

TP géologie 2

Structure et dynamique du globe



Séisme et tsunami du 28 septembre 2018

le monde

BCPST1, Lycée Hoche

Les attendus du programme :

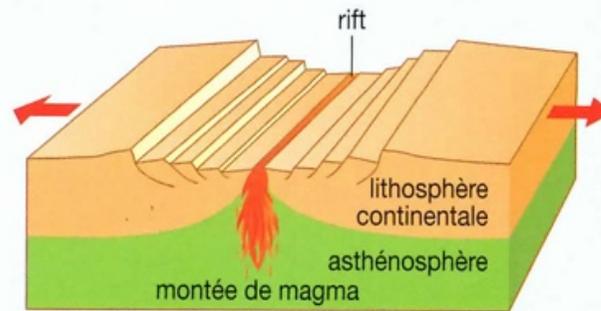
- étude de documents géophysiques permettant de mobiliser les acquis du lycée**
- exploitation de documents de tomographie sismique**
- exploitation de cartes de fonds océaniques (océan Atlantique ou océan Indien CCGM)**
- construction du gradient géothermique.**

Les acquis du lycée

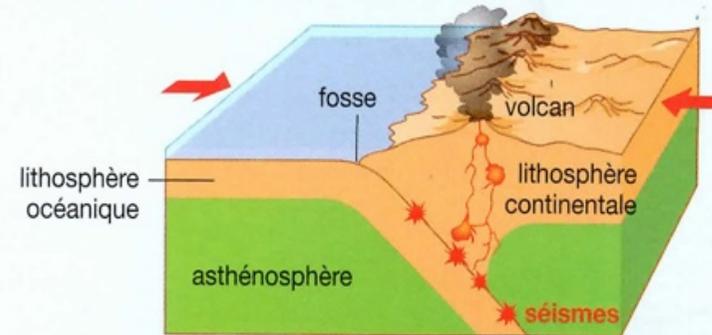
Le modèle de la tectonique des plaques

La dynamique des plaques lithosphériques

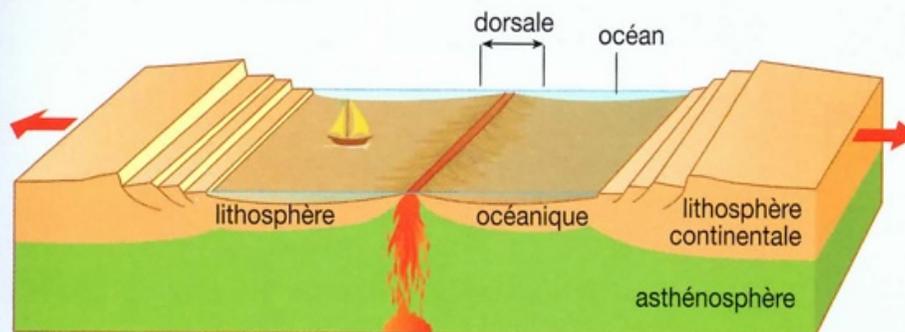
- 1 Les plaques se forment et s'écartent dans l'axe des dorsales



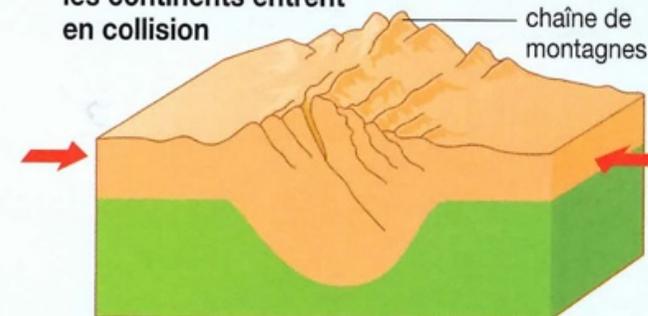
- 3 Les plaques se rapprochent et s'enfouissent au niveau des fosses océaniques



- 2 Les océans s'élargissent



- 4 Les océans se ferment, les continents entrent en collision



• Dans l'**axe des dorsales océaniques**, du plancher océanique se forme, les plaques s'écartent et l'océan s'élargit (au milieu de l'océan Atlantique, par exemple).

Au niveau des **fosses océaniques**, les plaques se rapprochent ; il y a **subduction**, l'une d'elles s'enfonce dans l'asthénosphère (par exemple, la plaque de Nazca s'enfonce sous la plaque sud-américaine).

Ainsi, les plaques **se forment** au niveau des dorsales puis **disparaissent** au niveau des fosses océaniques.

• Le rapprochement de deux plaques aboutit à la **collision des continents** et à la formation des **chaînes de montagnes** par exemple, l'Himalaya.

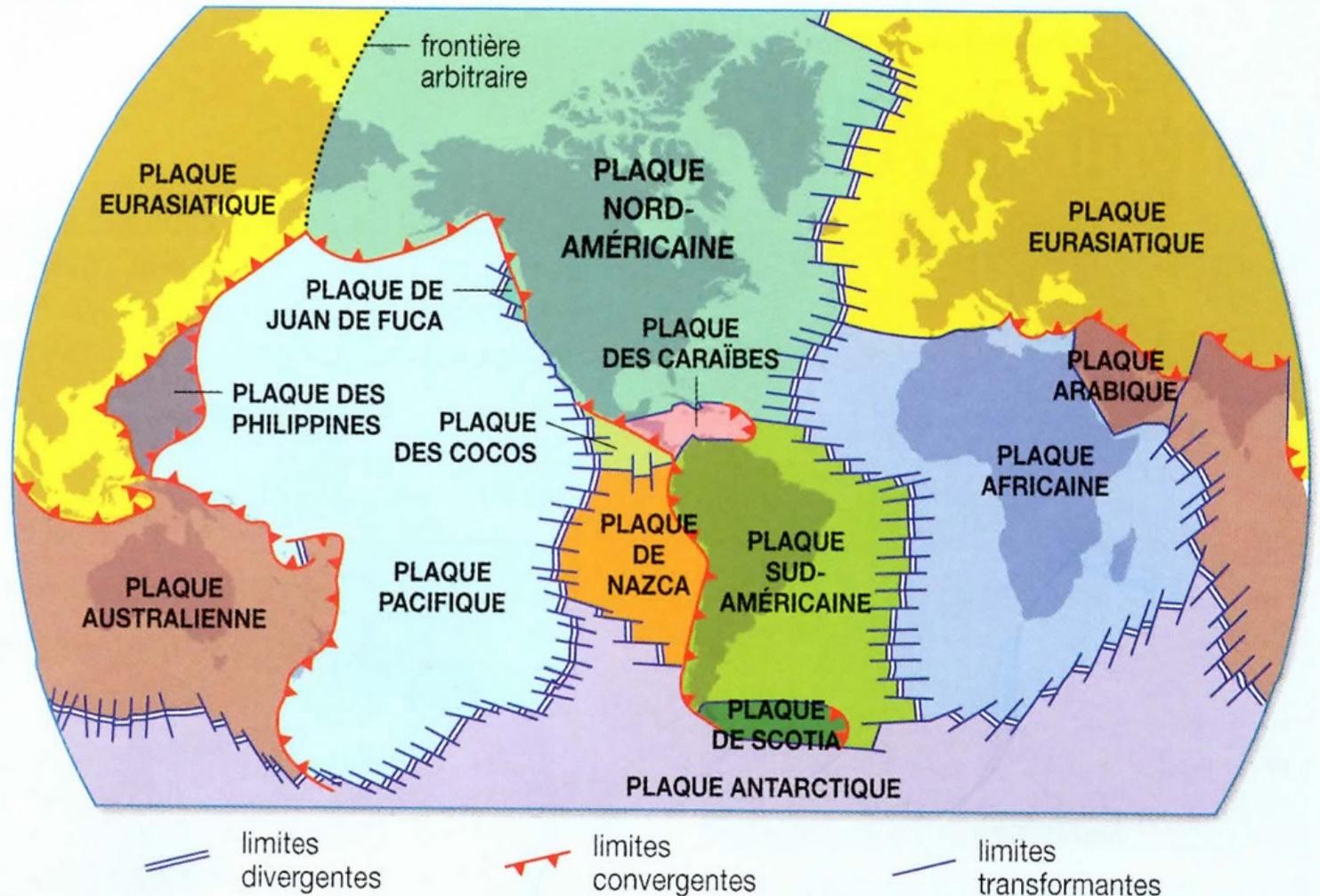
Au cours de la collision, les roches sont soumises à de fortes pressions à l'origine de **déformations** (plis, failles).

Des plaques lithosphériques rigides mobiles sur une sphère

- Les données géologiques et les mesures par GPS permettent de définir aujourd'hui **14 plaques lithosphériques**.

- La découverte des **failles transformantes** est à l'origine de la compréhension du déplacement des plaques lithosphériques rigides sur une sphère.

Les plaques présentent des déplacements relatifs en **divergence** au niveau des dorsales, en **convergence** au niveau des fosses océaniques et en **coulissage** au niveau des *failles transformantes*.



Les éruptions volcaniques



Éruption effusive du Kilauea, aux îles Hawaï dans le Pacifique



Éruption explosive du mont Saint-Helens, au nord-ouest des États-Unis

- Une activité volcanique **effusive** se caractérise par l'émission de **laves fluides** qui forment de longues **coulées**. Une activité volcanique **explosive** se manifeste par des **explosions violentes** accompagnées de **nuées ardentes**, mélanges de lave et de gaz brûlants.
- Le **magma** est constitué d'un mélange variable de **roches fondues** et de **gaz**. Il est contenu dans un **réservoir** situé à quelques kilomètres de profondeur sous le volcan.
- Certains magmas sont **fluides**, d'autres beaucoup plus **visqueux**. Les différents types d'éruptions sont liés à l'arrivée, en surface, de ces magmas différents.

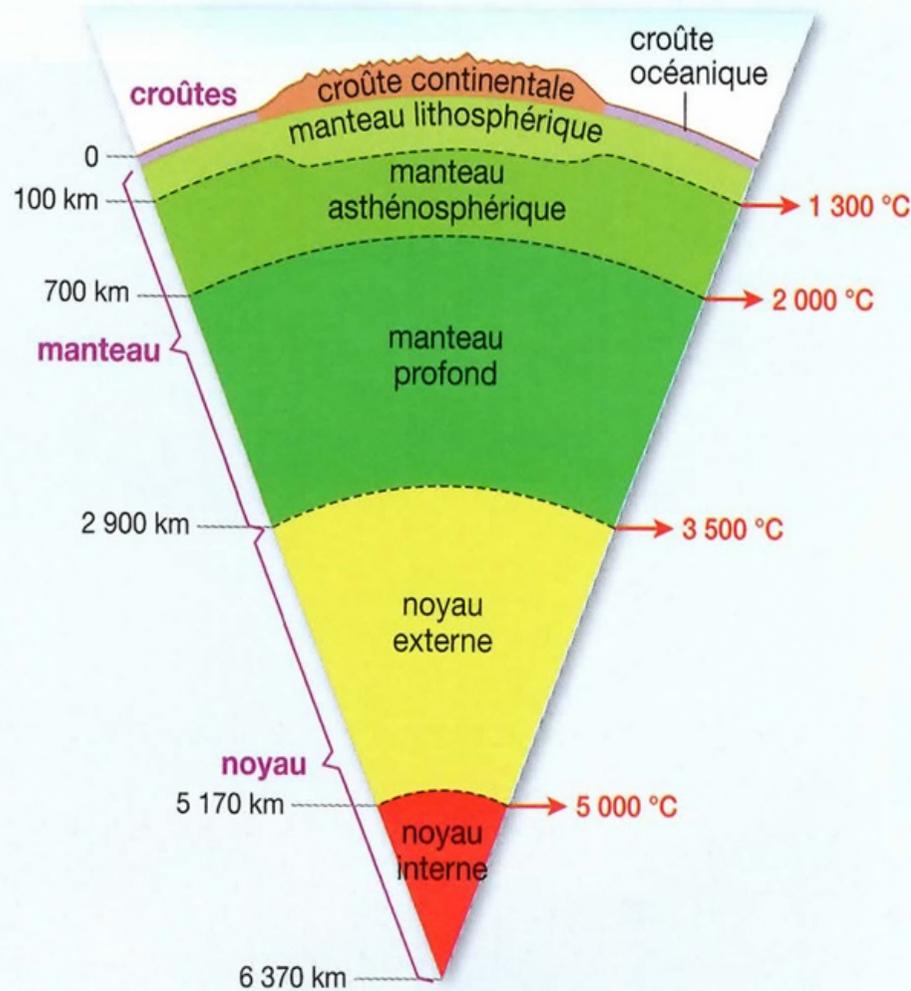


Mont Agung, Indonésie, 2017

ici-radio-canada-première

La structure thermique du globe terrestre

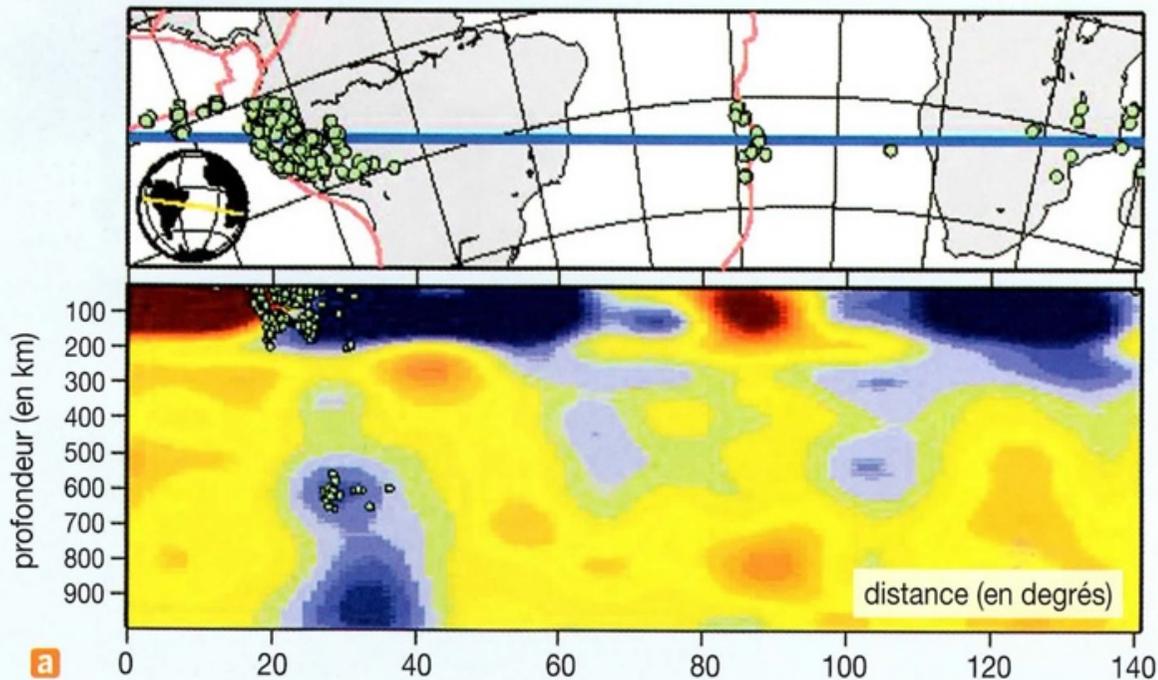
- L'augmentation de la température avec la profondeur



- L'augmentation de la température avec la profondeur est en **moyenne de 30 °C par kilomètre** : c'est le **gradient géothermique**. Ce gradient présente des **variations** importantes. Il est, par exemple, beaucoup plus **élevé dans les régions volcaniques**, ce qui explique la présence de sources chaudes, de geysers... dans ces régions.

- L'homme exploite cette énergie interne du globe, ou **énergie géothermique**, pour chauffer les habitations ou encore produire de l'électricité dans des centrales géothermiques.

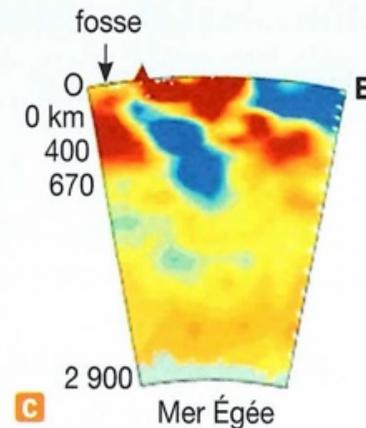
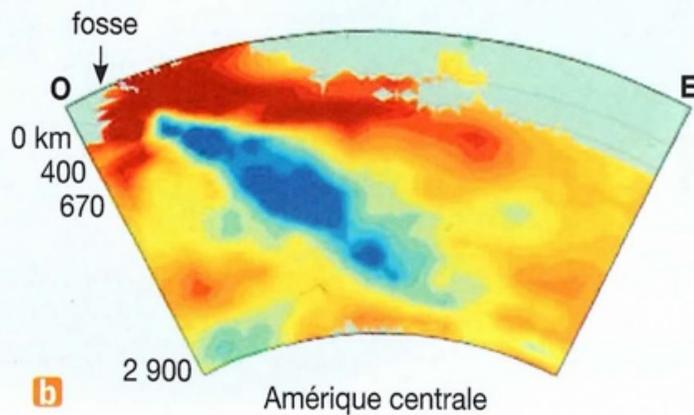
● Des précisions apportées par la tomographie sismique



● La **tomographie sismique**, fondée sur la vitesse de propagation des ondes sismiques, permet de repérer, dans le globe terrestre, des **zones plus froides que la moyenne** (en bleu) et des **zones plus chaudes que la moyenne** (en rouge).

● Ces anomalies thermiques peuvent être mises en relation avec la **dynamique de la lithosphère** :

- une zone chaude suggère une **montée magmatique** près de la surface ;
- une zone froide anormalement profonde suggère un enfoncement d'une plaque lithosphérique dans le manteau, c'est-à-dire une **zone de subduction**.



I. Les séismes nous renseignent sur la structure interne du globe

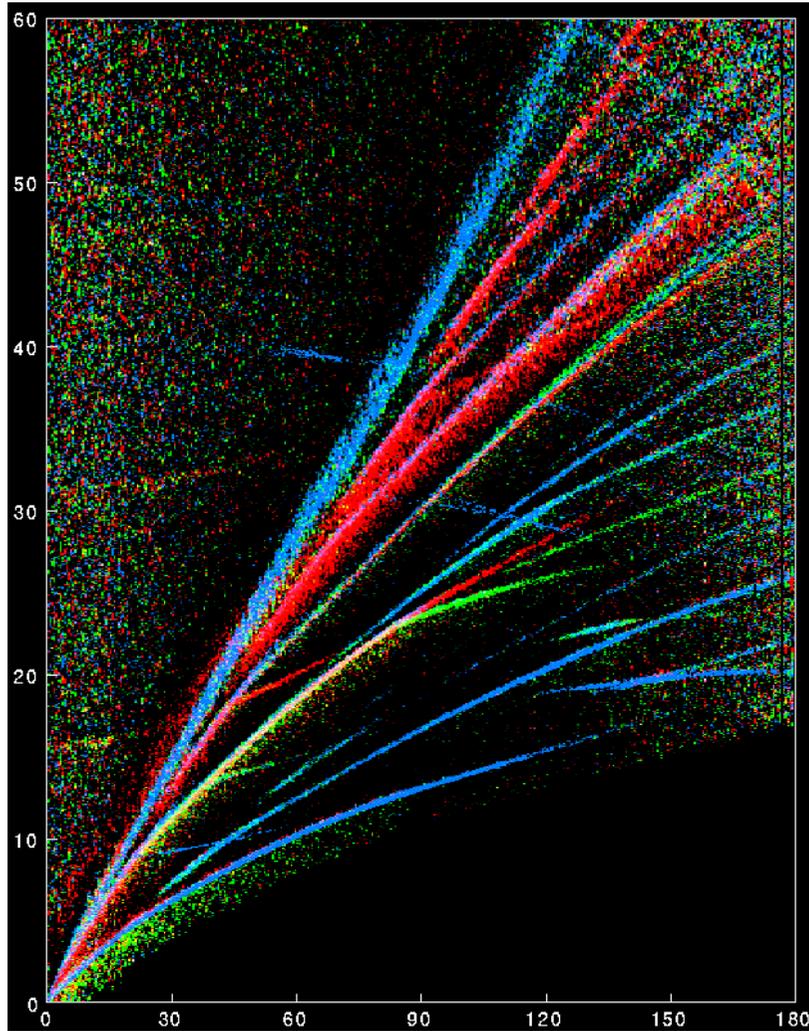
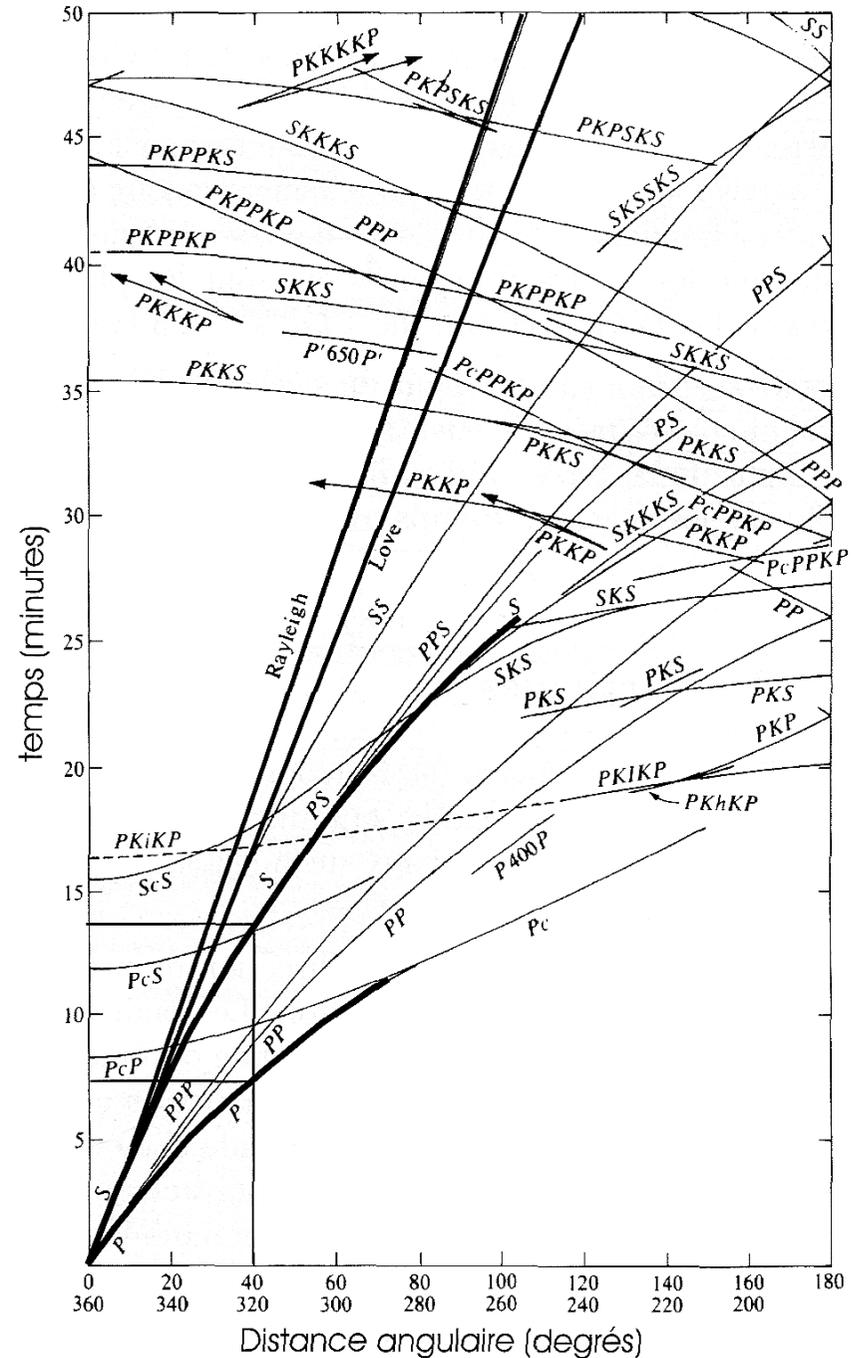
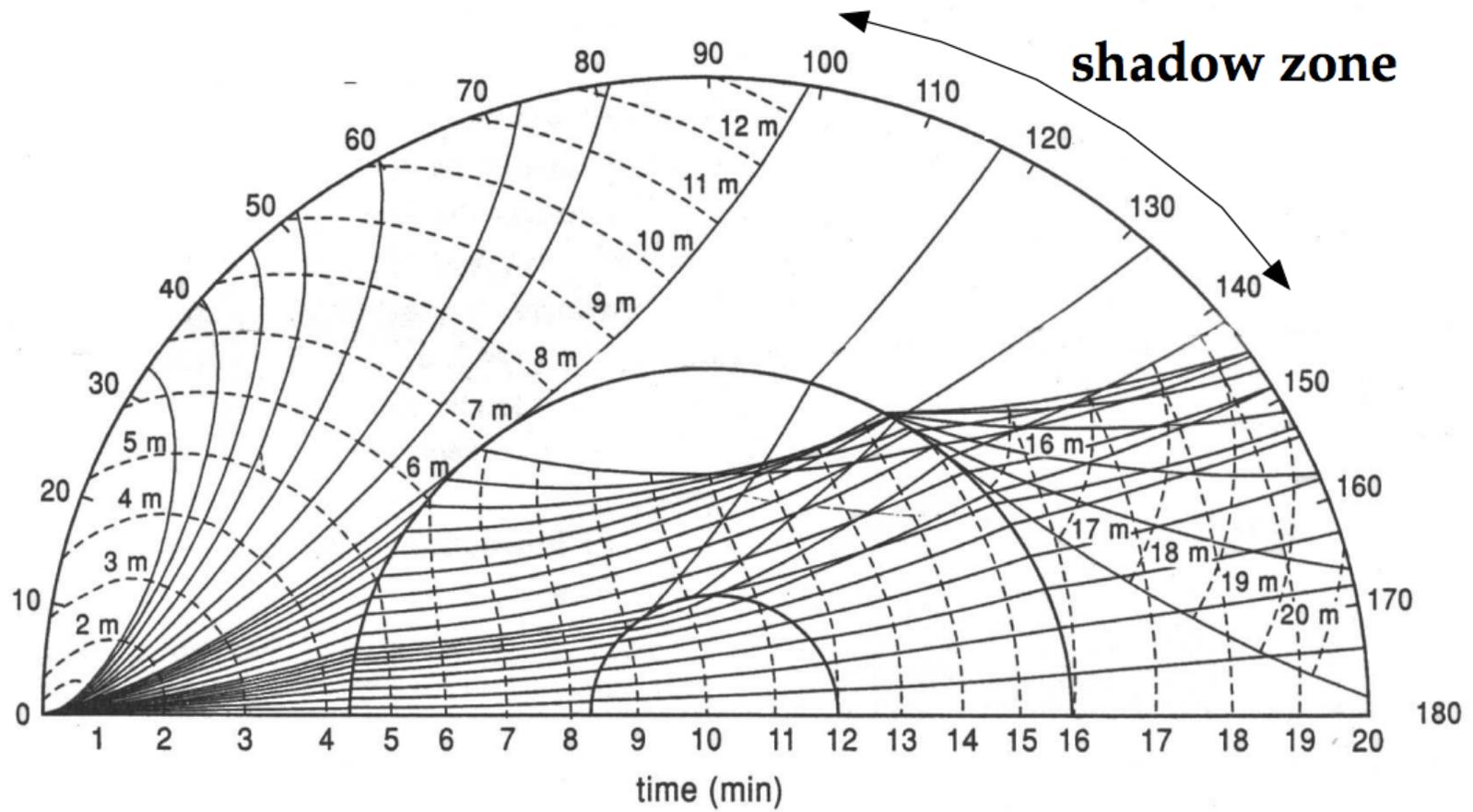
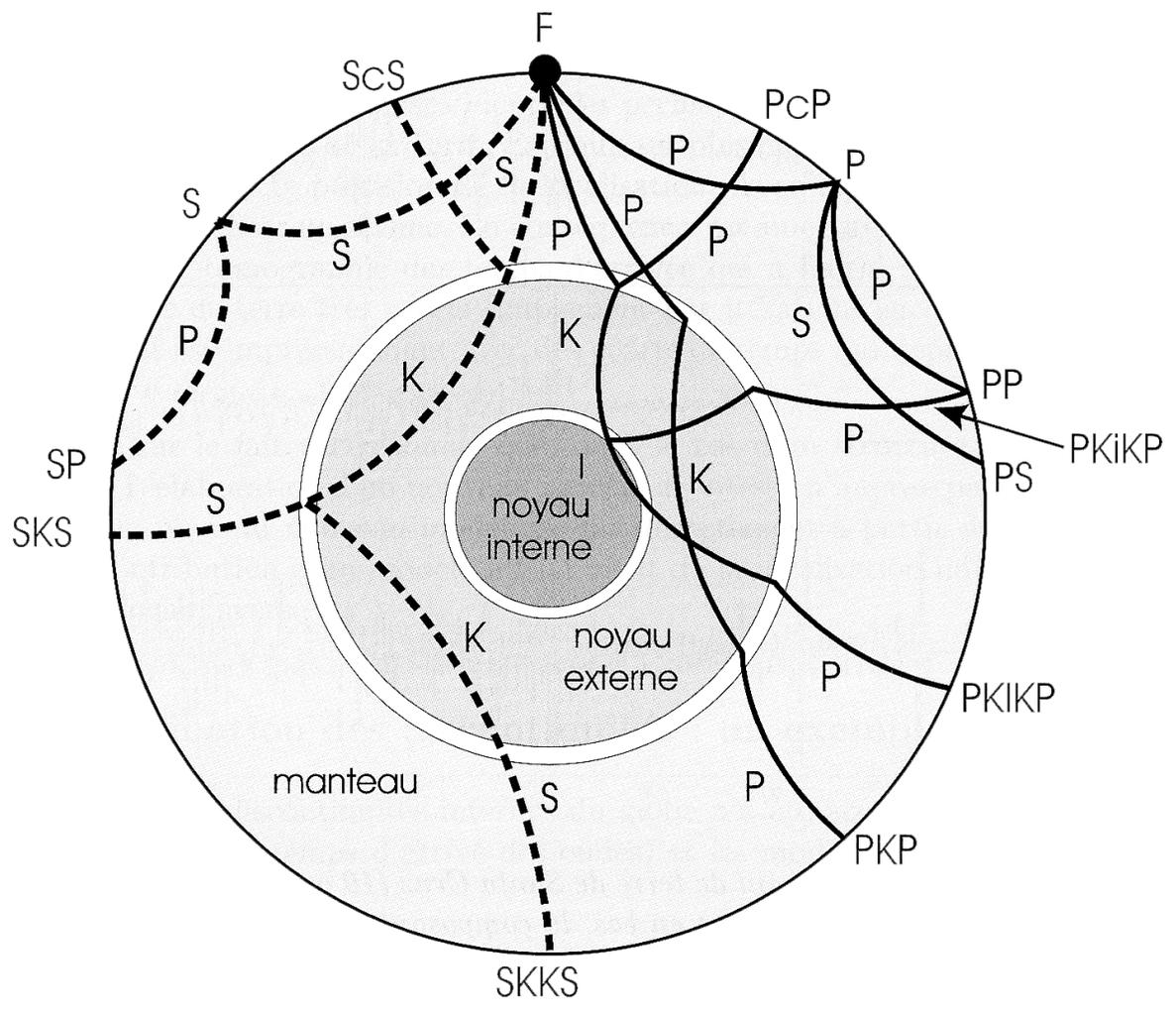


Figure 9: An image of over 33,000 stacked three-component broadband seismograms from 979 earthquakes with $M_w \leq 5.7$ and depth ≤ 50 km. Seismic phases are shown with different colors depending on their polarization. Blue shows vertical motion, green is radial-horizontal and red is transverse-horizontal.

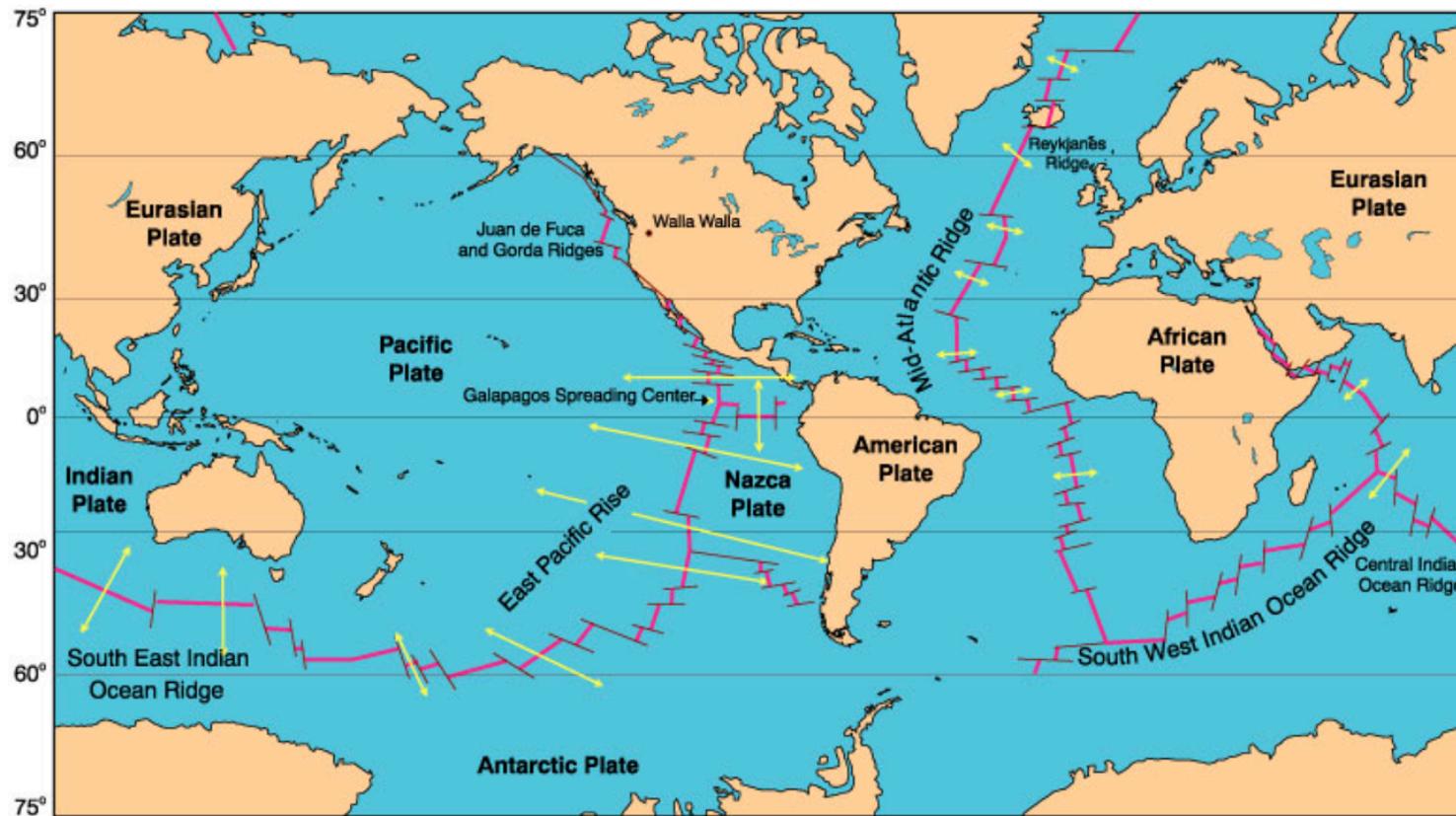




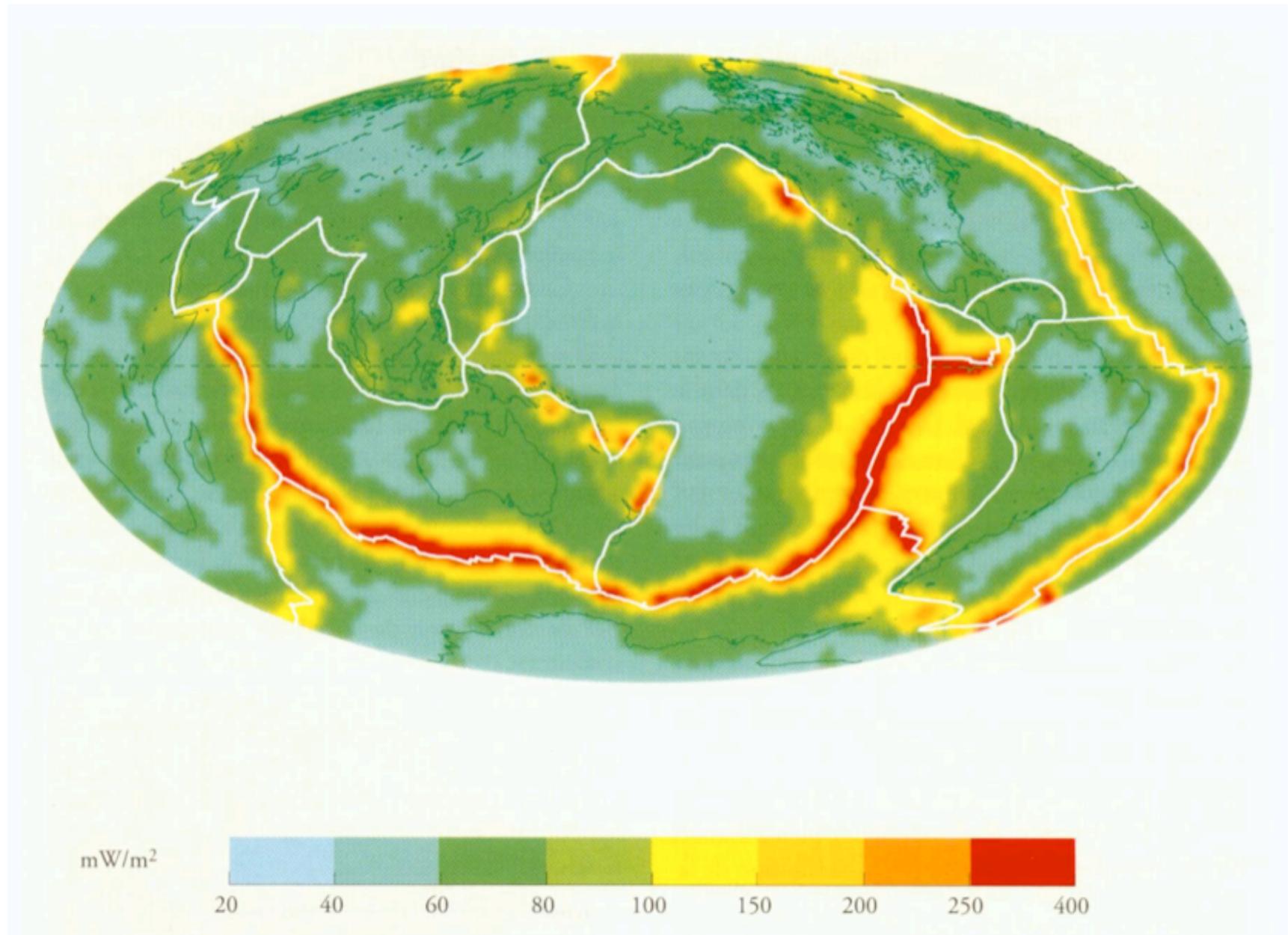


II. Données de géophysique : structure et dynamique du globe

Etude des dorsales



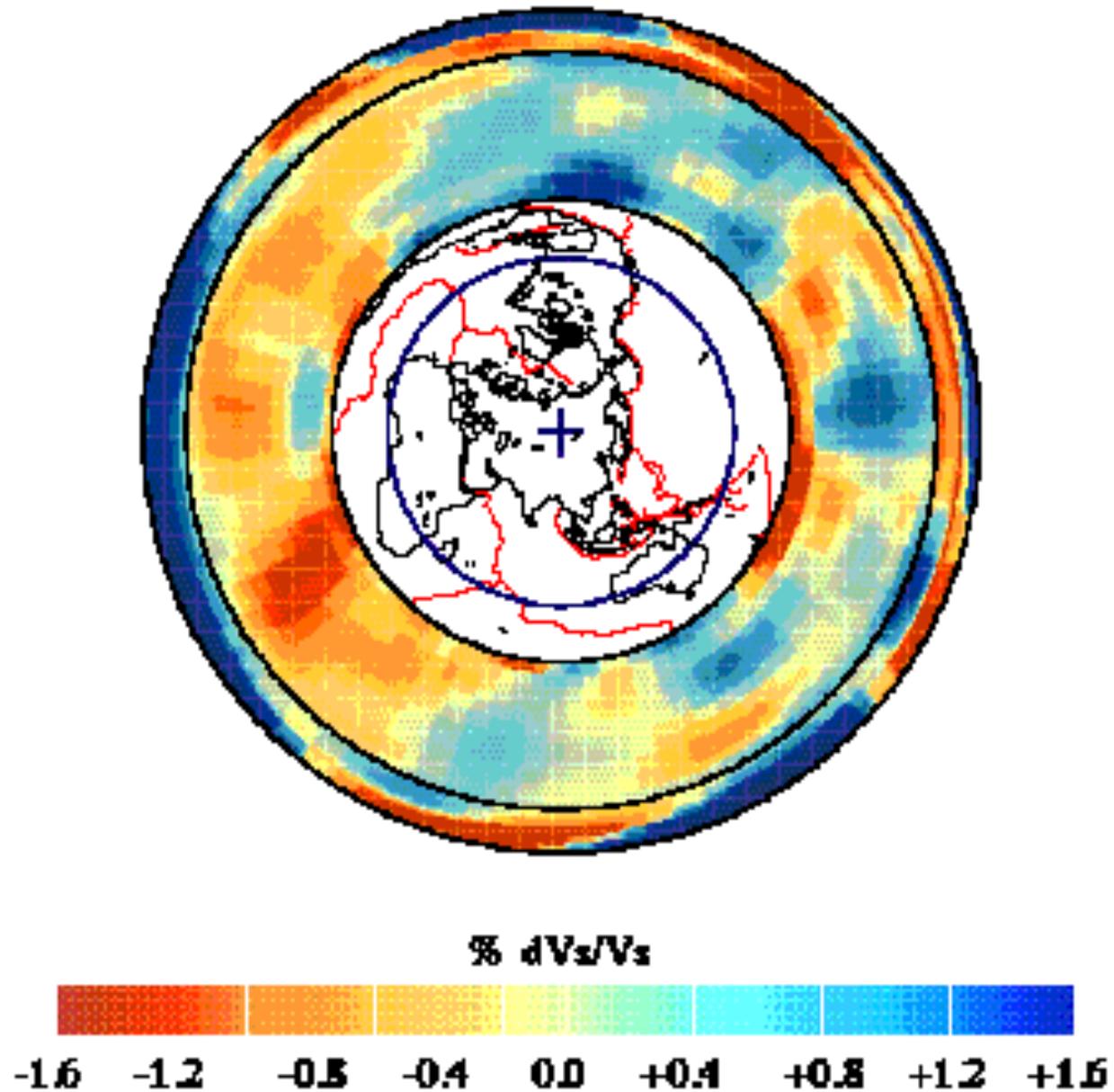
Carte du flux de chaleur à la surface de la Terre



Tomographie en coupe au niveau de différentes régions du globe

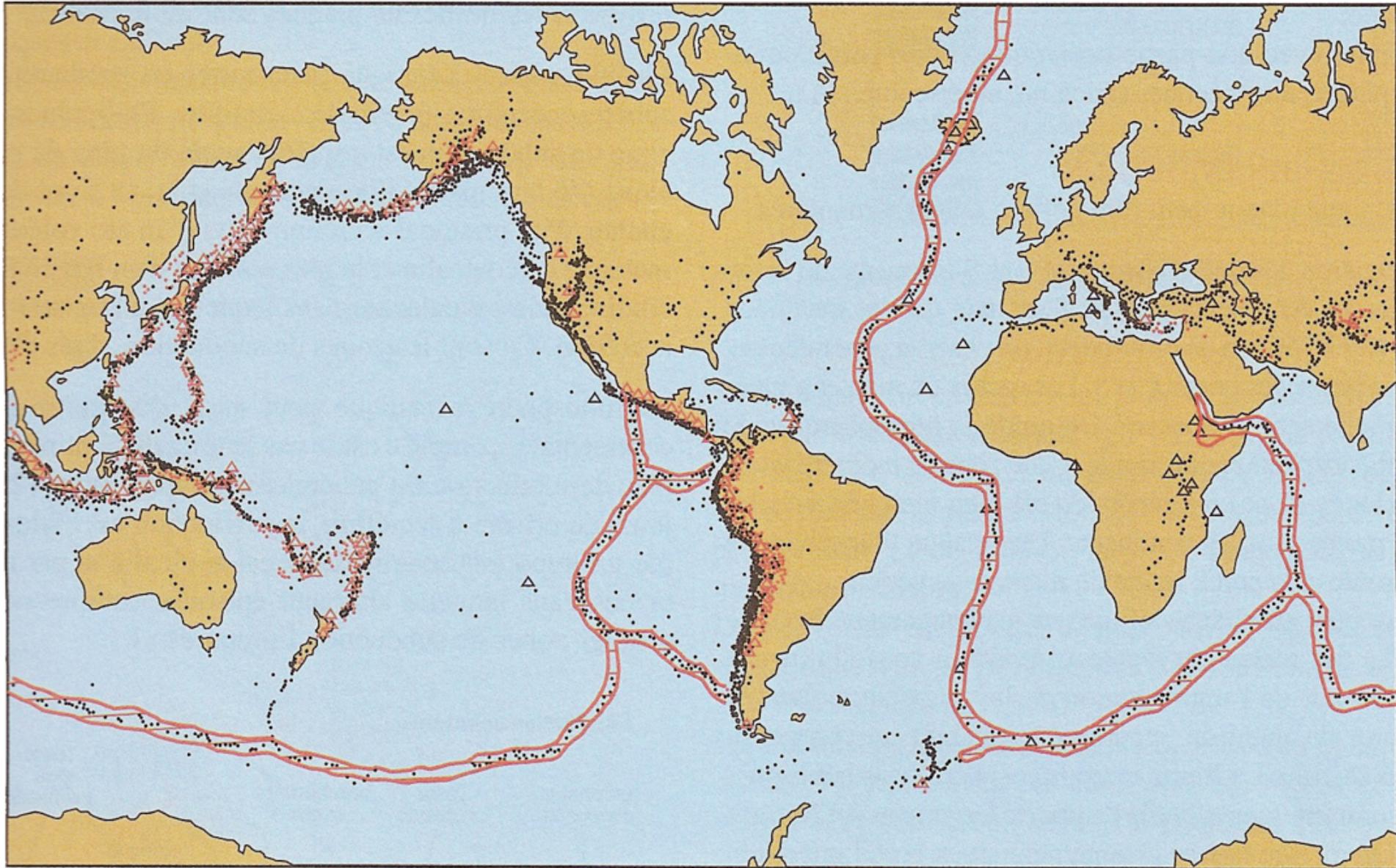
Recent S velocity model

HRV : S362D1



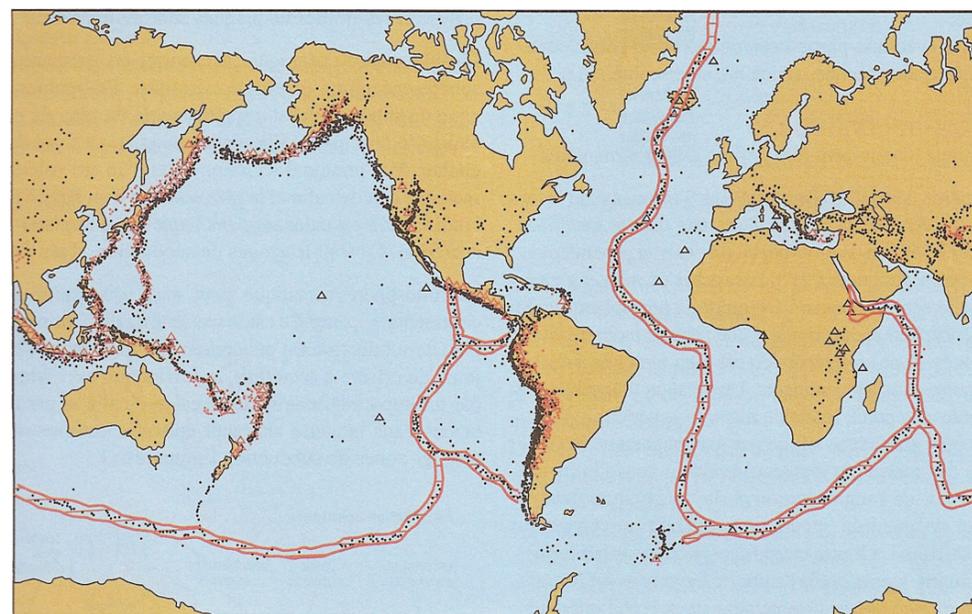
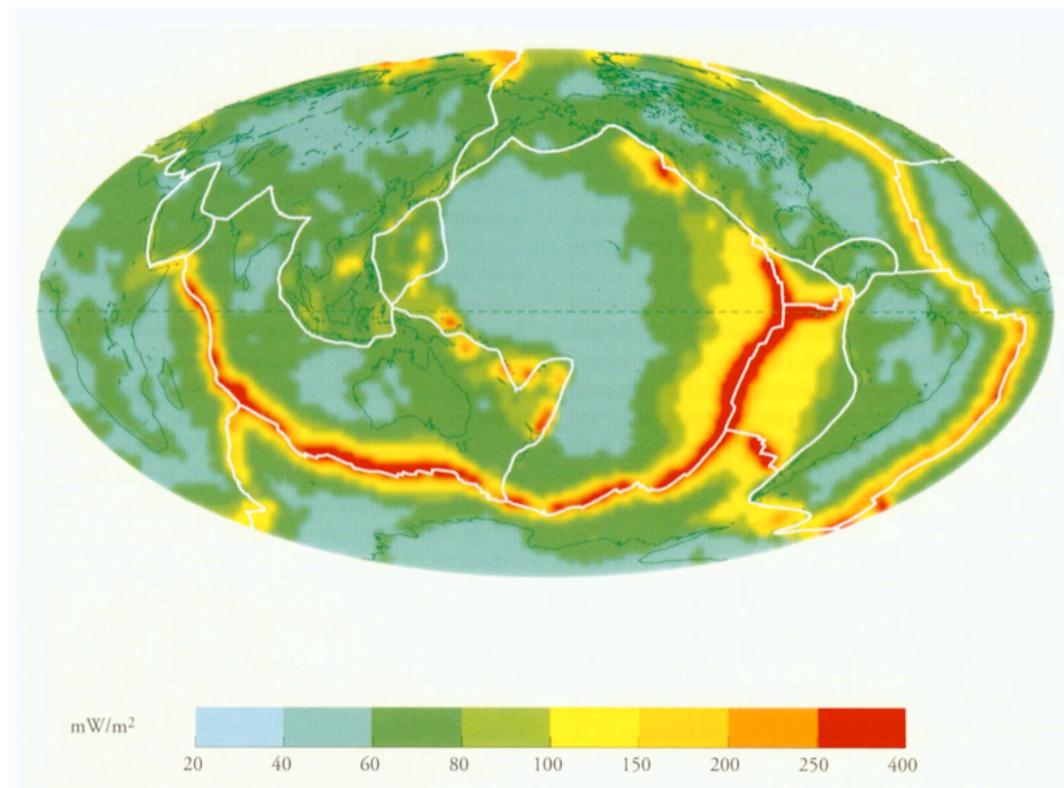
Carte mondiale de la sismicité et du volcanisme

(in Caron et al., Ophrys 2003)



points noirs : séismes superficiels <100 km
points rouges : séismes profonds >100 km

triangles noirs = volcanisme intraplaque.
triangles rouges = volcanisme calco alcalin.
en hachures horizontales rouges = volcanisme tholéiitique.

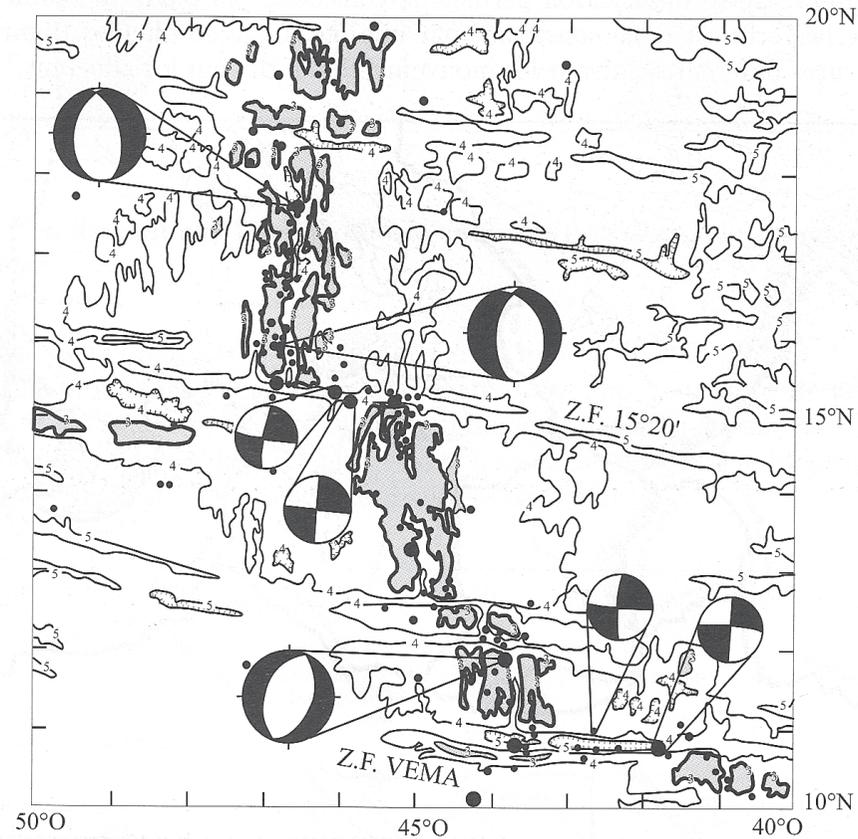


points noirs : séismes superficiels <100 km
 points rouges : séismes profonds >100 km

triangles noirs = volcanisme intraplaque.
 triangles rouges = volcanisme calco alcalin.
 en hachures horizontales rouges = volcanisme tholéitique.

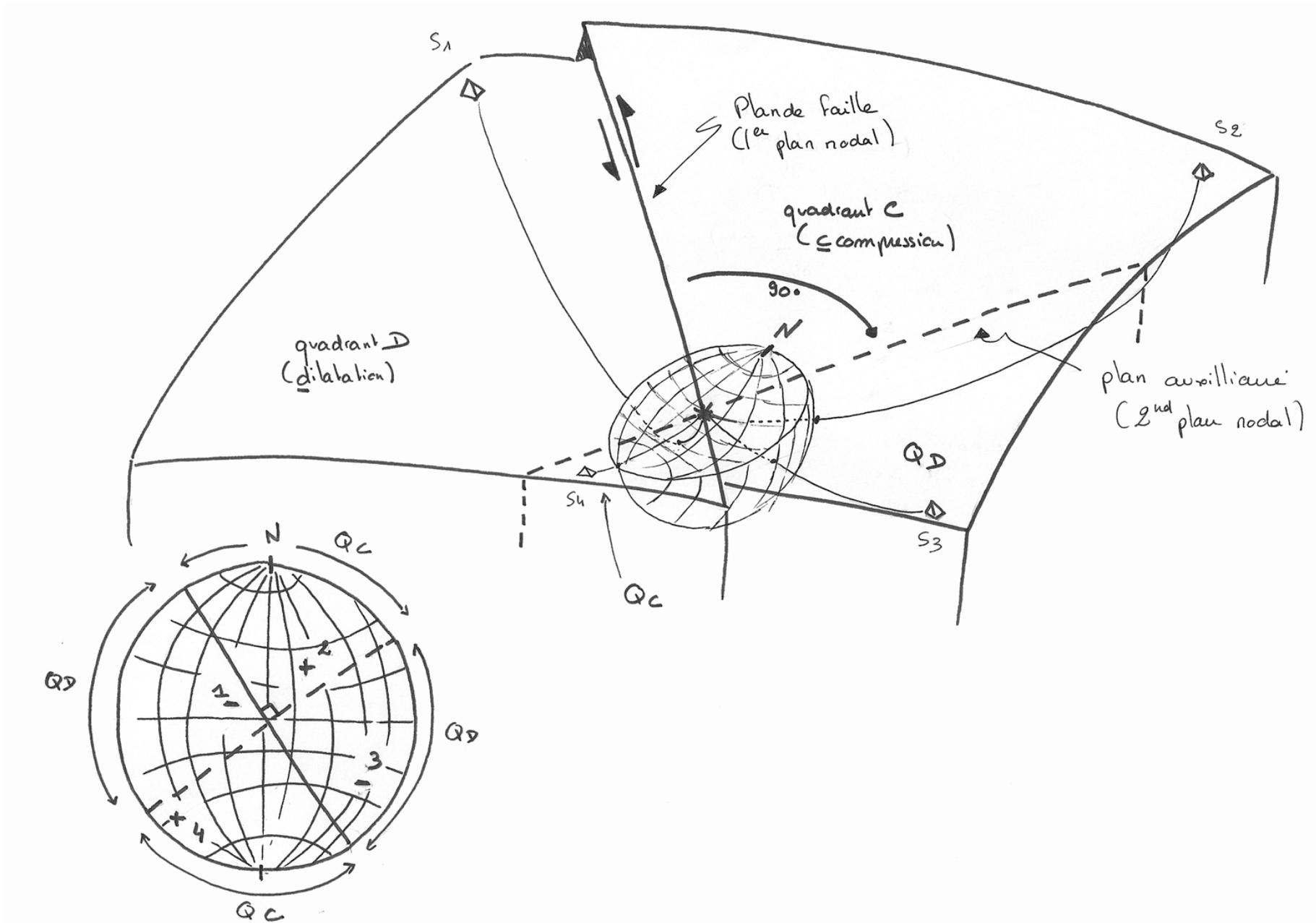
Bathymétrie et et sismicité de la dorsale Atlantique

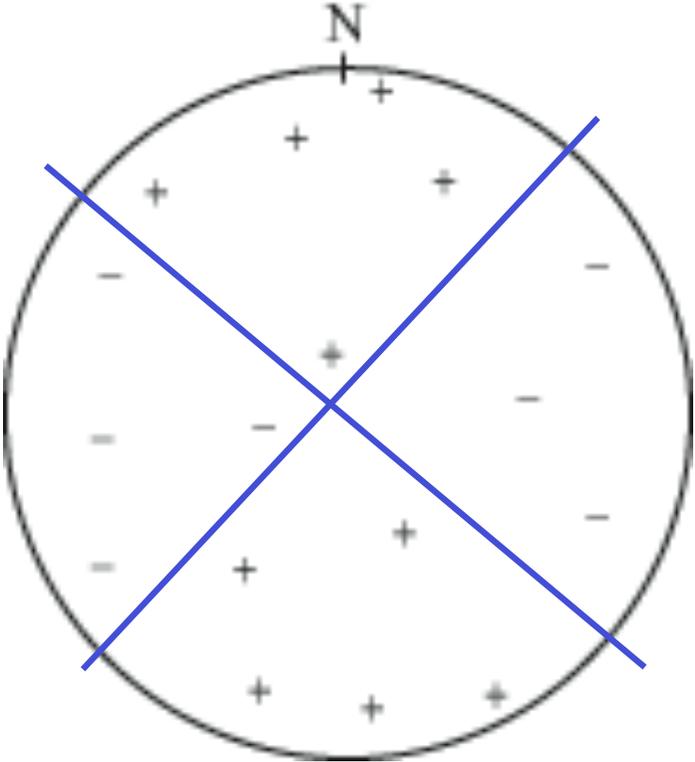
(in Larroque et Virieux, GB2001)

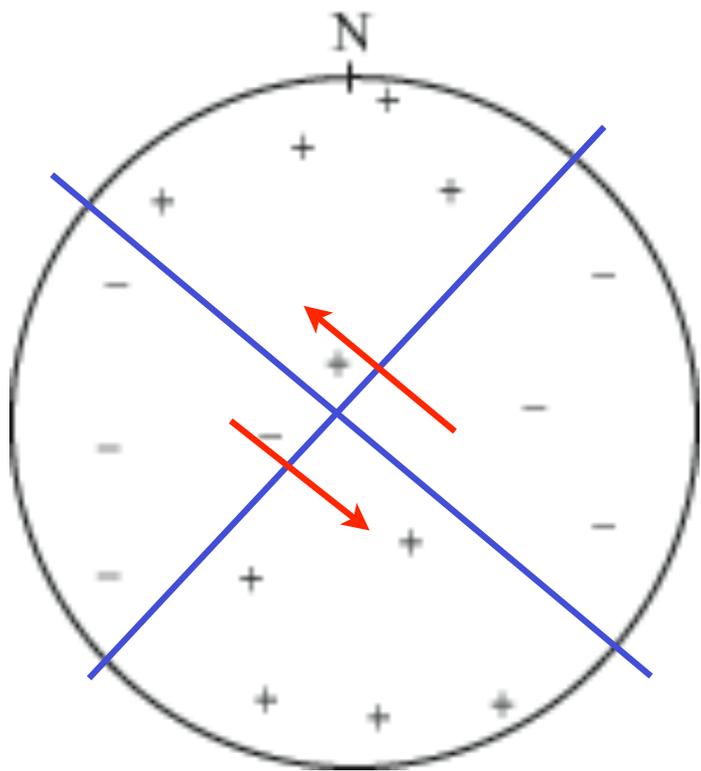


Bathymétrie et sismicité de la dorsale médio-Atlantique entre 10° N et 20° N. Les contours bathymétriques sont donnés en kilomètres : les régions en grisé ont une profondeur inférieure à 3 km (axe de la dorsale). Les anomalies bathymétriques d'orientation Est-Ouest correspondent aux failles transformantes et zones de fractures. Les ronds noirs représentent les épicesentres des tremblements de terre enregistrés entre 1964 et 1979. Des mécanismes au foyers représentatifs indiquent un régime tectonique en extension le long des structures d'orientation nord-sud, parallèles à l'axe de la dorsale, et un régime en coulissement dextre le long des structures perpendiculaires à l'axe de la dorsale (failles transformantes des 15° 20' et Vema).

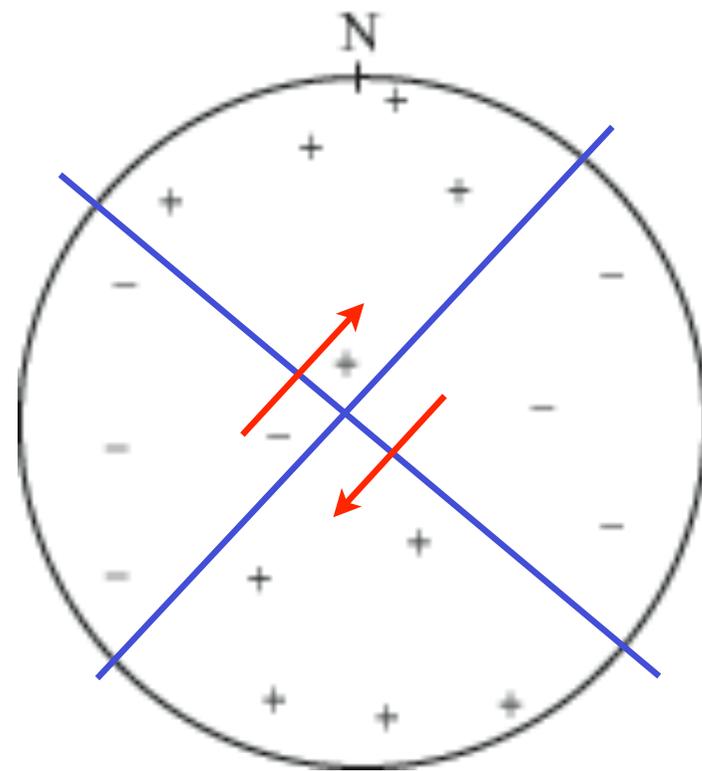
Principe de détermination des mécanismes au foyer d'un séisme







OU



II. Données de géophysique : structure et dynamique du globe

Etude des zones de subduction

Mont St Helens, 1980 (Chaîne des Cascades)





Patagonie, Parc national des Torres del Paine

Los cuernos, Patagonie

batholite



Torres del Paine



Compilation bathymétrique du Sud-Ouest Pacifique réalisée à partir des données de sondeurs multifaisceaux (Lagabrielle et al., CNRS, 2005)

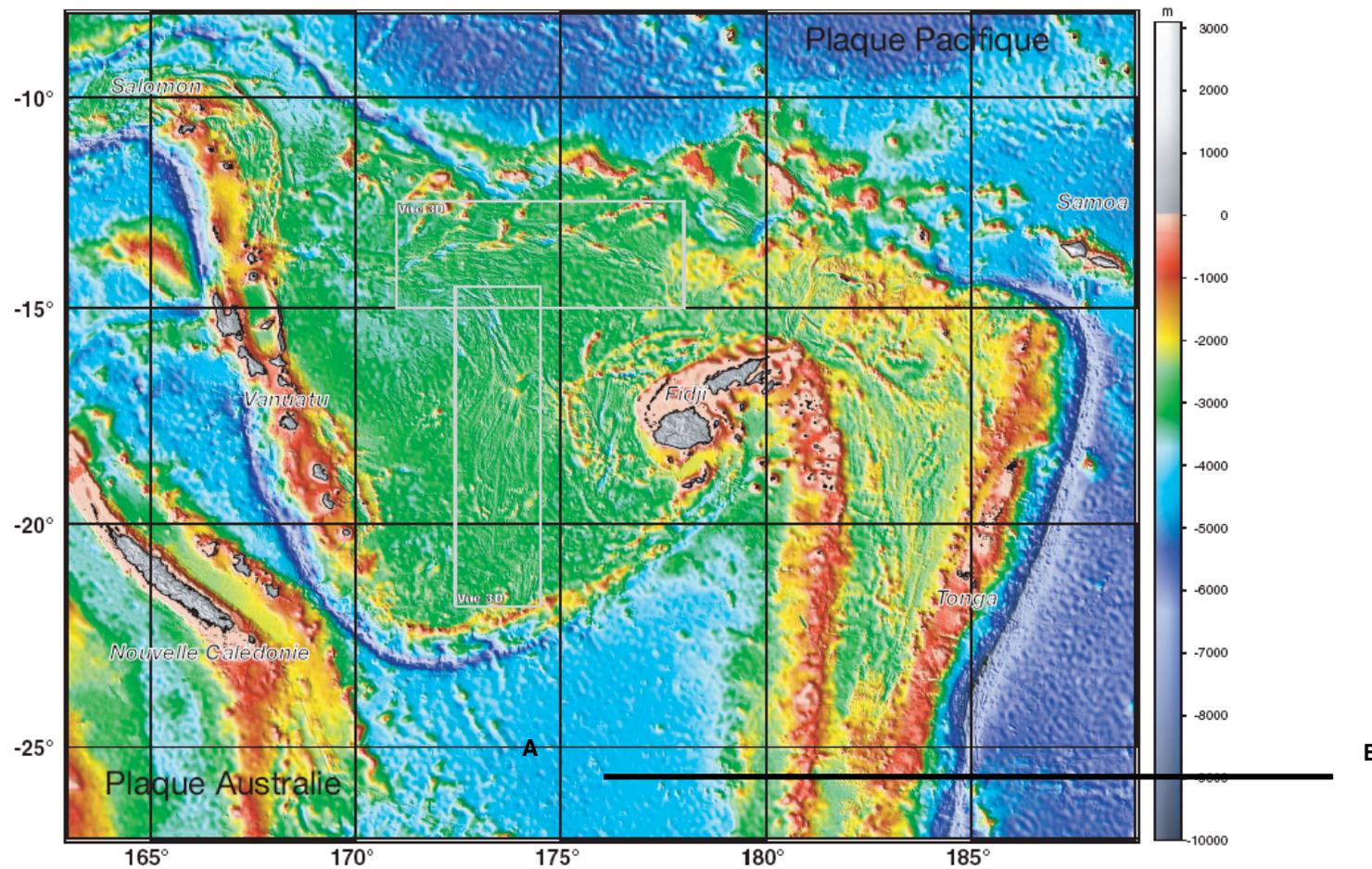
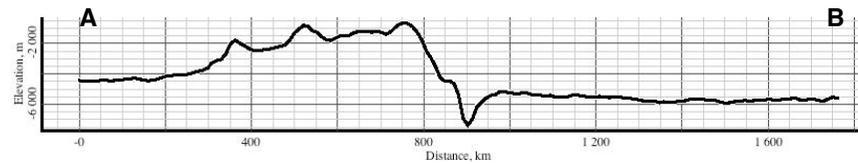
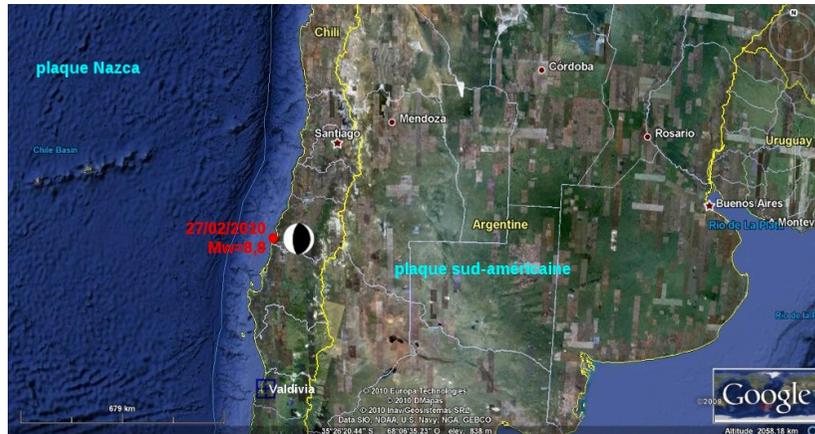


Fig. 5.3 : Compilation bathymétrique du Sud-Ouest Pacifique réalisée par E. Ruelan et L. Nault (CNRS-UMR Géosciences Azur) à partir des données de sondeur multifaisceaux de nombreuses campagnes de 1986 à nos jours, dont celles organisées dans le cadre des programmes français ou franco-japonais SEAPSO, STARMER, NEWSTARMER.



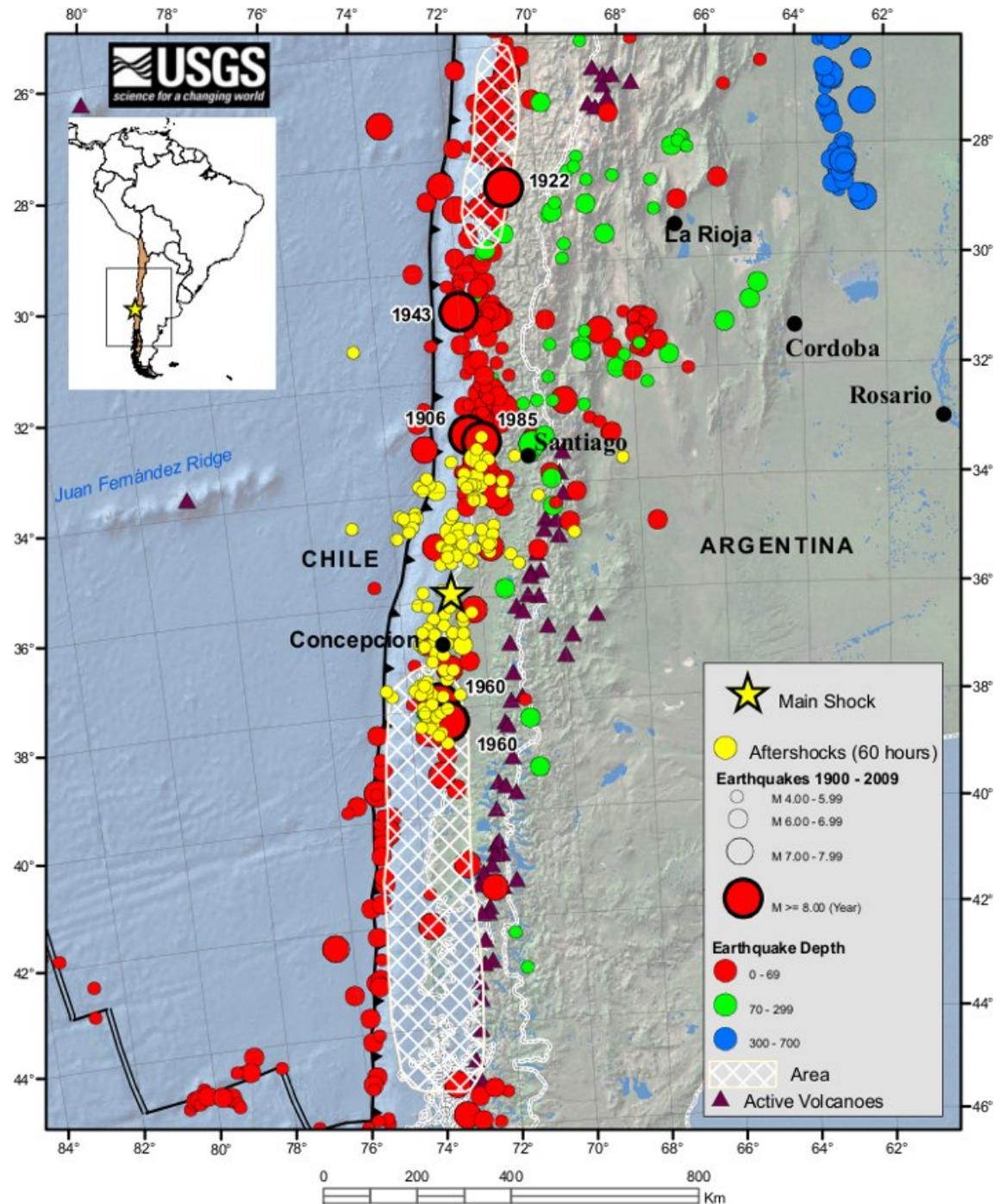
Localisation et historique de la sismicité depuis 1990 au Chili

(<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2012/usc00095a2/>)



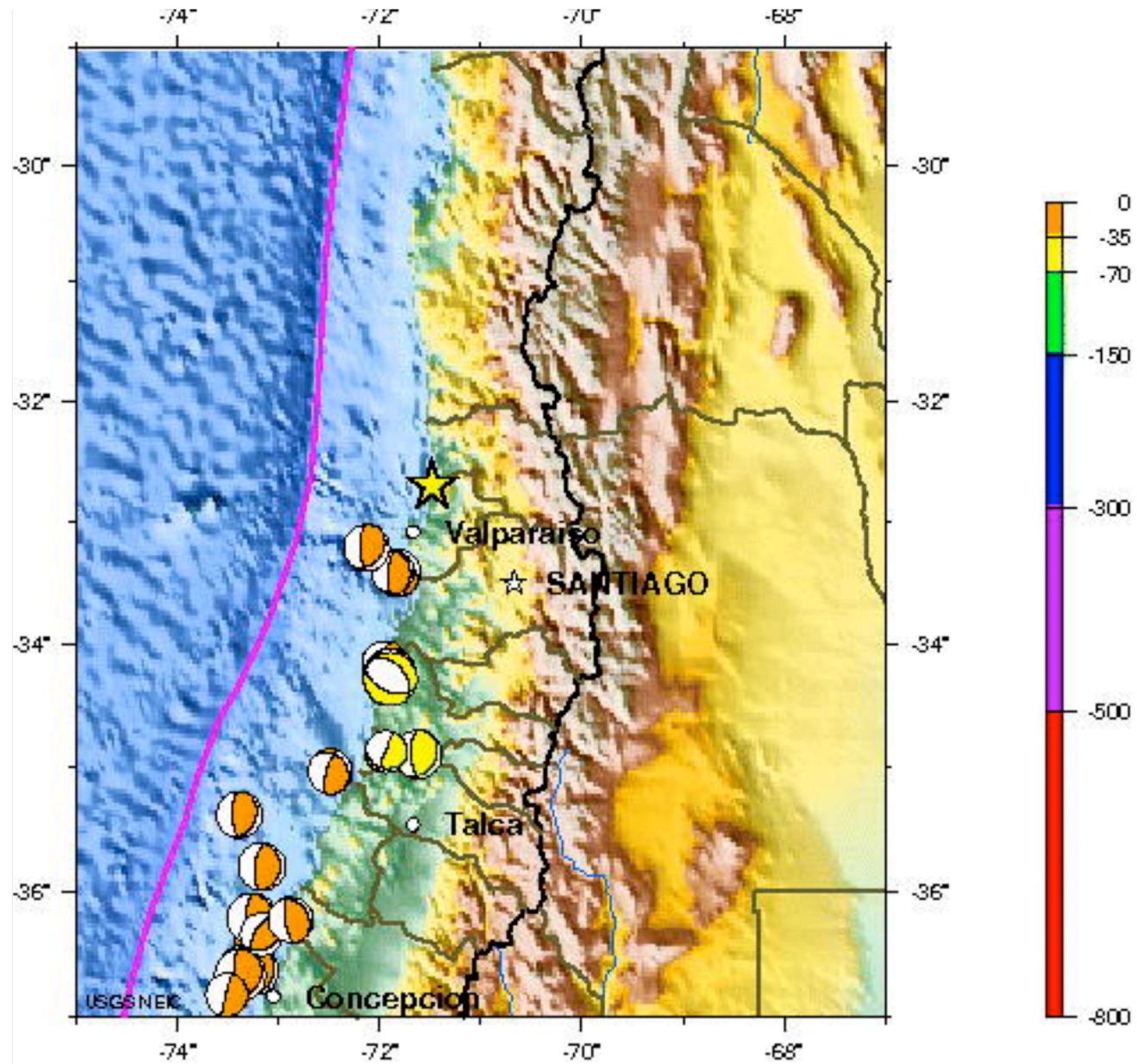
L'étoile représente l'épicentre du séisme du 17 février 2010 de magnitude 8.8

Pour plus d'informations : <http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/seisme-Chili-27-fevrier-2010.xml>



Mécanismes au foyer enregistrés au niveau du Chili

(<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqinthenews/2012/usc00095a2/>)



VALPARAISO, CHILE

2012 04 17 03:50:16 UTC 32.70S 71.48W Depth: 37.0 km

Historic Moment Tensor Solutions

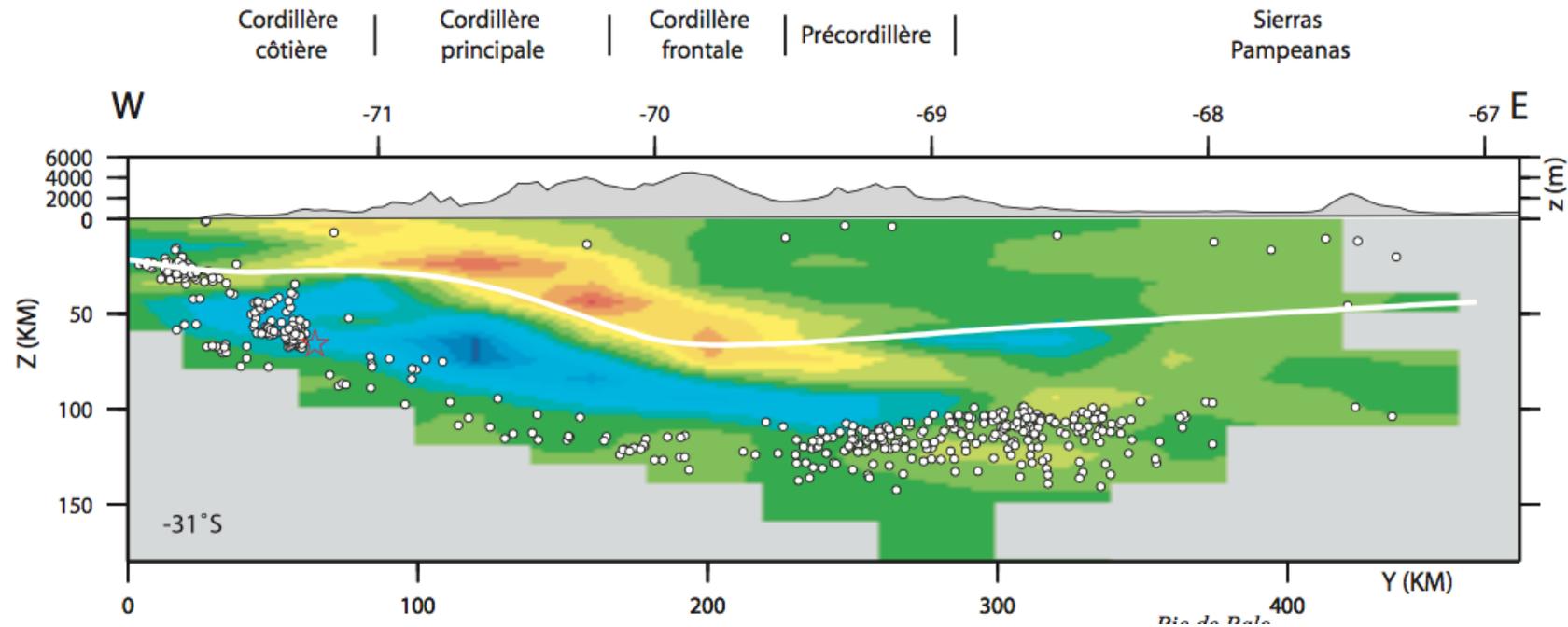


FIG. 3.17: Coupes Est-Ouest du modèle final de vitesse des ondes P. L'échelle de couleur indique l'amplitude des anomalies de vitesse dans la région du séisme de Punitaqui (31°S) et de la subduction plate (31.5°S), dans la zone de transition (32.5°S) et dans la région de subduction pentue (33.5°S). La profondeur du Moho (ligne blanche) est issue des travaux de Tassara [2005]. Les zones grises représentent les cellules ne contenant aucun rai. Les cercles blancs indiquent la localisation des événements utilisés pour la tomographie. Le séisme de Punitaqui du 15 octobre 1997 ($M_w 7.1$) est représenté par une étoile rouge sur la coupe à 31°S . Les volcans quaternaires actifs sont représentés par des triangles noirs renversés. La topographie a été ajoutée sur chaque coupe avec une exagération verticale.