

# Chapitre 3 : Dynamiques et structures de distension

## I Les dorsales océaniques

1. Vitesse et morphologie
2. Age et densité

## II Les étapes de la formation d'un océan intérieur

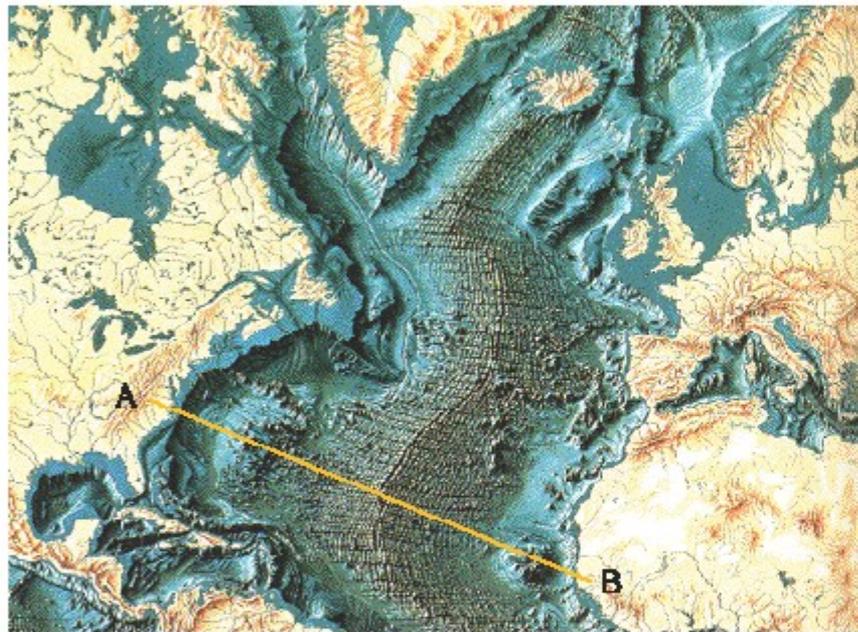
1. Les fossés d'effondrement
  - 1.1 Les rifts classiques
  - 1.2 Les rifts en pull-apart
2. L'apparition d'une croûte océanique
  - 2.1 Les fissures crustales associées à de la distension simple
  - 2.2 Les fissures crustales associées à des mouvements de coulissement
3. Les marges passives

## III Les bassins sédimentaires

1. Cadre théorique
  - 1.1 Apports de matériaux
  - 1.2 La subsidence
  - 1.3 Méthodes de classification
2. Différents types de bassins sédimentaires
  - 1.1 Les bassins intracratoniques
  - 1.2 Les bassins de type « rift »
  - 1.3 Les aulacogènes
  - 1.4 Les bassins molassiques

# Les dorsales océaniques : morphologie

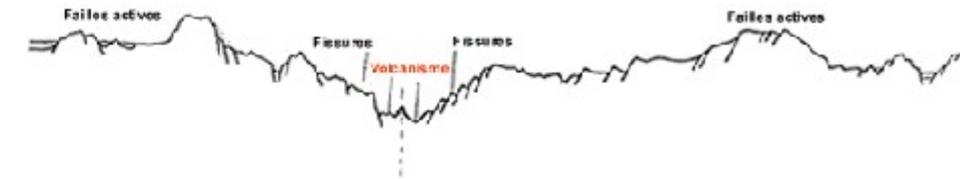
## A petite échelle : la dorsale de l'Atlantique Nord



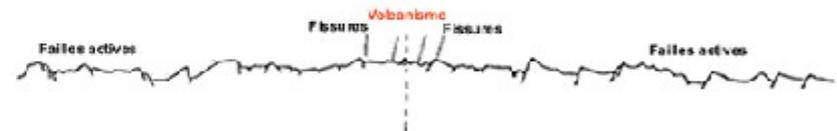
Ce profil à travers l'Atlantique-Nord va du Cap Hatteras (USA) au Cap Vert (Afrique); il montre les principaux éléments du relief des fonds océaniques. Il n'y manque que les fosses profondes (jusqu'à 11 000 m) qu'on retrouve au pourtour du Pacifique.

## dorsales lentes et dorsales rapides (grande échelle)

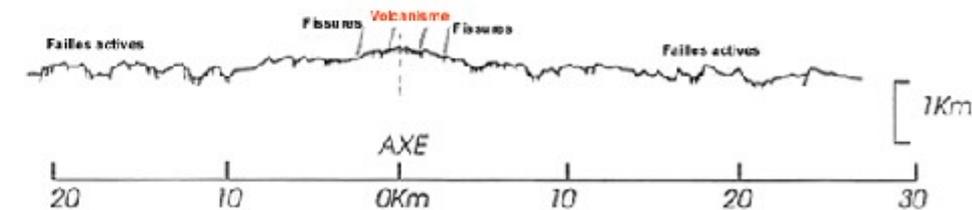
### Dorsale de l'Atlantique (1-2 cm/an)



### Dorsale Est-Pacifique à 21°N (5-9 cm/an)

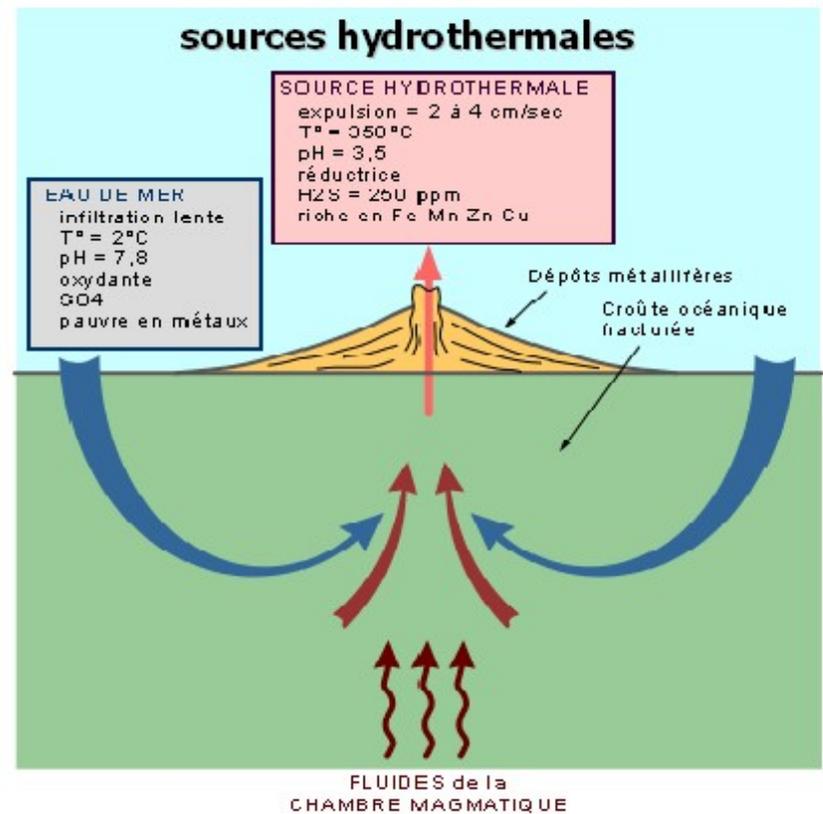
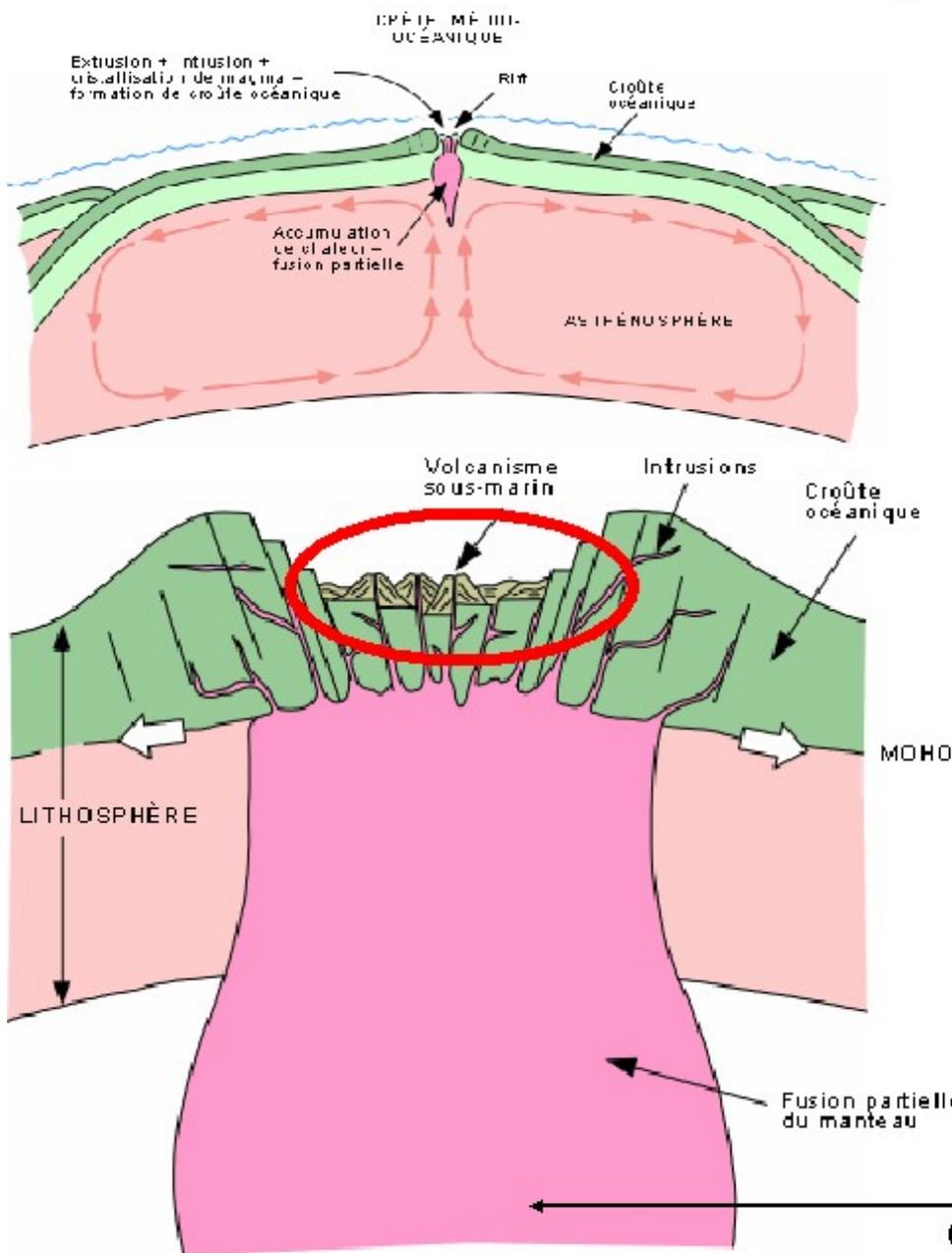


### Dorsale Est-Pacifique en zone équatoriale (9 cm/an)



La présence d'un rift n'est marquée que dans le cas des dorsales lentes (1 - 5 cm/an)

# Les dorsales océaniques : mécanismes



Un fumeur blanc



# La dorsale du Pacifique

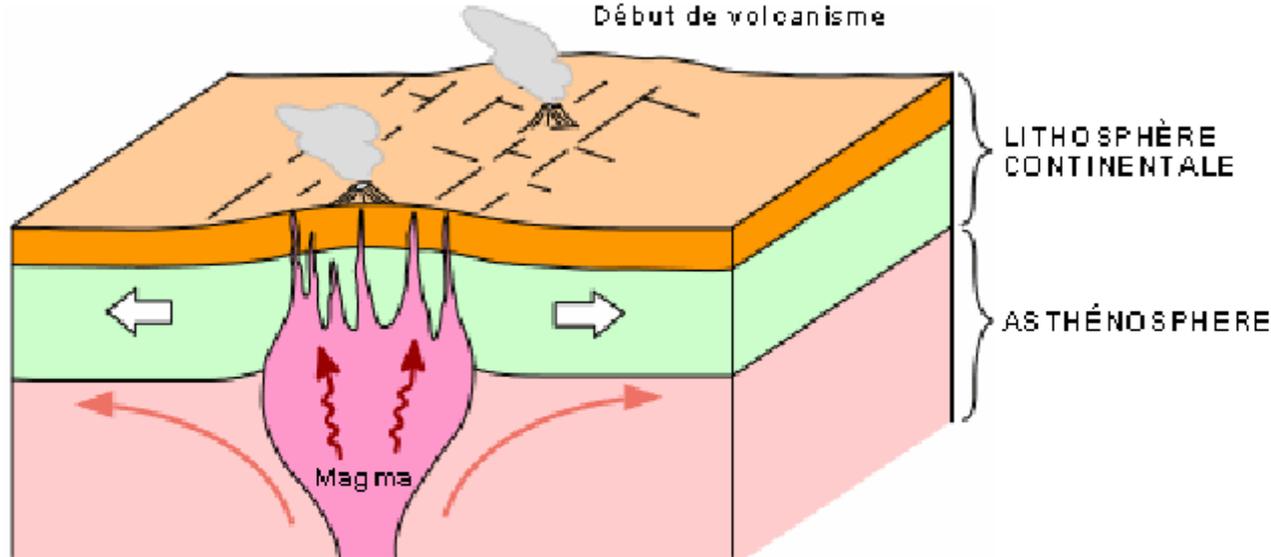


# ➤ Les étapes de la formation d'un océan intérieur

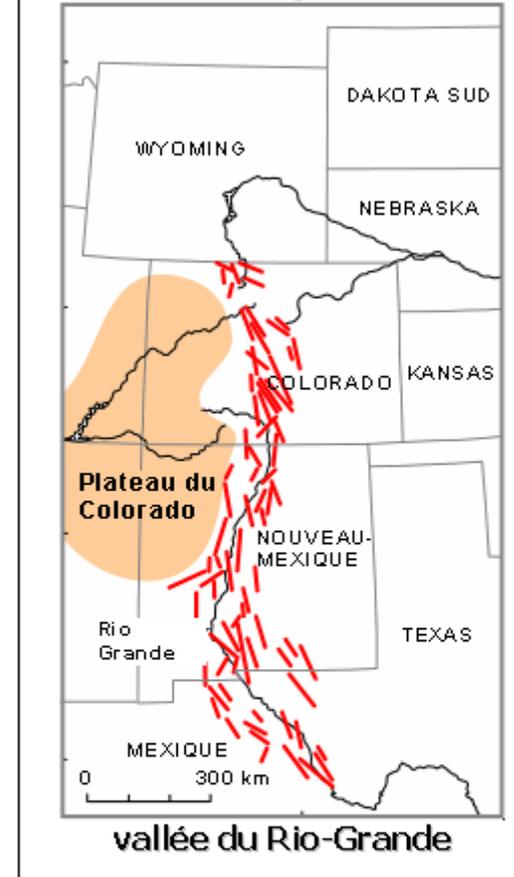
## Distension et bombement de la lithosphère continentale

Amorce d'un rift continental.

Bombement et fracturation.  
Début de volcanisme



exemple

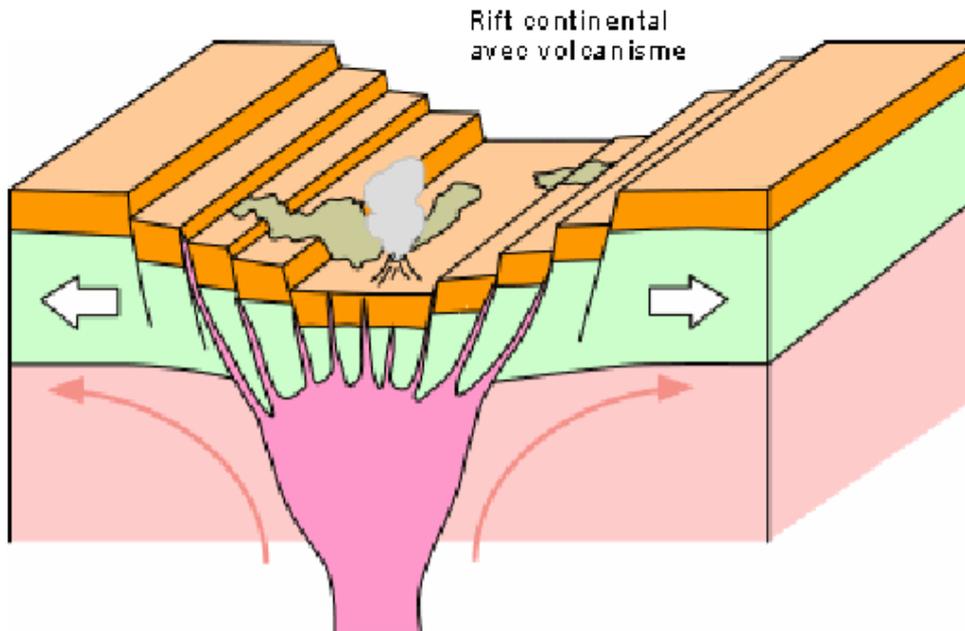


- Accumulation de chaleur sous la plaque continentale, bombement de la lithosphère
- Forces de distension : amorce du mouvement de divergence
- Amincissement de la lithosphère continentale, remontée des matériaux mantéliques et formation d'un magma : infiltration = volcanisme continental

## Le « rifting continental »

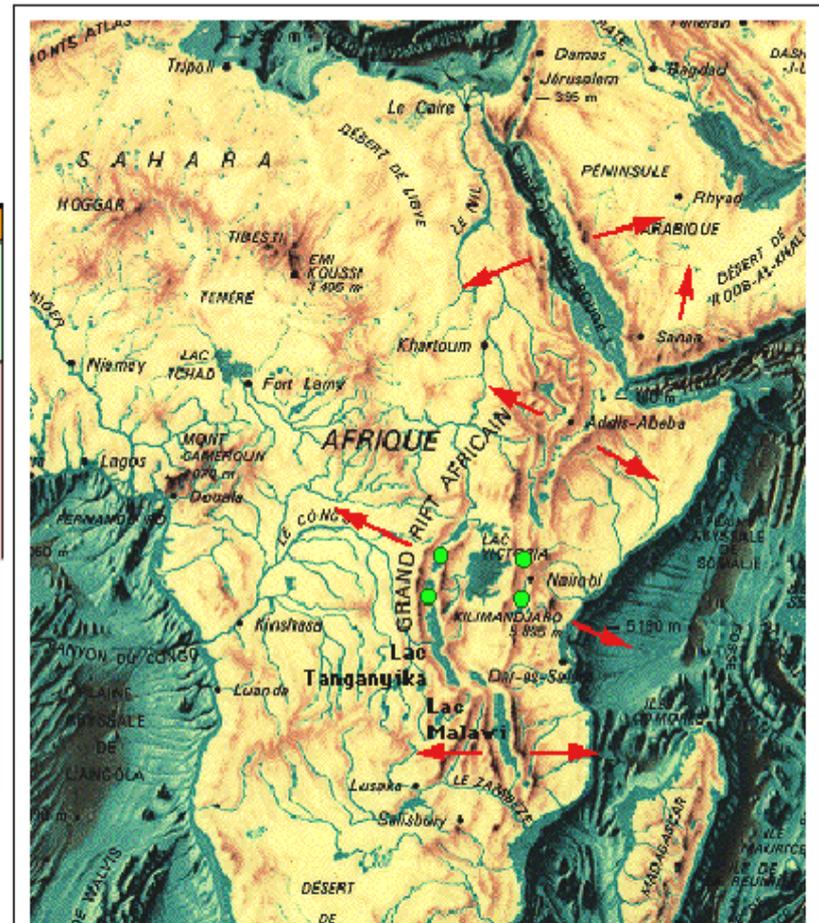
## Exemple : le grand rift es-africain («vallée du rift »)

### Rift continental.



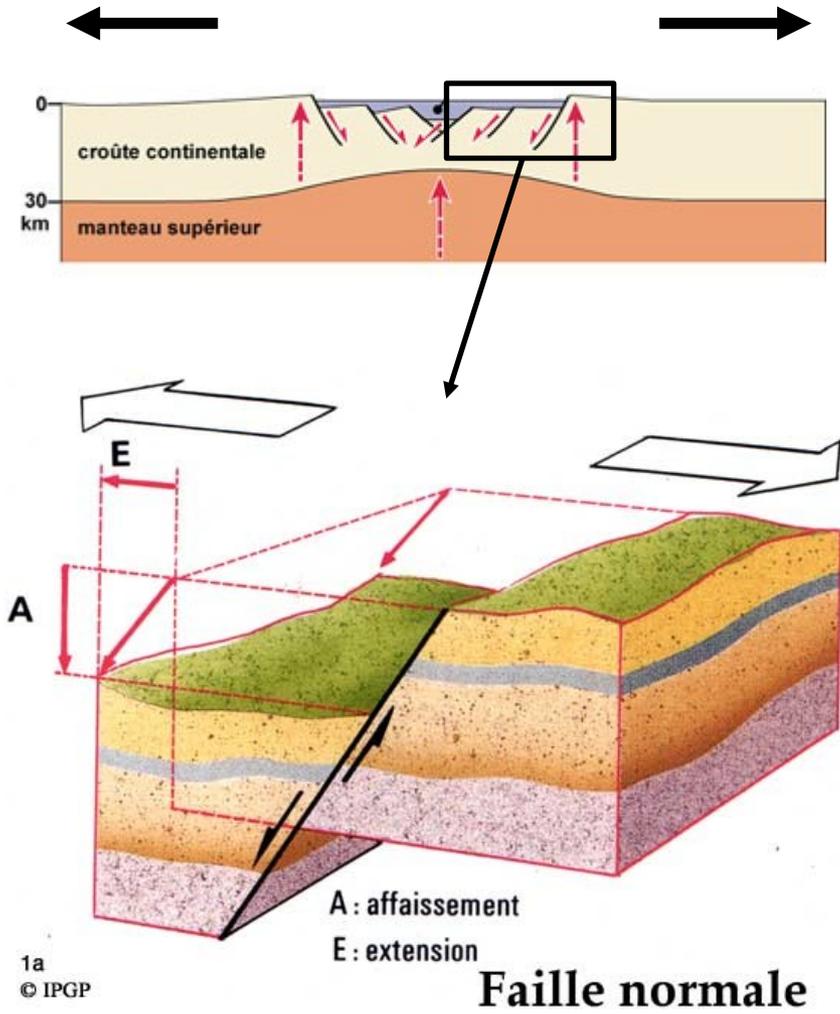
- effondrement « en escalier » de la lithosphère : rift continental (failles normales)

- Volcanisme et épanchement de laves le long des fractures



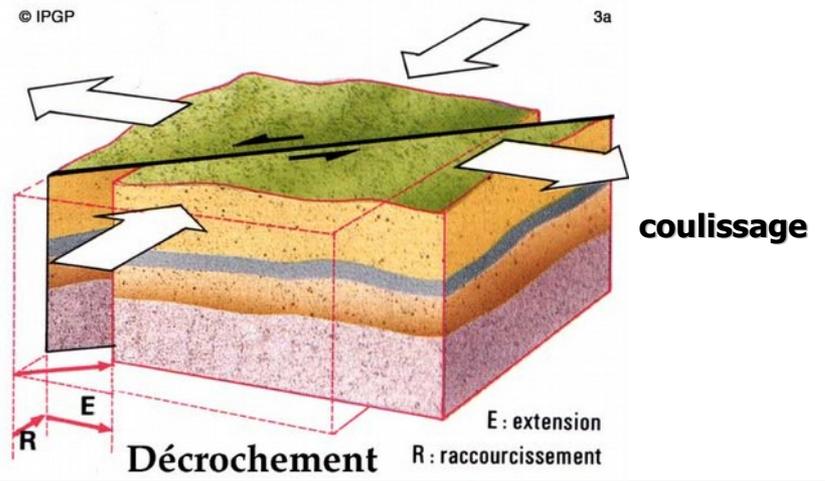
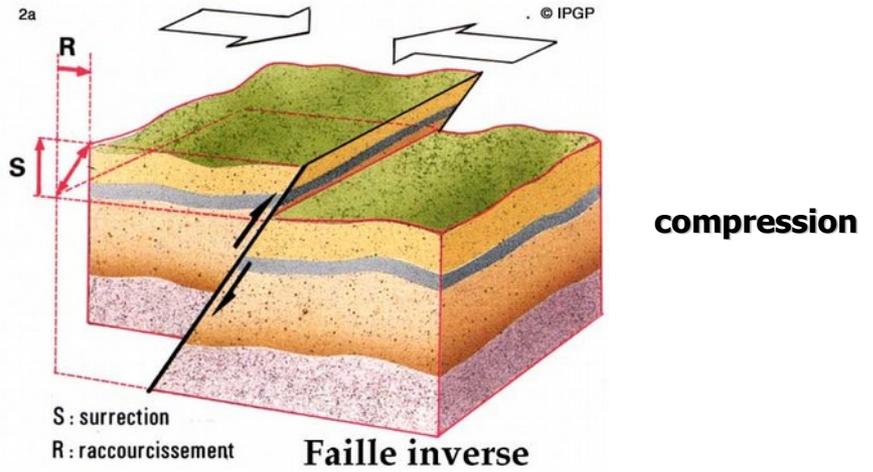
Le Grand Rift africain entaille l'est du continent au sud de la Mer Rouge. Il s'étend, du canal du Mozambique au sud, jusqu'aux bouches de la Mer Rouge au nord; il se divise en deux branches au nord du lac Malawi. On y est à un stade un peu plus avancé que le long du Rio Grande. Déjà des vallées profondes et larges se sont creusées, avec de grands lacs, tel le lac Tanganyika, et de grands volcans (points verts), comme le Kilimanjaro. Progressivement, ces vallées s'élargiront, s'enfonceront et seront envahies par la mer pour former une mer linéaire; d'ailleurs, les eaux marines commencent déjà à envahir la partie nord. Quant à elle, la Mer Rouge constitue l'exemple classique de mer linéaire; une dorsale médiane y fabrique de la croûte océanique. Les flèches indiquent les tensions qui affectent la lithosphère continentale dans l'est de l'Afrique.

# Différents types de failles ...



Failles **normales** principalement dans un contexte de rifting continental (dynamique de distension)

## Les autres types de failles :

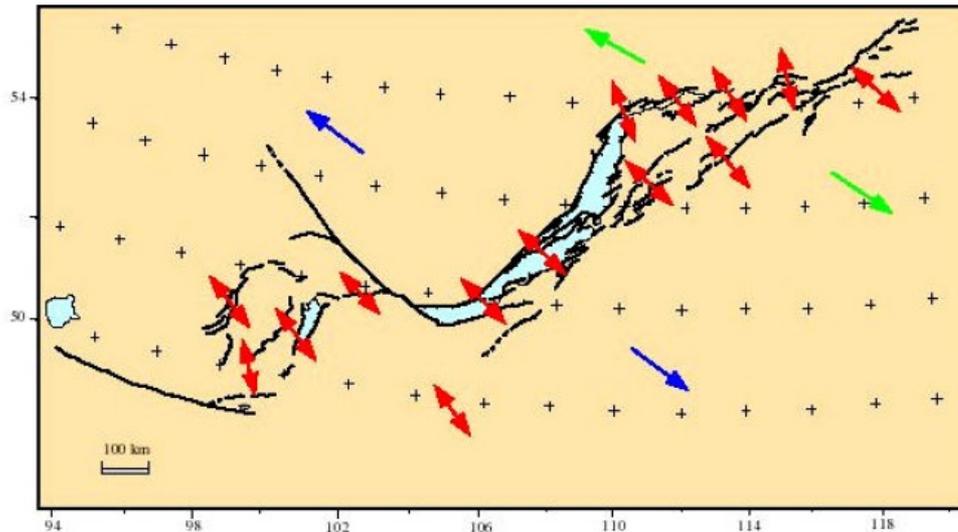
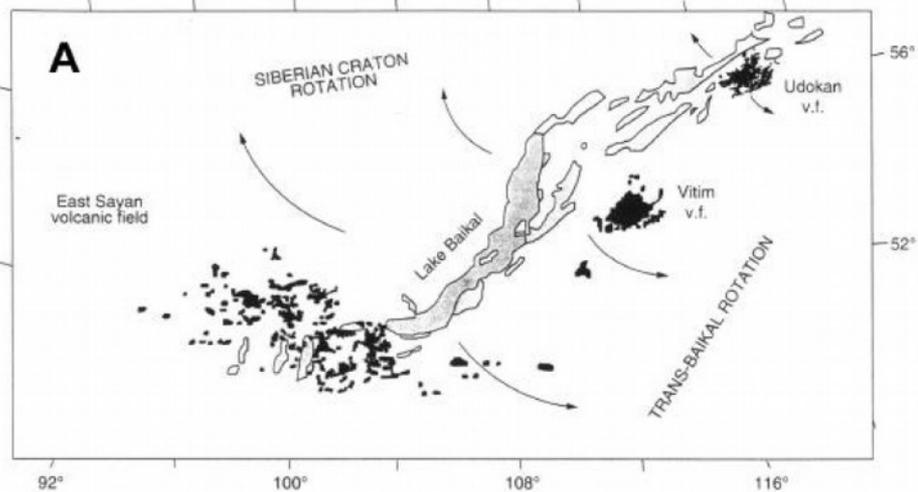


# Exemple de faille normale (dextre)

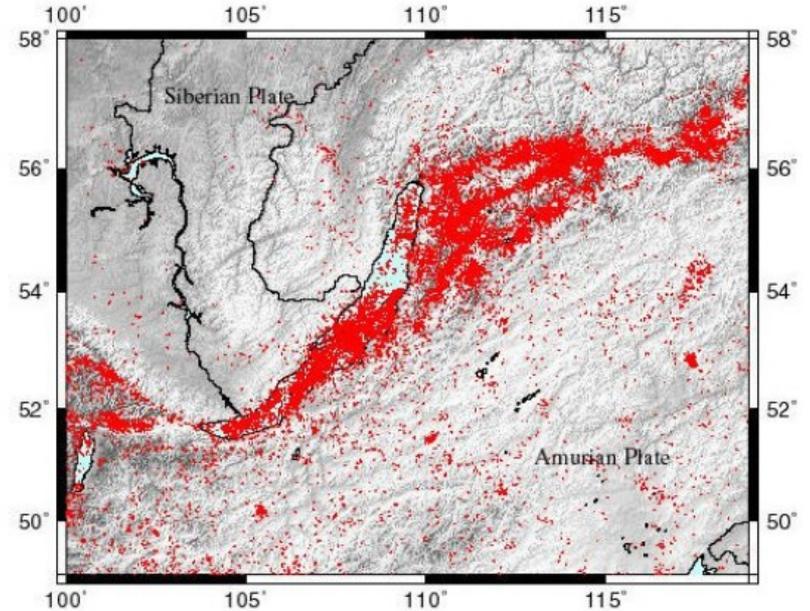


# Le rift du Baïkal

**Volcanisme dans le rift Baïkal, d'après Rasskazov (1994).**  
**Vue générale des 'champs' Cénozoïques.**



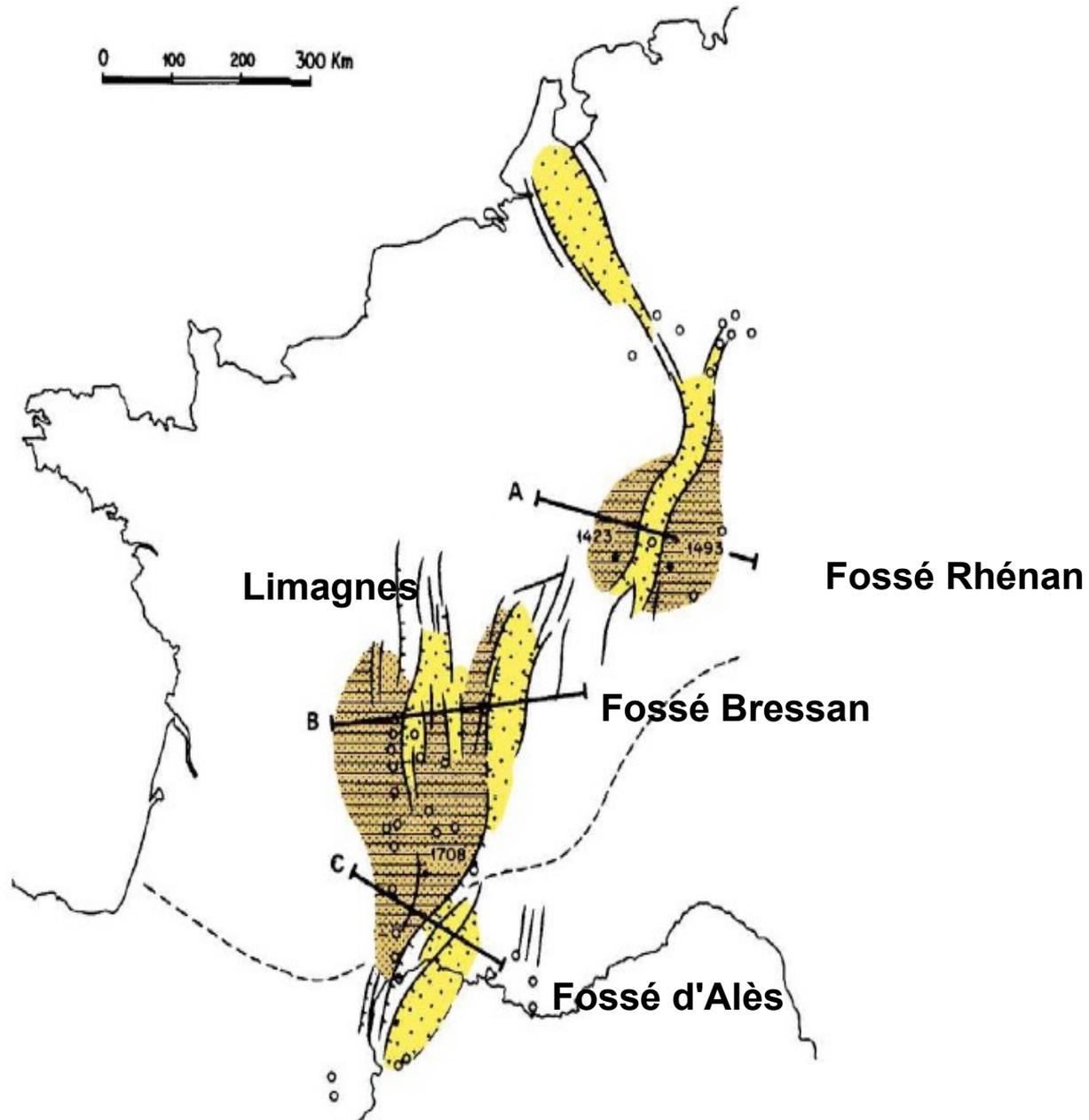
**Sismicité enregistrée entre 1960 et 1997**  
(environ 110 000 séismes de magnitude supérieure à 2).  
La précision des localisations est de l'ordre de 10 km.



**Directions des axes de contraintes minimales  
(flèches rouges)**

En utilisant une base de plus de 300 mécanismes au foyer  
(Petit et al., 1996).

# Le rift ouest européen et ses principaux fossés



# Rifts en pull-apart

Idealized model of a pull-apart basin as a result of a transform fault. Arrows indicate motion along each fault segment.

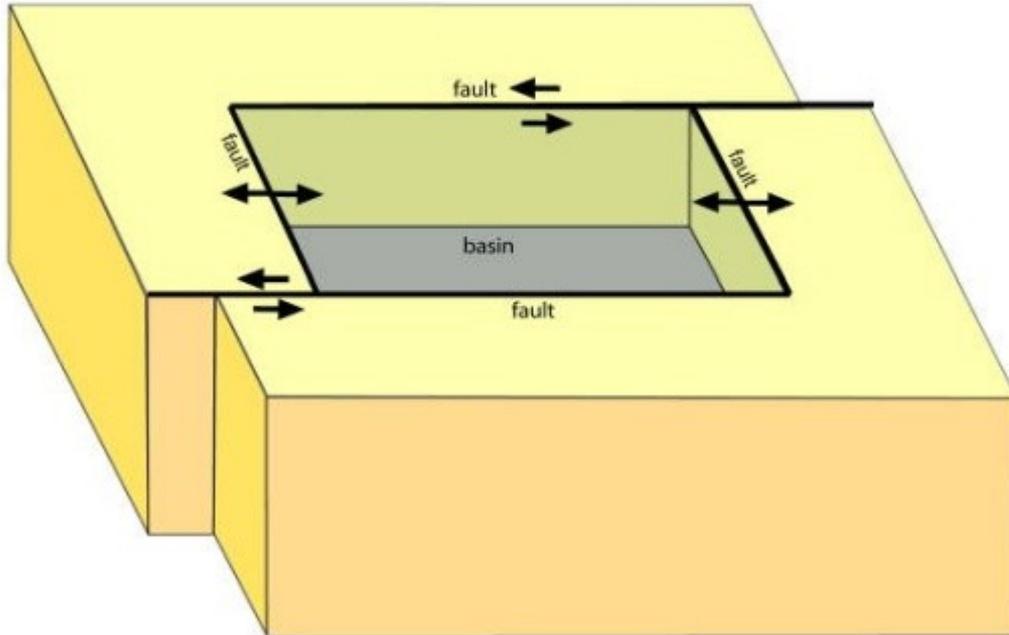


Image: U. S. Geological Survey

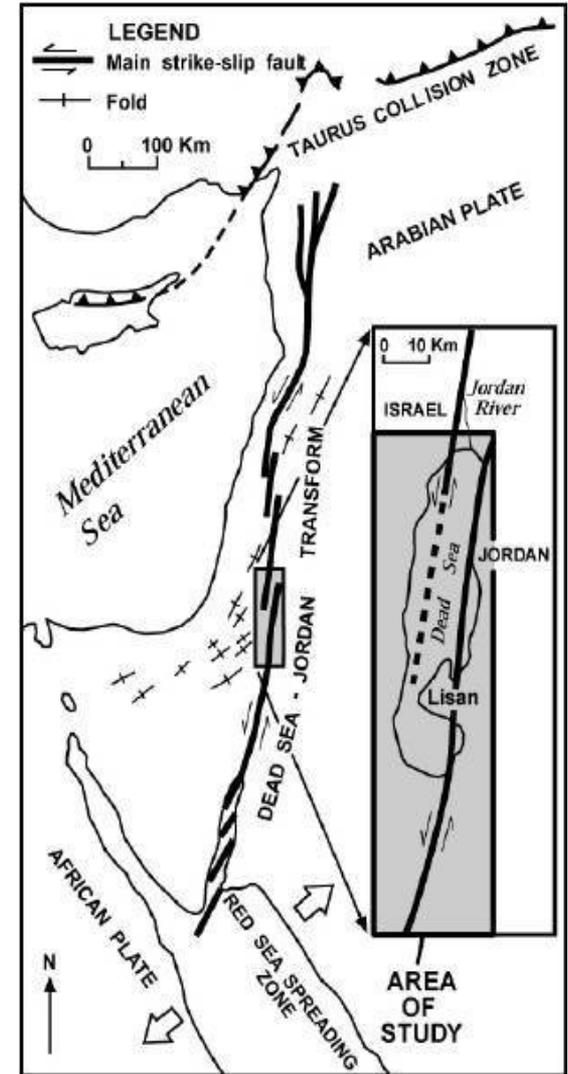
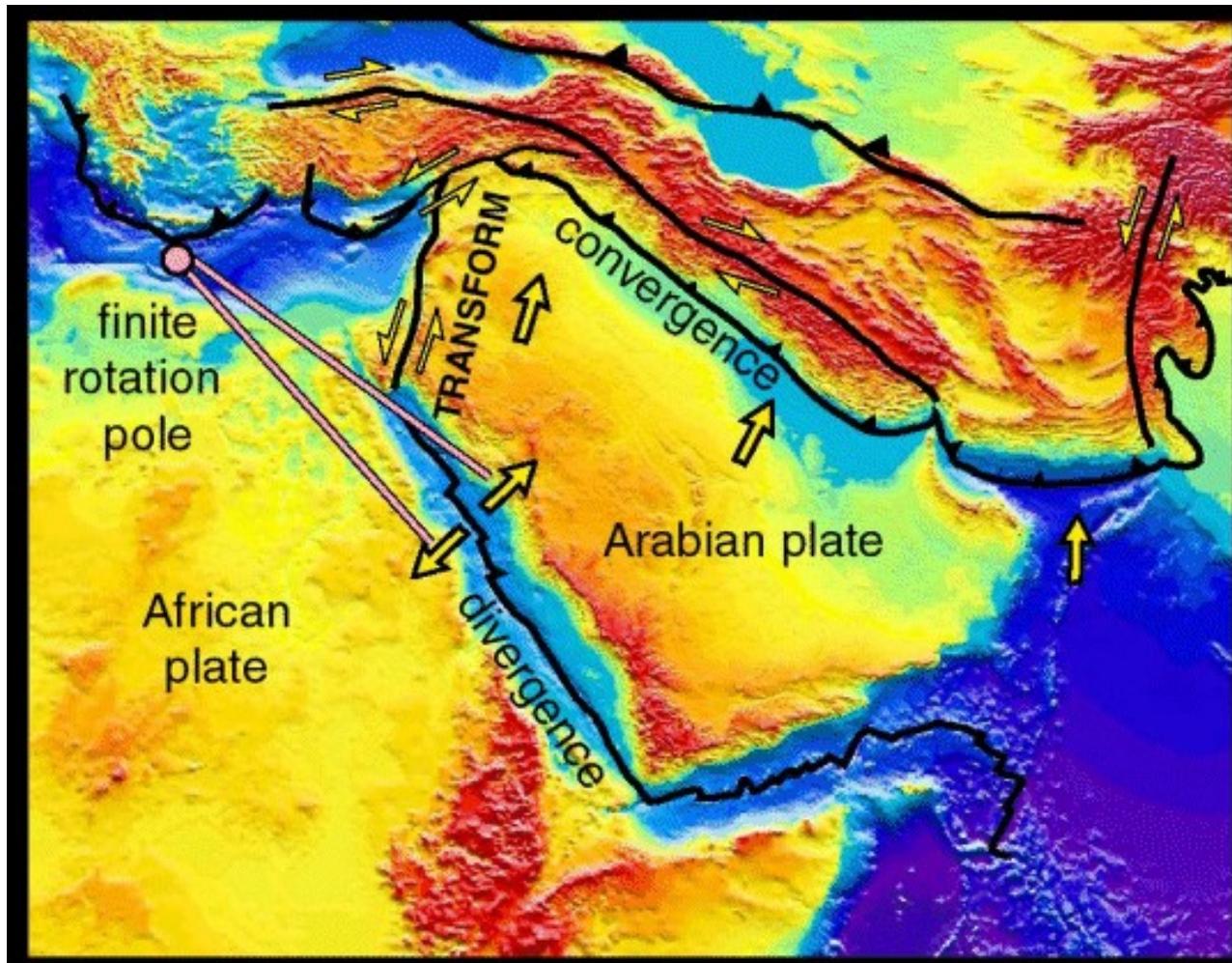


Image: U.S. Geological Survey

Les failles extensives parallèles ont conduit à des séries de bassins dits en « pull-apart », La mer Morte est située dans l'un d'entre eux.

## Le contexte tectonique de la Mer Rouge / golfe d'Aden

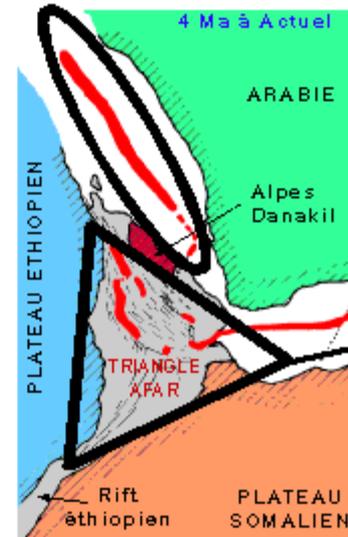
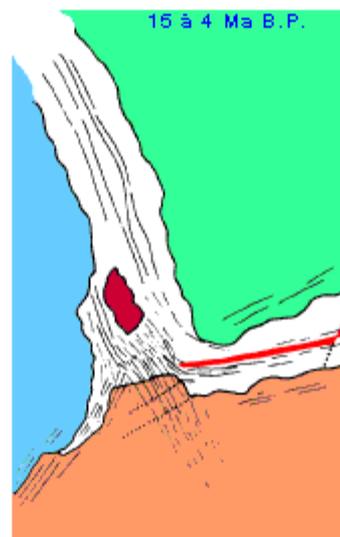
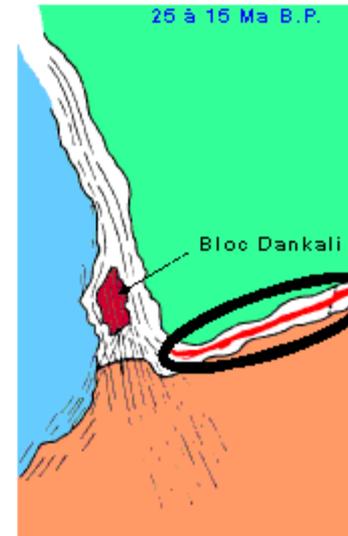
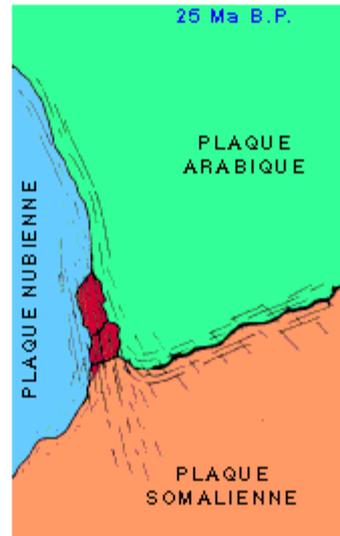


- divergence au niveau de la mer rouge
- rotation anti-horaire de la plaque arabe
- convergence au nord

## Début de la formation de la mer rouge il y a 25 Ma (séparation de la plaque africaine et asiatique)



Le Grand Rift africain entaille l'est du continent au sud de la Mer Rouge. Il s'étend, du canal du Mozambique au sud, jusqu'aux bouches de la Mer Rouge au nord; il se divise en deux branches au nord du lac Malawi. On y est à un stade un peu plus avancé que le long du Rio Grande. Déjà des vallées profondes et larges se sont creusées, avec de grands lacs, tel le lac Tanganyika, et de grands volcans (points verts), comme le Kilimanjaro. Progressivement, ces vallées s'élargiront, s'enfonceront et seront envahies par la mer pour former une mer linéaire; d'ailleurs, les eaux marines commencent déjà à envahir la partie nord. Quant à elle, la Mer Rouge constitue l'exemple classique de mer linéaire; une dorsale médiane y fabrique de la croûte océanique. Les flèches indiquent les tensions qui affectent la lithosphère continentale dans l'est de l'Afrique.

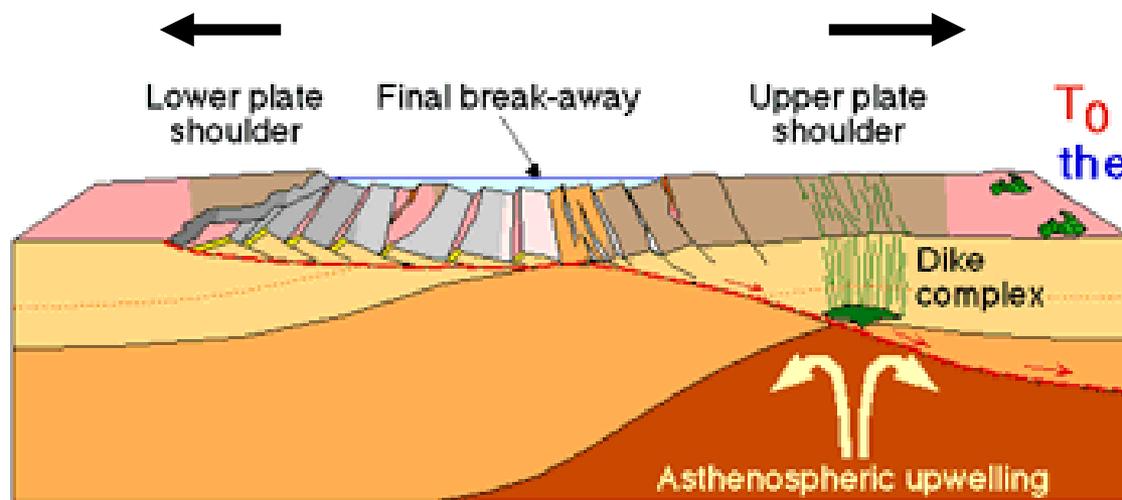


Ride d'Aden

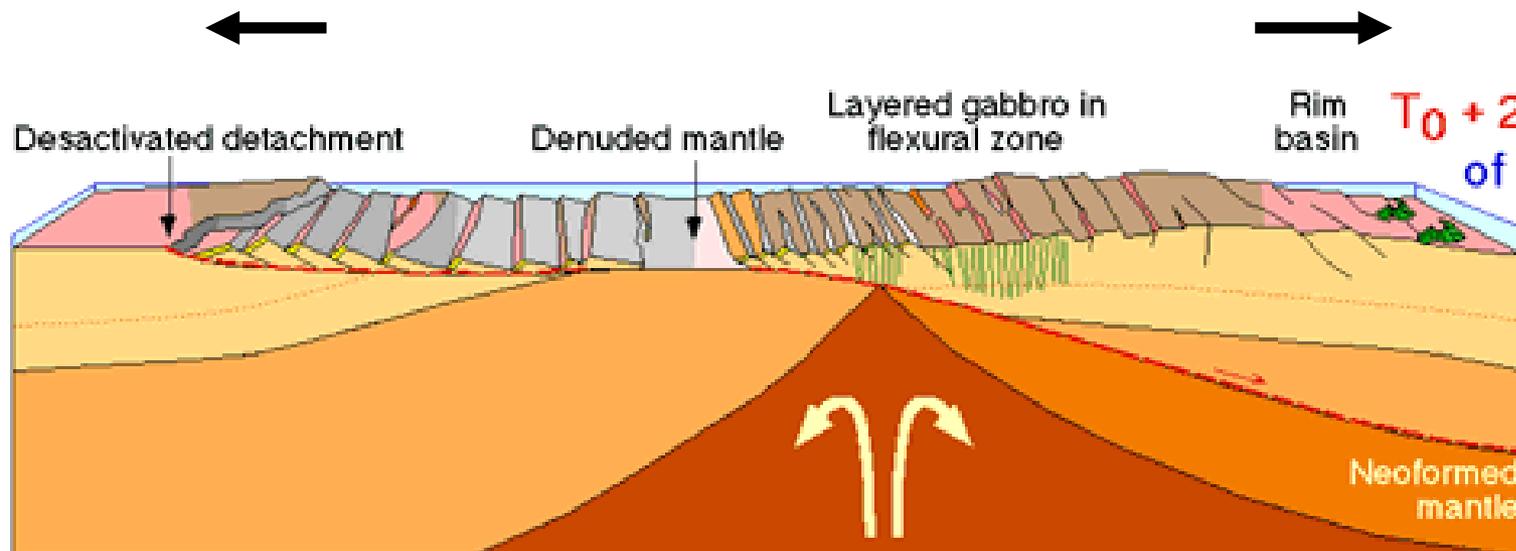
Croute océanique dans le sud de la mer rouge

Écoulements de laves (trapps) : Produits de transition entre croute continentale et océanique

## Dénudation de la croûte continentale



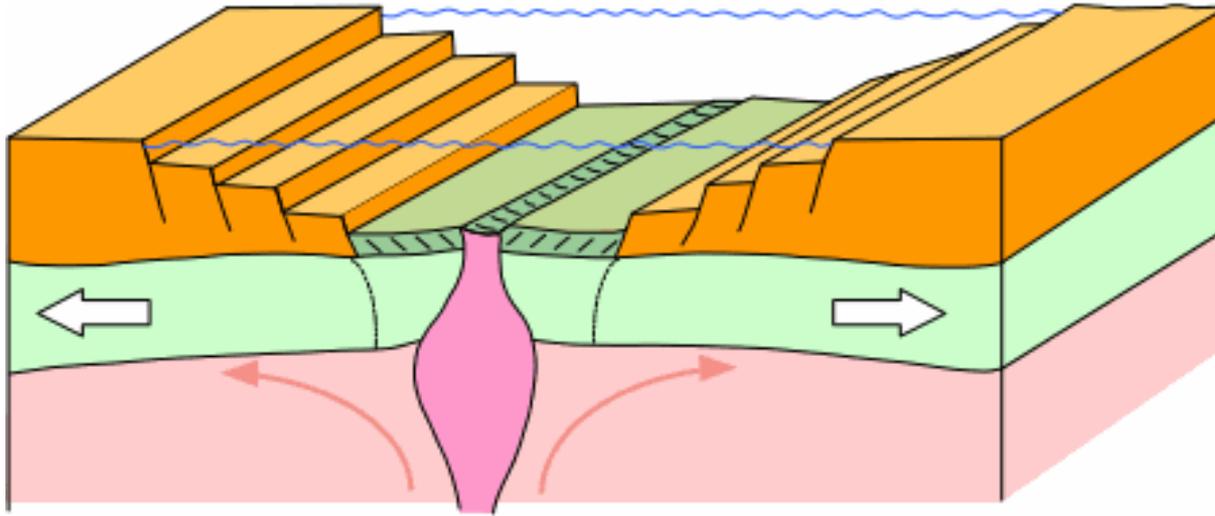
$T_0 + 15 \text{ Ma}$  = Asthenospheric diapir and thermal uplift, dominated by pure shear



$T_0 + 20 \text{ Ma}$  = denudation of continental mantle

## Apparition du plancher océanique

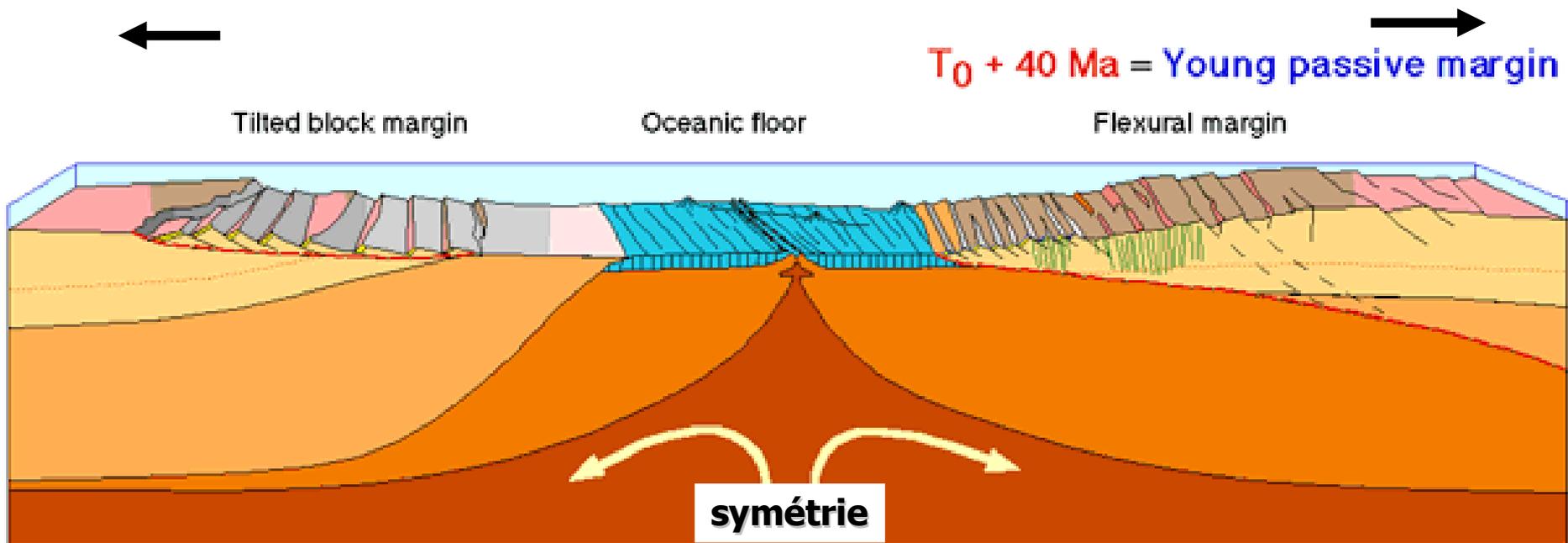
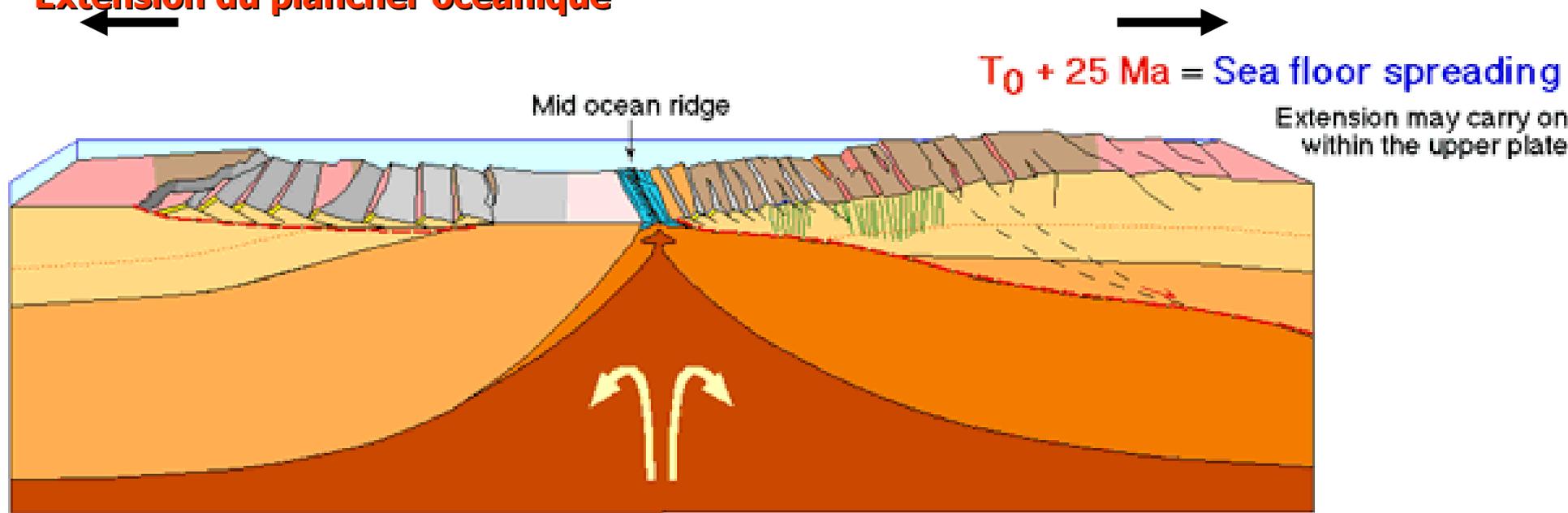
Premier plancher océanique - Mer linéaire.



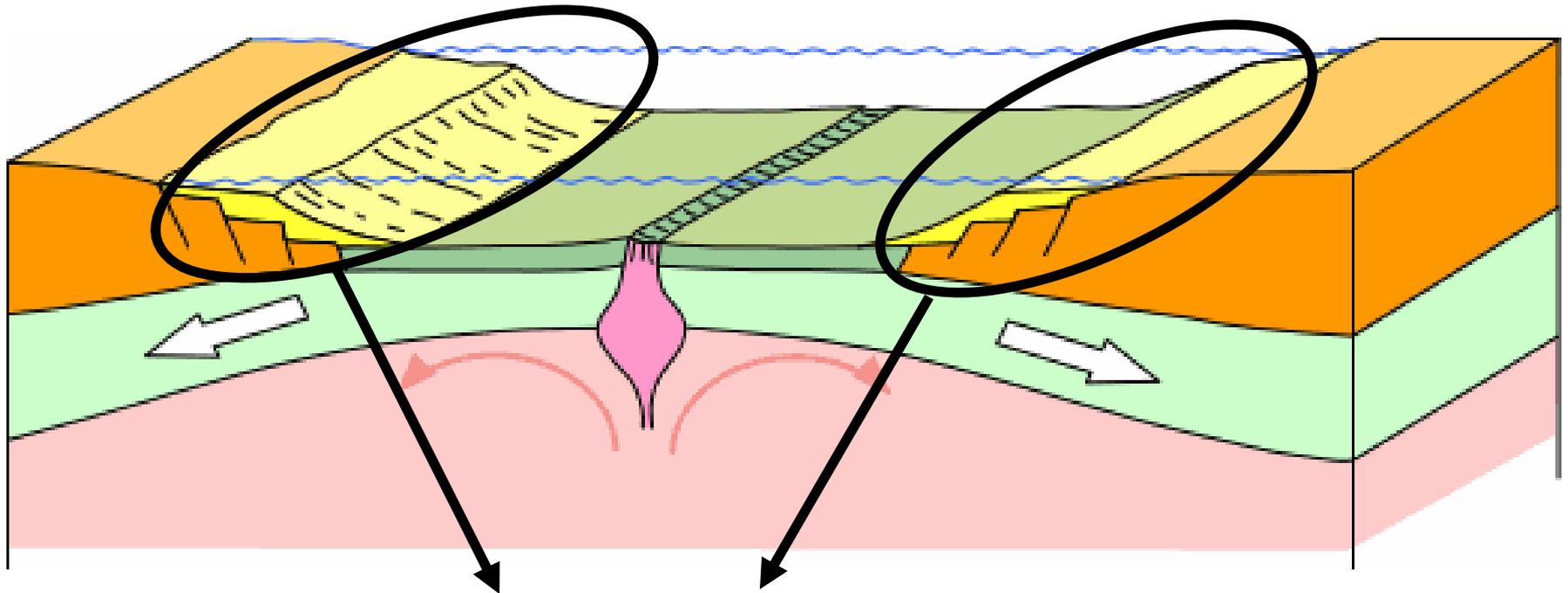
- **Le rift s'enfonce sous le niveau de la mer**
- **les deux morceaux de lithosphère continentale s'éloignent l'un de l'autre**
- **Formation du plancher océanique basaltique («croûte océanique») et d'une dorsale**

➔ **Exemple : Mer Rouge**

# Extension du plancher océanique



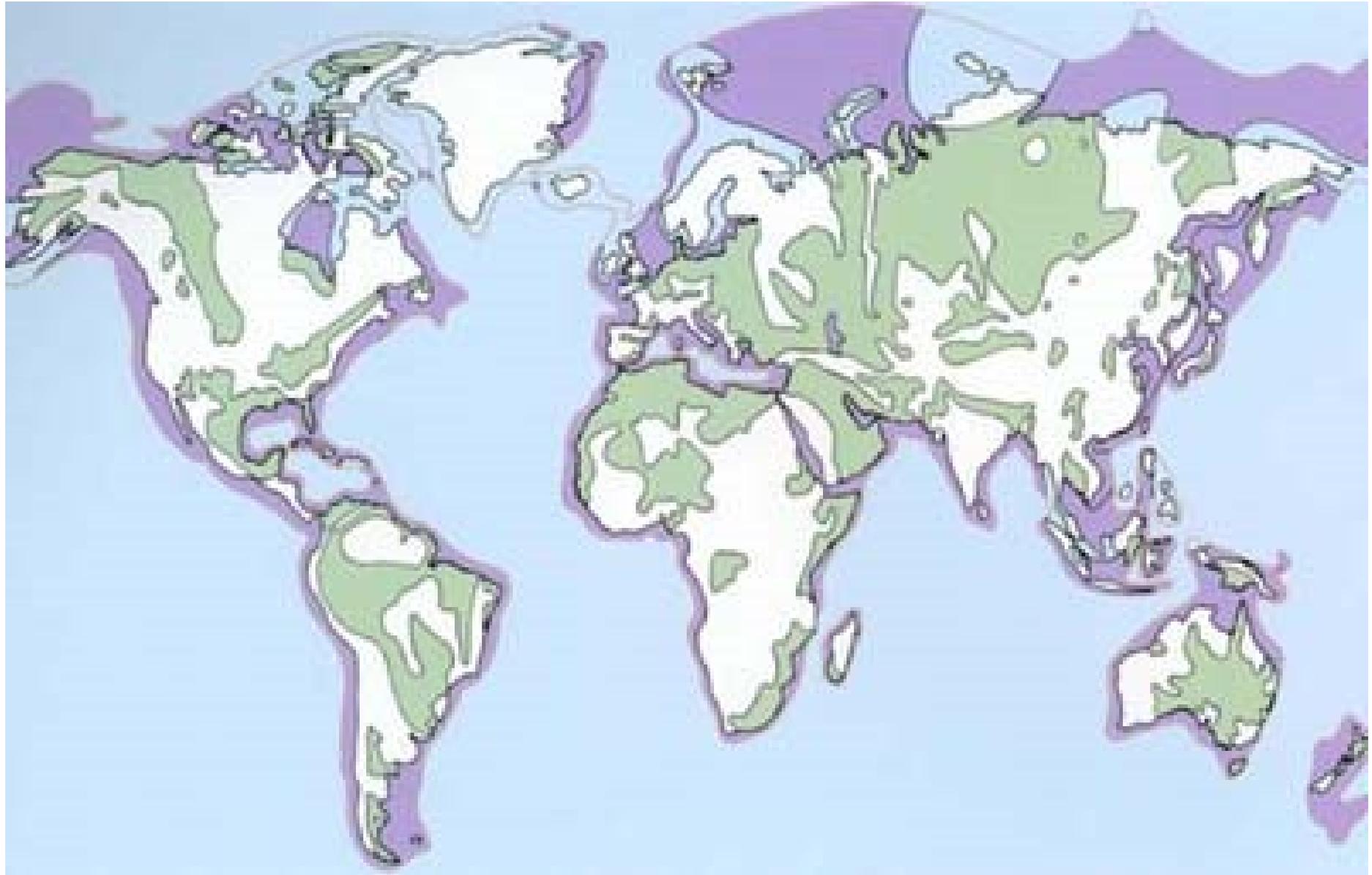
## Marges continentales passives : de part et d'autre d'un océan de type Atlantique



**Marges continentales passives recouvertes de sédiments (jaune clair)**

Les sédiments se déposent sur le plateau continental (partie de la marge continentale comprise entre la côte et le sommet du talus continental situé à une profondeur moyenne de 200 m).

# Carte des bassins sédimentaires dans le monde



Vert : bassin émergé, Lavande : bassin immergé

<http://www.glossary.oilfield.slb.com/files/OGL98020.jpg>

# Les bassins sédimentaires

→ **Affaissement superficiel de la croûte continentale = subsidence**

*def. : bassin sédimentaire = secteur de la croûte continentale déprimé sur lequel se sont déposés des sédiments*

Sédiment ← origine = érosion

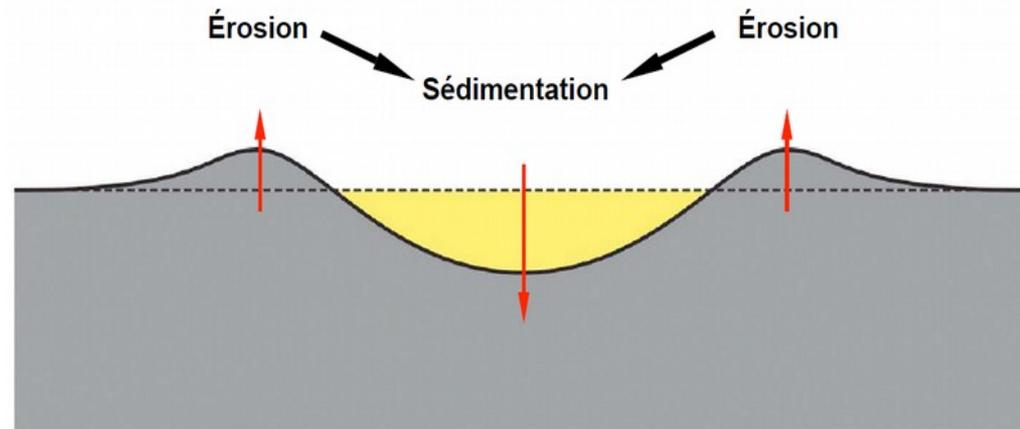
Un bassin sédimentaire jouxte nécessairement un secteur montagneux, depuis lequel les produits de l'érosion sont transportés

Sédiments → se déposent immergés, faibles profondeurs, conditions optimales = mers fermées sur des plateaux continentaux (Baltique, mer du Nord, Manche) ou à des lacs

La **combinaison** apport sédimentaire / subsidence définit l'avenir des bassins sédimentaires

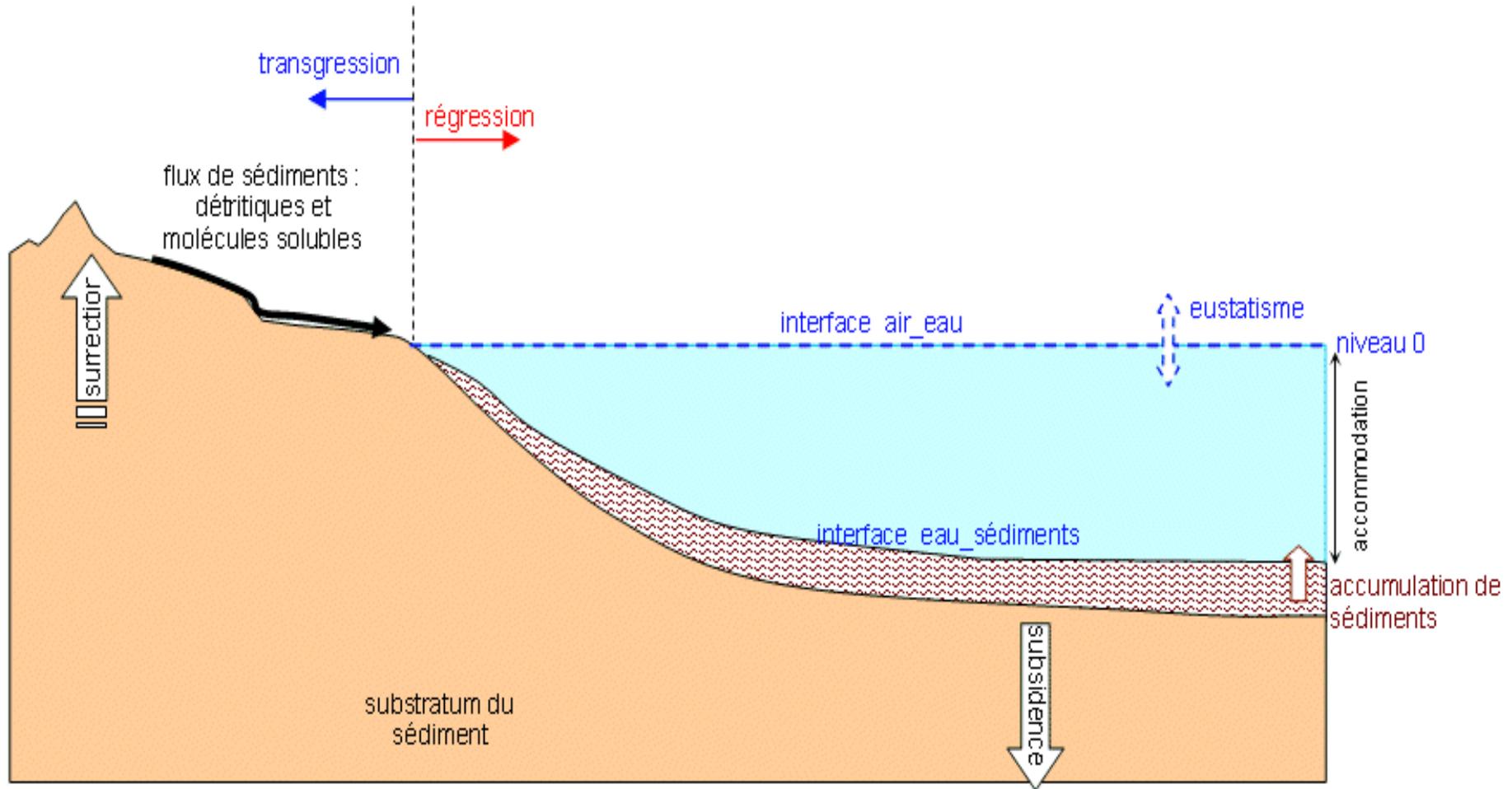
Les **Facteurs** de la subsidence :

- surcharge
- refroidissement de la lithosphère
- distension / compression

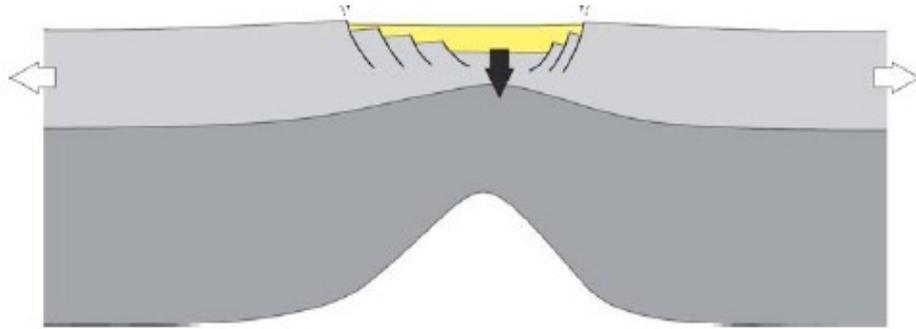


# Bassins sédimentaires : apports et subsidence

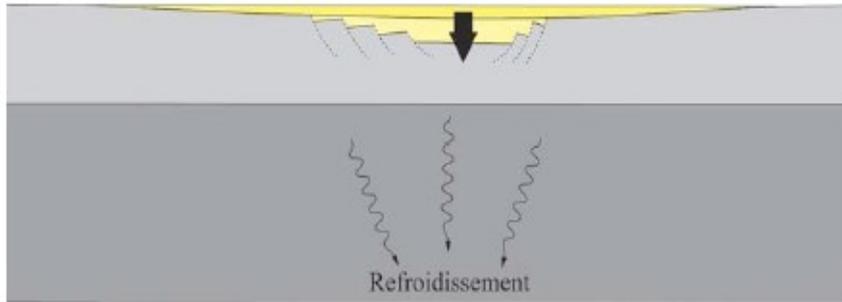
bassin sédimentaire : principaux facteurs agissant sur les apports sédimentaires et sur le taux d'accommodation  
(inspiré de J.Y.Daniel –SVTU, Vuibert)



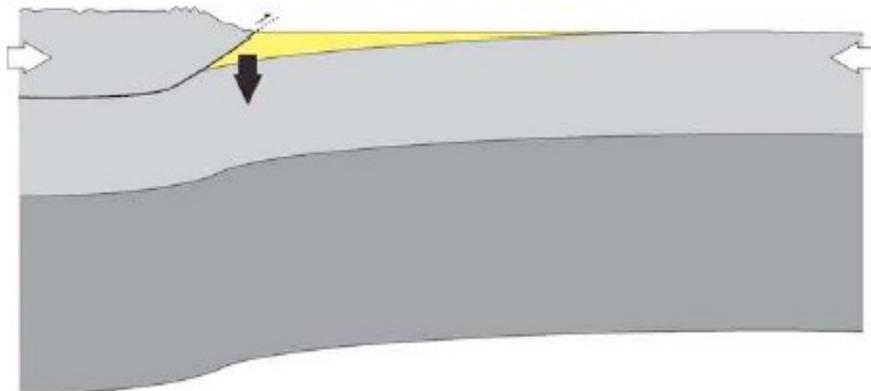
# Mécanismes de formation des bassins sédimentaires



**Subsidence tectonique**



**Subsidence thermique**

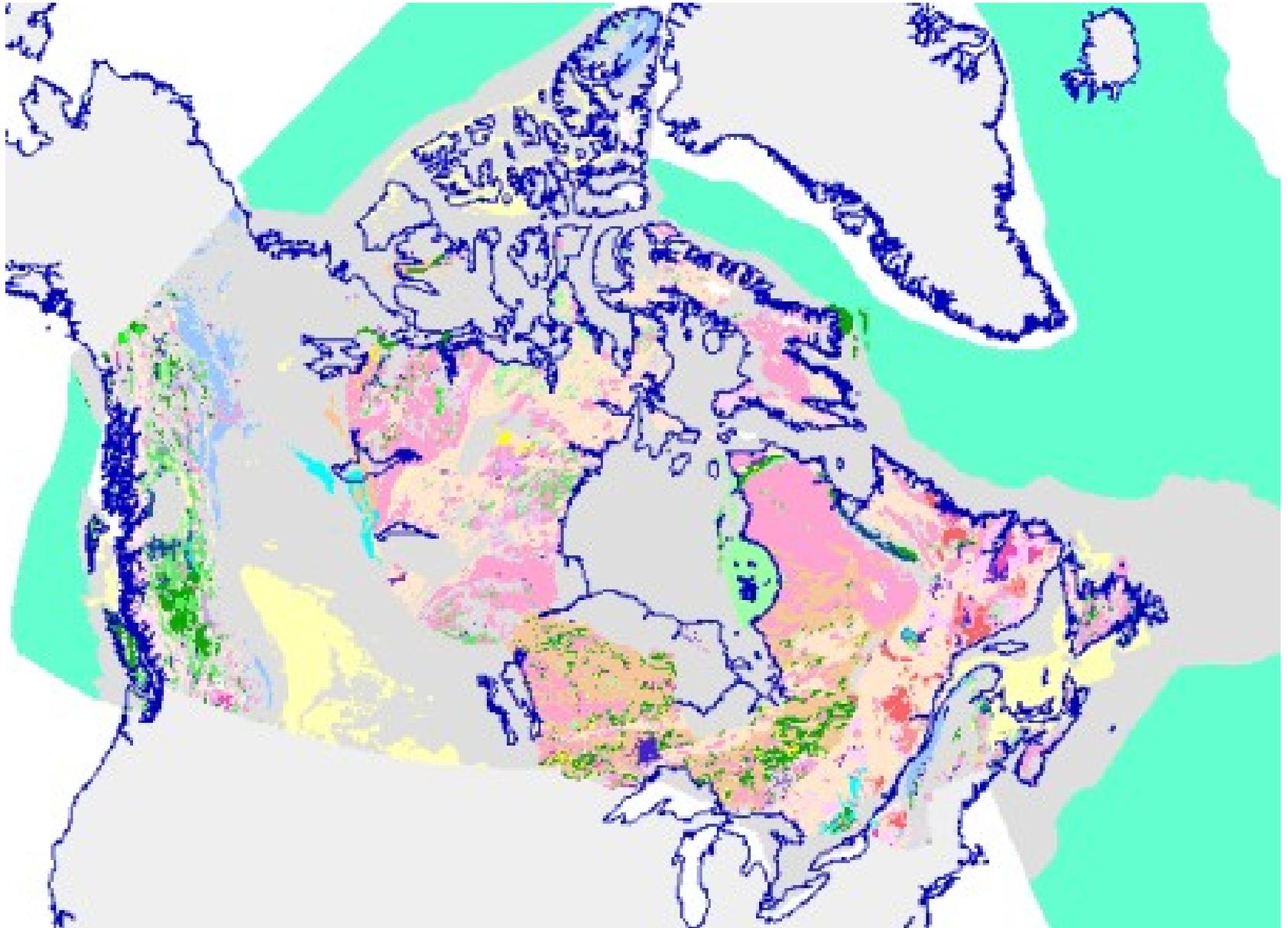


**Subsidence par surcharge**

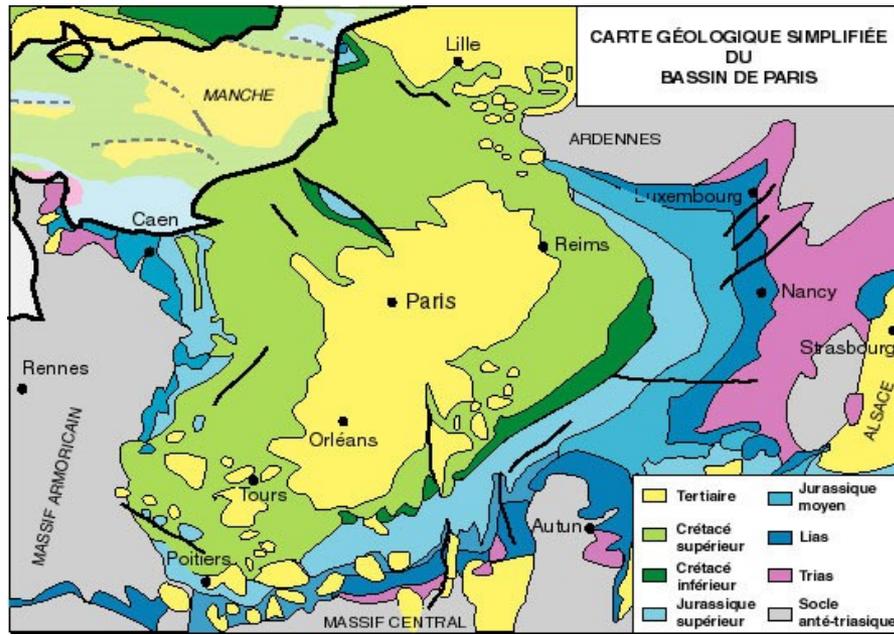
(d'après Nalpas, 2002)

# Le bassin intracratonique de la baie d'Hudson

Craton : du grec kratos – force, partie ancienne et stable de la lithosphère continentale possédant une identité géologique

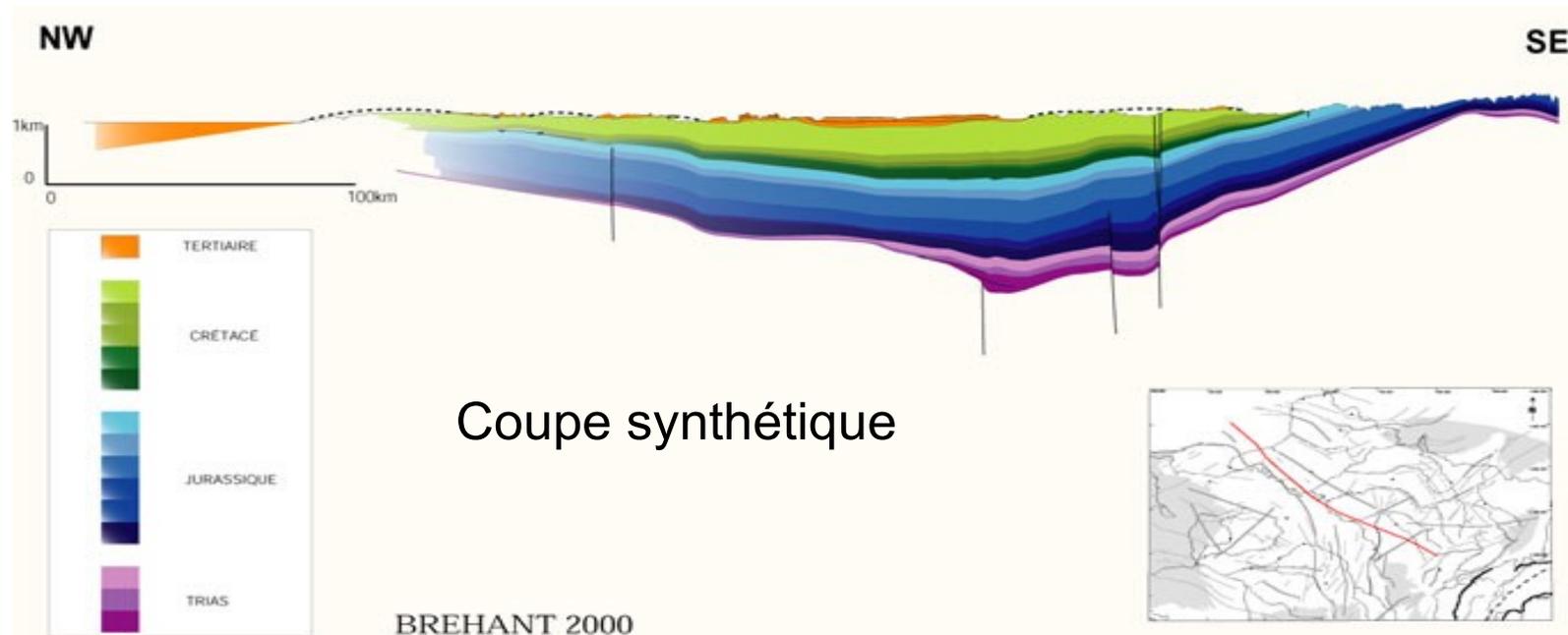


# Le Bassin Parisien

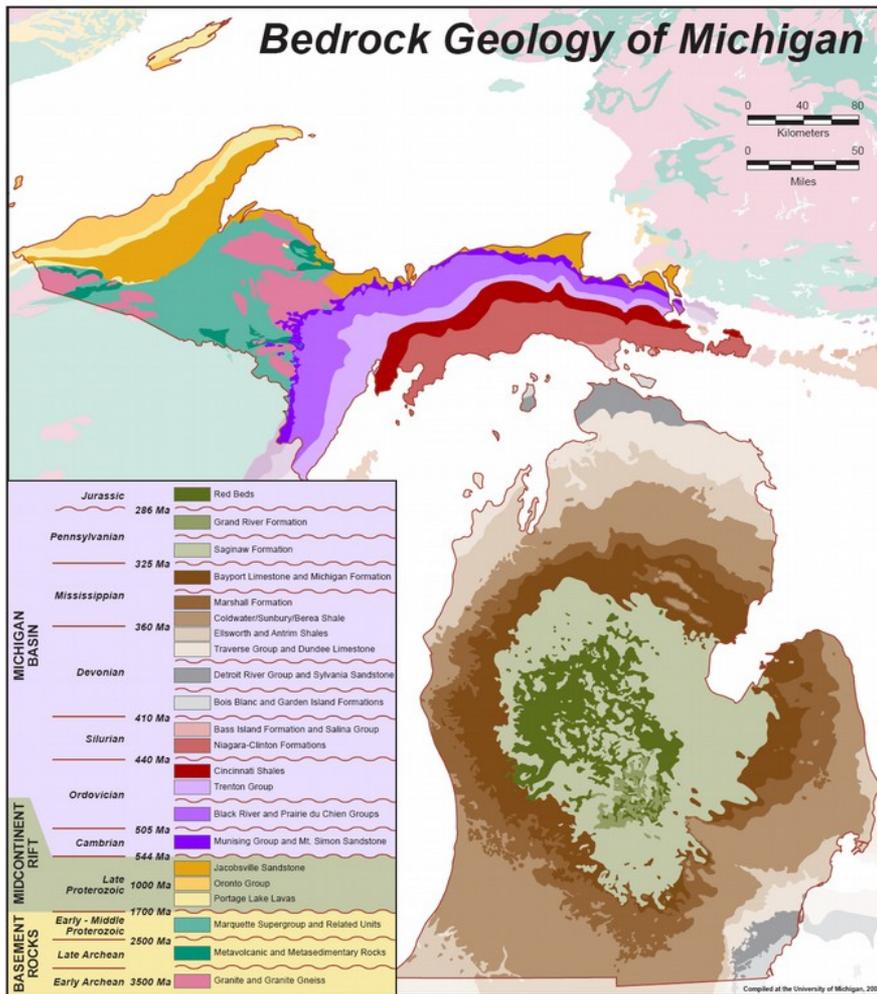


## Carte géologique

D'après la synthèse géologique du Bassin de Paris (1980) et la carte géologique de la France au 1/1 000 000ème (6ème ed., 1996).

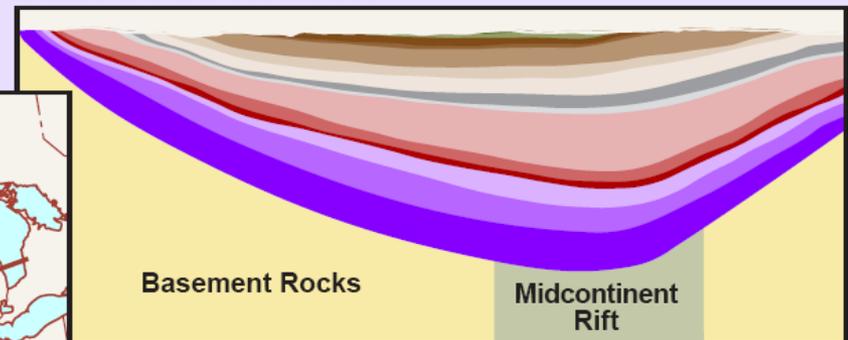


# Le bassin du Michigan



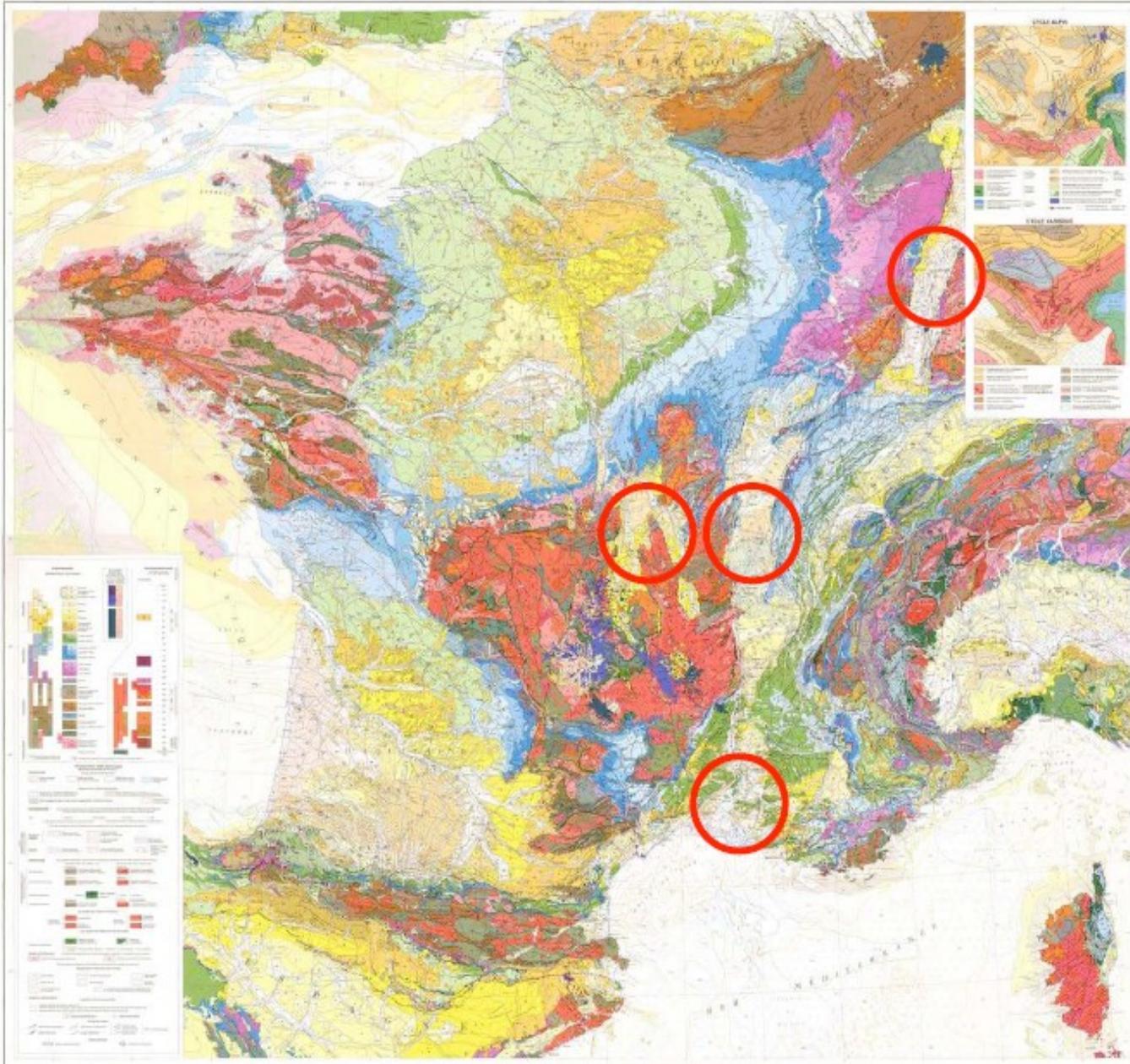
Le bassin du Michigan contient des roches sédimentaires qui se sont déposées dans une dépression circulaire de la croûte terrestre.

Il s'est formé au paléozoïque, entre 544 et 286 MA. Pendant la majeure partie de cette période, le Michigan était sous la mer.



Cross-section of Michigan Basin

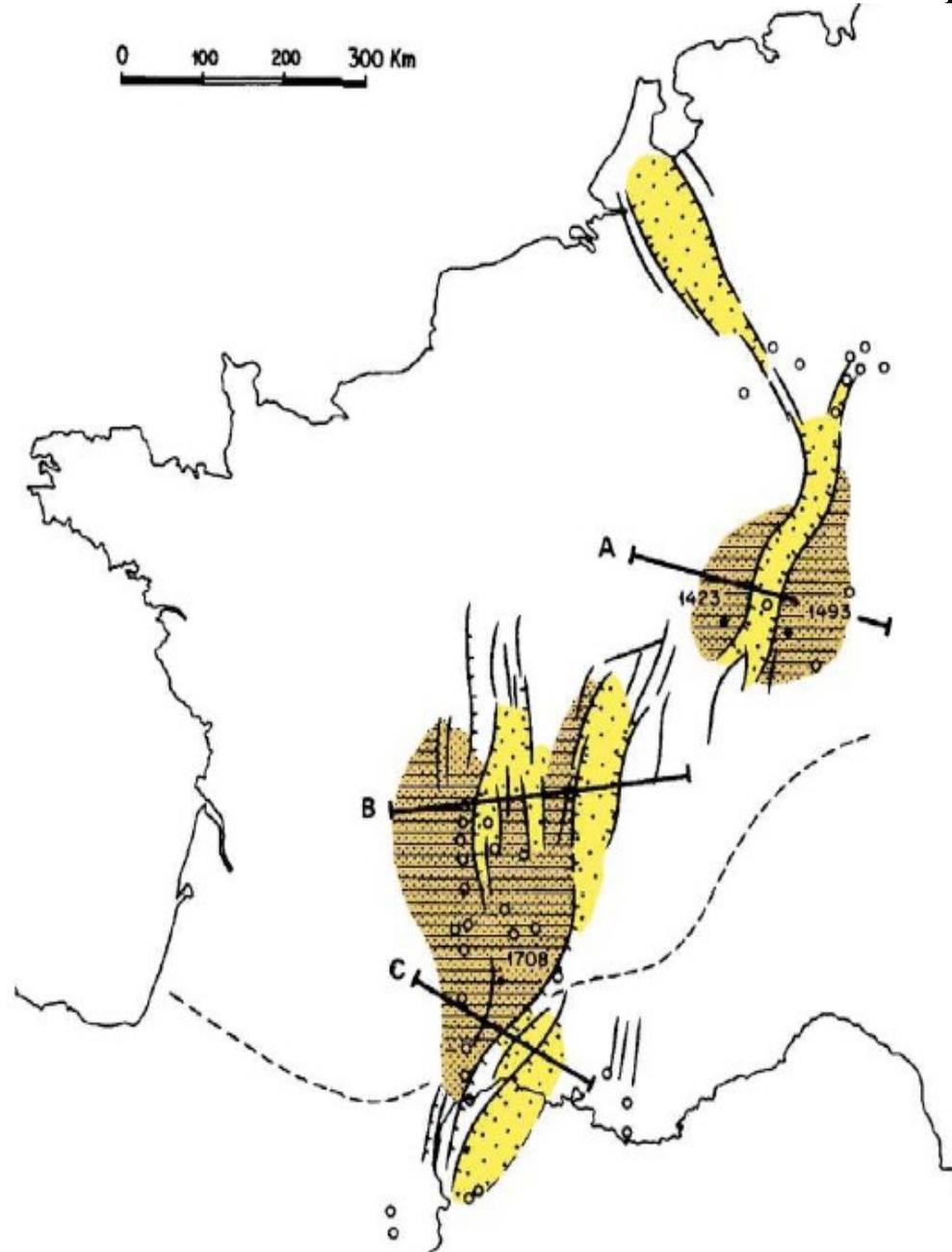
# Bassins de type « Rift » : exemples français



- Fossé du Rhin
- Fossé de la Bresse
- Limagnes
- Bassin du SE par périodes

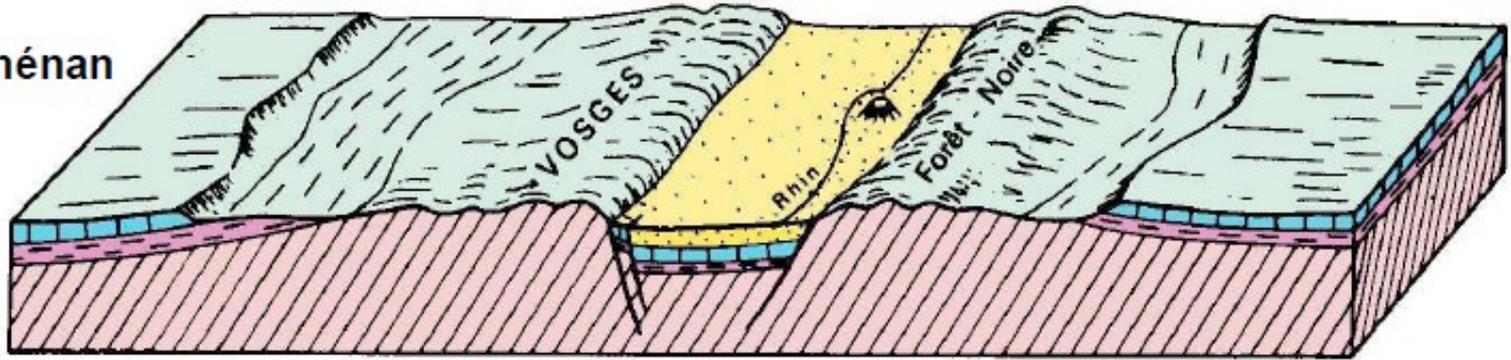
(Chantraine  
*et al.*, 1996)

# Position des fossés du rift ouest européen

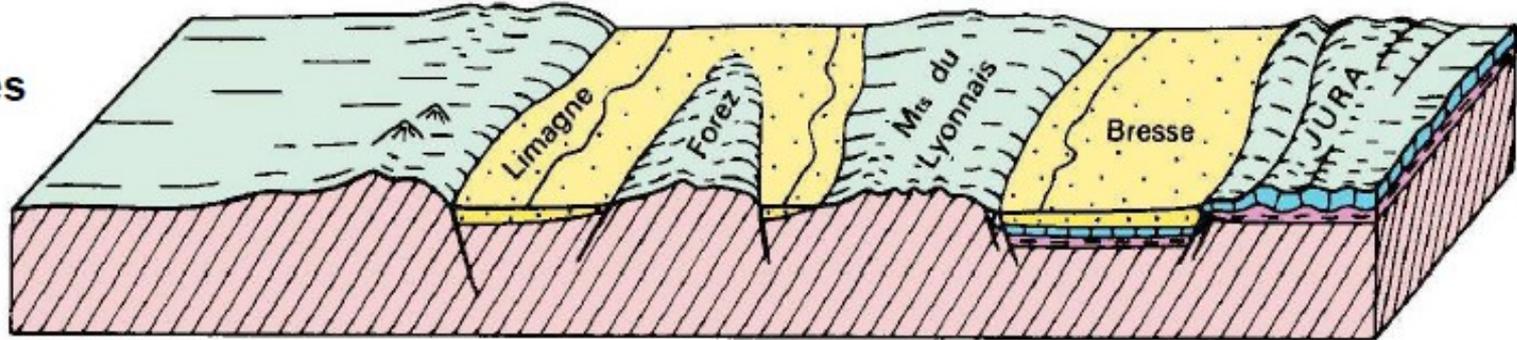


# Coupes géologiques des fossés du rift ouest-européen

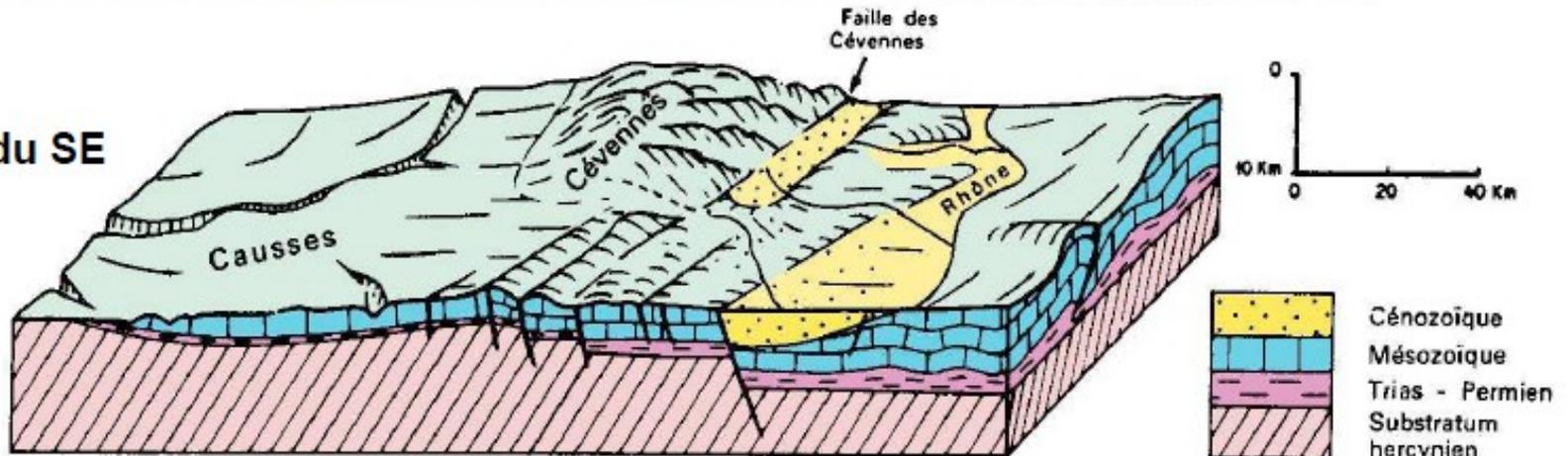
A. Fossé Rhénan



B. Limagnes

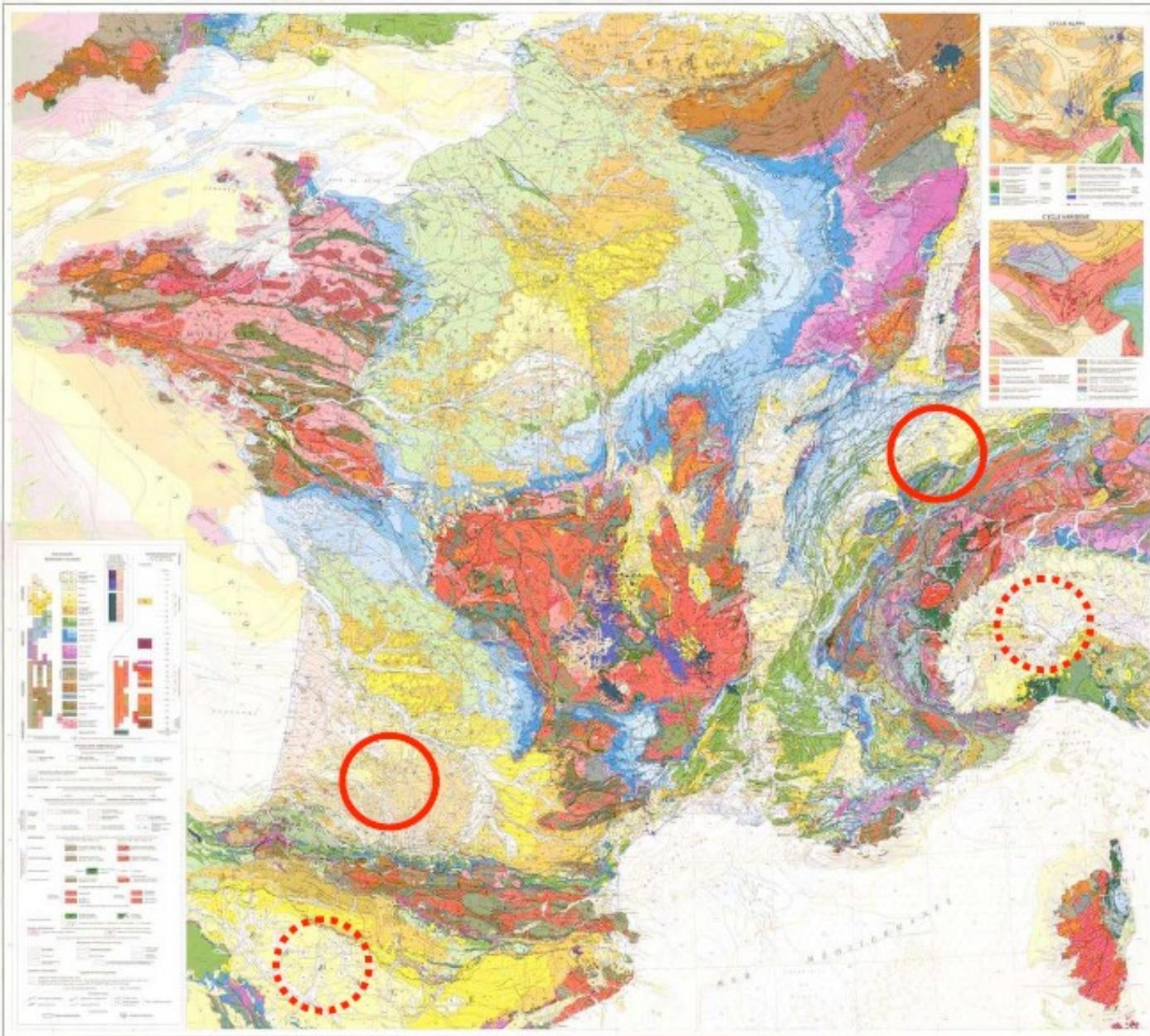


C. Bassin du SE



# Autres bassins : aulacogènes, avant pays, molassiques, ...

- Bassin d'Aquitaine
- Bassin molassique
- Bassin de l'Èbre
- Bassin du Pô

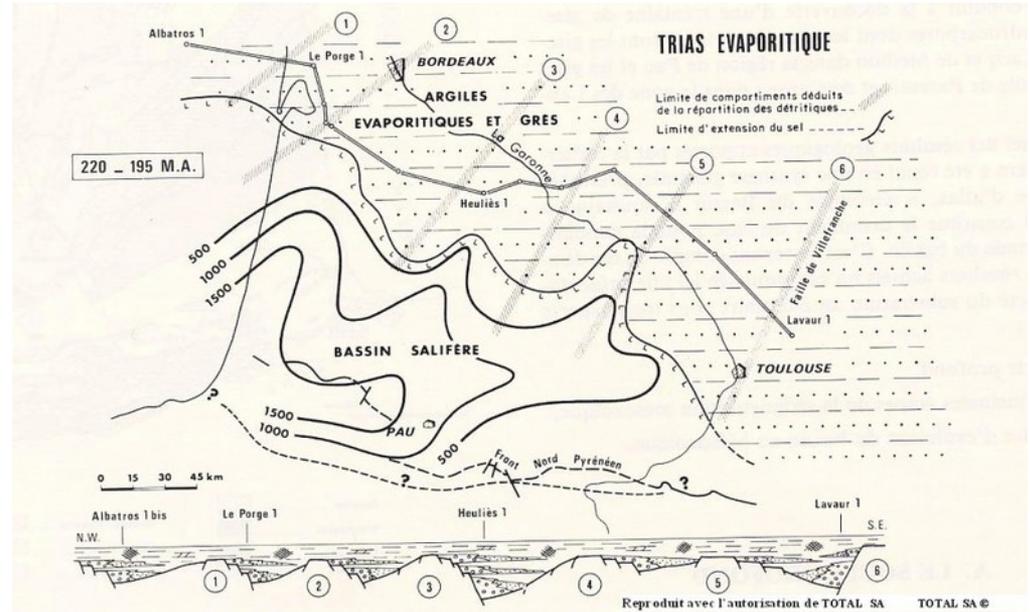
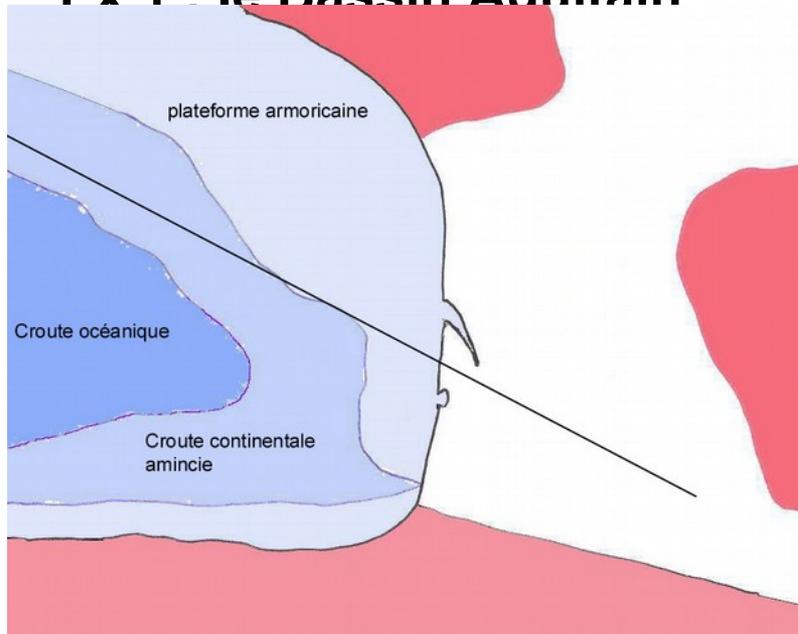


(Chantraine  
*et al.*, 1996)

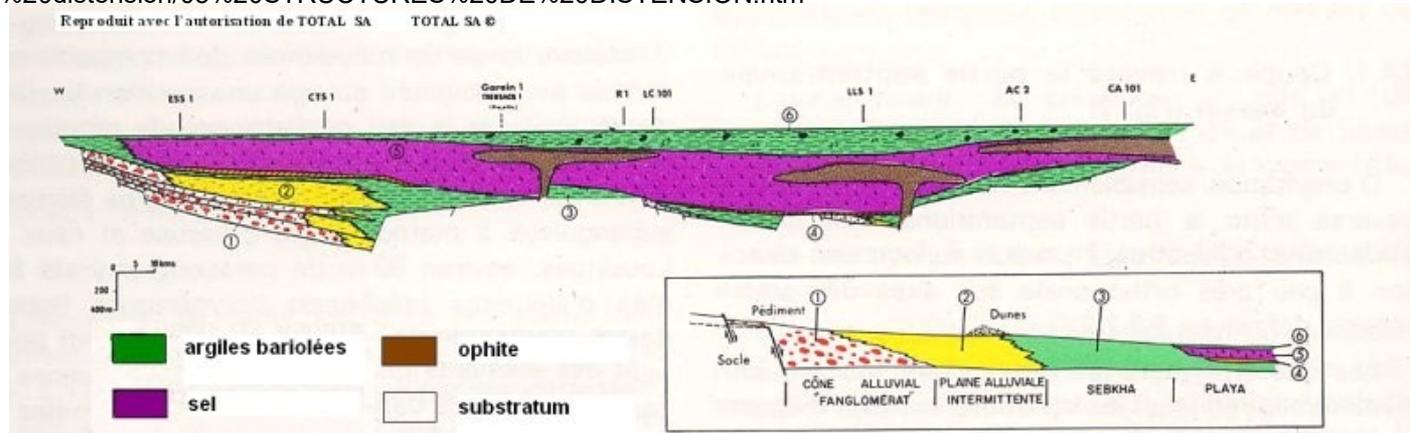
# Bassins et fossés aulacogènes

Fossé tectonique long (mégagraben) affectant un socle, et dont l'effondrement progressif a produit à cet endroit, un épaissement considérable de la couverture sédimentaire.

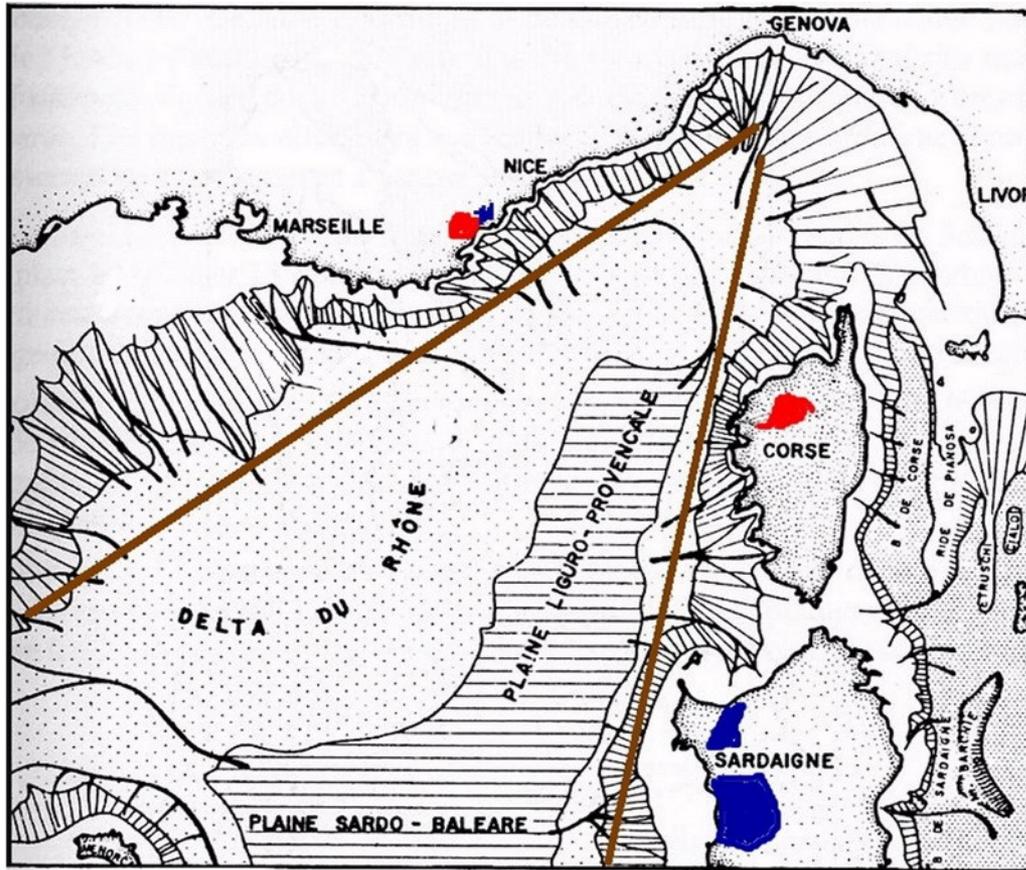
## Ex 1 : le Bassin Aquitain



<http://www.alpesgeo2003.fr/cr%20en%20salle%20structures%20de%20distension/05%20STRUCTURES%20DE%20DISTENSION.htm>



## Ex 2 : Le Bassin Liguro-Provençal

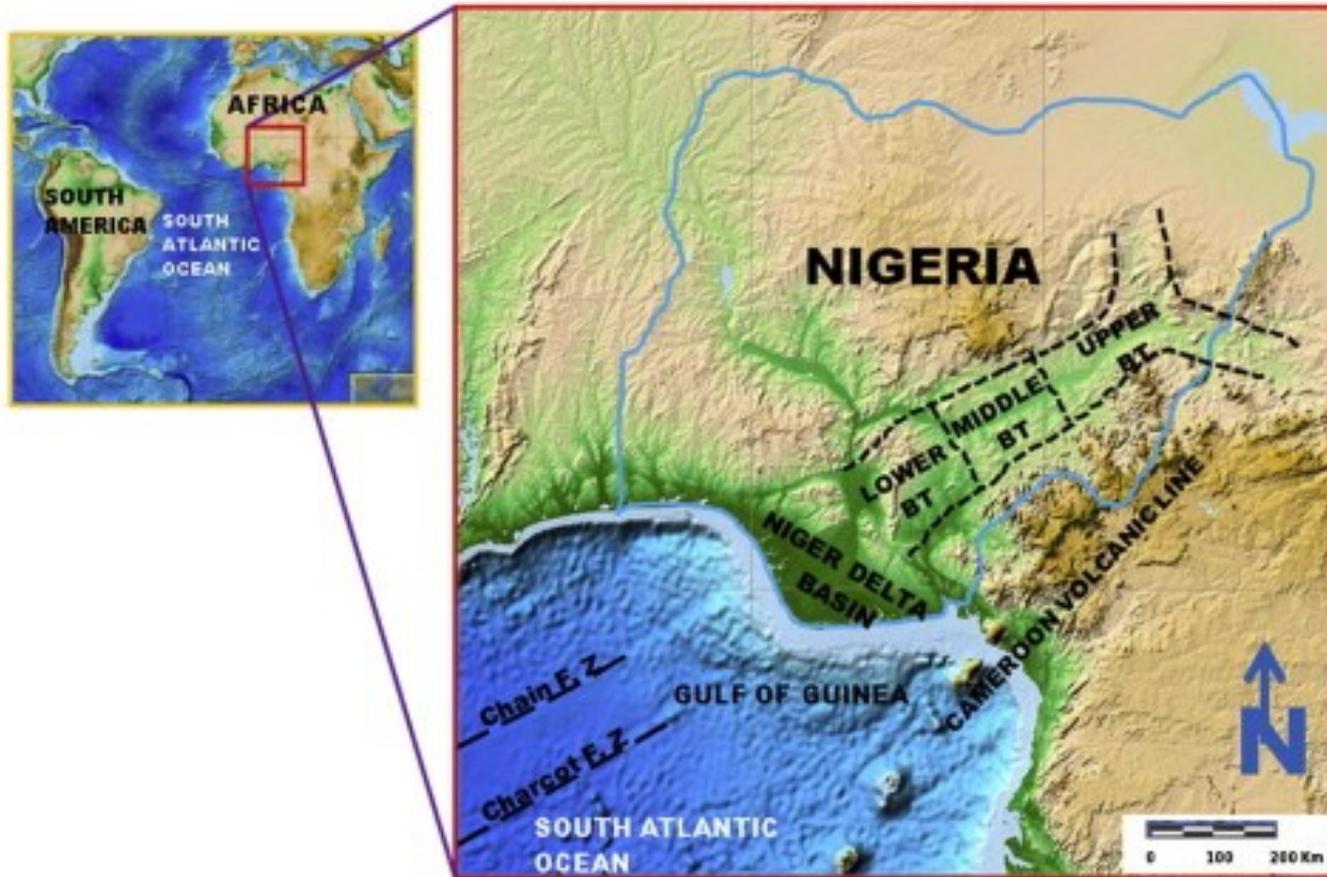


Un forage partiel et les données de sismique-réfraction montrent que les premiers sédiments y sont oligocènes à miocène inférieur. On pense donc que le bassin se serait ouvert à cette époque comme un compas dont on écarterait les deux branches. Ce qui est confirmé :

1. par des arguments stratigraphiques : même géologie sur les deux bordures,
2. par des arguments paléomagnétiques : les rhyolites permienes du Monte Cinto et de l'Estérel montrent des déclinaisons magnétiques différentes de l'ordre de  $60^\circ$  alors que ces déclinaisons sont parallèles pour les laves miocènes,

3. par des arguments volcaniques : la Sardaigne ouest montre un important volcanisme oligo-miocène, témoignant donc de la distension liée à l'ouverture du compas ligure car il lui est exactement contemporain : le volcanisme débute en effet à  $-29$  Ma (Oligocène moyen) et est maximum entre  $-20$  et  $-13$  (Miocène moyen). Or ce volcanisme est calco-alkalin alors qu'il aurait dû être alcalin sur la bordure d'un rift classique.

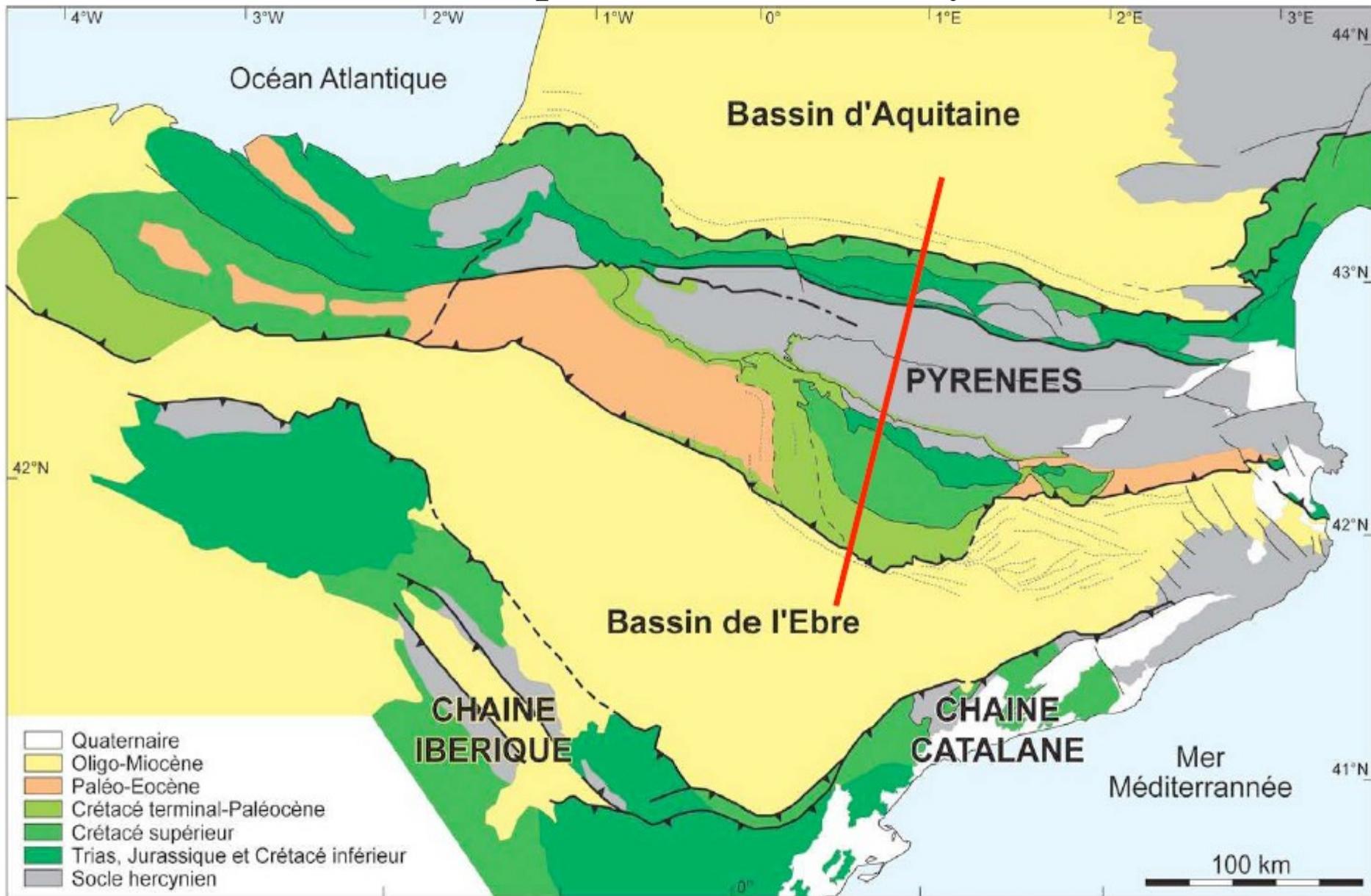
## Ex 3 : Le bassin de la Bénoué



Le fossé de la Bénoué s'est formé par une fracture lithosphérique, commencée au début du Crétacé (145 à 66 Ma).

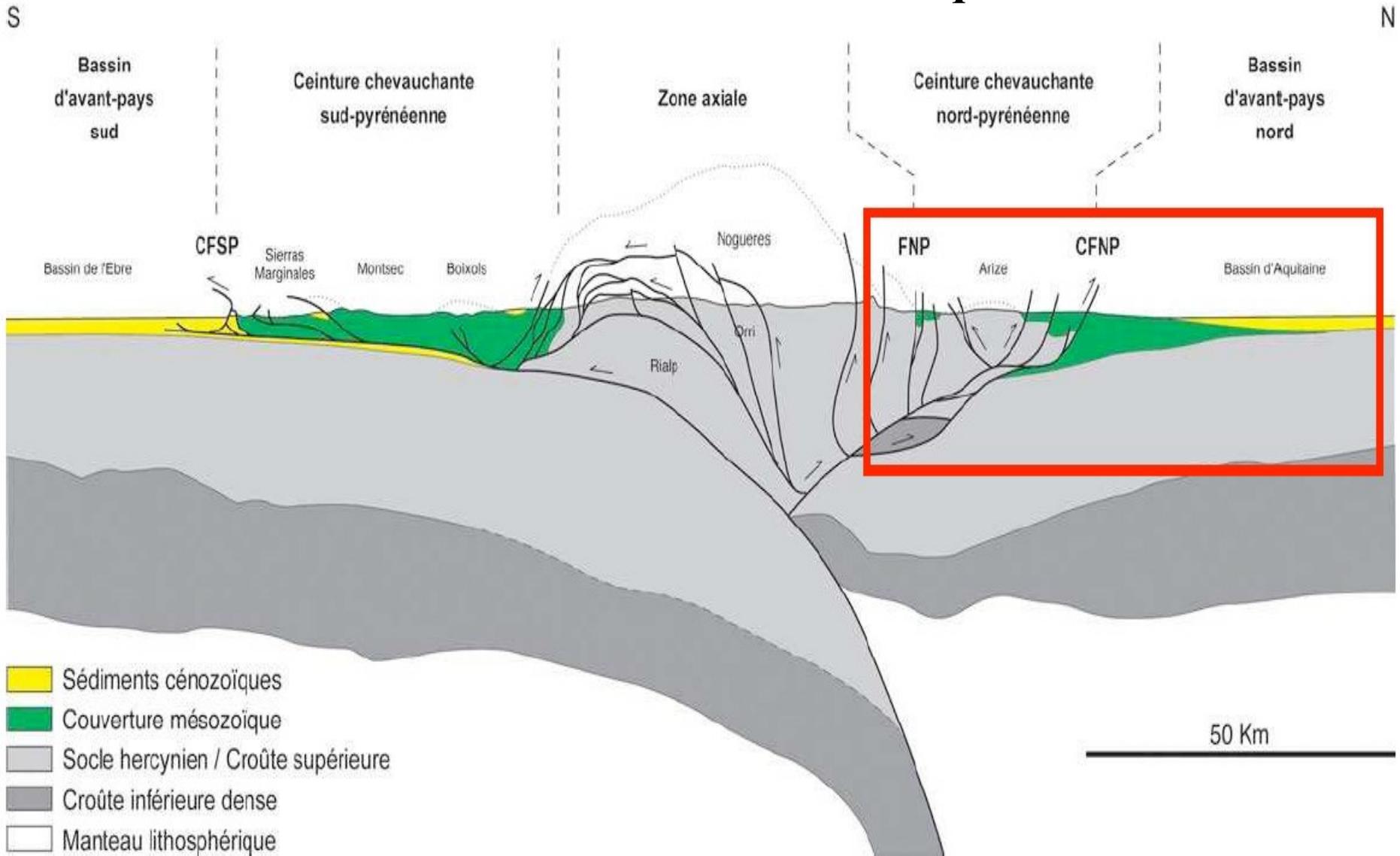


# Bassins de part et d'autre des Pyrénées



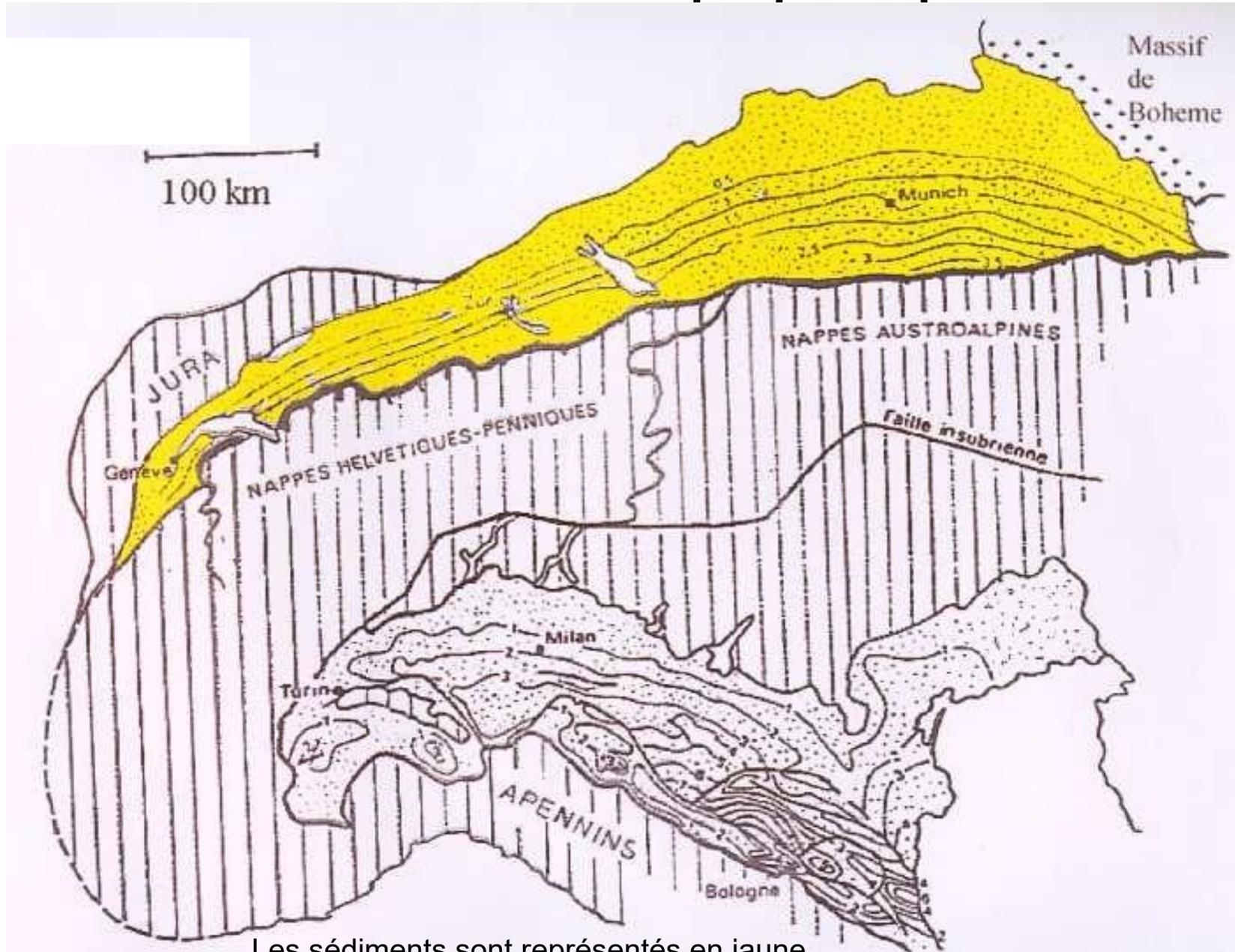
(Modifié d'après Vergès, 1999)

# Entre bassins de l'Ebre et Aquitain



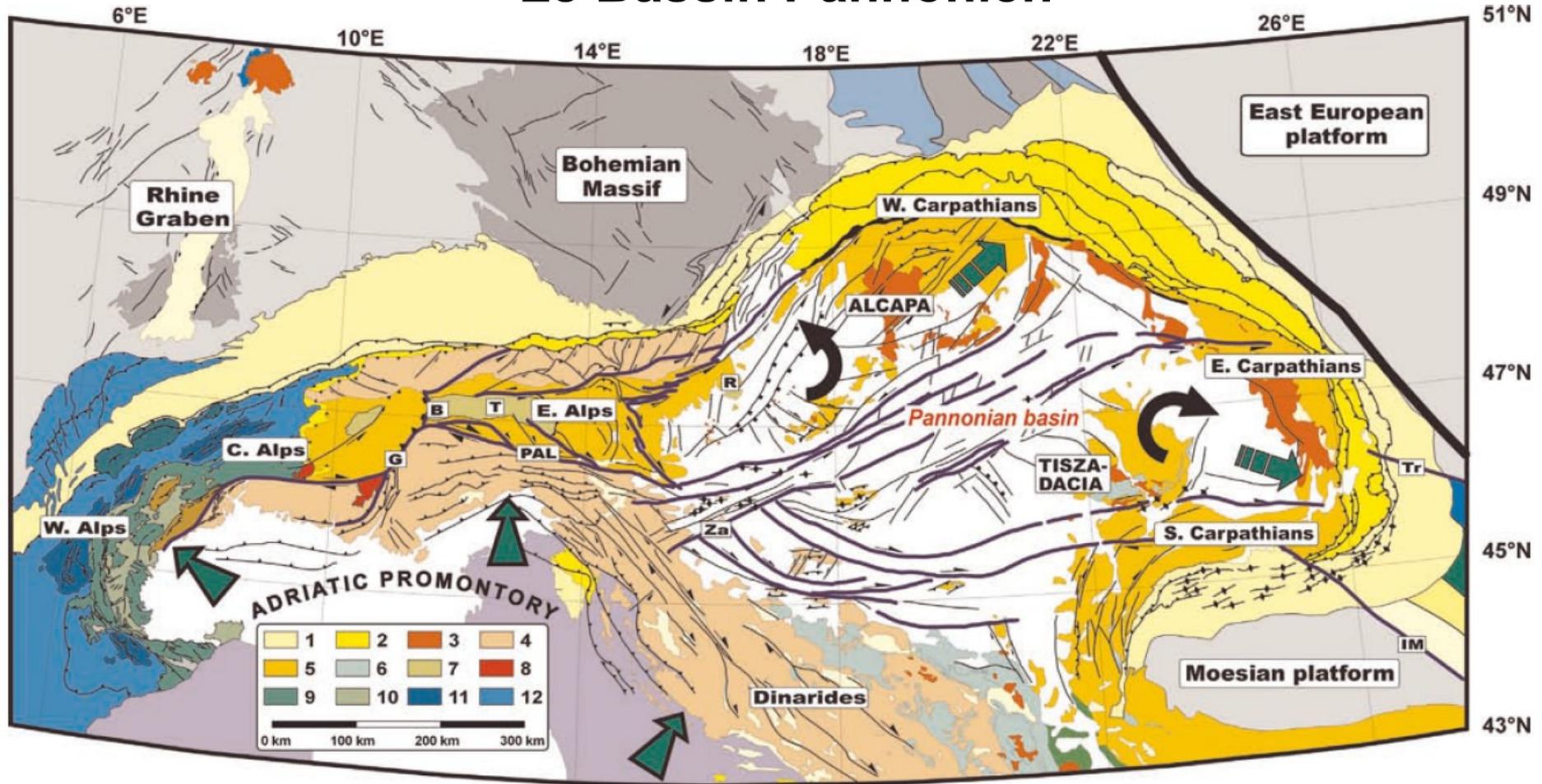
**D'épaisses couches de sédiments, pouvant être plus anciennes que les bassins d'avant pays**

# Le bassin molassique péri-alpin



Les sédiments sont représentés en jaune.

# Le Bassin Pannonien

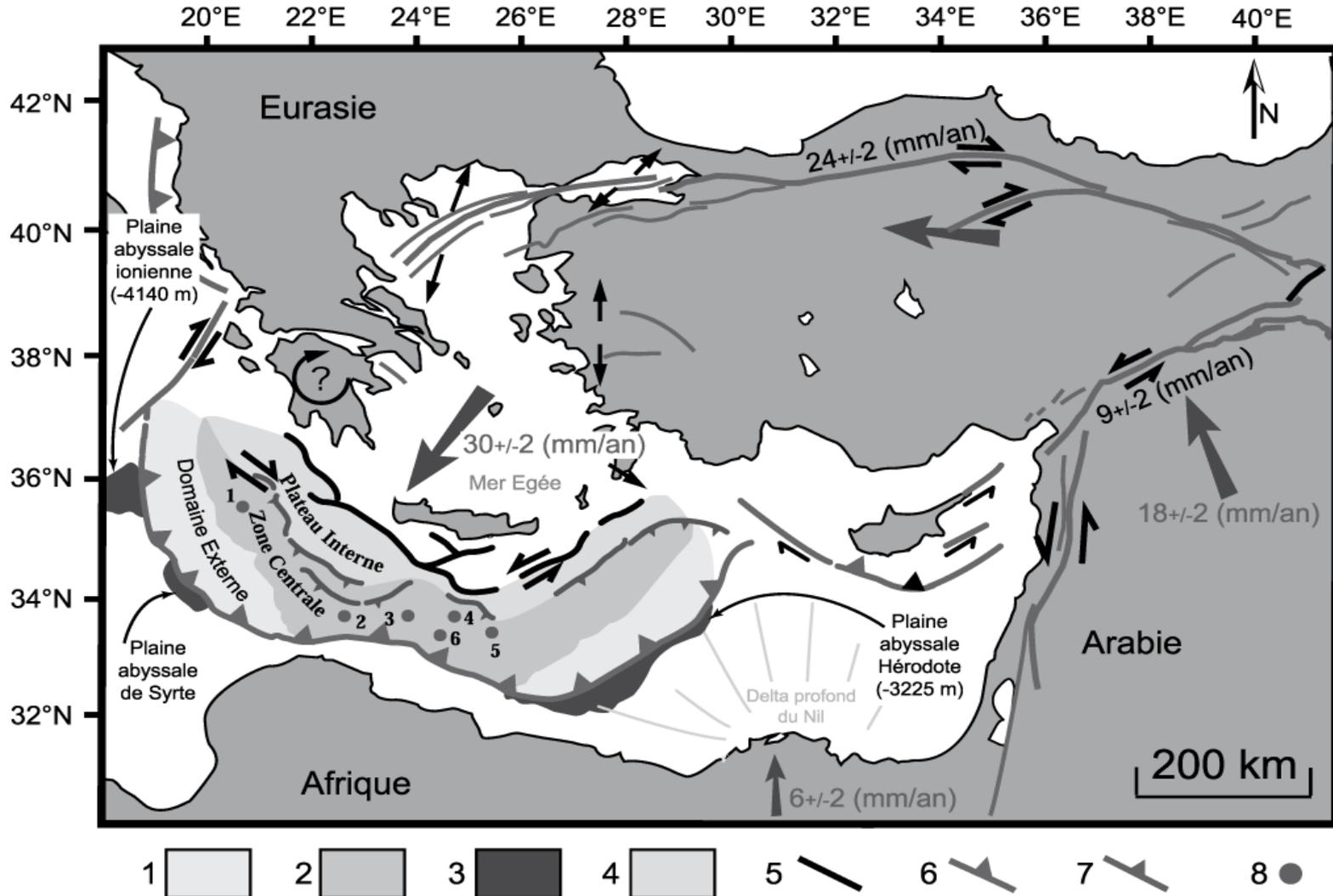


**Fig. 2.** Simplified Late Cenozoic tectonic map of the Alpine–Carpathian–Pannonian–Dinaric system (after Bada & Horváth 2001). The Adriatic promontory or microplate has been indenting and pushing the Alpine–Dinaric belt since the Cretaceous. The northern domain beneath the Pannonian Basin (ALCAPA unit) underwent a net counter-clockwise rotation of about 50–70° and was translated to the ENE, whereas the southern unit (Tisza–Dacia unit) rotated c. 100° in an opposite manner and was moving to the ESE. Green and black arrows indicate the translation and rotation, respectively, of various tectonic units. 1, Foreland (molasse) basins; 2, flysch nappes; 3, Neogene volcanic rocks; 4, Southern Alps, Dinarides and Northern Calcareous Alps; 5, pre-Tertiary units of the East Alpine–Carpathian domain and the Jura Mts; 6, Variscan basement of the European plate, and Dinaric, Vardar and Mures ophiolites; 7, Pieniny Klippen Belt; 8, Oligocene tonalites; 9, Penninic basement; 10, Penninic cover; 11, Helvetic basement; 12, Helvetic cover. T, Tauern window; R, Rechnitz window; PAL, Periadriatic lineament (PAL); G, Giudicarie fault; B, Brenner fault; T, Tauern window; R, Rechnitz window; PAL, Periadriatic lineament (PAL); G, Giudicarie fault; Za, Zagrab fault; B, Brenner fault; Tr, Trotsuş fault; IM, Intramoesian fault.

# Le Bassin Egéen

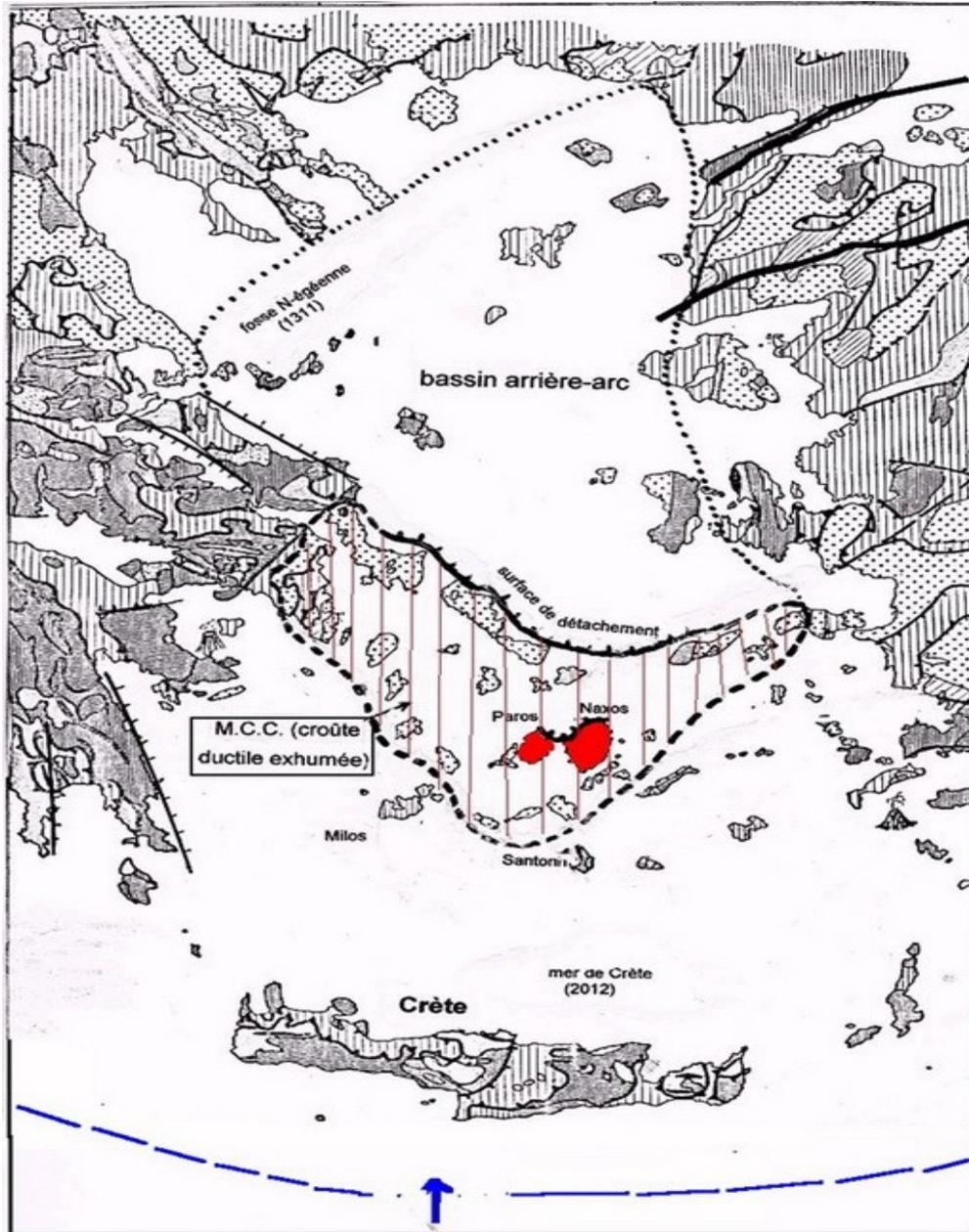
## Contexte cinématique et tectonique de la Méditerranée orientale

(modifié d'après Huguen et al., 2004 ; Mc Clusky et al., 2000 ; Chaumillon and Mascle, 1996 ; Robertson et al., 1996 ; Cronin et al., 1997 ; Le Pichon et al., 1995).



Les mouvements des principales plaques sont indiqués, par rapport à l'Eurasie considérée comme stable.

# Le Bassin Egéen

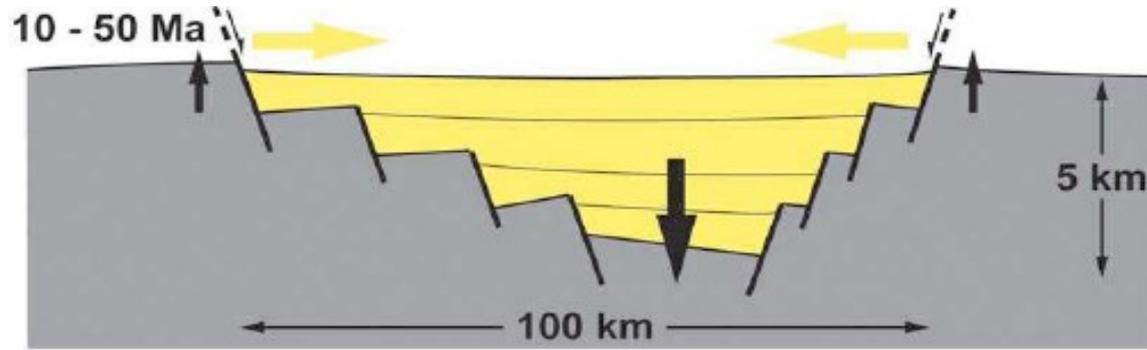


La mer Egée est une véritable mosaïque de blocs et de fossés scellés par des sédiments dont les premiers sont miocène inférieur (23 à 16 MA).

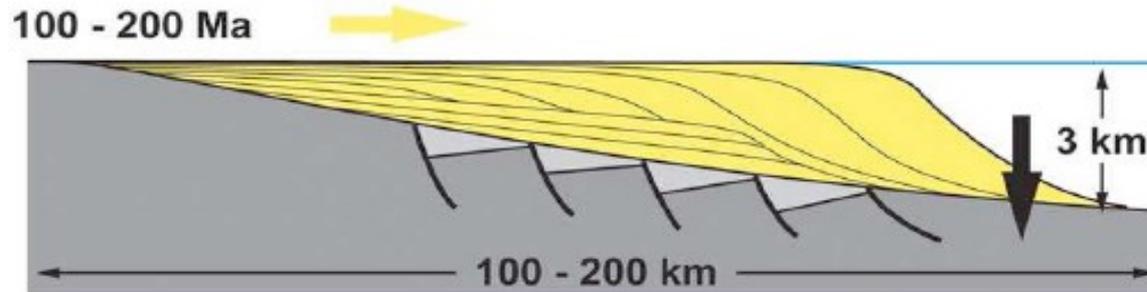
Sa profondeur reste modeste et nulle part n'affleure de croûte océanique.

Elle représente un bassin arrière-arc lié à la subduction du domaine océanique de la Méditerranée orientale sous la Crète.

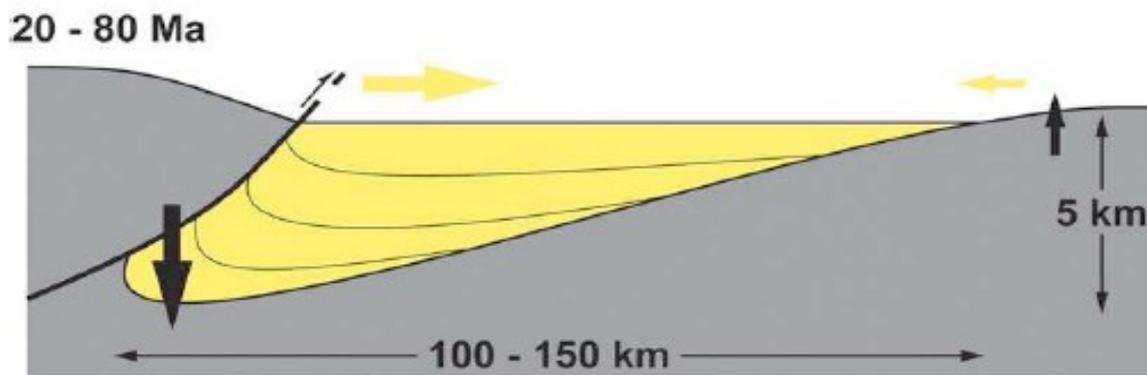
# Échelles caractéristiques des différents types de bassins



**Bassins extensifs :  
Rifts**



**Bassins extensifs :  
Marges passives**



**Bassins compressifs :  
Bassins flexuraux (d'  
avant-pays)**

(Nalpas, 2002)

# Vitesses de subsidence de différents types de bassins

Vitesse de subsidence (m/Ma)

0,5 1 5 10 50 100 500 1000

