

FLST401 : Géologie de la France

Cours : R. Soliva – G. Merzeraud

TP : F. Bouchette, E. Oliot

Participation de S. Dominguez aux sorties de terrain

Plan du cours

I Introduction

Présentation de la carte de France, nécessite de rappels et notions diverses

II. Notions élémentaires

II.1 Echelle stratigraphique et cycles orogéniques (terminologie : ères, étages, sous étages... et grands cycles)

- Echelle stratigraphique et couleurs
- Cycle orogénique : rift - océan – chaîne

II.2 Les grands types de roches

- Roches sédimentaires
- Roches métamorphiques
- Roches magmatiques
- Synthèse des roches : assemblage dans la croûte terrestre

II.3 Structure de la Lithosphère

- Lithosphère et marges
- Croûte continentale et océanique
- Les bassins sédimentaires

II.4 Tectonique des plaques

- Cinématique des plaques
- Déformations tectoniques : les grandes structures
- Evolution de la terre du Précambrien à l' actuel (Eclatement de la Pangée, ouverture de la Téthys et de l' Océan Atlantique, fermetures et collisions en segments)

III. La France dans son contexte géologique Européen et méditerranéen :

III.1 Histoire de la Méditerranée.

III.2 La carte géologique de la France

- Les ensembles stratigraphiques
- Les discordances
- Les ensembles structuraux
- Les grandes failles
- La sismicité
- Le volcanisme récent

IV. Les Massifs anciens

IV.1 Vieux cycles orogéniques Précambriens et Paléozoïques, question de l'âge de la croûte continentale

IV.2 La Chaîne Hercynienne (ou Varisque)

- La chaîne hercynienne dans le monde
- Schéma structural et coupe générale de la chaîne hercynienne en Europe
- La Chaîne hercynienne en France
- Coupe de la Chaîne en France
- Chronologie des déformation via les différentes régions hercyniennes (Armorique, massif central, Ardennes)

V. Les grands bassins sédimentaires mésozoïques français

Cf. Poly G. Mezeraud

VI. La Chaîne alpine 1 : Les Pyrénées

VI.1 Contexte géodynamique

VI.2 Structure des Pyrénées

- Schéma structural
- Les données géophysiques
- Description des coupes structurales transversales
- Localisation des grands massifs pyrénéens : bloc diagramme des Pyrénées

VI. 3 Evolution de la chaîne

VI. 4 La zone nord pyrénéenne en Languedoc et en Provence

VII. La Chaîne alpine 2 : Le Alpes

VII.1 Contexte géodynamique

VII.2 Structure des Alpes

- Schéma structural
- Les données de la géophysique
- Description des coupes structurales transversales
- Localisation des grands massifs : bloc diagramme des Pyrénées

VII. 3 Evolution de la chaîne

- Le métamorphisme
- Datations géochronologiques
- Sequence des grands chevauchements

VIII. Le rift intracontinental oligo-miocène

VIII.1 Contexte géodynamique

VIII. 2 Structure du rift et de la marge

VIII. 3 Evolution

Séances de TP

5 séances de TP seront dispensées à partir du 28 janvier :

Séance TP Hercynien par Emilien Oliot

Séance TP Bassins mésozoïques par Frédéric Bouchette

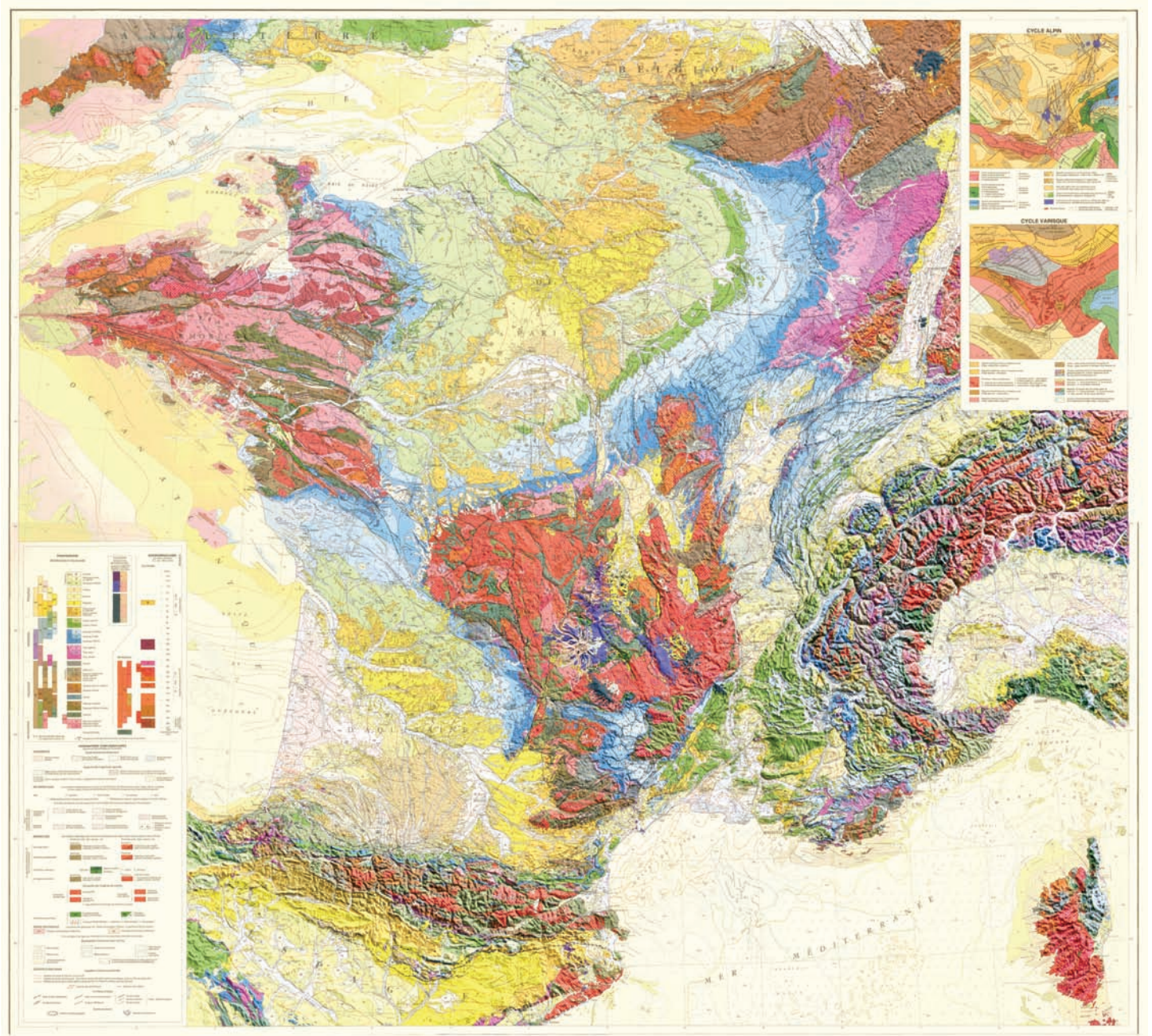
Séance TP Pyrénées par Frédéric Bouchette

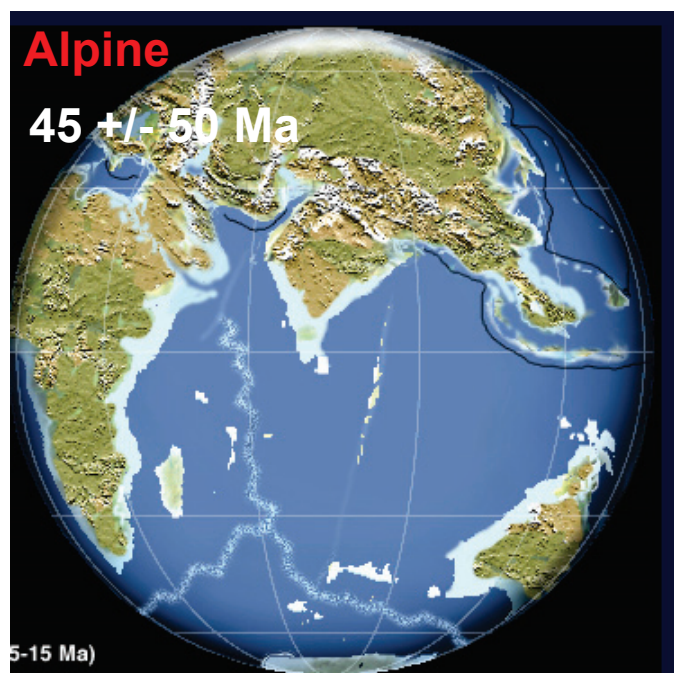
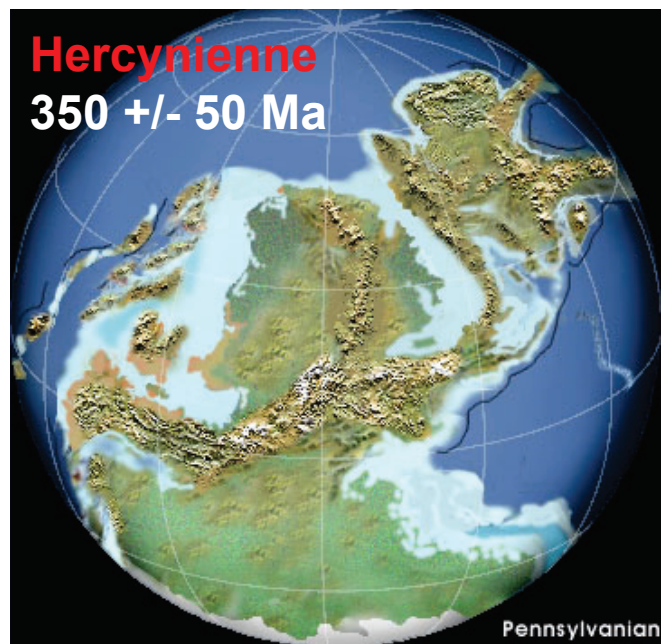
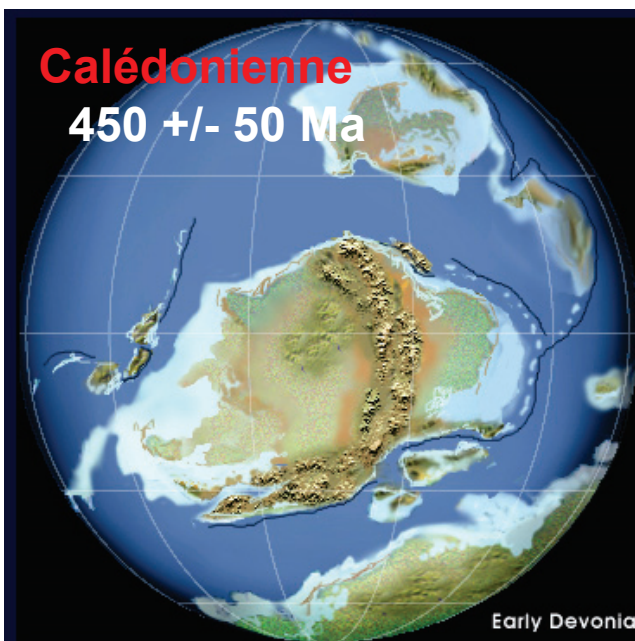
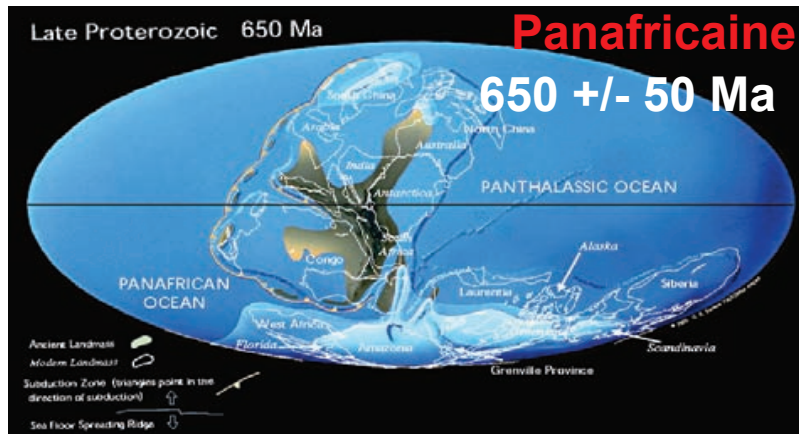
Séance TP Alpes par Frédéric Bouchette

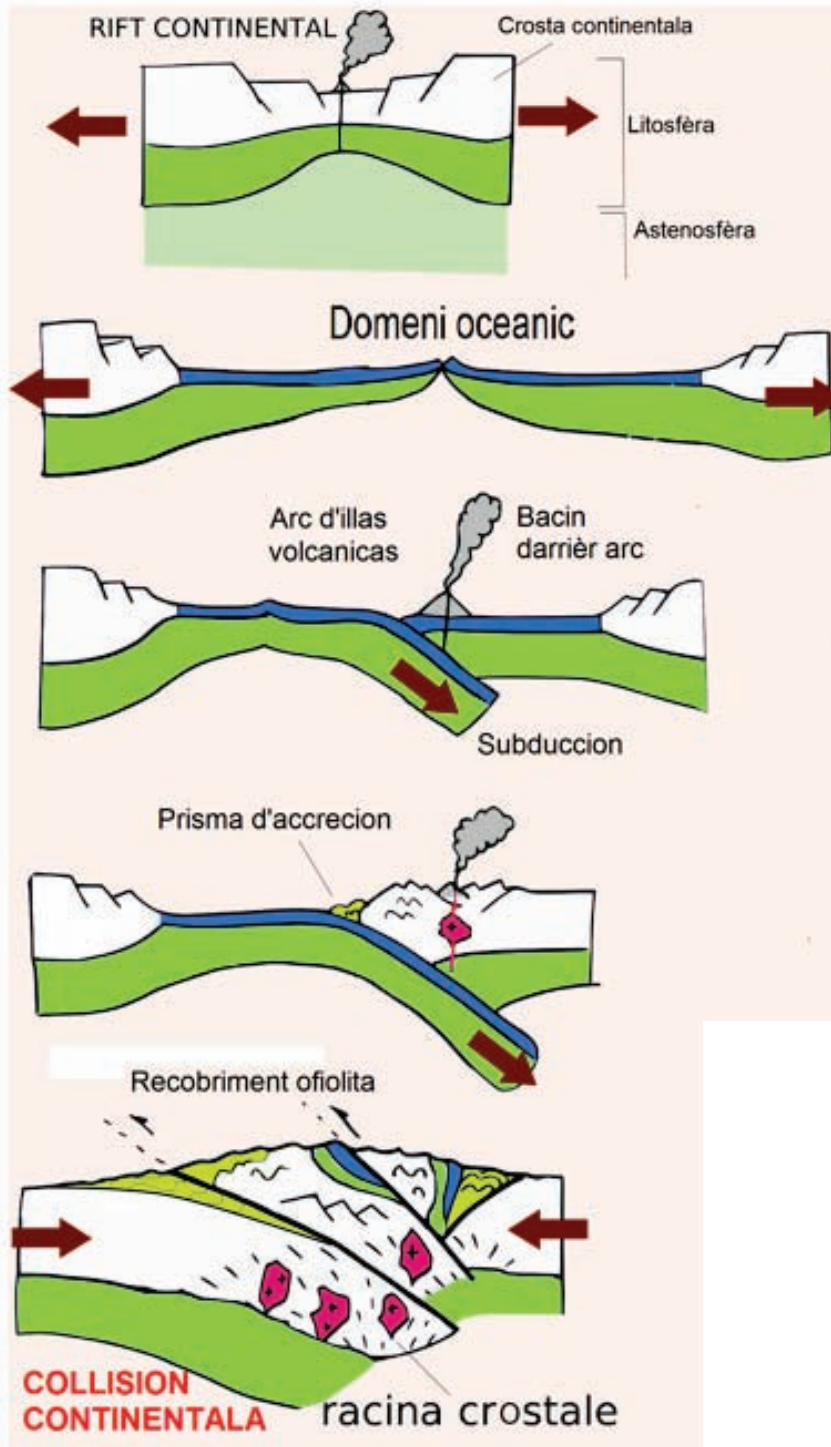
Séance TP Rifting oligocène par Frédéric Bouchette

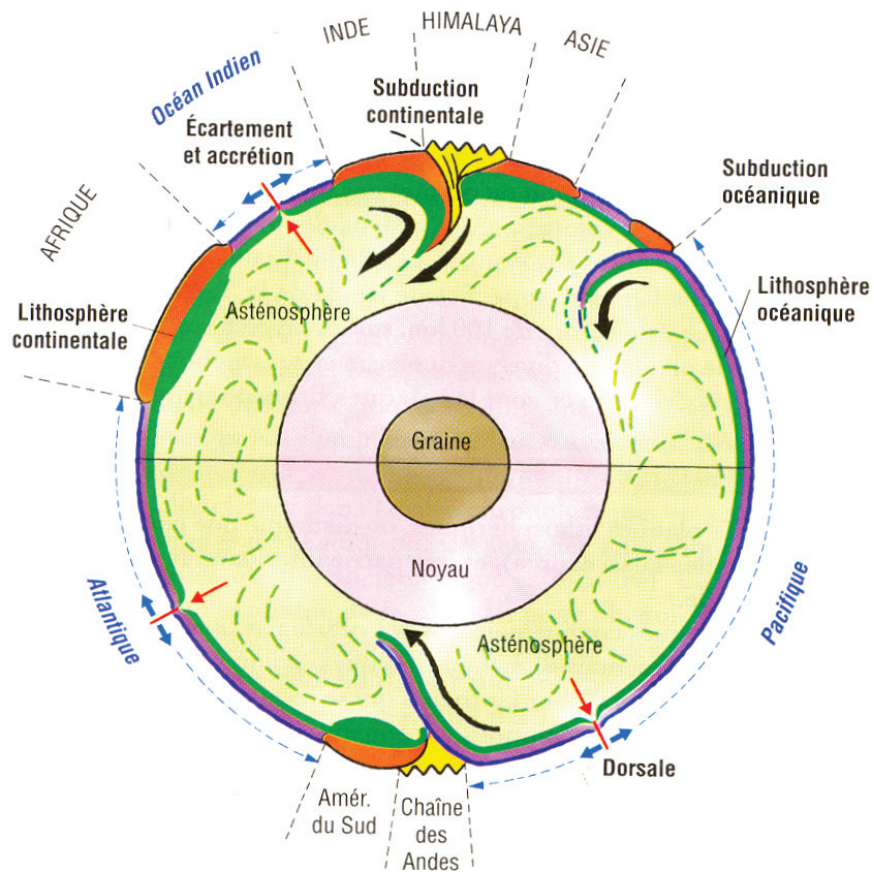
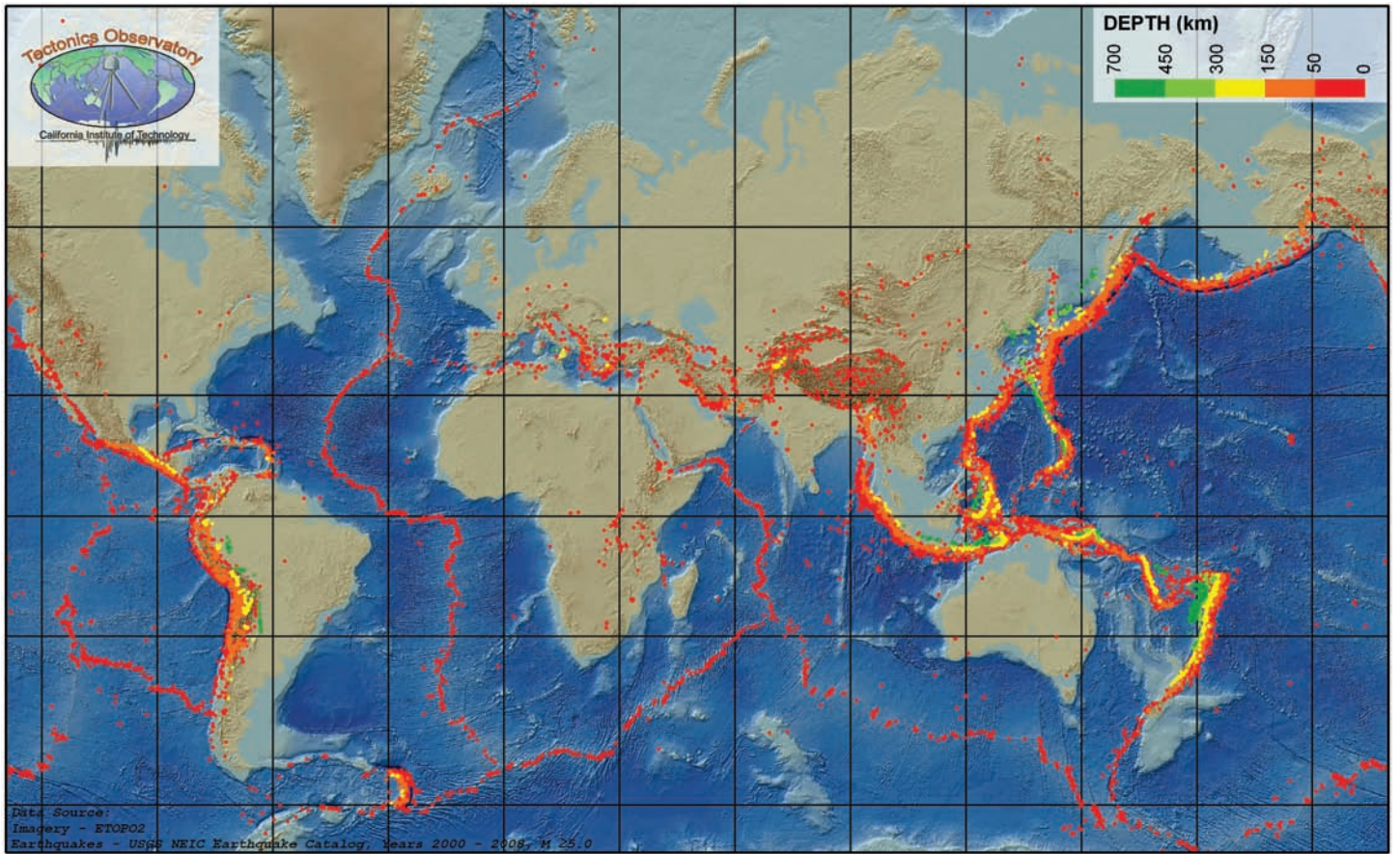
Contrôle des connaissances

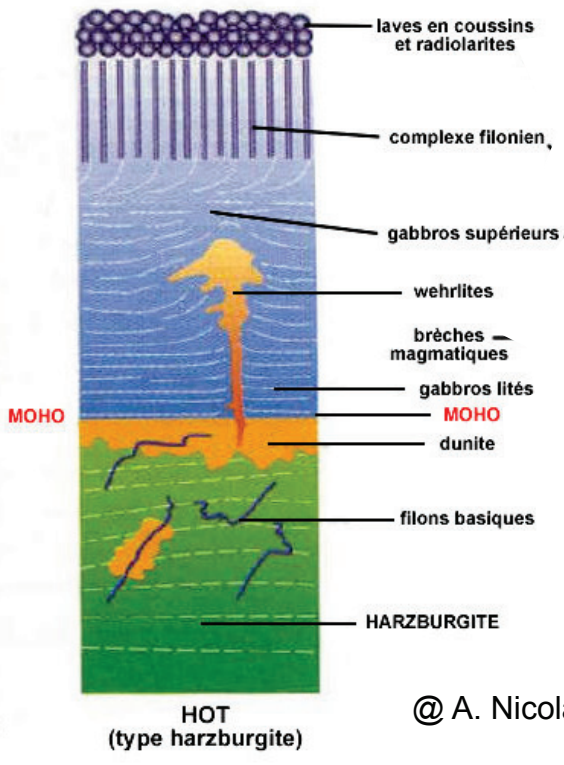
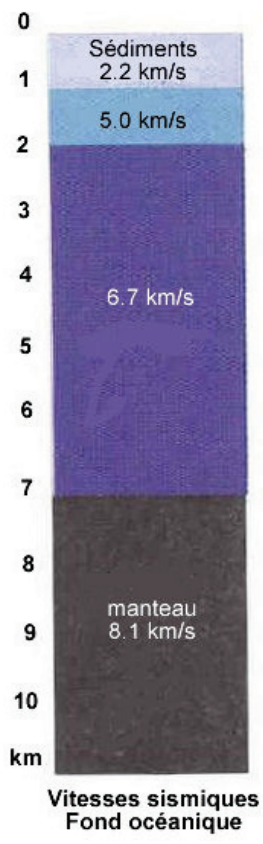
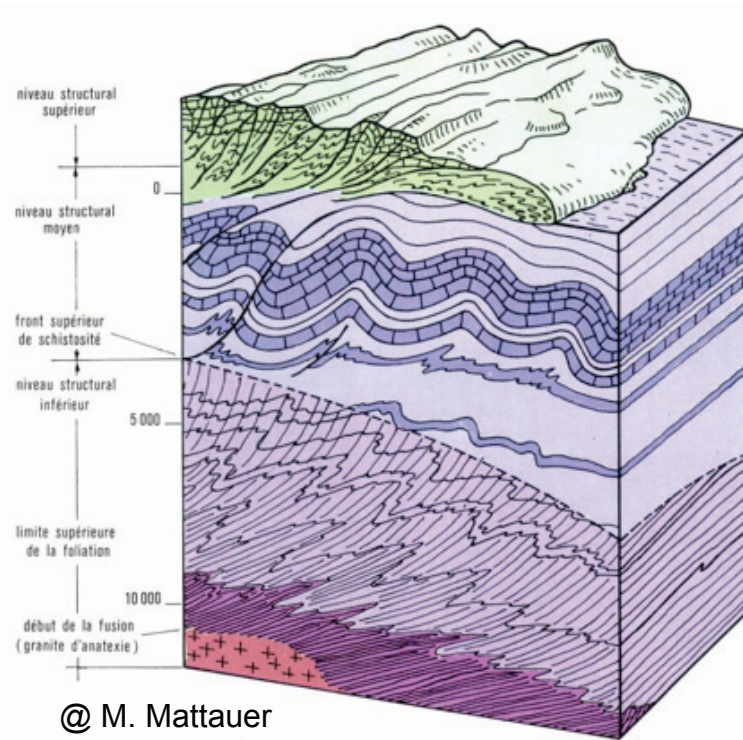
Vous serez notés sur un contrôle terminal qui portera sur le contenu du cours et des 2 sorties de terrain, ainsi que lors des contrôles continus des séances de TP. Les modalités d'évaluation en contrôle continu seront définies par l'enseignant de TP lors de ces séances. Il est donc impératif que vous soyez présents à toutes ces séances, et toute absence devra être justifiée (y compris pour les excursions de terrain).



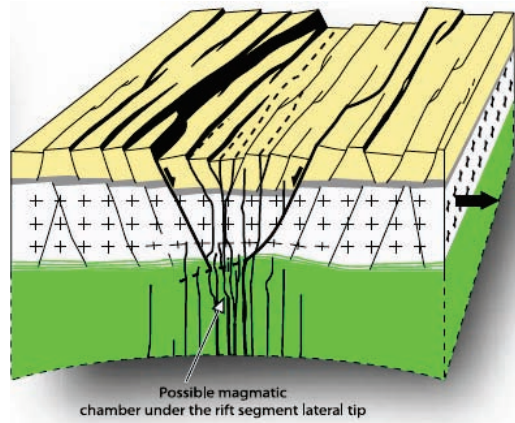
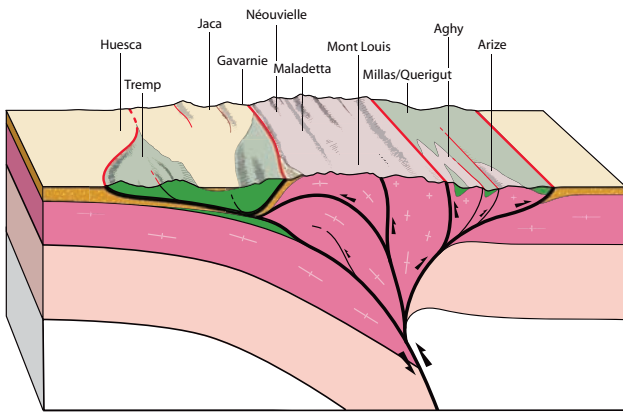
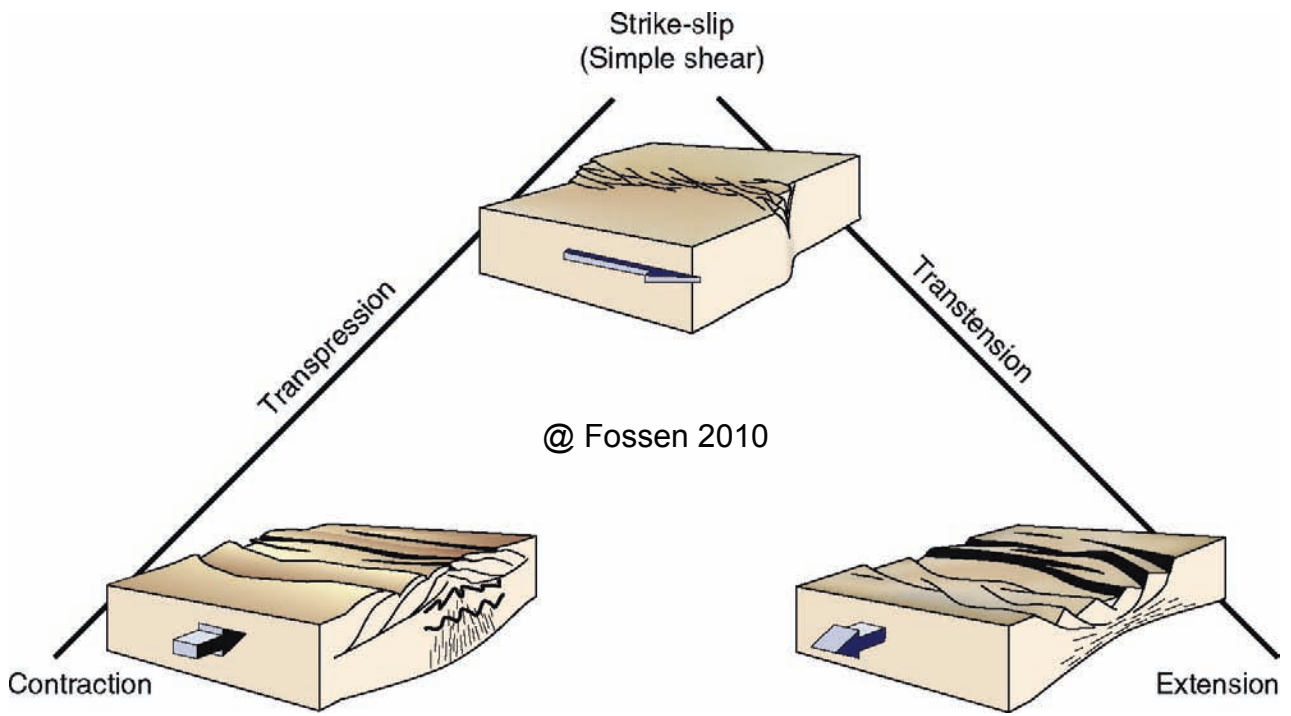




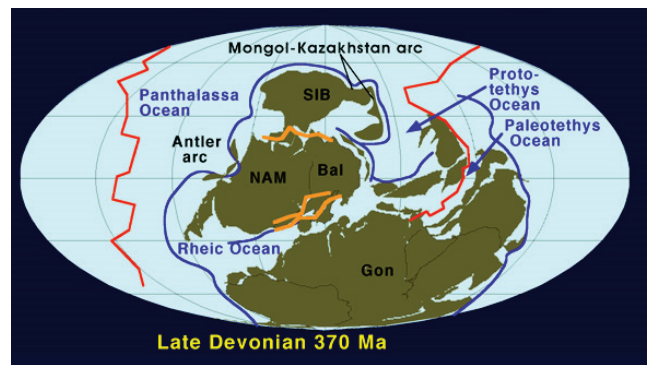
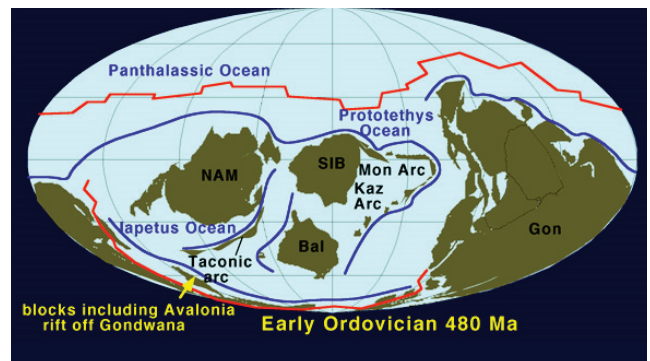
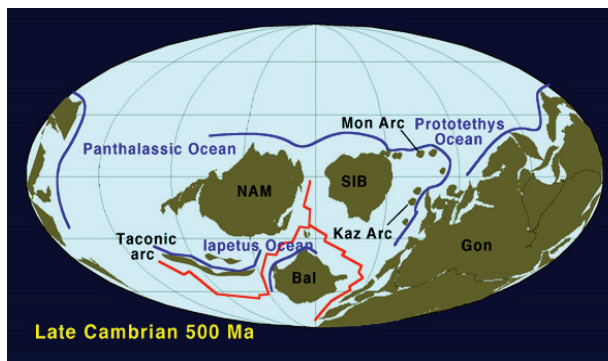
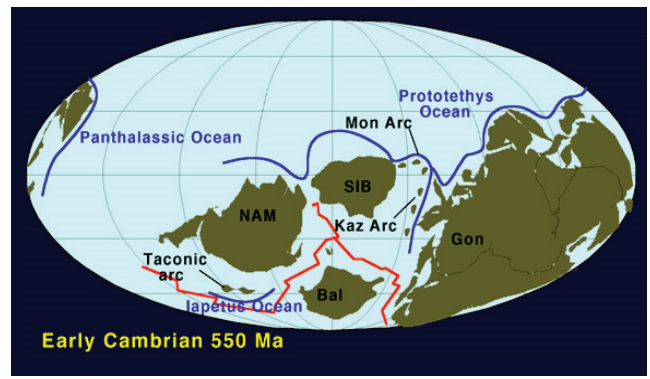
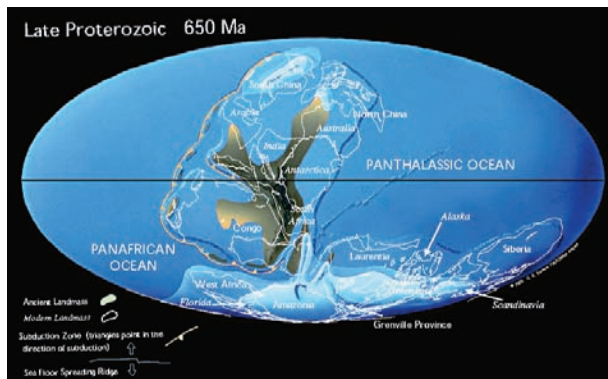


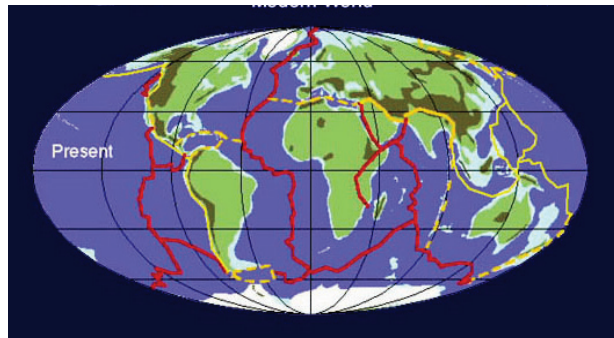
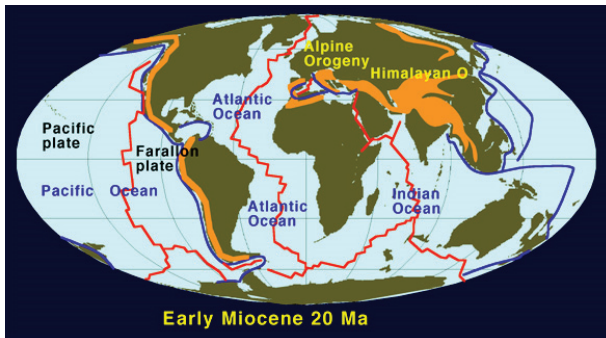
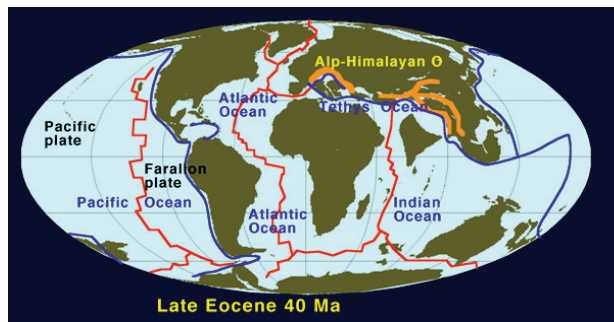
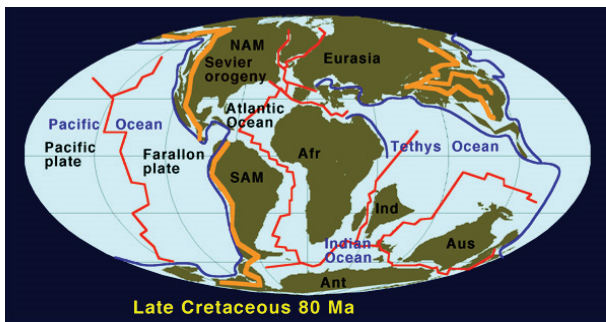
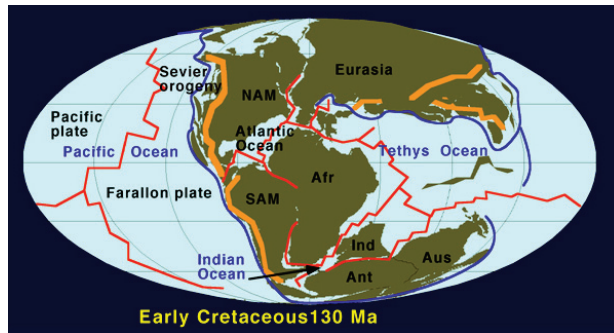
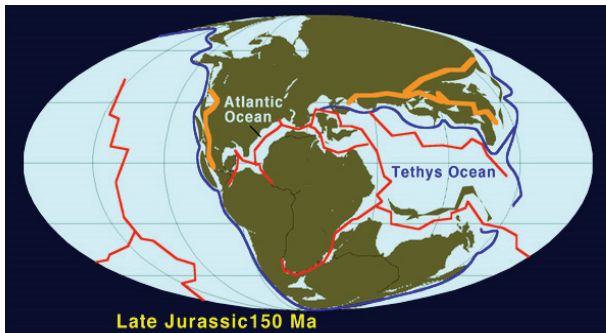
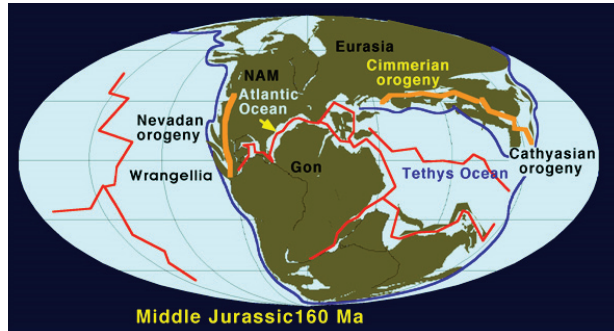
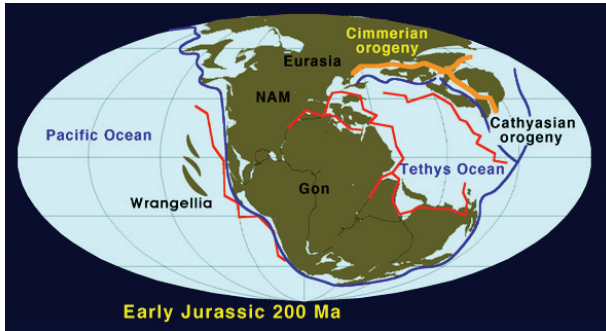
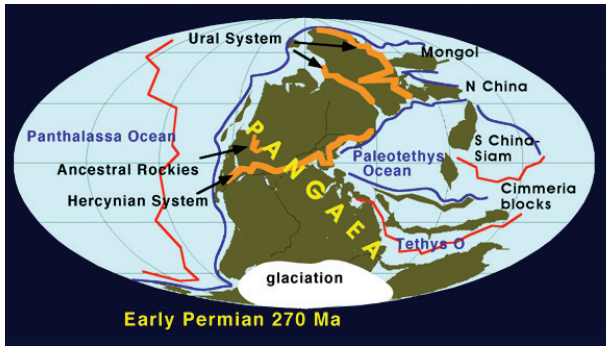


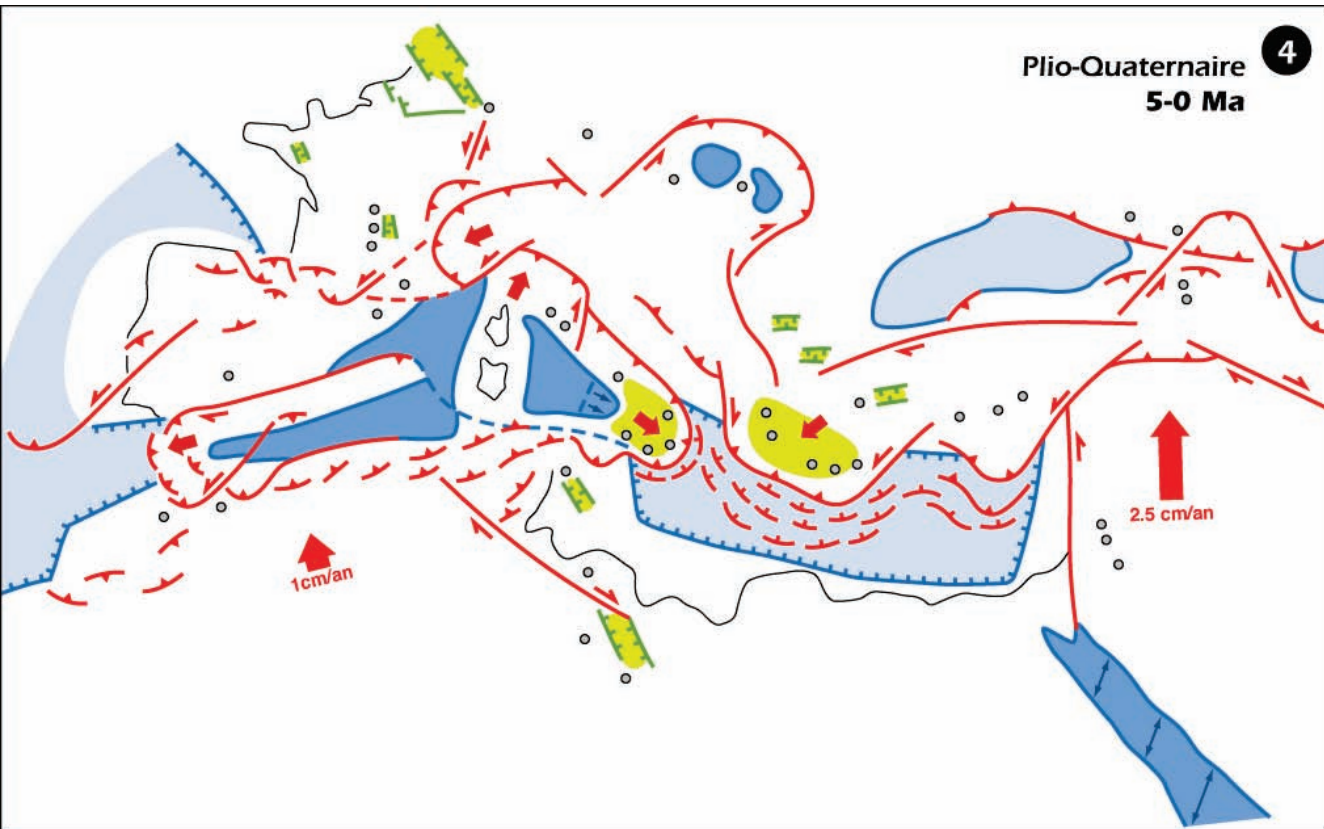
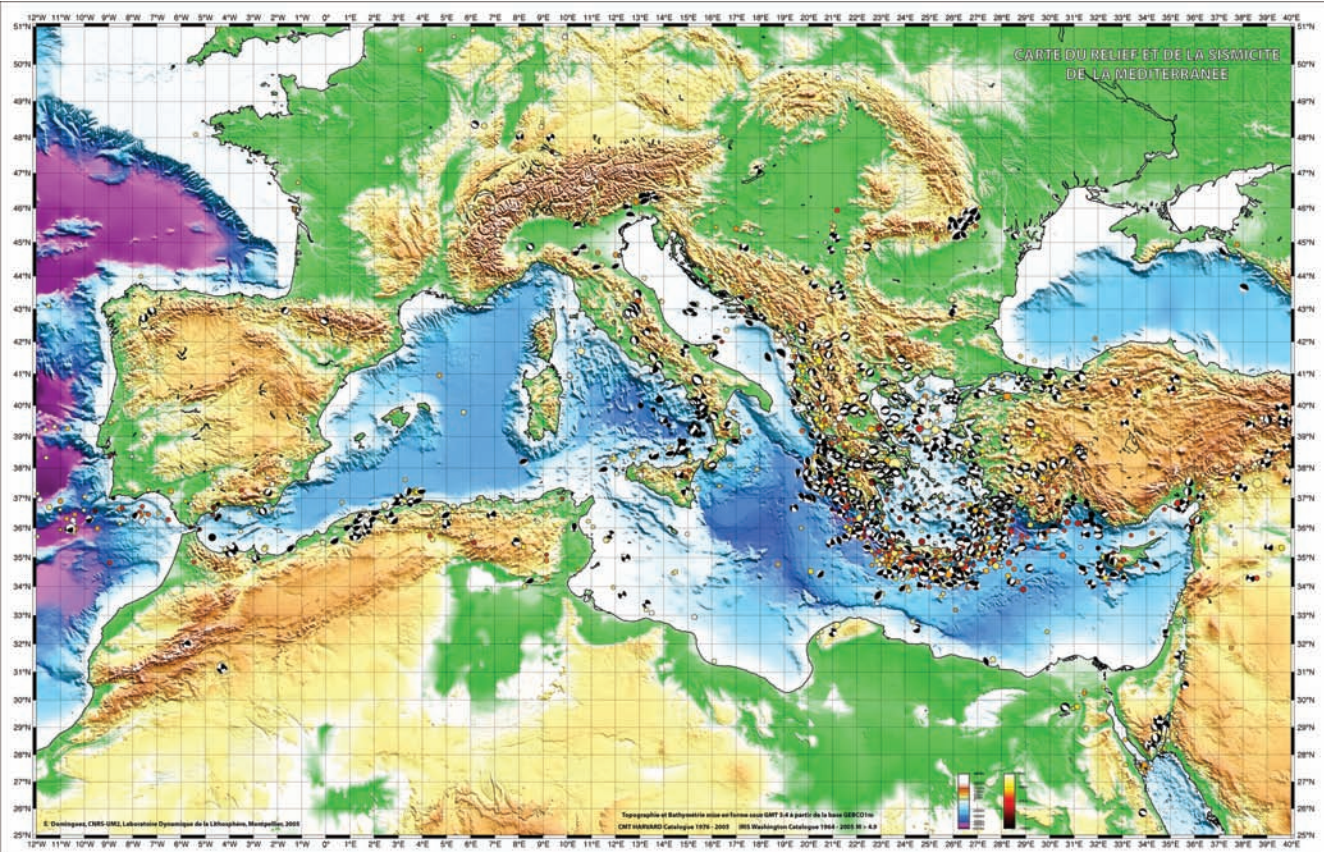
@ A. Nicolas



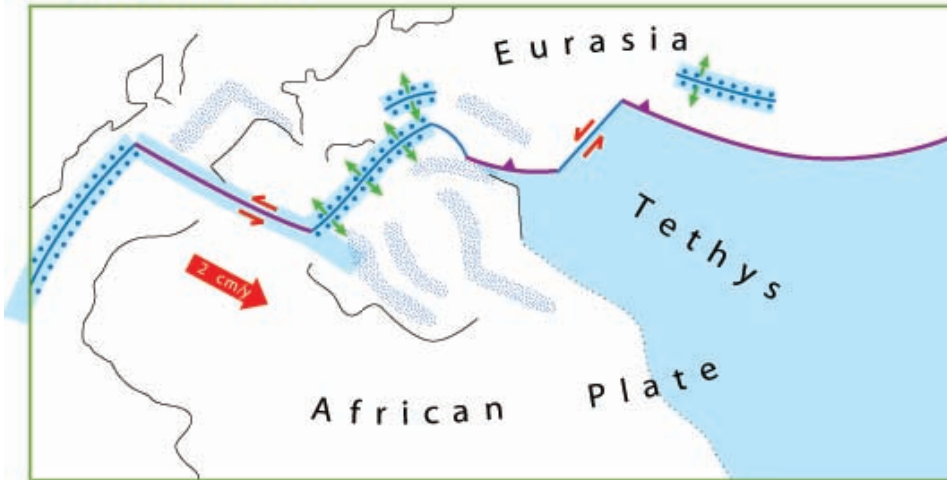
@ Soliva 2008, 2010



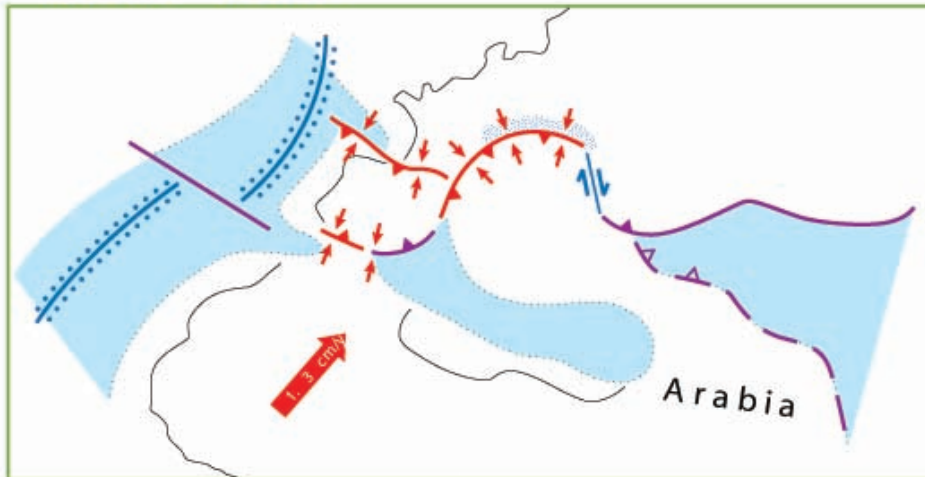




130 Ma J.-Cr.

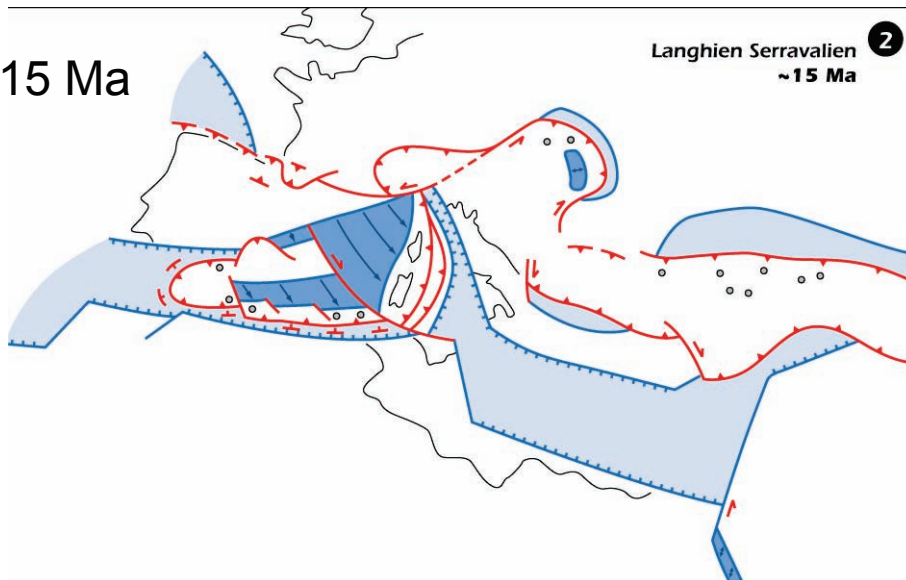


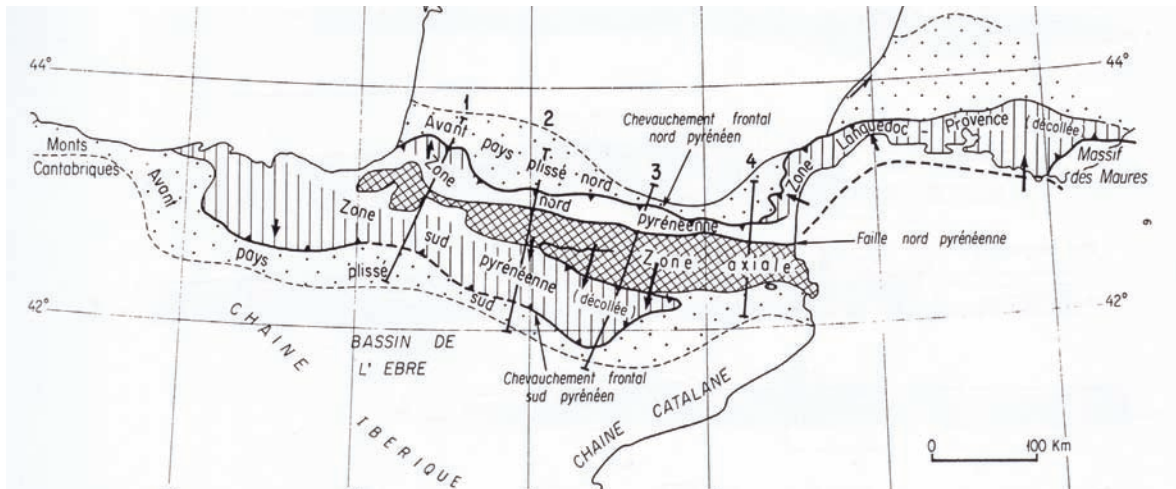
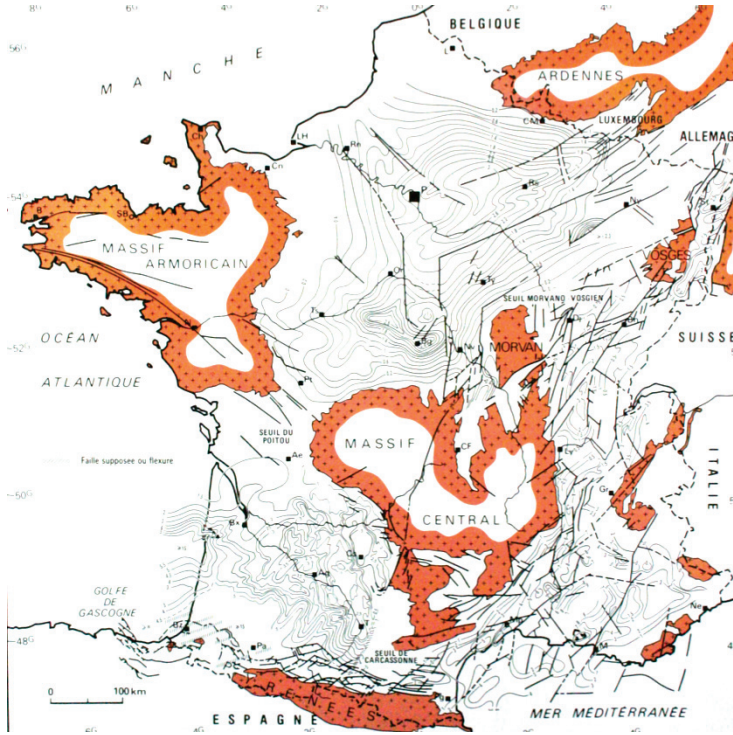
65 Ma Cr. - ter.



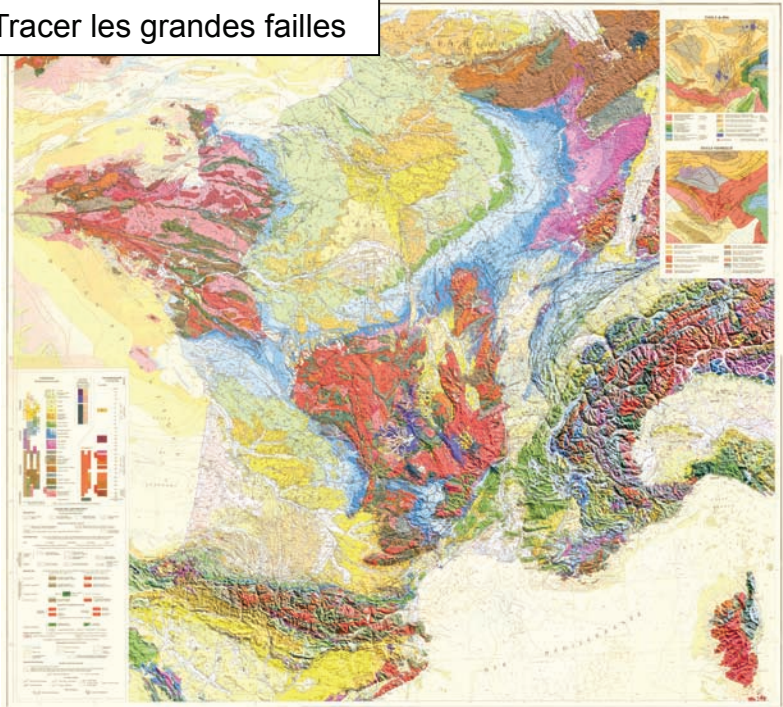
15 Ma

Langhien Serravalien **2**
~15 Ma

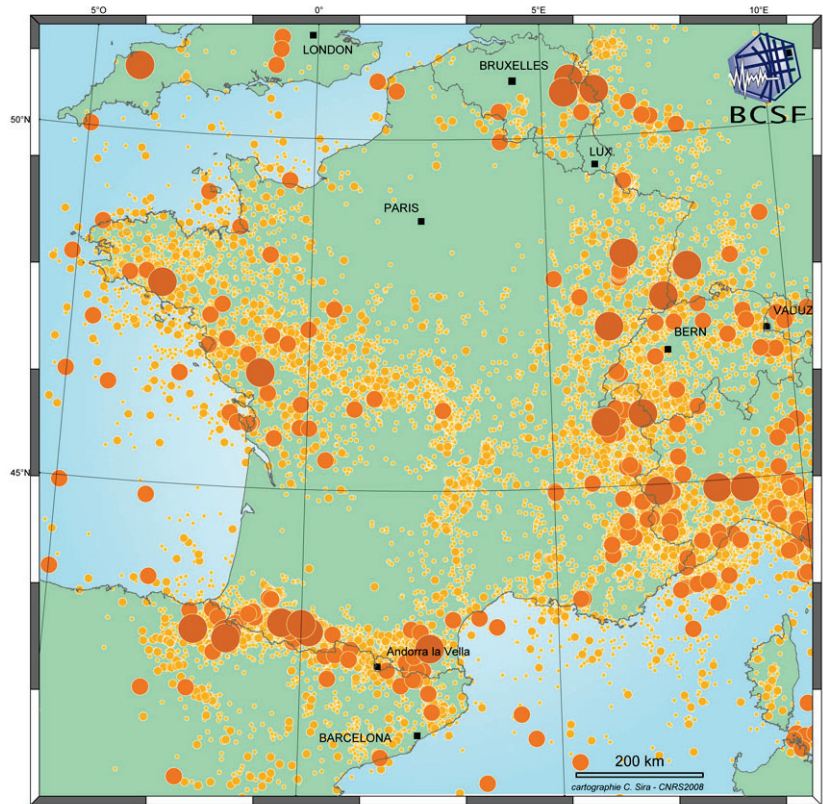




Tracer les grandes failles



**Les séismes en France
du 15/12/1964 au 31/08/2008**



Epicentre des séismes selon leur magnitude (M_L)

- supérieure ou égal à 5
- 4 - 4,9
- 3 - 3,9
- 2 - 2,9

Source données BCSF (R&NaSS + LDG)
Bureau central sismologique français
www.franceseisme.fr
Ecole et Observatoire
des Sciences de la Terre
de Strasbourg

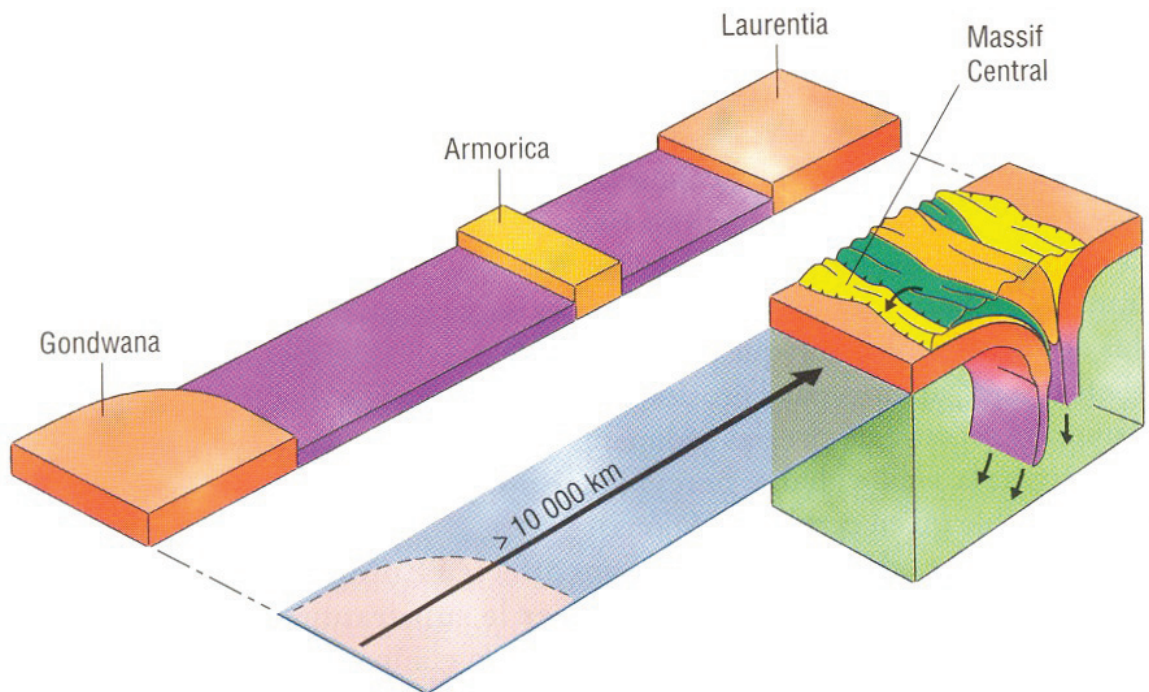
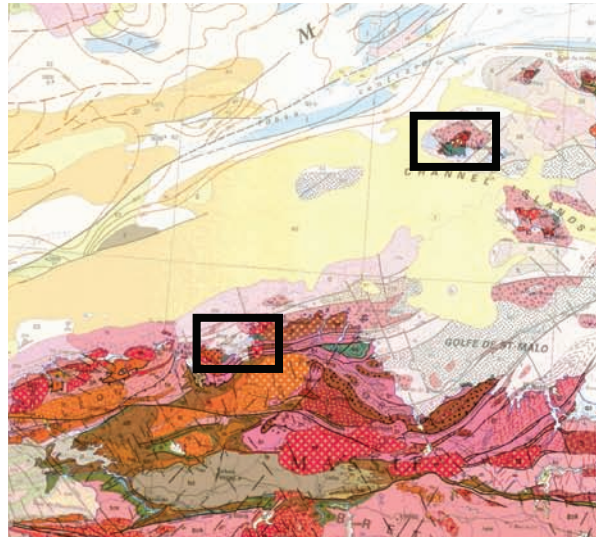
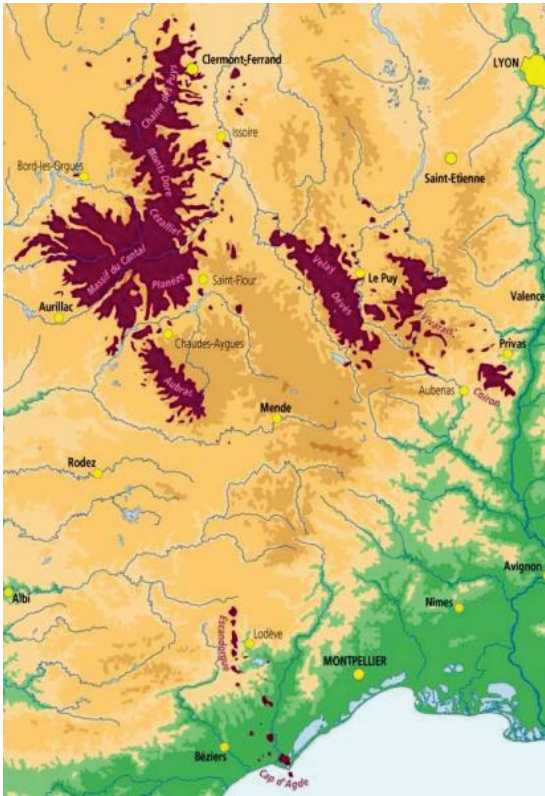
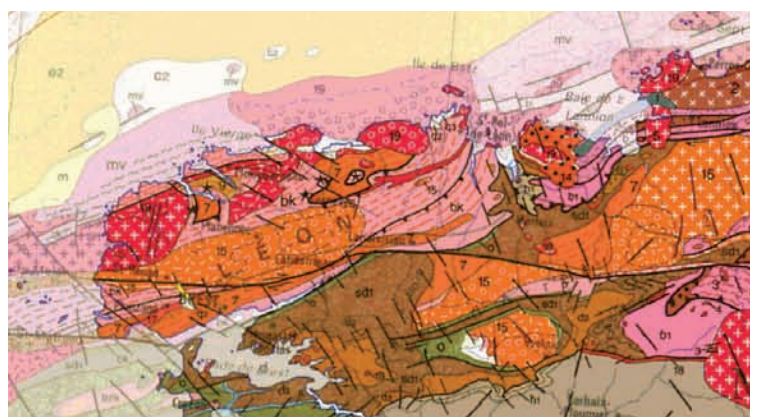
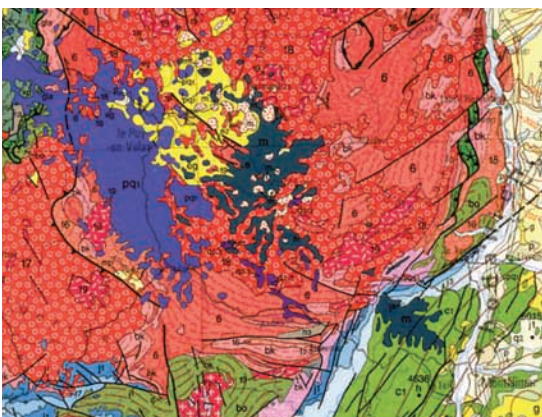
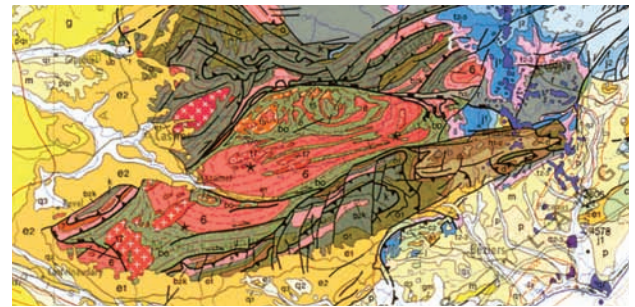
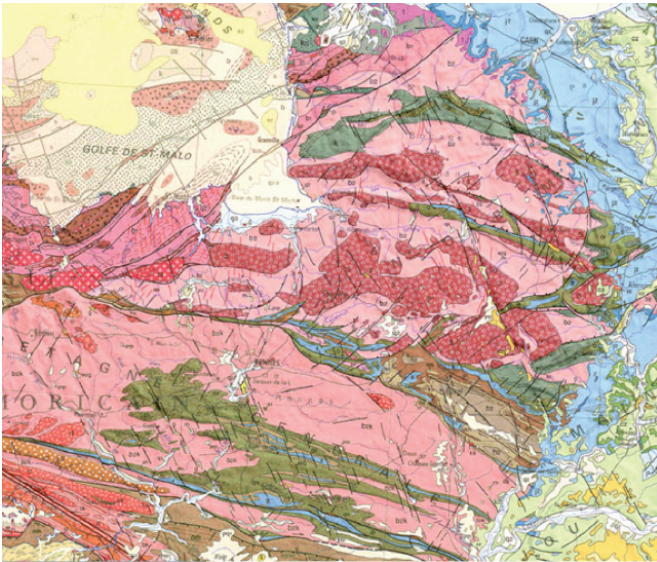
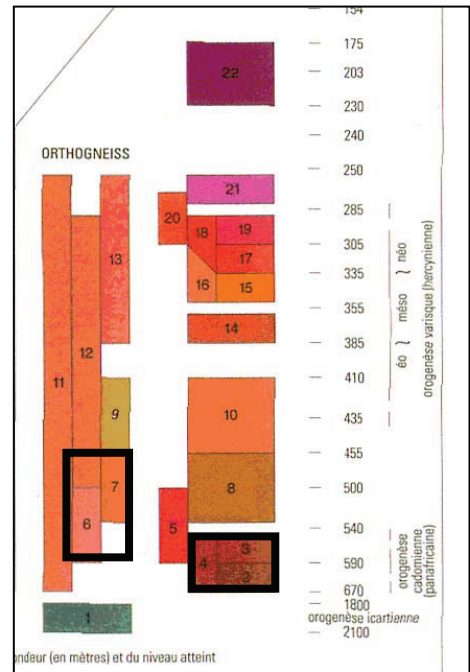
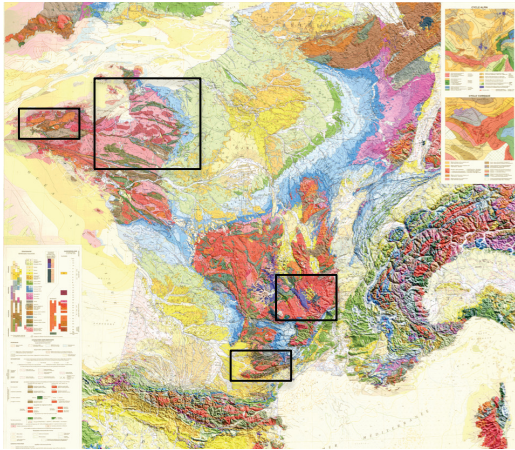
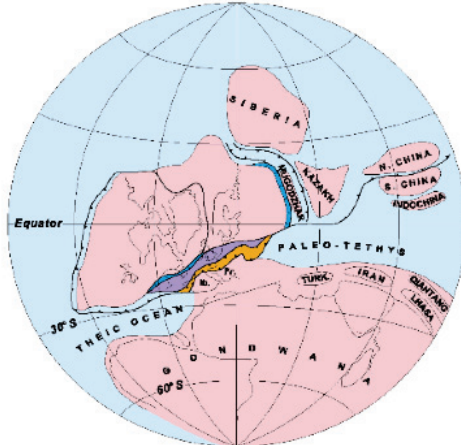


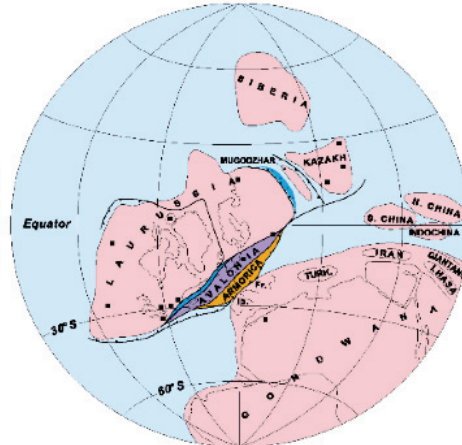
Fig. 7. La formation de la chaîne hercynienne.



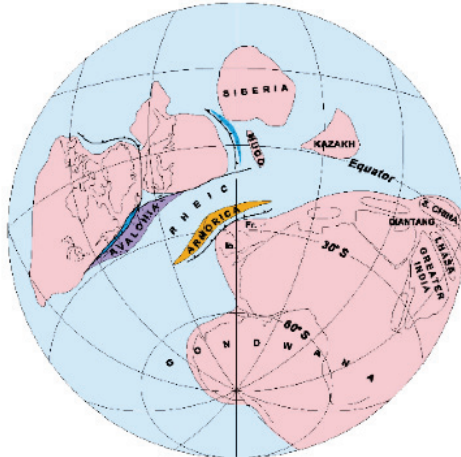
EARLY CARBONIFEROUS
≈340 Ma



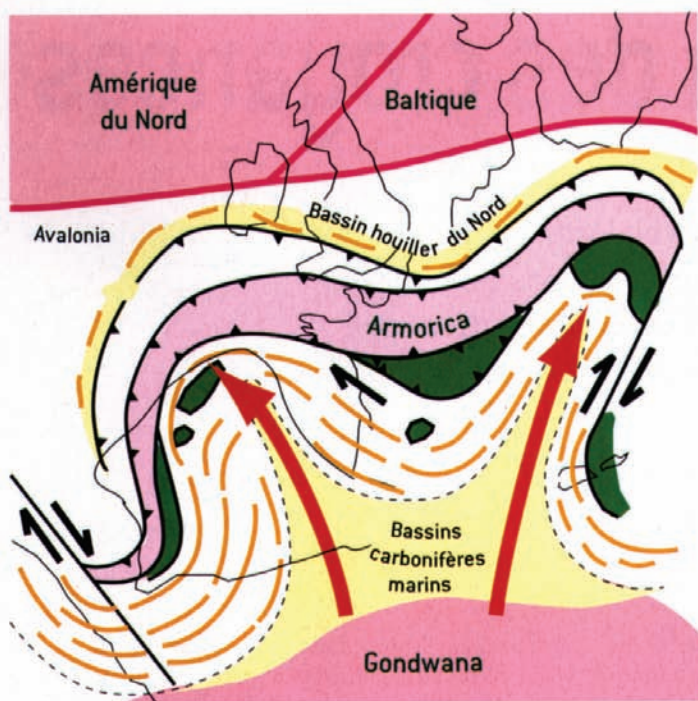
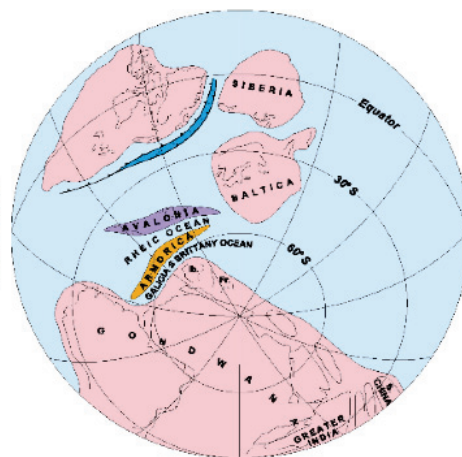
MIDDLE DEVONIAN
≈375 Ma



MIDDLE SILURIAN
425 Ma

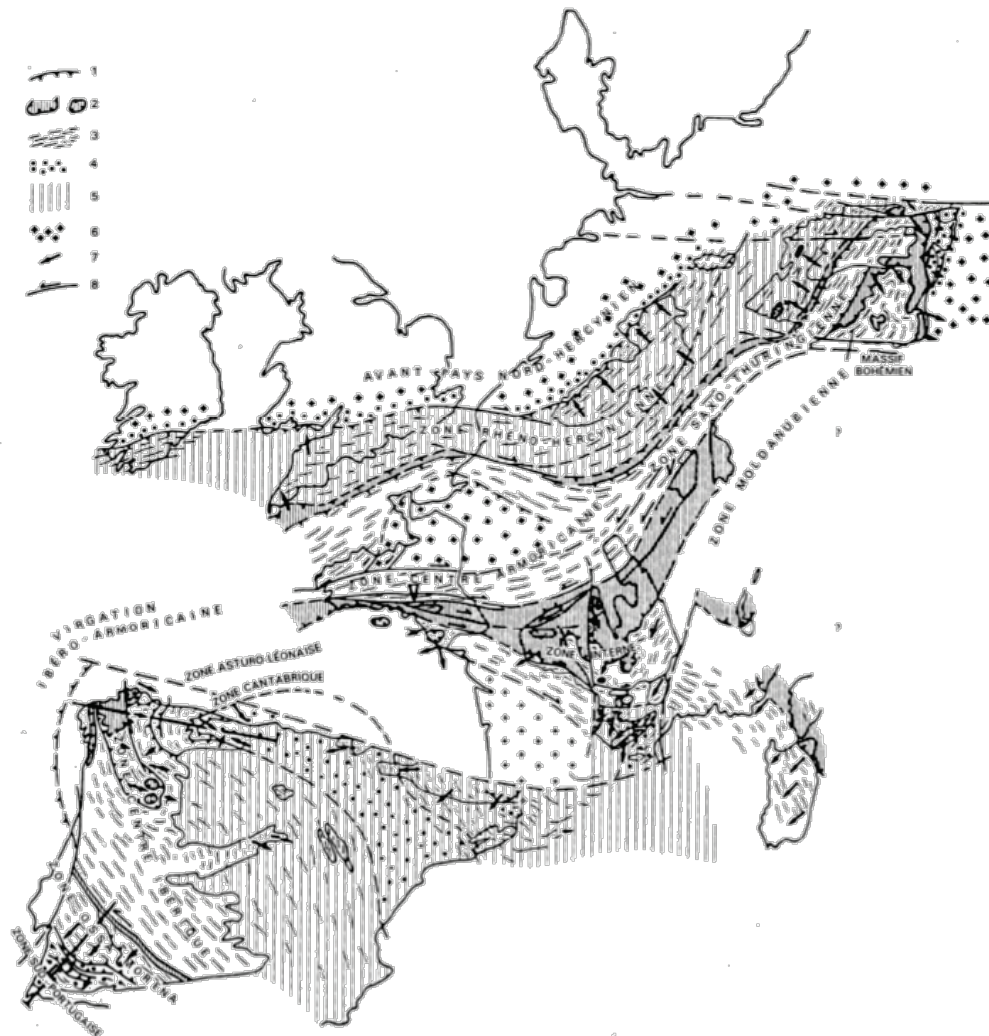
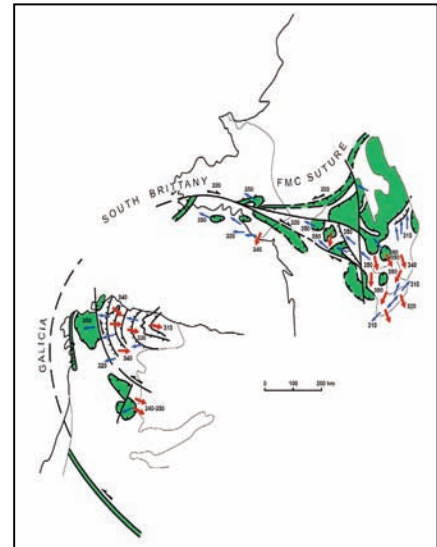
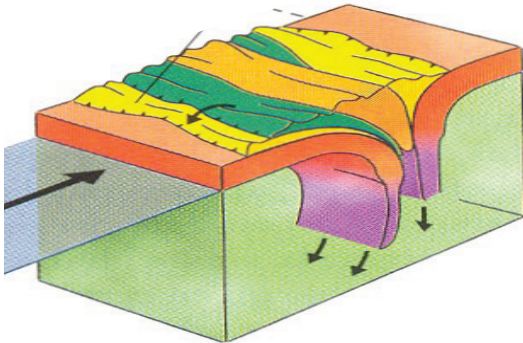


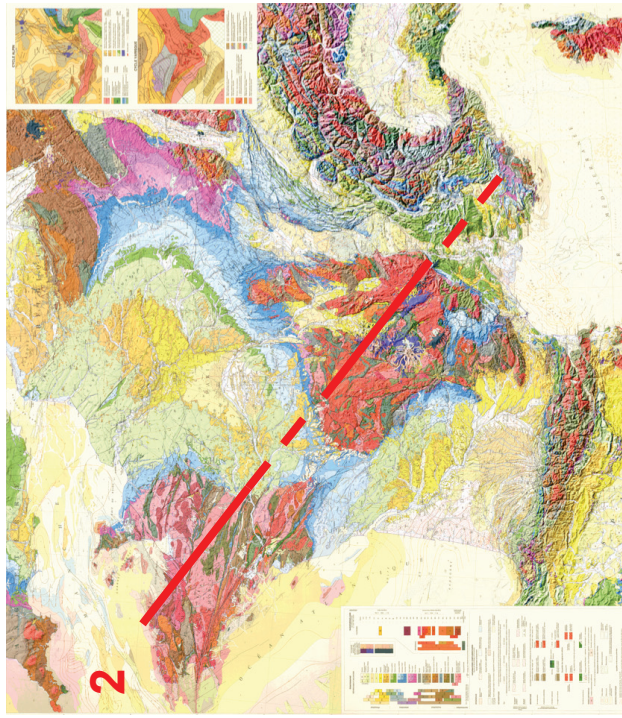
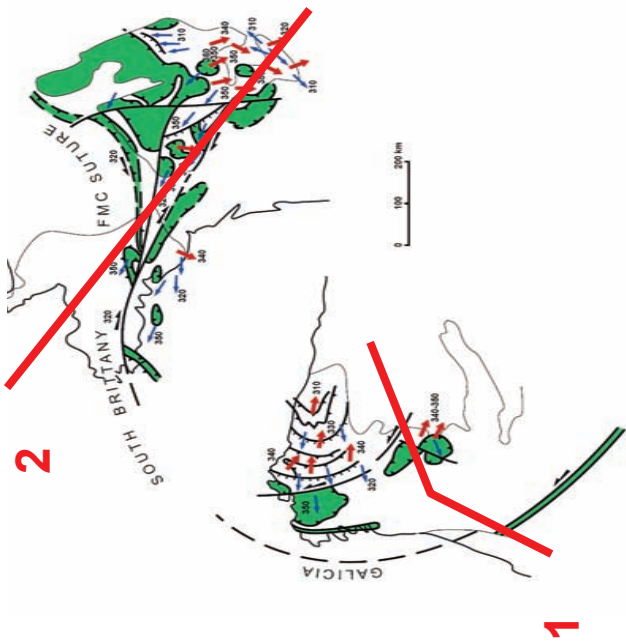
MIDDLE ORDOVICIAN
465 Ma



5. La chaîne hercynienne d'Europe reconstituée vers la fin du Carbonifère, il y a environ 300 millions d'années. On suit cette chaîne sinueuse de la péninsule Ibérique à la Pologne actuelle, avec deux arcs spectaculaires, ibéro-armoricain et bohémien. En trait épais, les sutures séparant les différentes plaques constituant le supercontinent du Gondwana : en vert, les nappes incluant de la lithosphère océanique et, en jaune, les bassins houillers qui ont été formés durant le Carbonifère. Le bloc-diagramme illustre la structure à trois dimensions. On a schématisé les reliefs «himalayens» qui se trouvaient peut-être à l'emplacement de l'actuel Massif central.

Replacer les différents massifs

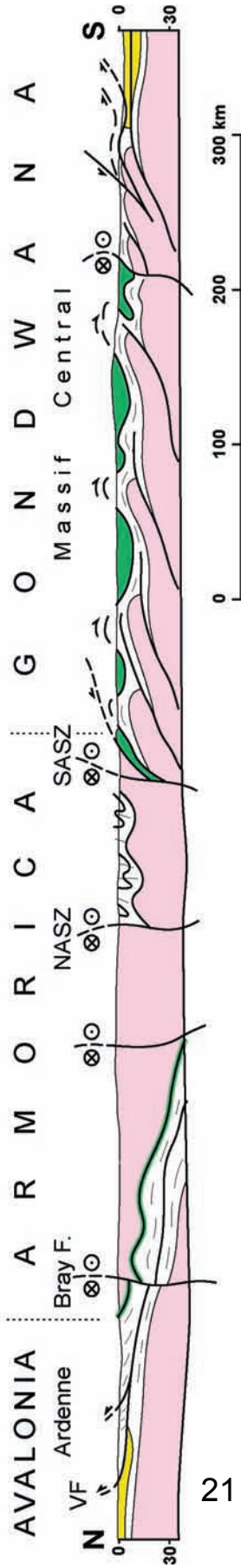




AVALONIA ARMORICA GONDWANA

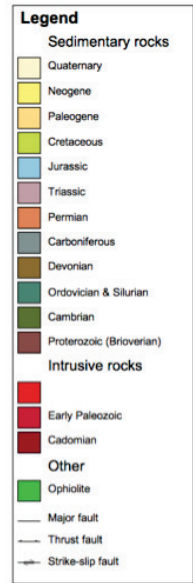
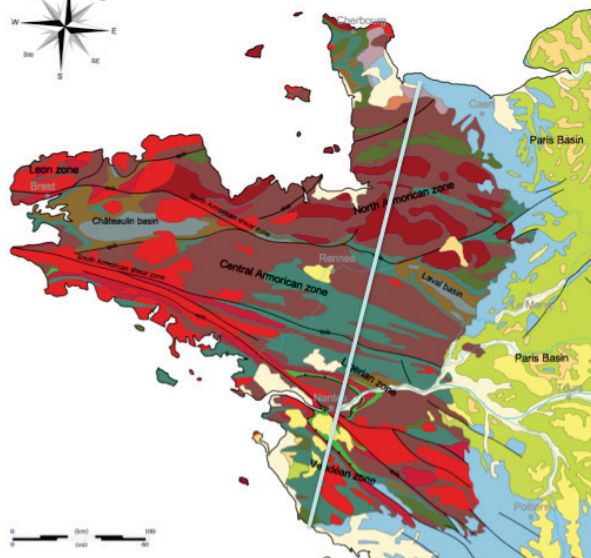
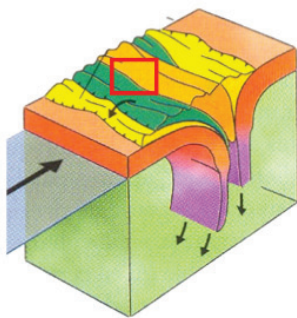


2



21

Massif armoricain



<http://en.wikipedia.org/wiki>

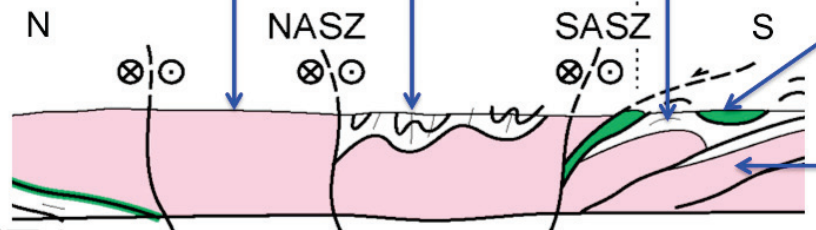
Vieux socle (granites panafricains et schistes cambriens et briovériens)

Schistes ordovicien

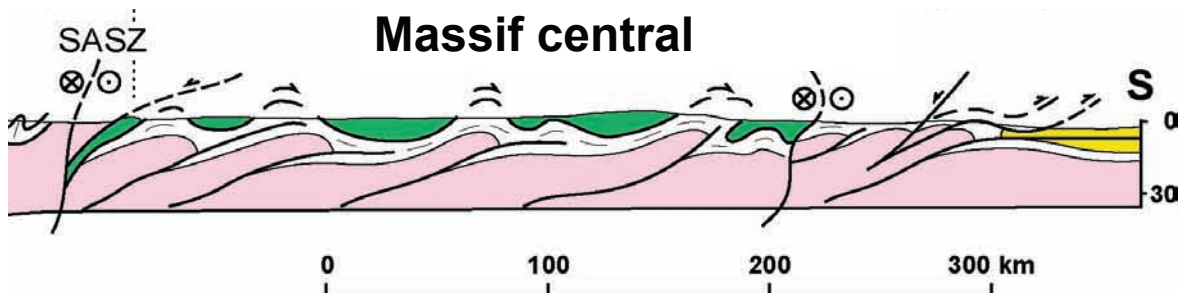
Schistes ordovicien à dévotionien

Suture o.

Socle (schistes cambrien et briovérien et granites hercyniens)



Massif central



- Le groupe leptyno-amphibolique (transition marge croûte océanique Galice Massif central)
- Schistes de sédiments cambrien à carbonifère (600 - 340) déformés à l'hercynien (340 - 300 Ma)

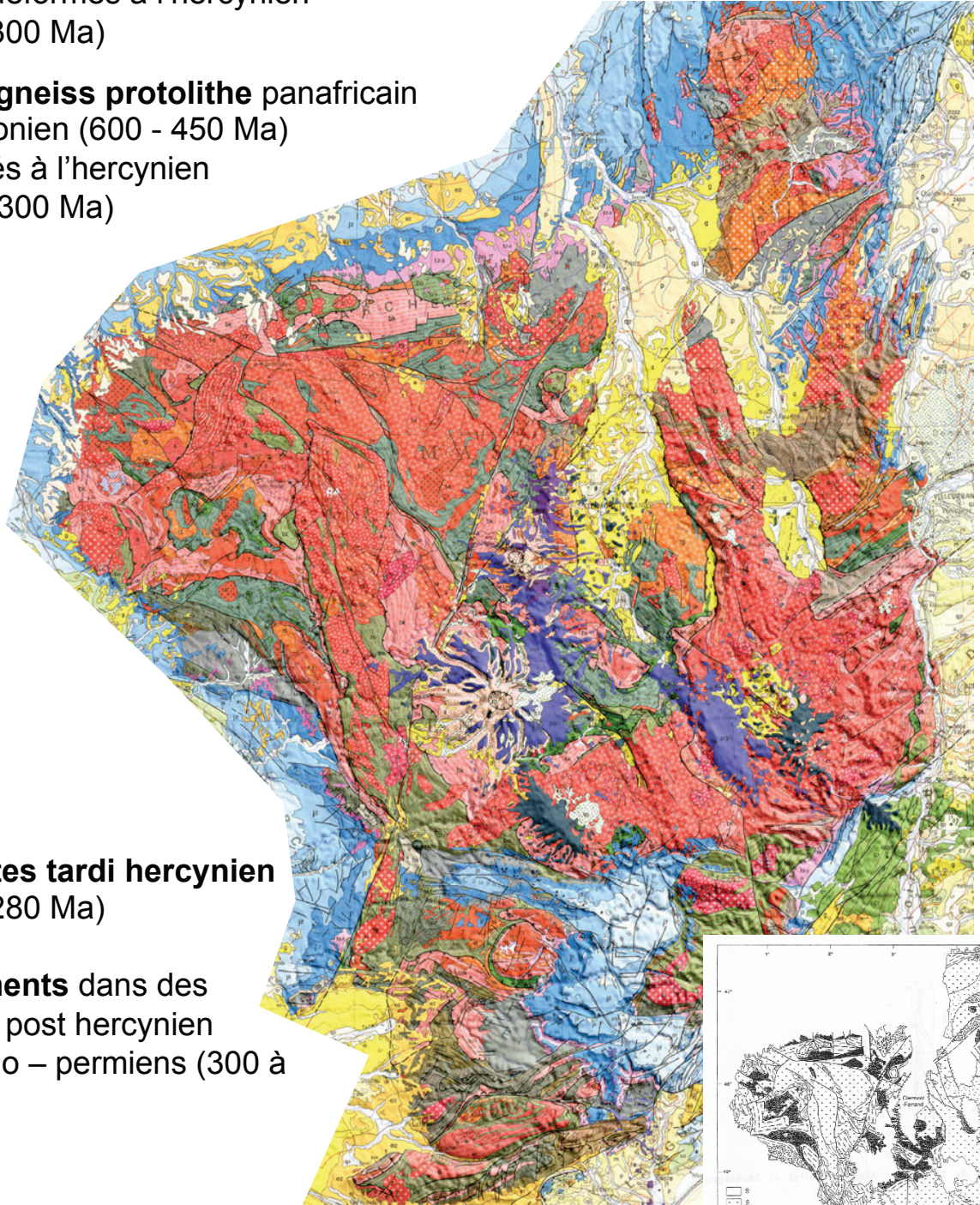
- Orthogneiss protolithe panafricain à calédonien (600 - 450 Ma) déformés à l'hercynien (340 - 300 Ma)
- Granites tardi hercynien (320 - 280 Ma)

- Sédiments dans des bassins post hercynien stéphano-permiens (300 - 250)

- **Le groupe leptyno-amphibolique** (transition marge croûte océanique Galice Massif central)

- **Schistes de sédiments** cambrien à carbonifère (600 à 340) déformés à l'hercynien (340 – 300 Ma)

- **Orthogneiss protolithe** panafricain à calédonien (600 - 450 Ma) déformés à l'hercynien (340 – 300 Ma)

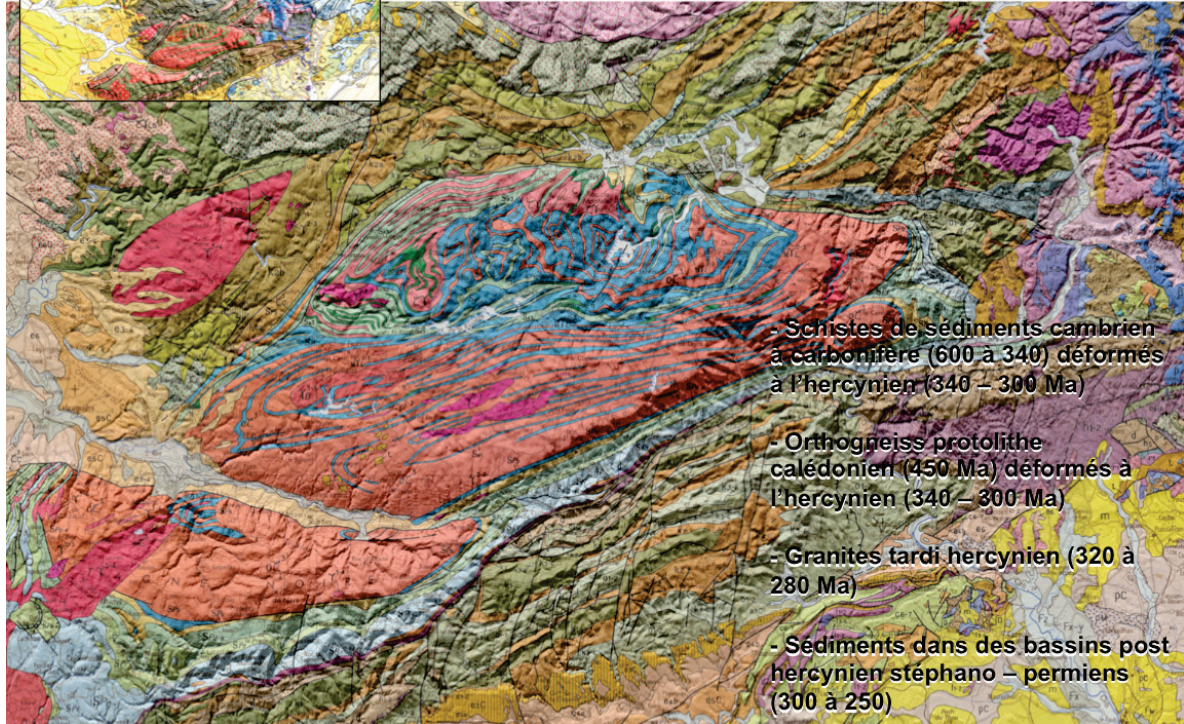
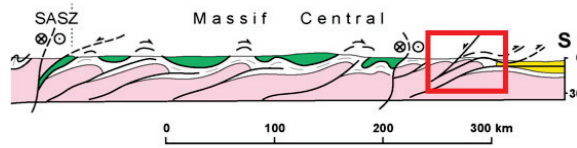
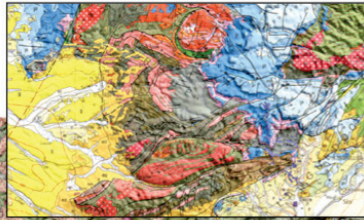


- **Granites tardi hercynien** (320 à 280 Ma)

- **Sédiments** dans des bassins post hercynien stéphano – permien (300 à 250)

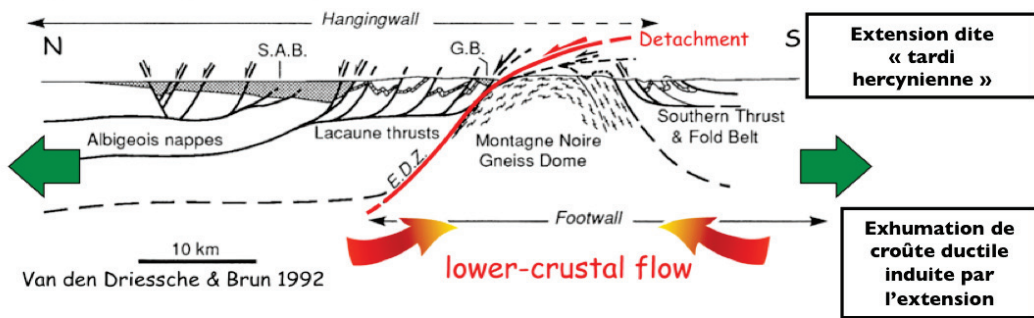


La Montagne noire

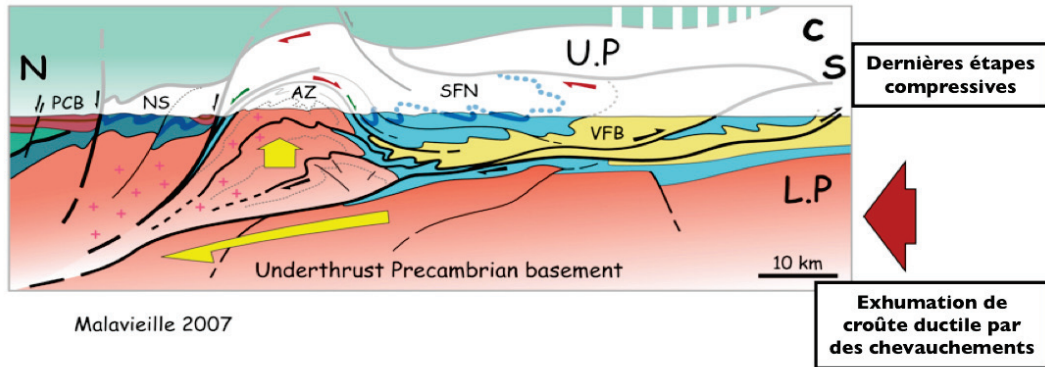


Deux hypothèses de déformation tardi-hercynienne (300 Ma)

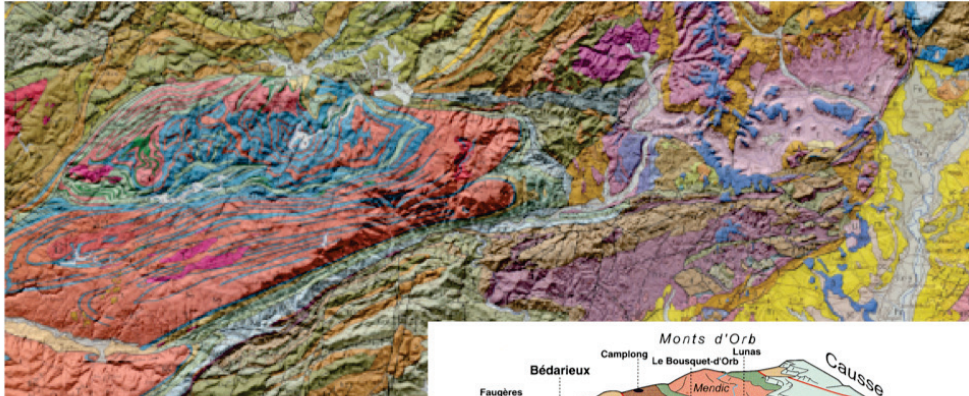
Modèle extensif



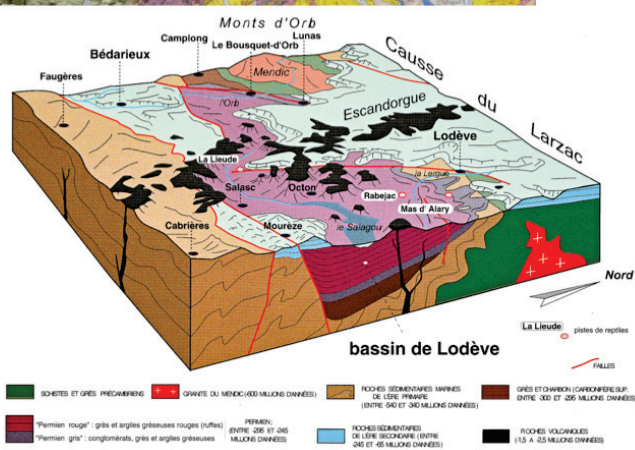
Modèle Compressif



Nord et Est de la Montagne noire : extension **post-origénique**



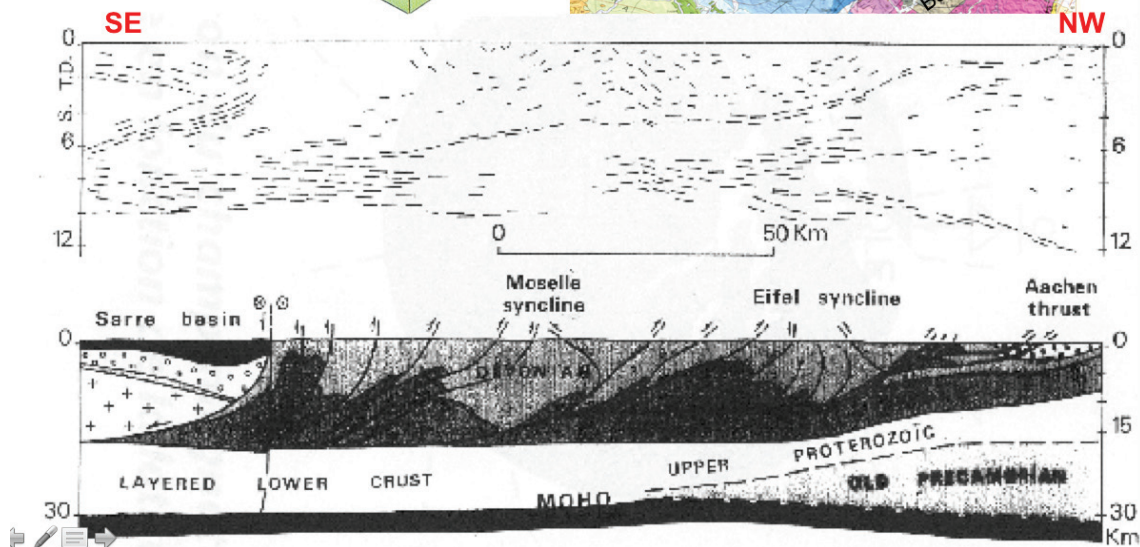
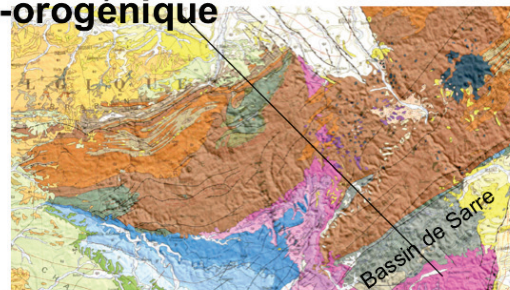
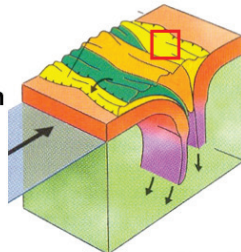
Deux phases bien distinctes :
Stéphanien et Permien
(300 et 250 Ma)



@J.-C. Bousquet

Les Ardennes: extension **post-origénique**

Deux phases bien distinctes :
Stéphanien et Permien
(300 et 250 Ma)



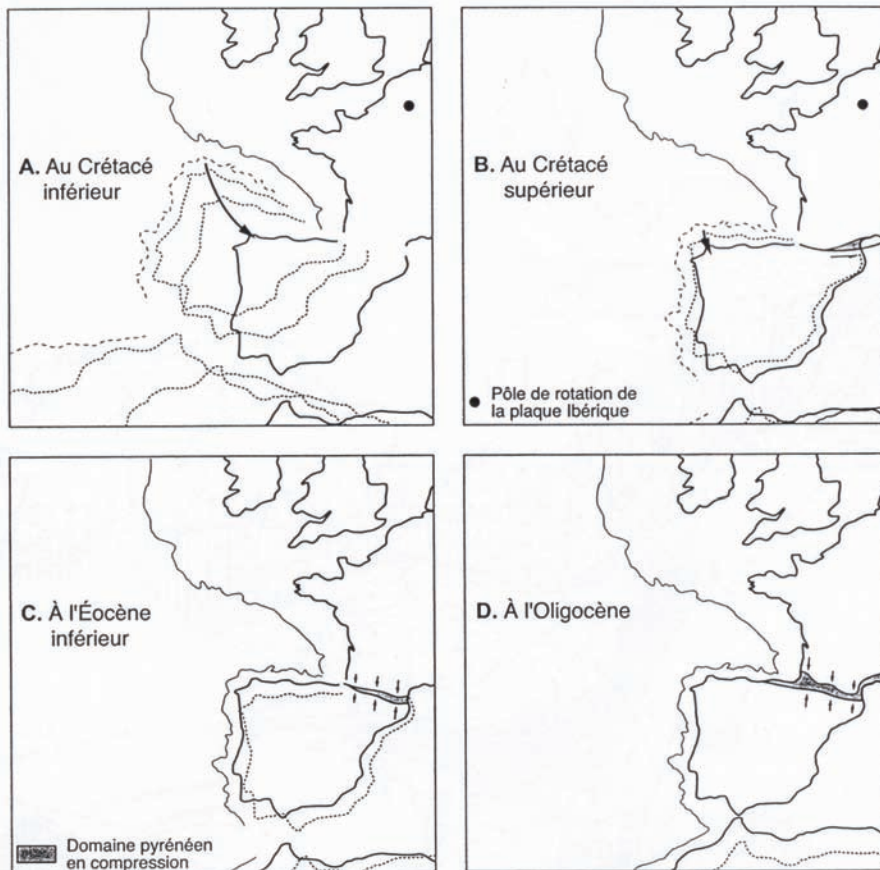
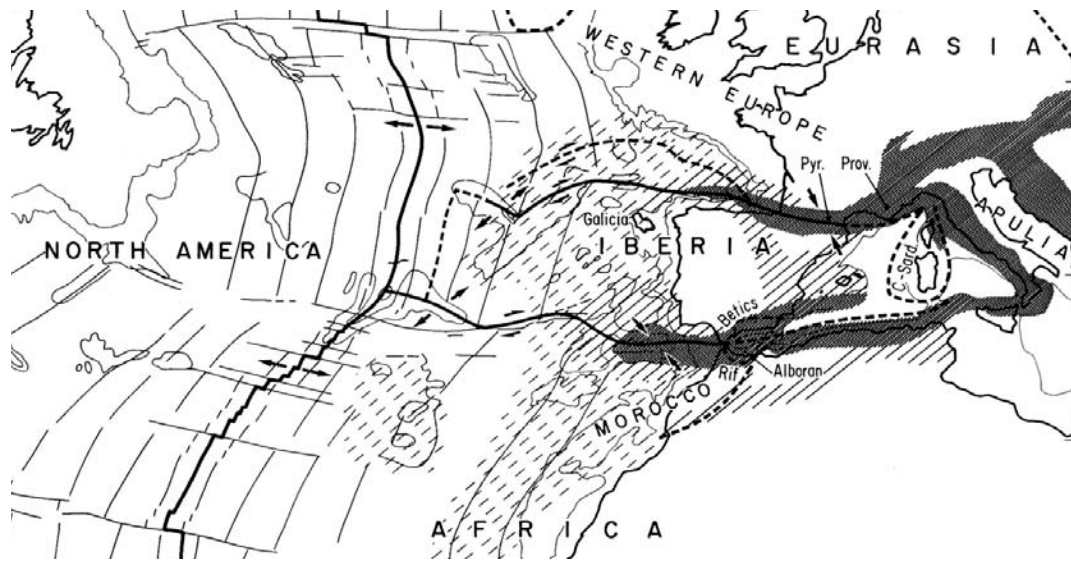


Fig. II.8 : Déplacements relatifs de la plaque ibérique et de la plaque européenne du Crétacé supérieur à l'Oligocène (modifié d'après Choukroune *et al.*, 1973)

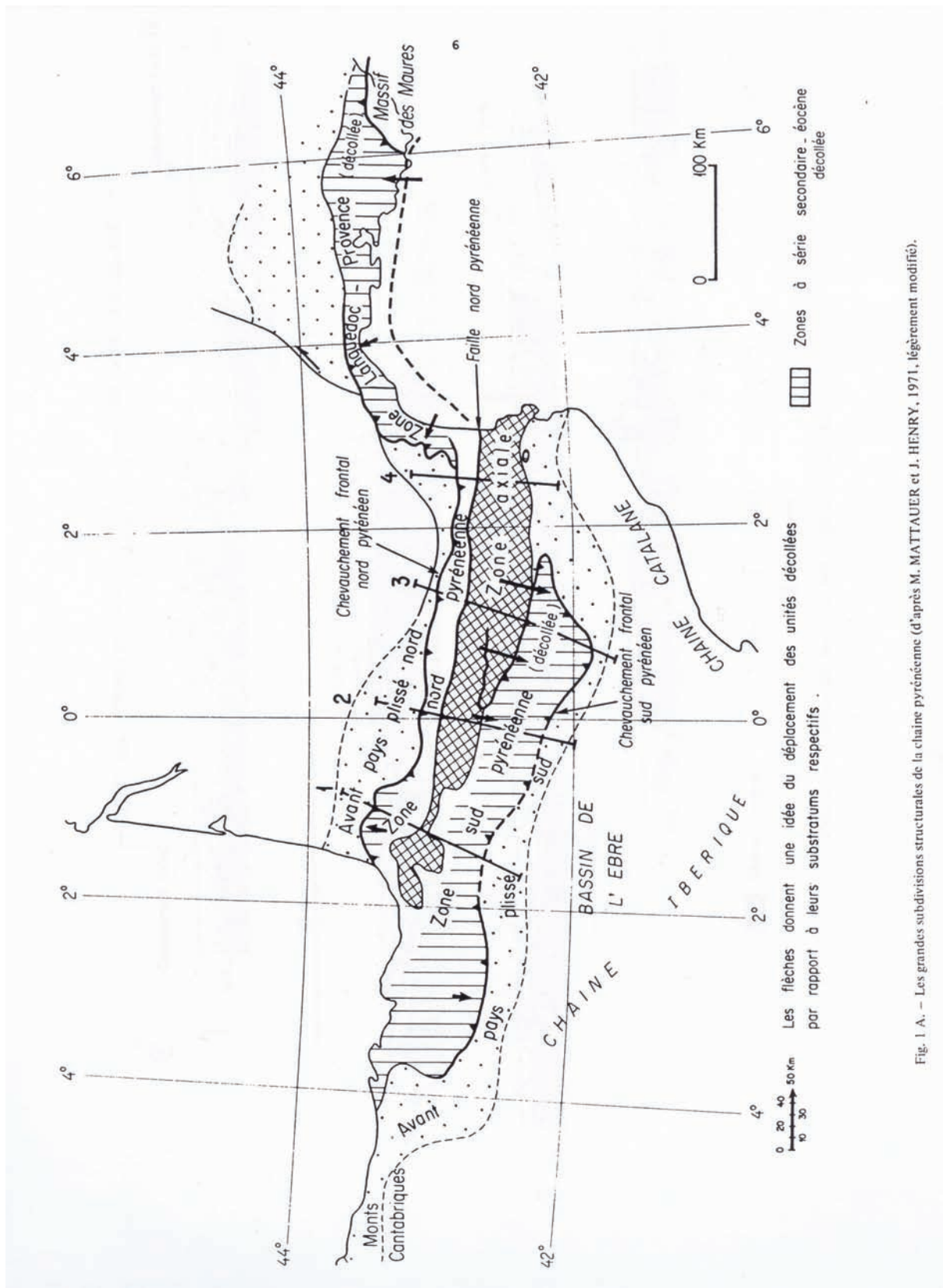
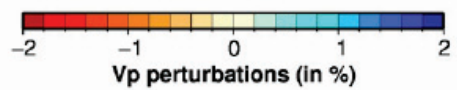
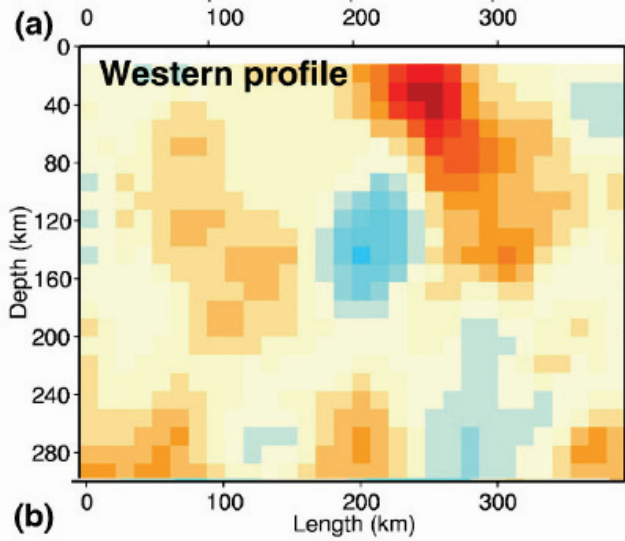
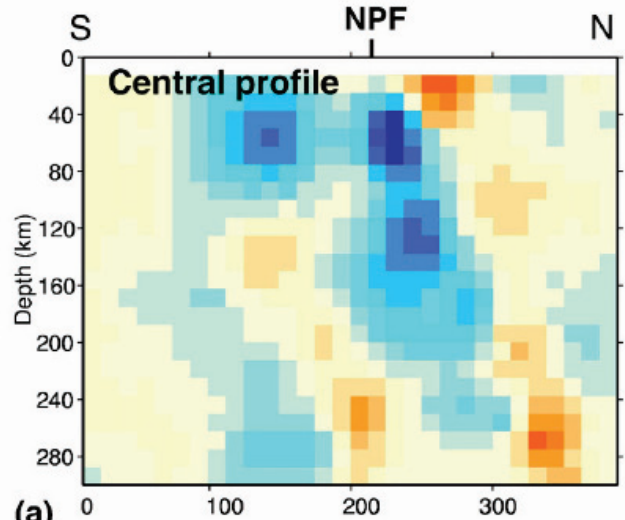
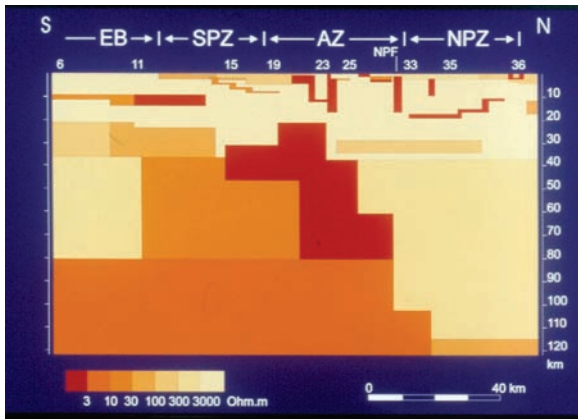
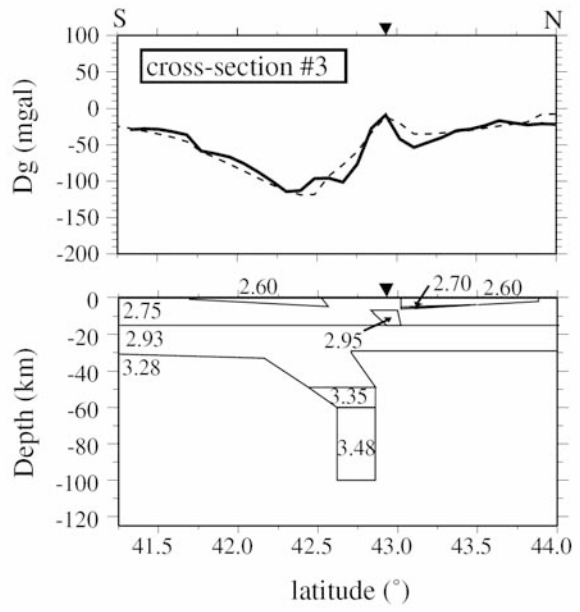
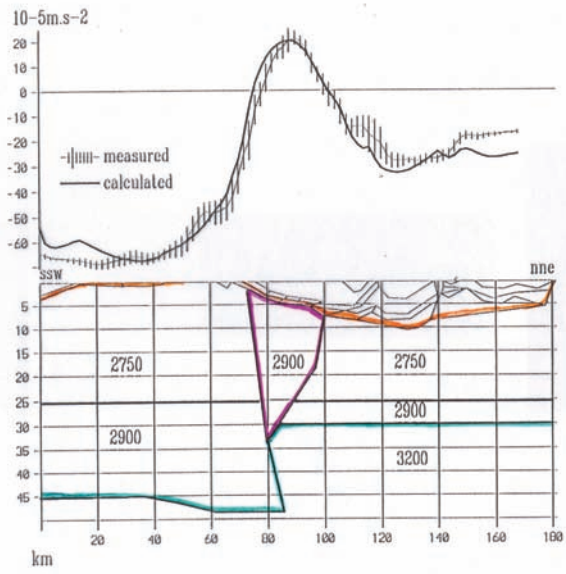
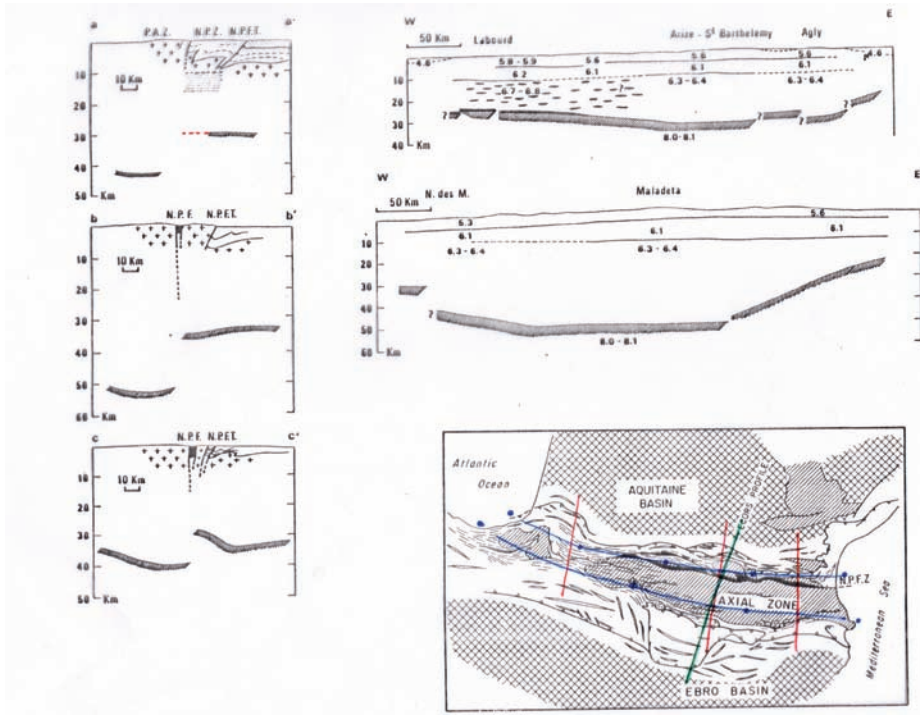


Fig. 1 A. - Les grandes subdivisions structurales de la chaîne pyrénéenne (d'après M. MATTAUER et J. HENRY, 1971, légèrement modifié).

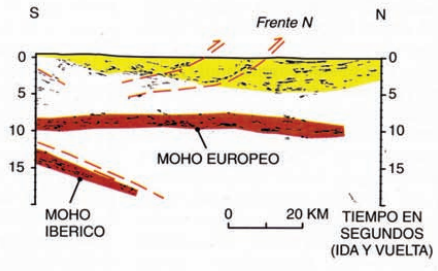




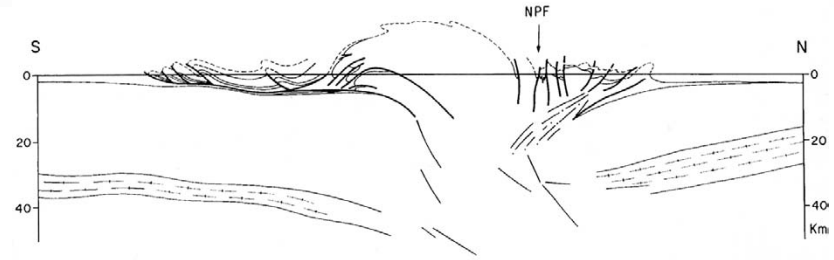
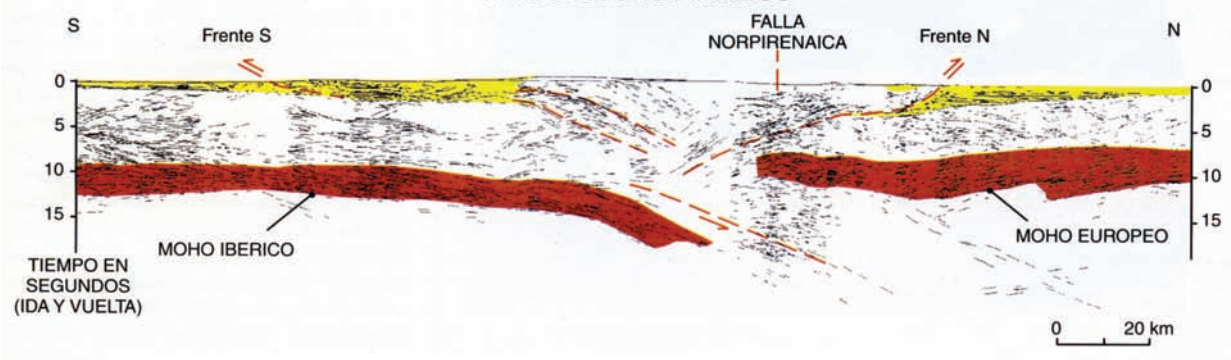
ROCAS SEDIMENTARIAS DE LA CORTEZA SUPERIOR
 CORTEZA INFERIOR

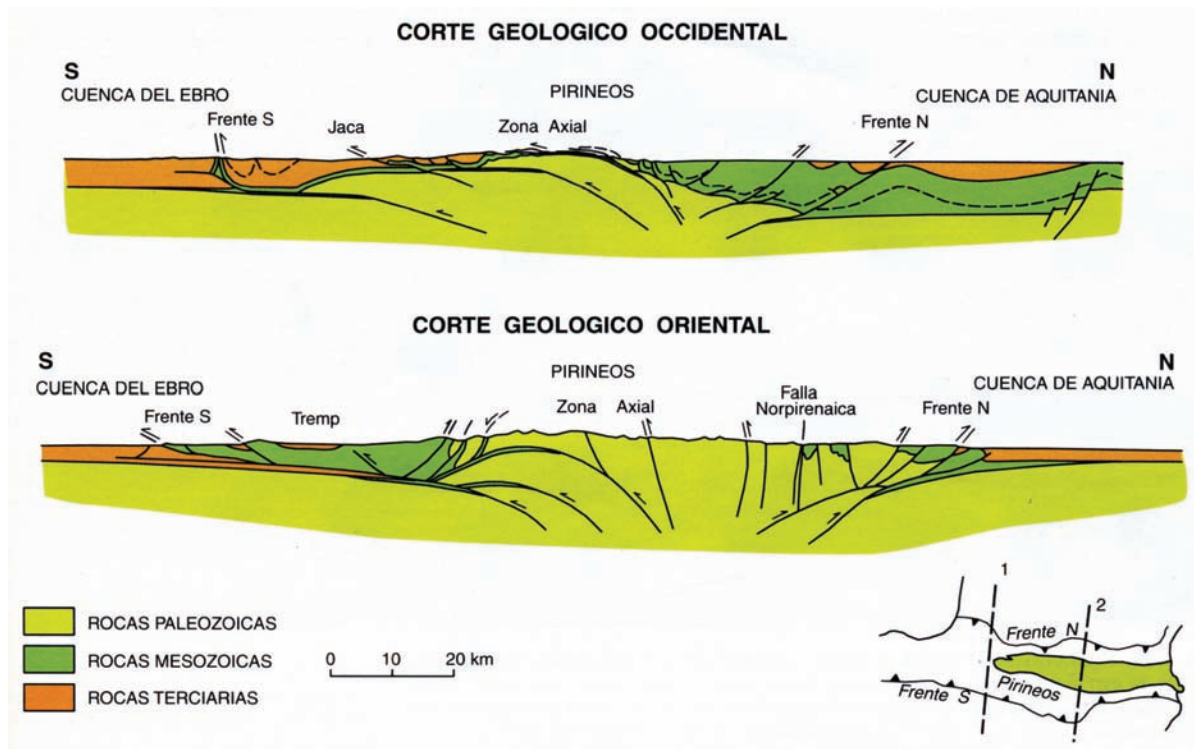
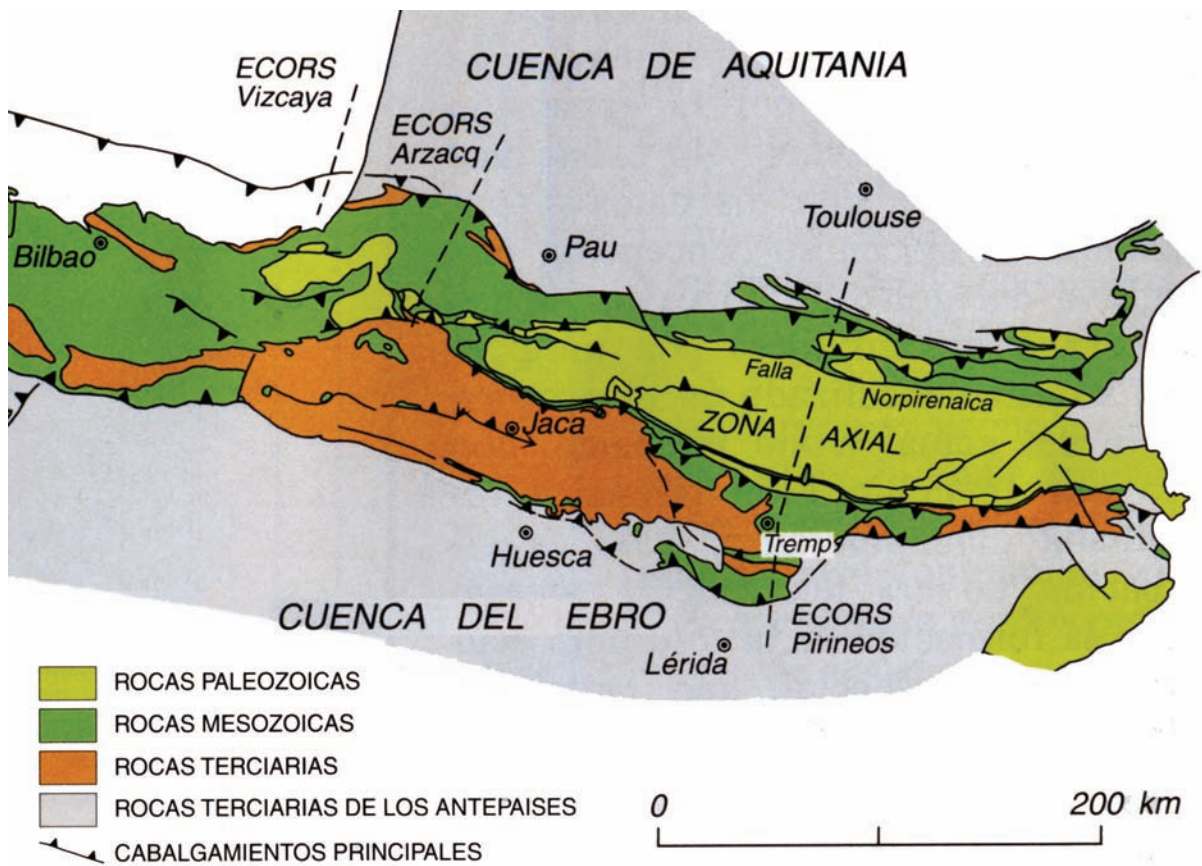


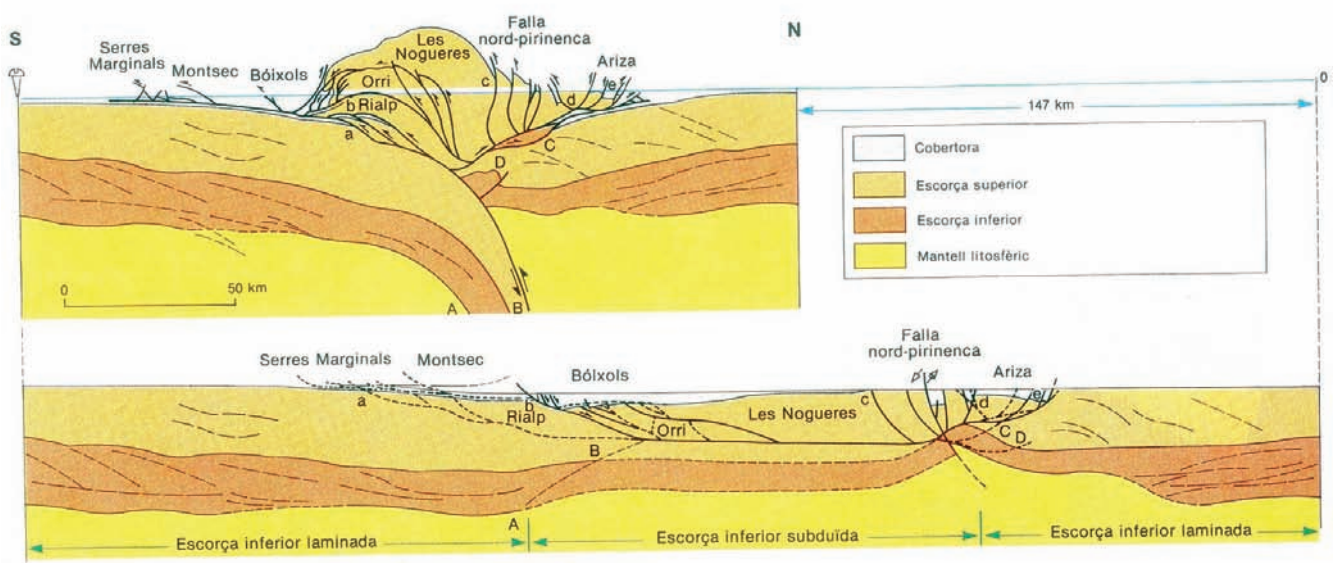
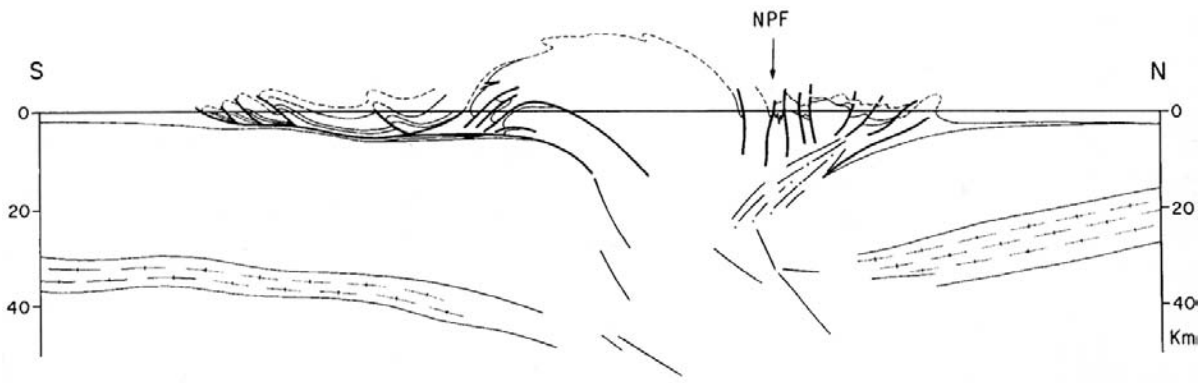
PERFIL ECORS-ARZACQ



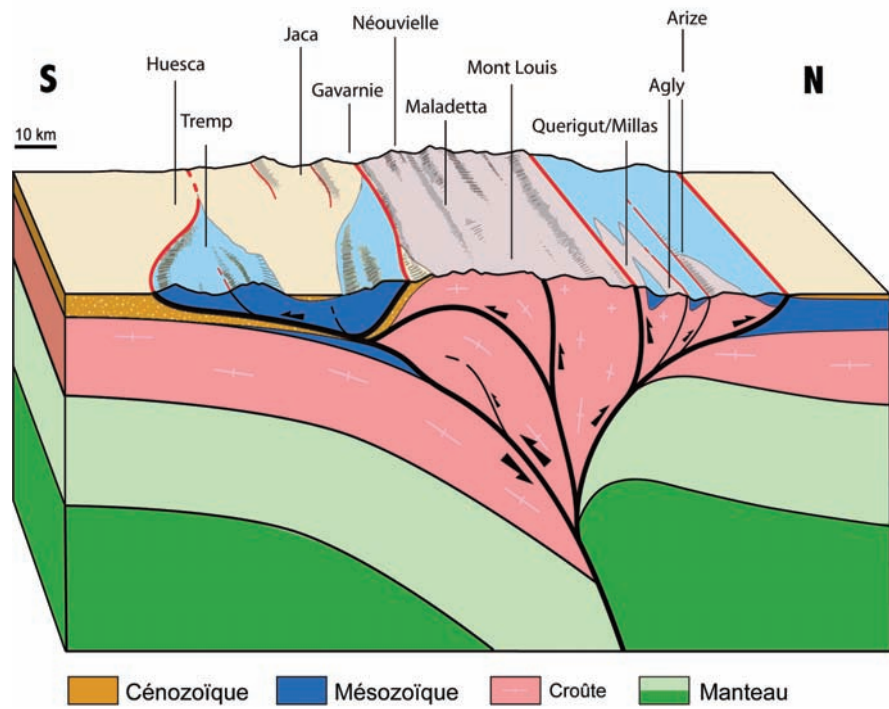
PERFIL ECORS-PIRINEOS

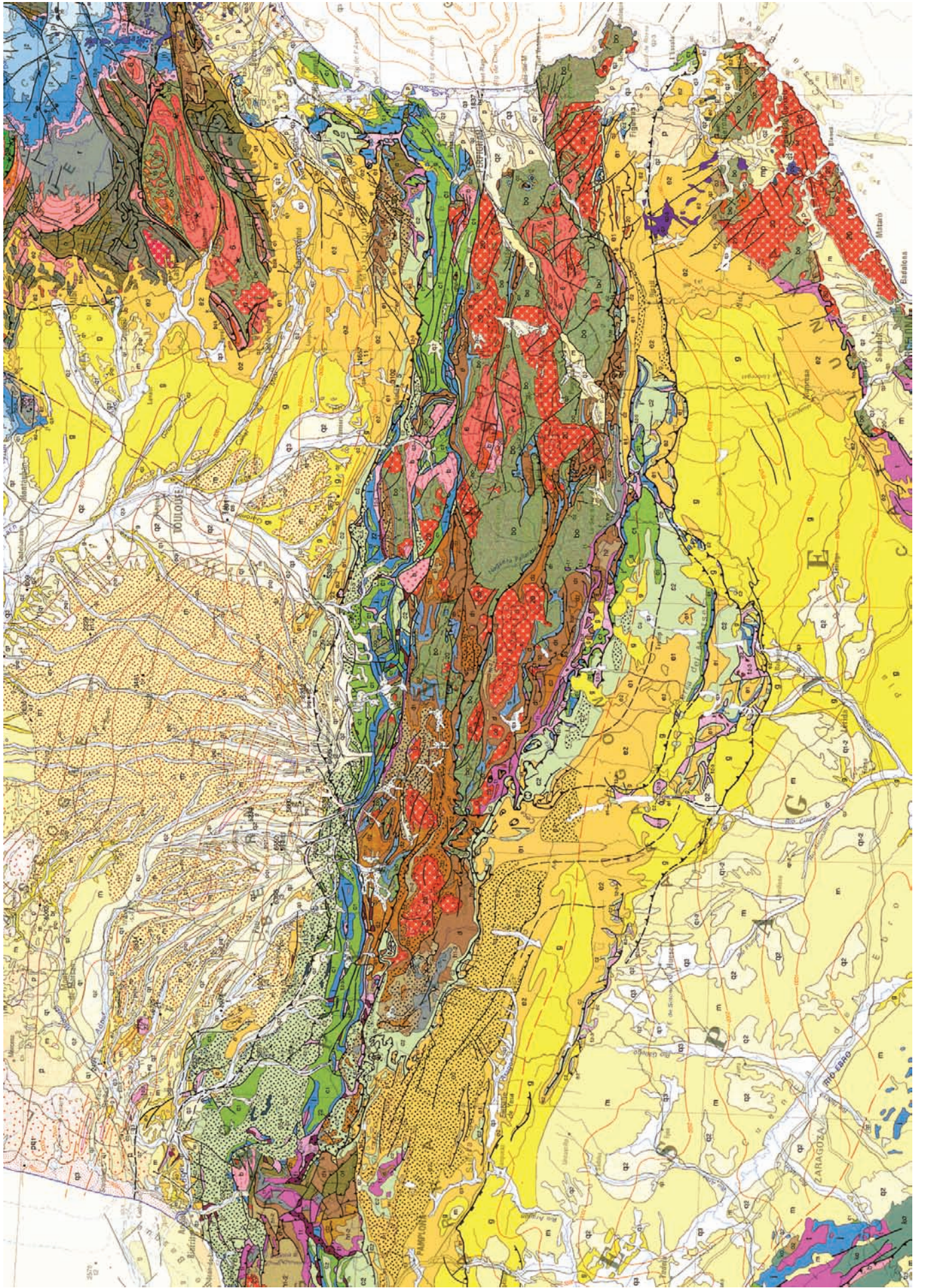


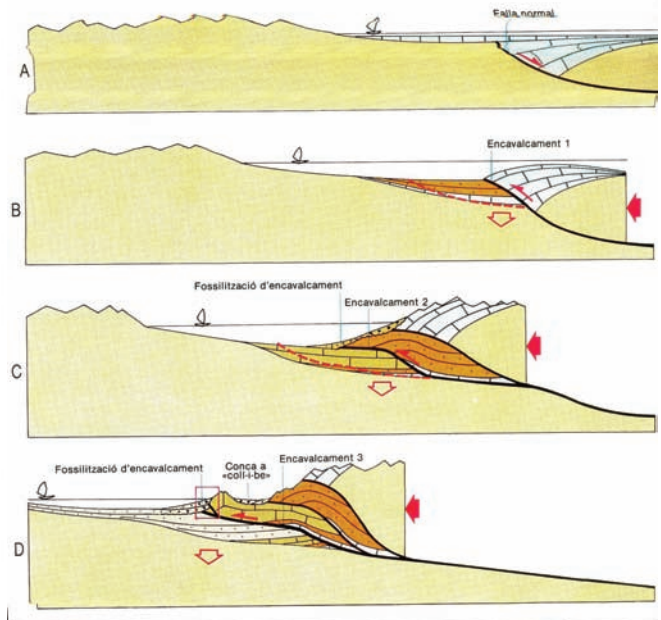
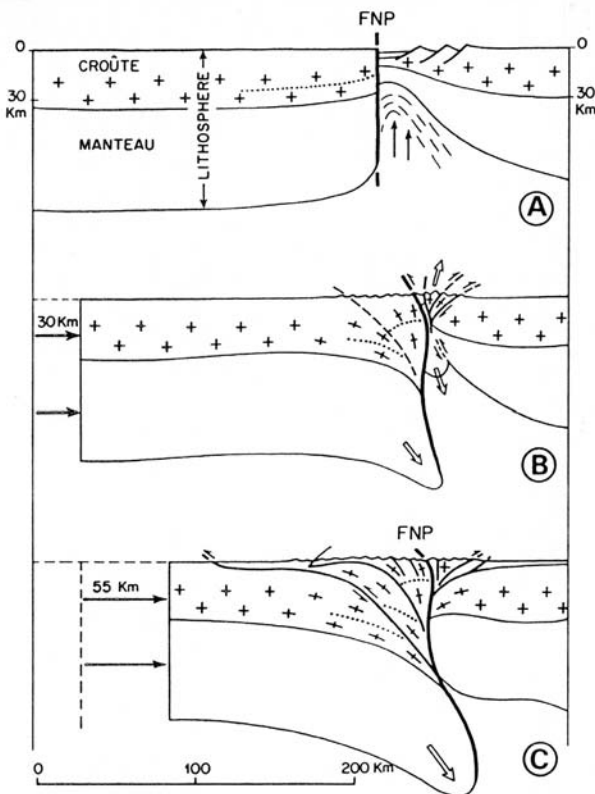
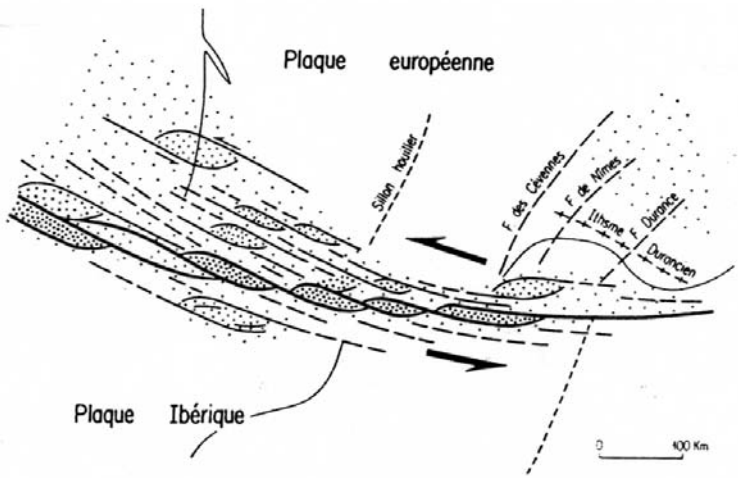
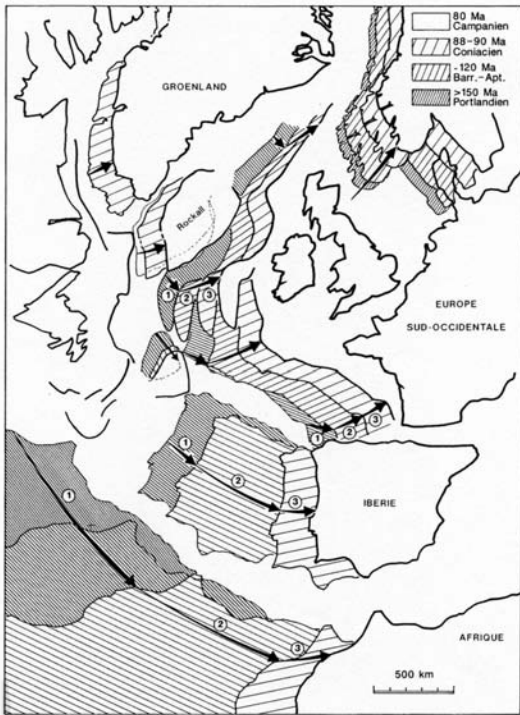


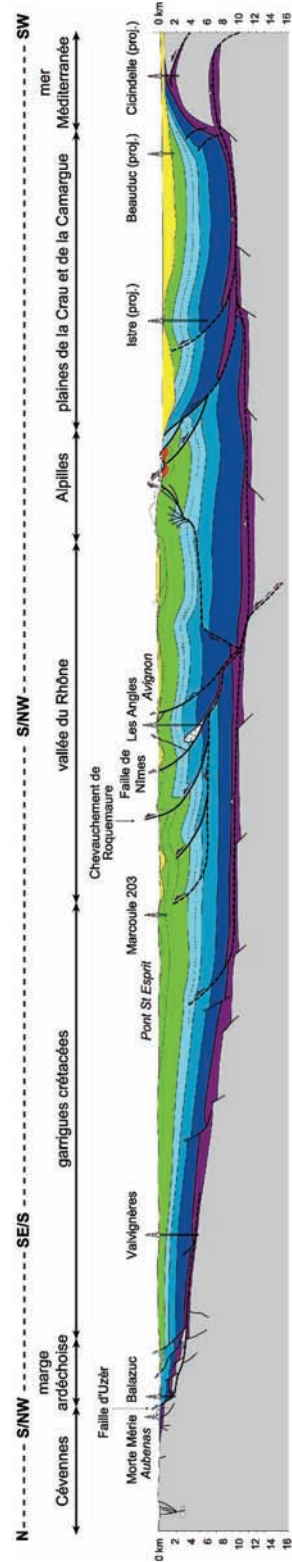
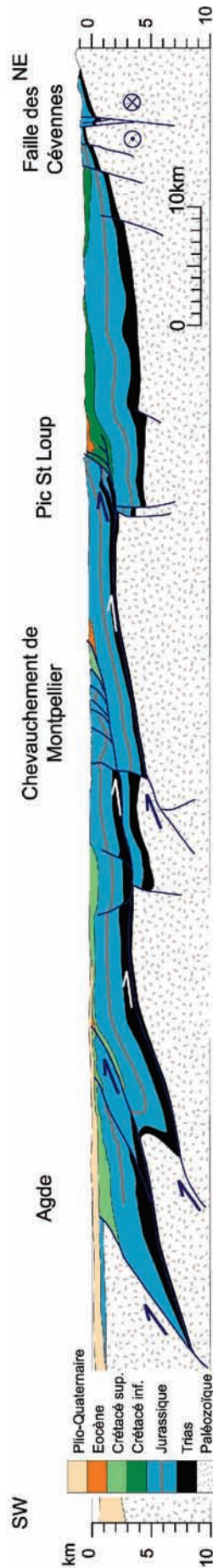
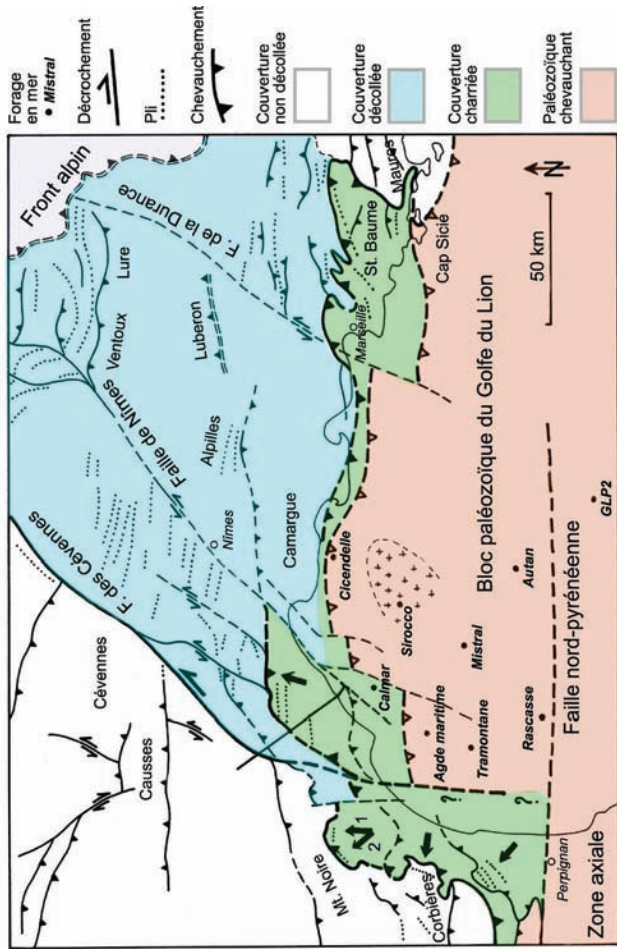


Bloc diagramme des Pyrénées









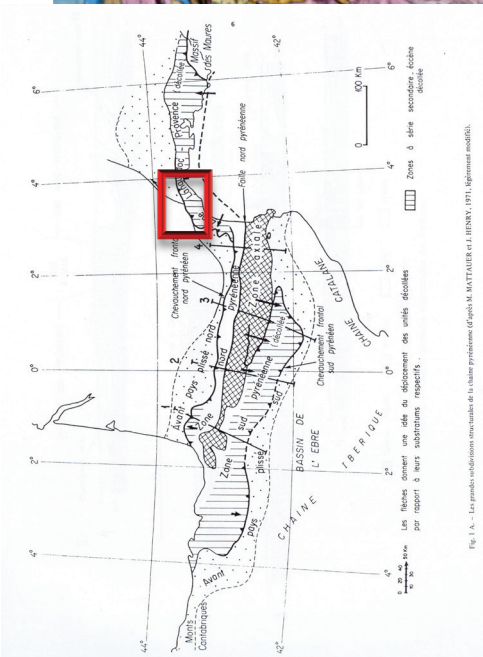
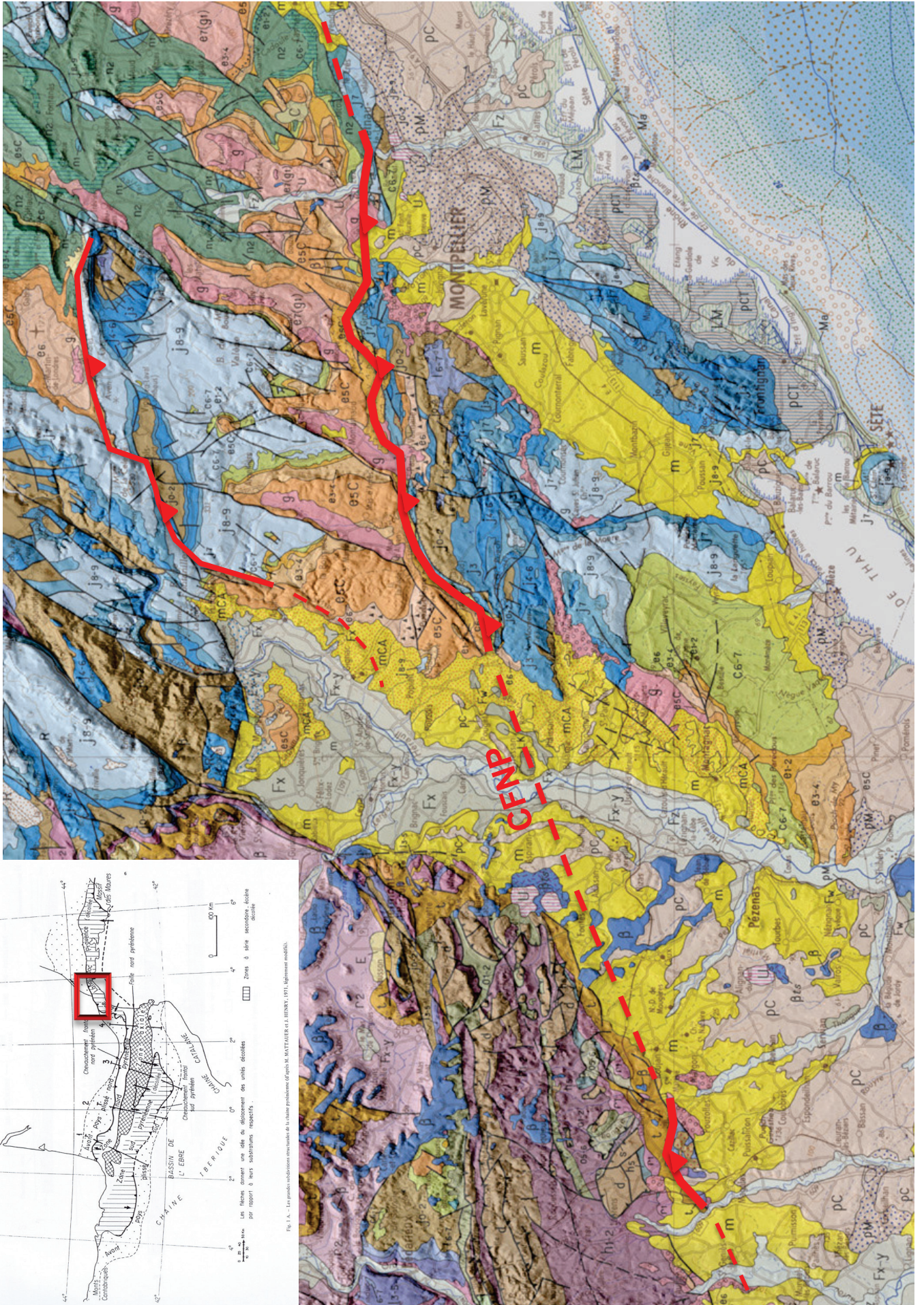
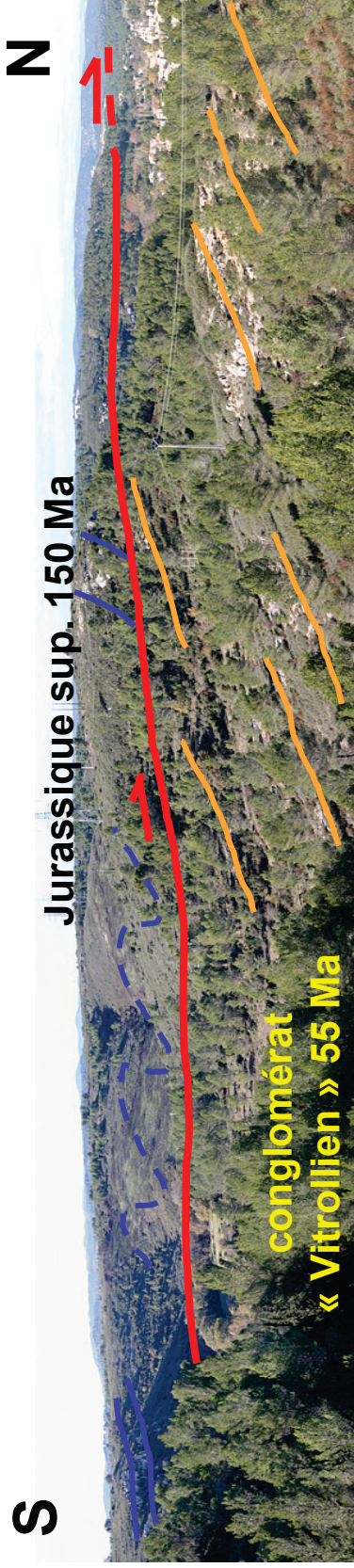


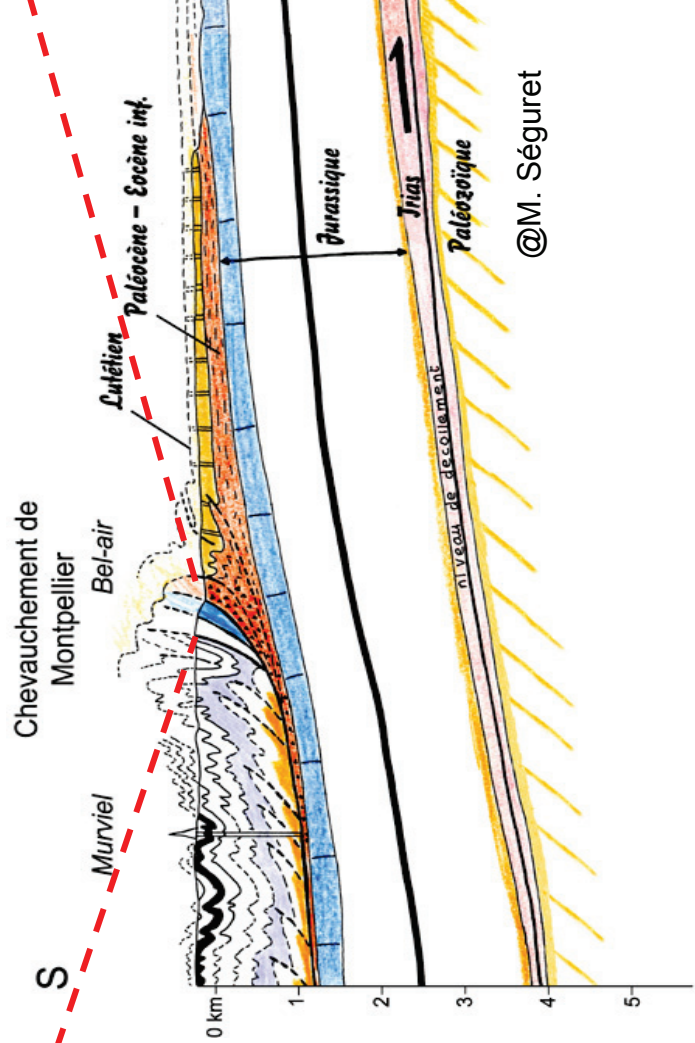
Fig. 1.A. — Les grandes subdivisions structurales de la chaîne pyrénéenne (d'après M. BASTAUBER et J. HENRY, 1974. Réajustement modifié).



Le front nord-pyrénéen à Grabels (CFNP)

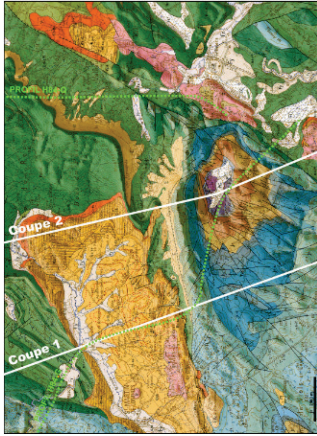


@ P. Labaume

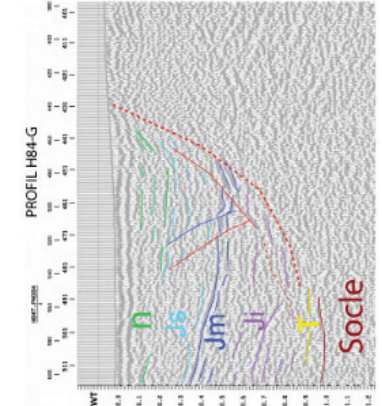
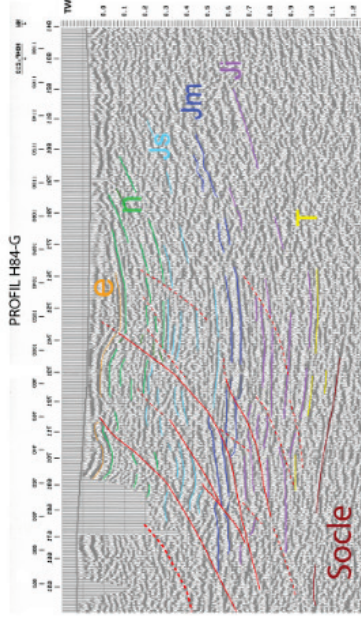
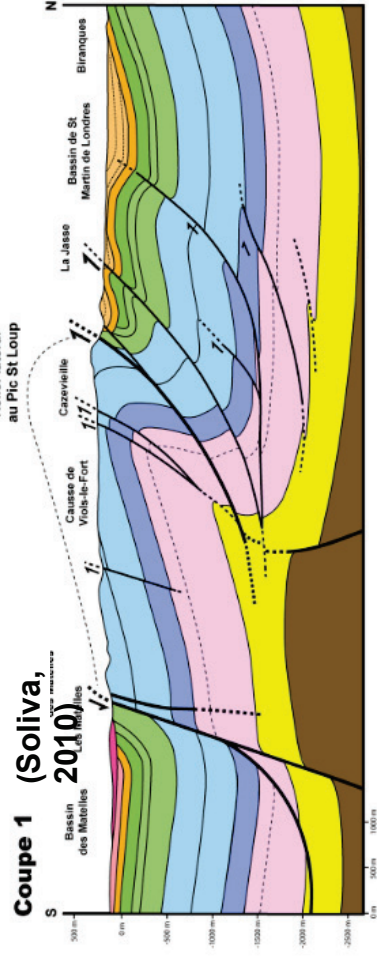


@M. Séguret

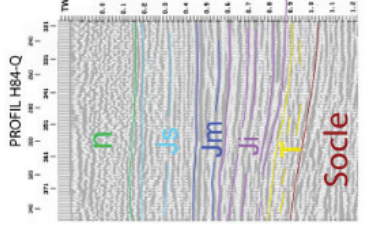
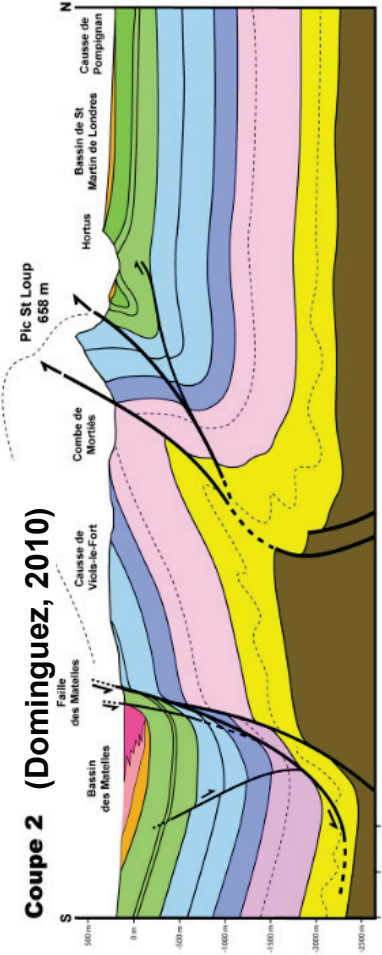
Le Pic Saint-Loup



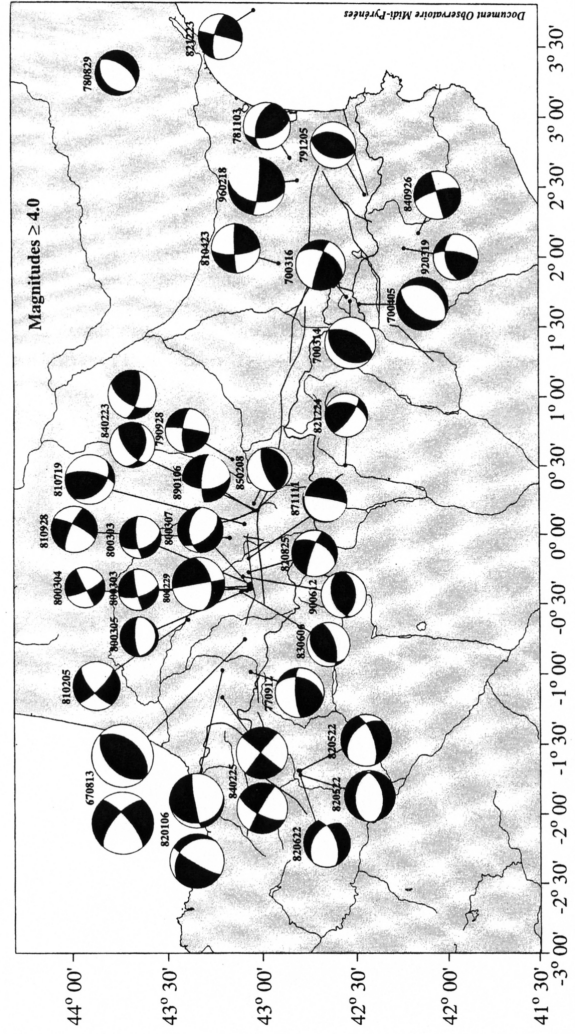
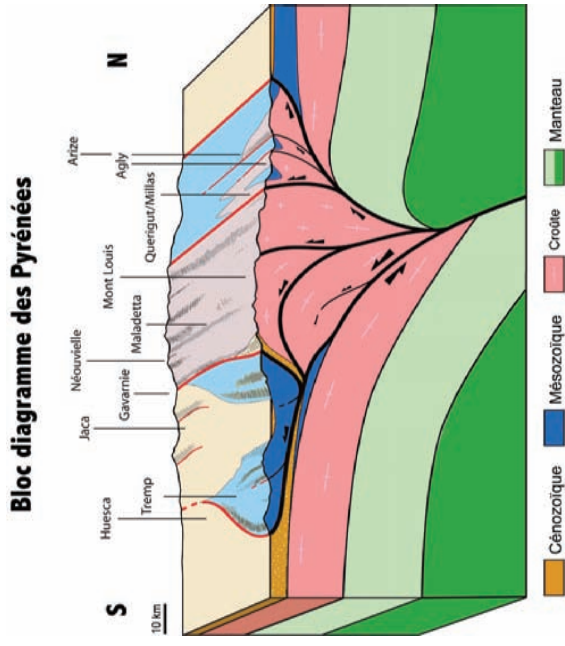
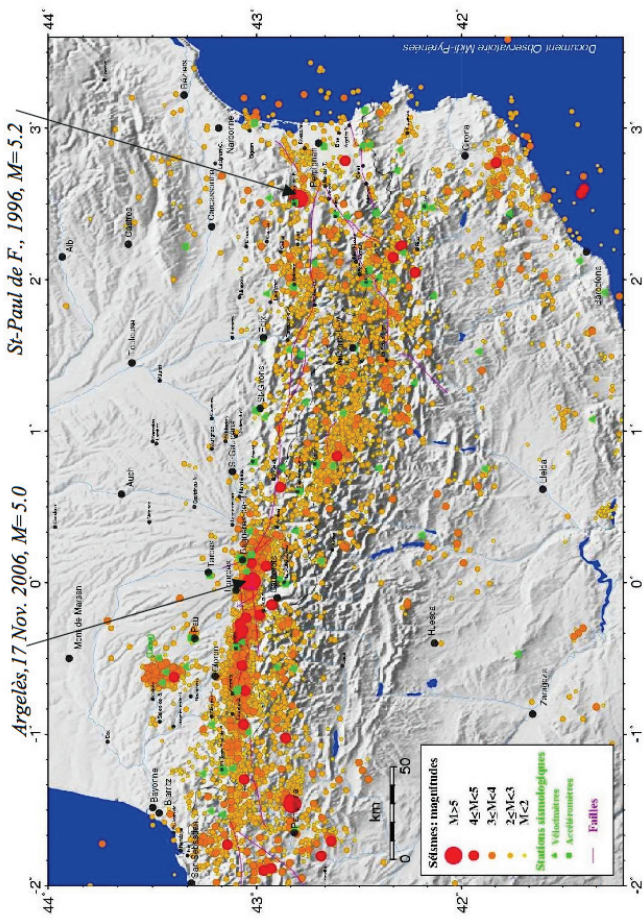
10

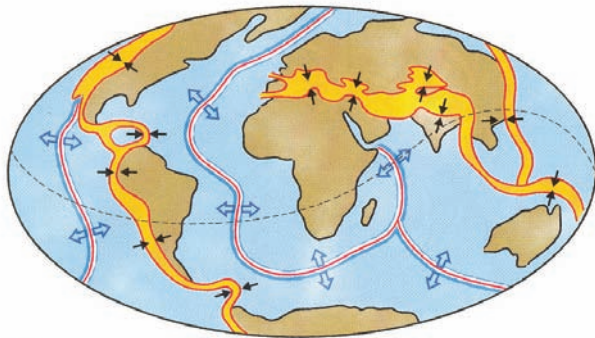


Coupe 2 (Dominguez, 2010)



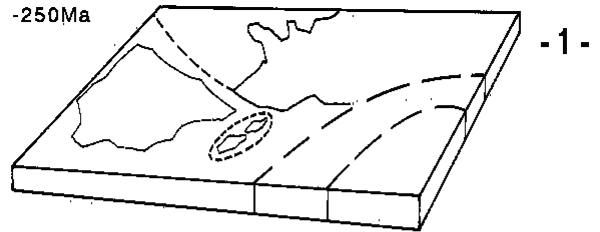
- Oligocene
- Crétacé inférieur
- Jurassique supérieur
- Jurassique moyen
- Trias
- Eocene
- Socle paléozoïque
- Socle paléozoïque



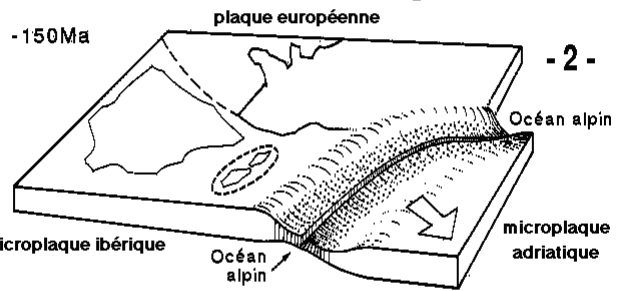


Direction d'extension
 Direction de compression

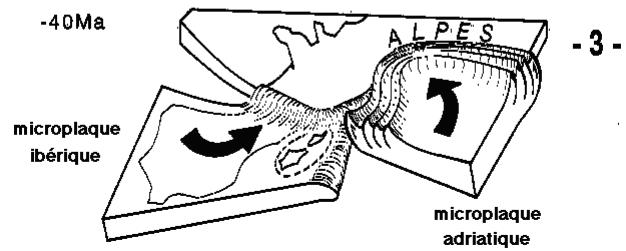
Fig. 2. c. La position actuelle des plaques lithosphériques. La ligne en pointillés correspond à la trace de la coupe générale de la Terre (fig. 1). Dans seulement 50 Ma, tout aura totalement changé.



-1-

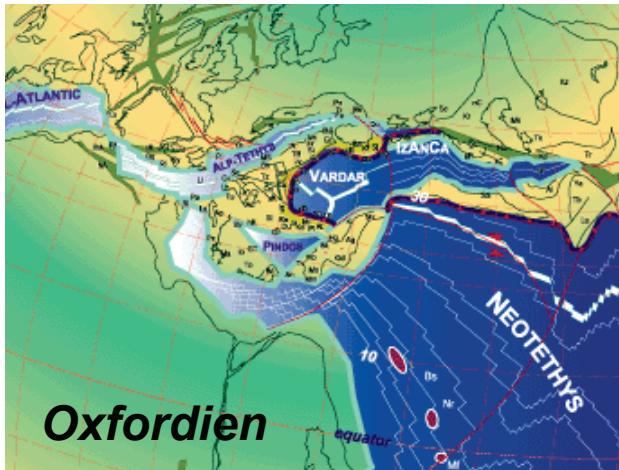


-2-

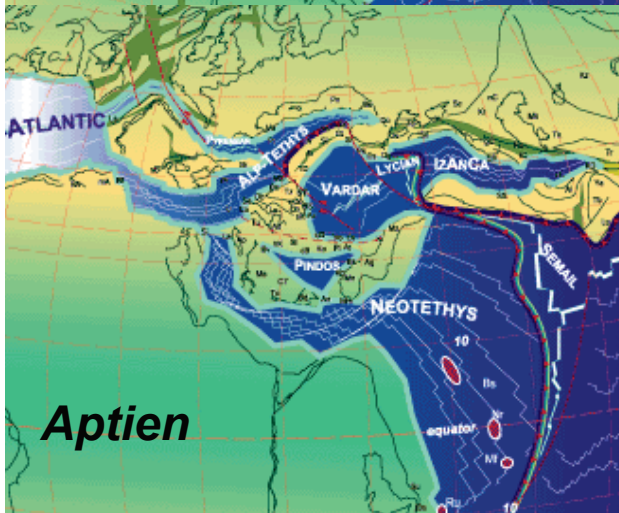


-3-

d'après M.MATTAUER "Monts et merveilles" (retouché)



Oxfordien



Aptien



Maastrichtien

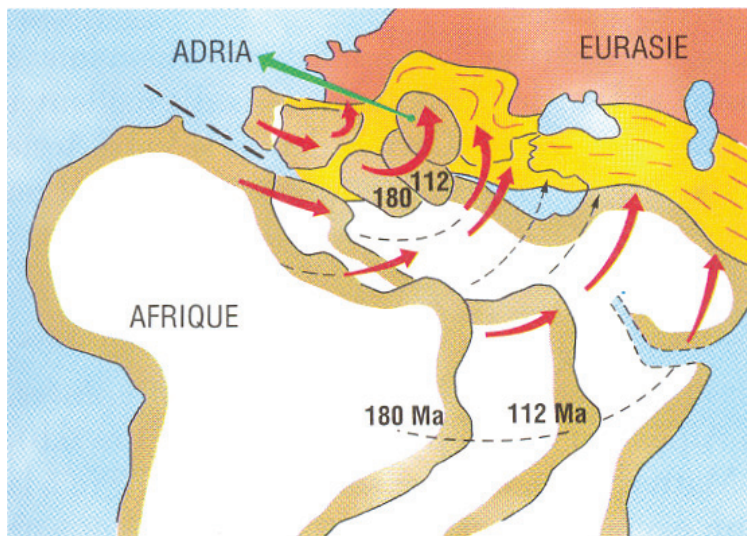


Fig. 5. Le déplacement des plaques à l'origine de la formation des Alpes. L'Afrique a d'abord coulissé par rapport à l'Europe de l'ouest, et l'Ibérie, par rapport à la France, en formant des bassins. Ces trajectoires ont tourné de près de 90° et au Tertiaire, la compression fut à peu près Nord-Sud. La chaîne des Alpes est donc la conséquence de l'enfoncement de la plaque européenne sous la plaque Adria.

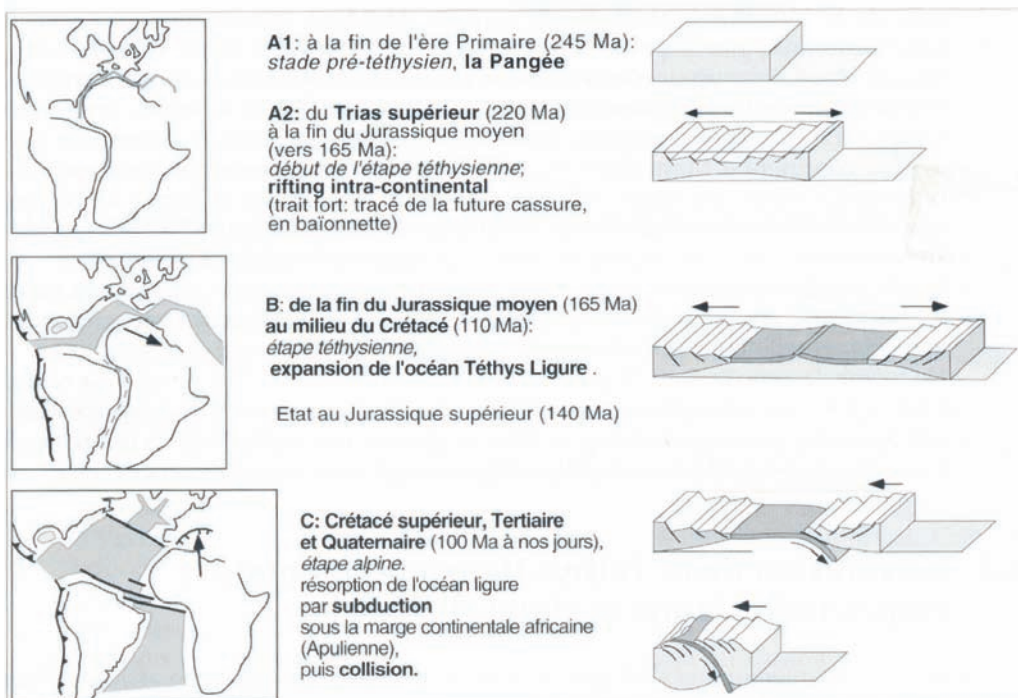
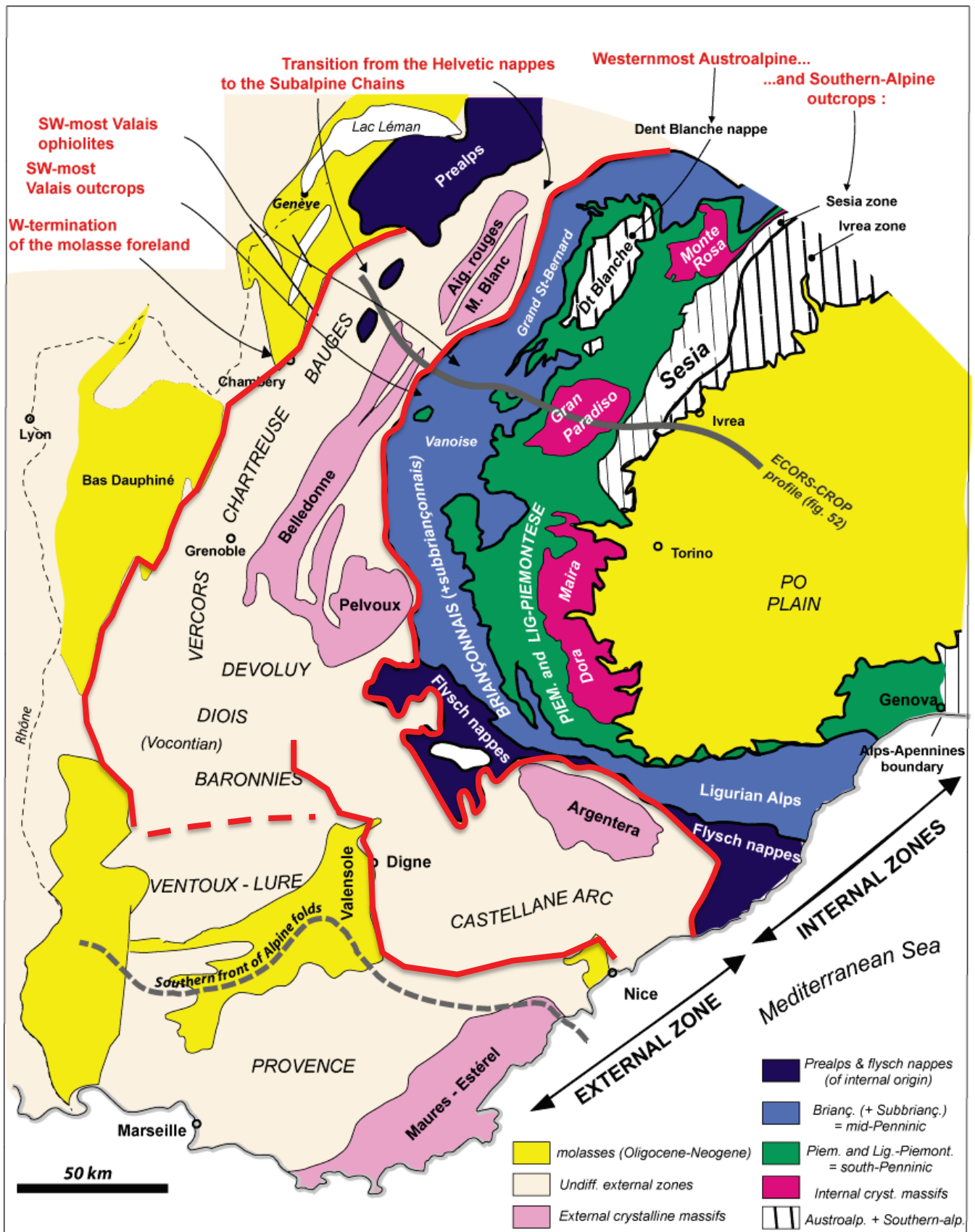
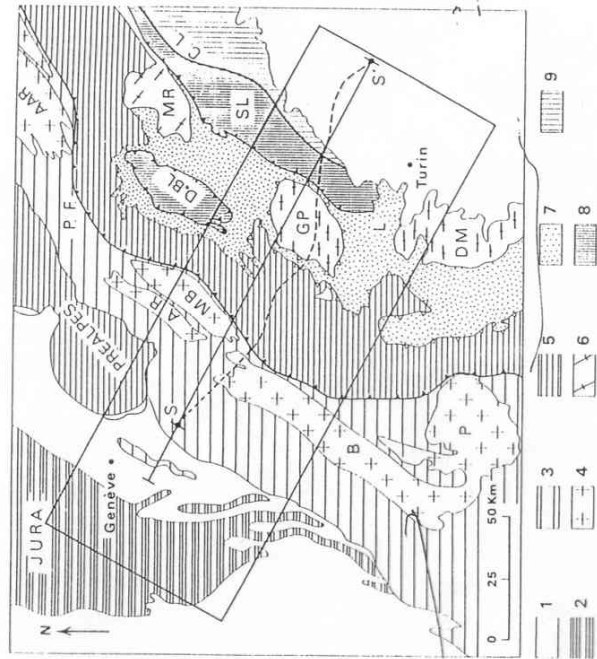
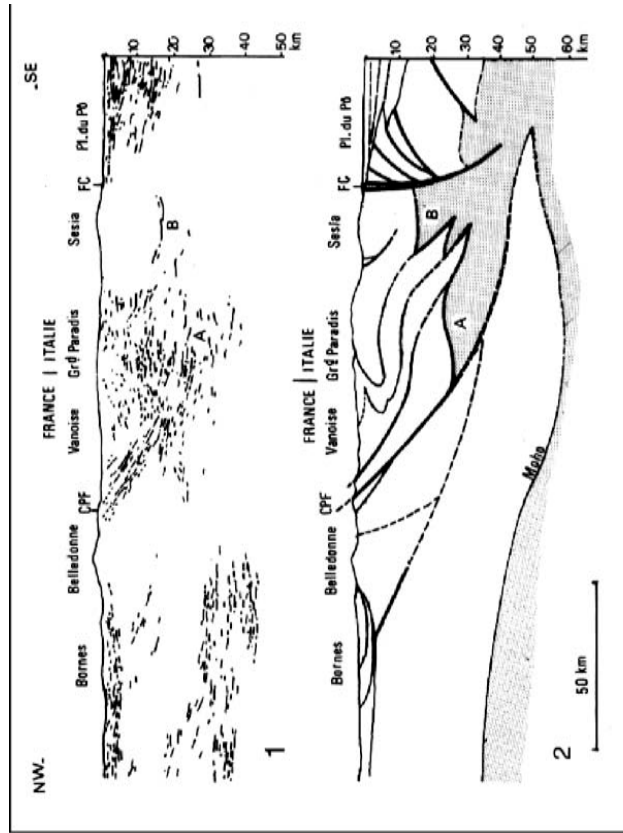


Fig. 6.4 Grandes étapes de l'évolution de la Téthys liguro-piémontaise. Ces schémas simplifiés ne tiennent pas compte de l'océan valaisan.

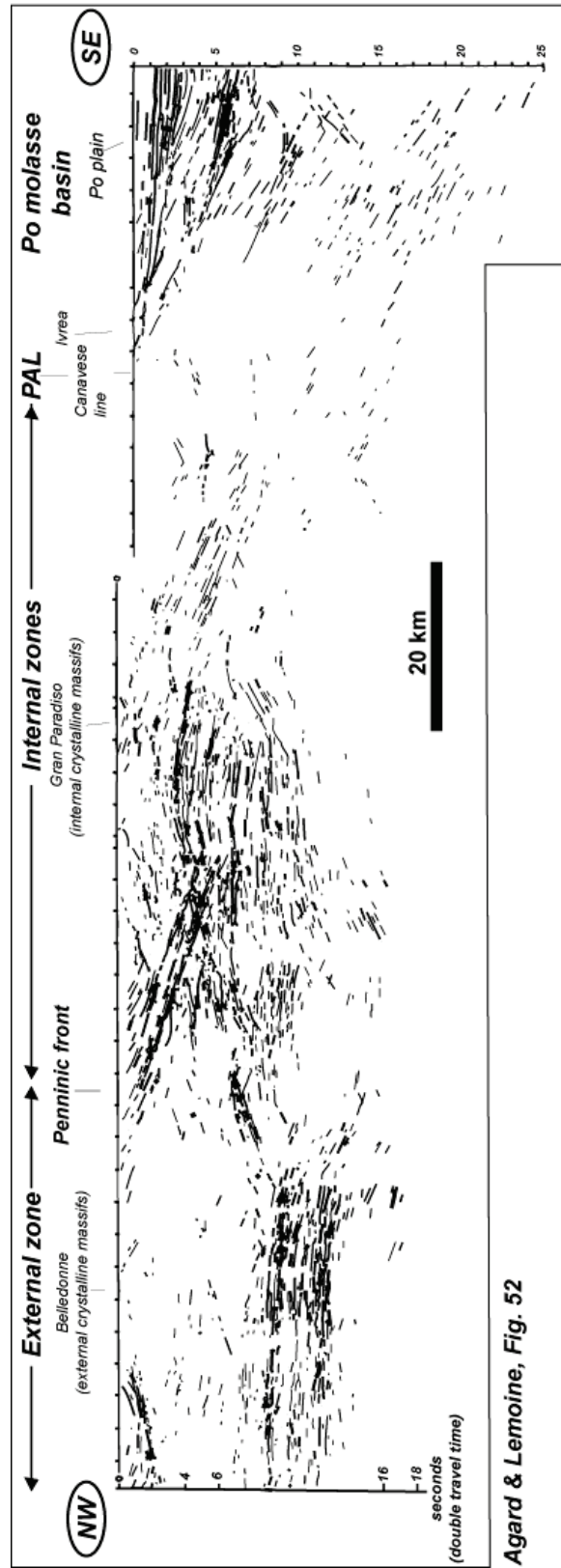




Agard & Lemoine, Fig. 22a

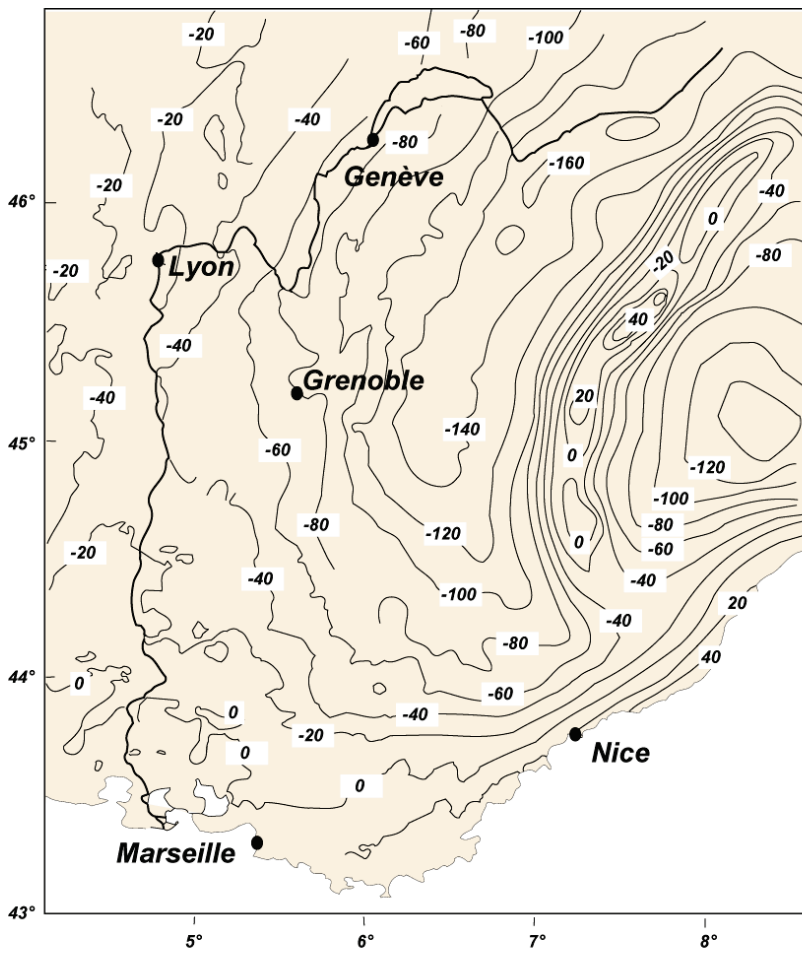
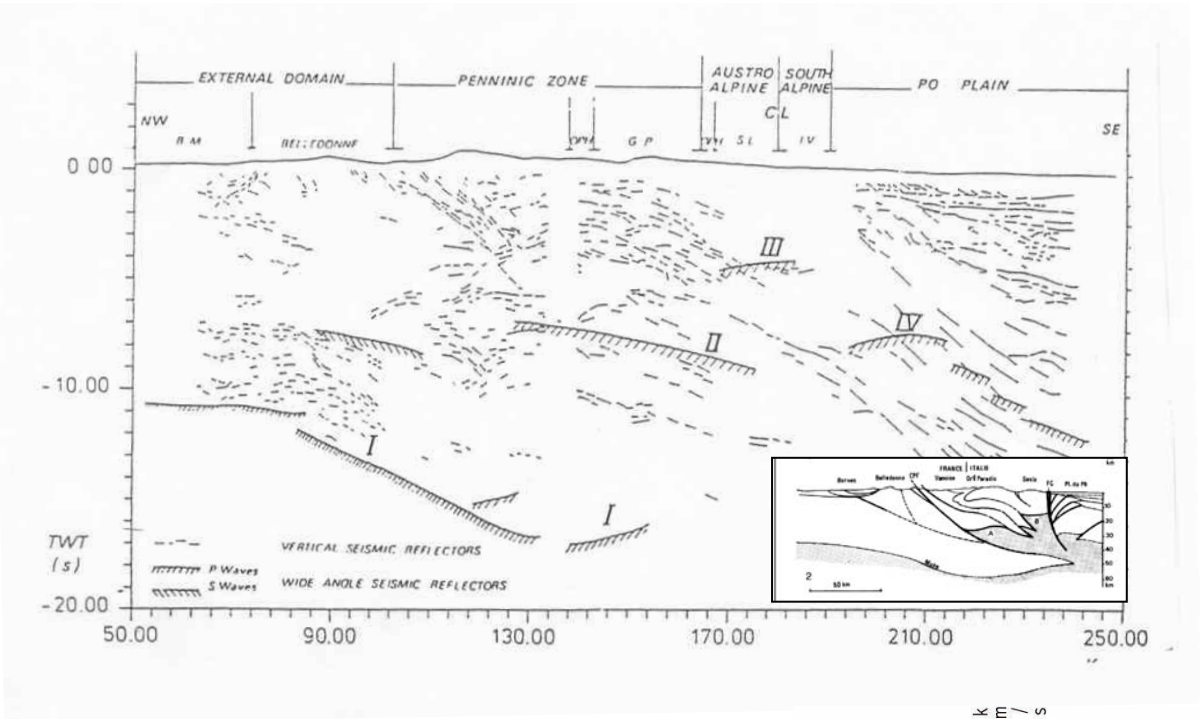


Profil de sismique-réflexion écarts (DEBELMAS & MASCEU, 2000).



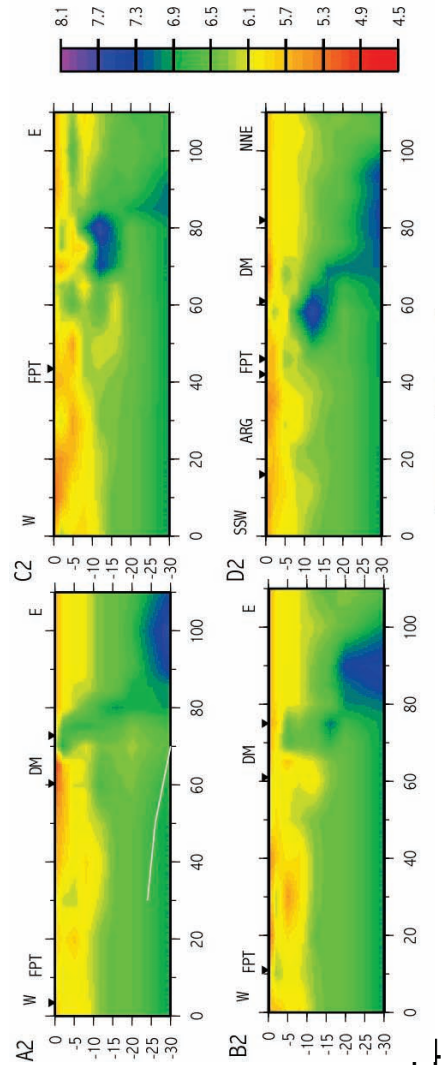
(after Nicolas et al., 1990.)

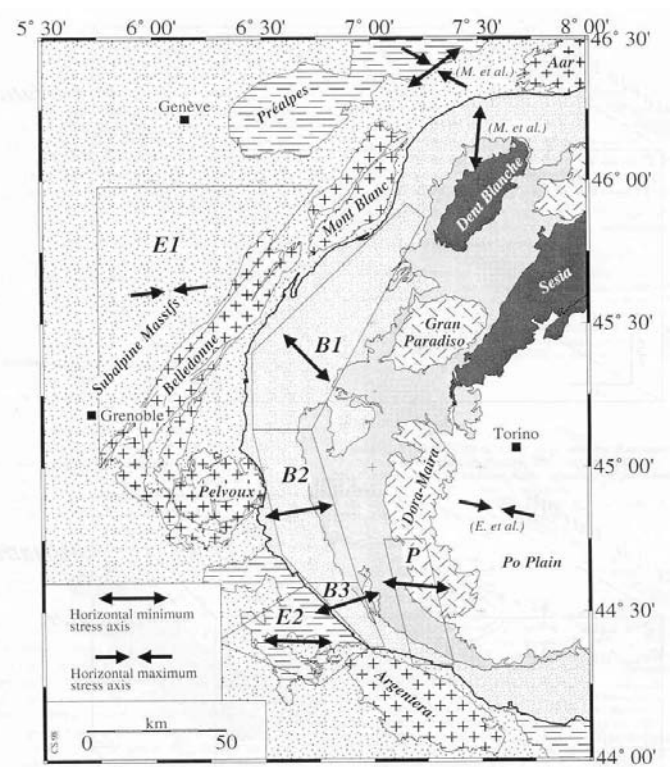
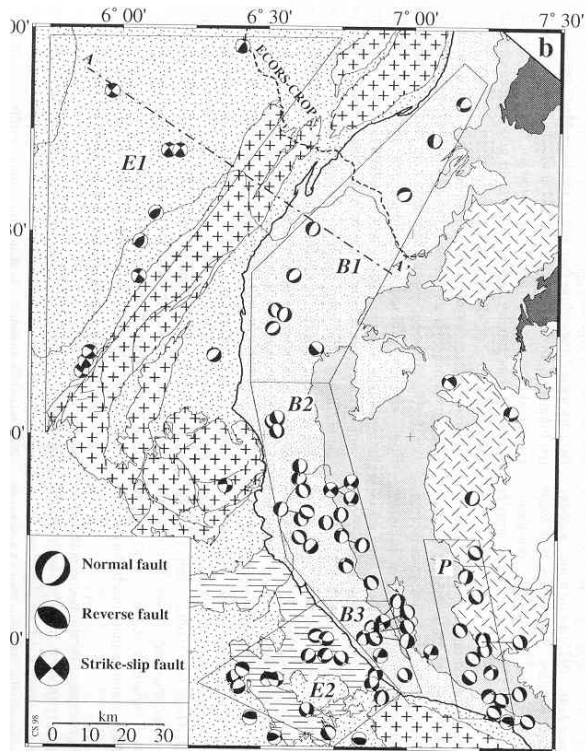
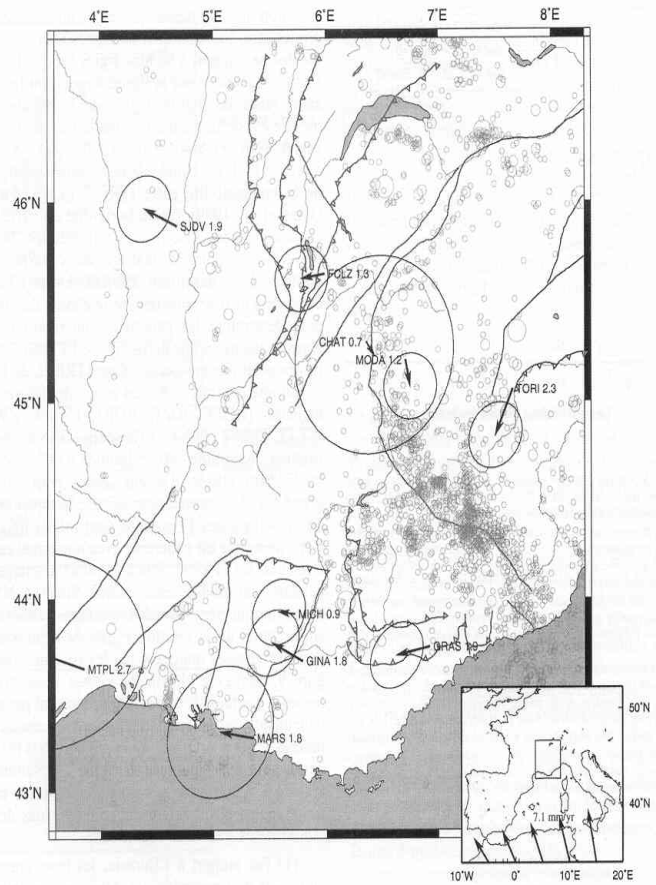
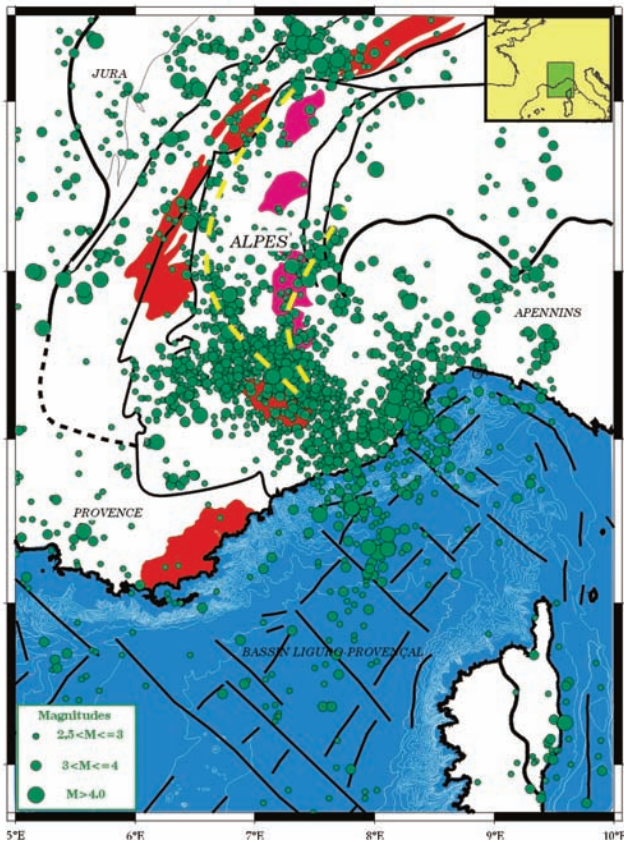
Agard & Lemoine, Fig. 52

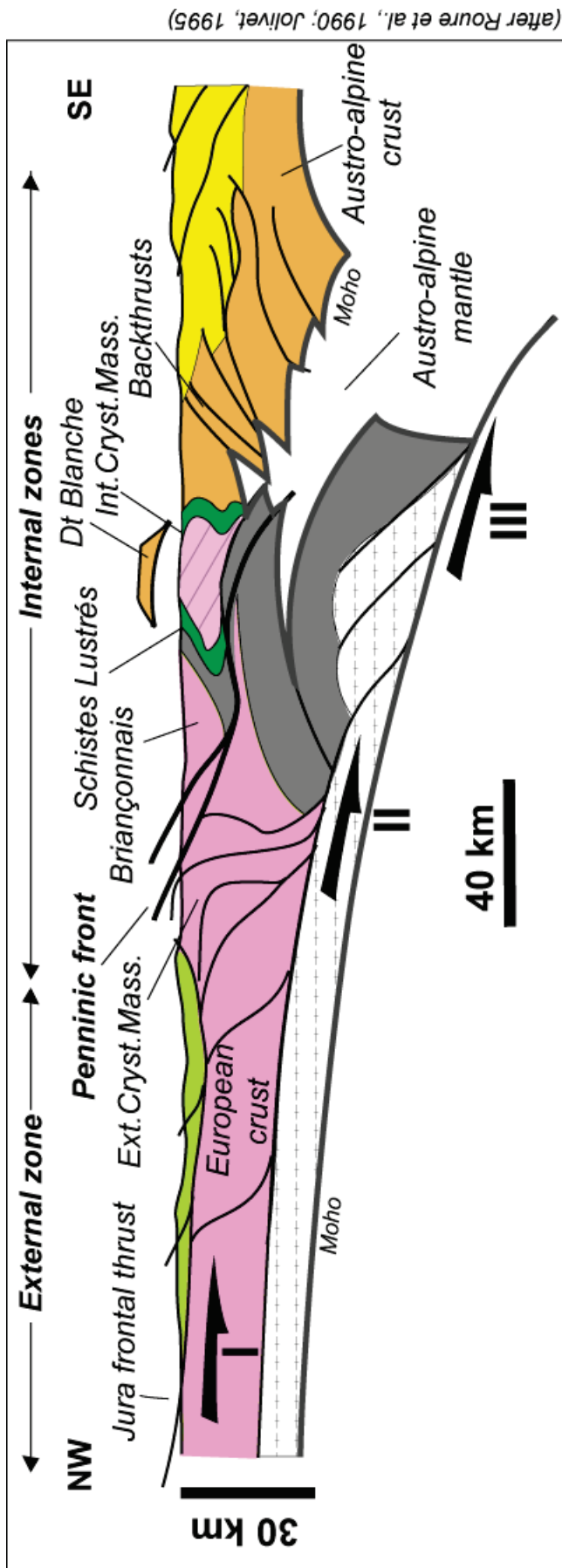


Agard & Lemoine, Fig. 53

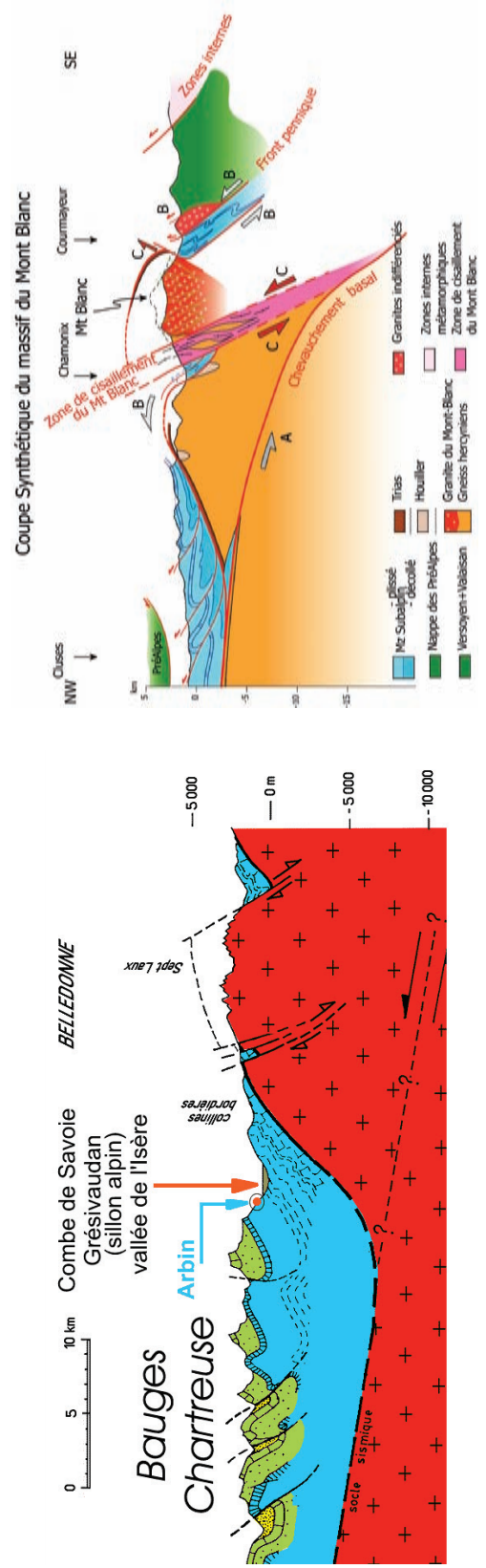
(after Debelman, 1980)

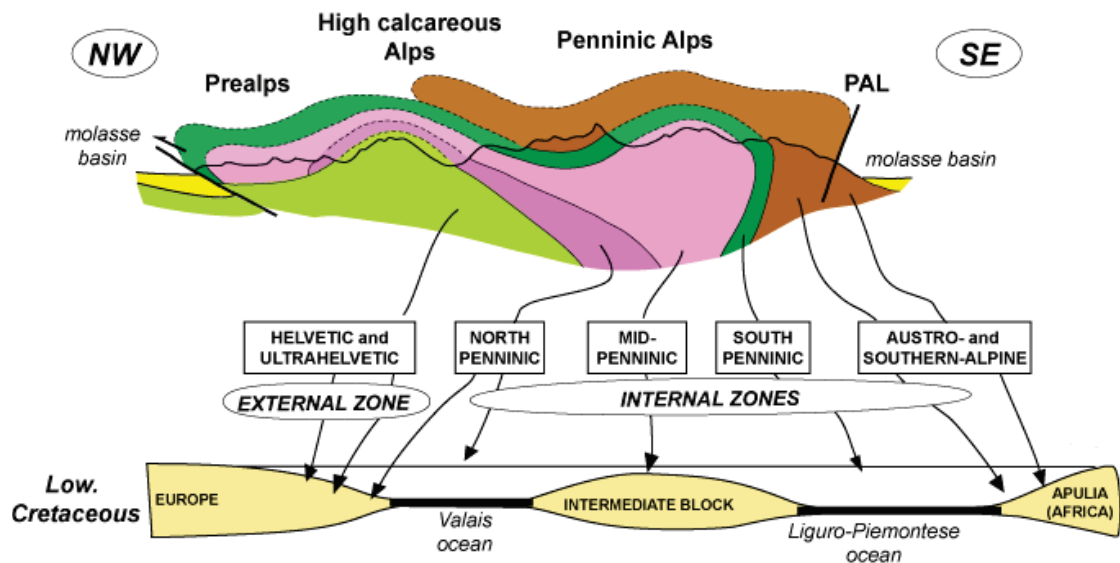




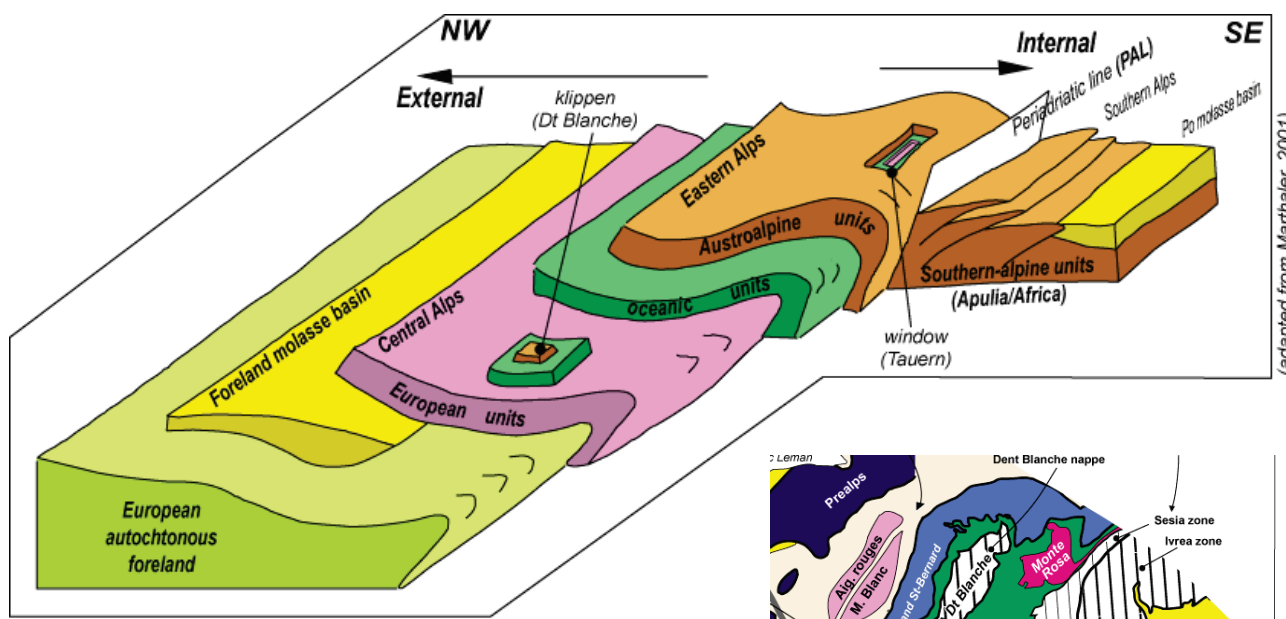


Agard & Lemoine, Fig. 54



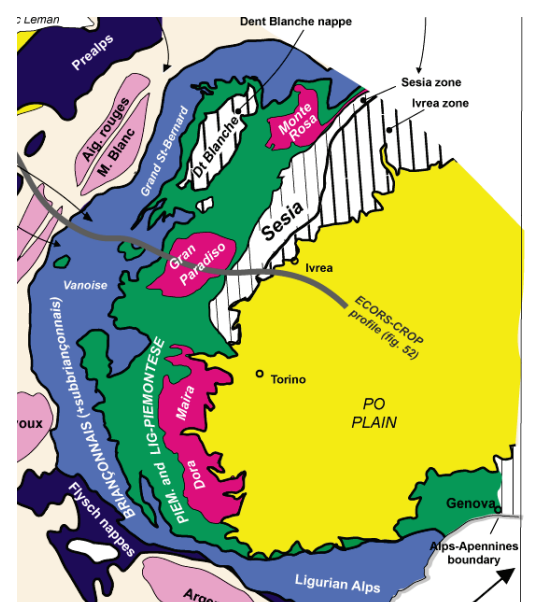


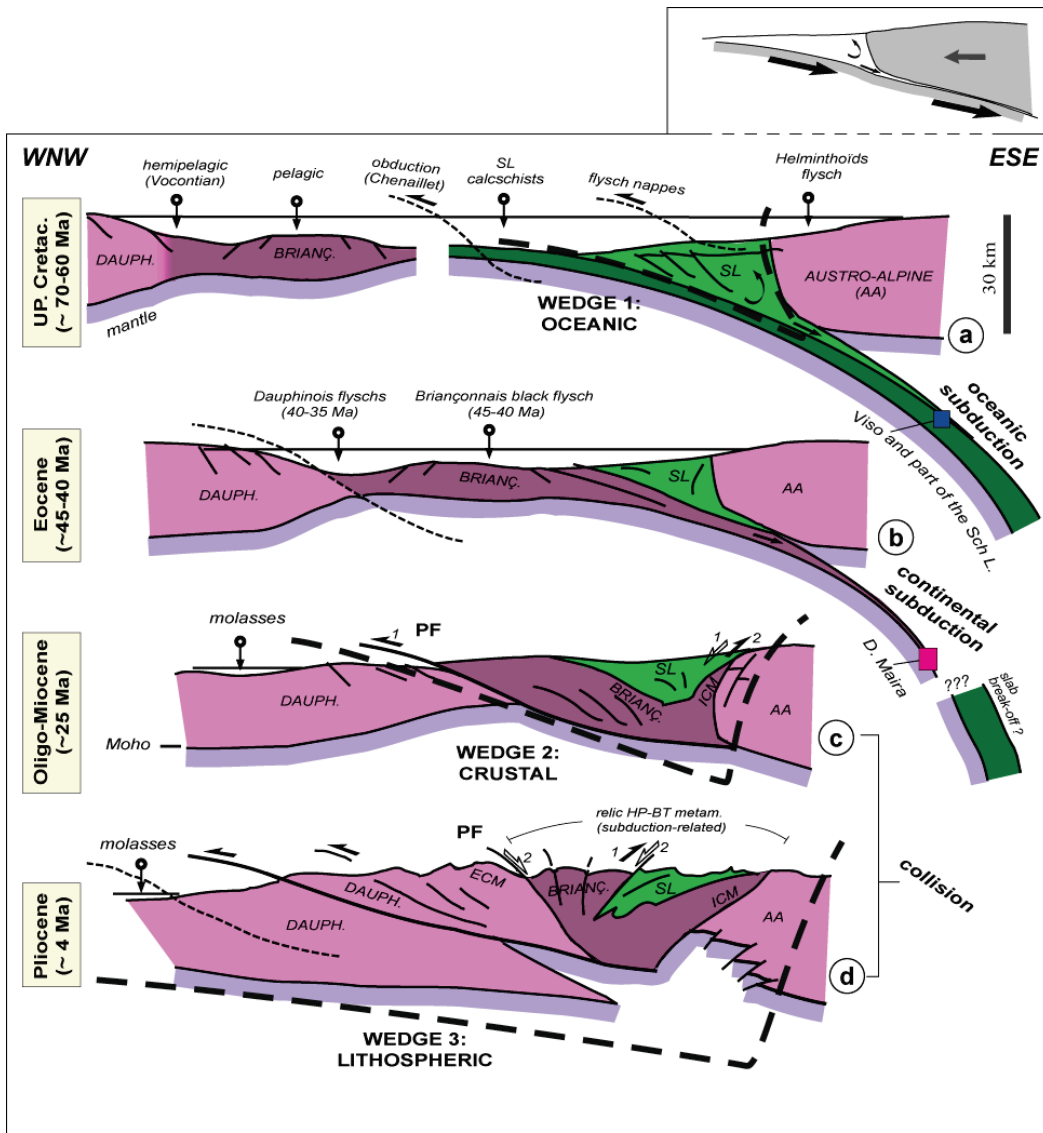
(after Lemoine et al., 2000)



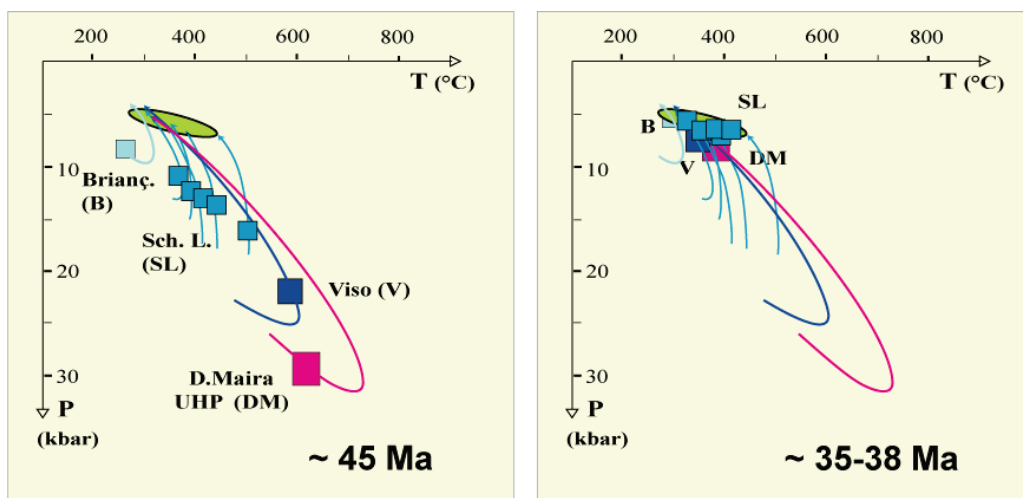
(adapted from Marthaler, 2001)

Agard & Lemoine, Fig. 4

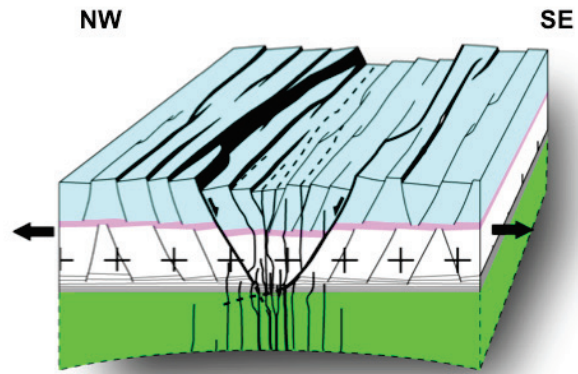
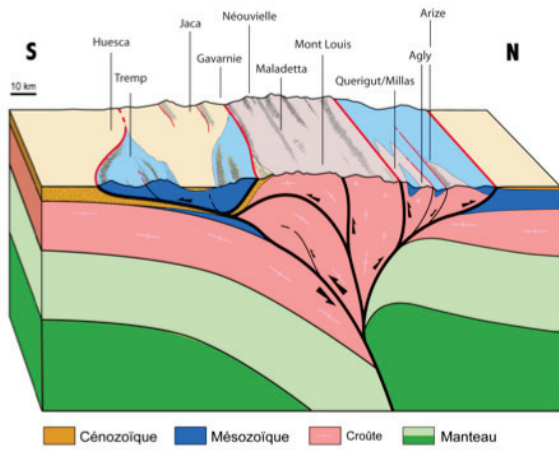
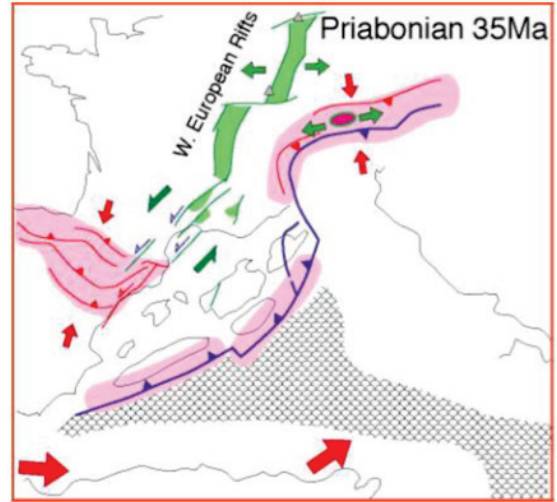
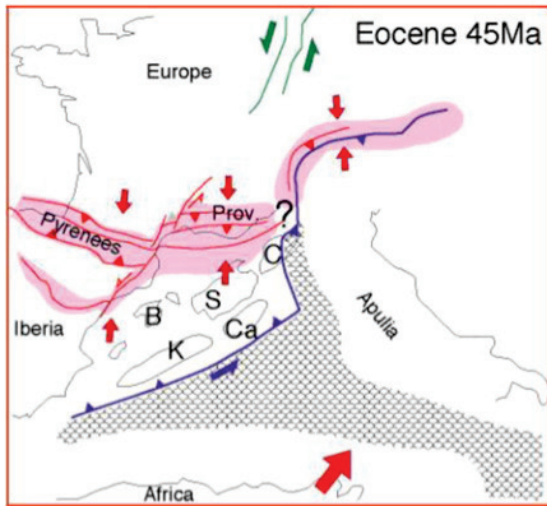




Agard & Lemoine, Fig. 48



Agard & Lemoine, Fig. 49



Rhin, Bresse, Limagne, Vallée du Rhone, Golfe du Lion

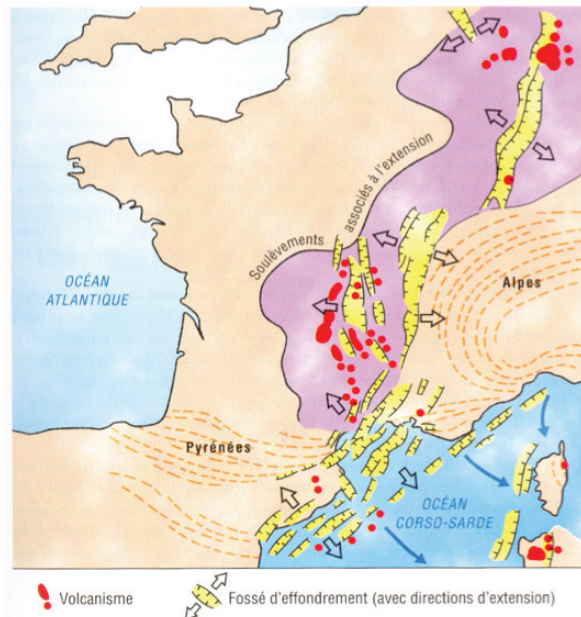
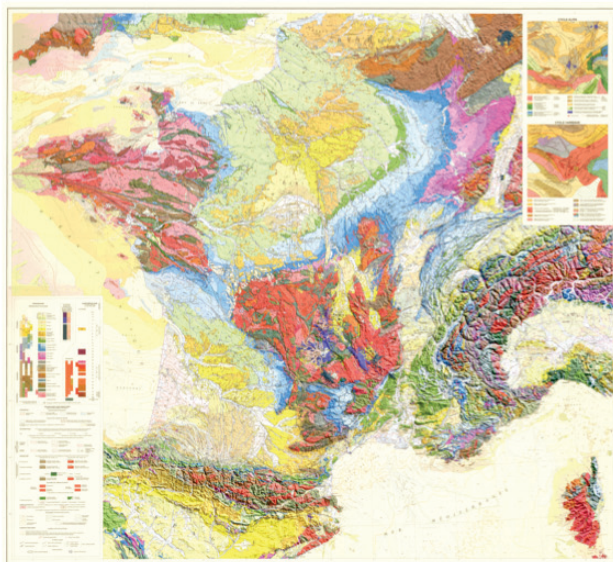
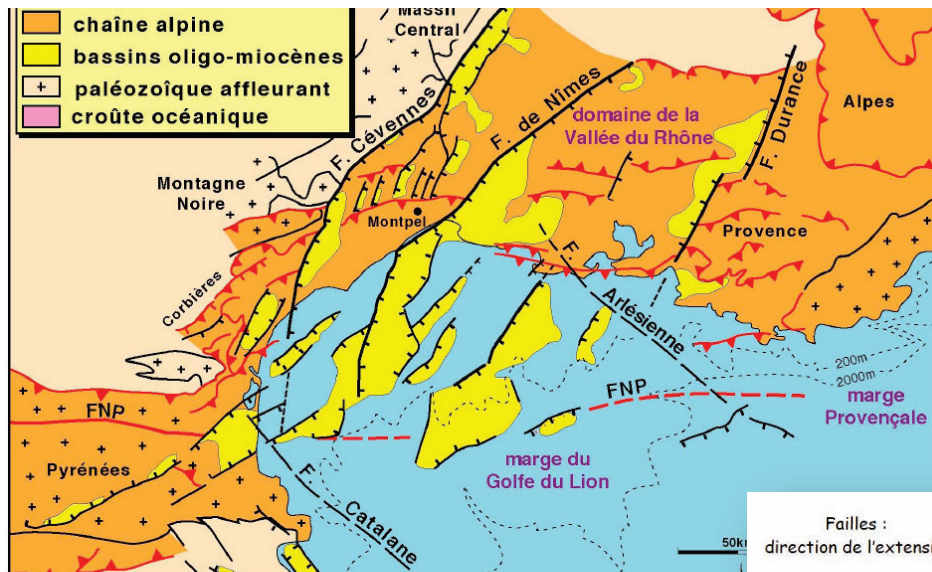
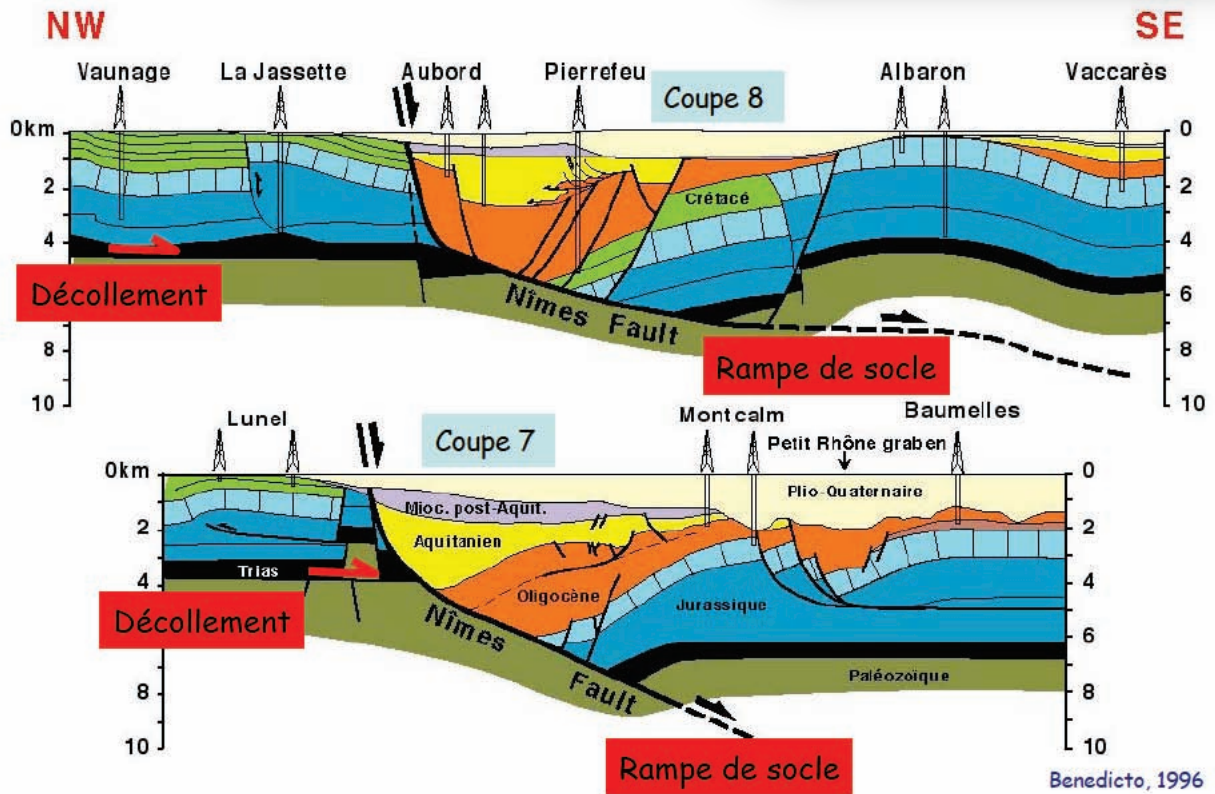
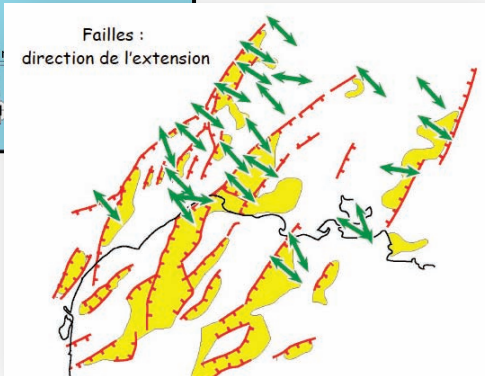


Fig. 9. Les fossés d'effondrement et les soulèvements associés sont dus à la montée de matériel asthénosphérique chaud, qui est souvent lié à du volcanisme. Dans le Massif central, on a pu mettre en évidence, par des études géophysiques, des panaches surchauffés qui s'enracinent à plus de 200 km de profondeur.

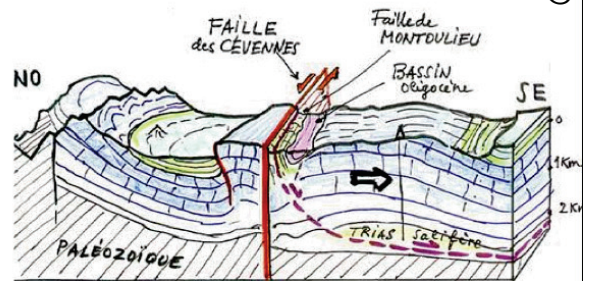
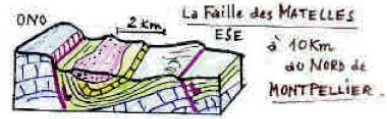
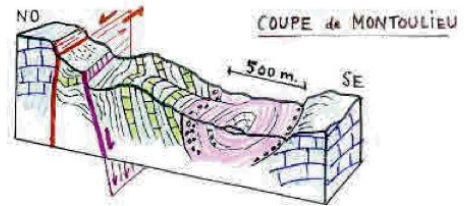
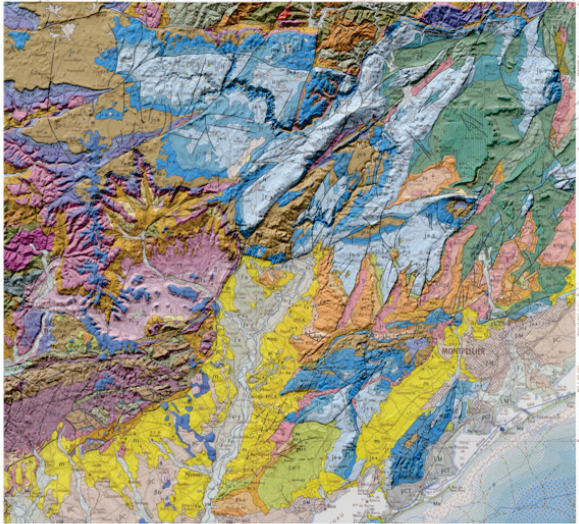


Les structures compressives (chevauchements en rouge) d'âge Crétacé sup à Eocène s'étendent des Pyrénées actuelles à la Provence, à travers l'actuel Golfe du Lion. Elles sont recoupées par les structures extensives (failles normales en noir et bassins syn-rift en jaune) du riftina Oligocène.



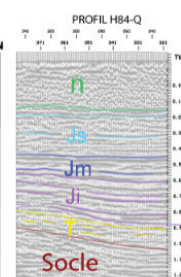
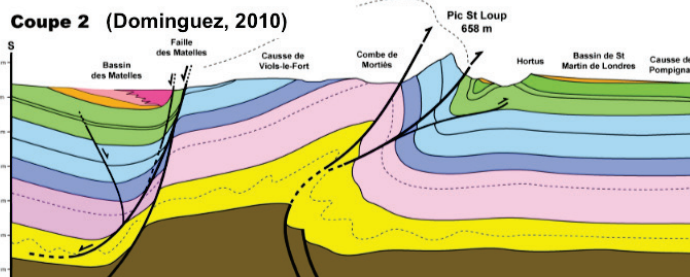
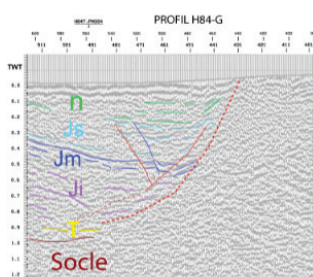
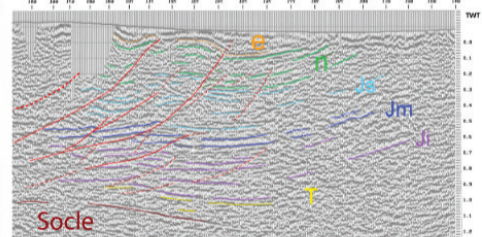
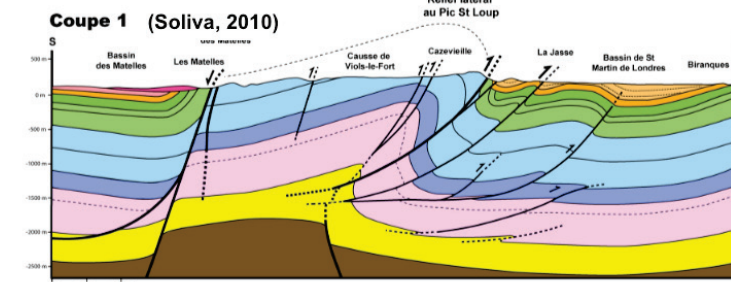
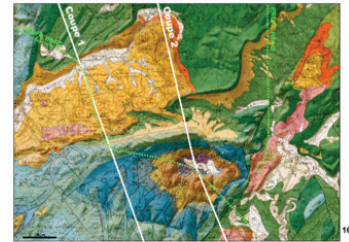
Benedicto, 1996

Héritage structural



© M. Mattauer

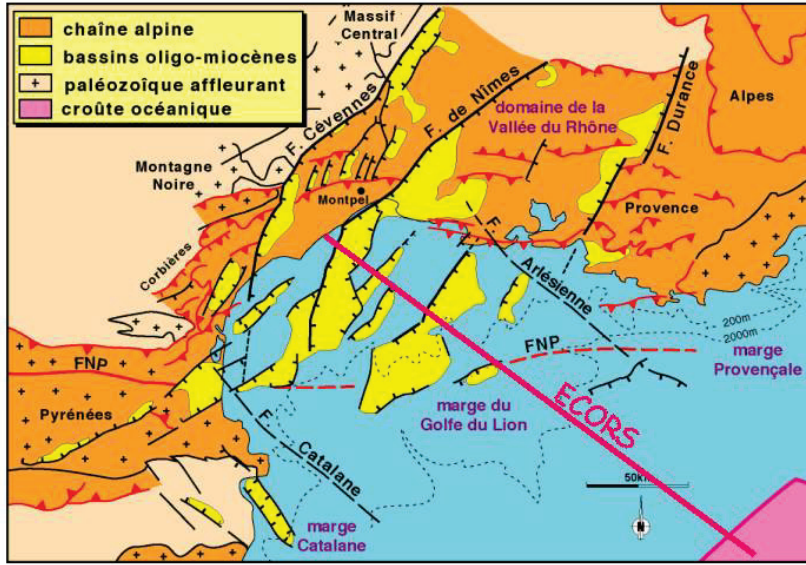
Recoupe les structures pyrénéennes



- Oligocène
- Crétacé inférieur
- Jurassique moyen
- Trias
- Eocène
- Jurassique supérieur
- Jurassique inférieur
- Socle paléozoïque

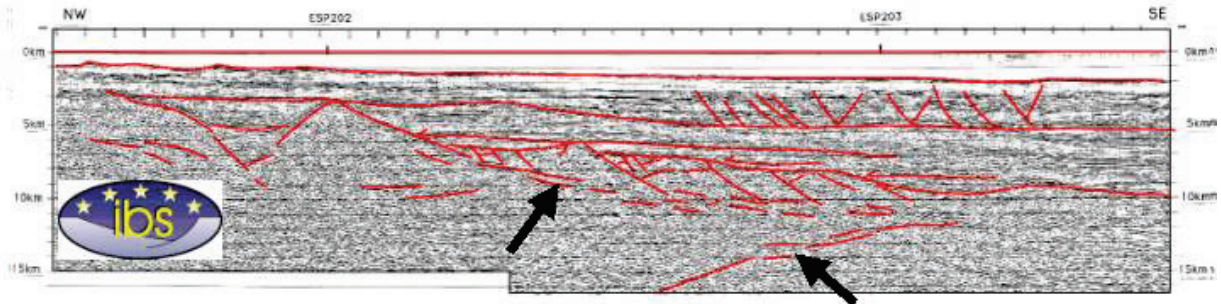


Golfe du Lion : structure de la marge

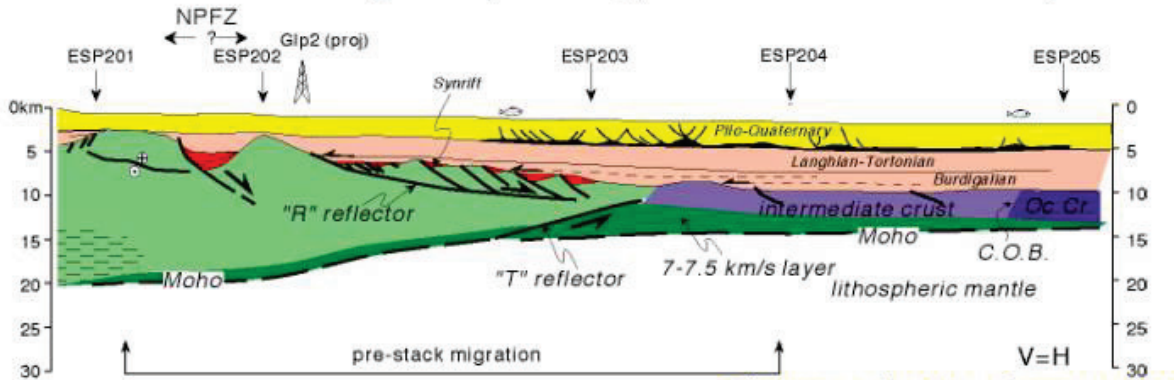


Golfe du Lion : structure de la marge

ECORS Golfe du Lion NW



Retraitement: migration pre-stack (coll. C. Truffert & G. Pascal)



Séranne et al, 1995; Séranne, 1999

Golfe du Lion : structure de la marge - partition de la déformation

Cévennes
(non déformées)

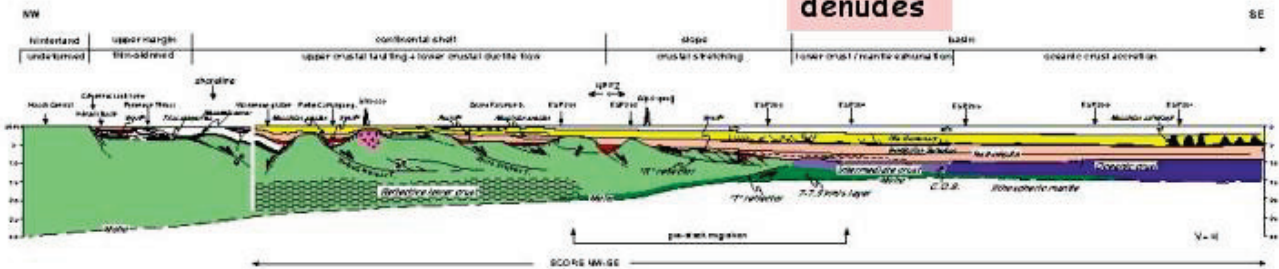
Déformation
de couverture

Extension de socle
(amincissement)

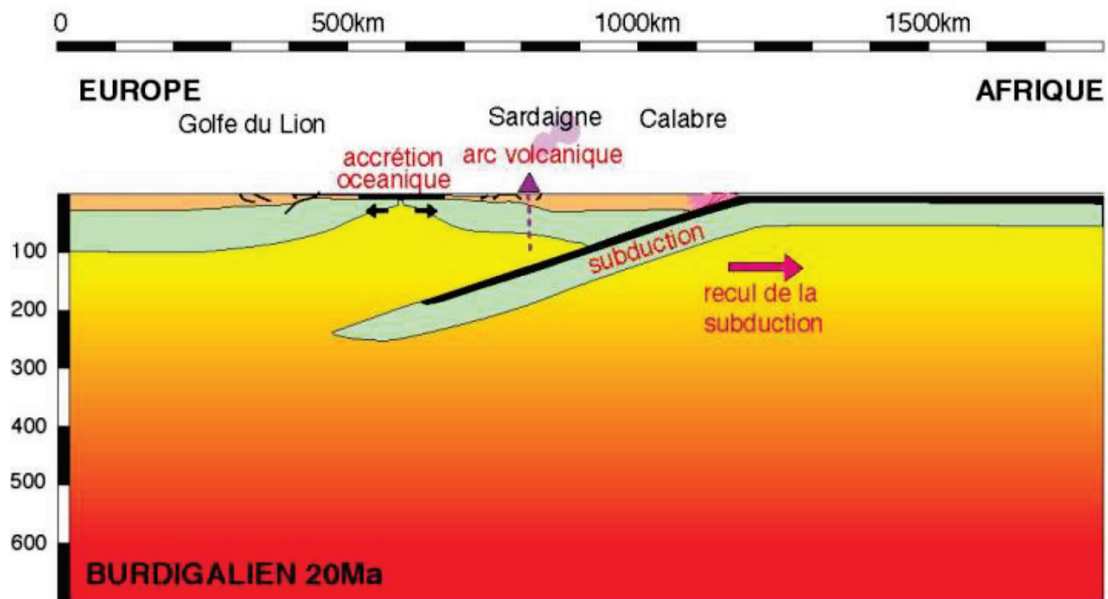
Etirement
crustal

Croûte Océanique

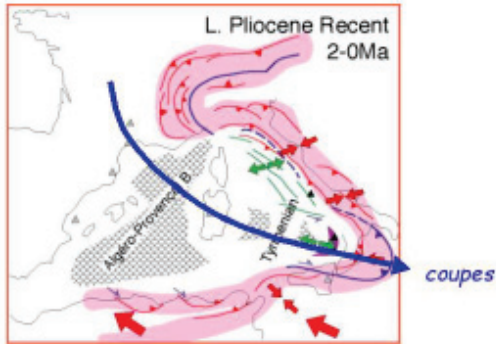
Cr.inf/manteau
dénudés



Golfe du Lion : évolution de la Méditerranée NW

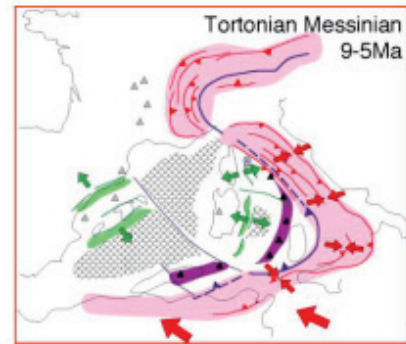


Golfe du Lion : évolution de la Méditerranée NW



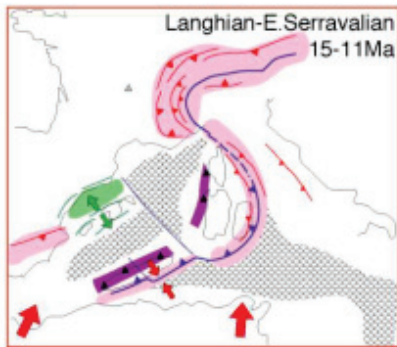
50 Ma Présent
Séranne, 1999

Golfe du Lion : évolution de la Méditerranée NW



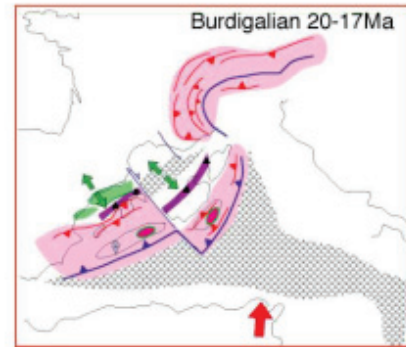
50 Ma Présent
Séranne, 1999

Golfe du Lion : évolution de la Méditerranée NW



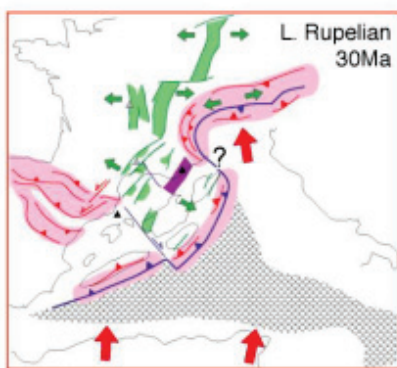
50 Ma Présent
Séranne, 1999

Golfe du Lion : évolution de la Méditerranée NW



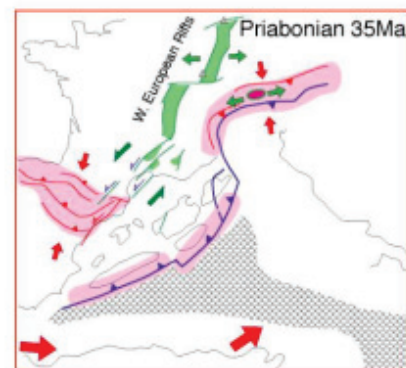
50 Ma Présent
Séranne, 1999

Golfe du Lion : évolution de la Méditerranée NW



50 Ma Présent
Séranne, 1999

Golfe du Lion : évolution de la Méditerranée NW



50 Ma Présent
Séranne, 1999

Golfe du Lion : évolution de la Méditerranée NW

0 500km 1000km 1500km