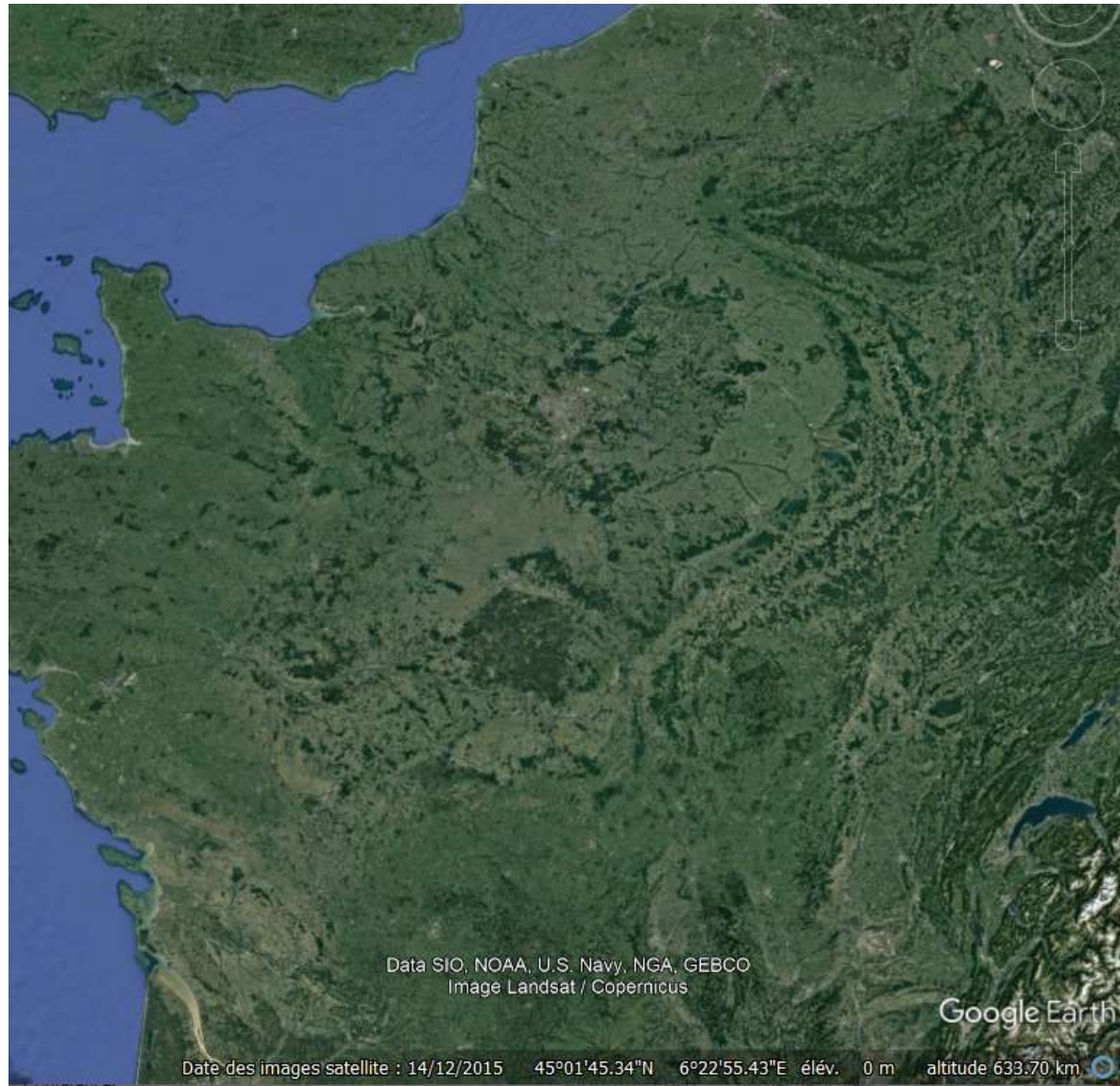
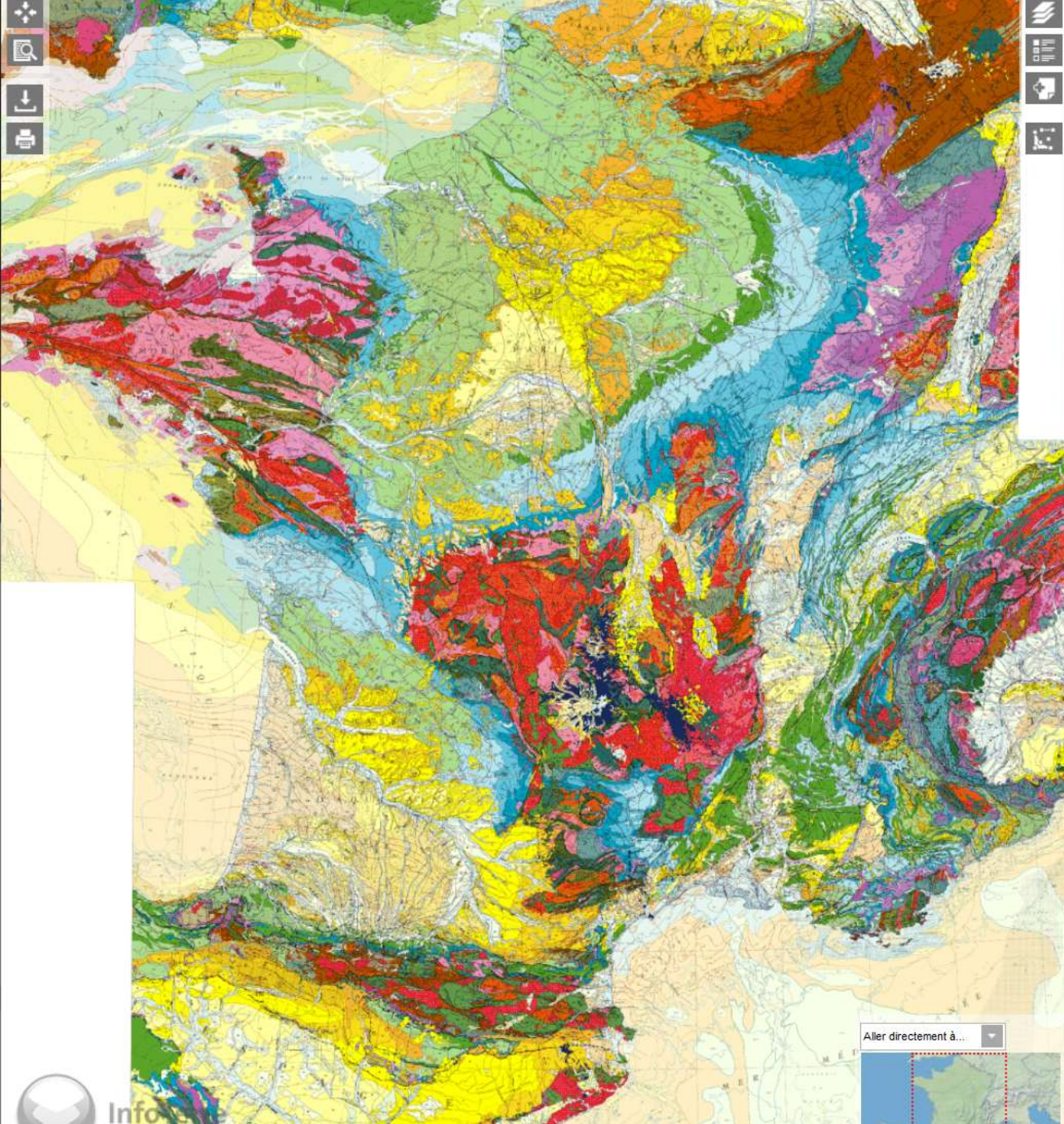


TP 26 : Le phénomène sédimentaire 3

La dynamique des bassins sédimentaires





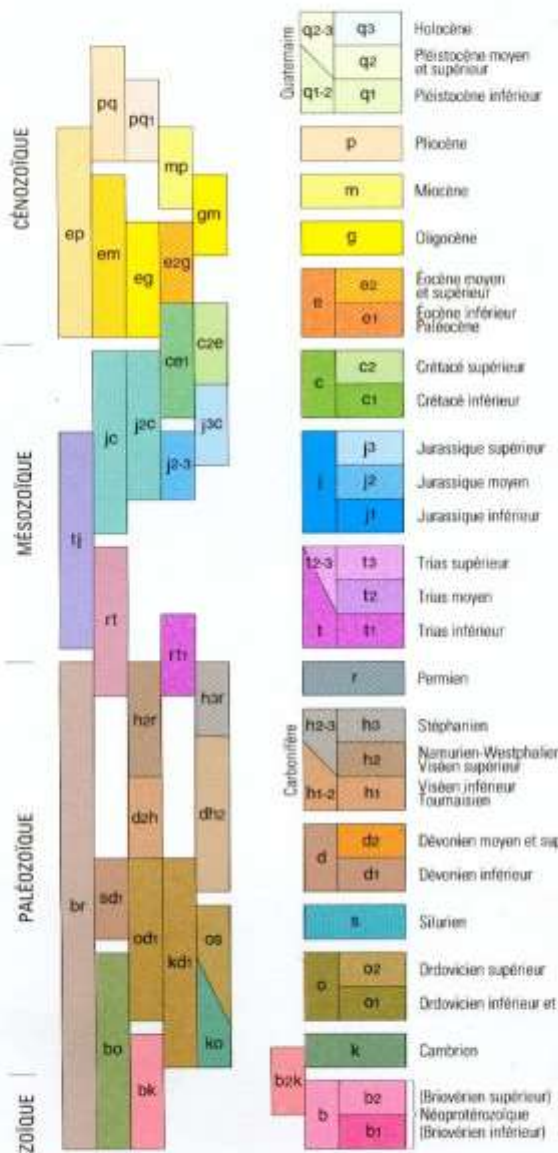
Carte géologique de France au millionième

STRATIGRAPHIE
SÉDIMENTAIRE ET VOLCANISME

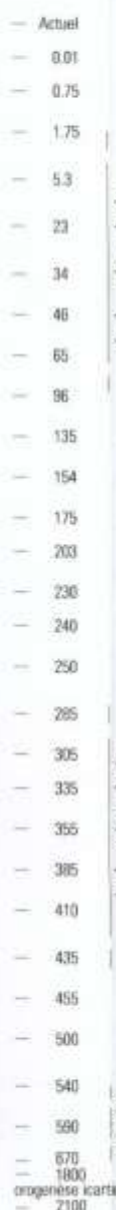
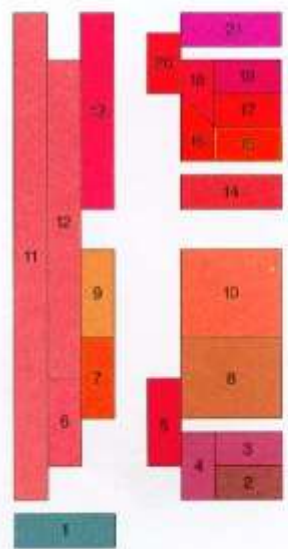
RADIOCHRONOLOGIE
(en millions d'années)
G. S. Doin 1994, modifié

VOLCANISME ASSOCIÉ AUX RIFTS PÉRI-ALPINS
basaltites, harauites, téphrites, mugéarites, trachytes, phonolites

PLUTONISME



ORTHOGNEISS



N. B. Pour les Pyrénées l'Albien sup. est intégré dans le caisson c2

• 3705 br Sondage avec indication de la profondeur (en mètres) et du niveau atteint

Extrait de la légende de la carte de France au millionième

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

(figurées par des surcharges sur les couleurs)

SÉDIMENTAIRE

Faciès spéciaux du Quaternaire



Dunes et cordons littoraux



Sables des Landes (sur substrat éocène)



Dépôts fluvio-marins (du domaine émergé)



Dépôts glaciaires moraines

Autres Faciès à spécificité régionale



Dépôts marins : Sables de Fontainebleau (f) et Pliocène (pl) du pourtour méditerranéen



Dépôts continentaux (k et o) du Massif armoricain et fluvio-lacustres (m) des bassins de Paris et d'Aquitaine



Flyschs varisques et alpins (f flysch à blocs, mégaturbidites, complexes chaotiques)



Faciès urgonien (c) du bassin subalpin

MÉTAMORPHISME

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

Age :



cadomien



méso-varisque



néo-varisque



alpin

Metamorphisme permotriassique de la marge sud-alpine

Metamorphisme léontin, oligocène supérieur à miocène inférieur

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

Faciès néo-varisque est pris comme exemple

de basse et moyenne pression



Faciès schiste vert en domaine de nappes



Faciès amphibolite (paragneiss, orthogneiss)



Zones anatectiques (magmatites)



Faciès granulite de basse pression

de haute pression



Faciès schiste bleu de basse température



Faciès éciogite (et schiste bleu de haute température)



1 : Relique éo-varisque éciogite

2 : Relique éo-alpine à coésite

MAGMATISME

Les caractères magmatiques des terrains sont symbolisés par des figurés dont la couleur indique la nature chimique

Volcanisme acide : bleu ; basique : vert

Plutonisme acide : blanc ; basique : noir

Volcanisme

tholéitique à calco-alcalin (basaltes, andésites, rhyolites)

Plutonisme

tholéitique à calco-alcalin (gabbros, tonalites, granites)

de marge active

Volcanisme

tholéitique à peralcalin (basaltes, dacites, rhyolites)

Plutonisme

tholéitique à peralcalin (gabbros, monzonites, granites)

d'extension continentale

Ophiolites

Gabbros, basaltes
Péridotites

Plutonisme

(sauf granitoïdes)

d'accrétion océanique

Volcanisme

calco-alcalin à alcalin (basaltes à rhyolites)

Plutonisme

1 : microgranites indifférenciés
2 : gabbros, diorites, tonalites

d'orogène de collision

Granitoïdes des orogènes de collision

Granitoïdes peralumineux



Leucogranites



Granites et granodiorites

Granitoïdes calco-alcalins



subalpins potassiques



calco-alcalins stricto sensu

1 : Avec indication d'une foliation syn-à post-mise en place

MARGE CONTINENTALE

Les terrains sont figurés avec leur "couleur chronologique" attendue ; s'y ajoutent les terrains suivants :



Complexe métamorphique indifférencié



Substratum anté-pliocène indifférencié

N. B. Les tailles et les figurés du métamorphisme et du magmatisme sont portés en teinte grise

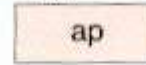
Extrait de la légende de la carte de France au millionième

MARGE CONTINENTALE

Les terrains sont figurés avec leur "couleur chronologique" atténuée ; s'y ajoutent les terrains suivants :



Complexe métamorphique indifférencié



Substratum anté-pliocène indifférencié

N. B. Les failles et les figurés du métamorphisme et du magmatisme sont portés en teinte grise

Morphologies et structures sous-marines



Bancs sableux



Cicatrices d'arrachement



Paléo-chenaux sous-marins



Dômes de sel



Masses glissées



Éventails sous-marins



Limite d'extension du sel messinien



Extension sous couverture de la croûte océanique (1) et de la croûte transitionnelle (2) en Méditerranée

ÉLÉMENTS STRUCTURAUX

Isobathes et structures profondes



Isobathes de la base du Pliocène : bassin du Pô



Isobathes de la base du Cénozoïque : fossé rhénan, bassins péri-alpins, bassin sous-pyrénéen, bassin de l'Èbre et golfe du Lion



Isobathes du toit du socle : bassin subalpin, bassins de Paris et d'Aquitaine, Manche, golfe de Gascogne



Discontinuités géophysiques



Diapirs et rides salifères

Accidents et failles



Faille normale, détachement



Faille inverse, chevauchement



Accident décrochant



Accident indifférencié



Accident majeur



Accident important



Accident mineur

Tirés : accidents masqué

Autres structures



Caldeira volcanique probable



Impactite de Rochechouart

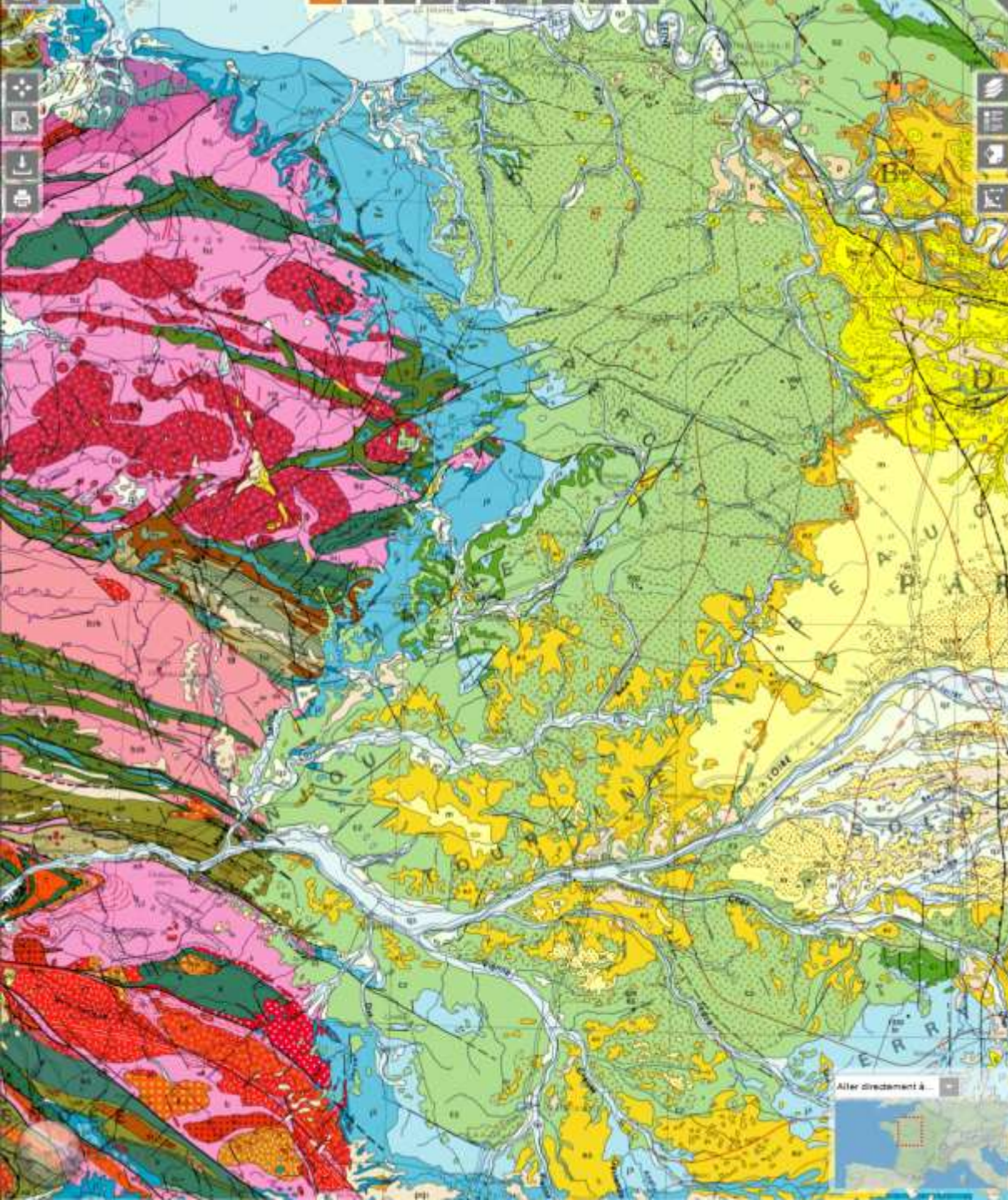
Extrait de la légende de la carte de France au millionième

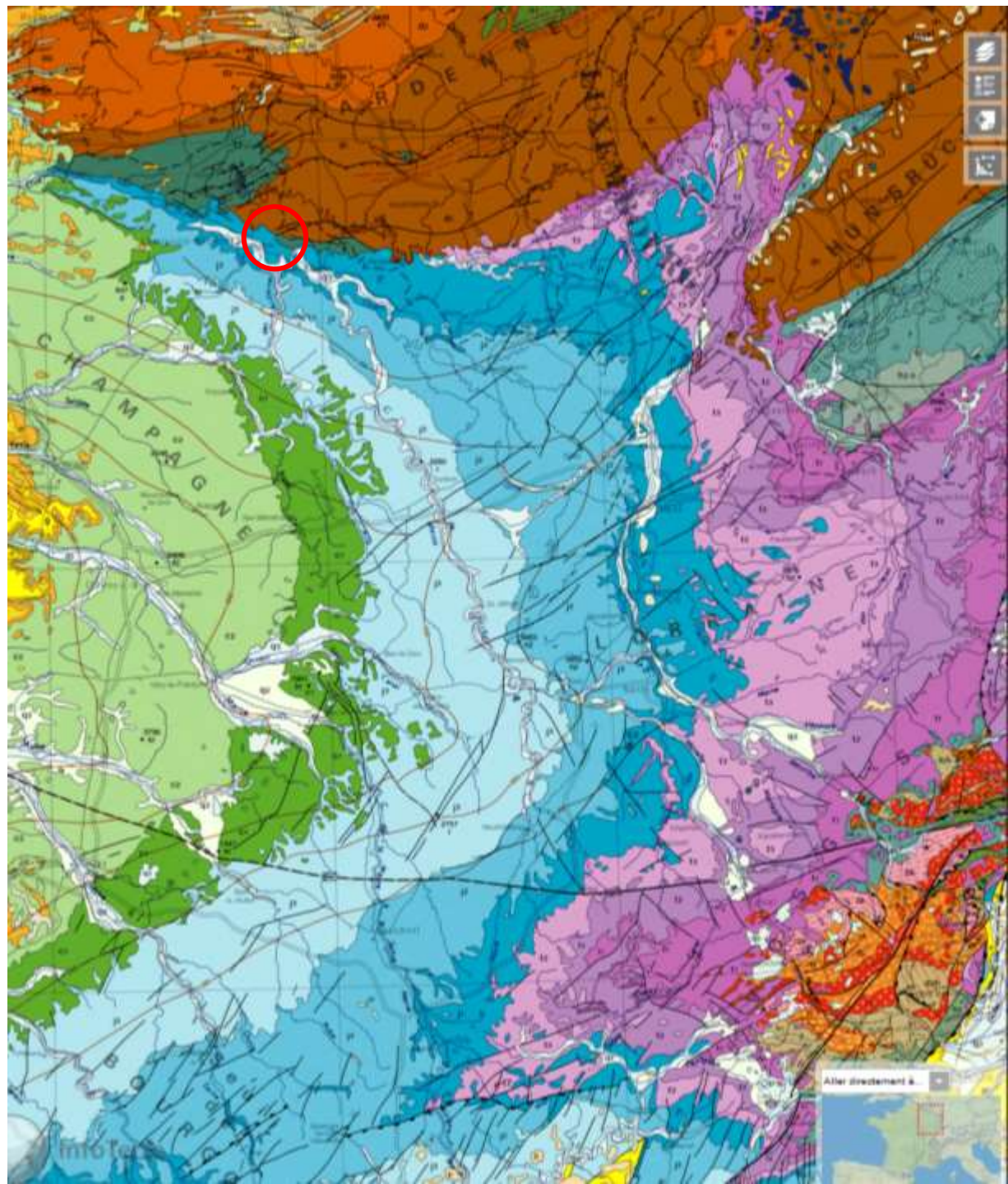


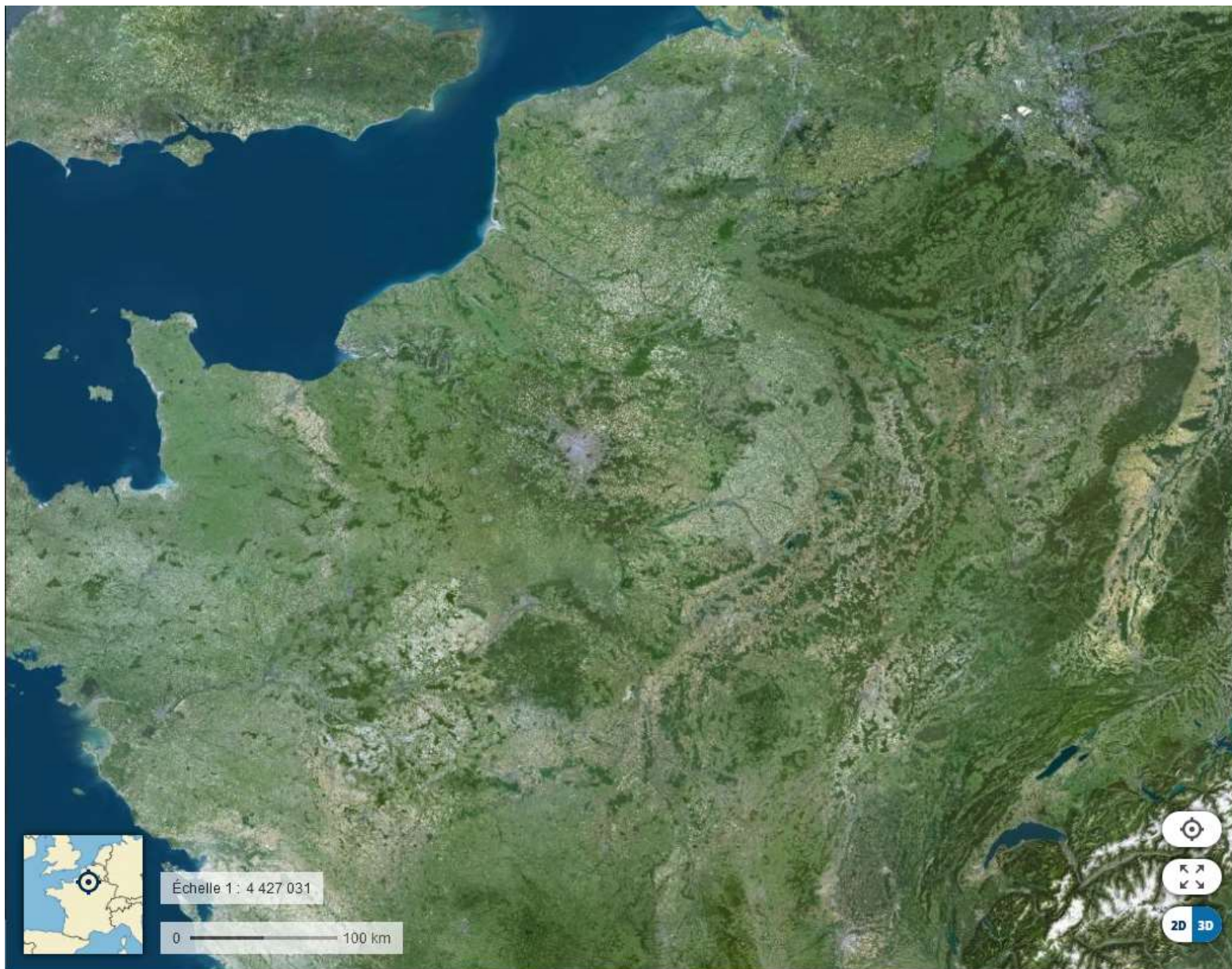
Topographie de la France métropolitaine

(© Eric Gaba – Wikimedia Commons user : Sting).









OUEST

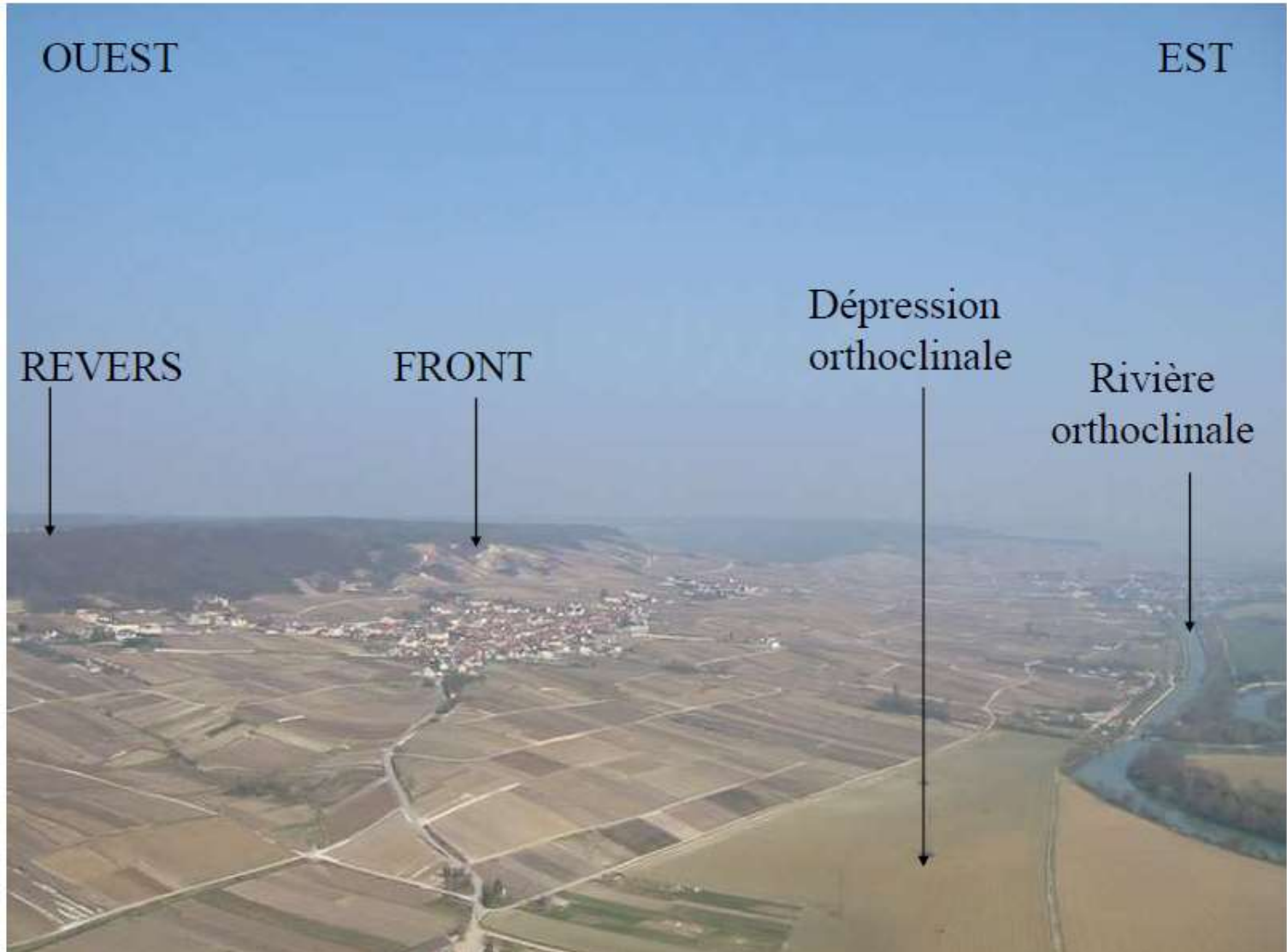
EST

REVERS

FRONT

Dépression
orthoclinale

Rivière
orthoclinale



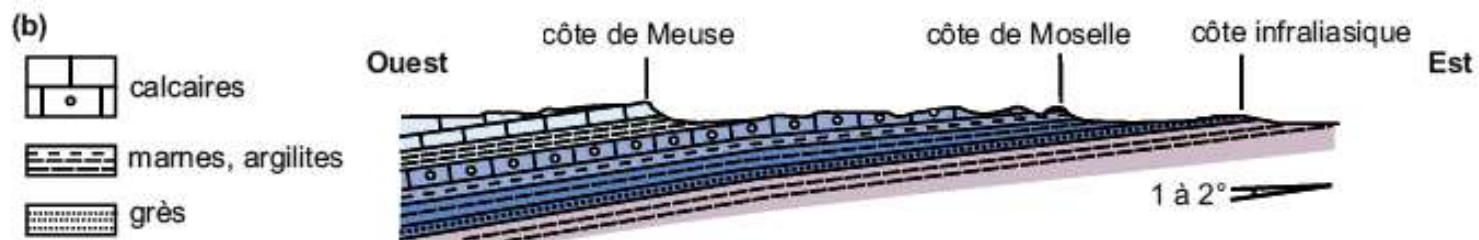
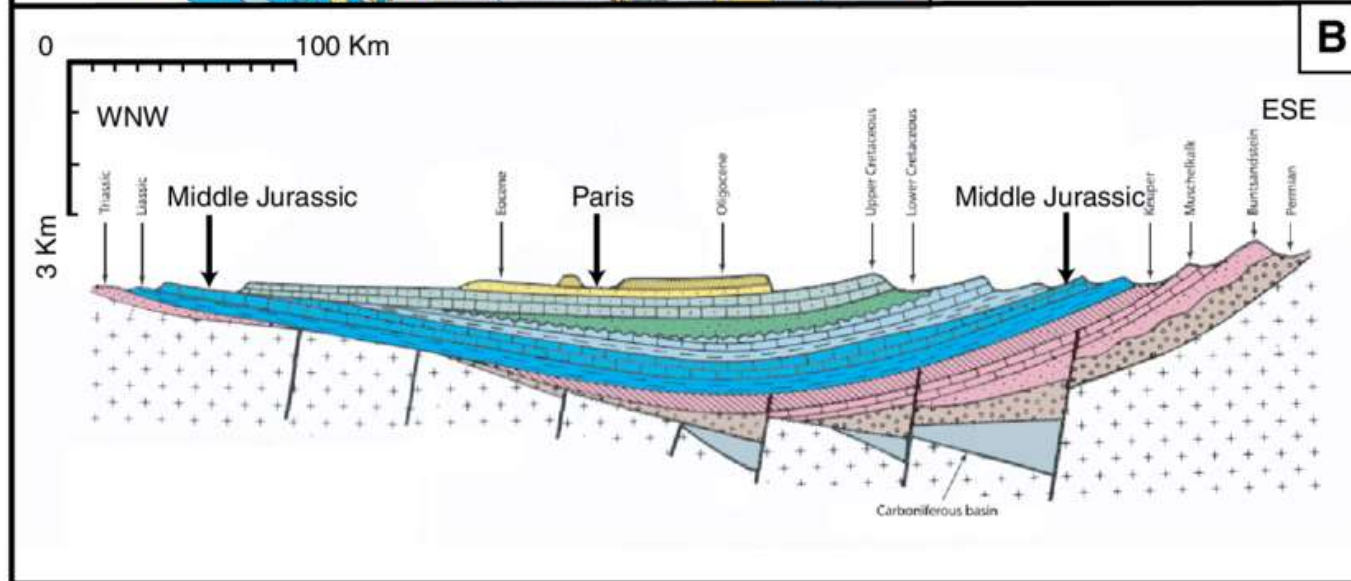


FIGURE 16.13 (a) Architecture du Bassin parisien selon une coupe est-ouest (d'après Le Bassin parisien - AGBP – 2014) ; (b) le relief structural en cuestas de la bordure orientale (secteur délimité sur (a)).



Carte géologique simplifiée du Bassin parisien

https://www.researchgate.net/figure/A-Geological-map-of-the-Paris-basin-France-with-the-location-of-the-studied-cores_fig16_328730367



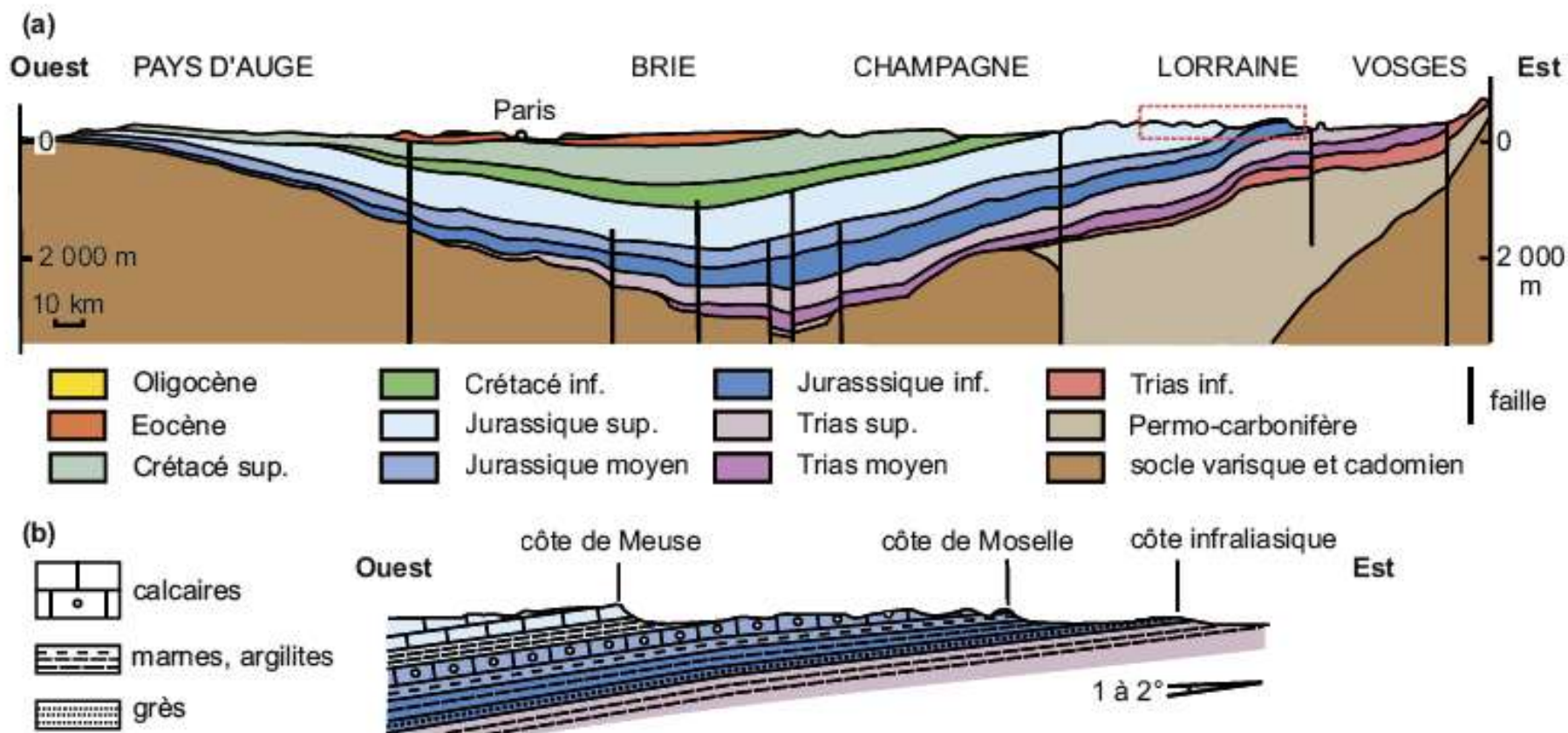
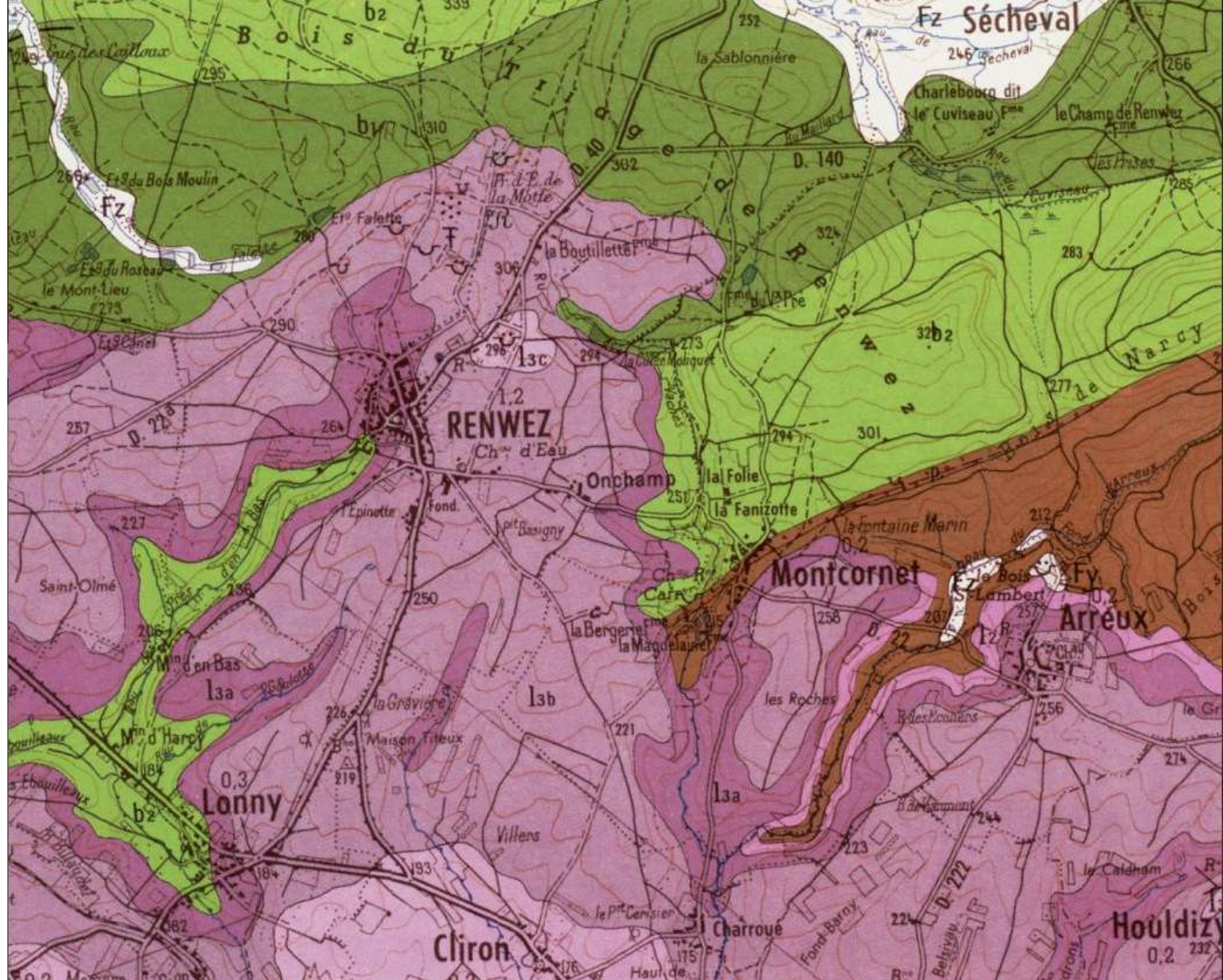
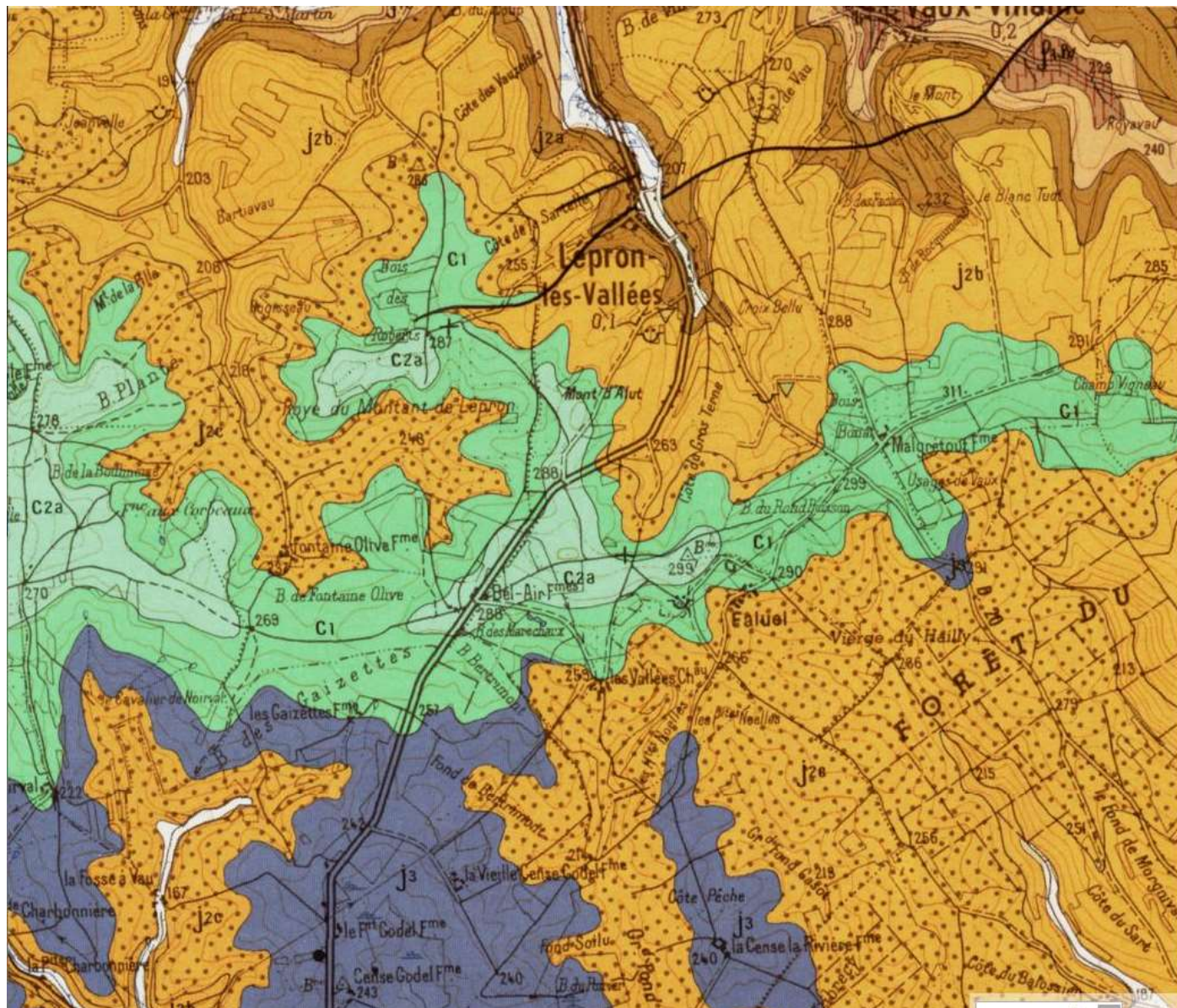


FIGURE 16.13 (a) Architecture du Bassin parisien selon une coupe est-ouest (d'après Le Bassin parisien - AGBP – 2014) ; (b) le relief structural en cuestas de la bordure orientale (secteur délimité sur (a)).



Extrait de la carte géologique de Renwez au 1/50 000 secteur Nord-Est

l_{3c} : marnes phosphatées à ammonites ; l_{3b} : marnes sableuses à ammonites, huîtres et pectens ; l_{3a} : grès calcaires et lumachelles (sables coquilliers) ; l_2 : conglomérat de base puis grès calcaire et lumachelles ; d_{1a} - d_{1b} : schistes du Dévonien ; b_2 - b_1 quartzites et schistes du Cambrien.



Extrait de la carte géologique de Renwez au 1/50 000 secteur Nord-Est

C_{2a} : marnes à ammonites ; C_1 : sables verts, localement consolidés en grès, riches en spicules d'éponges ; j_3 : marnes à ammonites ; j_{2c} : calcaires oolithiques ; j_{2b} : calcaires riches en Lamellibranches et Gastéropodes, avec récifs isolés ; j_{2a} : calcaires oolithiques.

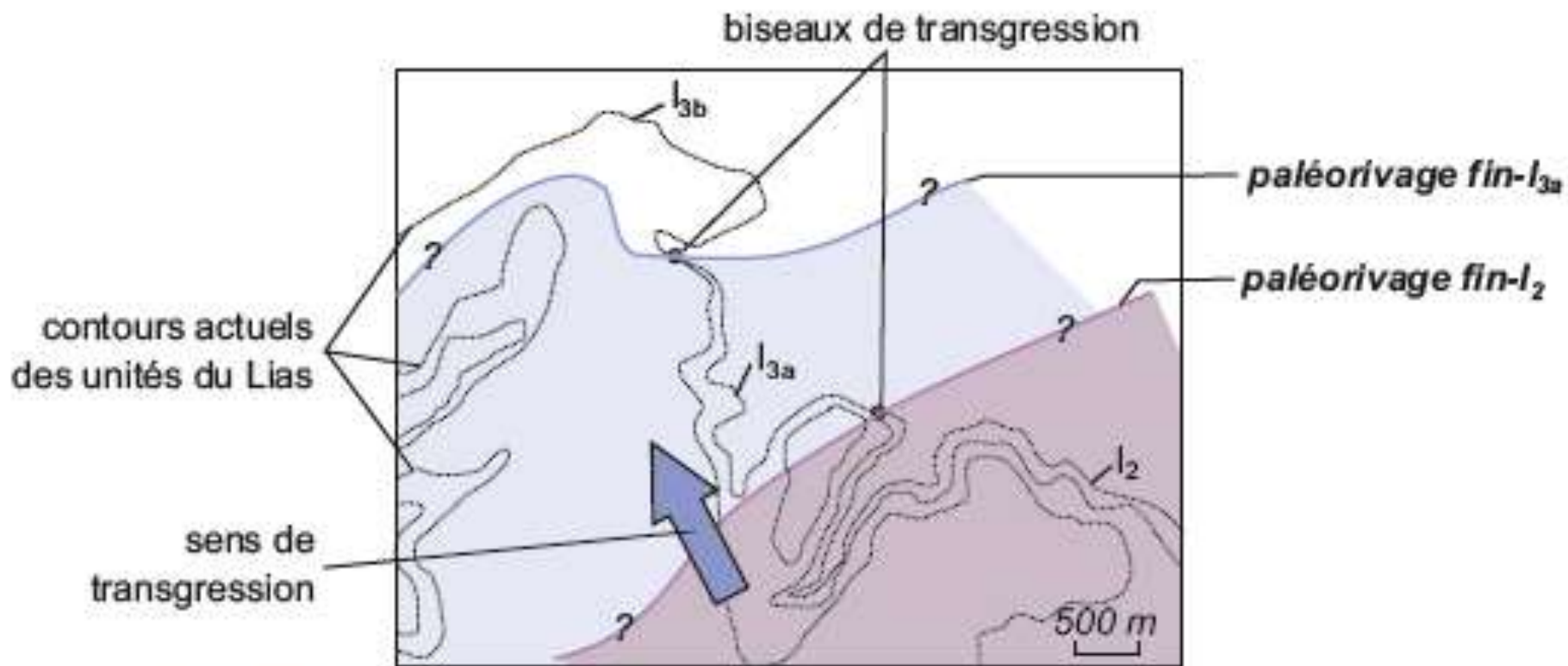
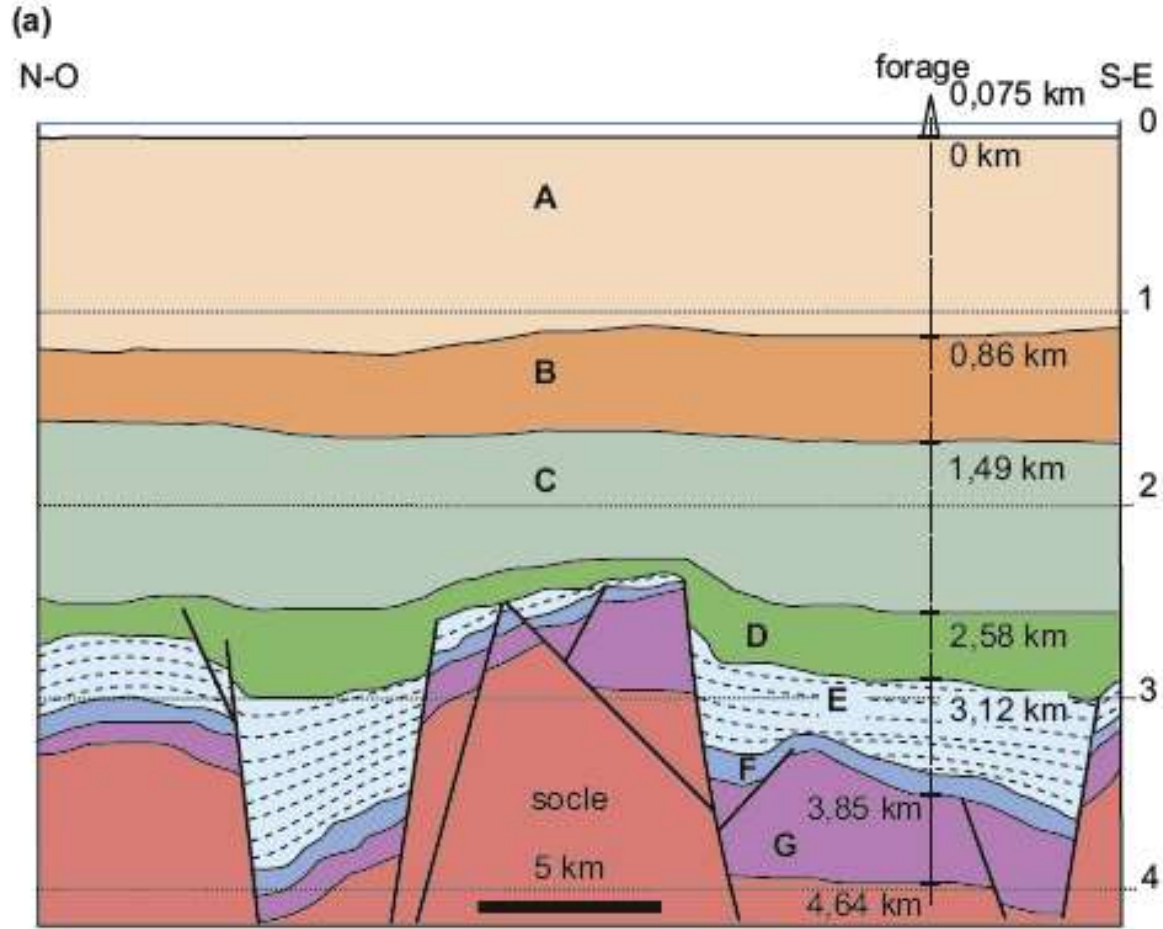
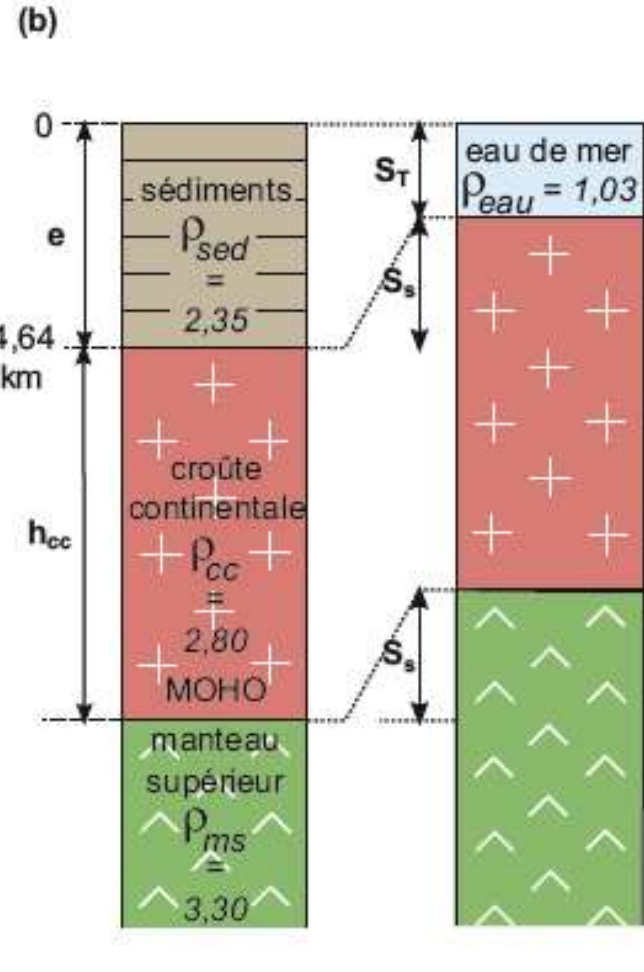


FIGURE TP5.9 Transgression de la mer dans la région de Renwez au Jurassique inférieur (Lias).

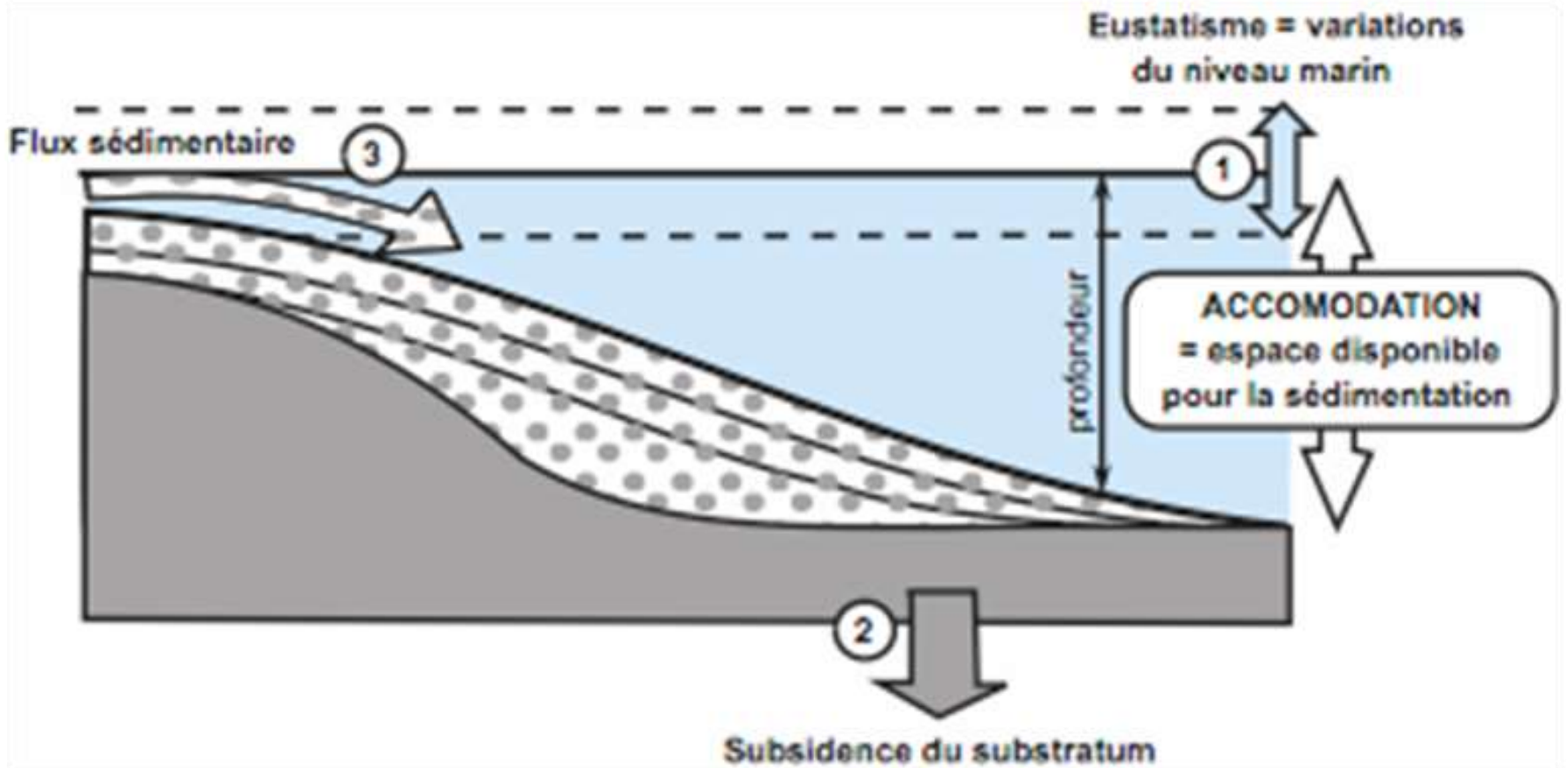


- A : Eocène sup. - actuel
 B : Paléocène - Eocène moyen
 C : Crétacé supérieur
 D : Crétacé inférieur
 E : Jurassique supérieur
 F : Jurassique inf. et moyen
 G : Trias moyen et supérieur



(a) Architecture de la portion centrale de la mer du Nord déduite d'une ligne sismique.

(b) Principe d'isostasie appliqué au calcul des composantes de la subsidence.



Les paramètres qui contrôlent la géométrie des dépôts sédimentaires

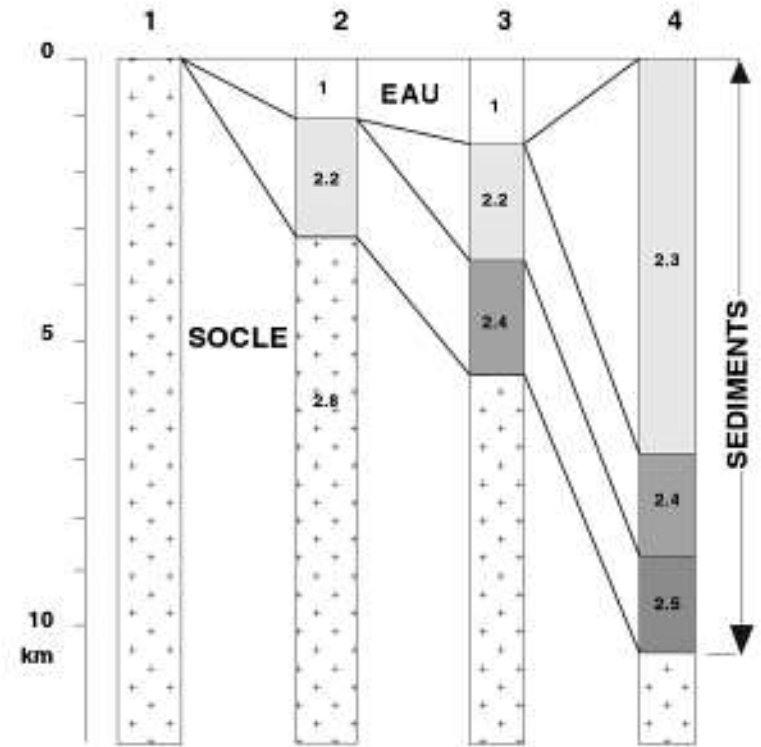
Méthode du « Backstripping »

Pour remonter aux causes de la subsidence et du remplissage (par les sédiments et par l'eau) d'un bassin, il faut pouvoir séparer les causes « internes » (amincissement de la lithosphère, augmentation de sa densité) des causes « externes » (enfouissement dû au poids des sédiments et variations globales du niveau de la mer).

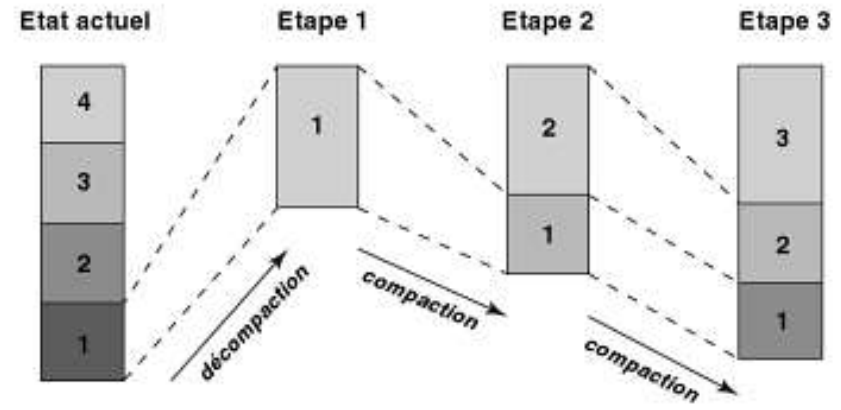
La méthode du « backstripping » consiste à retirer, couche par couche, l'effet de surcharge des sédiments.

En effet, un calcul isostatique simple montre qu'enlever une couche de 100 m d'épaisseur et de densité 2 provoque une remontée du socle d'environ 50 m.

Il faut également tenir compte de la compaction des sédiments au fur et à mesure de leur empilement, qui modifie leur épaisseur et leur densité : lorsqu'on retire une couche, il faut décompacter les couches sous-jacentes.



Effet du remplissage sédimentaire sur la profondeur du socle d'un bassin sédimentaire. Cette subsidence est aussi contrôlée par la profondeur d'eau ainsi que par la compaction des sédiments avec la profondeur (la densité, indiquée dans chaque couche, augmente avec la profondeur (adapté de la figure 4.13 de Boillot et Coulon, 1998)



La méthode de calcul de la subsidence tectonique ou “Backstripping” se fonde sur la formule générale

suivante :
$$Y_{(subsidence\ tectonique)} = W_d + S \frac{(\rho_m - \rho_s)}{(\rho_m - \rho_e)} - H$$

avec :

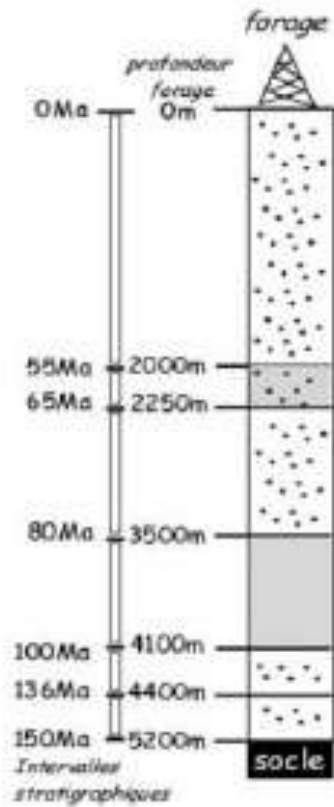
$$H = E \frac{\rho_m}{(\rho_m - \rho_e)}$$

et

ρ_m masse volumique du manteau = 3300 kg.m^{-3}

ρ_e masse volumique de l'eau (kg.m^{-3})

ρ_s masse volumique moyenne de la colonne sédimentaire (kg.m^{-3})



Ages (Ma)	épaisseurs cumulée de la série actuelle (m)	épaisseurs cumulée décompactées à la fin de chaque intervalle stratigraphique (m)	masse volumique de la colonne sédimentaire à la fin de chaque intervalle stratigraphique (kg.m ⁻³)	paléobathymétrie (m)	Eustatisme (m) par rapport au niveau actuel (d'après Haq. et al. 1988)
		S	ρ_s	W_d	E
0	5200	5800	2343	100	0
55	3200	3875	2257	700	200
65	2950	3657	2240	500	200
80	1700	2423	2119	1000	250
100	1100	1729	2029	1200	200
136	800	1343	1970	1000	150
150	0	0	-	0	120

Données permettant de calculer une subsidence

La méthode de calcul de la subsidence tectonique ou "Backstripping" se fonde sur la formule générale

suivante :
$$Y_{(subsidence\ tectonique)} = W_d + S \frac{(\rho_m - \rho_s)}{(\rho_m - \rho_e)} - H$$

avec :

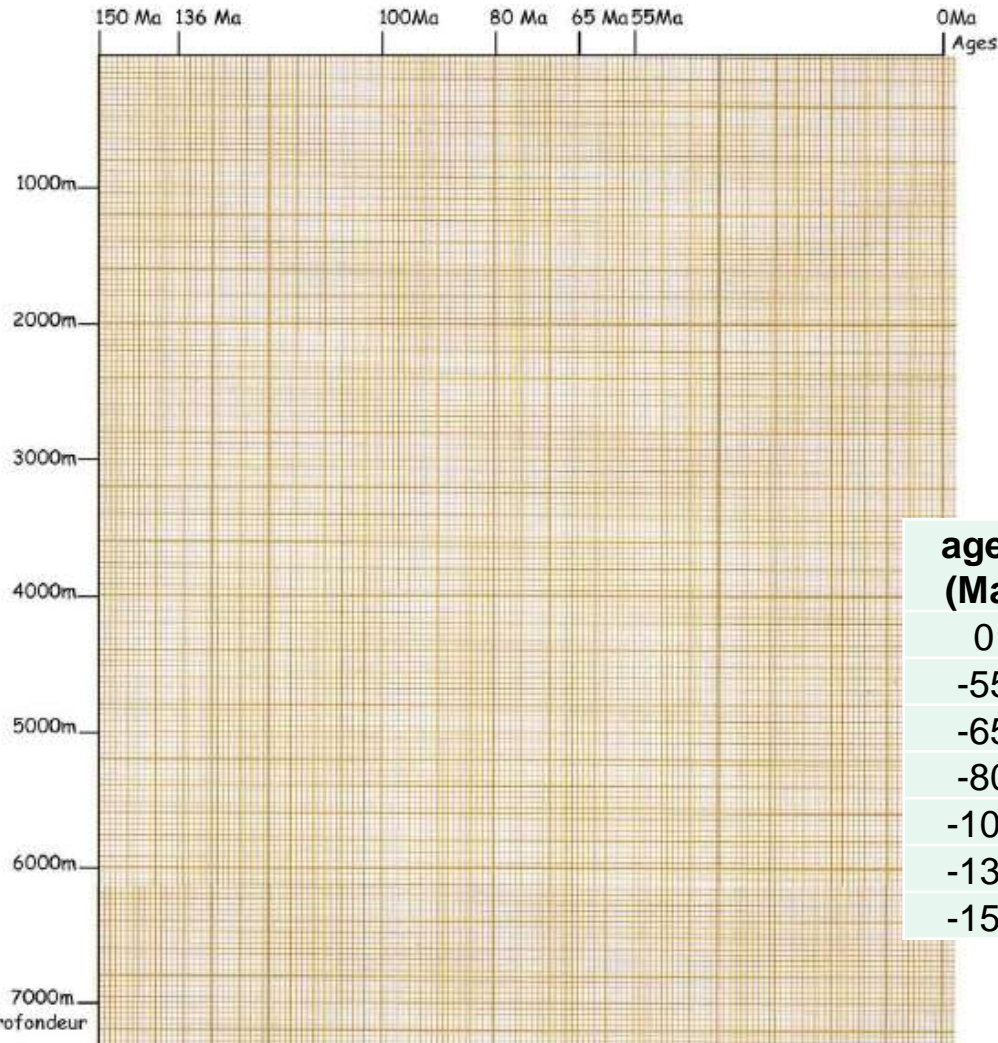
$$H = E \frac{\rho_m}{(\rho_m - \rho_e)}$$

et

ρ_m masse volumique du manteau = 3300 kg.m^{-3}

ρ_e masse volumique de l'eau (kg.m^{-3})

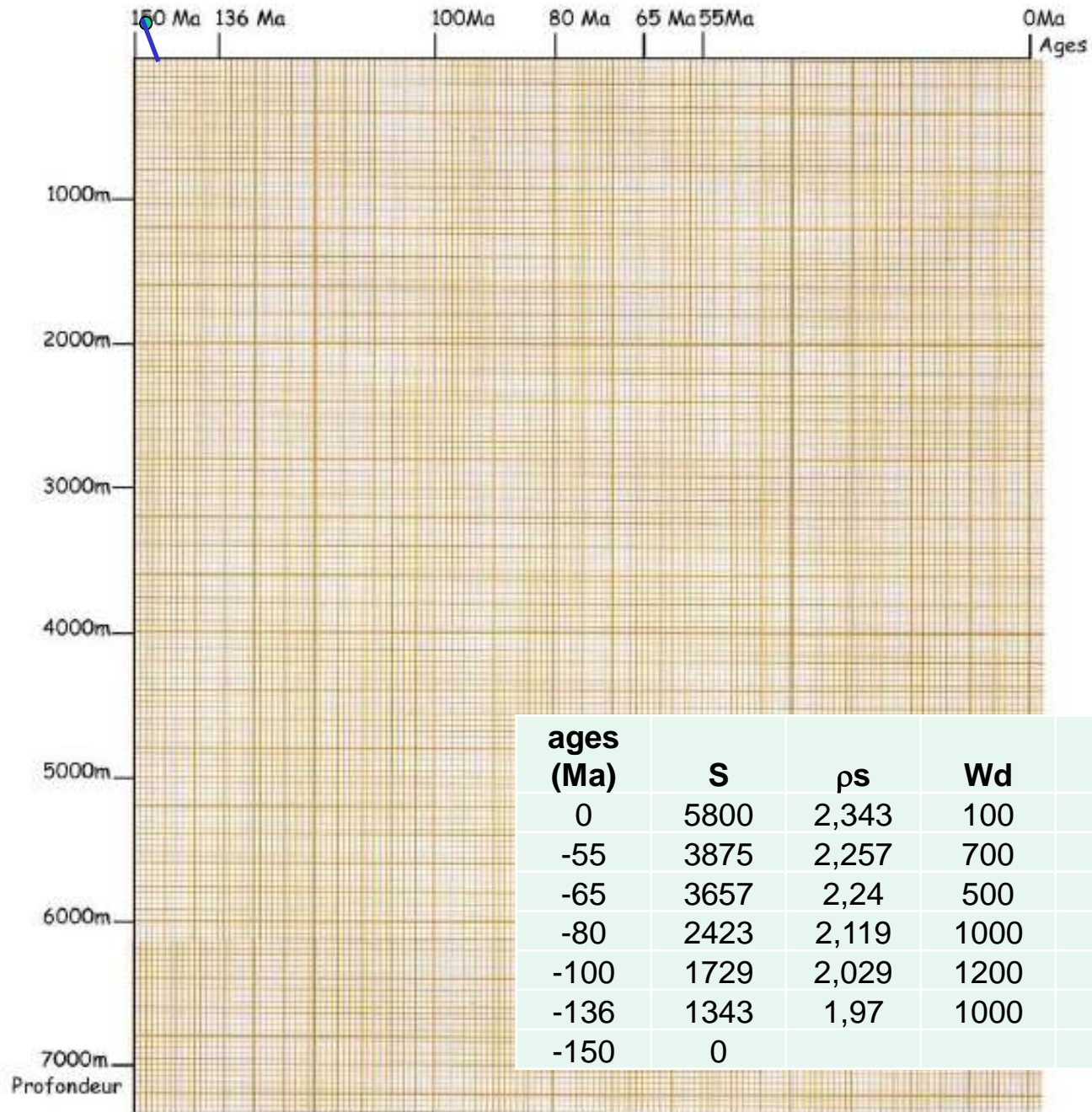
ρ_s masse volumique moyenne de la colonne sédimentaire (kg.m^{-3})

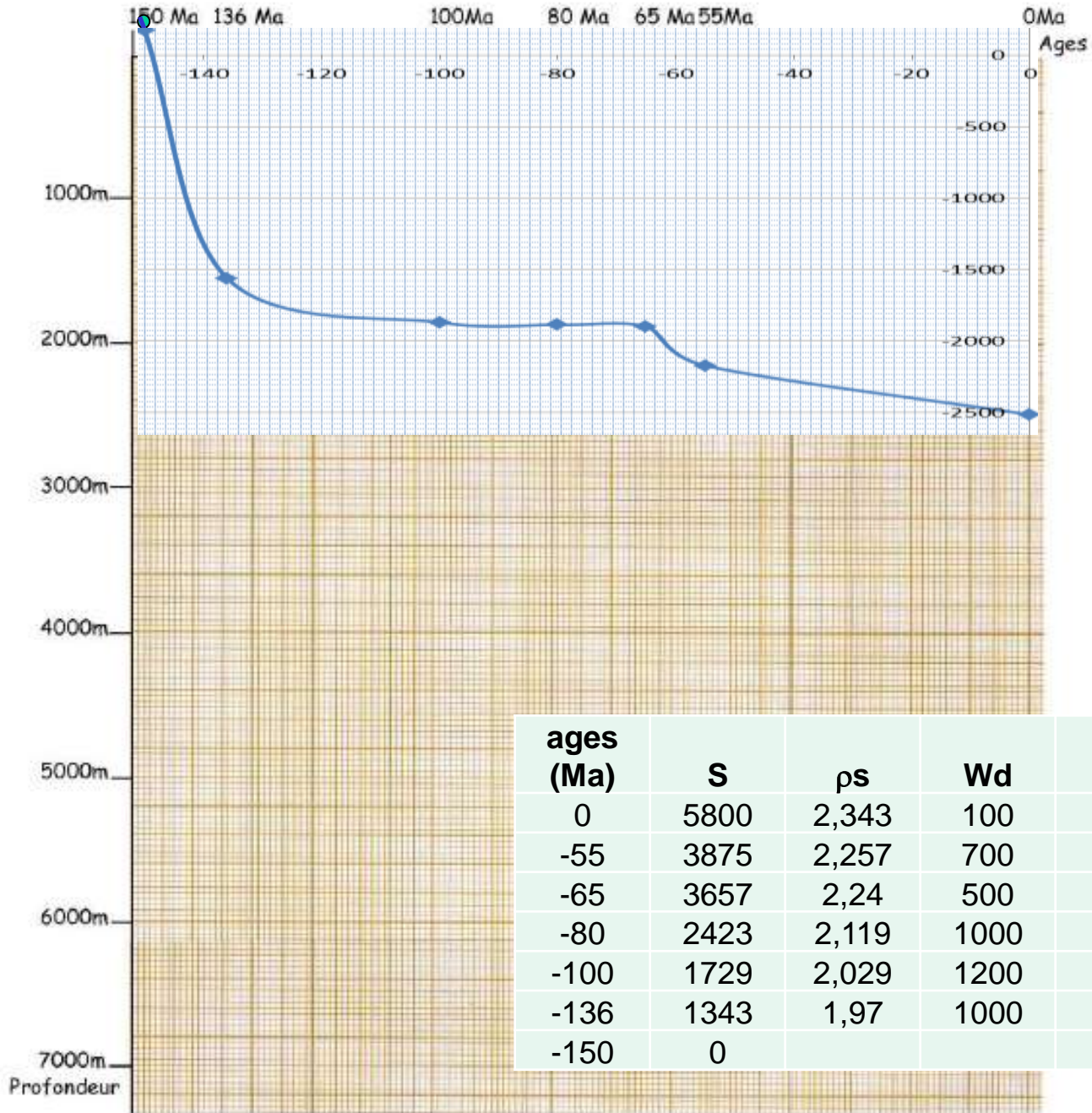


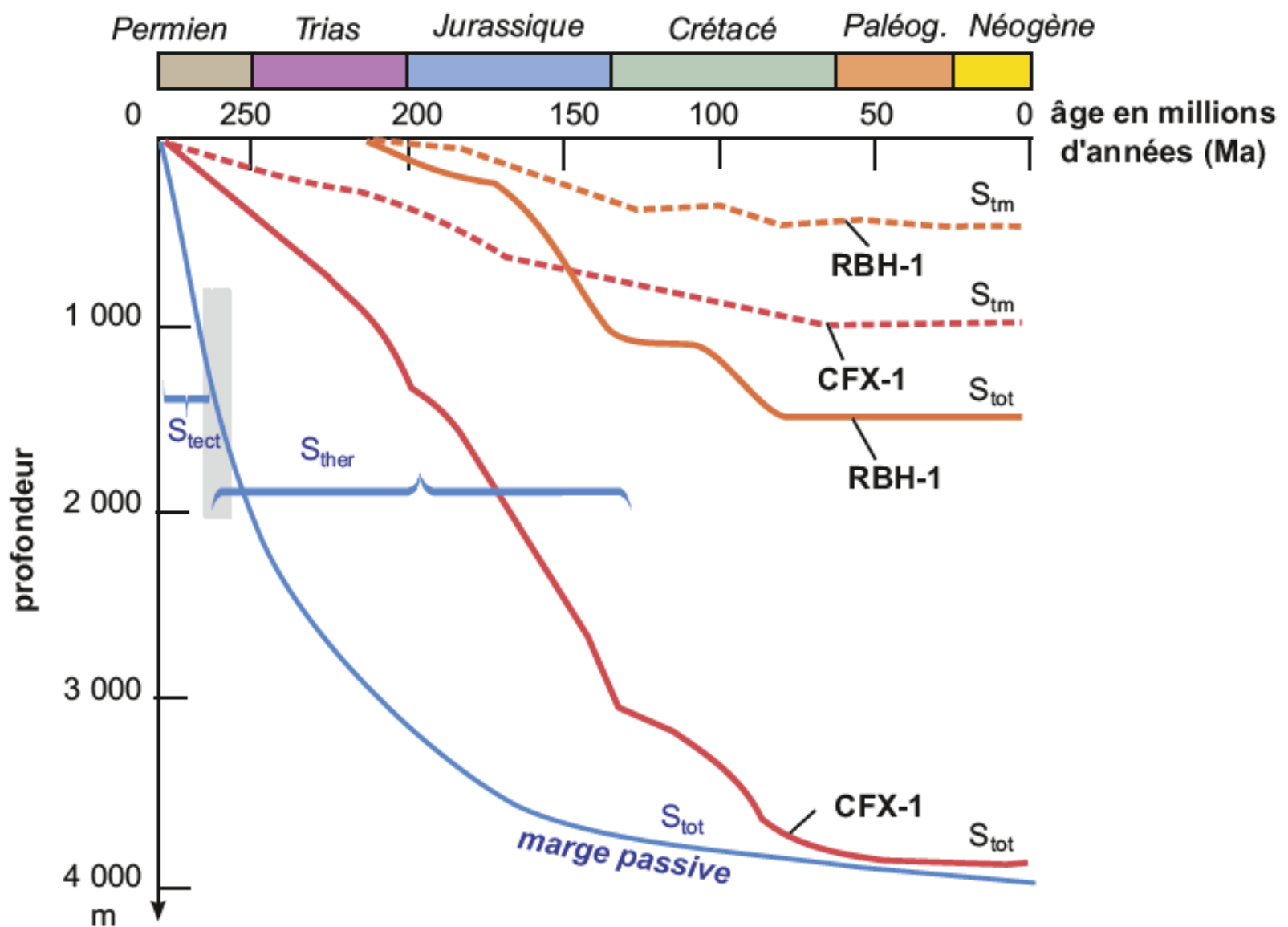
$$H = E \times 3,3 / (3,3-1)$$

$$H = E \times 1,43$$

ages (Ma)	S	ρ_s	Wd	E	Y (m)
0	5800	2,343	100	0	
-55	3875	2,257	700	200	
-65	3657	2,24	500	200	
-80	2423	2,119	1000	250	
-100	1729	2,029	1200	200	
-136	1343	1,97	1000	150	
-150	0		0	120	



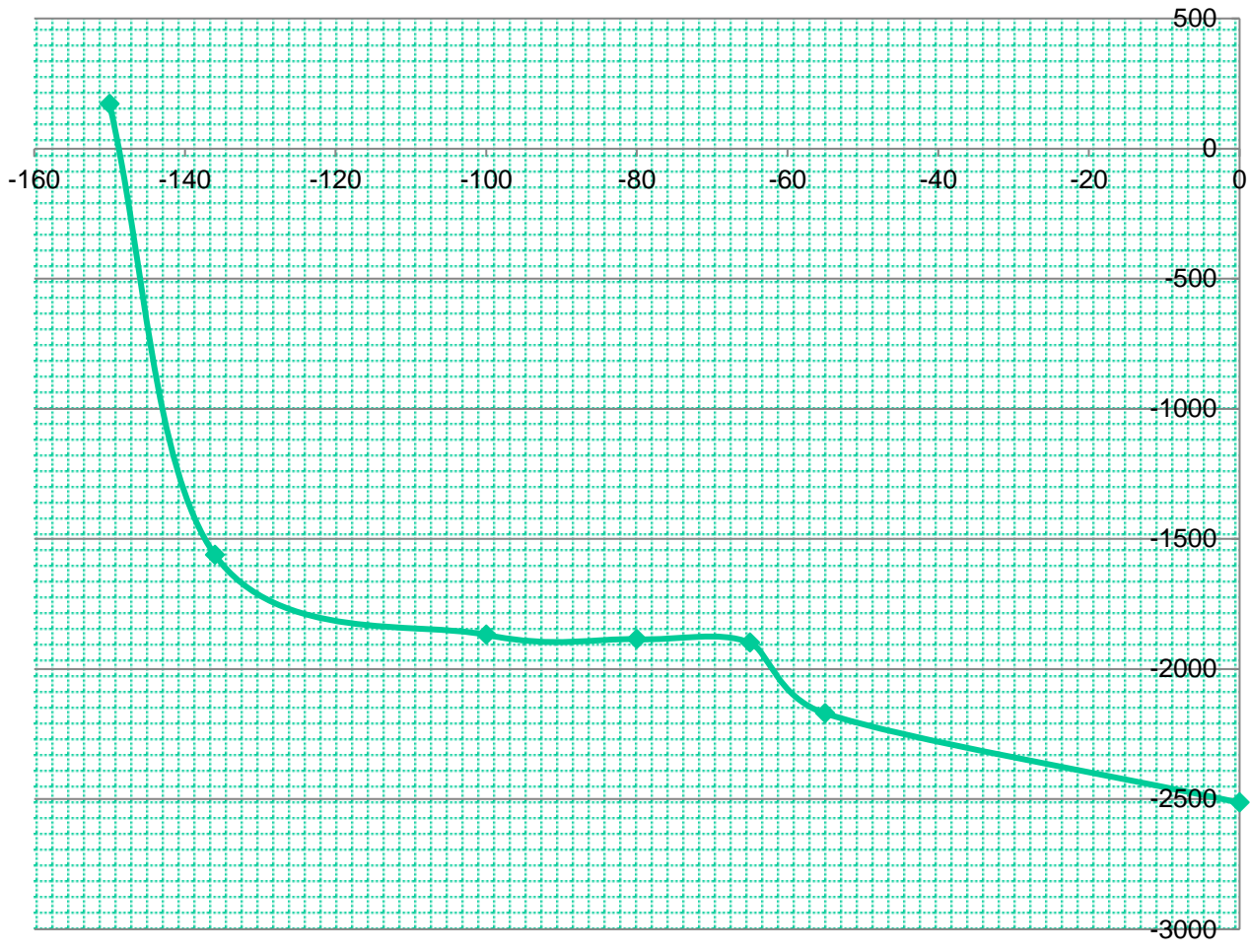




Courbes de subsidence totale (S_{tot}) et de subsidence thermomécanique (S_{tm}) du Bassin parisien.

CFX-1 est localisé dans la Brie et RBH-1 dans le Perche (bordure occidentale).

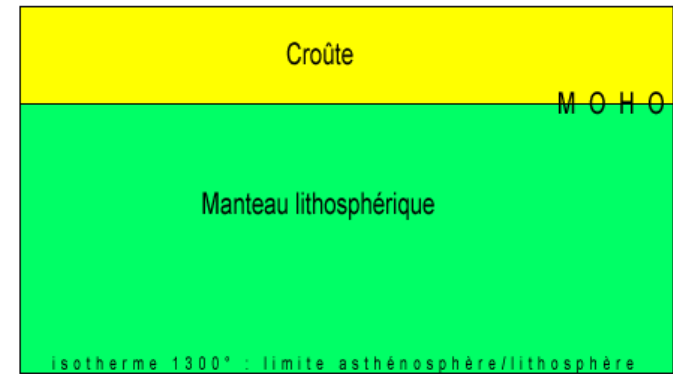
S_{tect} : subsidence tectonique et sédimentaire ; S_{ther} : subsidence thermique et sédimentaire.



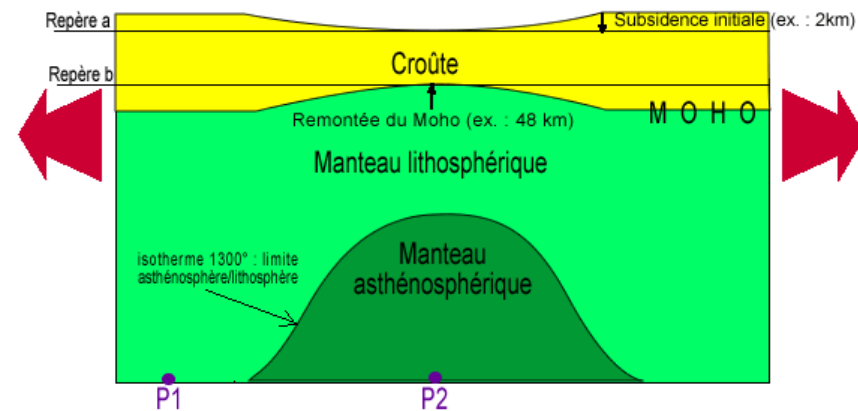
Modèle de McKenzie :
 subsidence initiale
 (tectonique) suivie d'une
 subsidence thermique
 faisant suite à un
 amincissement
 homogène de la
 lithosphère

<http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/subsidence.xml>

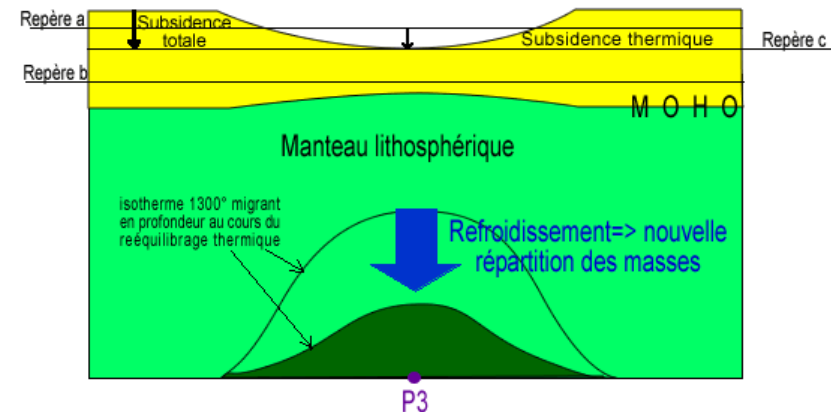
1- Stade initial avant l'étirement mécanique et l'amincissement



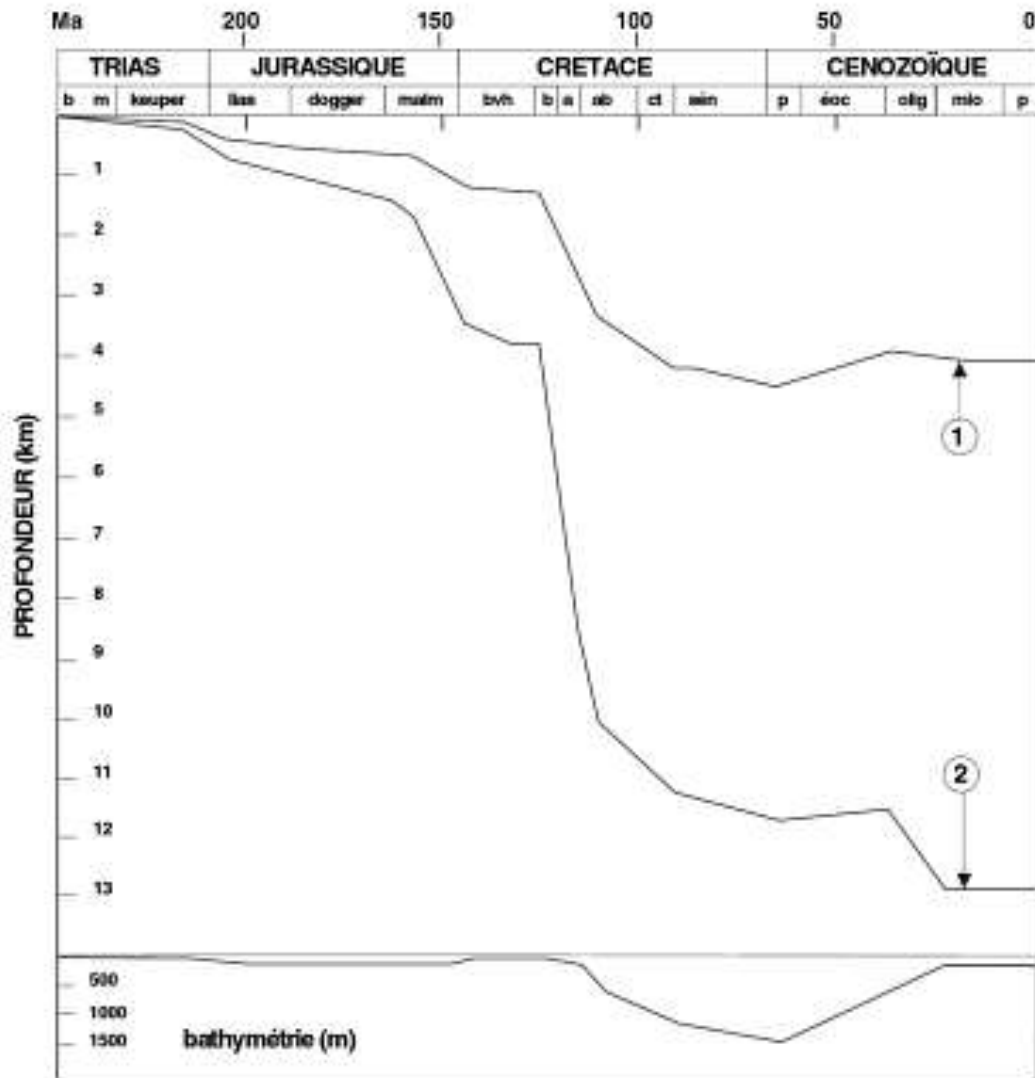
2- Phase de subsidence initiale quasi simultanée de l'étirement



3- Phase de subsidence thermique après rééquilibrage thermique



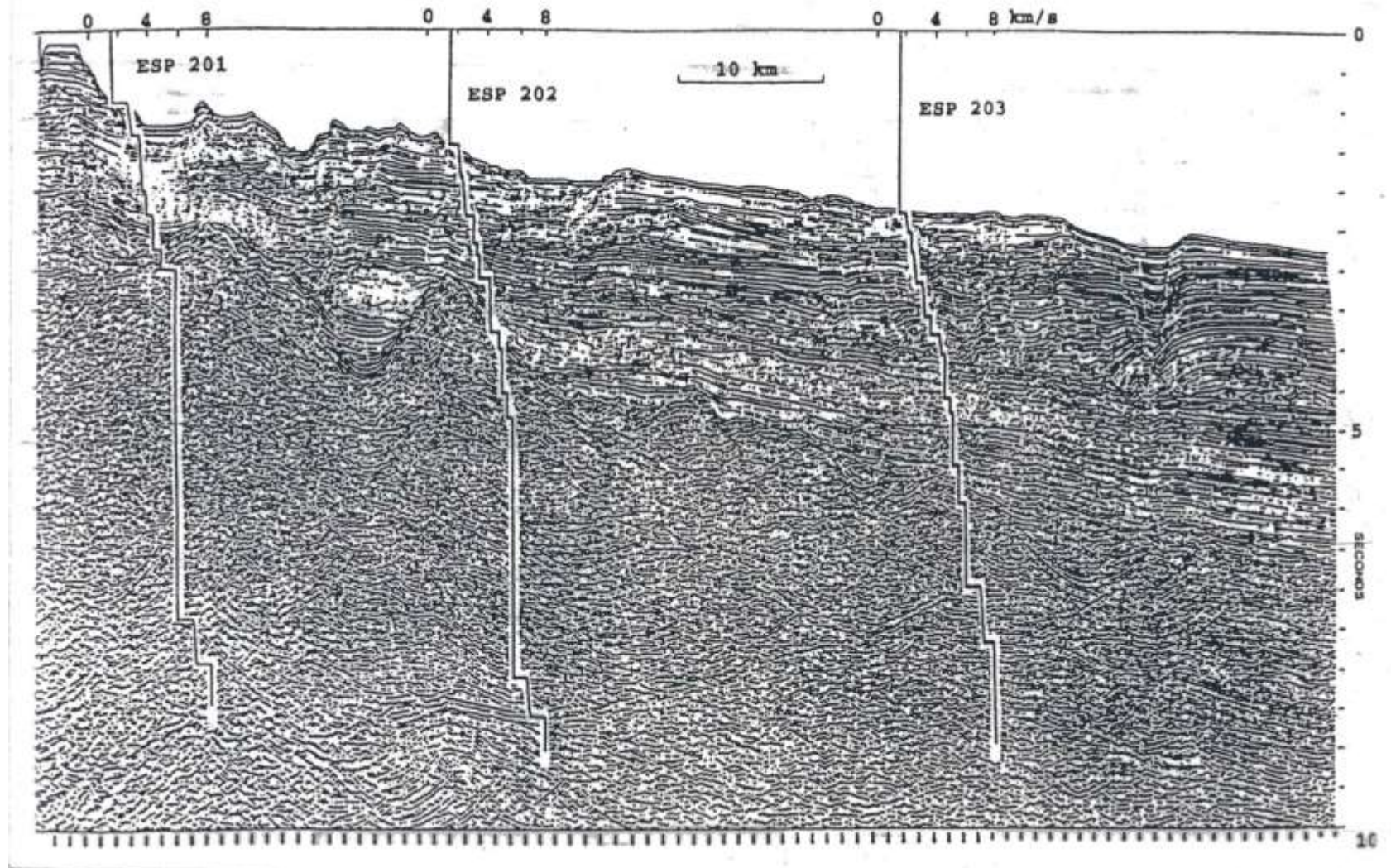
Attention : échelles non respectées



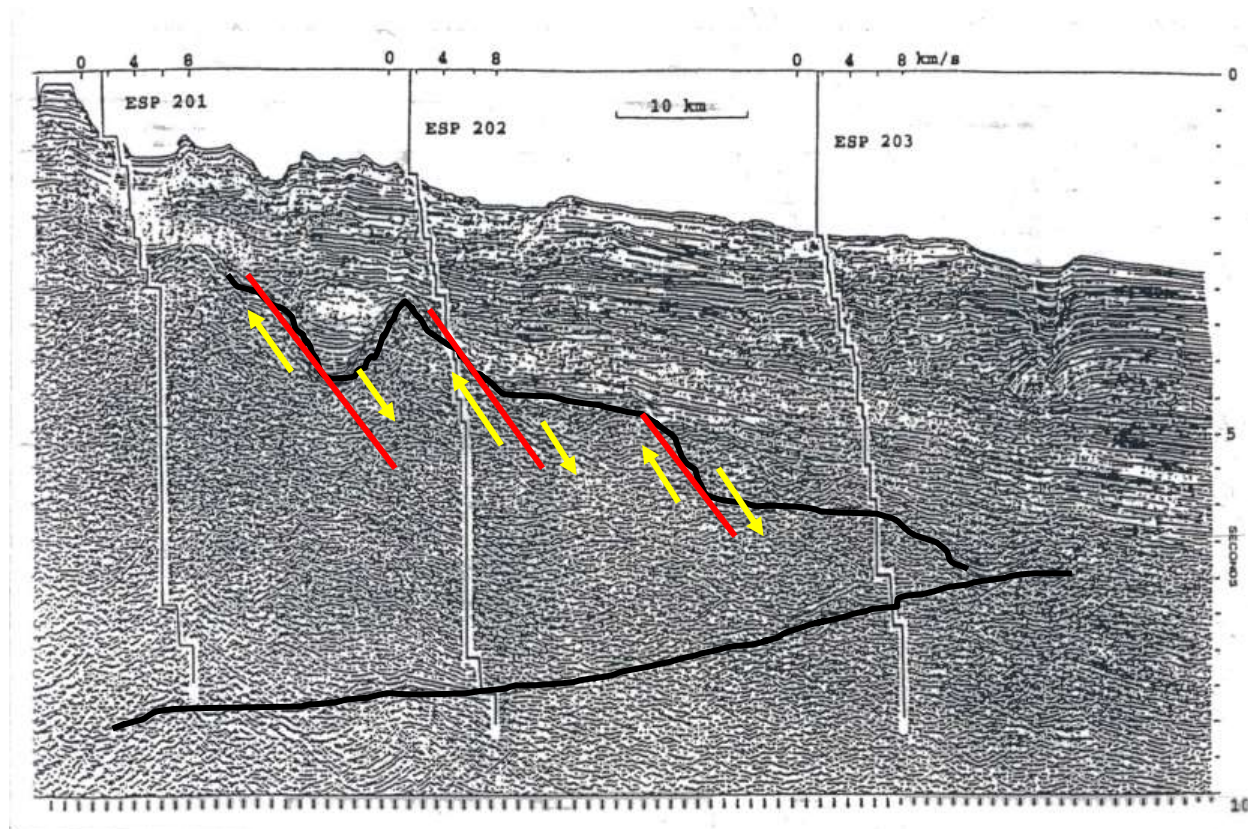
Un exemple de résultats :
subsidence tectonique (1)
et subsidence totale (2).

Subsidence totale (2) et subsidence « tectonique » (1), c'est à dire après avoir enlevé l'effet de surcharge sédimentaire par **backstripping** du socle du Bassin de Parentis (d'après Brunet, 1994, in Boillot et Coulon, 1998). Après la phase de rifting au Crétacé (subsidence), l'inversion à l'Eocène menant à la formation des Pyrénées se marque par une diminution brutale de la bathymétrie.

Boillot G. et coll.
« Introduction à la géologie : La dynamique de la Terre » Dunod Ed.)

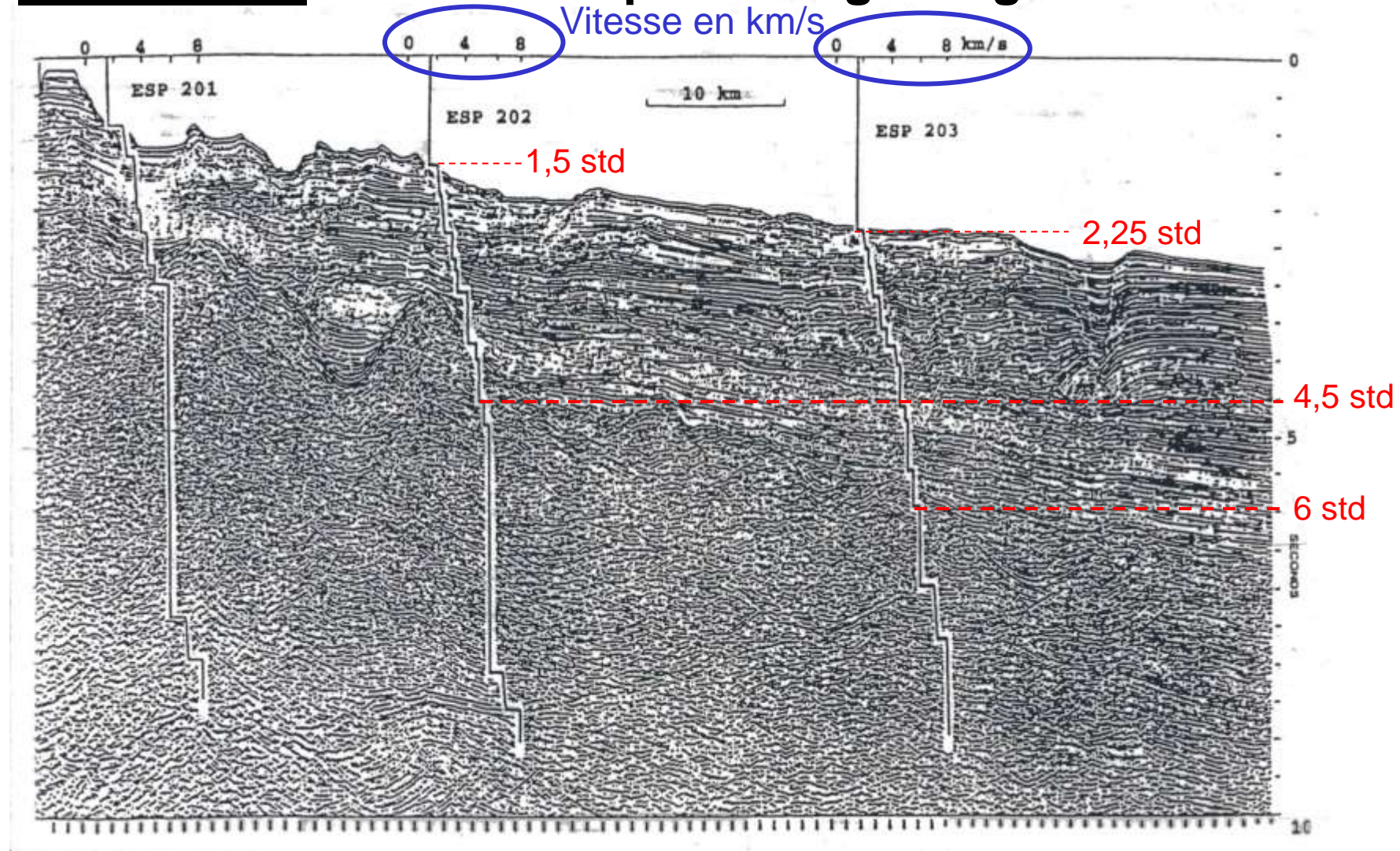


Document 2. Profil sismique au large du golfe de Guinée.



Document 2. Profil sismique au large du golfe de Guinée.

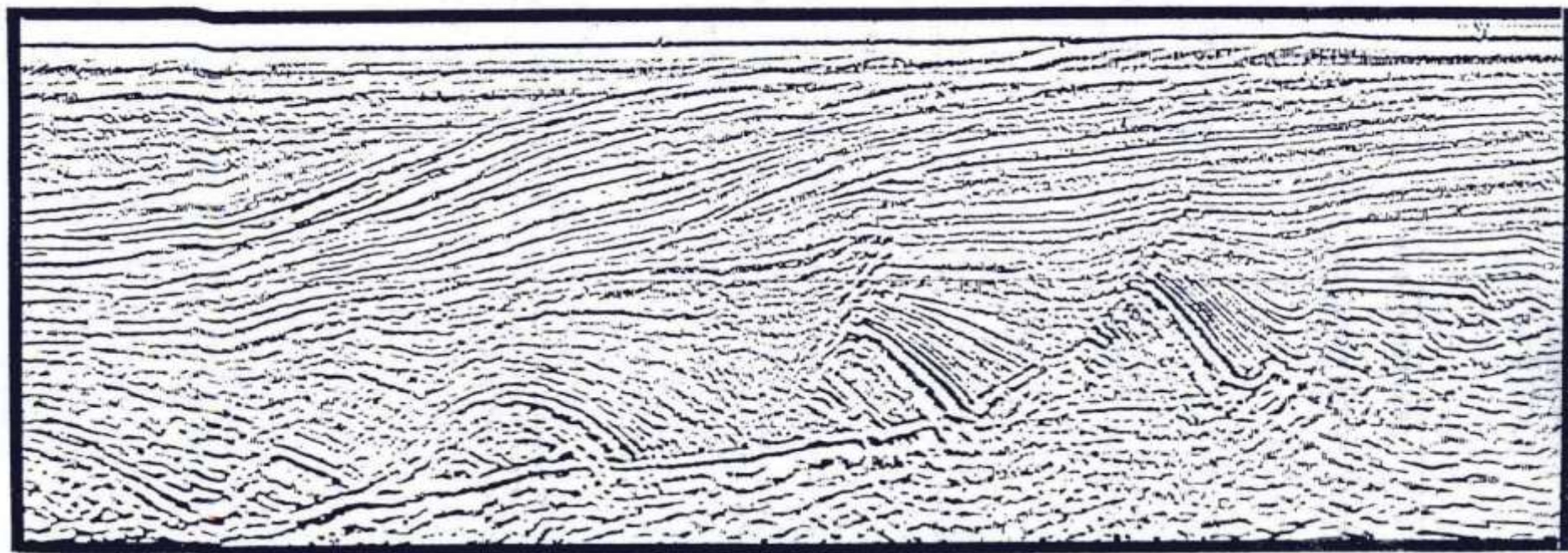
Document 2. Profil sismique au large du golfe de Guinée.



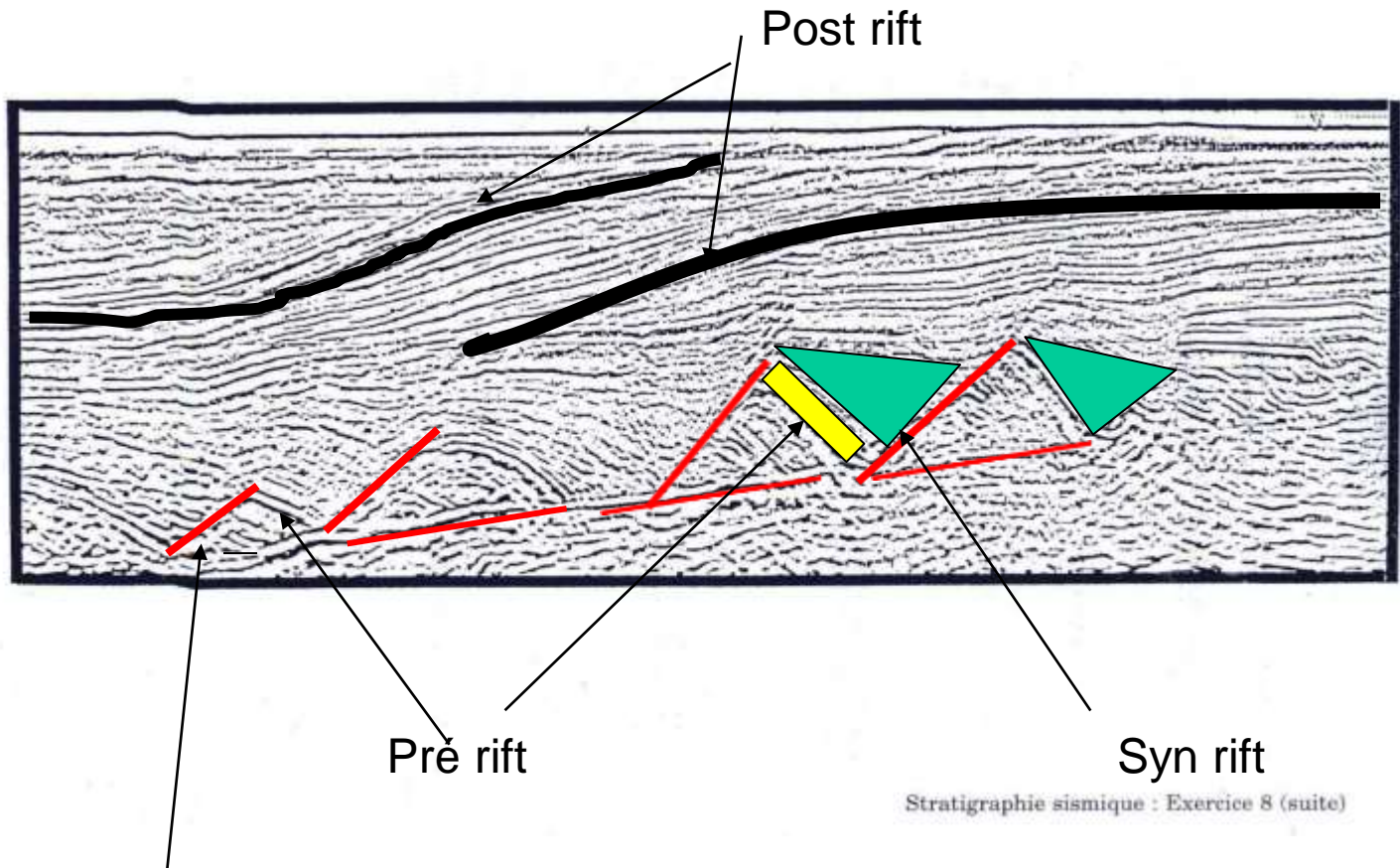
$$d = t / 2 \times v$$

$$\text{ESP 202 : } d = 3 / 2 \times 3 \text{ (vitesse moyenne ds le sédiment) } = 4,5 \text{ km}$$

$$\text{ESP 203 : } d = 3,75 / 2 \times 4 \text{ (vitesse moyenne ds le sédiment) } = 7,5 \text{ km}$$



Stratigraphie sismique : Exercice 8 (suite)

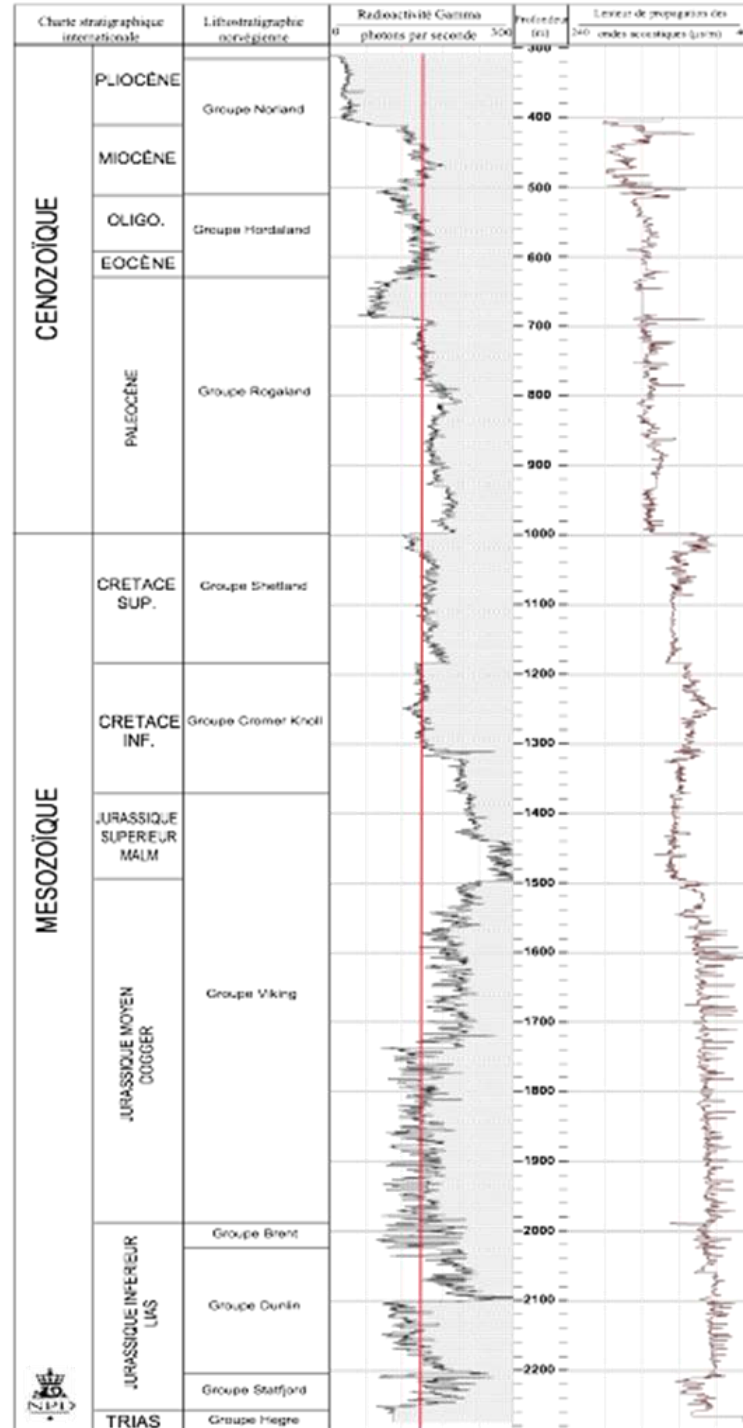


Failles normales listriques délimitant ici des blocs basculés

Sondage diagraphique réalisé au puits A

La ligne rouge marque la limite entre les roches radioactives et celles non radioactives. L'étoile indique la mise en évidence de kérogène dans la roche-mère pétrolière.

(Source : www.npd.no)



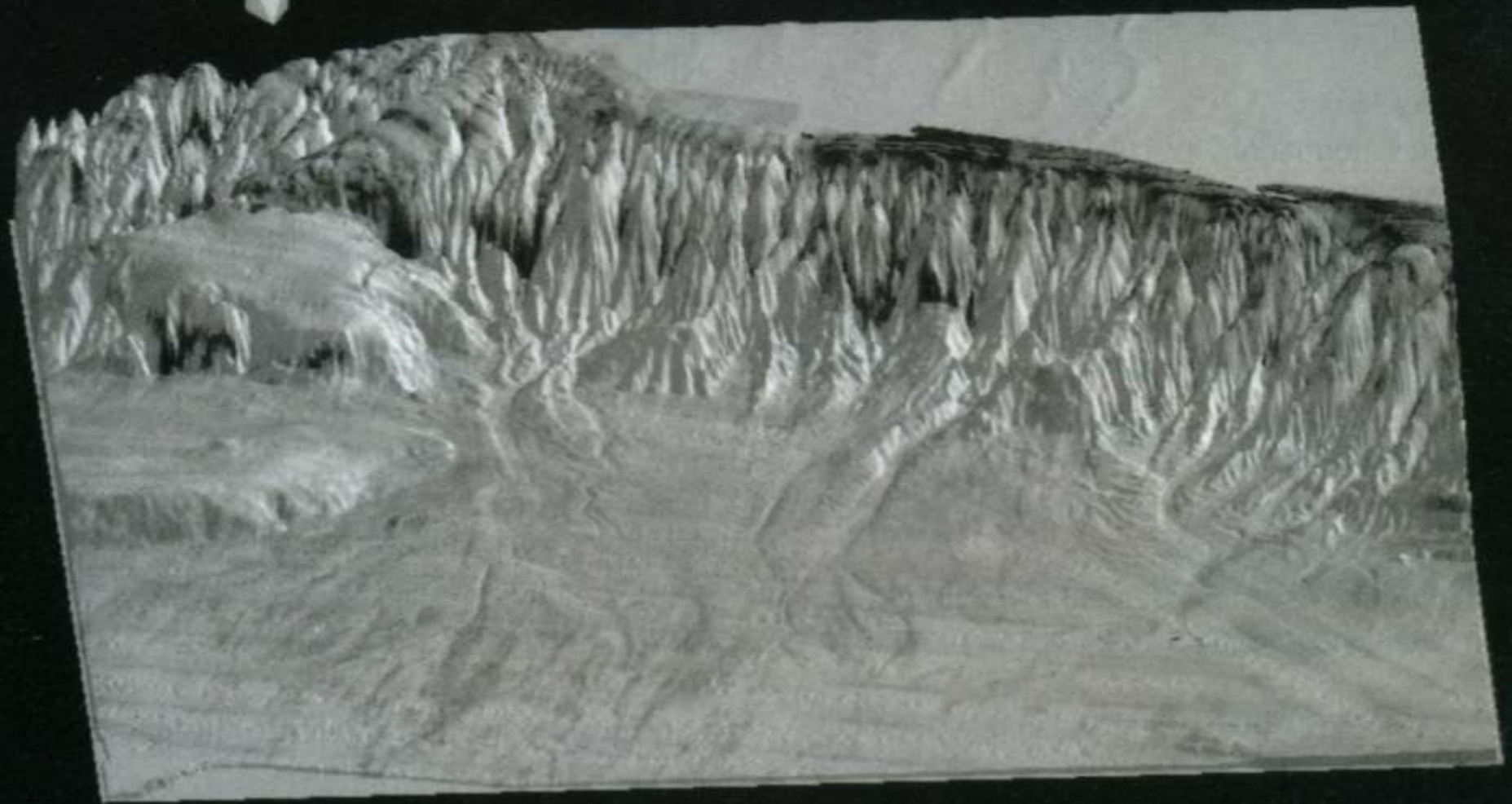
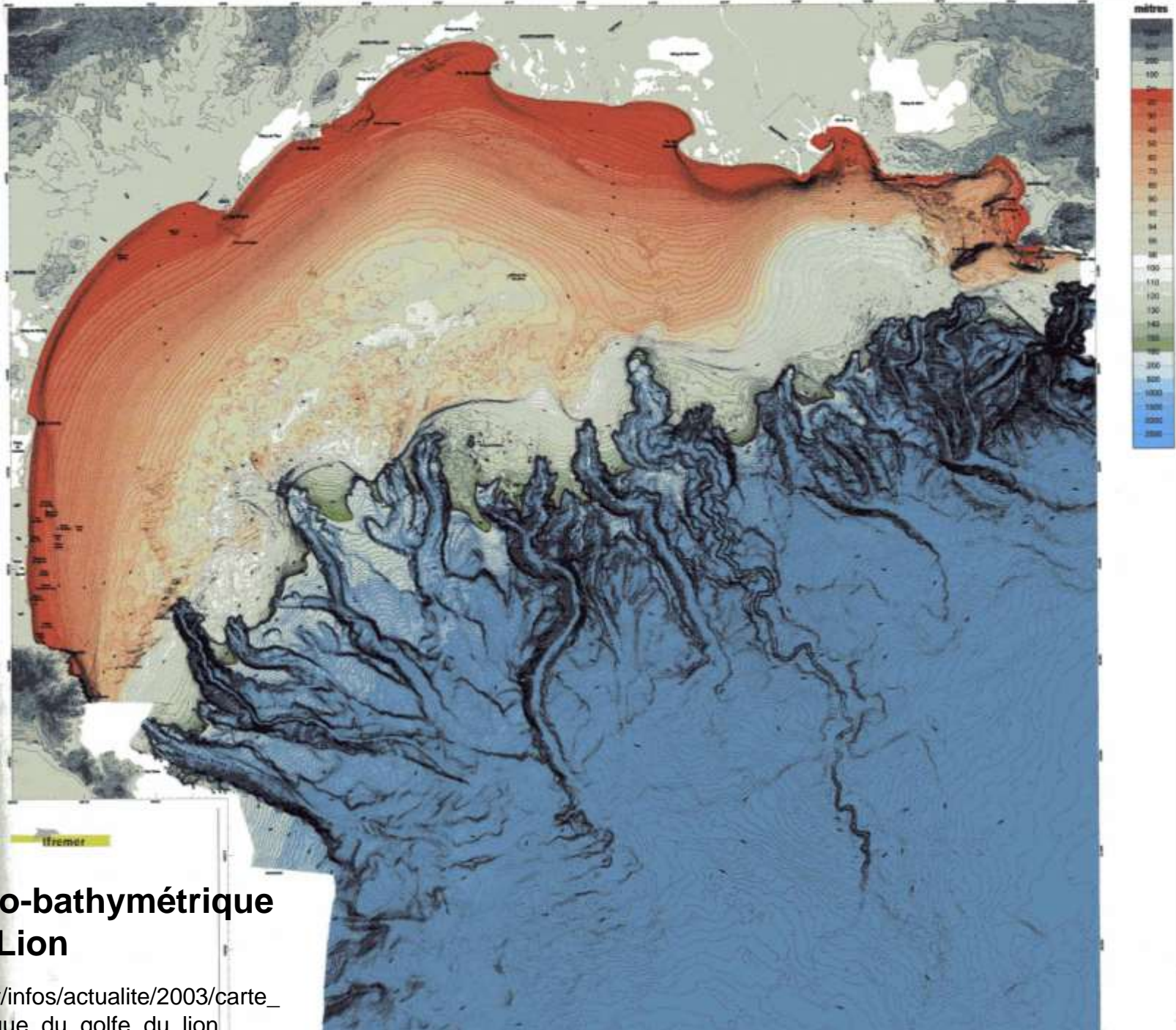


Image acoustique 3D de la marge Armoricaine

(document Ifremer)

(SVT 1°S, Bordas)

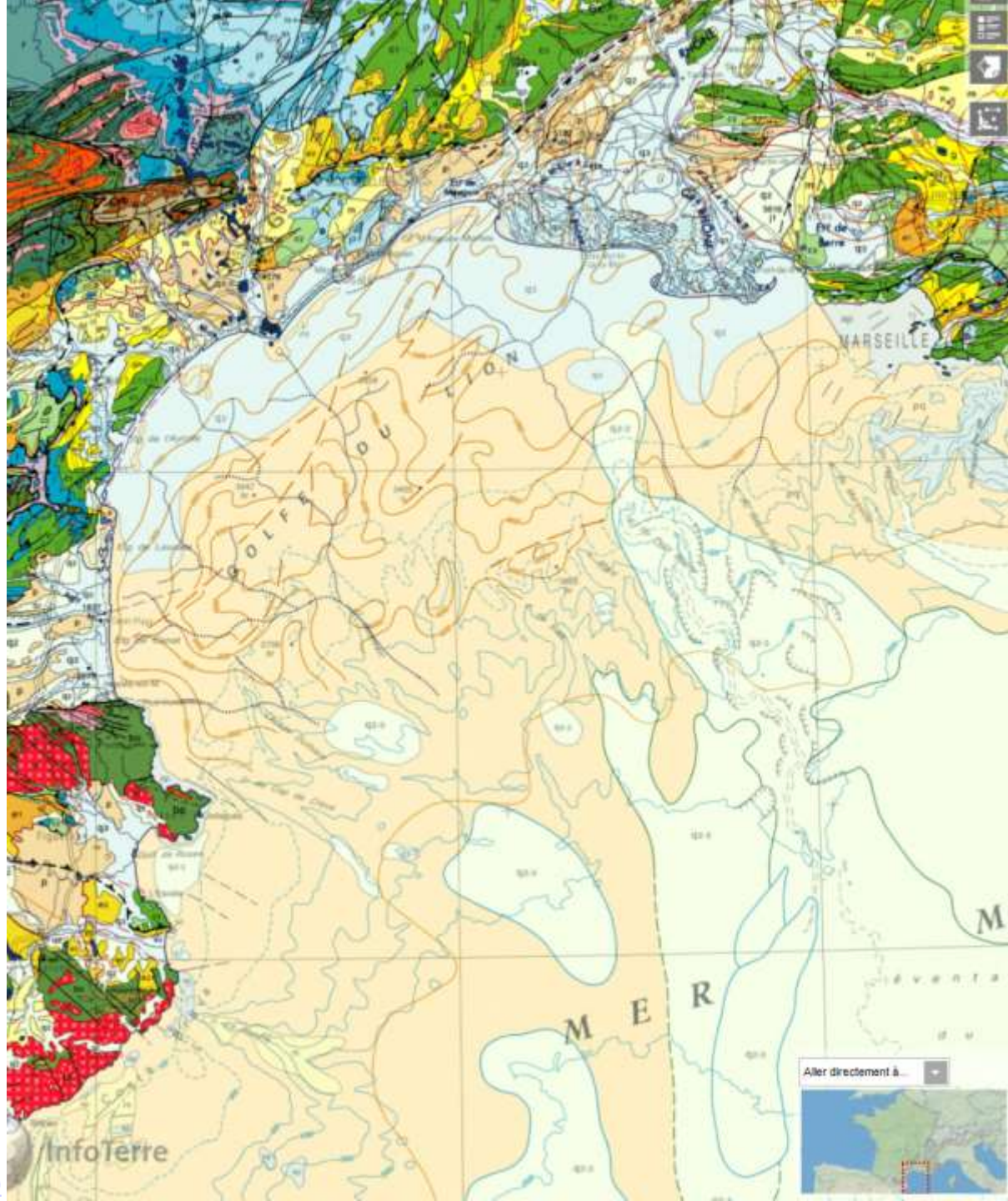


Carte morpho-bathymétrique du Golfe du Lion

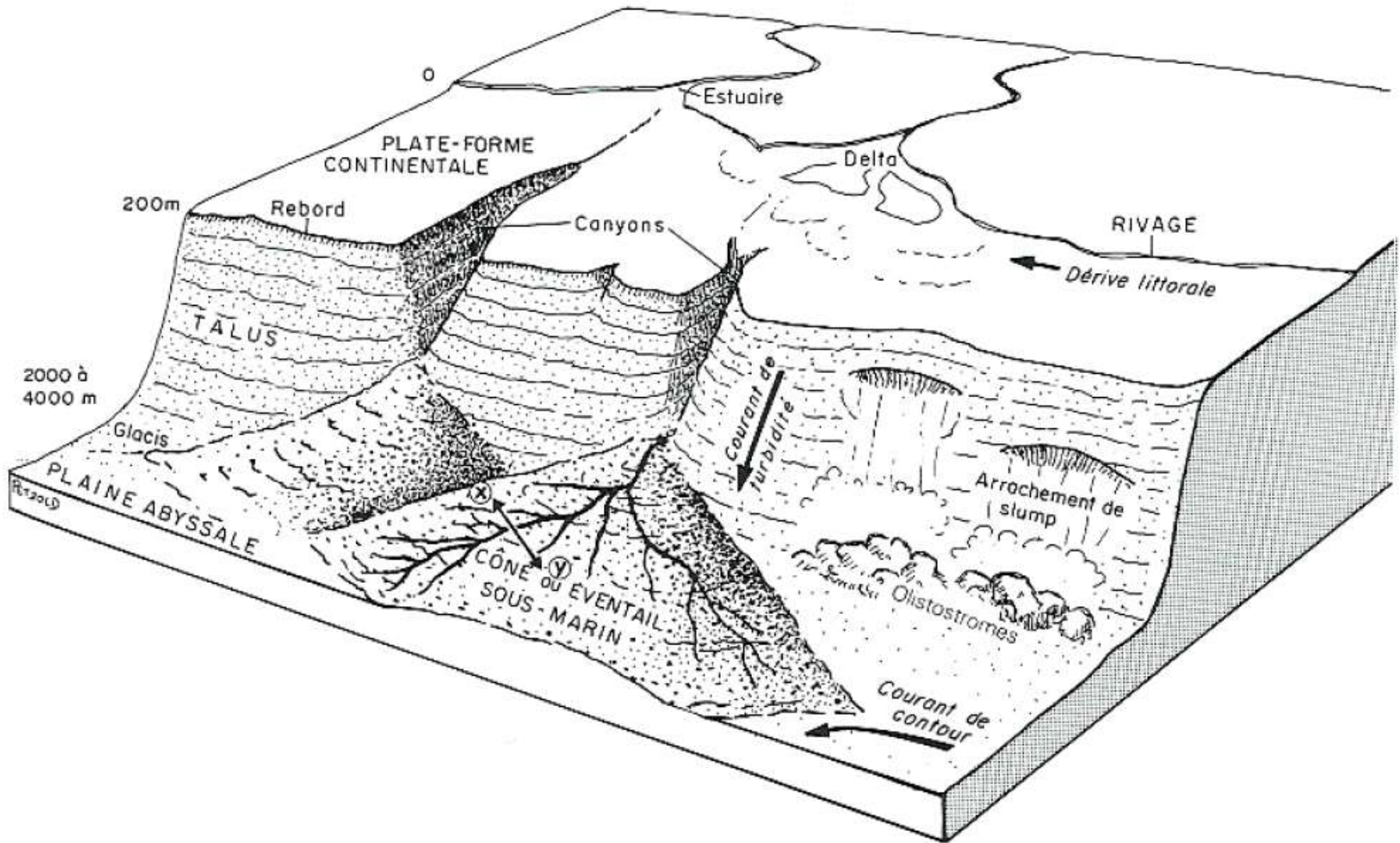
http://envlit.ifremer.fr/infos/actualite/2003/carte_morpho_bathymetrique_du_golfe_du_lion

Extrait de la carte de France au millionième (golfe du Lion)

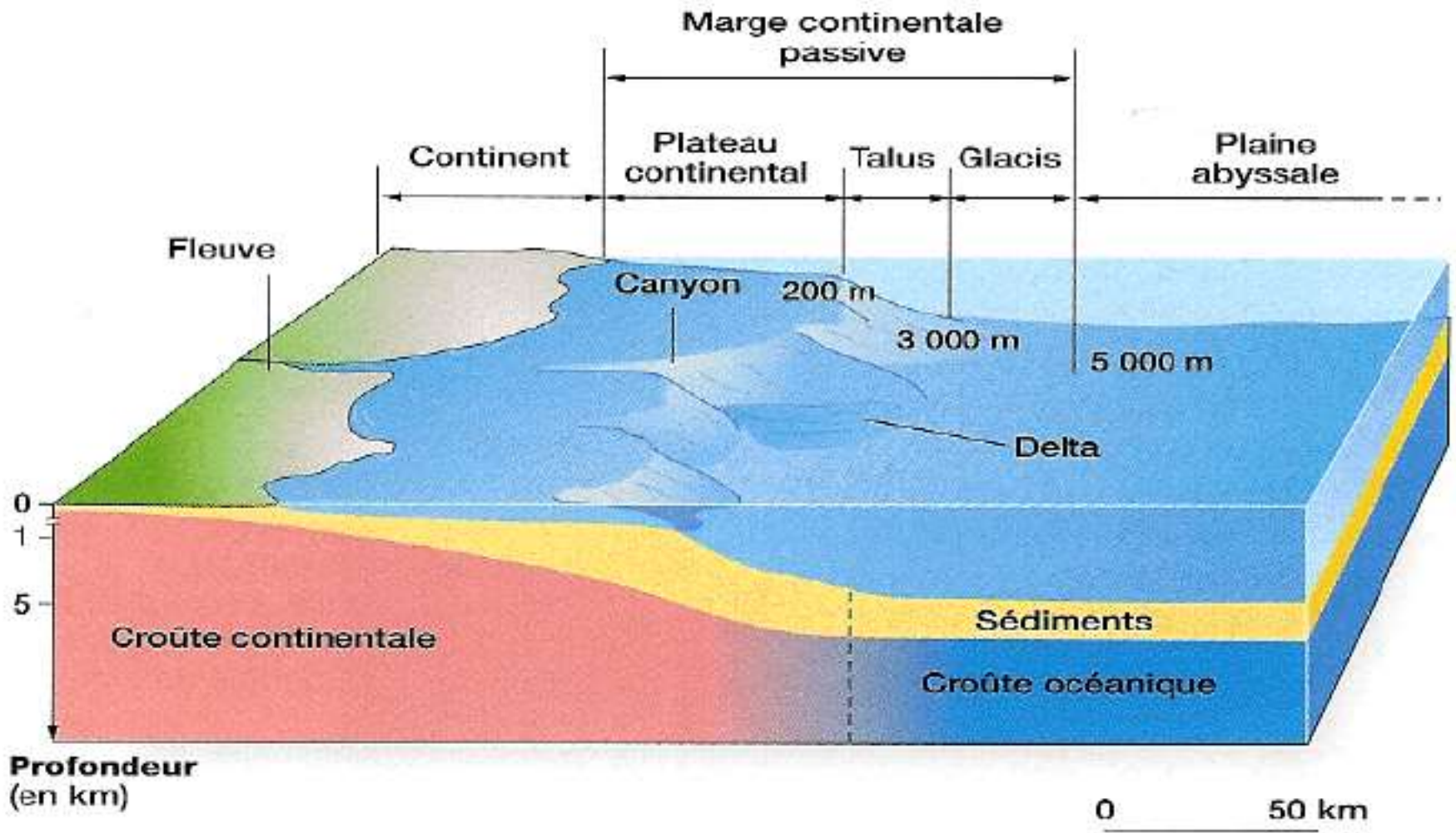
30 km



Pour visualiser cette carte en ligne :
<http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>

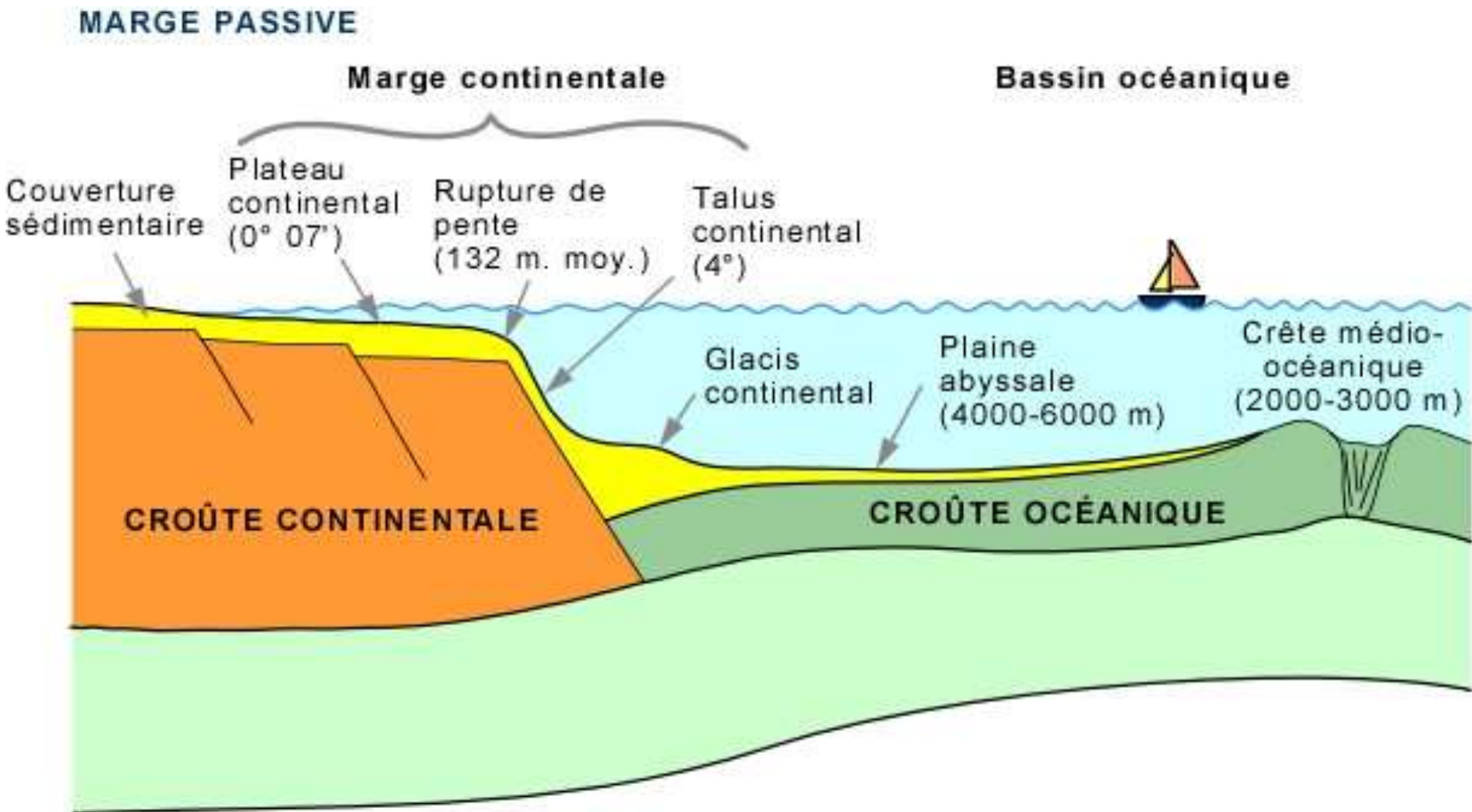


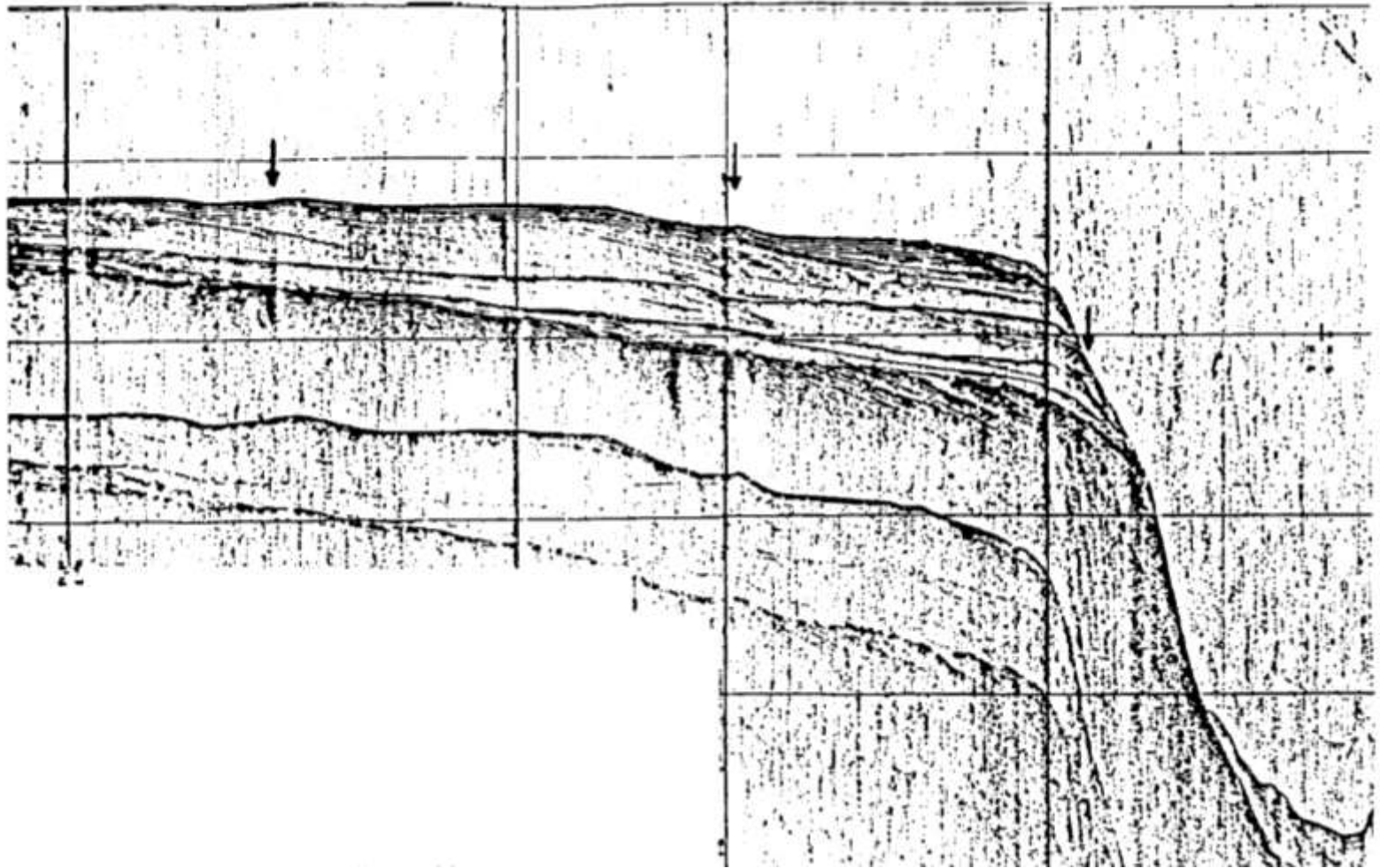
Transferts sédimentaires et instabilités gravitaires à la limite océan - continent



Les différents domaines d'une marge passive

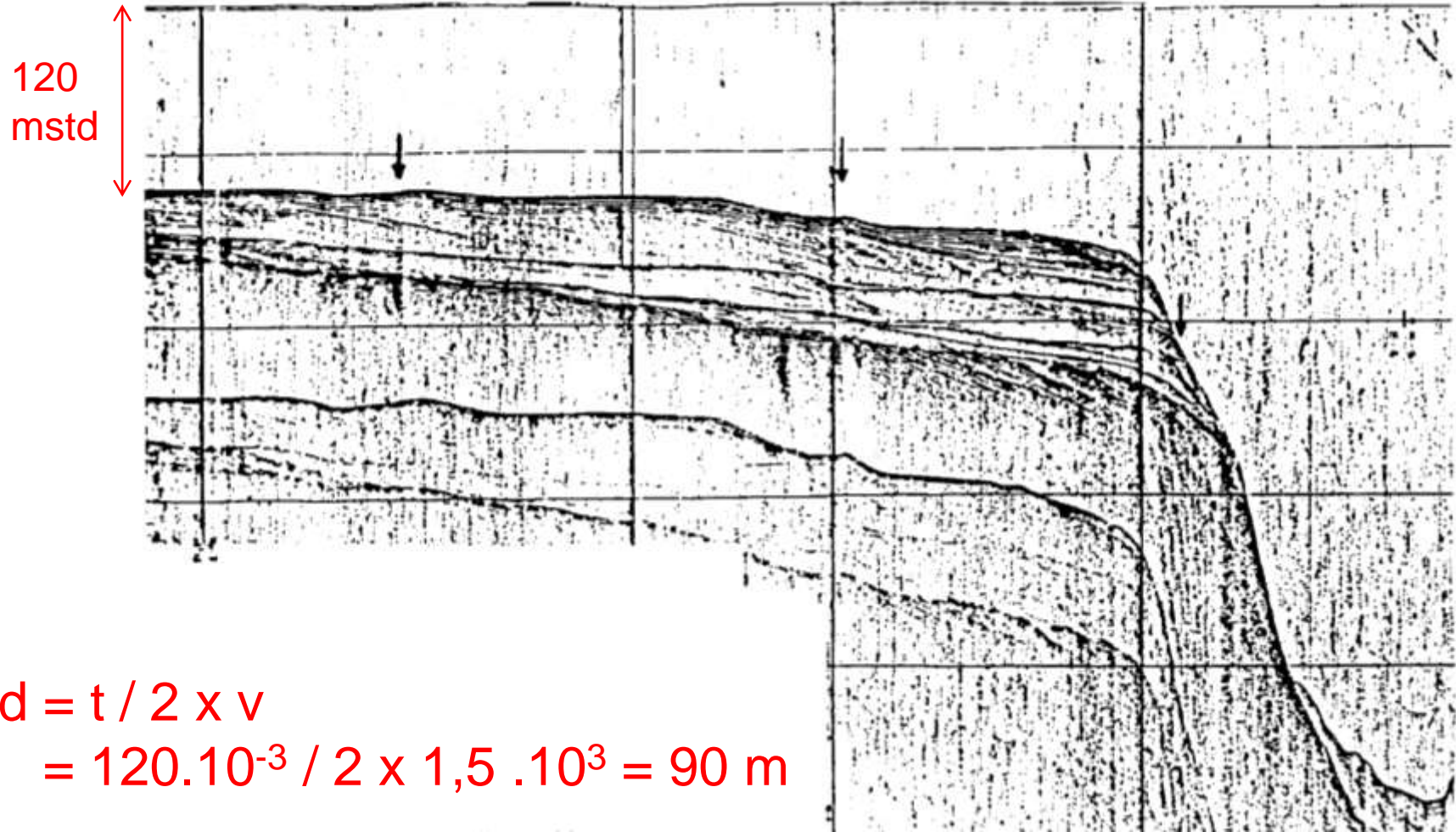
Caractéristiques morphologiques d'une marge





Profil sismique du delta du Rhône au niveau de Sète

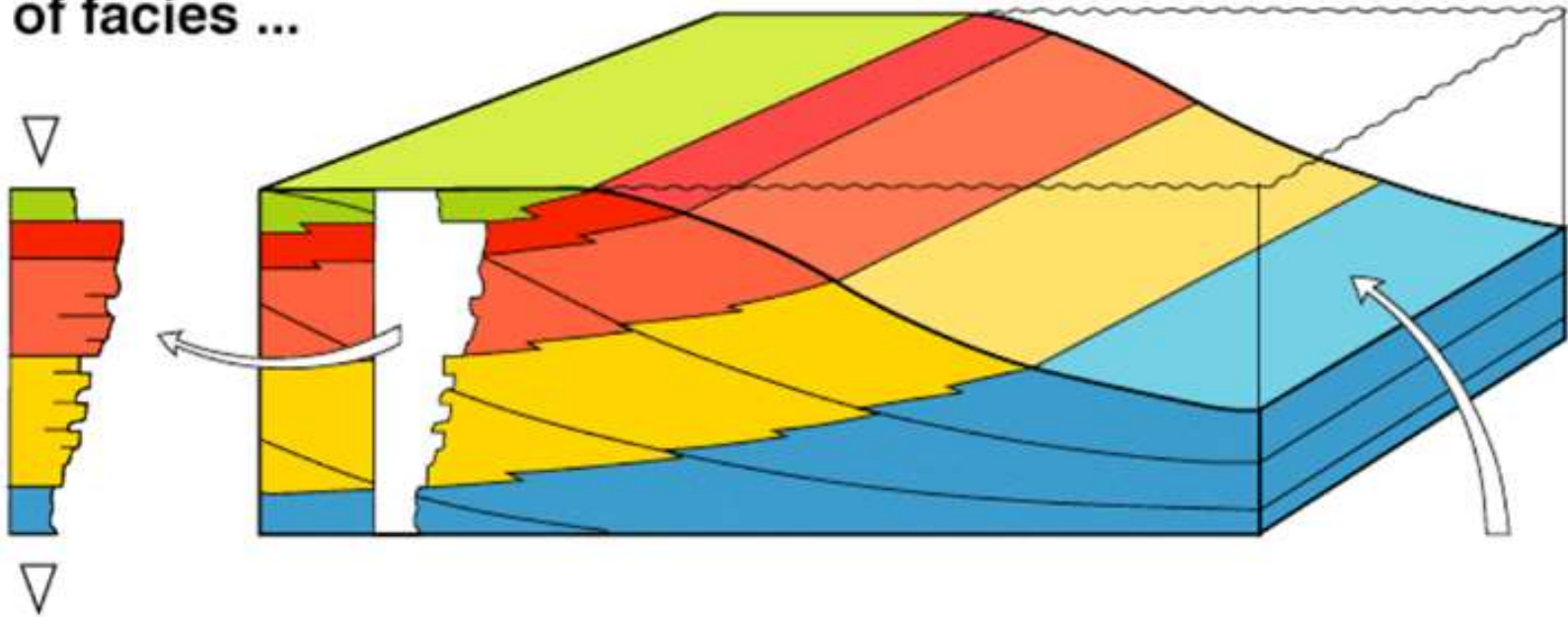
(d'après Monaco)



Profil sismique du delta du Rhône au niveau de Sète

(d'après Monaco)

A vertical sequence
of facies ...



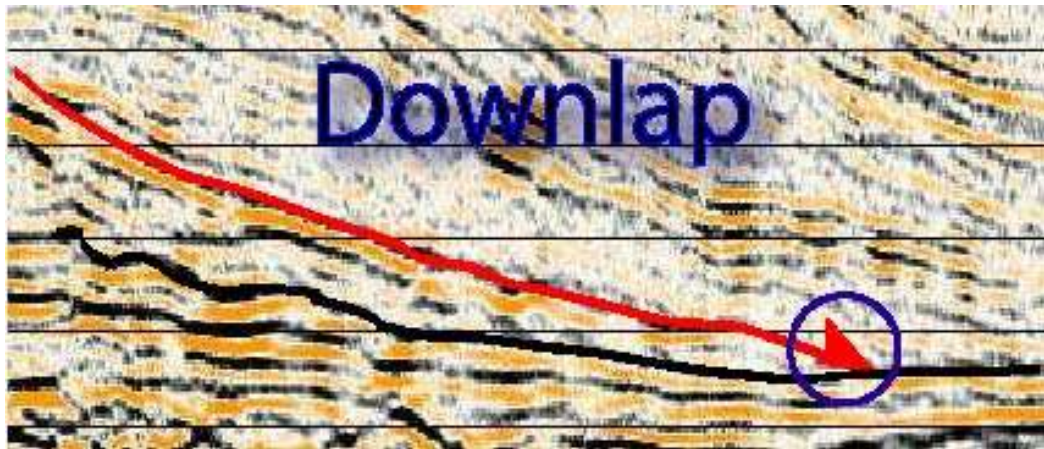
... corresponds to the recording, through time, of their lateral succession.

Illustration de la loi de Walther

(Homewod et al., 2000)

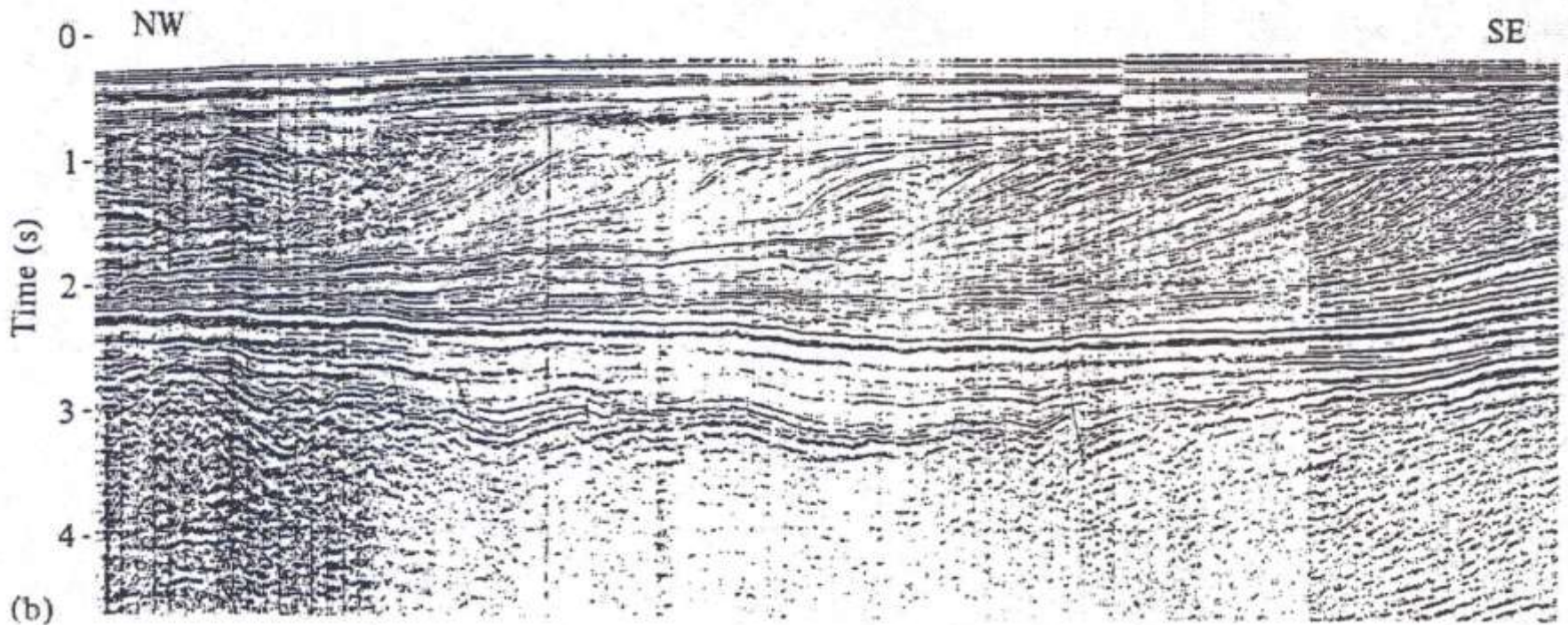


Voir des géométries
de réflecteurs



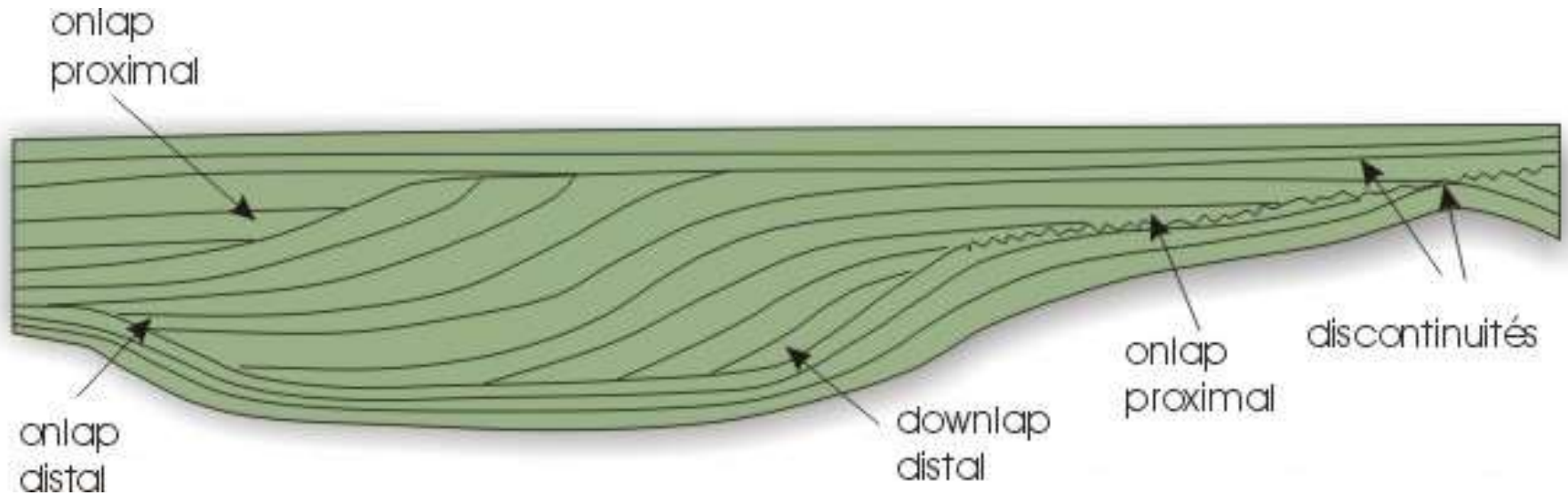
Onlap

(from Mitchum et al., 1977)



Document 7. Profil sismique dans une marge.

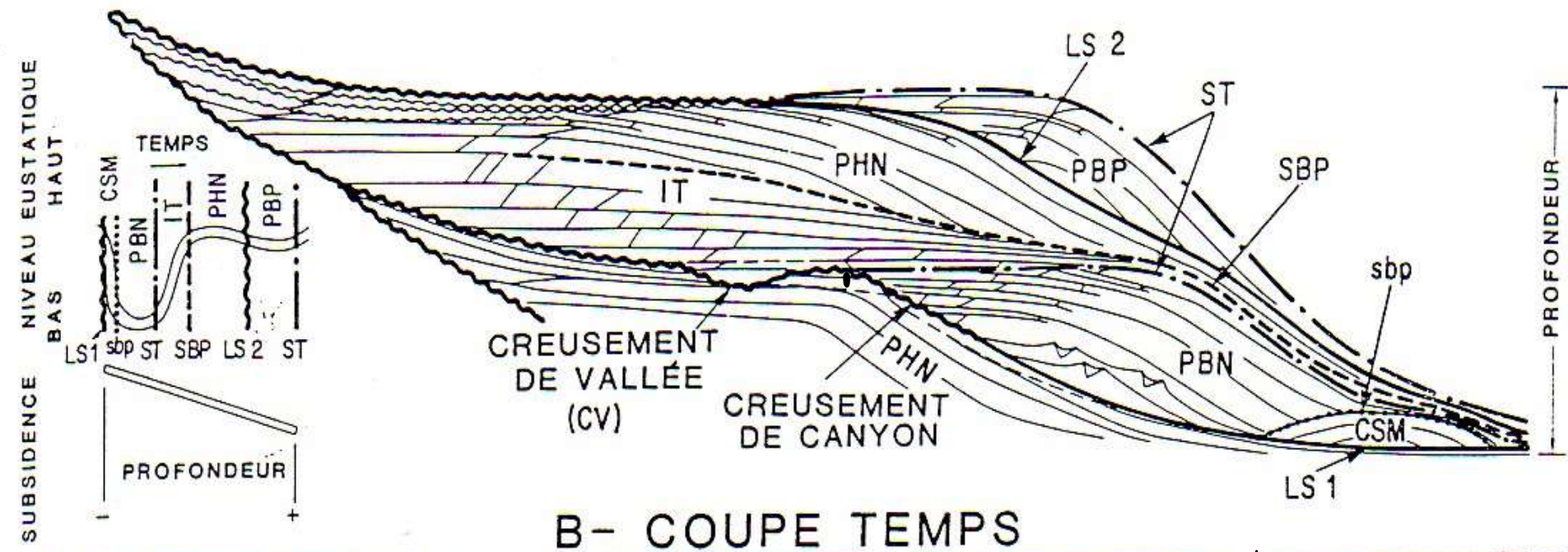
Géométrie des surfaces de contact entre corps sédimentaires lors du remplissage d'un bassin



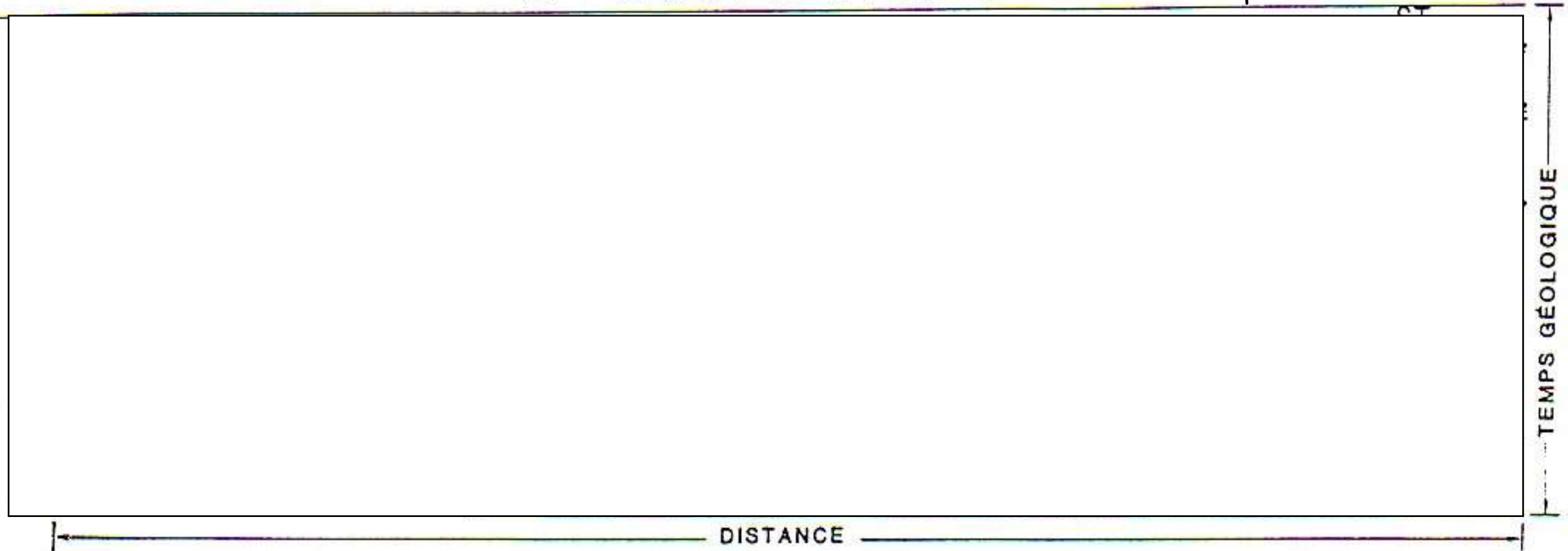
Onlap se dit de couches à pente faible venant buter sur des couches plus inclinées.

Downlap se dit de couches à pente forte venant reposer sur des couches à pente faible.

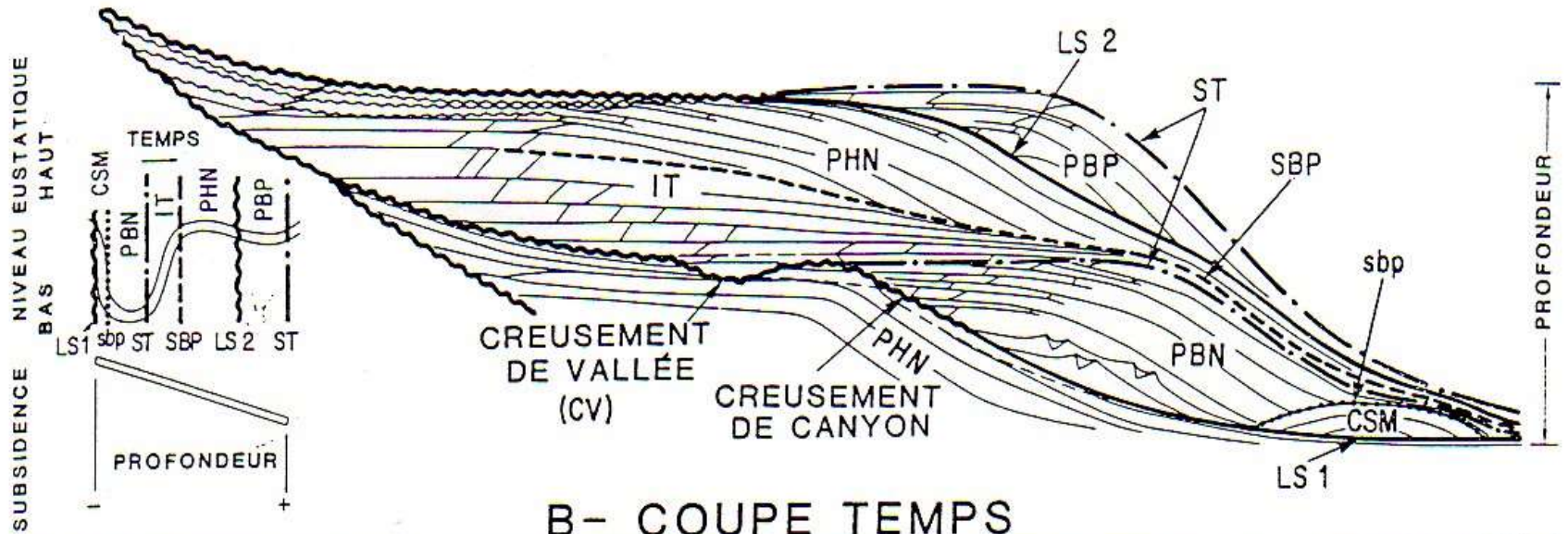
A- COUPE PROFONDEUR



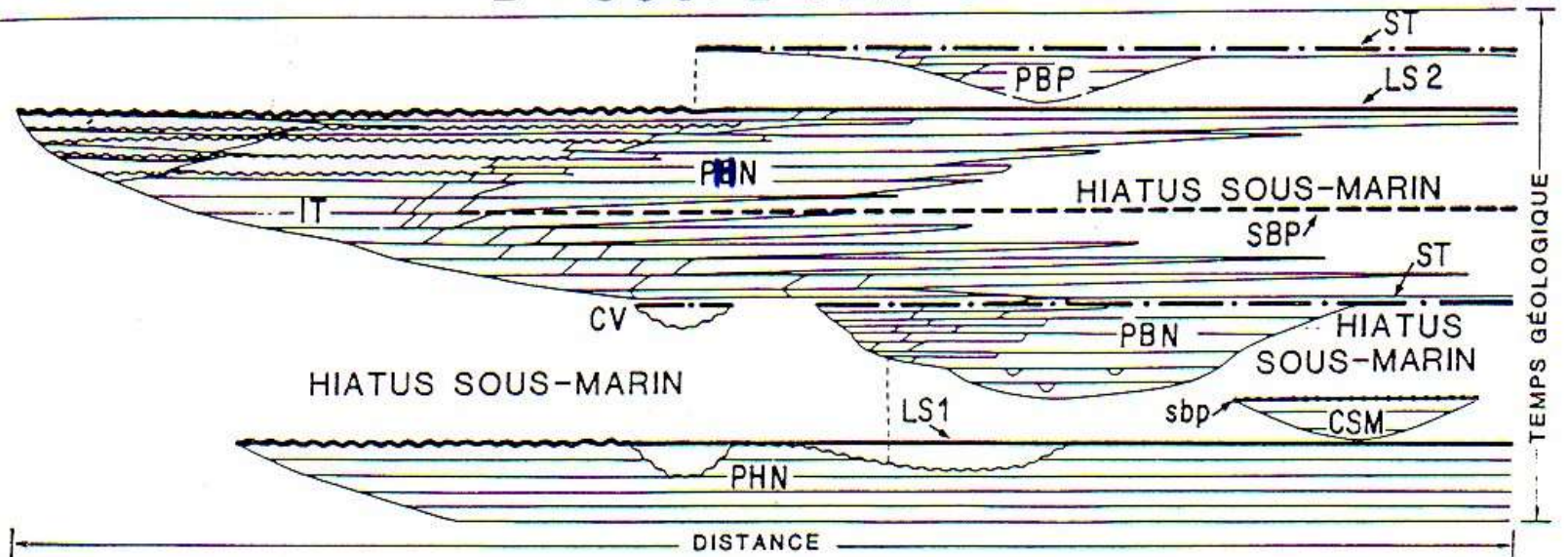
B- COUPE TEMPS

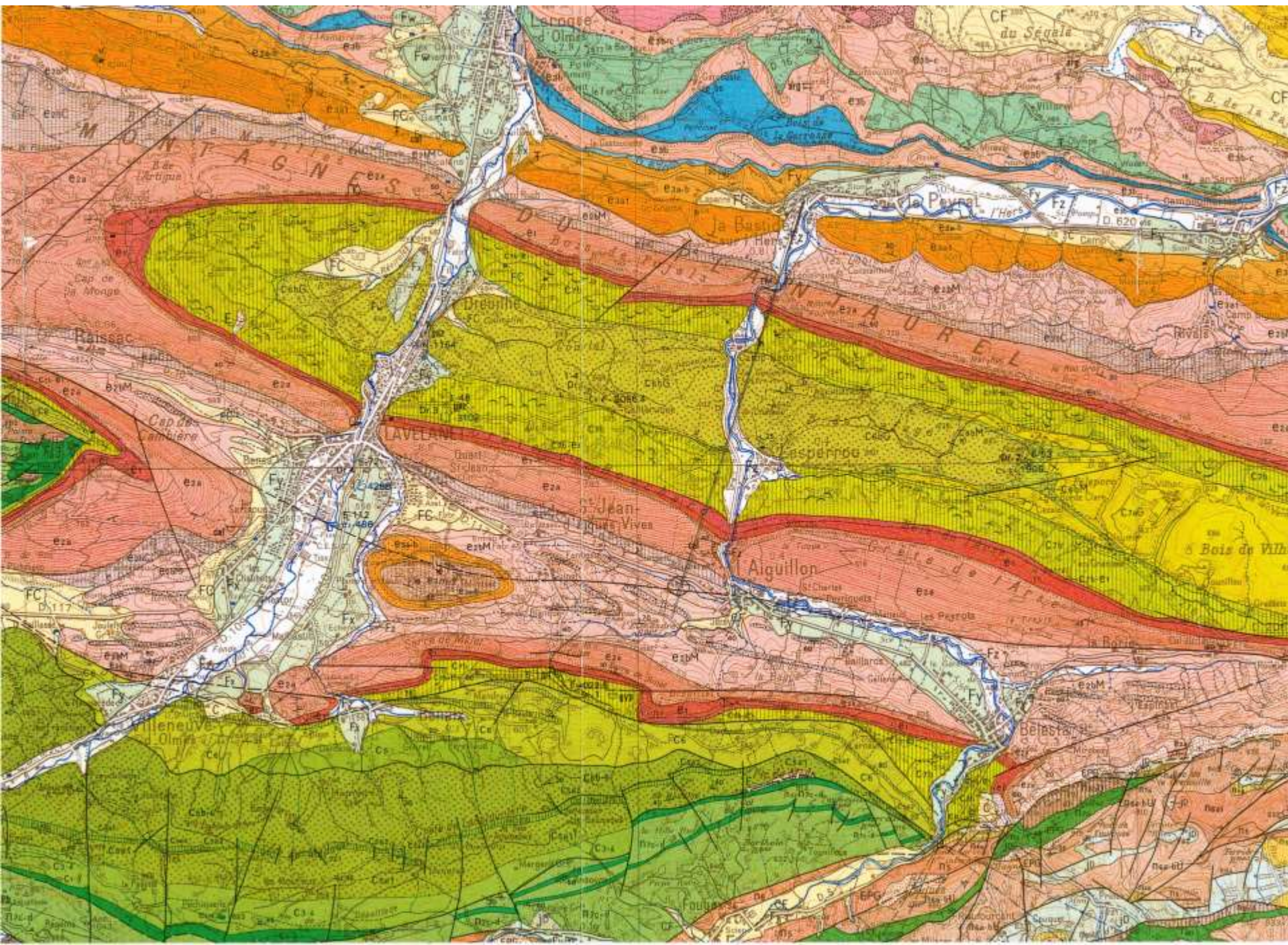


A- COUPE PROFONDEUR



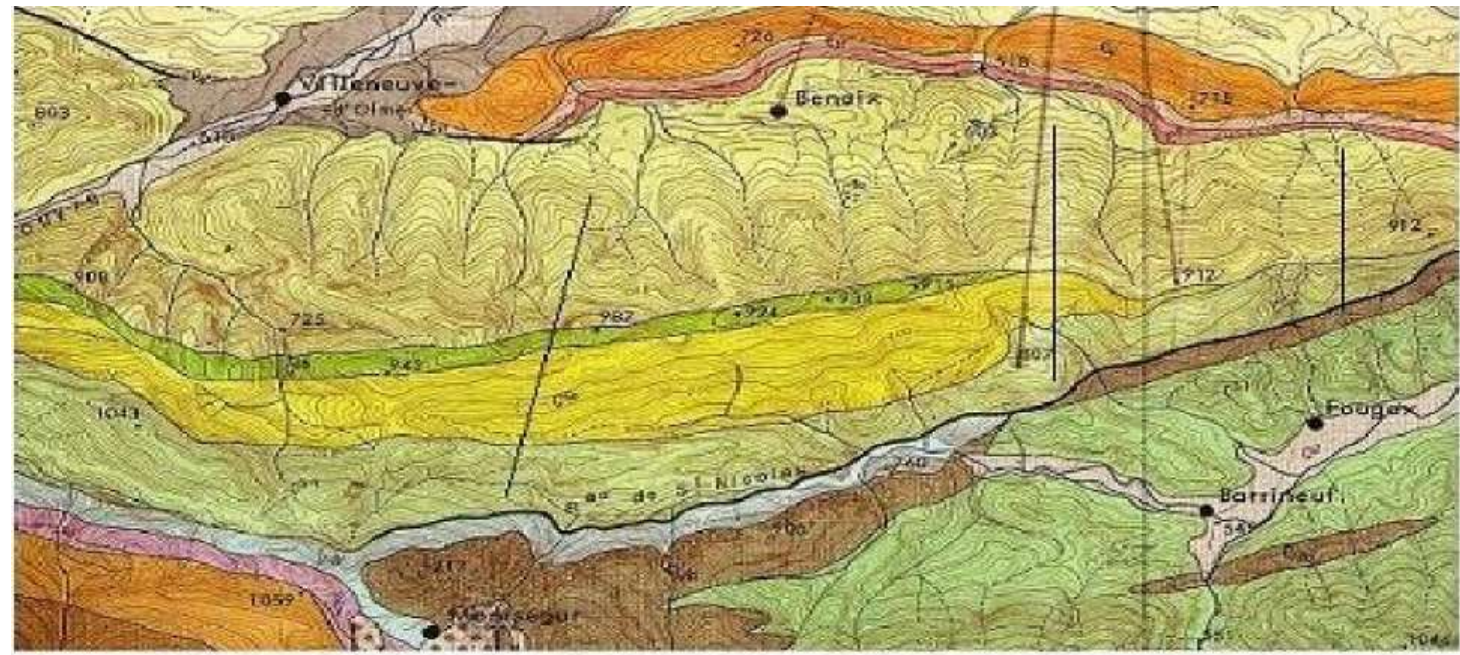
B- COUPE TEMPS





Transgressions, régressions : Recherche des lacunes ou discordances cartographiques

- Rechercher l'absence de dépôts en utilisant la légende.
- Rechercher des terminaisons de couches en biseaux
- Représenter la succession des formations sur trois coupes sériées A, B et C d'orientation NS.



C ⁰	Danien. Calcaire lacustre, lithographique, de 10 à 20 m d'épaisseur.
C ^{0a}	Maestrichtien. Marnes rouges parfois gypsifères dont l'épaisseur peut atteindre 100-200 m.
C ^{0b}	Campanien. Grès d'Ales, siliceux, parfois pou-dingiforme et très riche en galets de quartz (jusqu'à 200 m d'épaisseur).
C ^{0c}	Grès d'Ales et marnes à microstee.
C ^{0d}	Coniacien inférieur et Turonien supérieur. Calcaires récifs de Morenci et Montferrier. Une cinquantaine de mètres d'épaisseur.
C ^{0e}	Grès de Collet. Grès tendre, marneux à la base, alternant avec des marnes schisteuses jaunâtres, de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur.
C ^{0f}	Cénomanién moyen et inférieur. Schistes noirs, grès fins et micabréches avec alternance de marnes bleues et de bancs calcaire-marneux (faciès flysch).
C ^{0g}	Albien. Marnes noires à niveaux gréseux, de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur.

Fig. 31 : extrait de carte de la feuille de Lavelanet au 1/50 000

Biseaux et lacunes : mise en évidence et interprétation

Cas du SW de la carte du Lavelanet au 1/50000

3 Coupes litho-stratigraphiques N-S sont réalisées en utilisant la légende de la carte pour mettre en évidence les successions des couches, et les anomalies possibles.

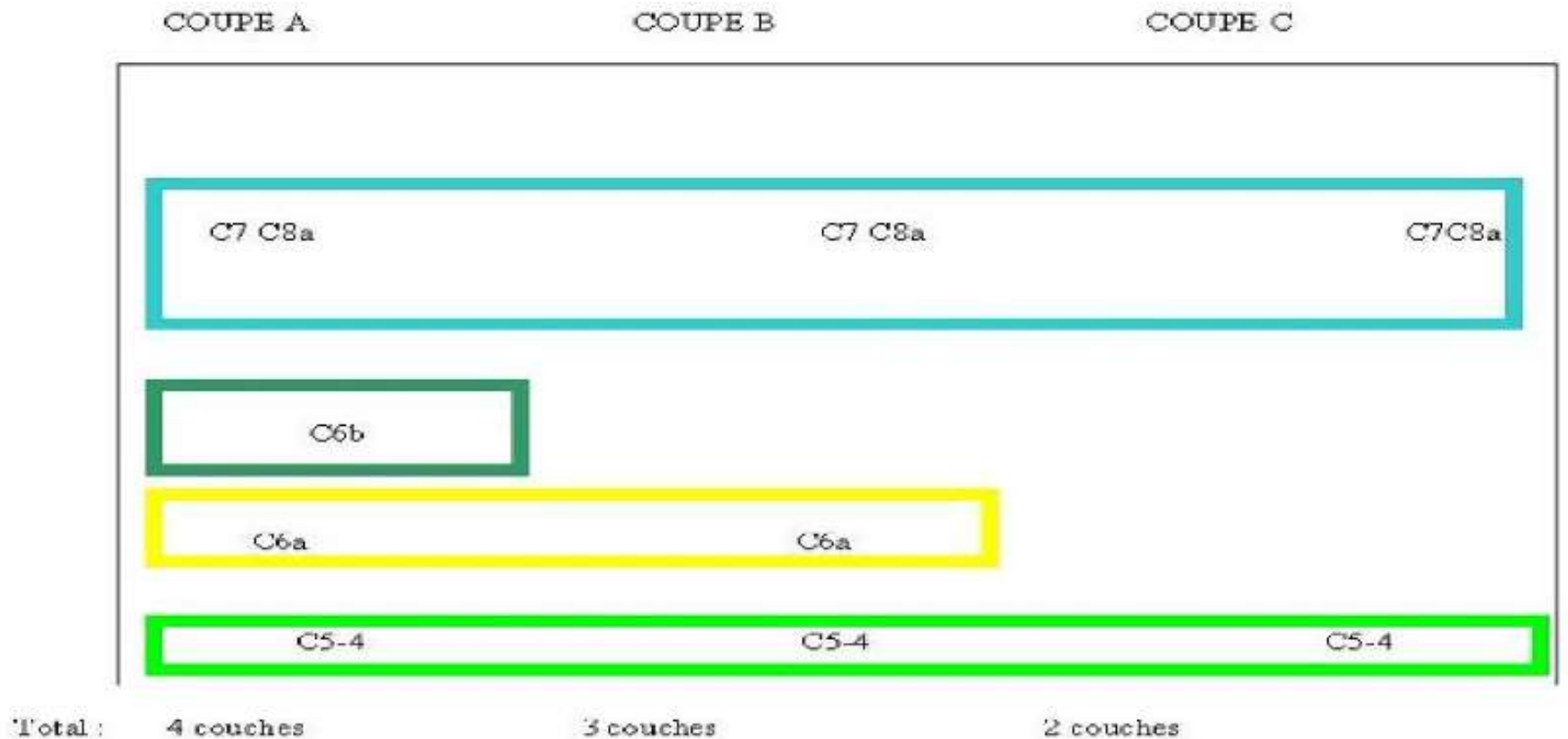


Fig. 32 : commentaire de carte avec biseaux et lacunes.