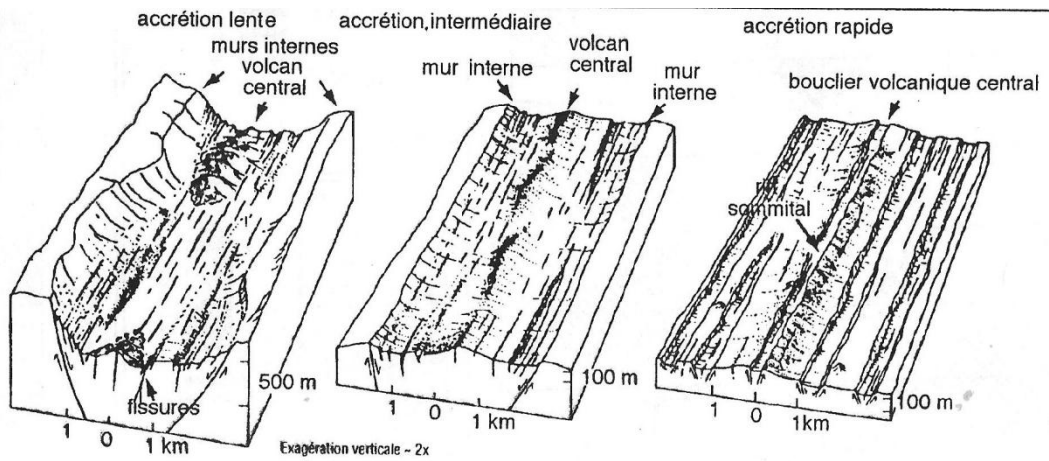
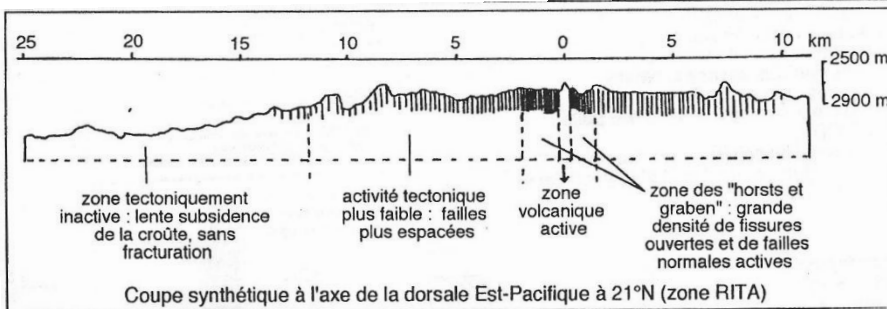
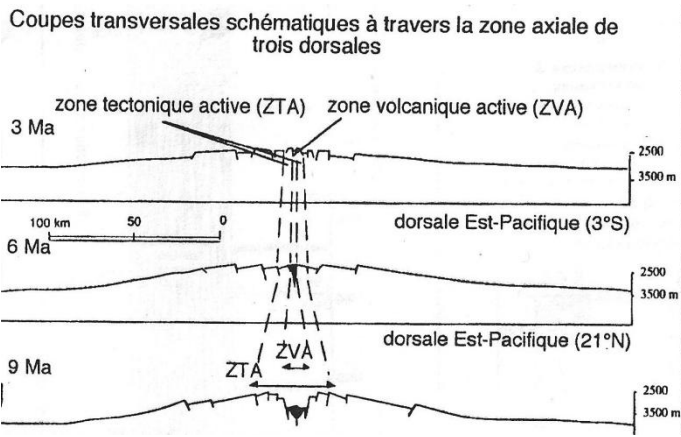
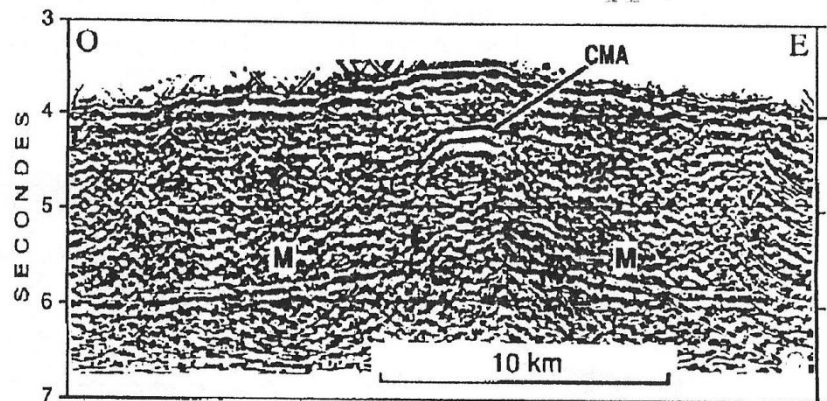


Structure de la croûte océanique : approche indirecte à partir des données sismiques



Profil sismique transversal à l'axe de la dorsale Est-Pacifique (vers 9° 30N)



CMA : réflecteur au niveau du toit de la chambre magmatique axiale
M : réflexions du Moho

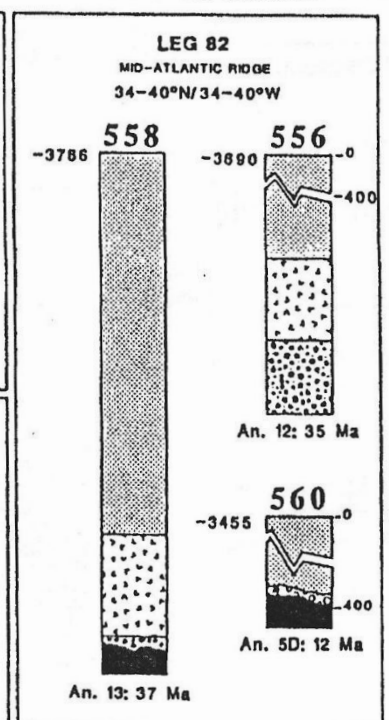
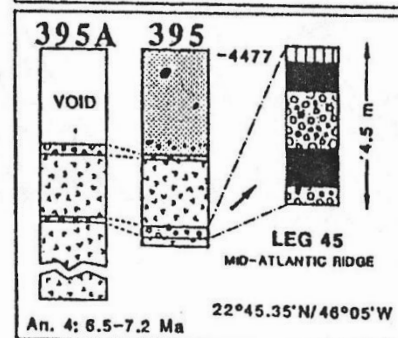
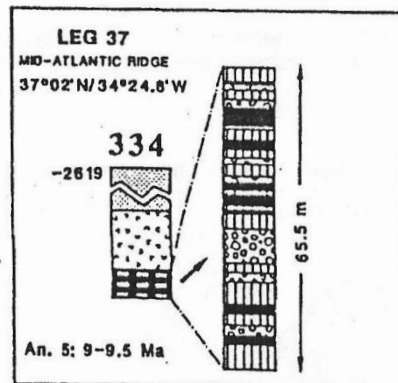
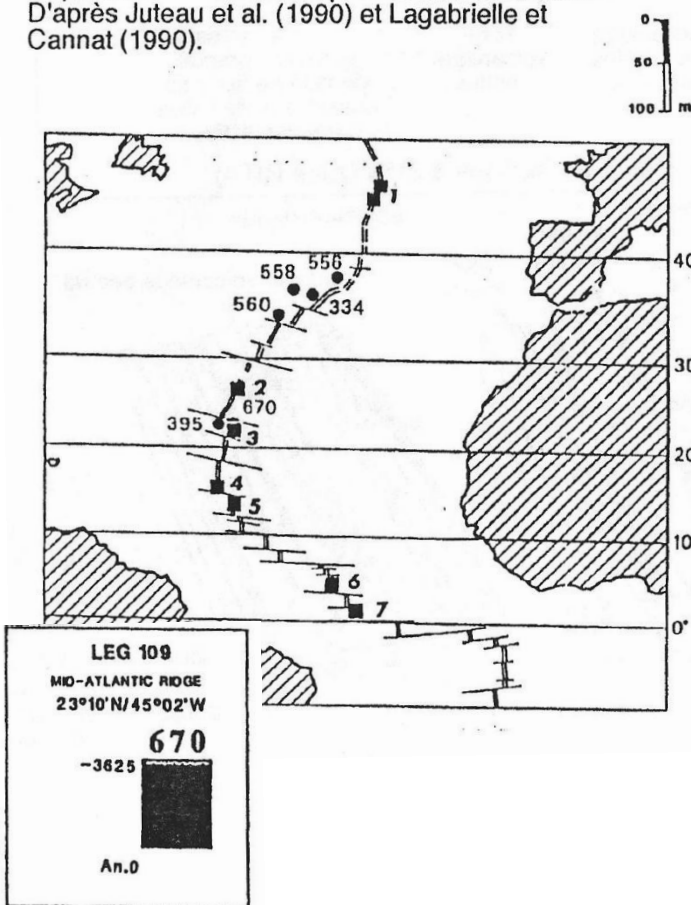
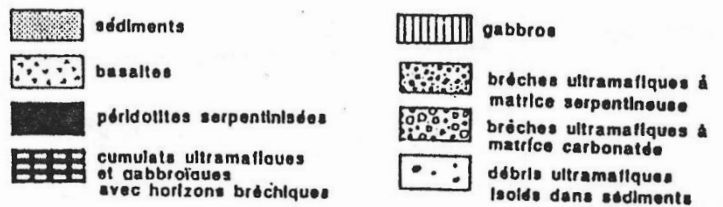
Coupe géologique synthétique du mur Sud de la zone de fracture Vema (Atlantique équatorial) d'après les observations effectuées par le submersible Nautille en 1988. D'après Auzende et al. (1988)

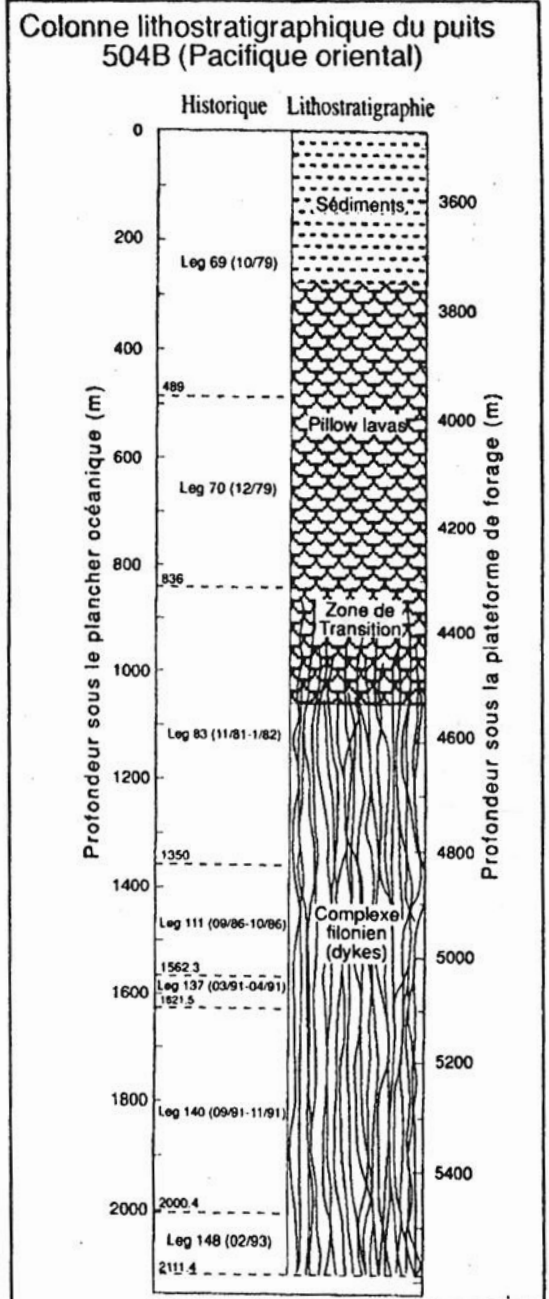
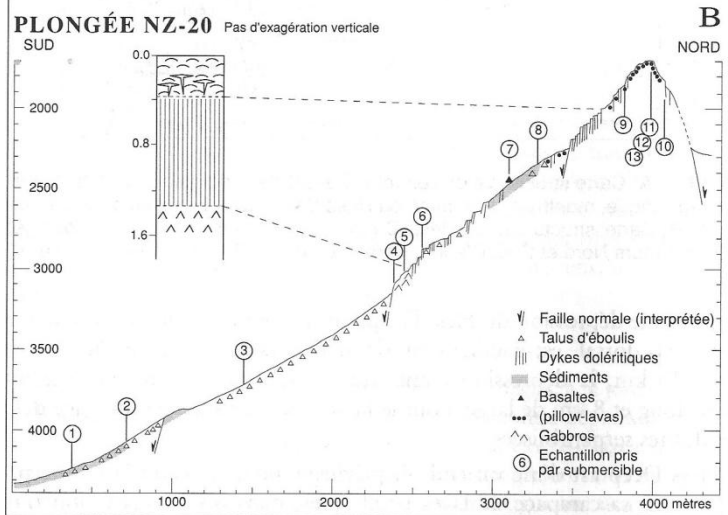
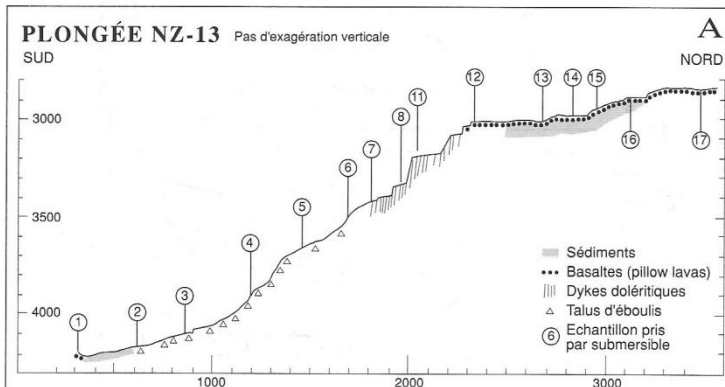
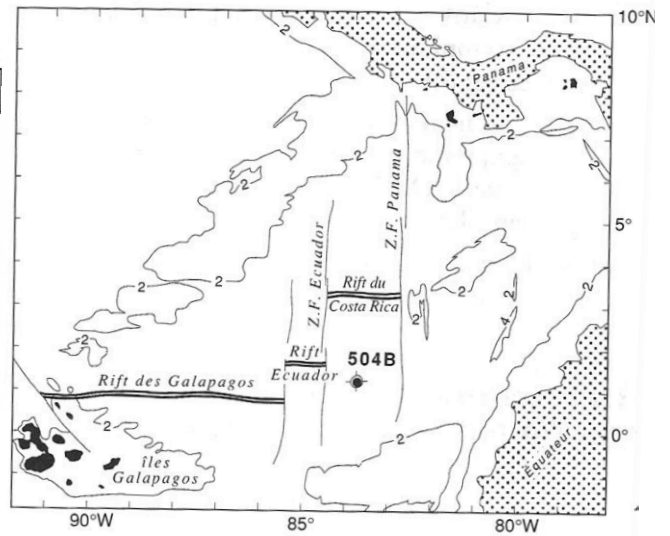
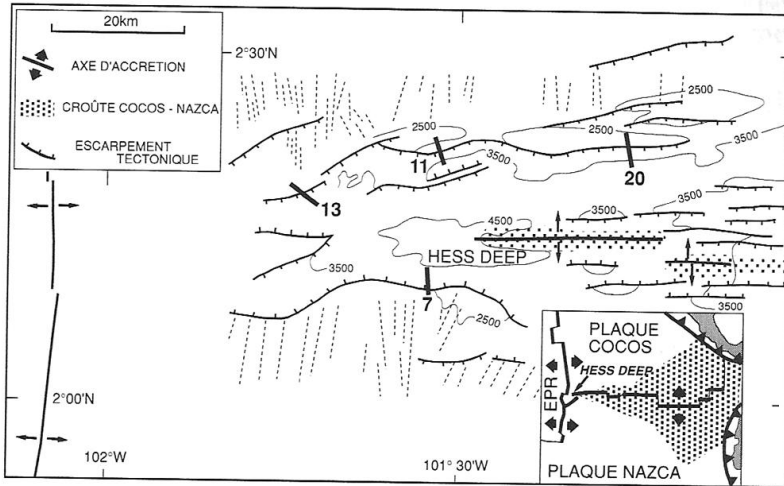


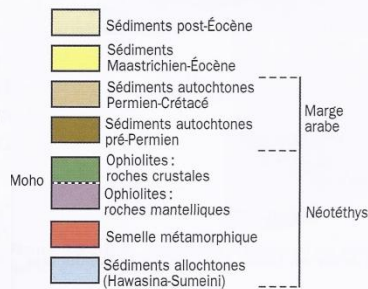
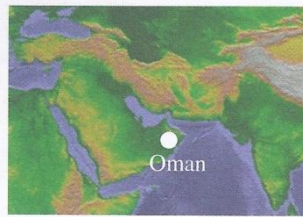
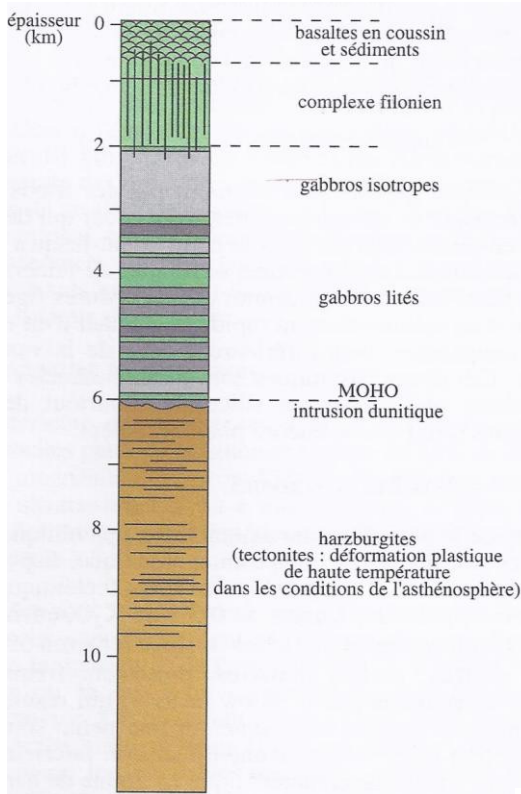
Dorsale médio-atlantique.
Localisation des sites où des péridotites mantelliques, plus ou moins serpentinisées, avec ou sans gabbros associés, ont été :

- draguées : points 1 à 7 sur la carte
- forées (numéros à 3 chiffres des puits DSDP/ODP).

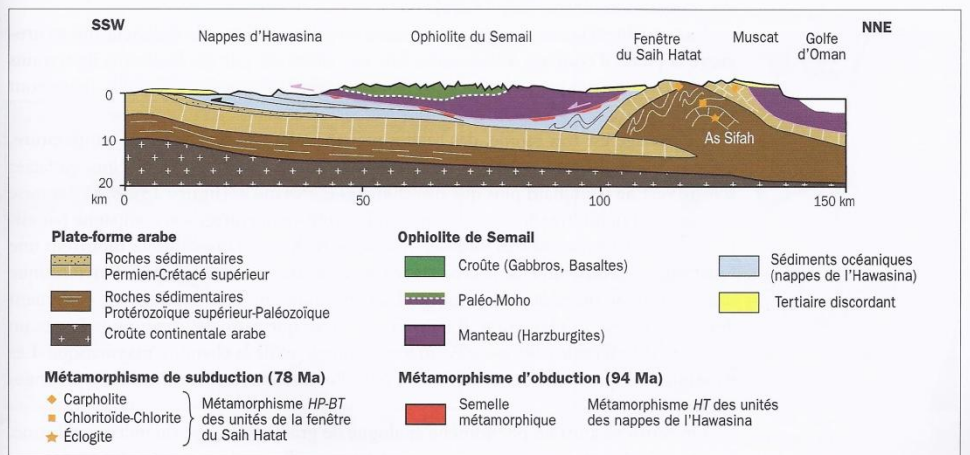
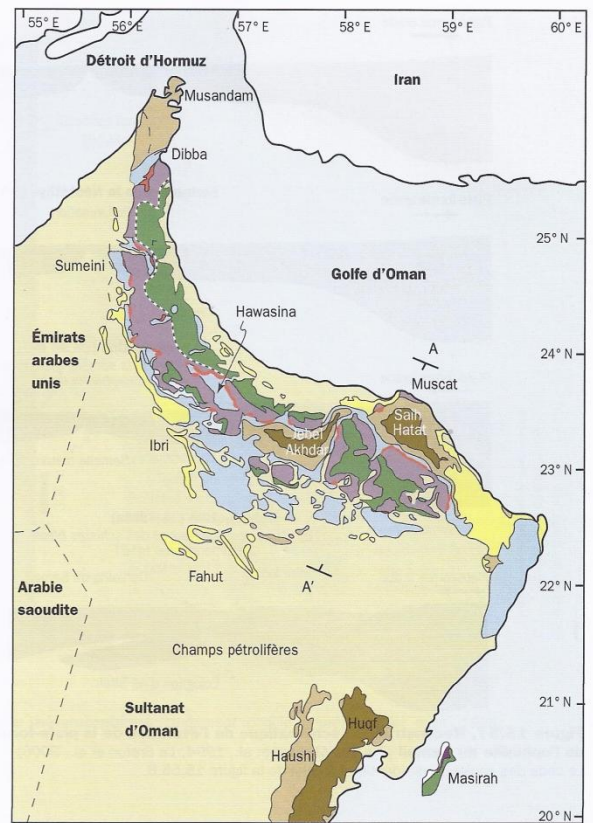
Représentation schématique des colonnes forées.
D'après Juteau et al. (1990) et Lagabrielle et Cannat (1990).







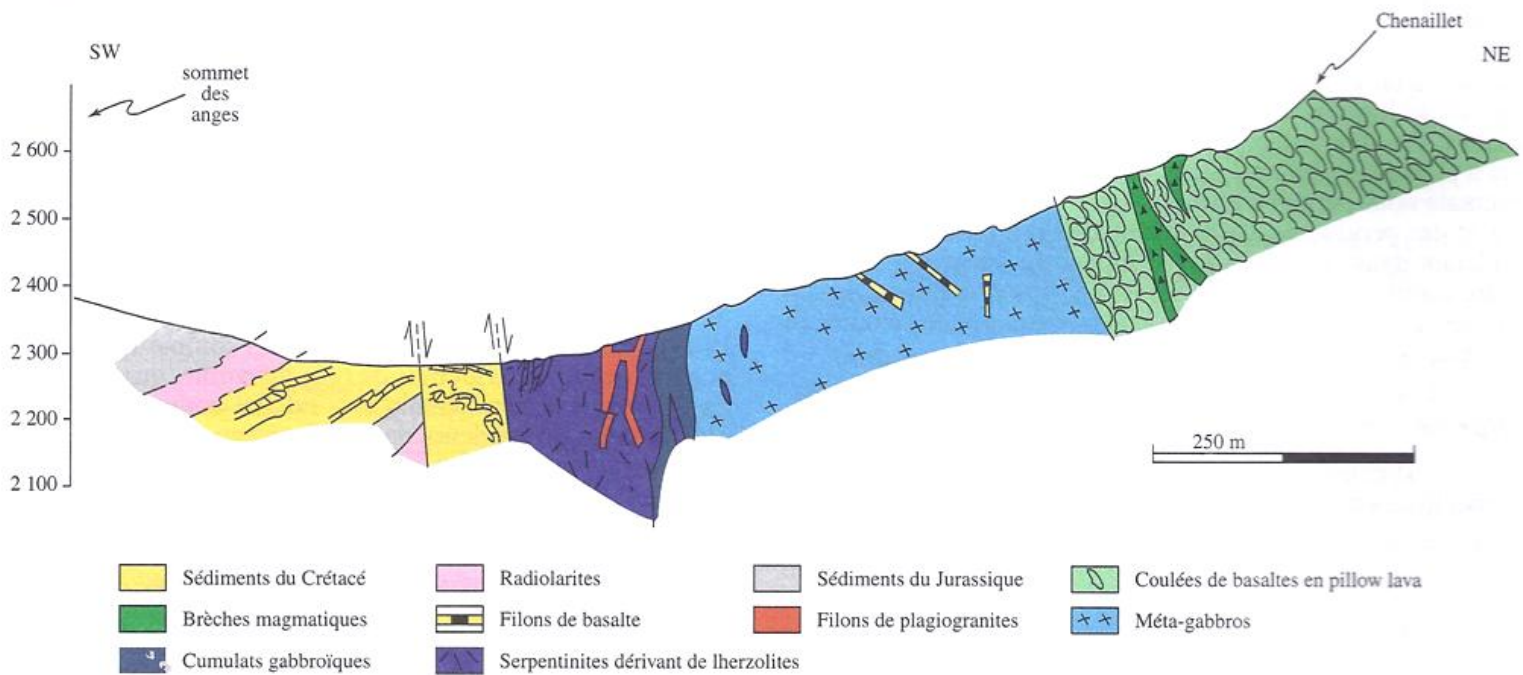
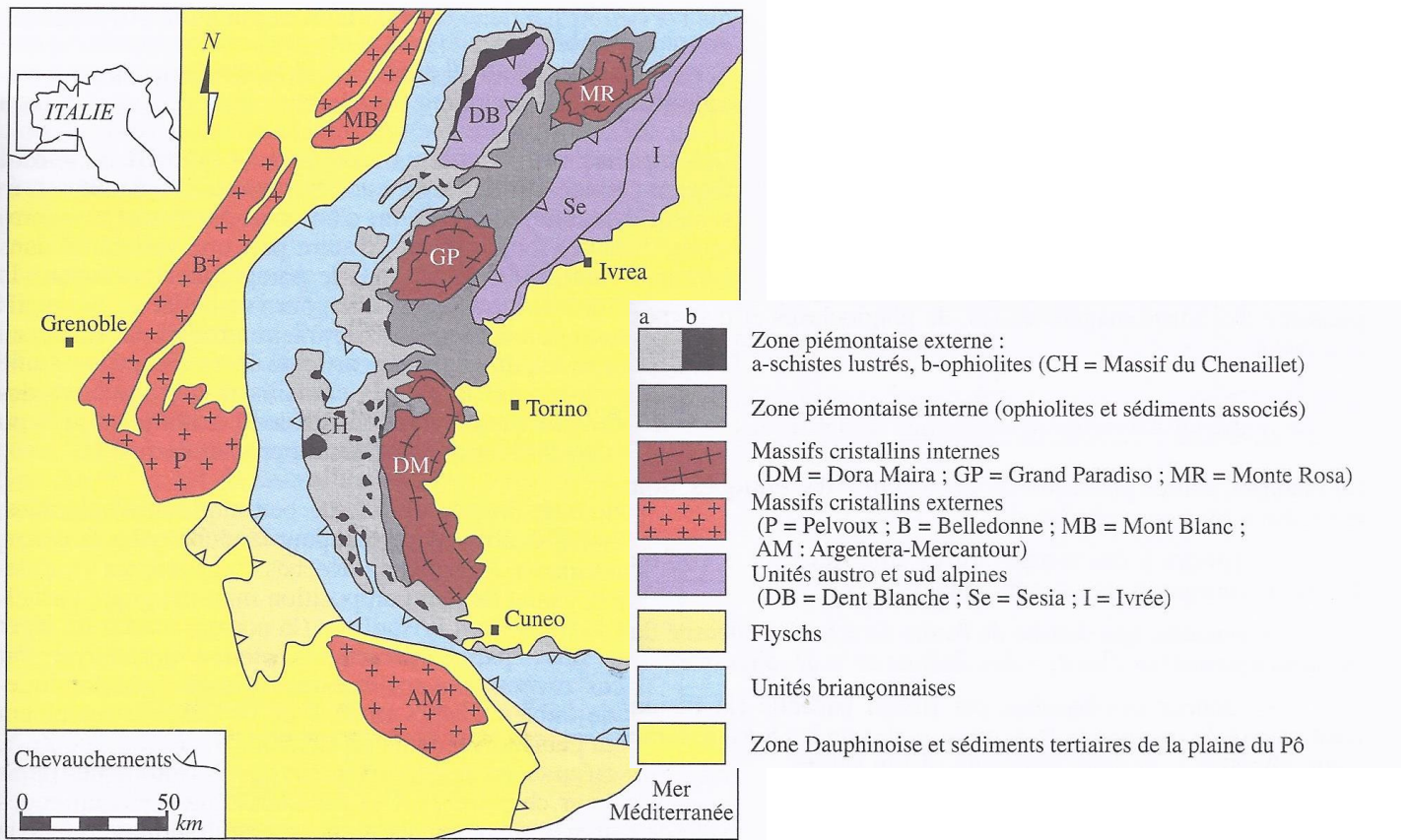
.A. Carte géologique simplifiée du sultanat d'Oman



.B. Coupe schématique à travers la nappe ophiolitique du Semail et la fenêtre du Saih Hatat en Oman

(D'après Goffé et al., 1988)

Les nappes d'Hawasina sont métamorphisées sous des conditions de HT, tandis que les unités de la fenêtre du Saih Hatat sont métamorphisées sous HP-BT.



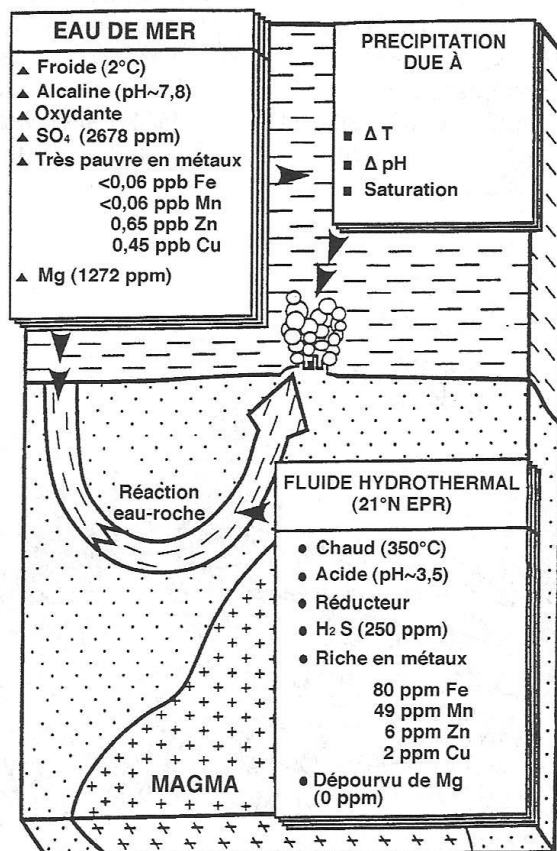


Figure IX-15. — *Modèle métallogénique pour les dépôts hydrothermaux de la dorsale est-pacifique, utilisant les données acquises à 21° N. D'après Scott (1992).*

L'eau de mer froide, oxydée et très pauvre en métaux se transforme en un fluide hydrothermal chaud, réducteur et riche en métaux, par interaction avec les roches chaudes située à quelques kilomètres du plancher océanique. Le fluide hydrothermal remonte rapidement et se mélange avec l'eau de mer ambiante pour précipiter une grande partie de sa charge minérale. Cette précipitation est une conséquence du refroidissement rapide et de la remontée du pH, par addition du sulfate de l'eau de mer. Ppb = 10⁻⁹ (partie par milliard, en masse).

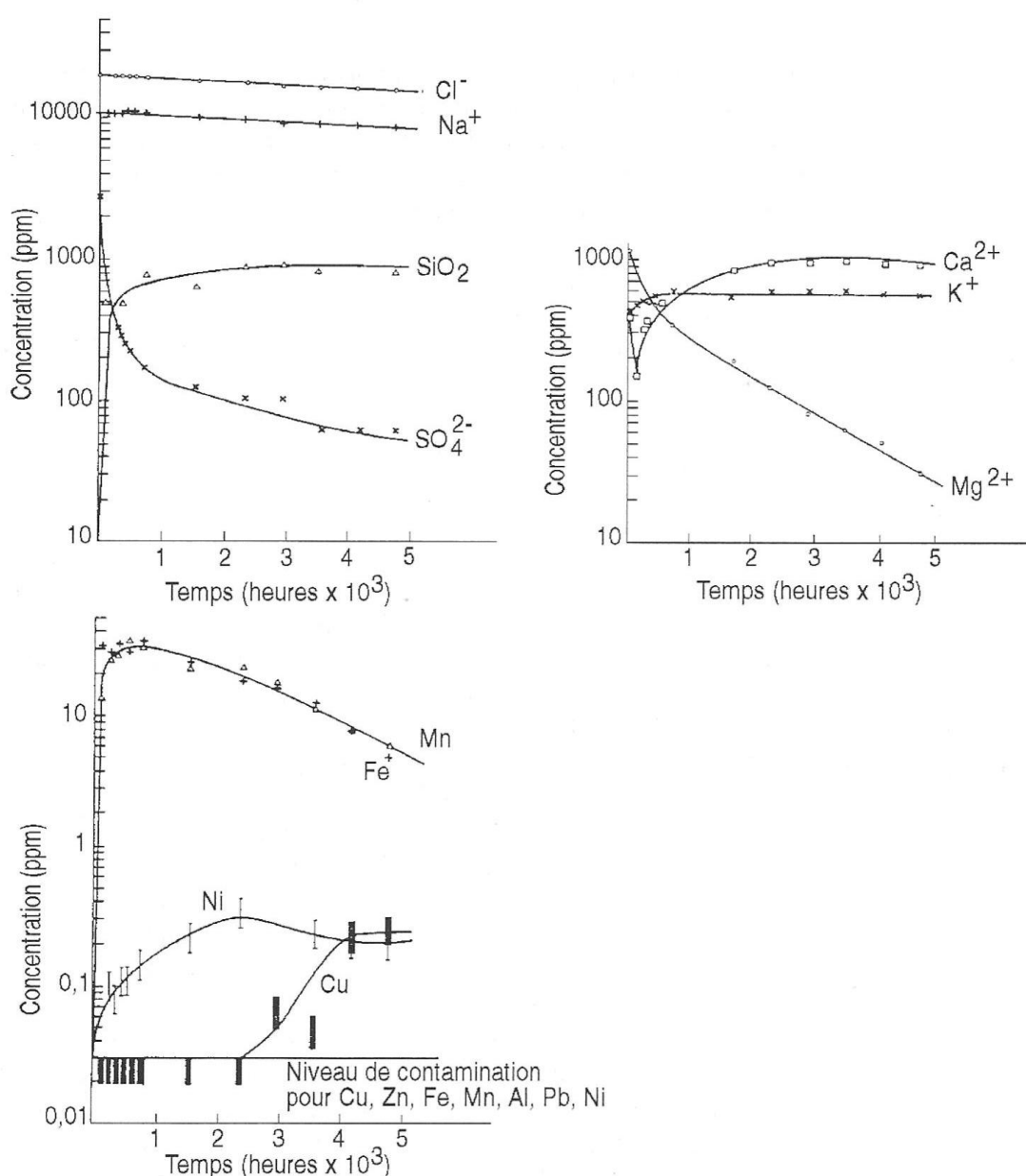


Figure IX-3. — Variations de concentration d'un certain nombre d'ions dissous dans une eau de mer standard, au cours de son interaction avec une poudre de basalte de type MORB.

Les conditions imposées sont 200 °C et 500 bars. Les concentrations sont en ppm (parties par million en masse), et reportées sur une échelle logarithmique. Cette expérience de laboratoire a duré 5 000 heures, soit près de sept mois.

Le comportement contrasté des éléments se lit clairement : croissance rapide de Si, Fe et Mn, extraits du basalte (SiO₂ atteint un plafond et ne varie plus, alors que Fe et Mn décroissent ensuite lentement, en raison de la précipitation d'hydroxydes de Fe-Mn insolubles); décroissance rapide de SO₄ et de Ca (précipitation de l'anhydrite), puis remontée progressive de Ca, extrait du basalte; croissance de K, qui est extrait du basalte (T° > 70 °C) et qui atteint rapidement son palier (les MORB en contiennent très peu); pour les métaux, Ni est extrait rapidement du basalte dès que l'olivine se déstabilise, et Cu met beaucoup plus de temps à apparaître dans la solution (déstabilisation plus tardive du pyroxène). D'après Bischoff et Dickson (1975).

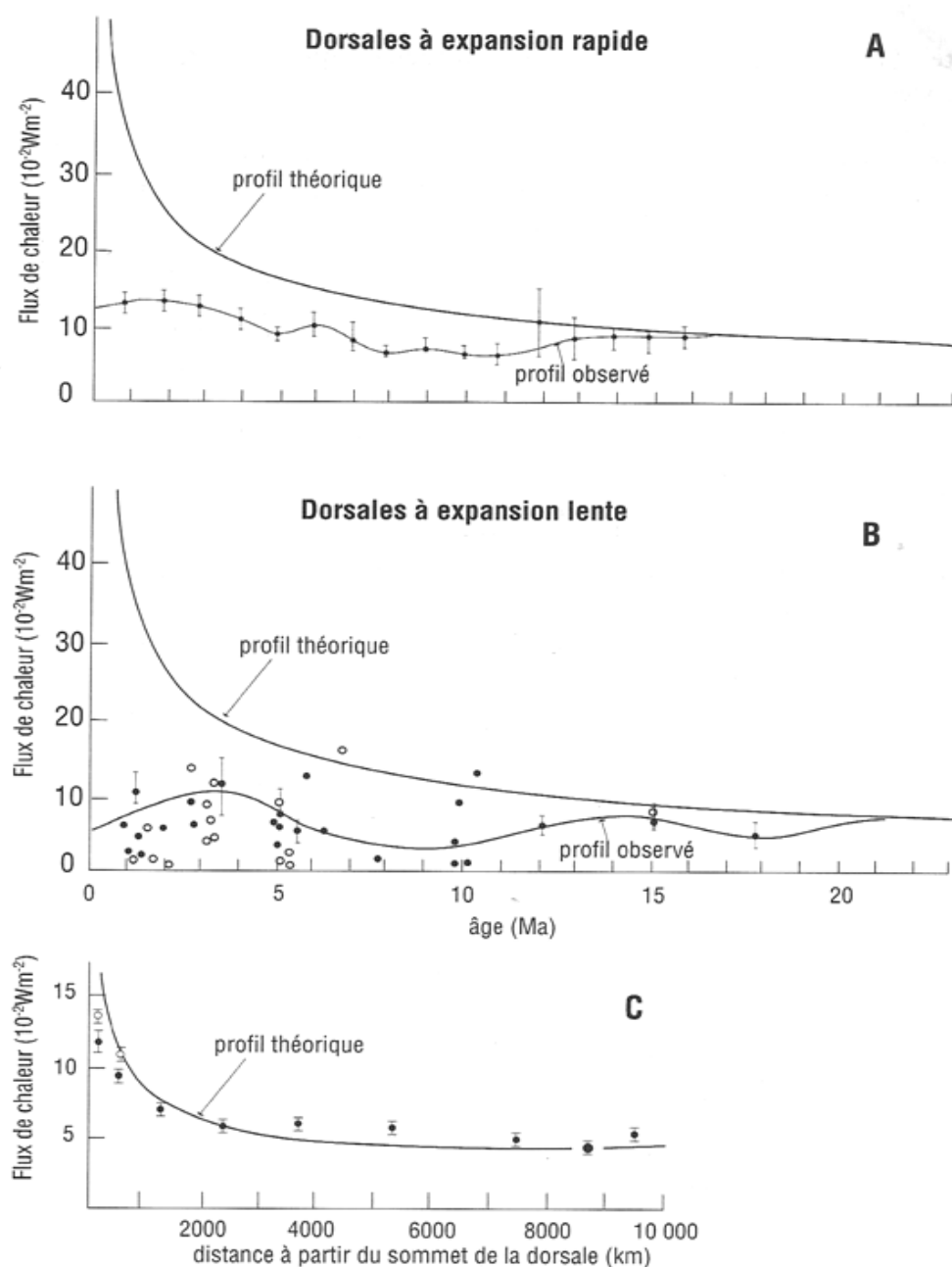


Figure IX-1. — Variations du flux de chaleur des dorsales, en fonction de l'âge de la croûte ou de la distance à l'axe. D'après Wolery et Sleep, 1976 (A et B), et Le Pichon *et al.*, 1973 (C).

Comparaison du profil de flux de chaleur théorique (calculé en supposant que toute la chaleur est évacuée par conduction) et du profil de flux de chaleur effectivement mesuré : A) pour une dorsale rapide (dorsale est-pacifique); B) pour une dorsale lente (dorsale médio-atlantique). Dans les deux cas, l'écart considérable constaté près de l'axe entre les deux courbes ne peut s'expliquer que par un refroidissement convectif de la croûte, dû à une circulation hydrothermale active, évacuant efficacement la chaleur dans la région axiale. Le schéma C montre que les choses rentrent dans l'ordre à partir d'une certaine distance de l'axe, lorsque l'on regarde le flux à l'échelle d'un océan.

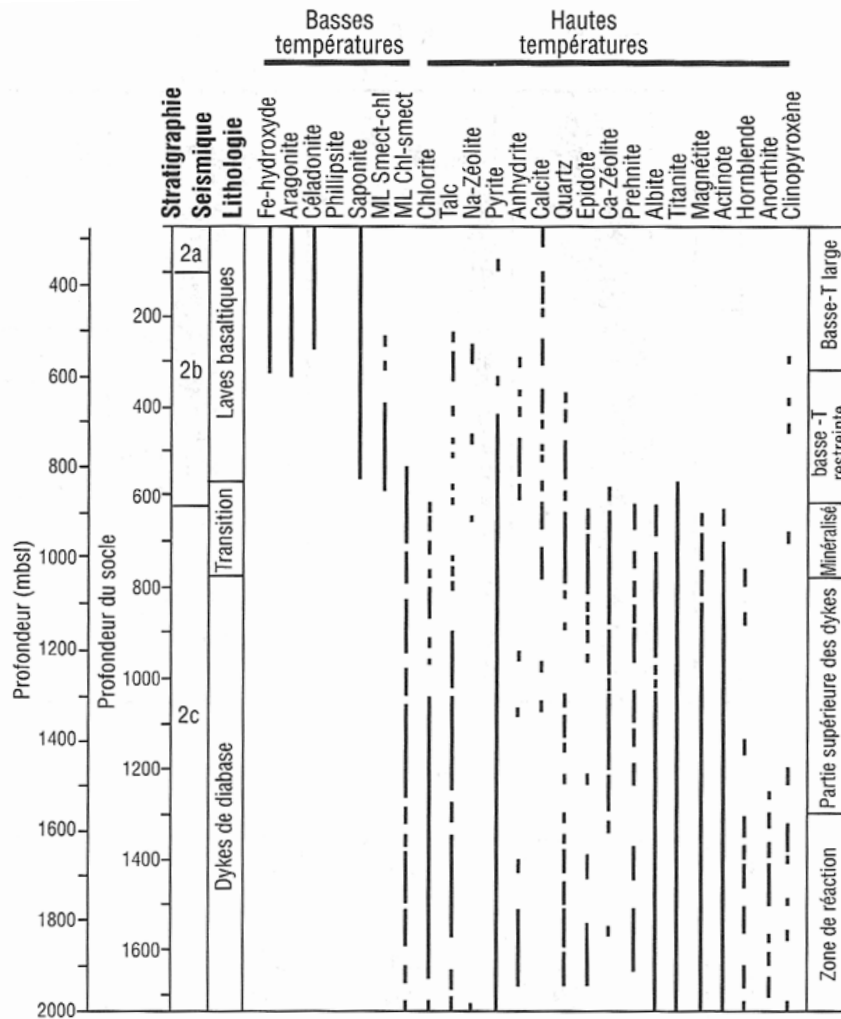
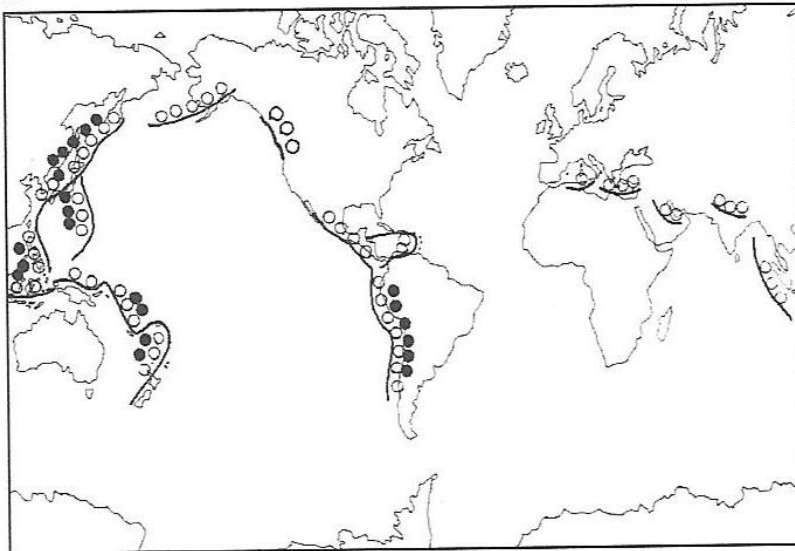
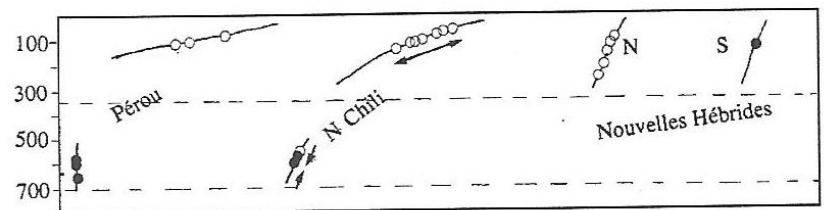
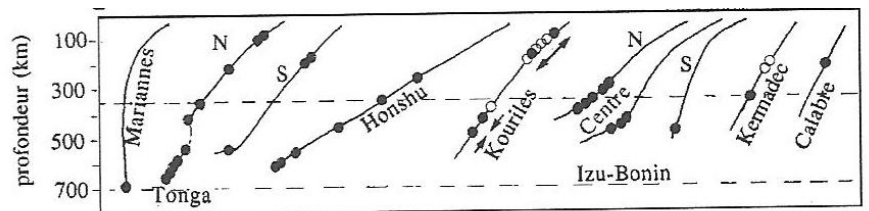


Figure IX-6. — Schéma montrant l'évolution des paragenèses minérales secondaires avec la profondeur dans le puits ODP 504B. D'après Alt (1995).

Les profondeurs sont indiquées à gauche en mètres sous le plancher océanique (mbsf), et en mètres sous le socle basalitique. La stratigraphie sismique et la lithologie sont également indiquées à gauche. Les différents régimes de l'altération hydrothermale sont indiqués à droite. Le fait majeur, observé très généralement dans la croûte océanique et les ophiolites, est la transition brutale (quelques dizaines de mètres à peine) entre la zone à altérations de basses températures développée dans la pile volcanique, et la zone à altérations hydrothermales de hautes températures, dans la zone de transition et le complexe filonien sous-jacent.



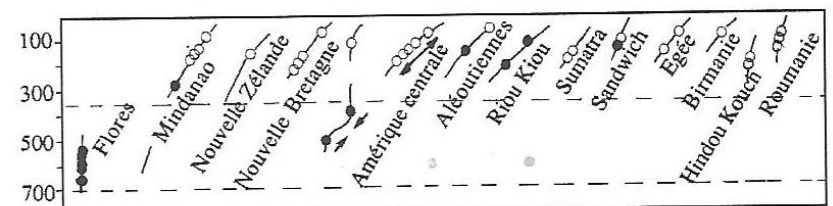
Répartition schématique des foyers des séismes intermédiaires (cercles vides) et profonds (cercles pleins) dans les zones de subduction (Caron, 2003)



Mécanismes au foyer des séismes projetés, en coupe, sur la trace des zones de subduction.

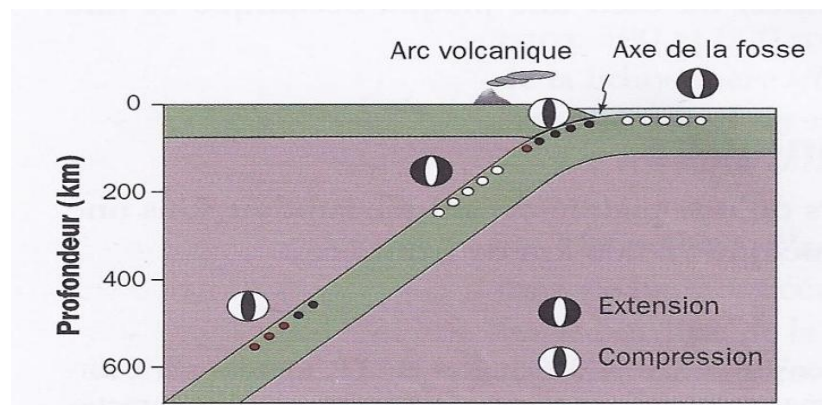
Cercles vides : extension parallèle à la pente du slab ; cercles noirs : compression parallèle à la pente du slab.

(Caron, 2003)



Aperçu général des mécanismes au foyer du slab en subduction (Bousquet, 2013)

(une vision un peu plus simple que la réalité beaucoup plus diverse...)



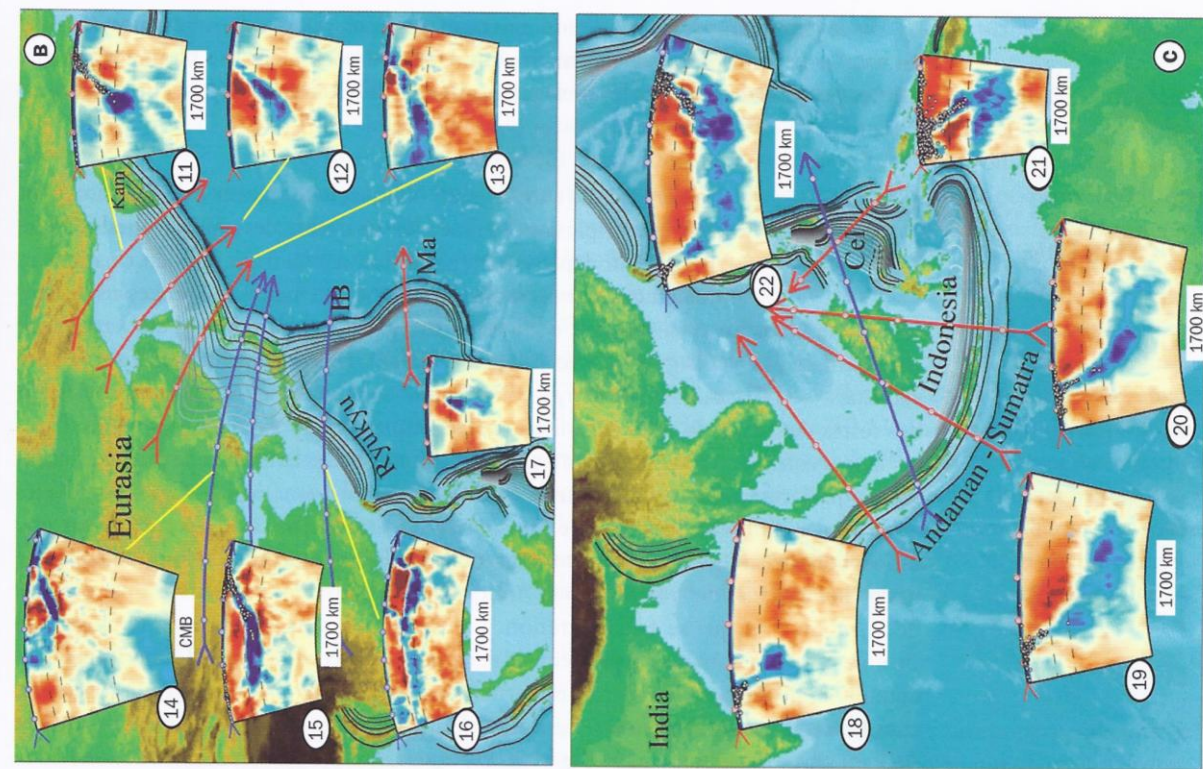
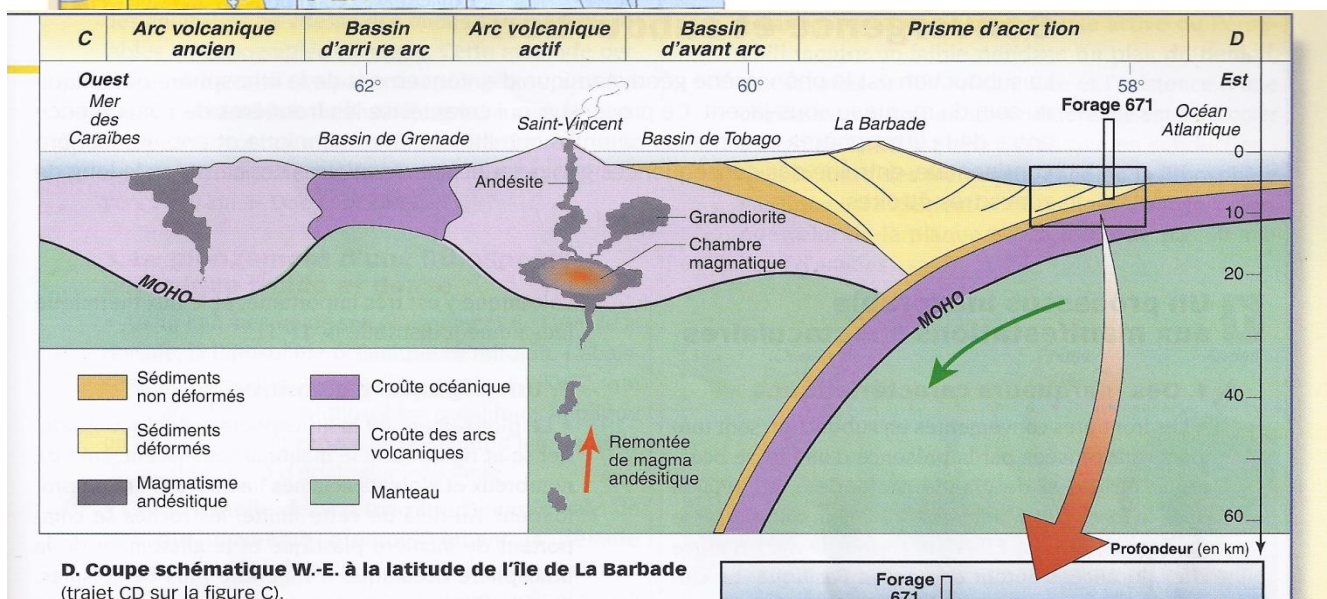
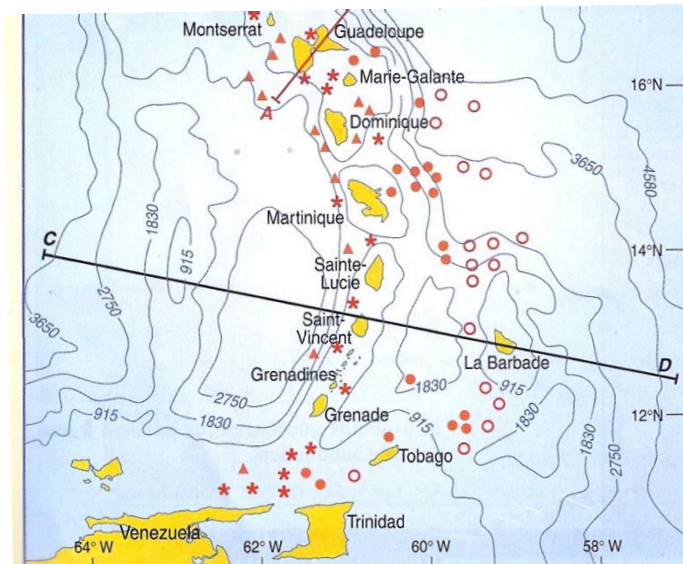
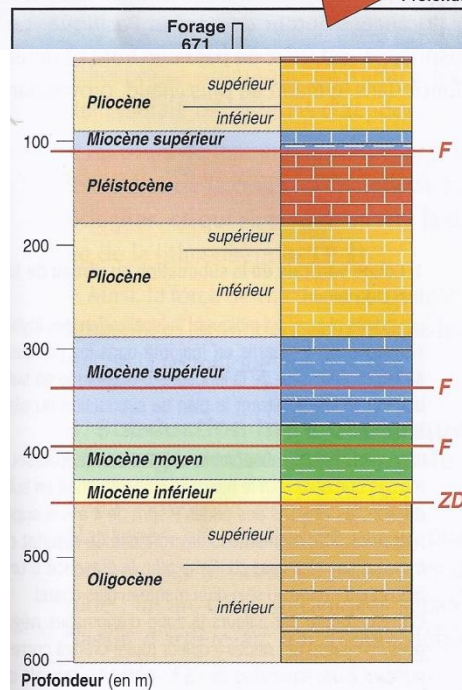


Planche 10.3. Tomographie des zones de subduction péri-pacifiques (D'après Li et al., 2008)
 Les cercles gris sur les coupes représentent les séismes. Les contours grisés délimitent les zones de subduction définies par la sismicité du slab.
A. Amérique centrale et Amérique du Sud.
B. Nord-Ouest Pacifique et mer des Philippines (Kam : Kamchatka ; IB : Izu Bonin ; Ma : Mariannes).
C. Andaman-Sumatra (Cel : mer des Célèbes).

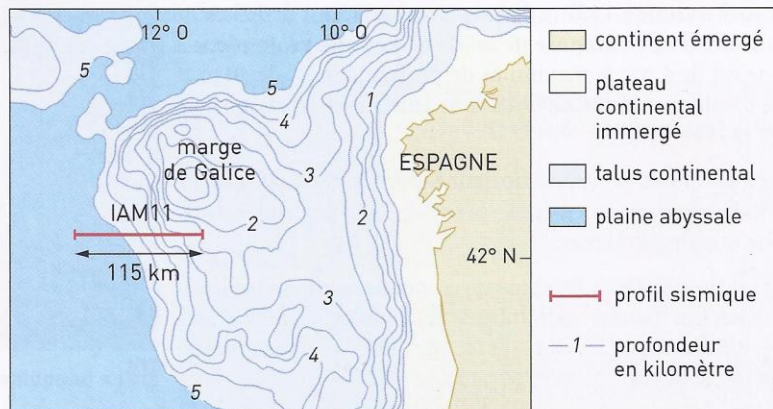


E. Forage 671 réalisé dans le prisme d'accrétion.

On observe une répétition de la série sédimentaire à la faveur des failles délimitent les écailles du prisme.



Étude de la marge passive de Galice



a Localisation de la marge passive de Galice et du profil sismique.

doc sur internet
www.nathan.fr/svtlycee

b Profil sismique.

- vitesses comprises entre 1,8 et 4,2 km . s⁻¹
ces vitesses correspondent aux ondes P se propageant dans les sédiments relativement meubles
- vitesses comprises entre 4,2 et 6,9 km . s⁻¹
ces vitesses correspondent aux ondes P se propageant dans les roches sédimentaires compactes et le socle granitique de la croûte continentale (socle surmonté de roches sédimentaires)
- vitesses comprises entre 4,6 et 7 km . s⁻¹
ces vitesses correspondent aux ondes P se propageant dans la croûte océanique constituée de basaltes et gabbros
- vitesses comprises entre 4 et 8 km . s⁻¹
ces vitesses correspondent aux ondes P se propageant dans les péridotites serpentinisées
- vitesses comprises entre 8 et 8,5 km . s⁻¹
ces vitesses correspondent aux ondes P se propageant dans le manteau supérieur
- ▼ sismographe

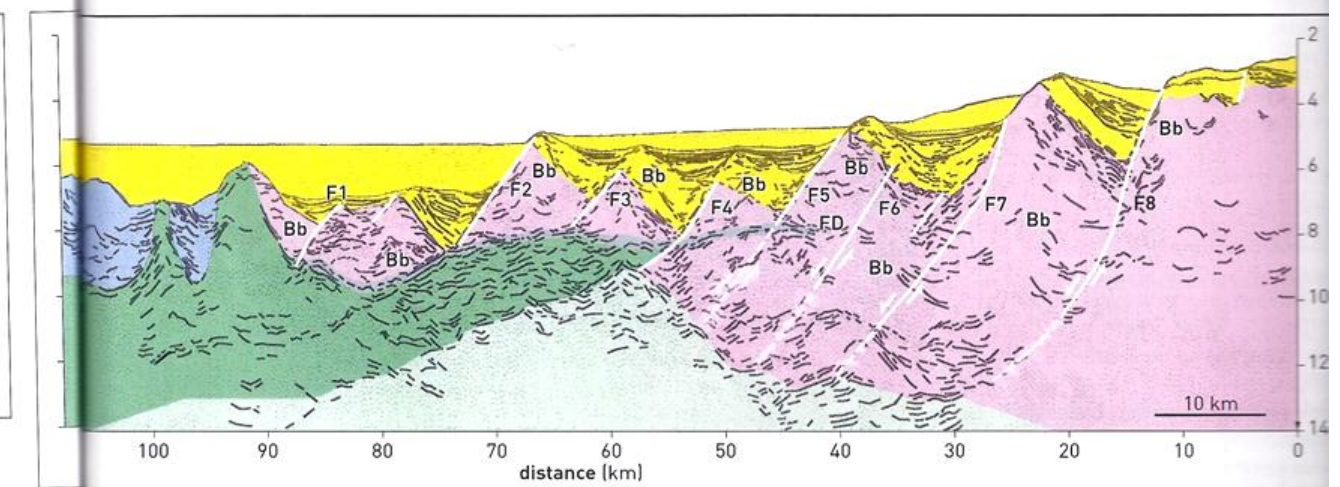
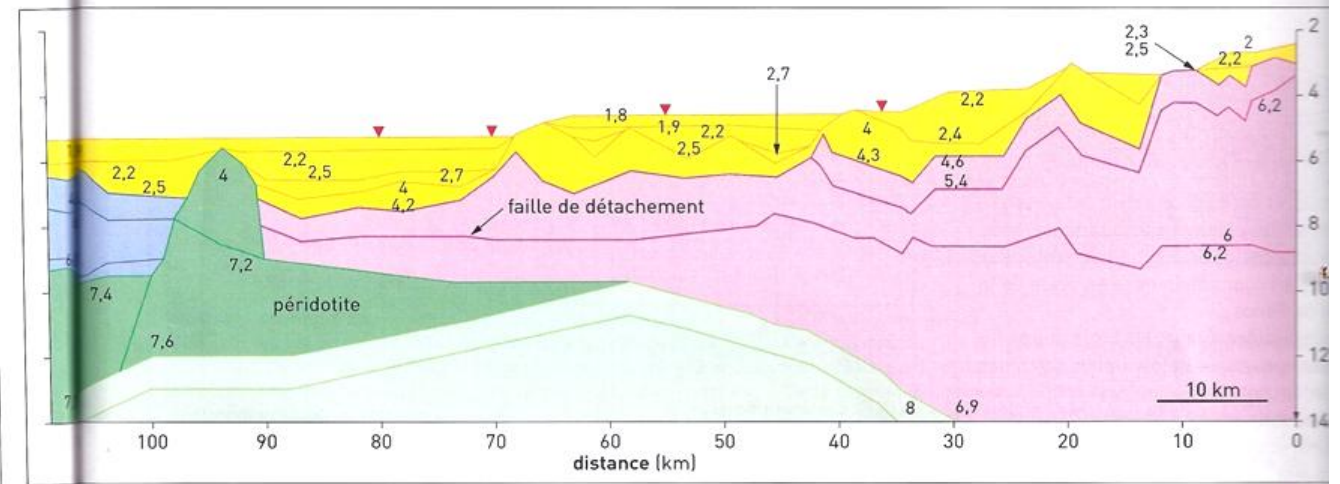
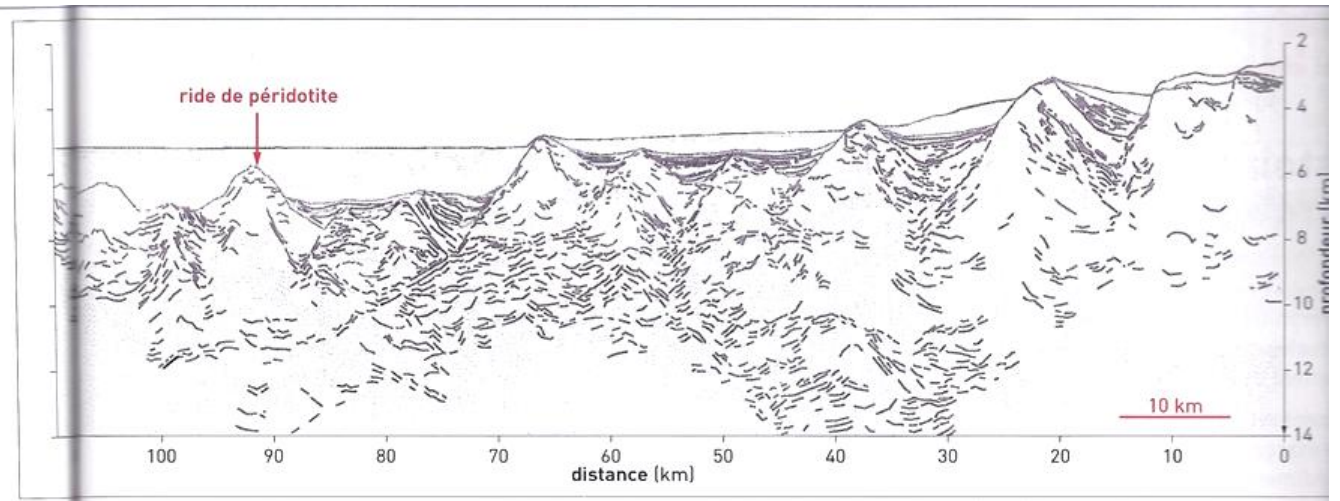
doc sur internet
www.nathan.fr/svtlycee

c Répartition de la vitesse des ondes.

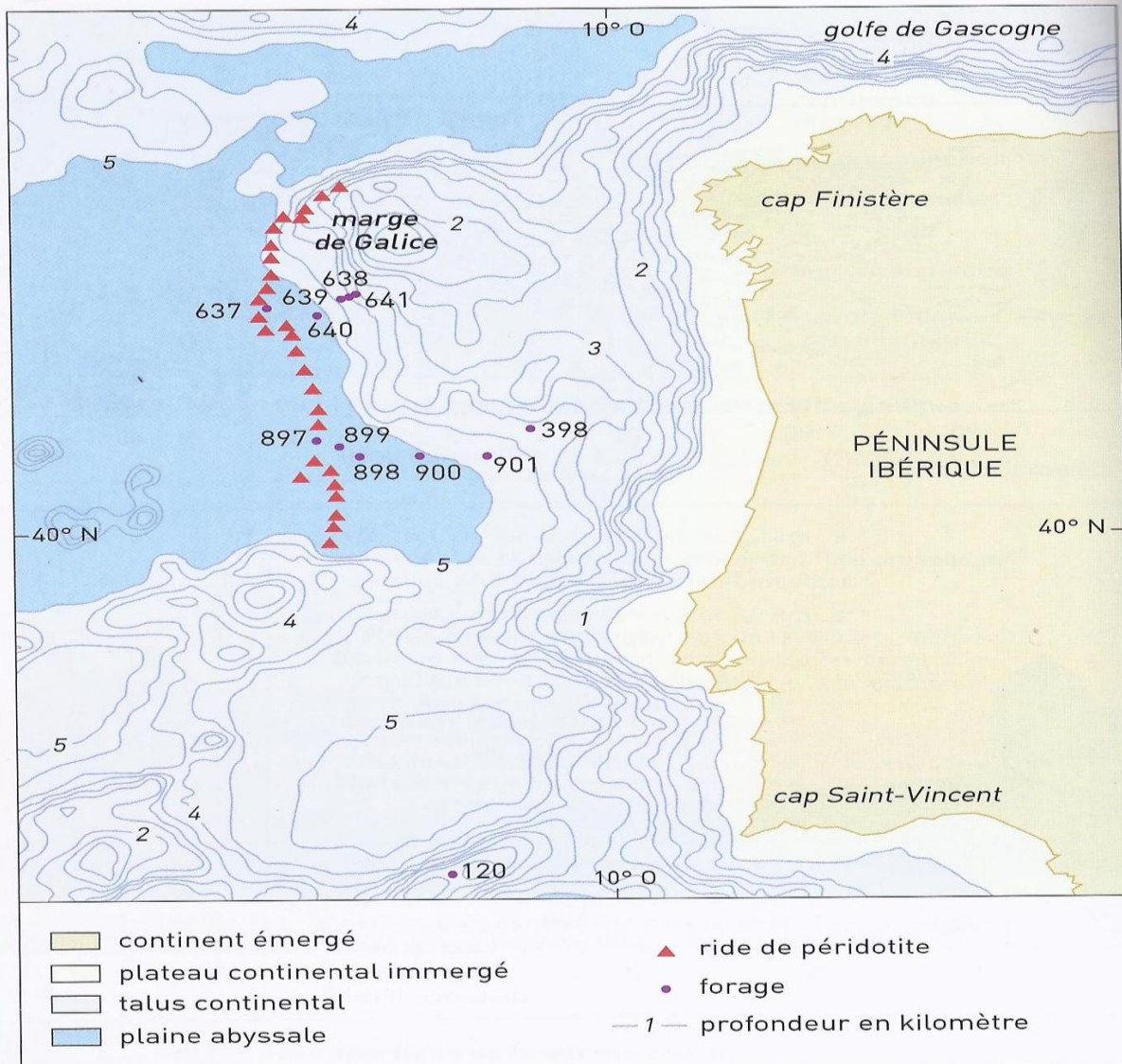
- sédiments océaniques déposés pendant l'épisode de rupture continentale et pendant l'expansion océanique jusqu'à l'époque actuelle
 - croûte continentale (socle surmonté de roches sédimentaires) du continent qui s'est disloqué
 - croûte océanique
 - péridotite
 - manteau supérieur
- FD** faille de détachement
F1, F2, F3, F5, F6 failles normales
F4, F7, F8 failles listriques
Bb blocs basculés

doc sur internet
www.nathan.fr/svtlycee

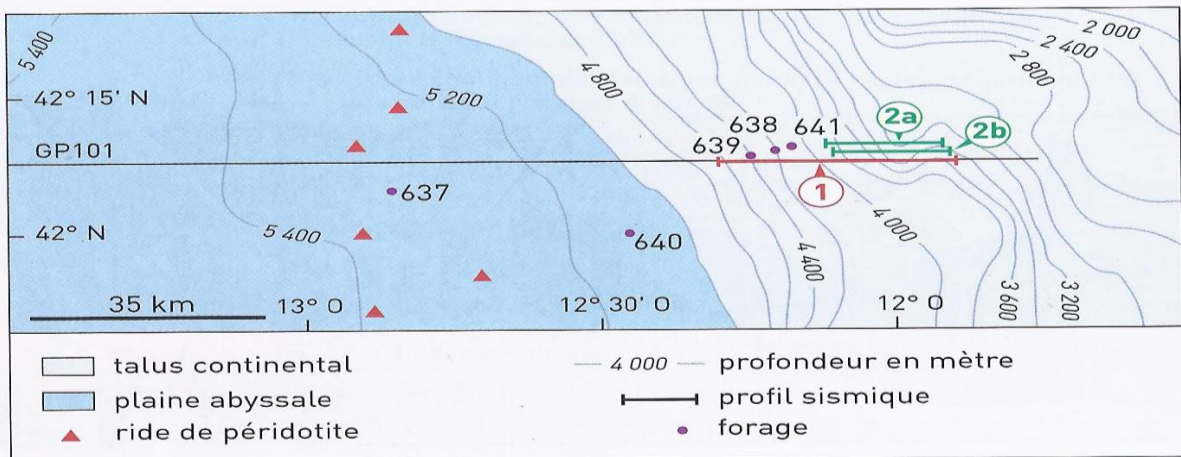
d Schéma structural.



1 Localisation de l'étude de la marge de Galice

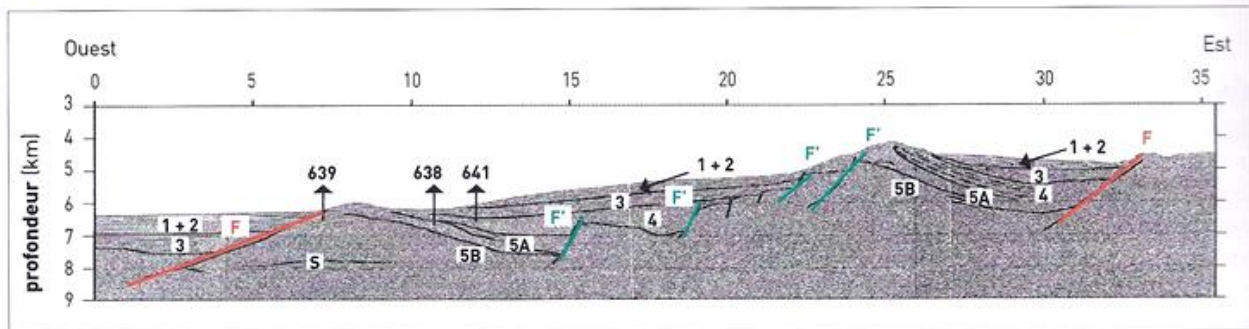


a Bathymétrie de la zone de Galice.



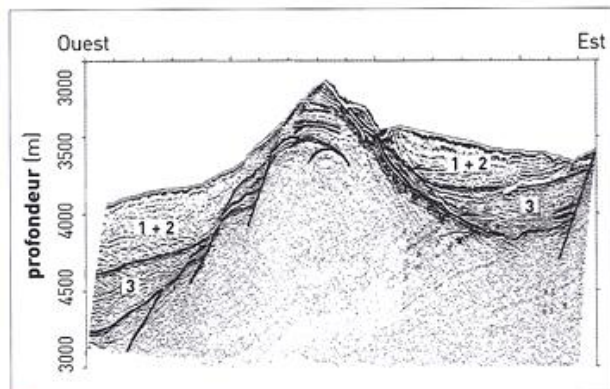
b Localisation des profils.

2 Profils sismiques de la marge de Galice



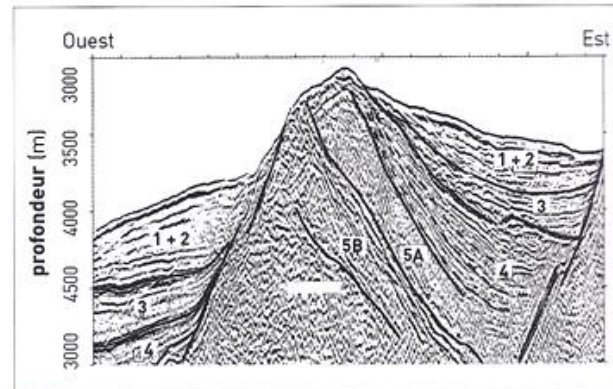
a Profil sismique 1.

Ce profil a été obtenu avec une technique de sismique réflexion. On a rajouté une interprétation structurale : les limites des unités sont figurées en trait plein.



b Profil sismique 2a.

Ce profil sismique a été réalisé au nord du profil sismique 1. La technique de sismique réflexion en profondeur utilisée permet d'obtenir une très bonne précision de la géométrie des couches sédimentaires superficielles.



c Profil sismique 2b.

Ce profil de sismique réflexion a été réalisé par une technique traditionnelle qui dispose de capteurs immergés à faible profondeur. Cette technique donne une bonne résolution de la géométrie des limites des couches profondes. On a corrigé ce profil en ajoutant les résolutions apportées par la technique de sismique réflexion en profondeur. Il est localisé au même endroit que le profil 2a.

F failles de pendage faible compris entre 30° et 20° en surface et entre 10 et 20° en profondeur.

F' faille de fort pendage (60°) recoupant une faille F de plus faible pendage. On considère que toute faille qui en recoupe une autre est plus récente.

1, 2, 3 Couches transmettant les ondes sismiques à une vitesse moyenne de $2\,000\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Ce sont des couches presque horizontales de sédiments non consolidés. Ces couches se sont déposées depuis l'Aptien supérieur (-108 Ma).

4 Couches transmettant les ondes sismiques à une vitesse moyenne de $3\,000\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Ce sont des couches de sédiments non consolidés, déposées depuis le Valanginien jusqu'à l'Aptien (de -140 à -112 Ma). Ces couches sont disposées en éventail et sont discordantes par rapport aux couches 5A.

5A Couches transmettant les ondes sismiques à une vitesse moyenne de $4\,000\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Ce sont des couches de sédiments consolidés, déposées pendant le Berriasien (-145 à -140 Ma). Ces couches sont concordantes avec les couches sédimentaires sous-jacentes 5B.

5B Socle continental granitique surmonté de couches de roches sédimentaires carbonatées consolidées. Couches transmettant les ondes sismiques à une vitesse moyenne de $4\,000\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Ces dépôts sont et sont constitués d'un socle granitique du primaire et de roches sédimentaires du Tithonien (-152 à -145 Ma).

* couches pouvant contenir des brèches tectoniques près des failles

** dépôts sans brèches et affectés par les failles de la même façon que le socle

d **Légende des profils et interprétation.**
La nature des terrains a été déterminée grâce à des forages.