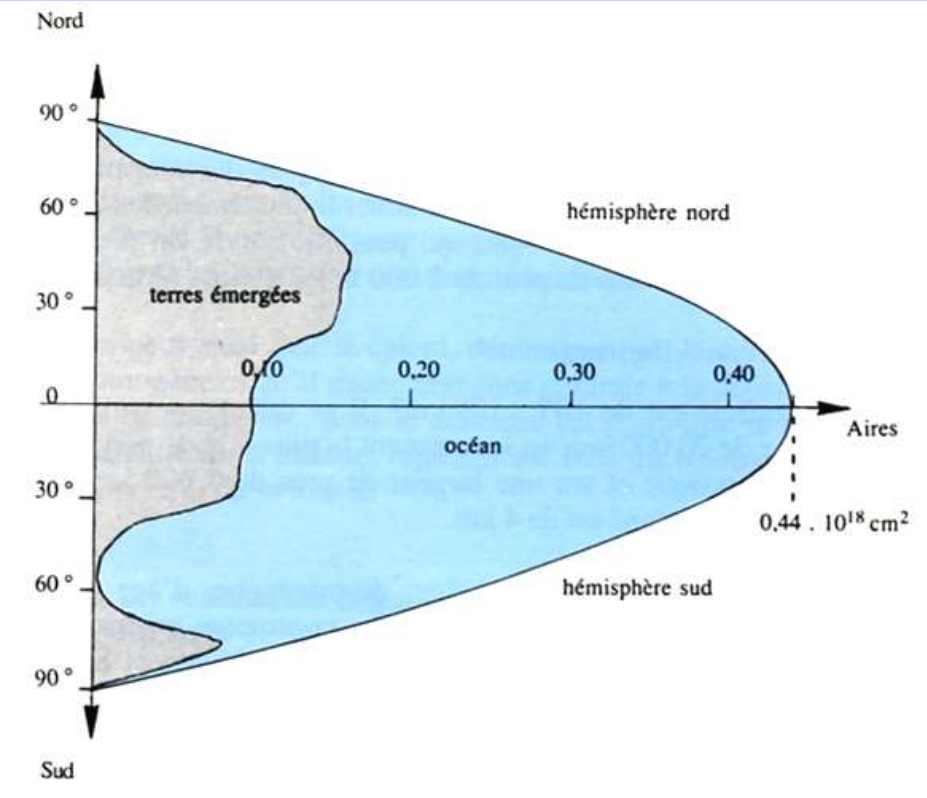
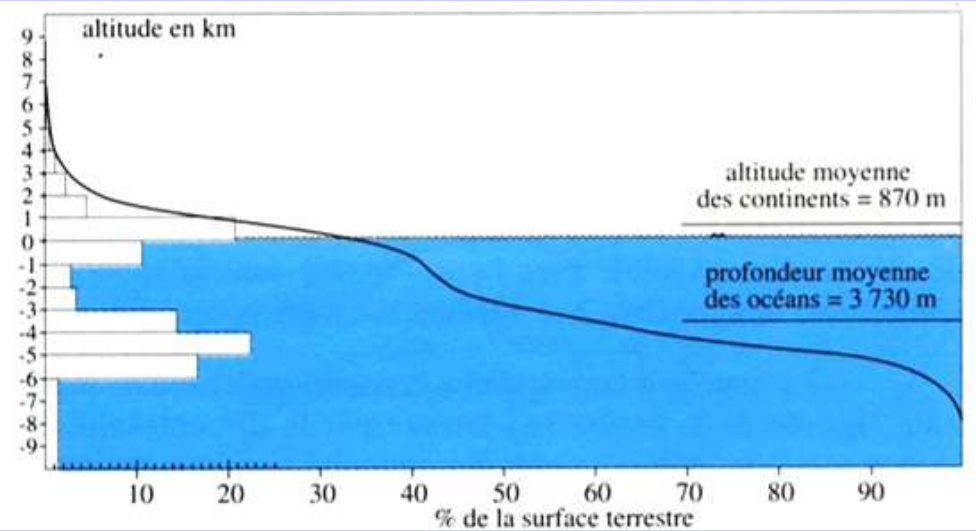
Structure et dynamique du globe 1 : Apports de l’étude des grands ensembles structuraux

Océans et continents

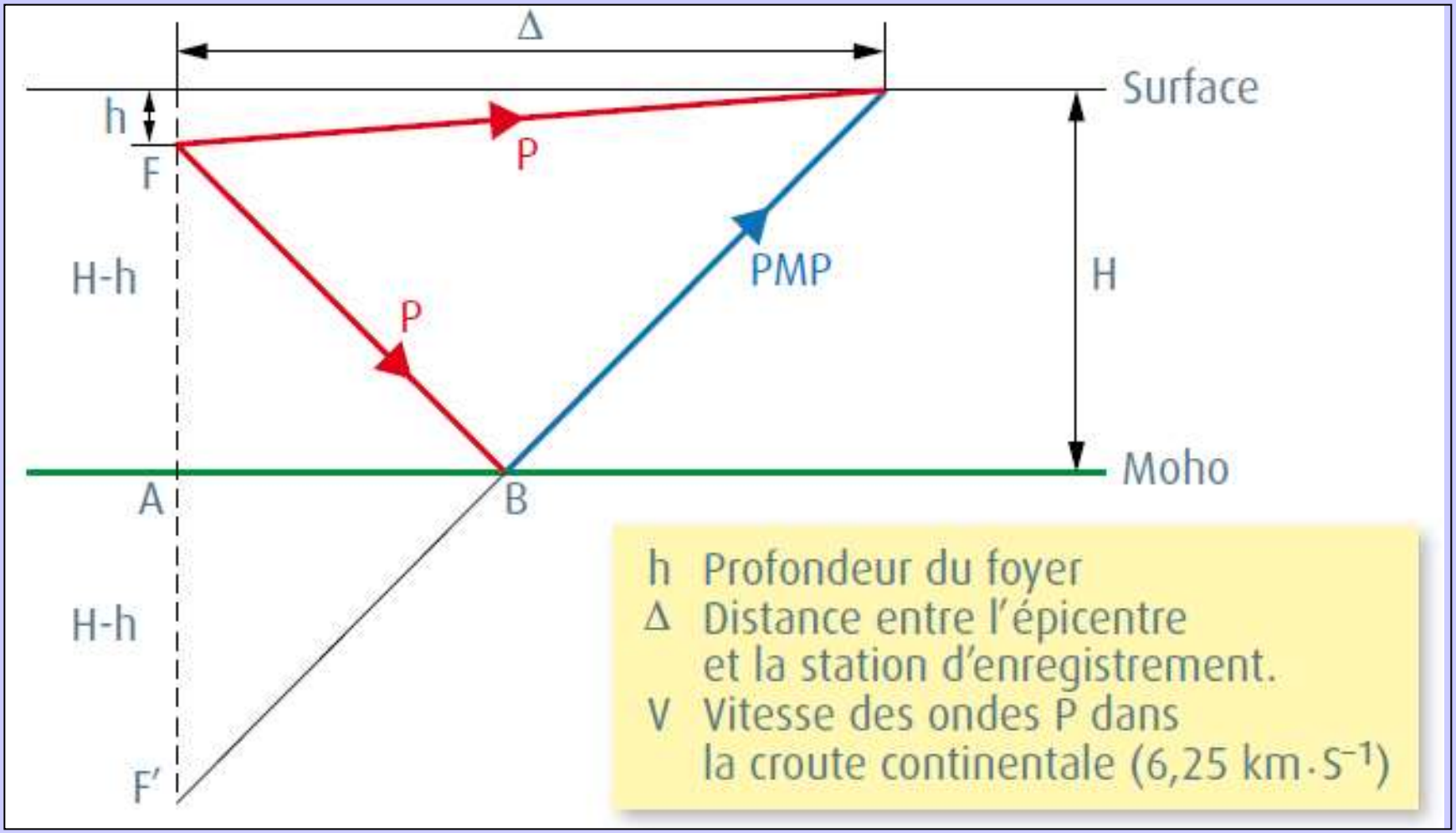


Répartition des superficies des océans et des terres émergées par hémisphère et par “ tranches ” de latitude.



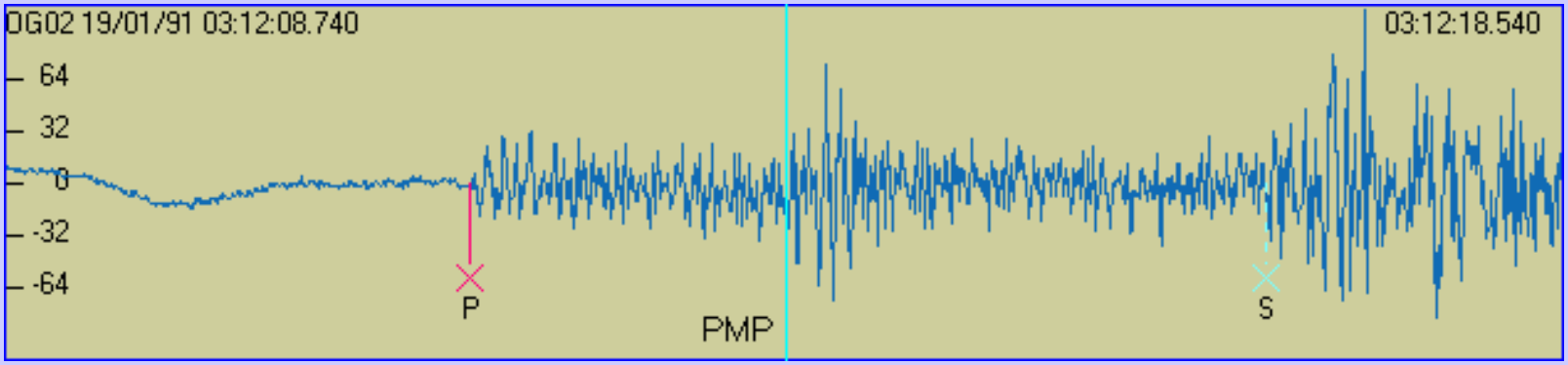
Répartition des altitudes et des profondeurs sur le globe (histogramme et courbes cumulées).

“ Comprendre et enseigner la Planète Terre ”, Caron et coll. Ophrys Ed.


Δ
Surface
h
F
P
H-h
PMP
H
P
Moho
A
B
H-h
F'
h Profondeur du foyer
Δ Distance entre l'épicentre
et la station d'enregistrement.
V Vitesse des ondes P dans
la croute continentale (6,25 km·S⁻¹)

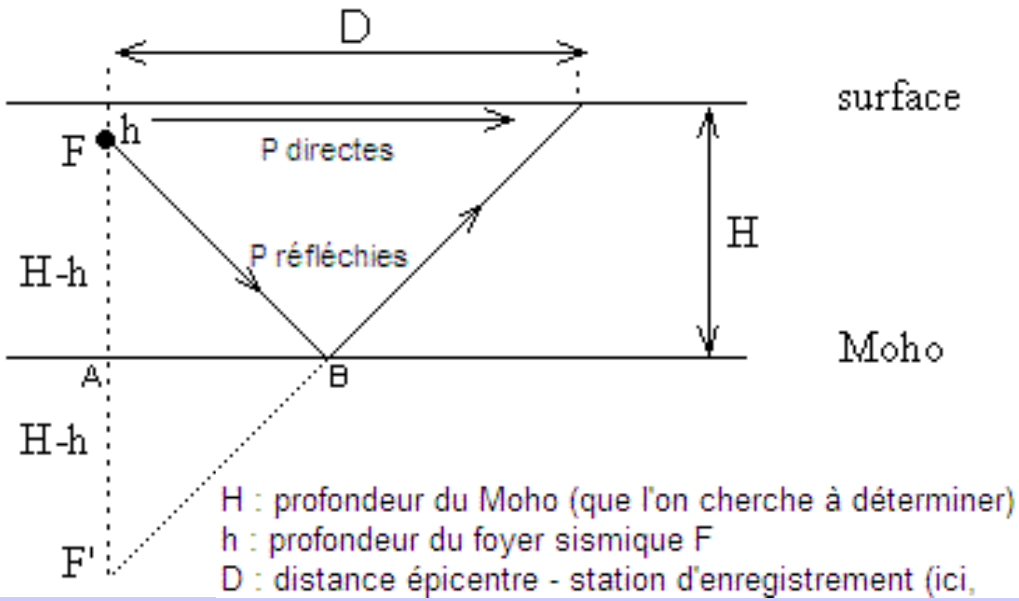
Mise en évidence et localisation du MOHO

Mohorovicic, 1909



Séisme du 19/01/1991. Sismogramme reçu par la station OG02 (Annemasse).

Profondeur focale h = 11 km.
Distance épicentrale 63,3 km.
Arrivée des ondes P à 3 h 12 min 15,580 s.
Arrivée des ondes PMP à 3 h 12 min 18,540 s.
Arrivée des ondes S à 3 h 12 min 23,080 s.

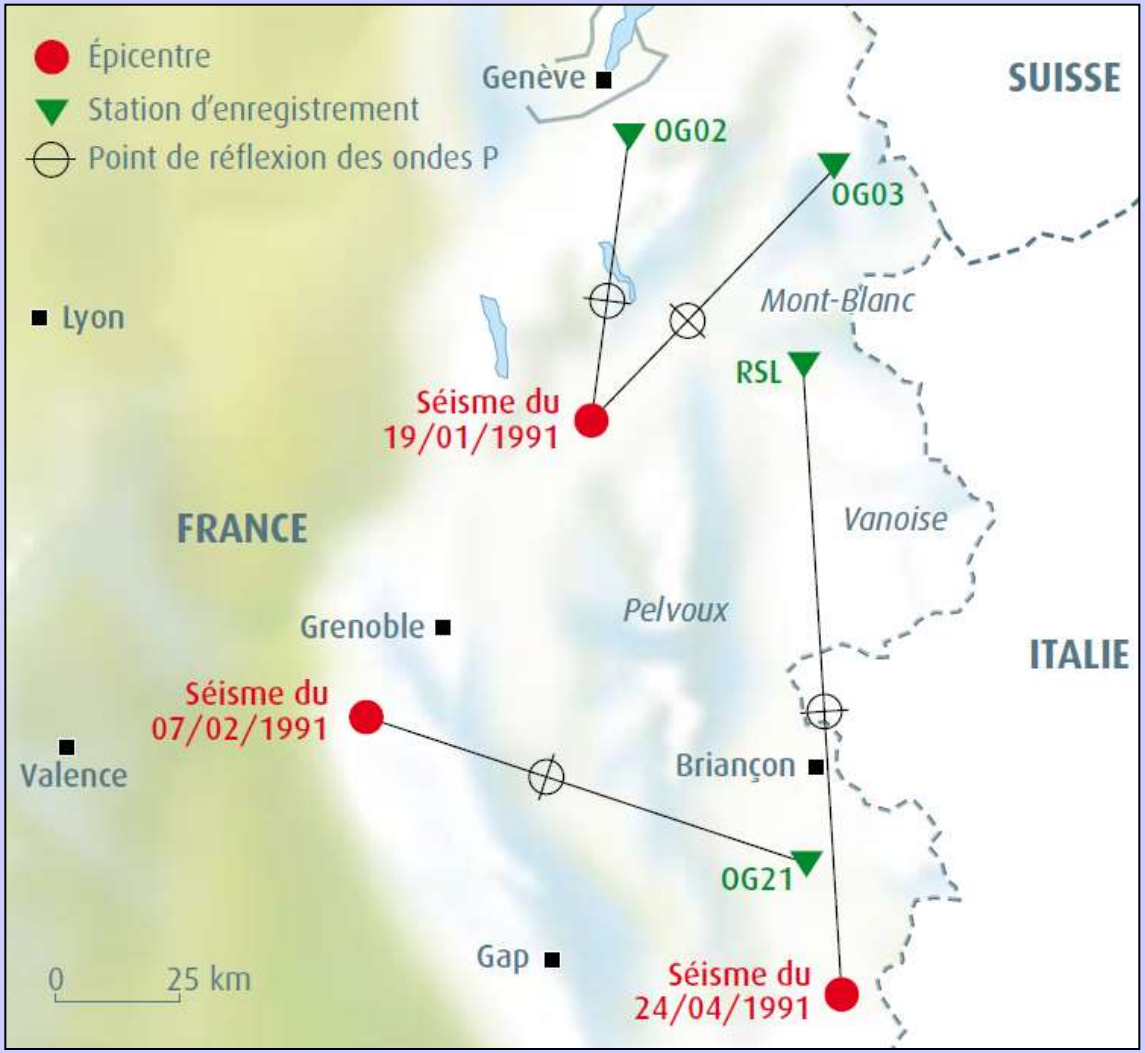


$$H = \frac{1}{2}\left[h + \sqrt{\left(V.dt + \sqrt{h^2 + D^2}\right)^2 - D^2}\right]$$

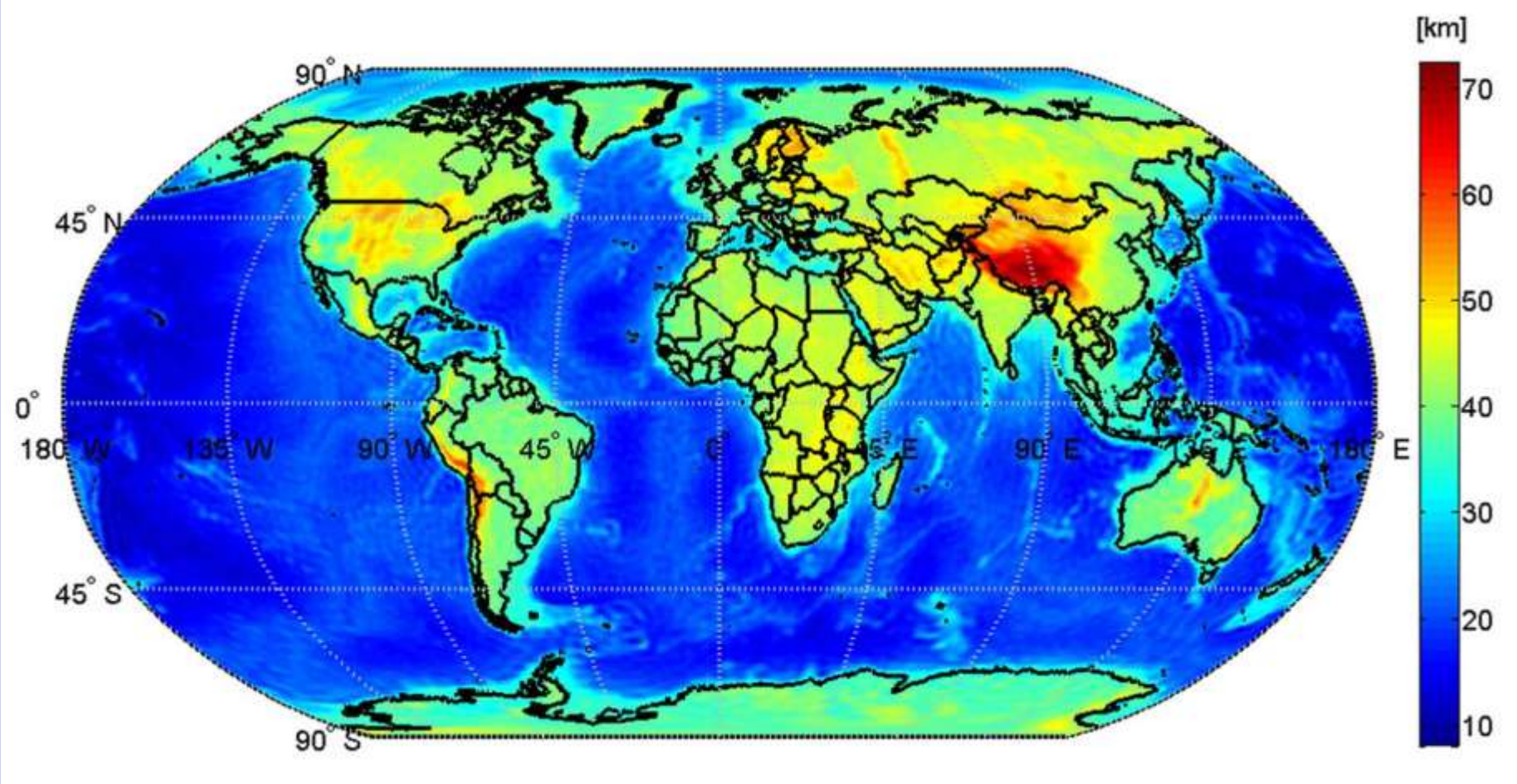
NB : dans cette formule :

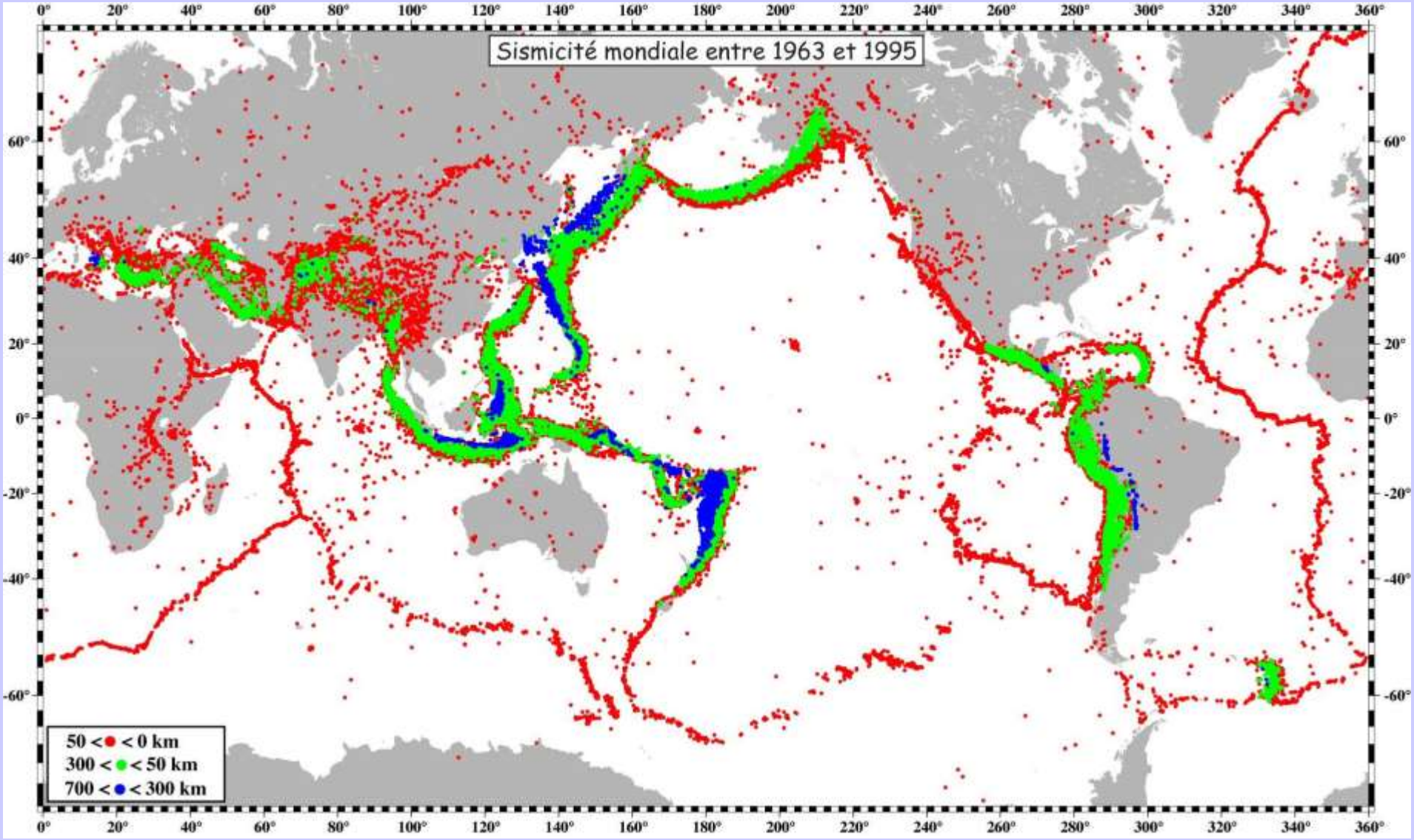
- h négligée si le séisme est relativement superficiel
- V = vitesse de propagation des ondes P à travers la croûte terrestre (ici 6,25 km/s)
- dt établi par lecture du sismogramme
- D distance épicentre - station d ’enregistrement

$$H = 1/2 \sqrt{[(Vdt + D)^2 - D^2]}$$

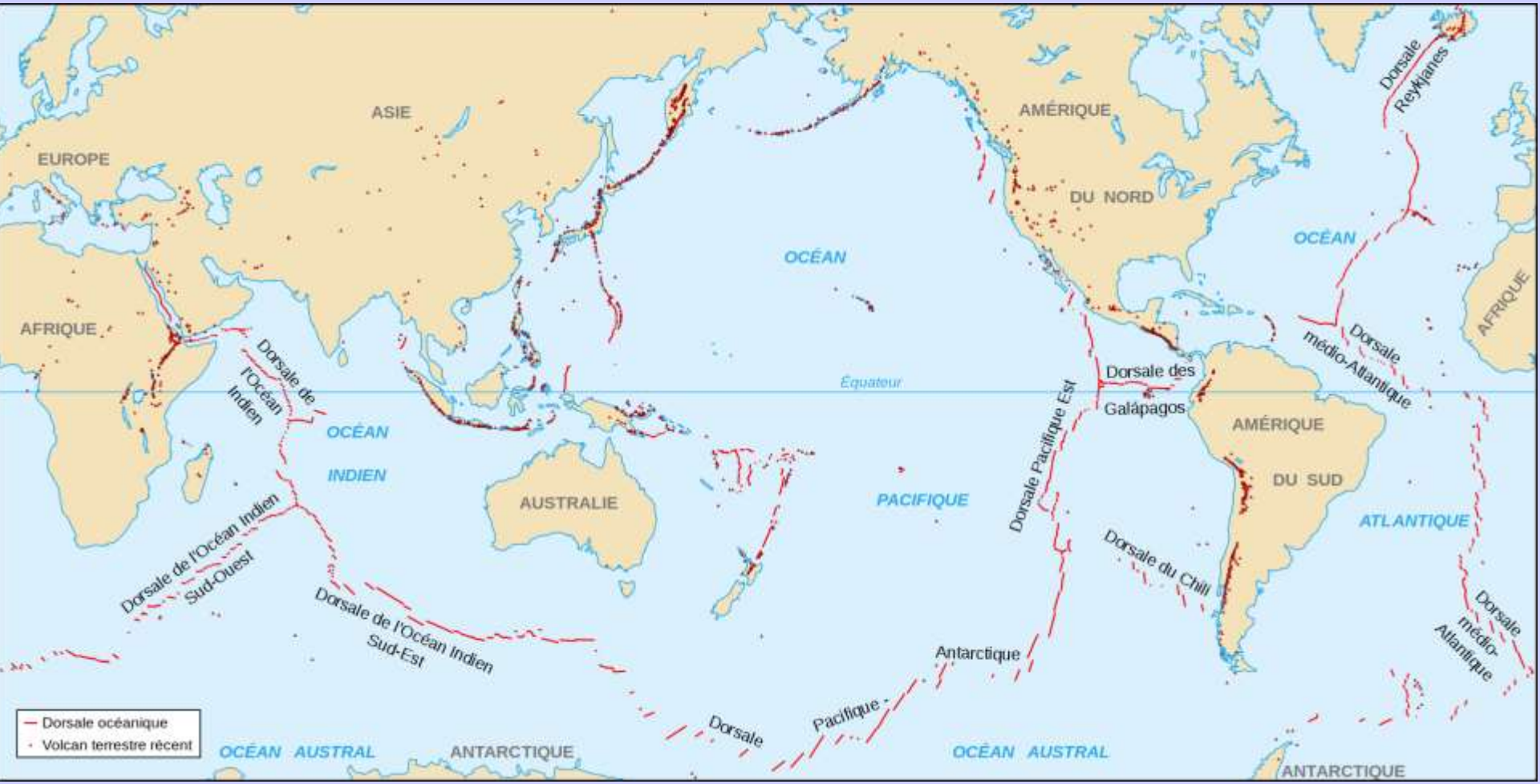

Épicentre
Station d'enregistrement
Point de réflexion des ondes P
Genève
SUISSE
OG02
OG03
Mont-Blanc
Lyon
RSL
Séisme du
19/01/1991
FRANCE
Vanoise
Pelvoux
Grenoble
ITALIE
Séisme du
07/02/1991
Valence
Briançon
OG21
Gap
0
25 km
Séisme du
24/04/1991

Carte mondiale de la profondeur du Moho





<u>Document 4.</u> Carte de la sismicité mondiale entre 1963 et 1995



<u>Document 3.</u> Carte de la répartition mondiale des volcans.

Hydrothermalisme

Geyser : Castle Geyser, Yellowstone
T > 100°C

Fumeurs noirs : The Brothers, Nlle-Zélande
T = 350°C

Centrale géothermique, chauffage

Prince Conti, Larderello, 1904

La centrale géothermique de Nesjavelli transforme l'énergie géothermique en électricité
→ géothermie à haute énergie : T > 150°C

Islande

- premier chauffage urbain géothermique à Reykjavik en ~1930'
- 89% des habitations chauffées par géothermie (2006)
- géothermie = 66% de l'énergie primaire en 2007, 19% énergies fossiles
- gradient géothermique > 150°C/km

Volcanisme

Volcan Kilauea, Hawaii, 6 mars 2011 (photo Hawaiian Volcano Observatory, USGS)
T > 900°C

Sources thermales : thermes, bains

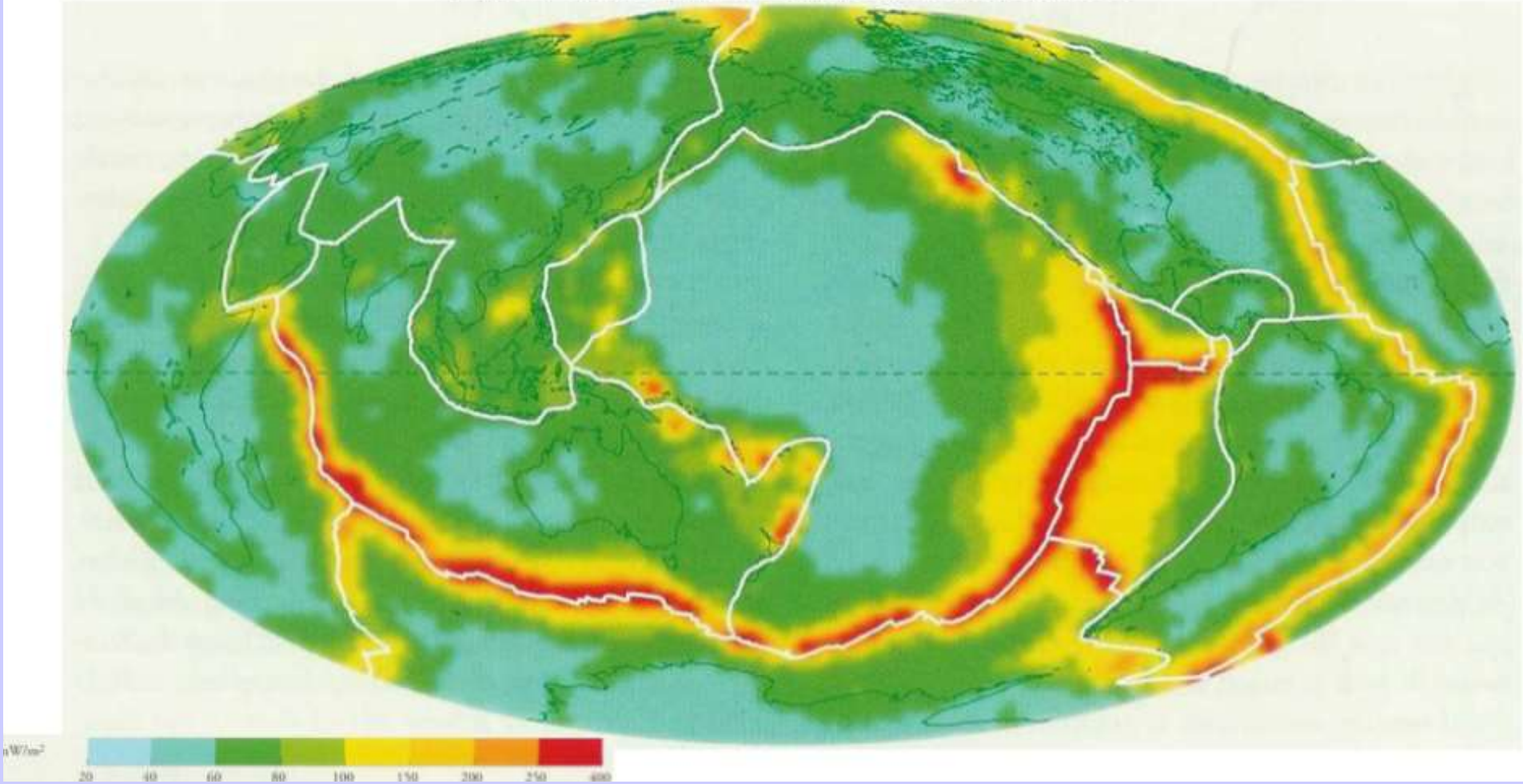
Thermes de Lipari, époque mycénienne (-1300), vue vers le Nord depuis Vulcano

Takaragawa onsen, Japon (subduction)

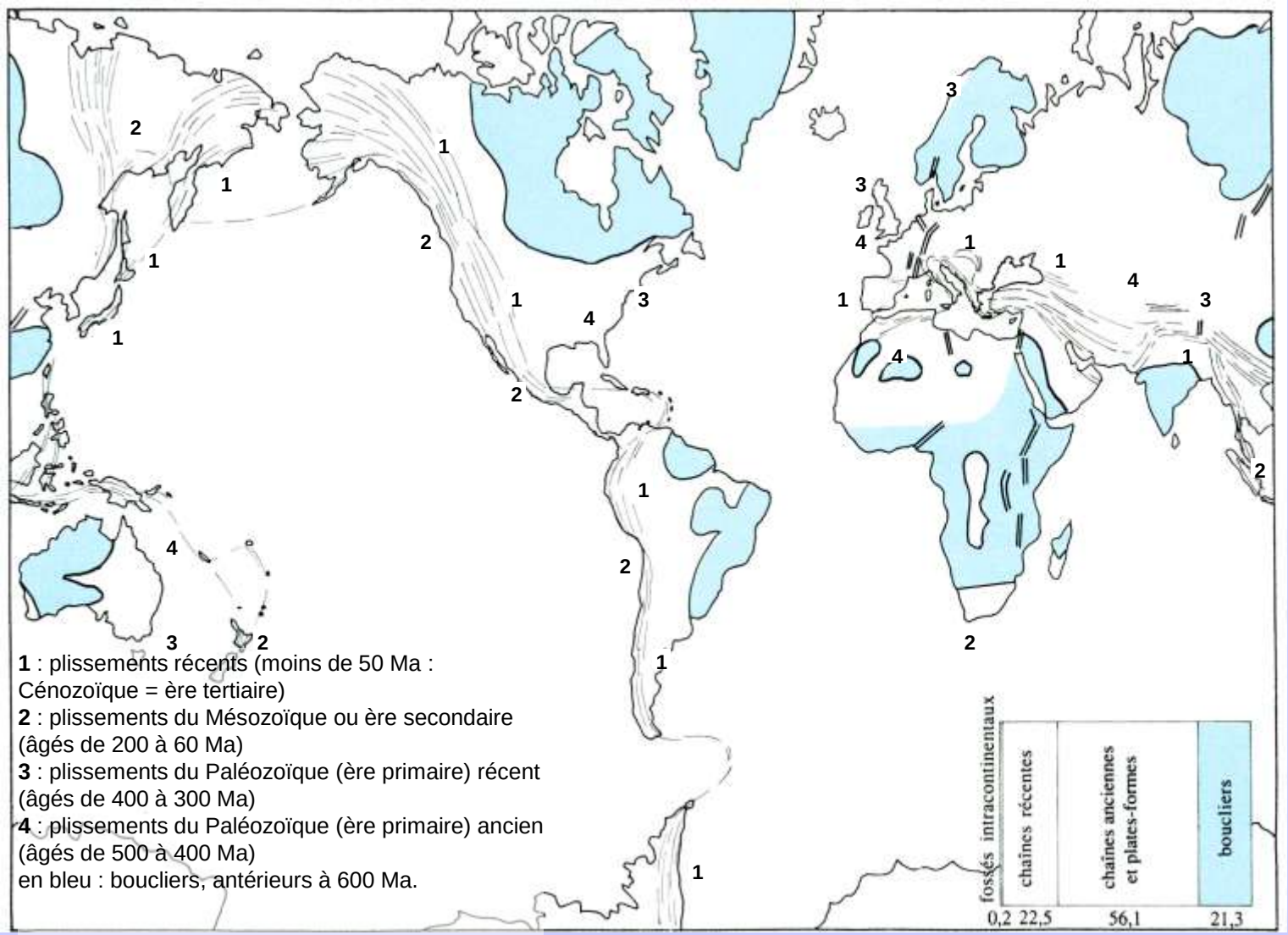
Station thermale Blue Lagoon, Islande (dorsale)
Centrale géothermique de Svartsengi

Carte globale du flux géothermique en surface

D'après Pollack et al., 1993 dans Nataf et Sommeria, 2000



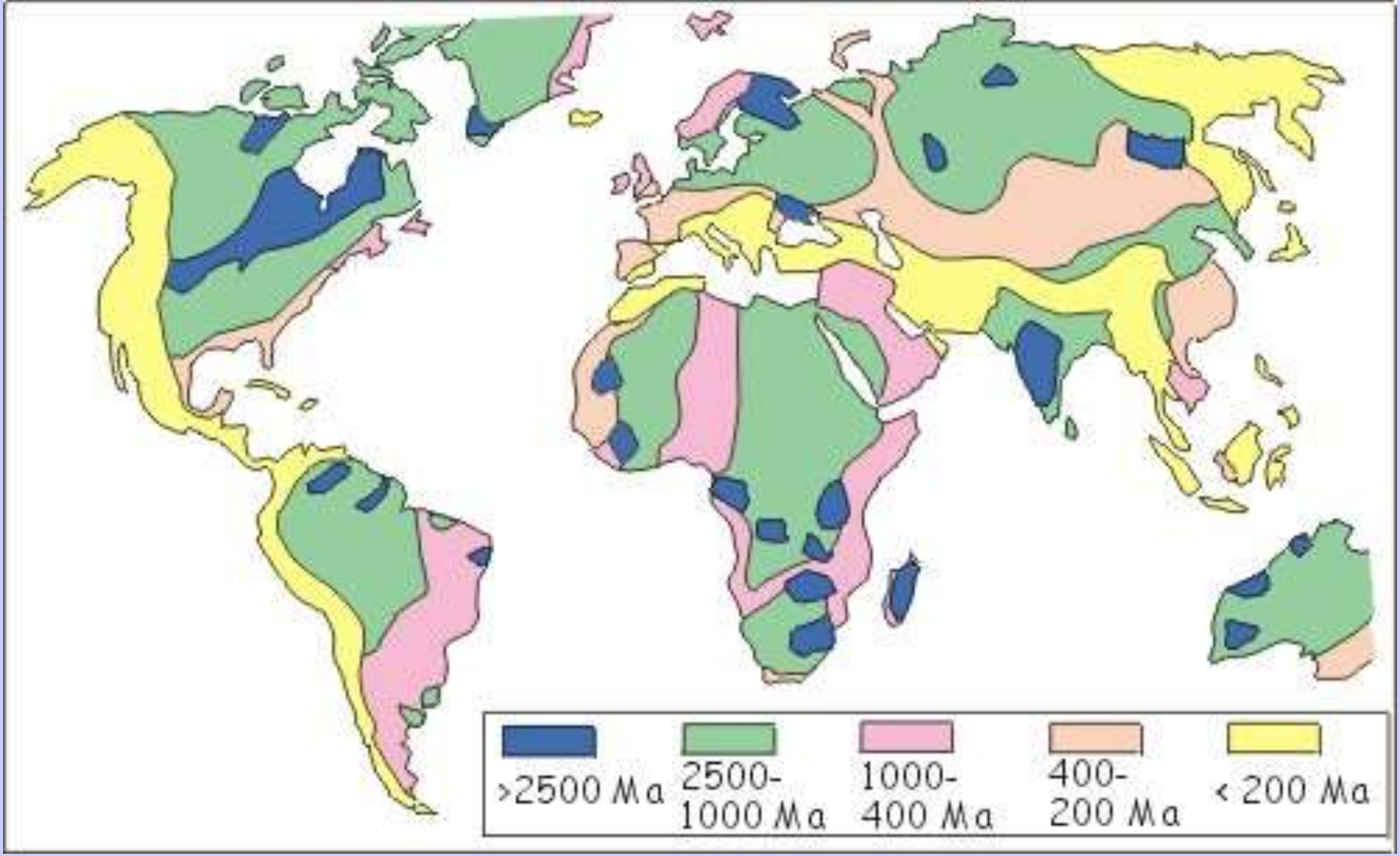
Principaux ensembles structuraux mondiaux



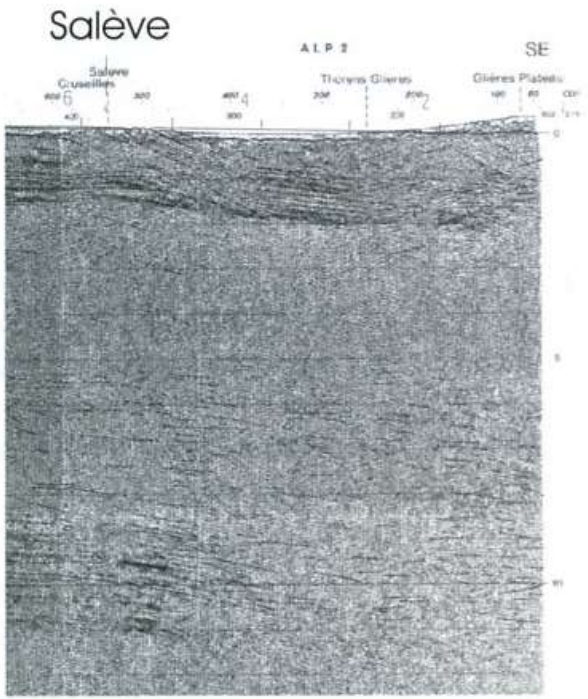
Boucliers (en bleu), plates-formes et chaînes anciennes (en blanc), chaînes récentes post-paléozoïque (tirets), fossés continentaux (double trait).

En cartouche, proportions en surface de ces différents ensembles.

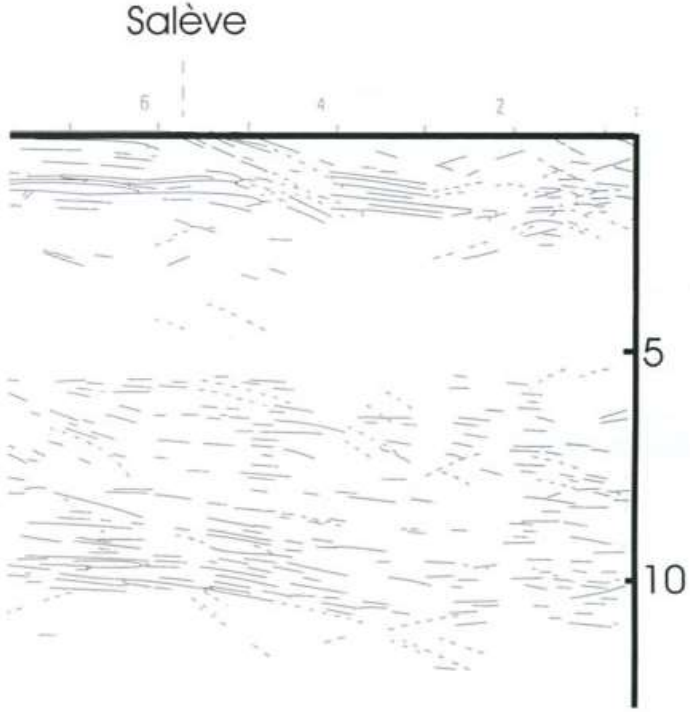
(“ Géologie : objets et méthodes ”, J. Dercourt et J. Paquet, Dunod Ed.).



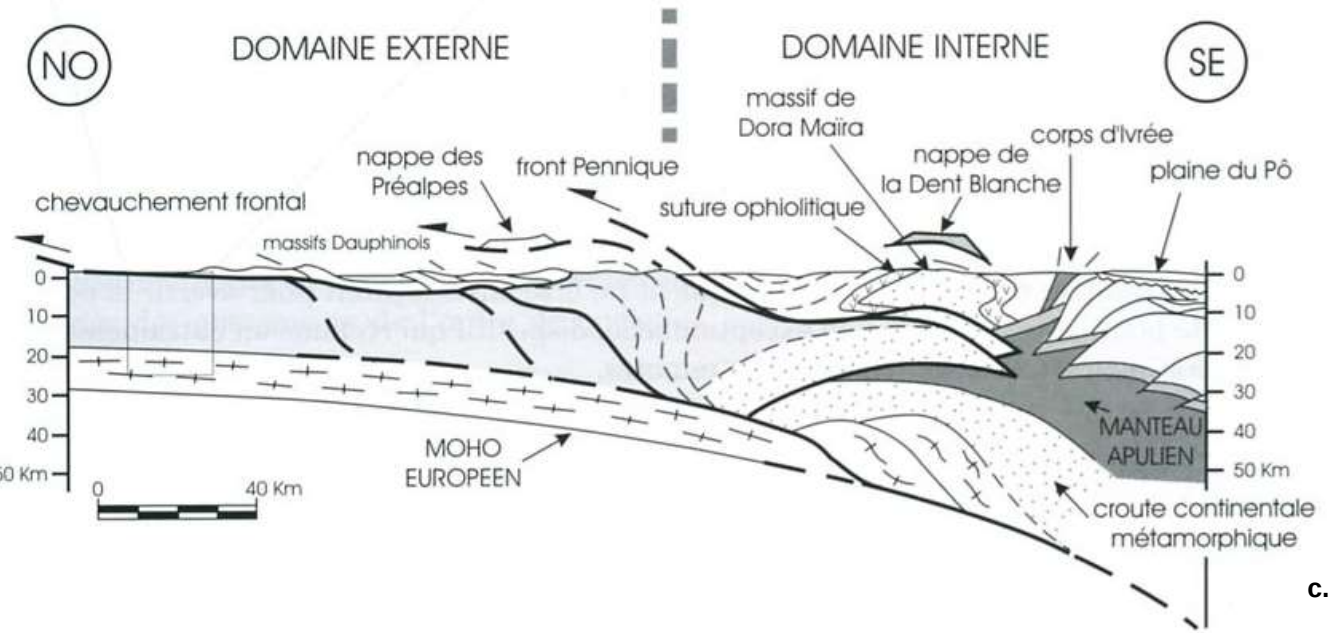
Document 5. Carte de l’âge de la croûte continentale.



a.



b.



c.

Profil de sismique réflexion profonde à travers les Alpes occidentales
(programme ECORS : étude continentale et océanique par réflexion et réfraction sismiques).

a . Extrait du profil de sismique réflexion au front de la chaîne.

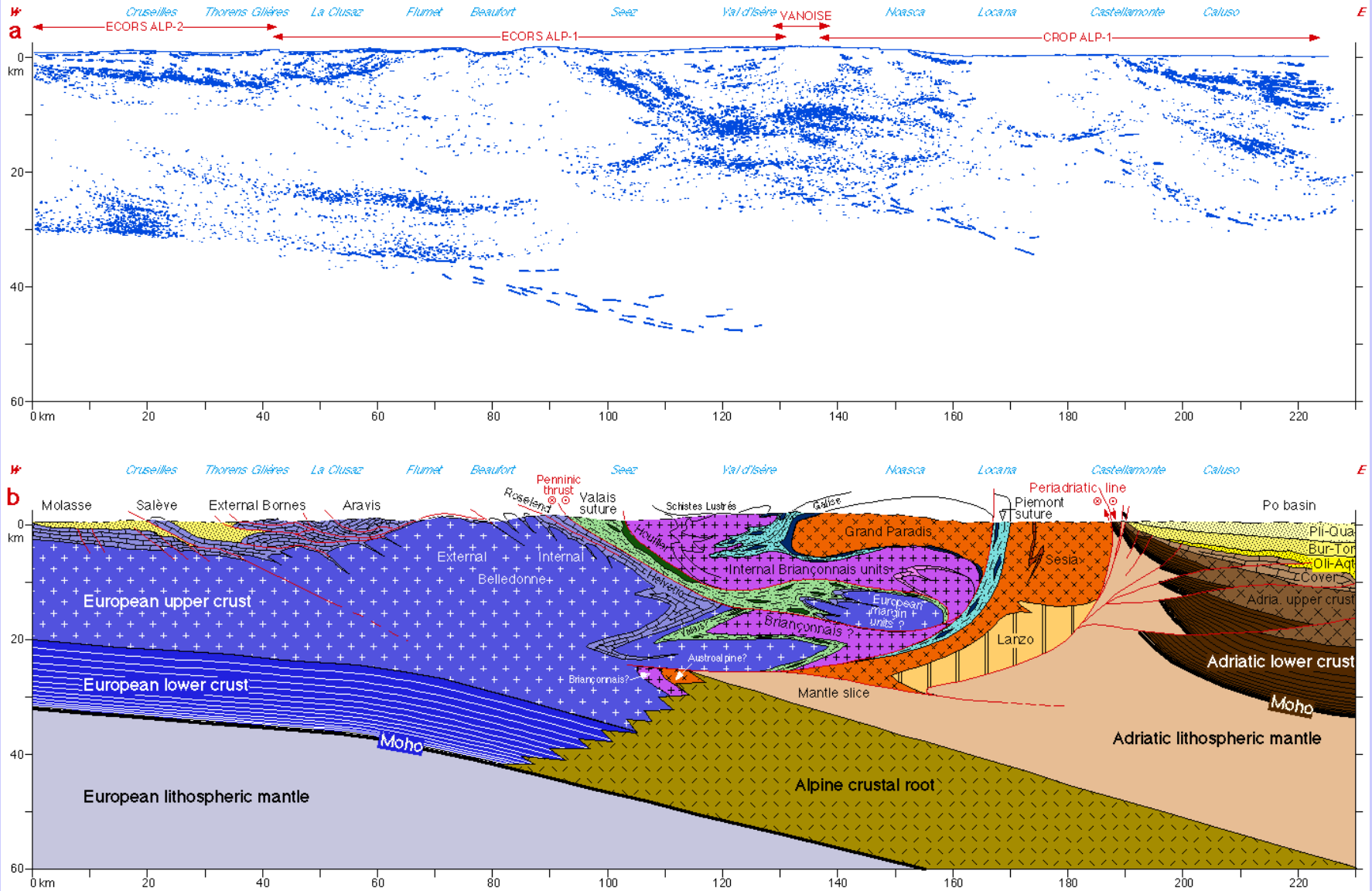
b.Surlignage des principaux réflecteurs.

Dans les deux cas, l'échelle verticale est graduée en " secondes temps double " et indique le temps de trajet aller-retour des ondes réfléchies.
La vitesse moyenne de propagation dans la croûte est d'environ 6,25 km.s^{-1}.

c. Interprétation géologique de l'ensemble de la coupe sismique.

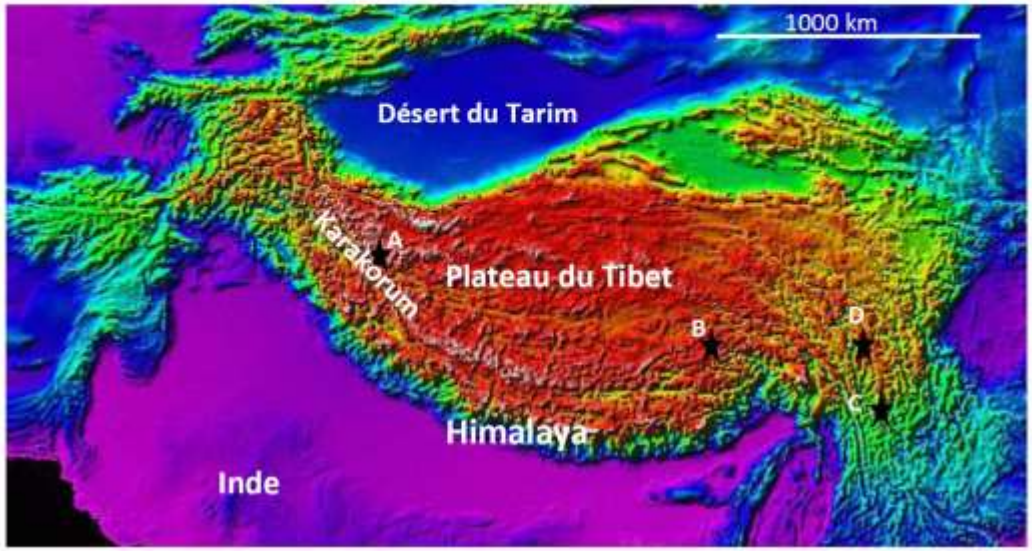
(D'après Roure et coll., 1990, in Larroque C. et Virieux J., " Physique de la Terre solide ", G and B Ed.)

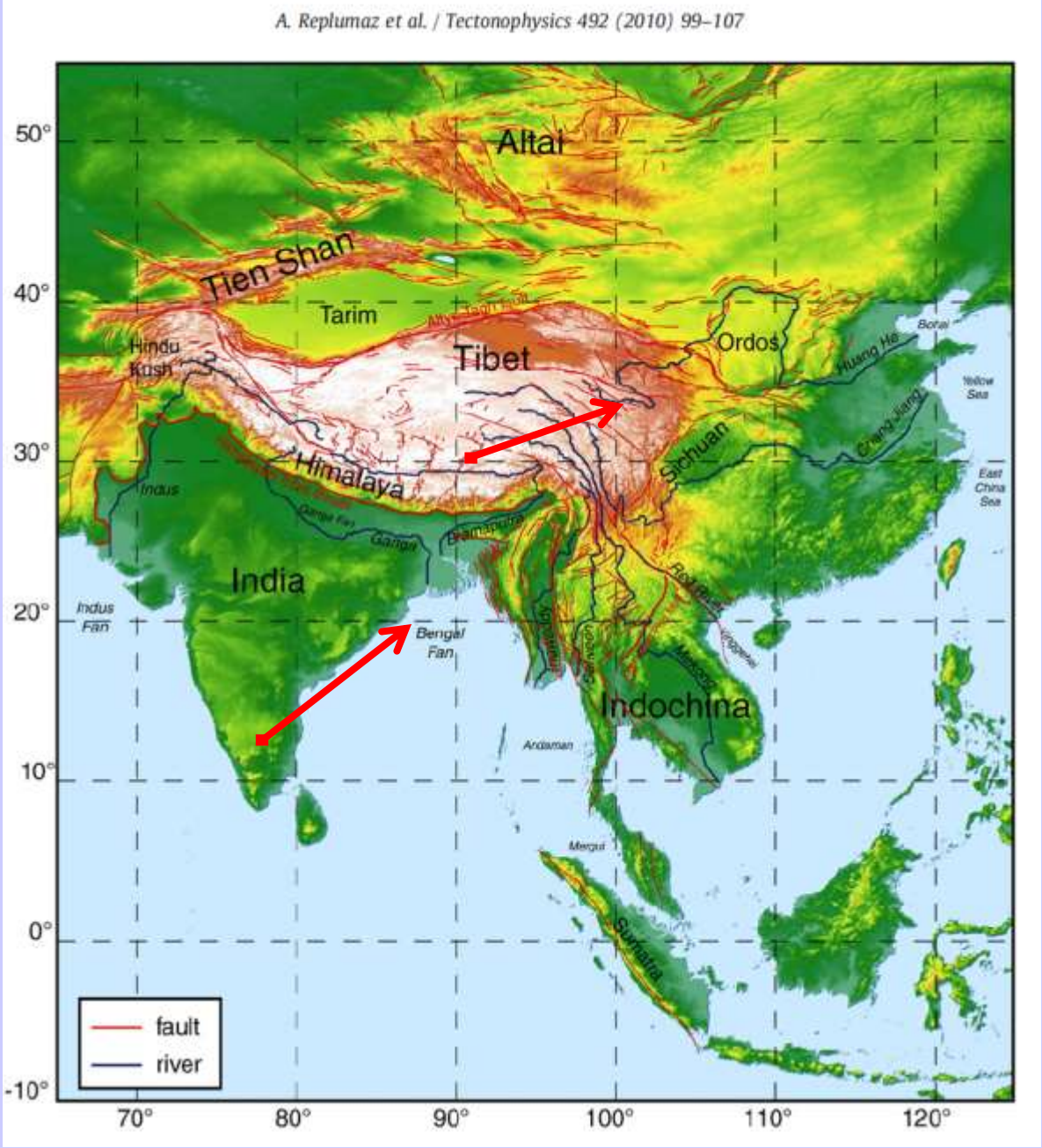
Le profil sismique profond ECORS des Alpes occidentales



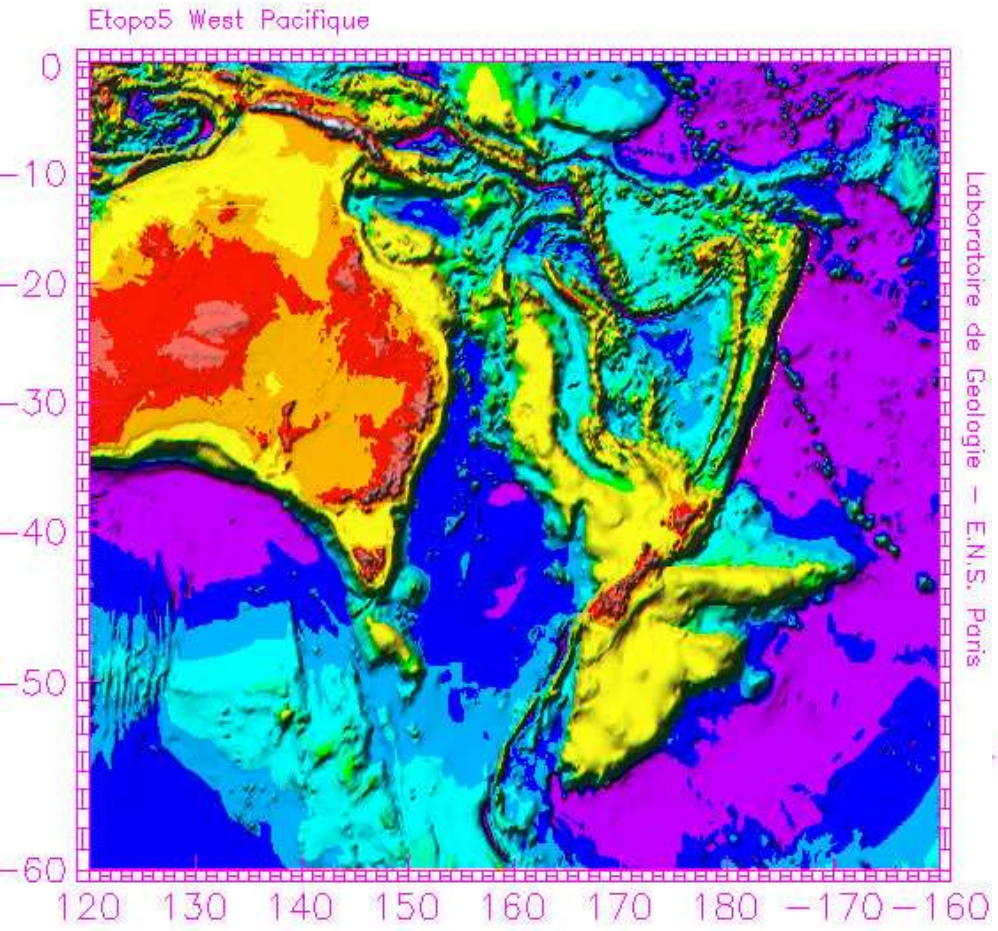
SUD
NORD
022

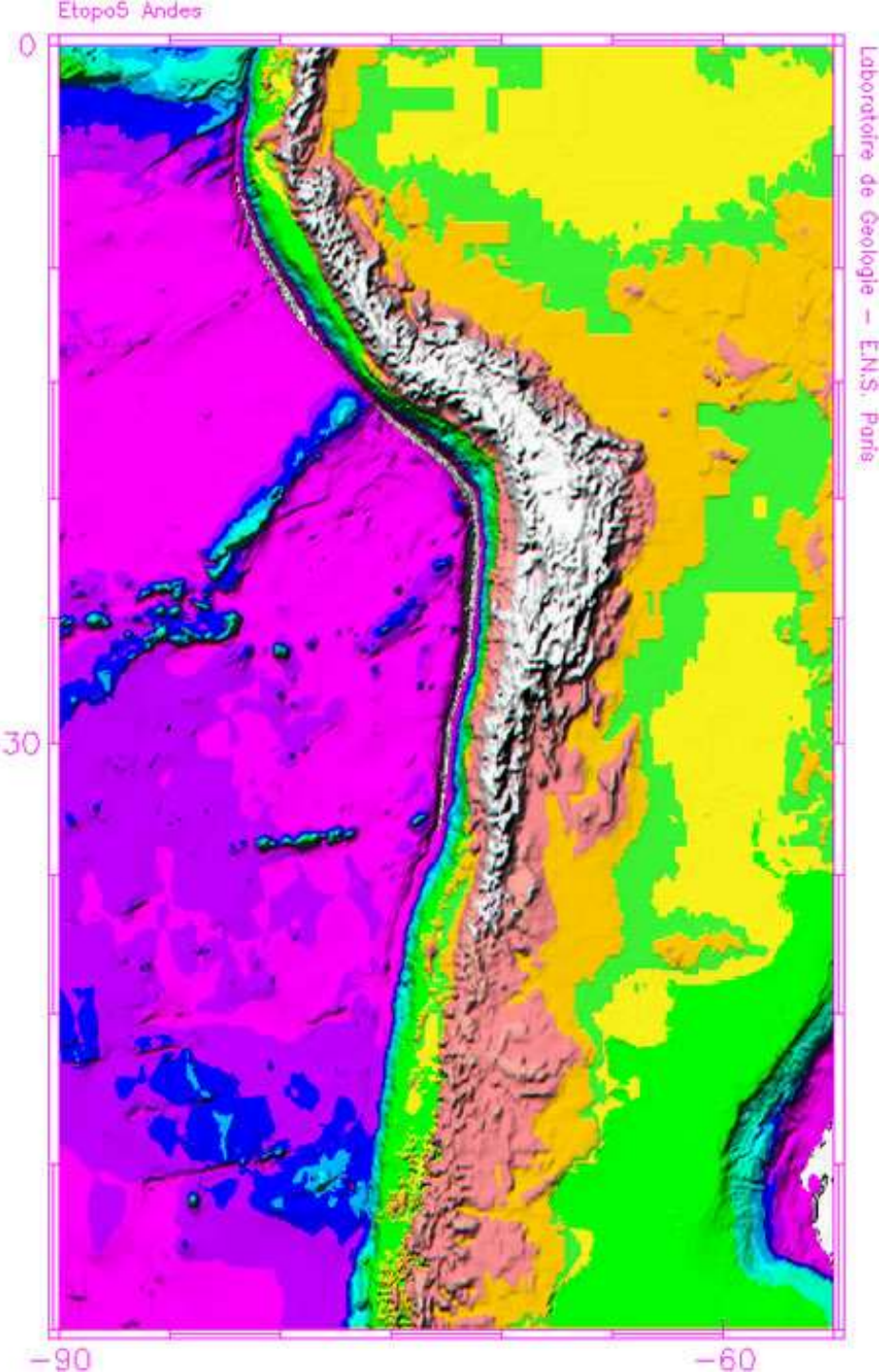
Plateau du Tibet
Himalaya
Plaine du Gange


1000 km
Désert du Tarim
Karakorum
A
Plateau du Tibet
B
D
C
Himalaya
Inde



Localisation des stations GPS BAN2 et LHAS.

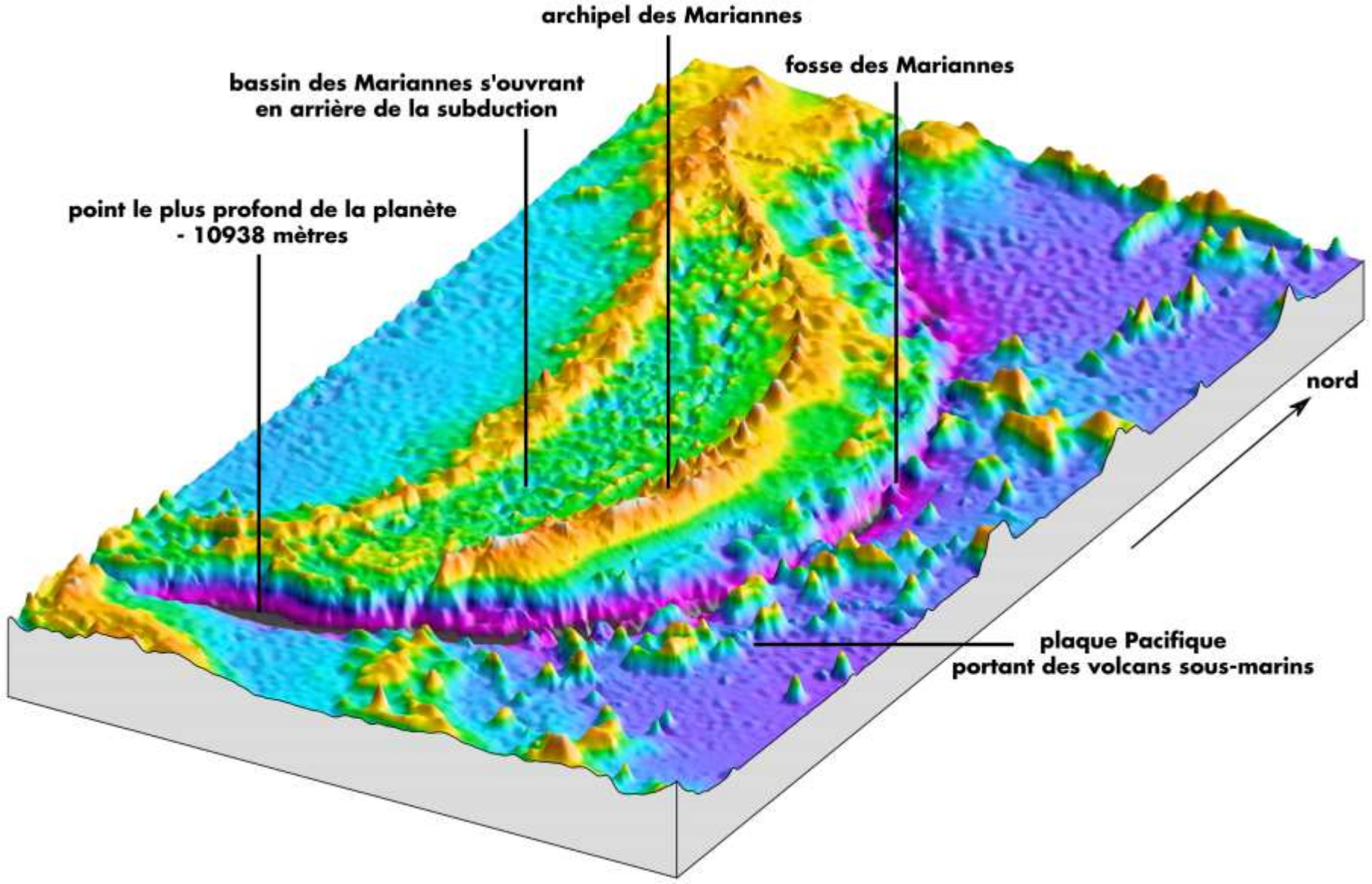




Topographie de la bordure ouest de l ’océan Pacifique.

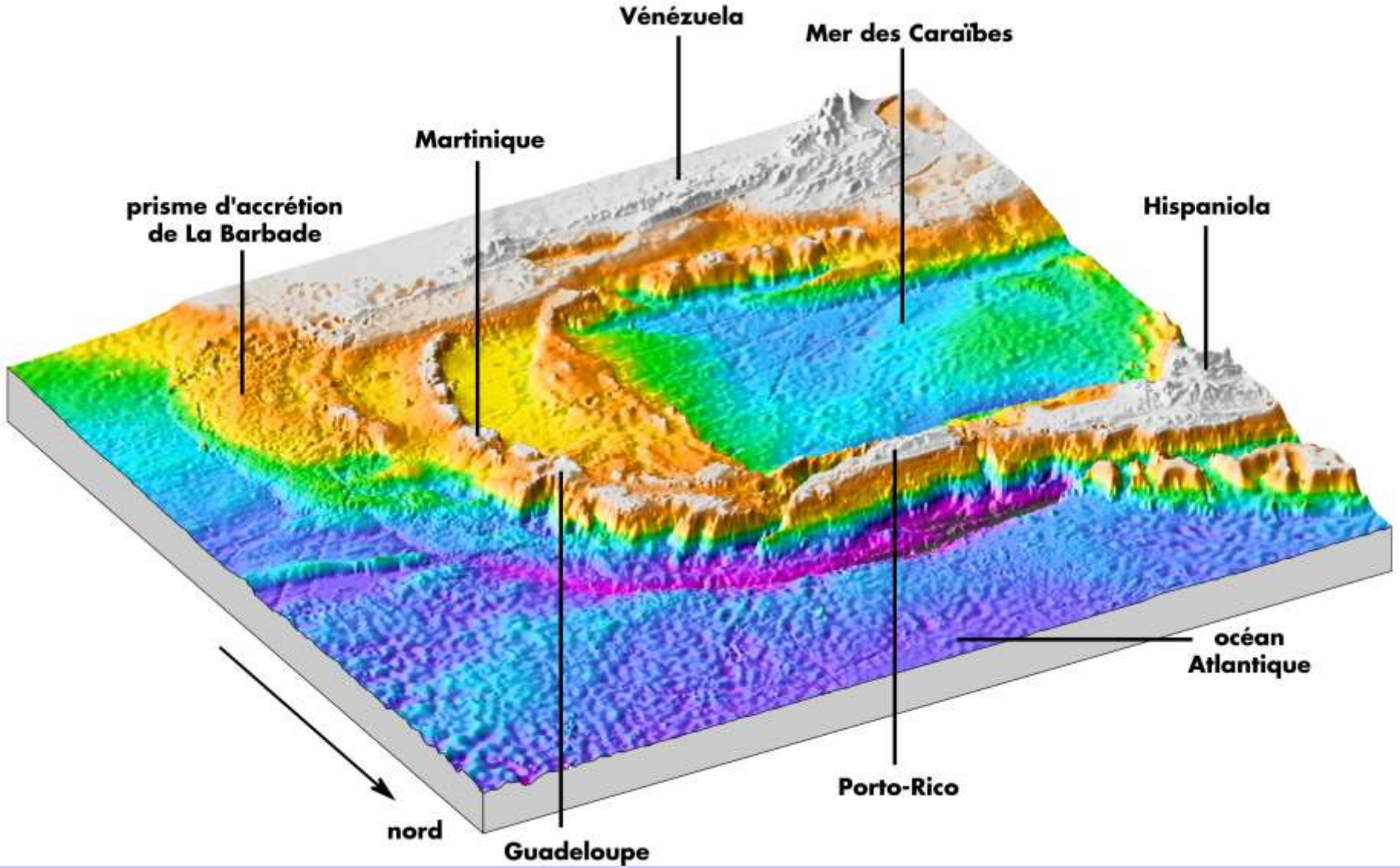
Topographie de la bordure est-Pacifique, (Amérique du sud).

Source : Laboratoire de Géologie, ENS Paris



Vue de l ’arc des Mariannes depuis le sud-est.

Lallemand S. et coll. « Convergence lithosphérique », Vuibert Ed.



Vue de l ’arc des Antilles depuis le nord-est.

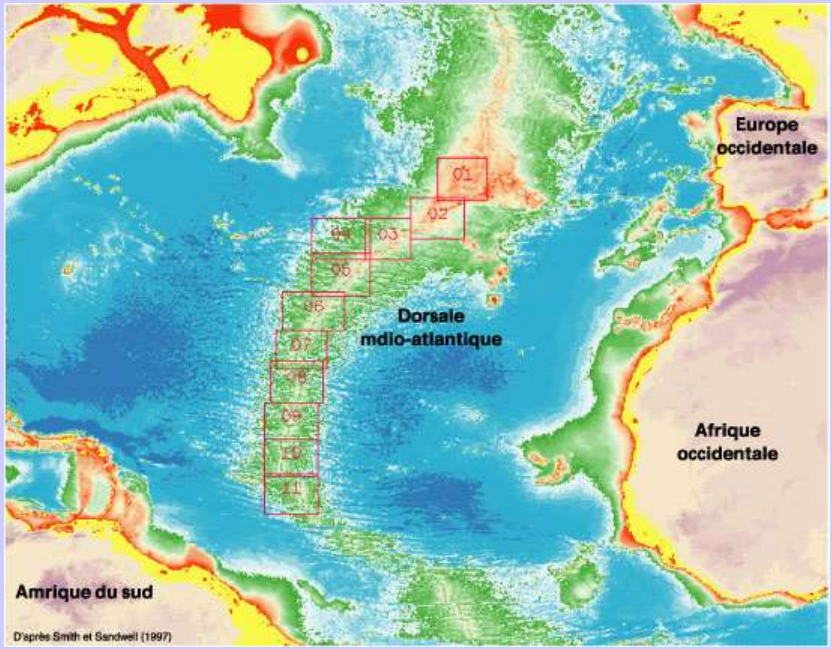
Lallemand S. et coll. « Convergence lithosphérique », Vuibert Ed.

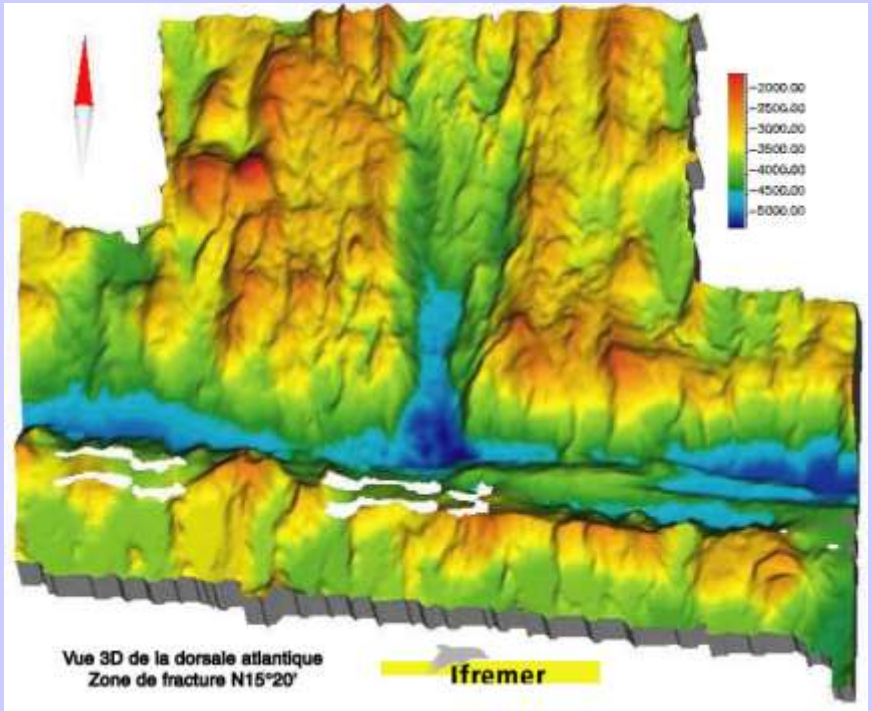
Carte bathymétriques de la Dorsale Atlantique de 15°N à 40°N :

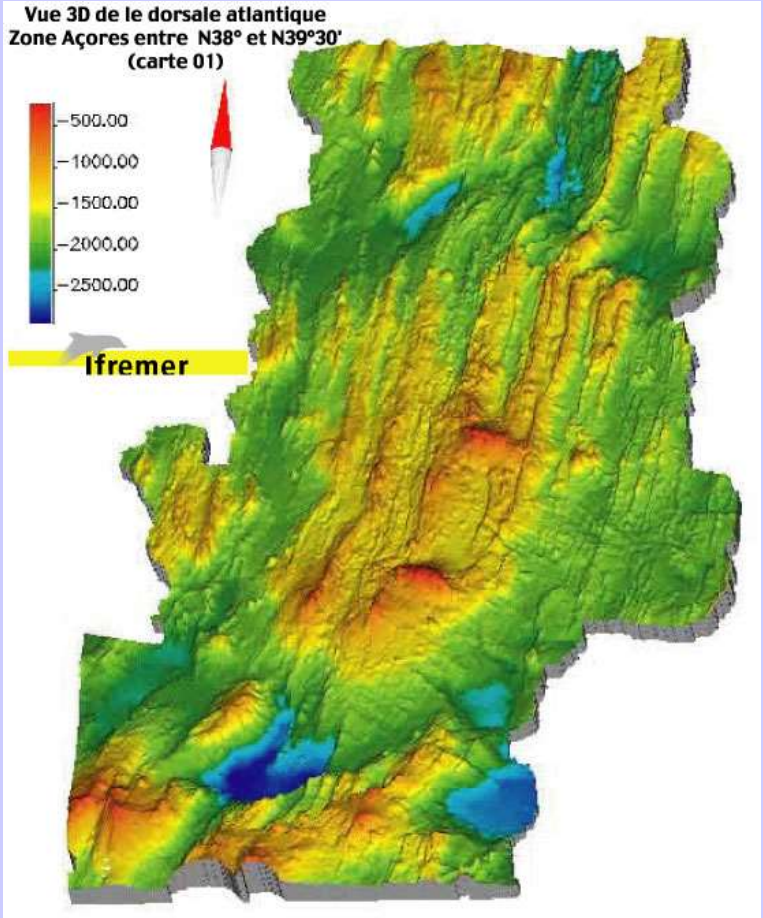
Ci-contre : localisation géographique des cartes en 2D.

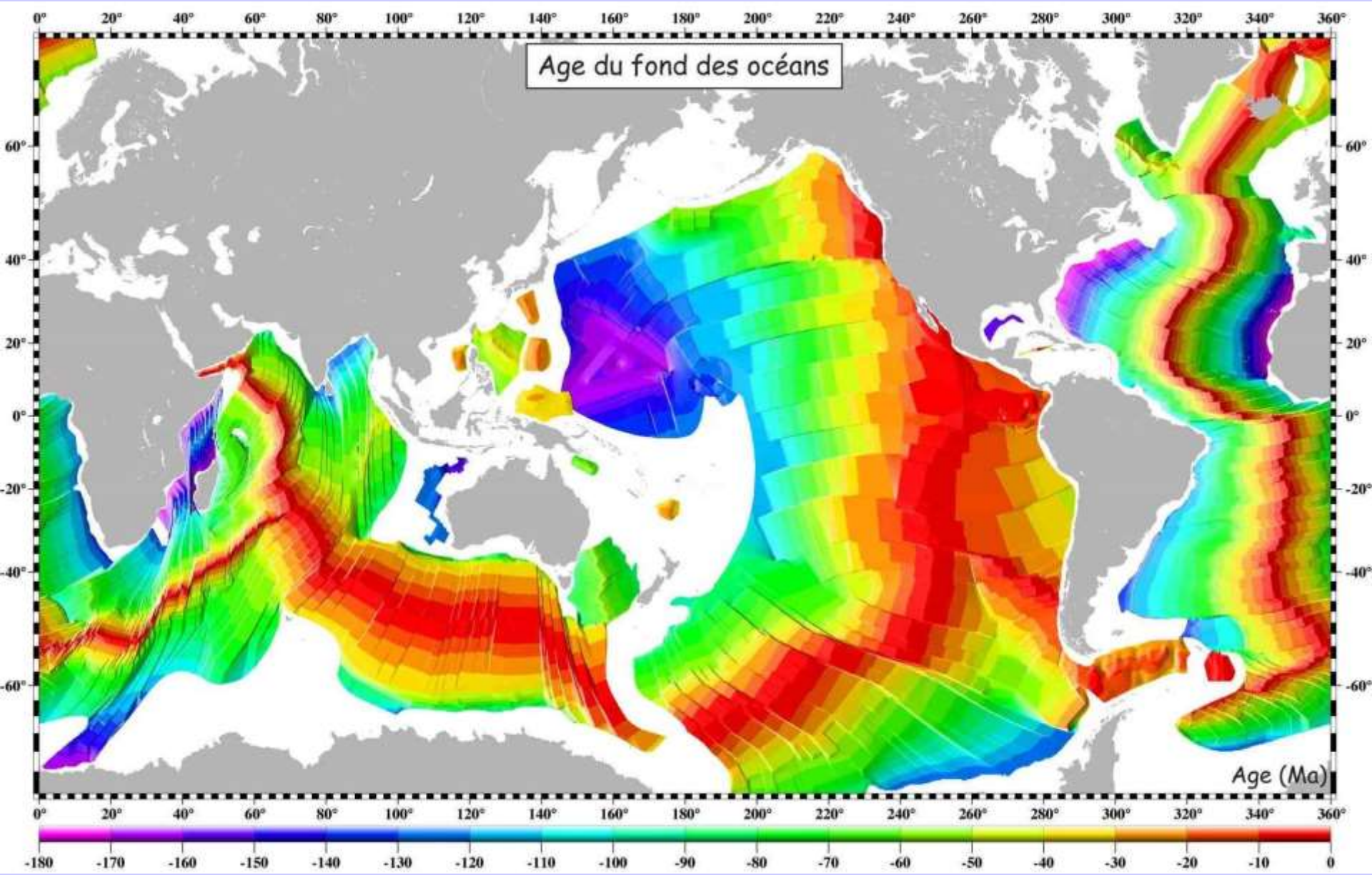
Ci-dessous :vues en 3D.

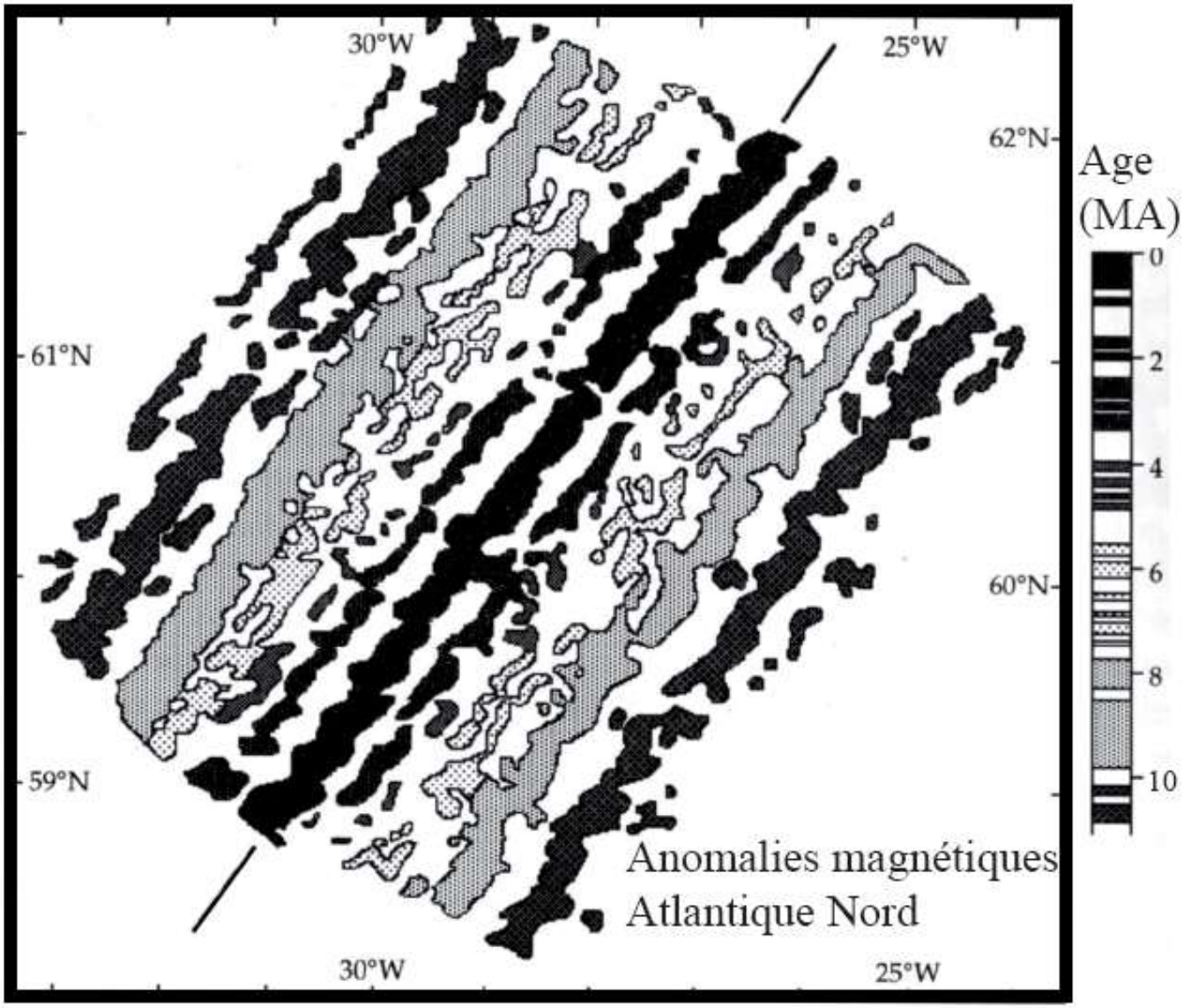
(Source : http://www.ifremer.fr)

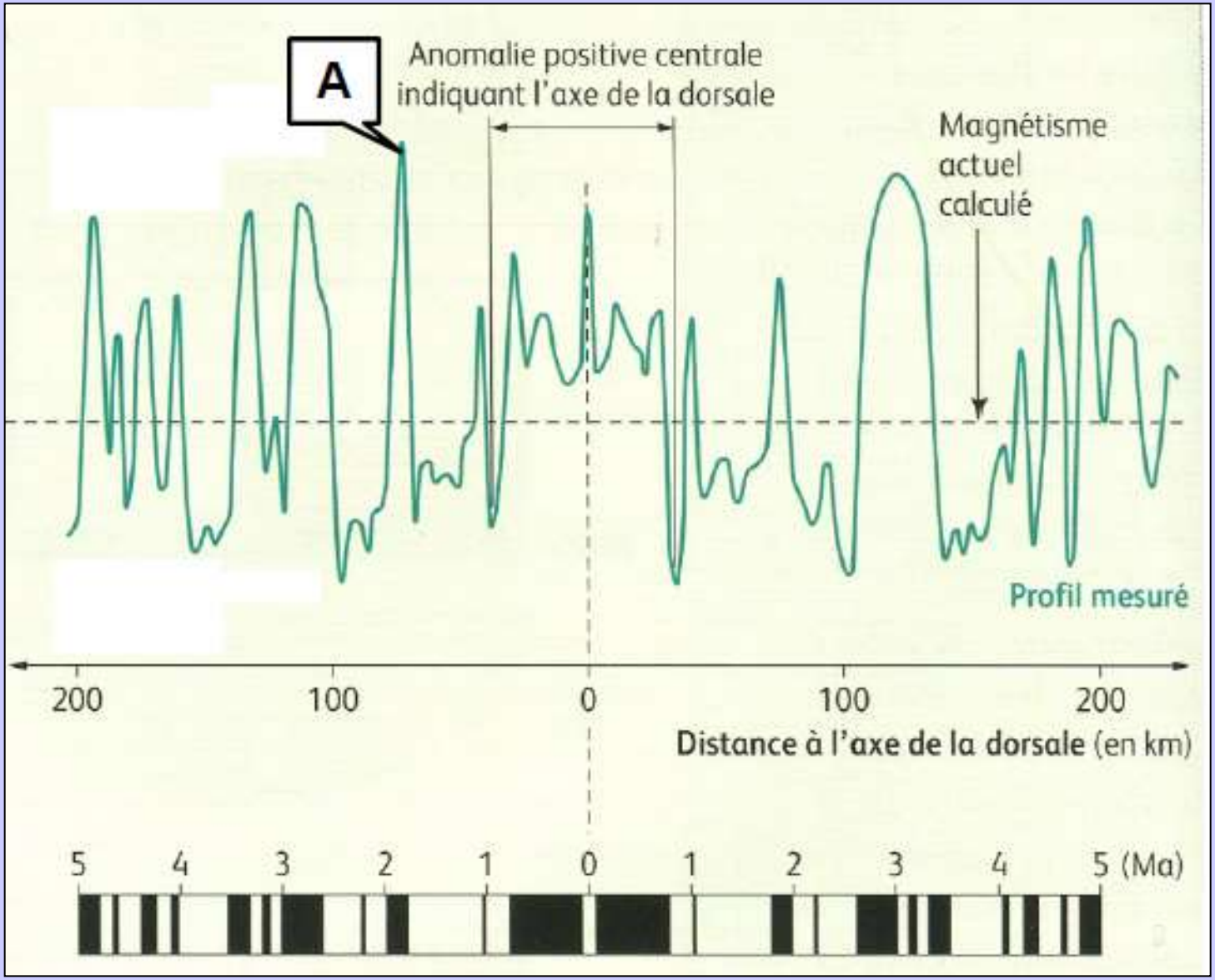






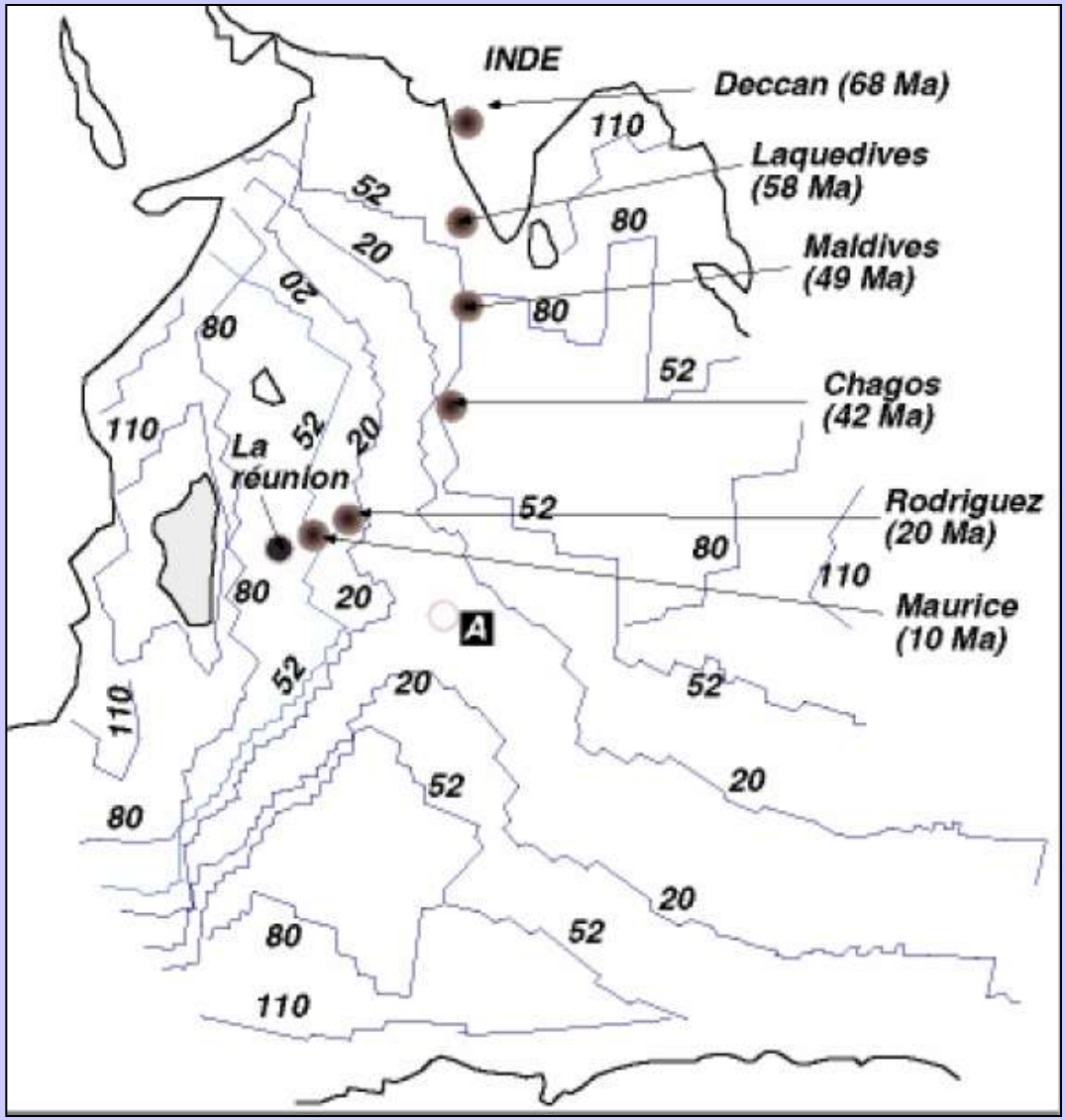

Age du fond des océans
Age (Ma)
0° 20° 40° 60° 80° 100° 120° 140° 160° 180° 200° 220° 240° 260° 280° 300° 320° 340° 360°
60° 40° 20° 0° -20° -40° -60°
-180 -170 -160 -150 -140 -130 -120 -110 -100 -90 -80 -70 -60 -50 -40 -30 -20 -10 0


30°W
25°W
62°N
61°N
60°N
59°N
30°W
25°W
Age
(MA)
0
2
4
6
8
10
Anomalies magnétiques
Atlantique Nord


A
Anomalie positive centrale indiquant l'axe de la dorsale
Magnétisme actuel calculé
Profil mesuré
200
100
0
100
200
Distance à l'axe de la dorsale (en km)
5
4
3
2
1
0
1
2
3
4
5 (Ma)

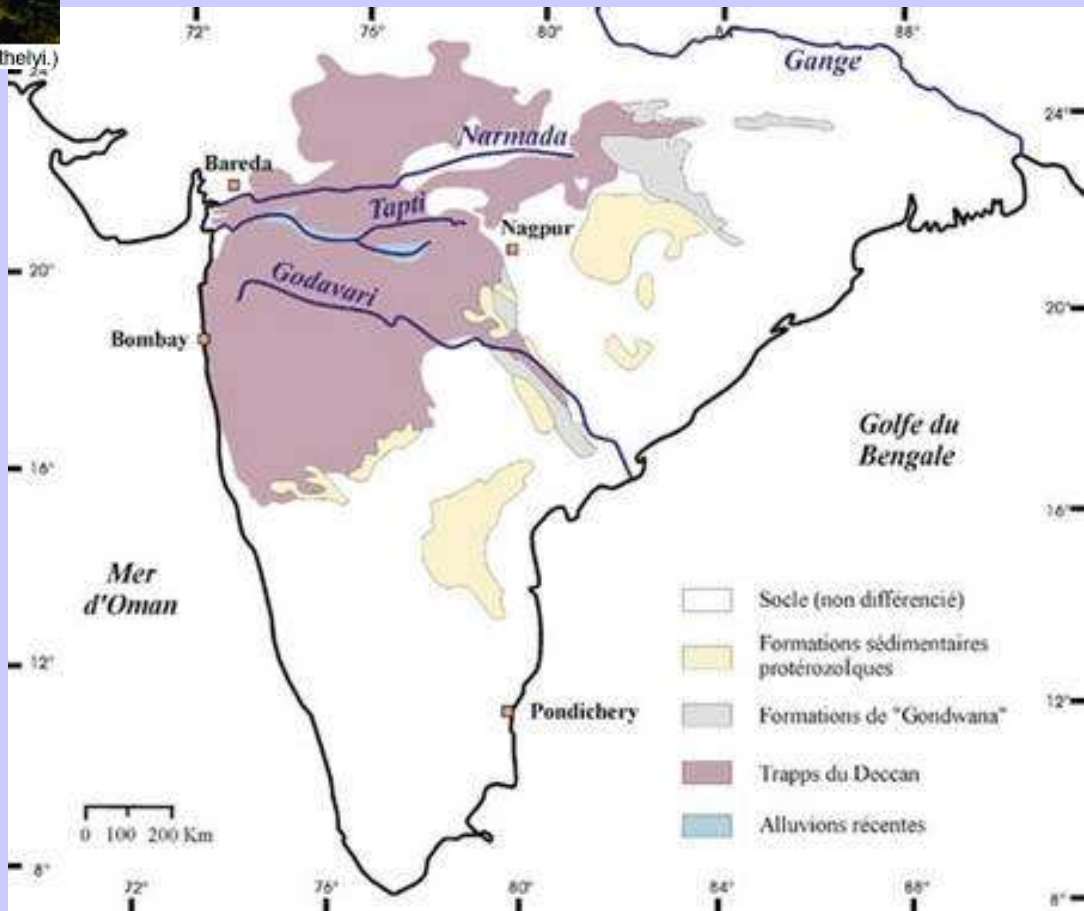
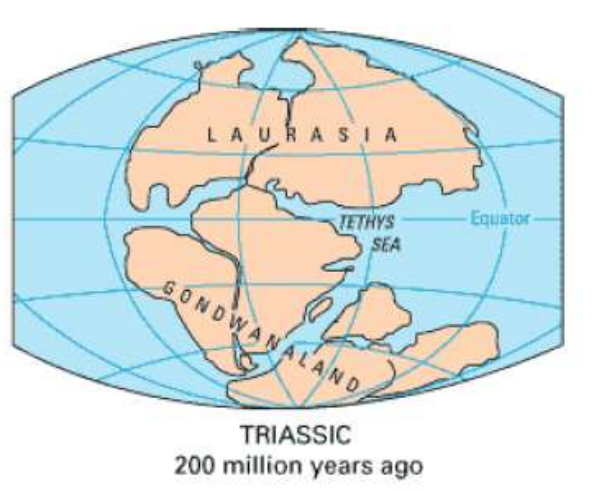
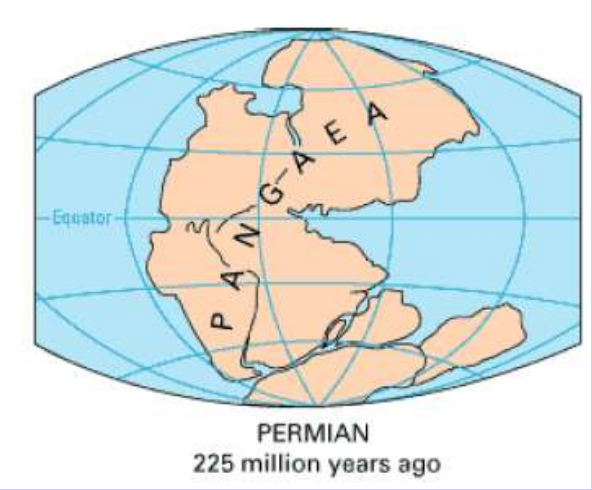
Troisième partie : Cinématique des plaques

Le déplacement absolu de l'Inde



Les Trapps du Deccan

(Courtesy of Laszlo Keszthelyi.)



Reconstitution du déplacement de la plaque Indienne avant sa collision avec l'Eurasie.