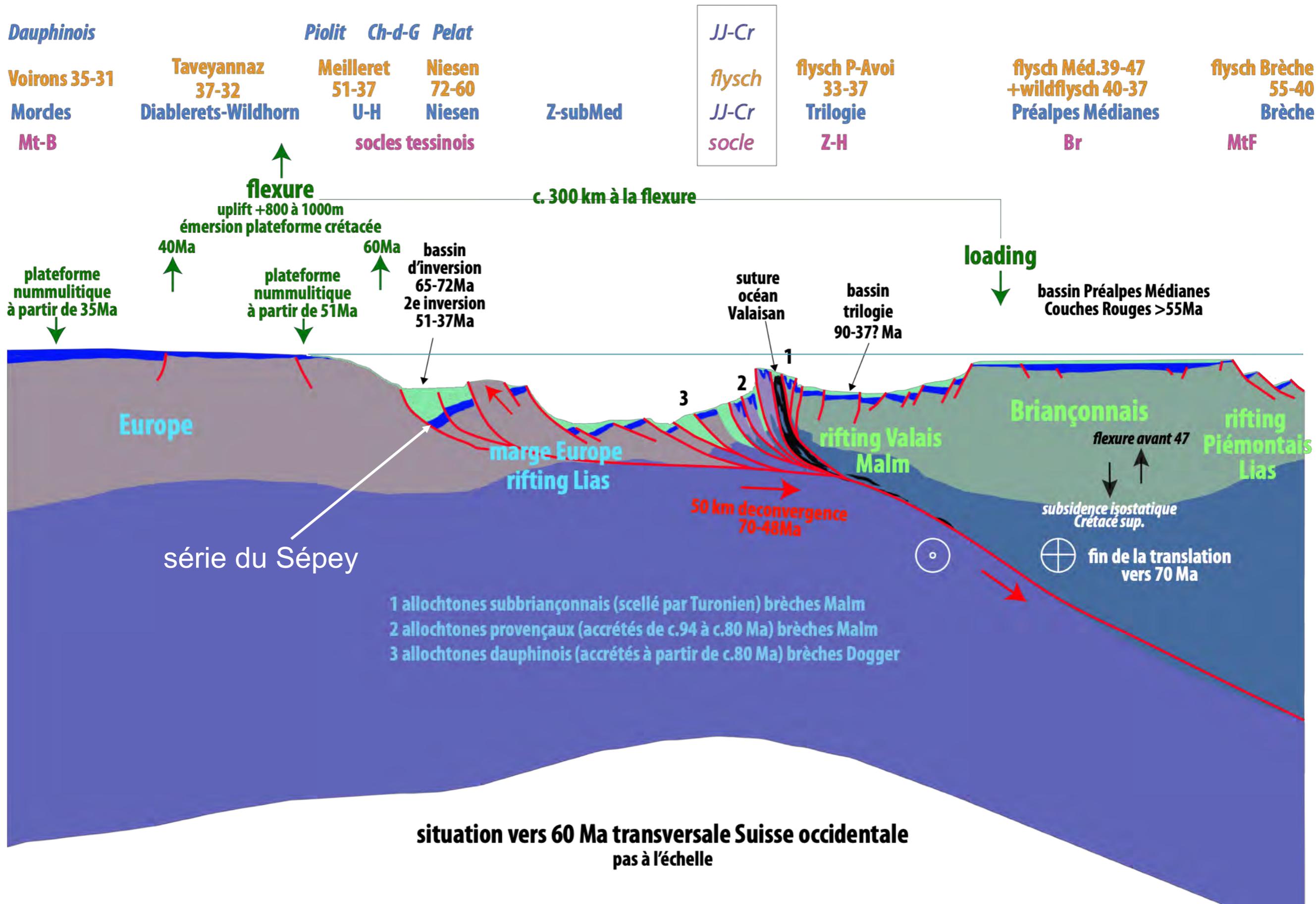


Maastrichtien 70 Ma



Luzieux & Ferrari 2002

duplication de la marge jurassique sur la transversale Suisse



**situation vers 60 Ma transversale Suisse occidentale**  
pas à l'échelle

Alexandre Bagnoud, Roland Wernli & Mario Sartori  
1998

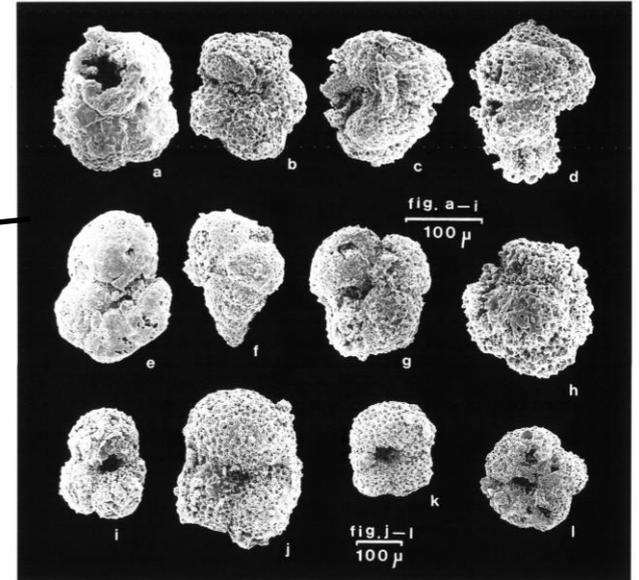
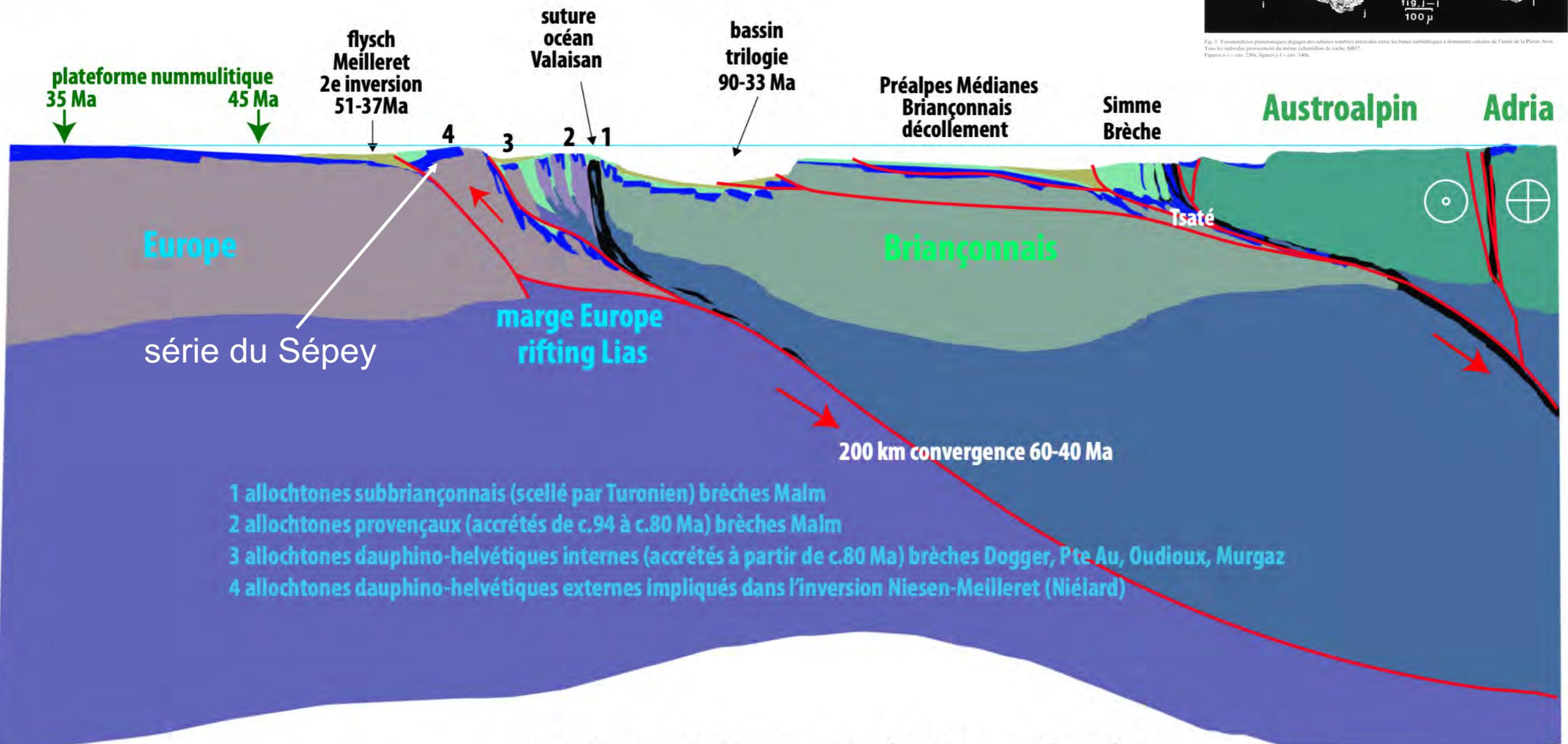


Fig. 3. Foraminifères planctoniques dégagés des schistes sombres intercalés entre les bancs turbiditiques à dominante calcaire de l'unité de la Pierre Avoi. Tous les individus proviennent du même échantillon de roche AB17. Figures a-i = env. 230 $\mu$ , figures j-l = env. 140 $\mu$ .

**Dauphinois**

- Voirons 35-31**
- Morcles**
- Mt-B**
- Taveyannaz 37-32**
- Diablerets-Wildhorn**
- Meilleret 51-37**
- U-H**
- flysch P-Avoi 33-37**
- Trilogie**
- Z-H**
- flysch Méd.39-47 + wildflysch 40-37**
- Préalpes Médiannes**



- 1 alloctones subbriançonnais (scellé par Turonien) brèches Malm
- 2 alloctones provençaux (accrétés de c.94 à c.80 Ma) brèches Malm
- 3 alloctones dauphino-helvétiques internes (accrétés à partir de c.80 Ma) brèches Dogger, Pte Au, Oudioux, Murgaz
- 4 alloctones dauphino-helvétiques externes impliqués dans l'inversion Niesen-Meilleret (Niélard)

**situation vers 42 Ma transversale Suisse occidentale**  
pas à l'échelle

Stampfli

**Dauphinois**

**Voirons 35-31**

**Taveyannaz 37-32**

**Mordes**

**Diablerets-Wildhorn**

**U-H**

**Mt-B**

**plateforme nummulitique 35 Ma**

**flysch Taveyannaz à éléments volcaniques**

**Préalpes Médiannes**

**Simme Brèche**

**Bassin Lombard**

**volcanisme**

**Europe**

**Adria**

**Croûte**

**100 km convergence 40-30 Ma**

- 1 alloctones subbriançonnais (scellé par Turonien) brèches Malm
- 2 alloctones provençaux (accrétés de c.94 à c.80 Ma) brèches Malm
- 3 alloctones dauphino-helvétiques internes (accrétés à partir de c.80 Ma) brèches Dogger, Pte Au, Oudioux, Murgaz
- 4 alloctones dauphino-helvétiques externes impliqués dans l'inversion Niesen-Meilleret (Niélard)

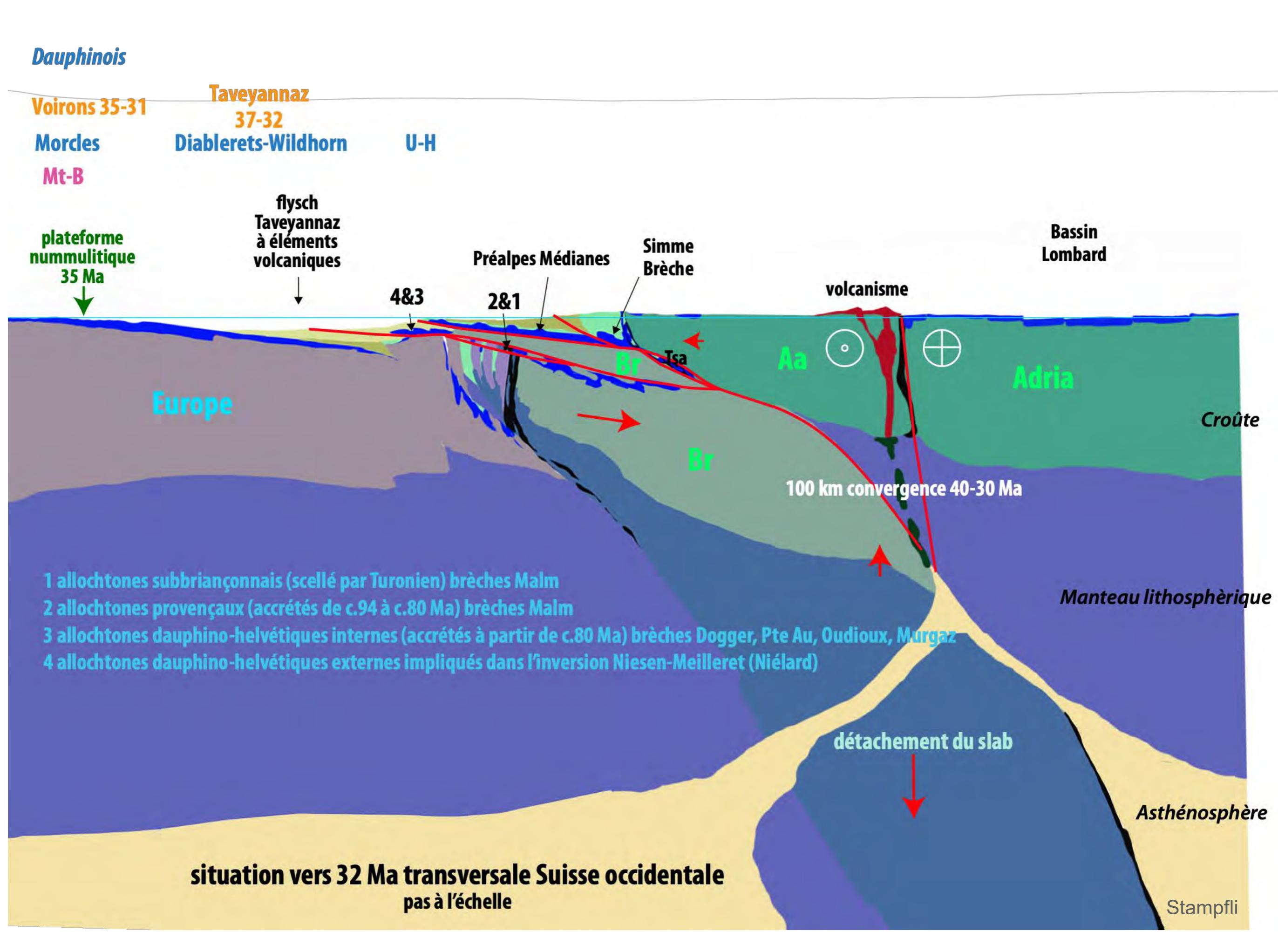
**Manteau lithosphérique**

**détachement du slab**

**Asthénosphère**

**situation vers 32 Ma transversale Suisse occidentale pas à l'échelle**

Stampfli



# Dernier volet, la fin de l'énigme?

## Simplified structural cross section of Versoyen units Mont Miravidi - Pointe Rousse - Col du Petit Saint Bernard

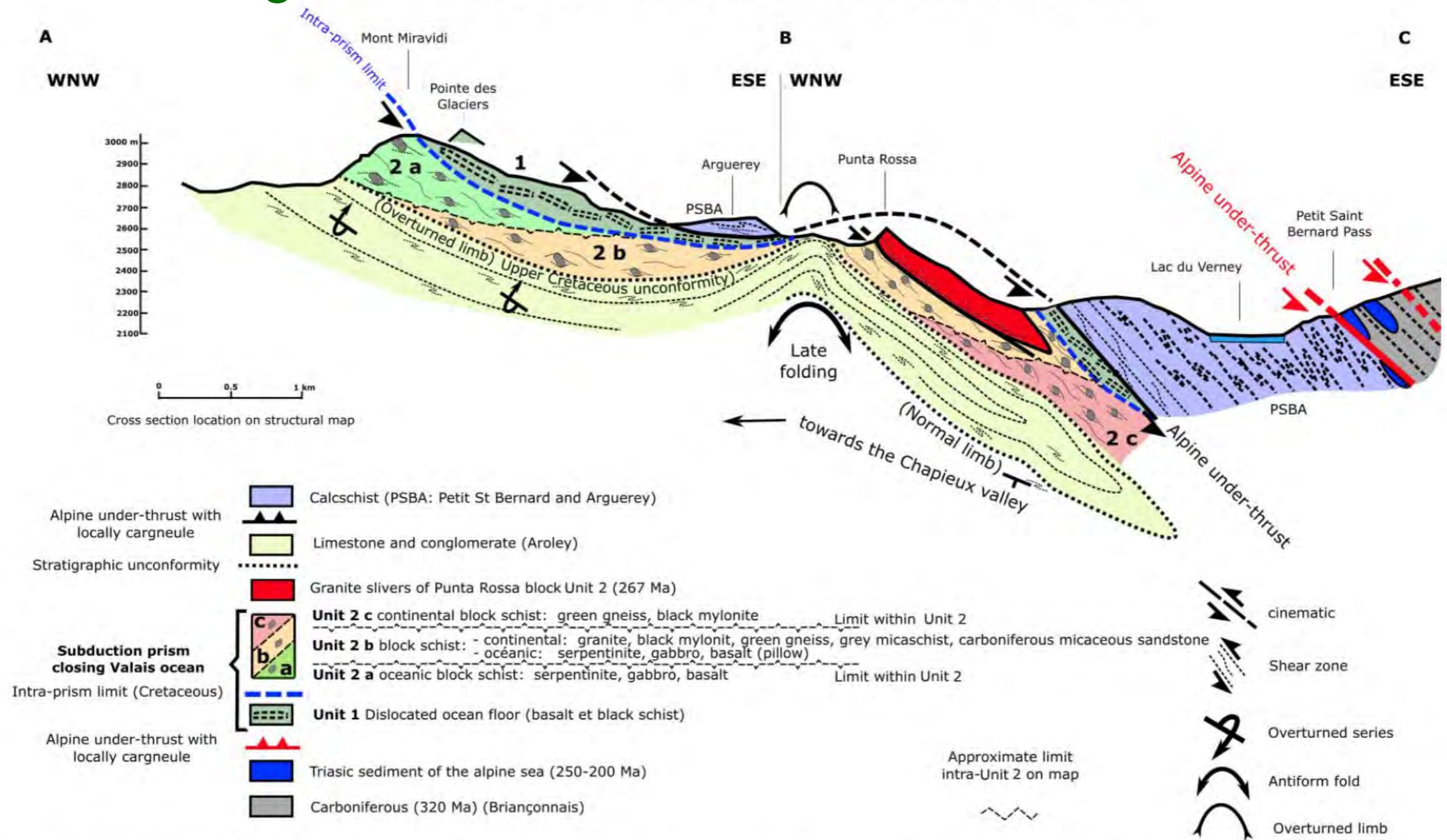
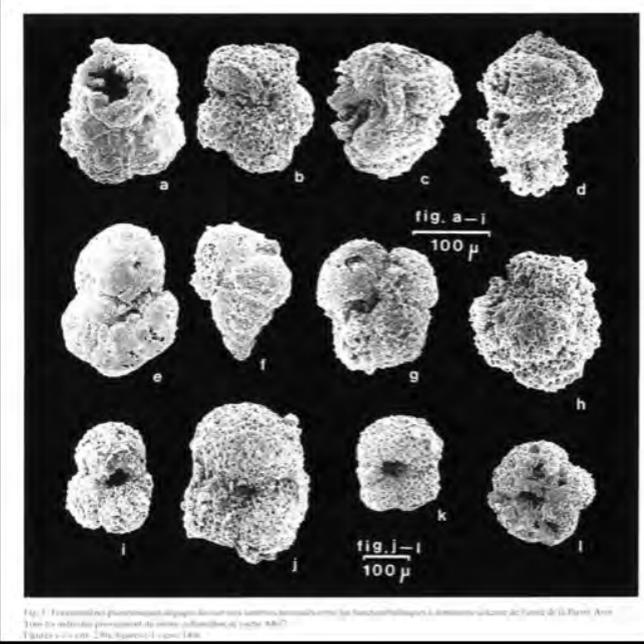
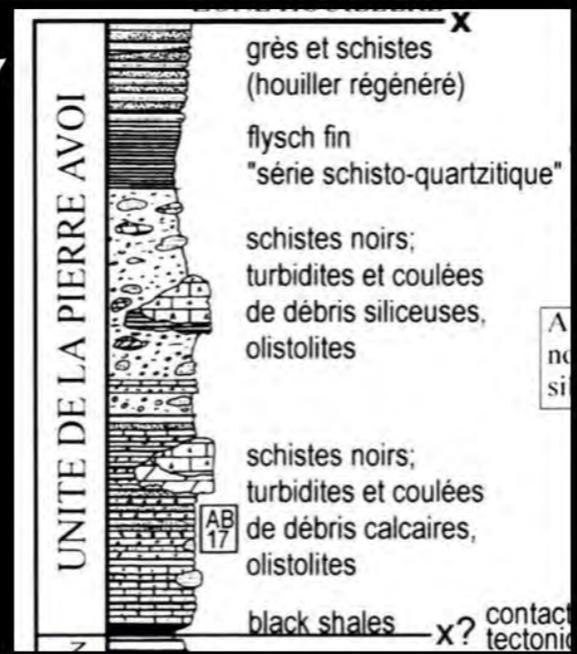


Fig. 4 - Structural cross section from Mont Miravidi to the Petit-Saint-Bernard Pass. For explanations, refer to Fig. 3 caption.

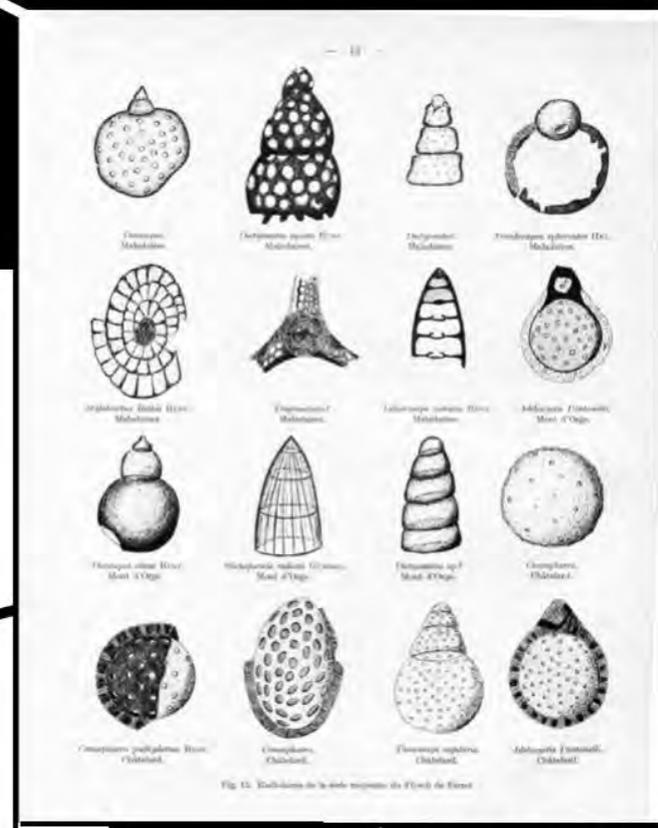


**foram en place  
34-37 Ma**



**Alexandre Bagnoud, Roland Wernli & Mario Sartori, 1998**

**radiolaires recyclés**

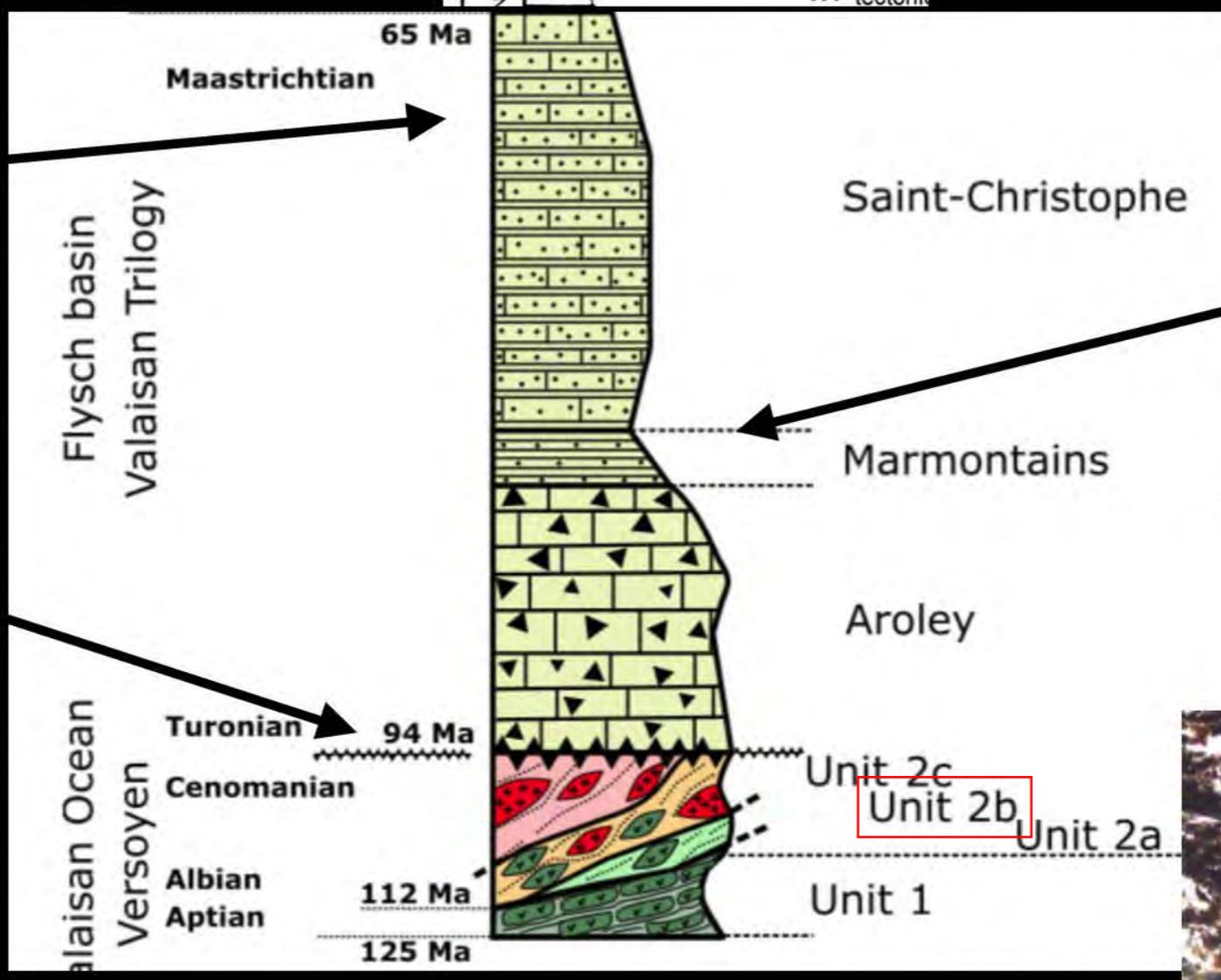


**radiolaires recyclés  
Burri, 1955**

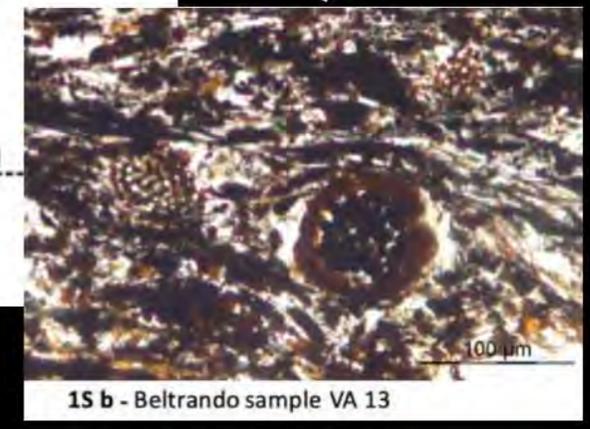
**Globotruncana recyclé  
Burri, 1967**



**Globotruncana en place  
Antoine, 1978**



**Unit 2b radiolaires en place, Crétacé inf.**



15 b - Beltrando sample VA 13

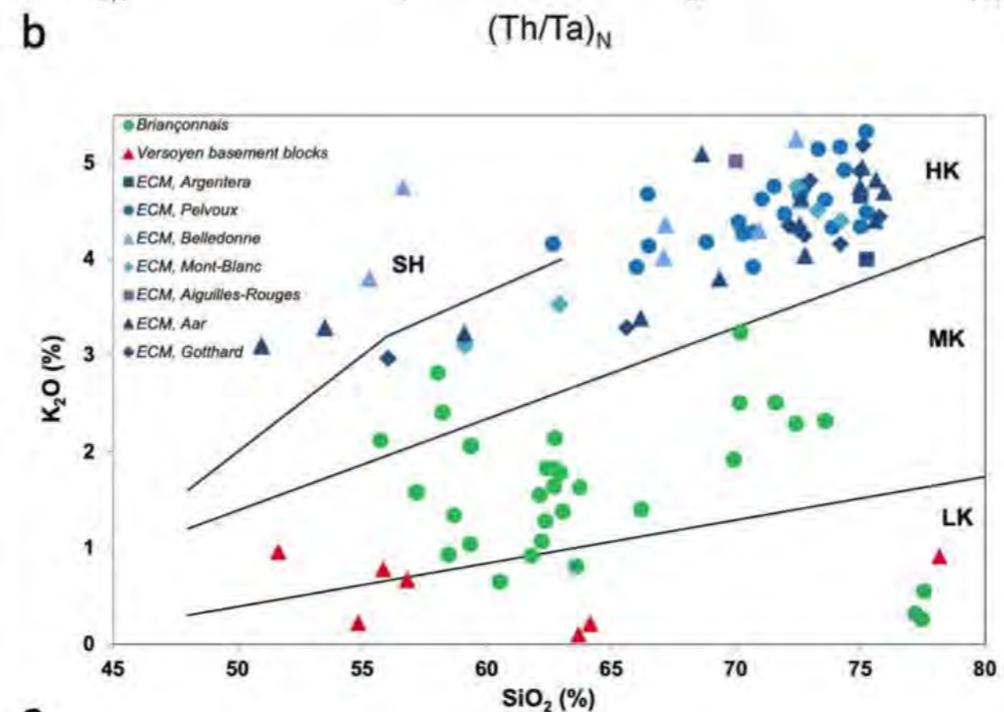
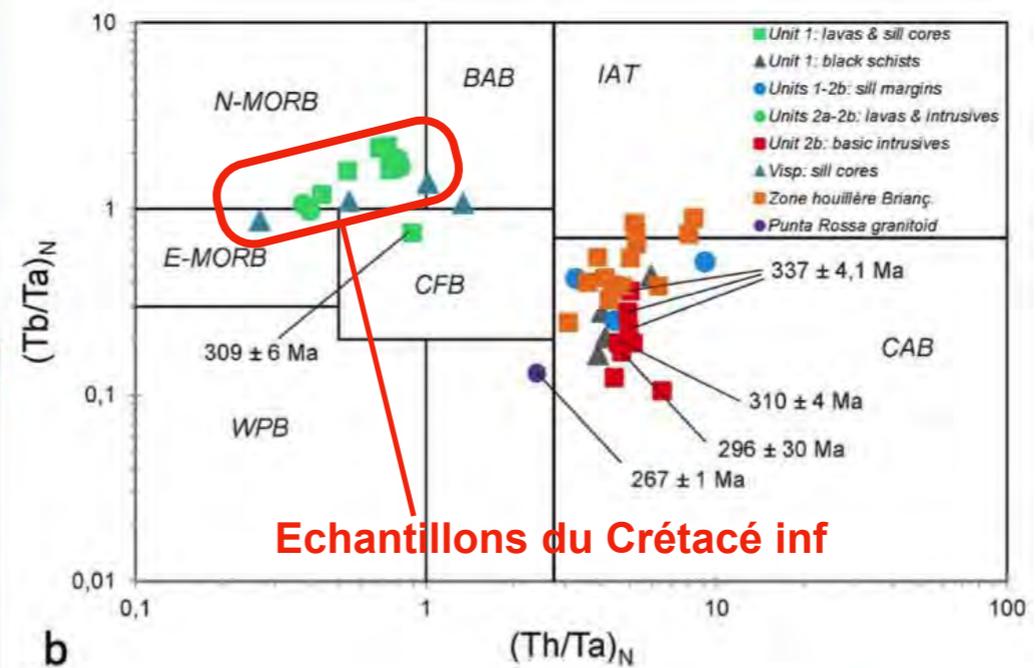
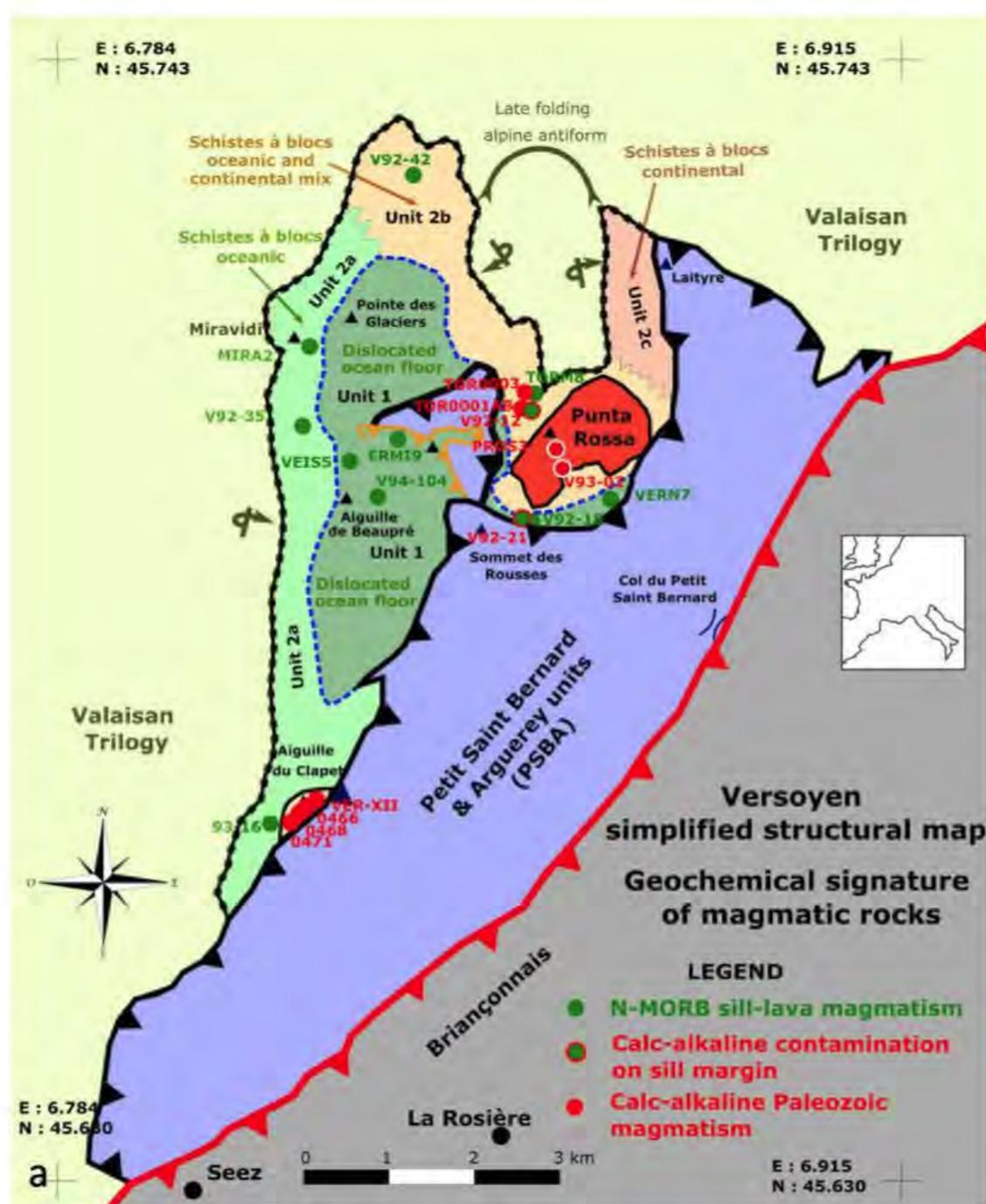
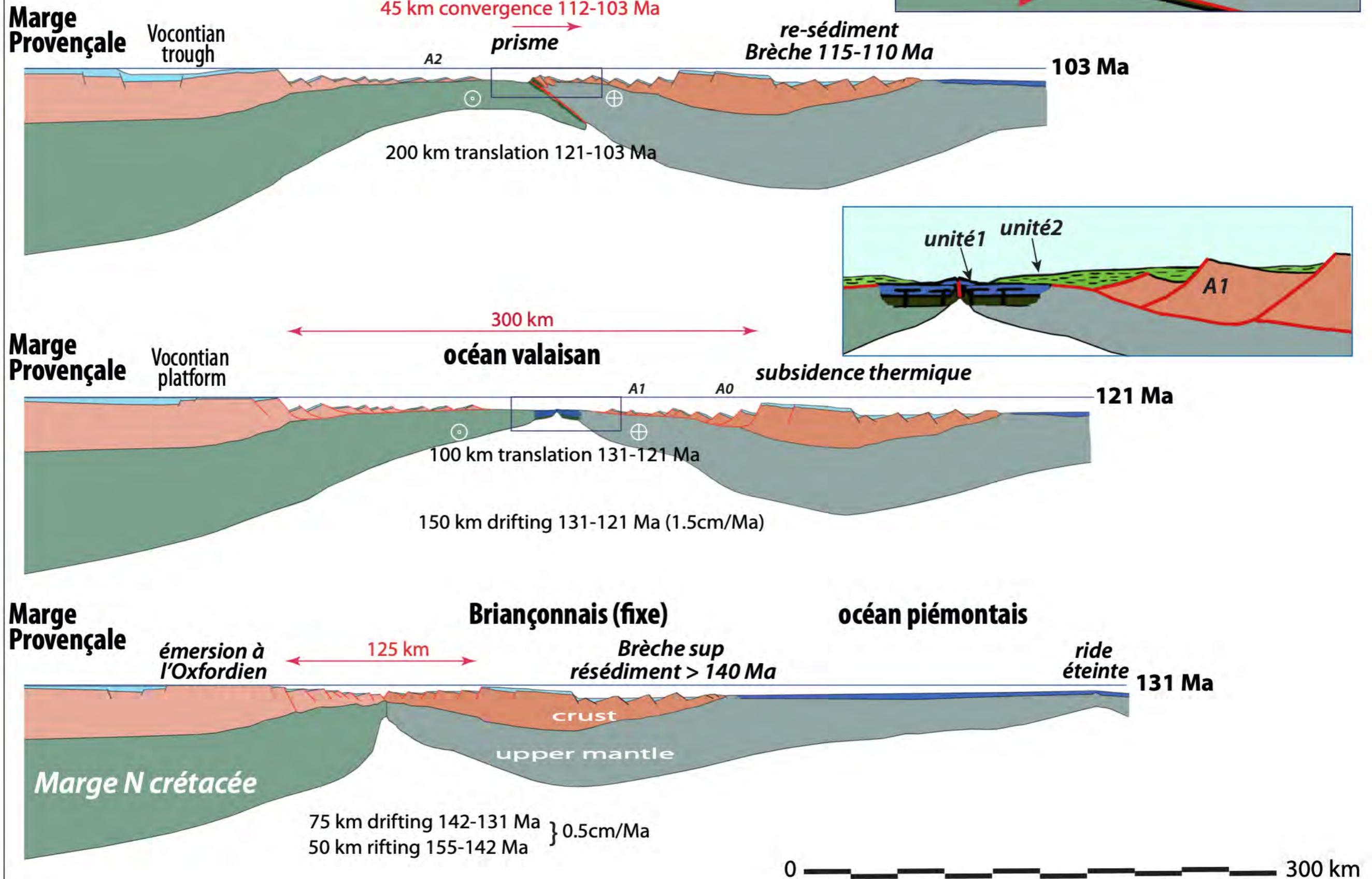
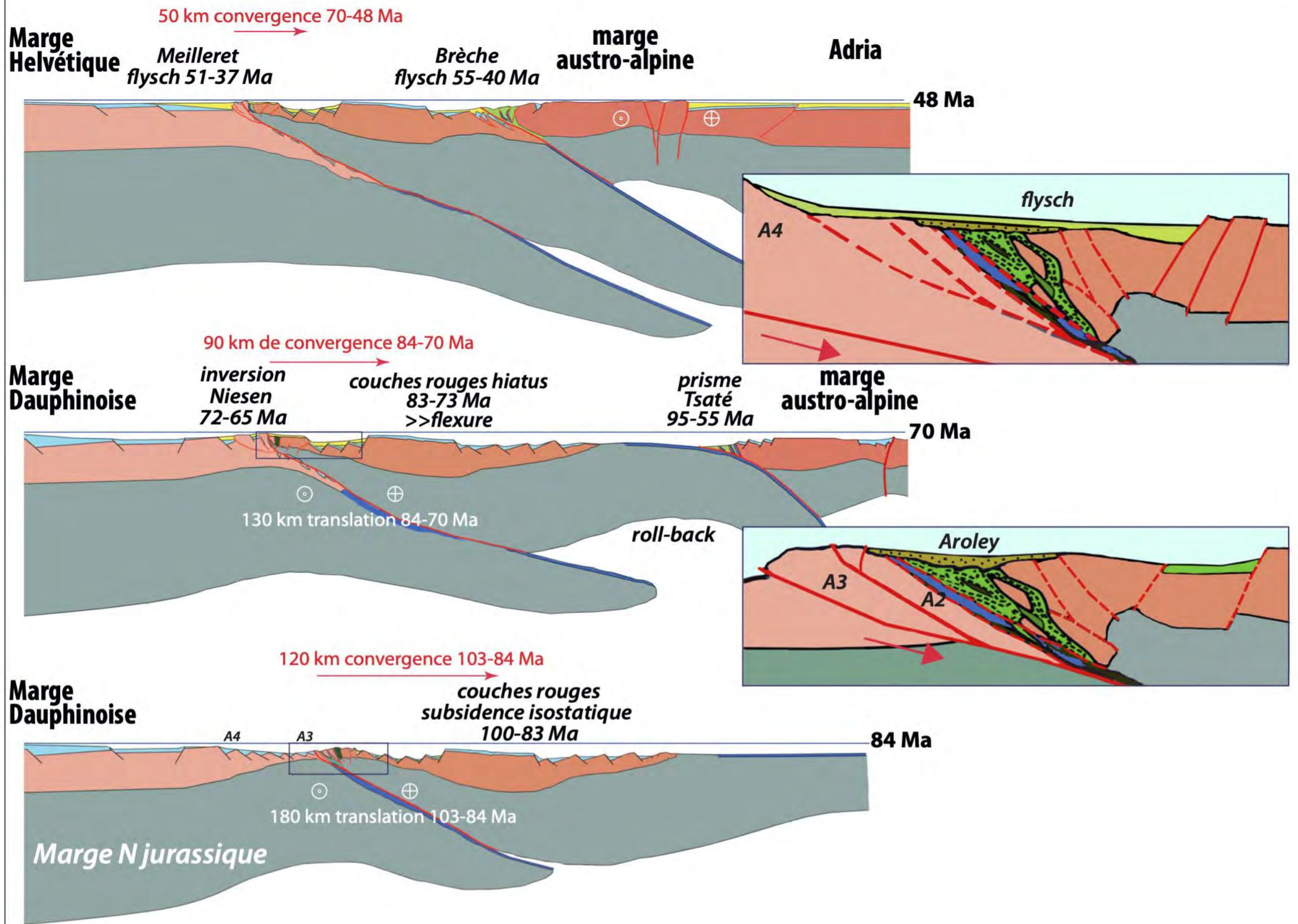


Fig. 13 - Geochemical analysis of the Versoyen Complex. (a) Structural map with the location of the 9 out of 11 new analyzed geochemical samples reported on Table 2S (Miravidi MIRA1 peridotite and MIRA4 black schist not shown). Also plotted on Fig. 13a are samples from literature: 1- 92-18, (92-19 location not known), 94-104, (92-06 location not known), 92-21, 93-16, 92-35, 92-42, 92-12, 93-02 (Cannic, 1996), 2- VER-XII (Giroud et al. 2002), 3- 0466, 0468, 0471 (Masson et al., 2008). Visp Area samples from Swiss Valais: VA5, VA11, VA12, VA16 (Cannic, 1996) are plotted on Fig. 13b. (b)  $(Th/Ta)_N$  vs  $(Tb/Ta)_N$  (Thiéblemont et al., 1994) for the rocks of the different tectonic units of the Versoyen complex with indication of the age obtained on dated samples. *N-MORB* – field of N-type MORB; *E-MORB* –E-type MORB; *BAB* – Oceanic back-arc basin basalt; *WPB* – Within-plate basalt (transitional and alkaline); *CFB* – Continental tholeiite; *IAT* – Island-arc tholeiite; *CAB* – Subduction-related calc-alkaline lava. For some analyses with no Tb measurement (data of Cannic, 1996), the  $Tb_N$  value has been substituted by  $(Gd_N+Dy_N)/2$ . Data plotted from this paper (11 analyzes, Table 2S), Cannic, 1996; Giroud et al. 2002 and Masson et al., 2008. Samples are reported on Fig. 13a. Analyses of the basic to intermediate intrusives of the Zone Houillère Briançonnaise (from Cannic et al., 2011; Thiéblemont, unpubl.) are reported for comparison. (c)  $SiO_2$  vs  $K_2O$  diagram (Peccerillo and Taylor, 1976) with comparison between the plutonic rocks occurring as blocks within the Versoyen schistes à blocs complex, the Carboniferous granites of the External Crystalline Massifs and the intrusive units cutting across the sedimentary series of the Zone Houillère. Note that points for the ECM correspond to average compositions of individual plutons (Debon and Lemmet, 1999), whereas whole rocks analyses are plotted in the cases of Versoyen and Zone Houillère (Briançonnais) (analyses from Cannic et al., 2001; Thiéblemont, unpubl.). To prevent the effect of alteration the analyses with  $> 3\%$  volatile contents (LOI on Table 2S) have been discarded amongst the Briançonnais samples.

suivons le Briançonnais dans sa dérive...





en résumé...

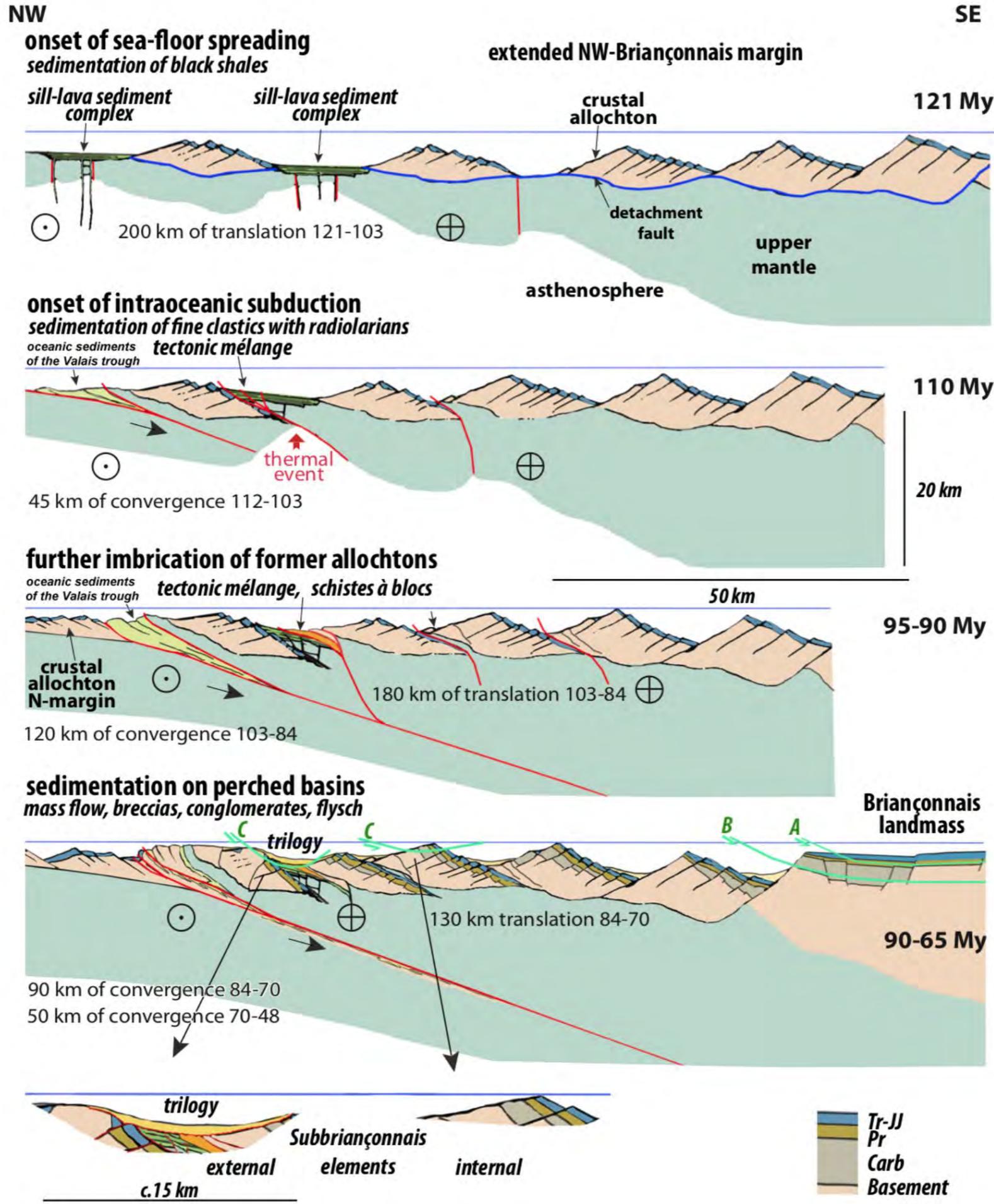


Fig. 18 - Geodynamic evolution of the Valaisian ocean and its Briançonnais margin. During the Aptian (121 My), after 200 km of translation, the separation

évolution  
 crétacée de la  
 marge nord-  
 briançonnaise

