

## Chapitre 2 : De la dérive des continents à la tectonique des plaques

### TP: Distinction entre asthénosphère et lithosphère

Dans les années 60, la dérive des continents a été déjà acceptée. Wadati en 1930, puis Benioff en 1955 avaient noté une disposition remarquable des foyers sismiques dans les bordures océaniques marquées par une fosse profonde : les foyers des séismes se répartissent selon un plan nommé depuis plan de Wadati-Benioff, qui part de la fosse océanique et plonge sous le continent.

**Problème posé: Comment l'étude des caractéristiques des ondes sismiques dans une zone de fosses océaniques permet-elle de confirmer un mouvement du plancher océanique et de distinguer entre lithosphère et asthénosphère (préparation au modèle de la tectonique des plaques)?**

#### Aide pour répondre au problème posé :

1. Après avoir exploité les fonctionnalités des logiciels Sismolog et Tectoglob, décrire la distribution des foyers sismiques dans les trois coupes réalisées, préciser l'épaisseur moyenne de leur étendue et comparer-la à celle de la croûte océanique. Proposer une explication à cette répartition.
2. Formuler une hypothèse pour expliquer le décalage temporel de l'arrivée des ondes dans les zones de subduction (Docs 1 et 2) ;
3. Déterminer les caractéristiques d'une lithosphère océanique (Docs 1 à 4) ;
4. En 1967, Oliver, Isacks et Sykes proposent que la partie du manteau dans laquelle plonge la lithosphère est nommée « Asthénosphère », dont la partie supérieure est plus chaude et moins rigide que la lithosphère.
  - Distinguer entre la lithosphère et l'asthénosphère (Doc 5) et les représenter sur le Doc (5 .a).
  - Déterminer la température limite qui distingue la lithosphère du manteau asthénosphérique;
5. Compléter le schéma bilan.

#### Matériels et ressources :

- Logiciels : Sismolog, Tectoglob ;
- Fiche technique : Sismolog, Tectoglob ;
- Figure représentant la région du Pacifique prise sur Sismolog;
- Documents du livre page 118-119 ;
- Schéma bilan.

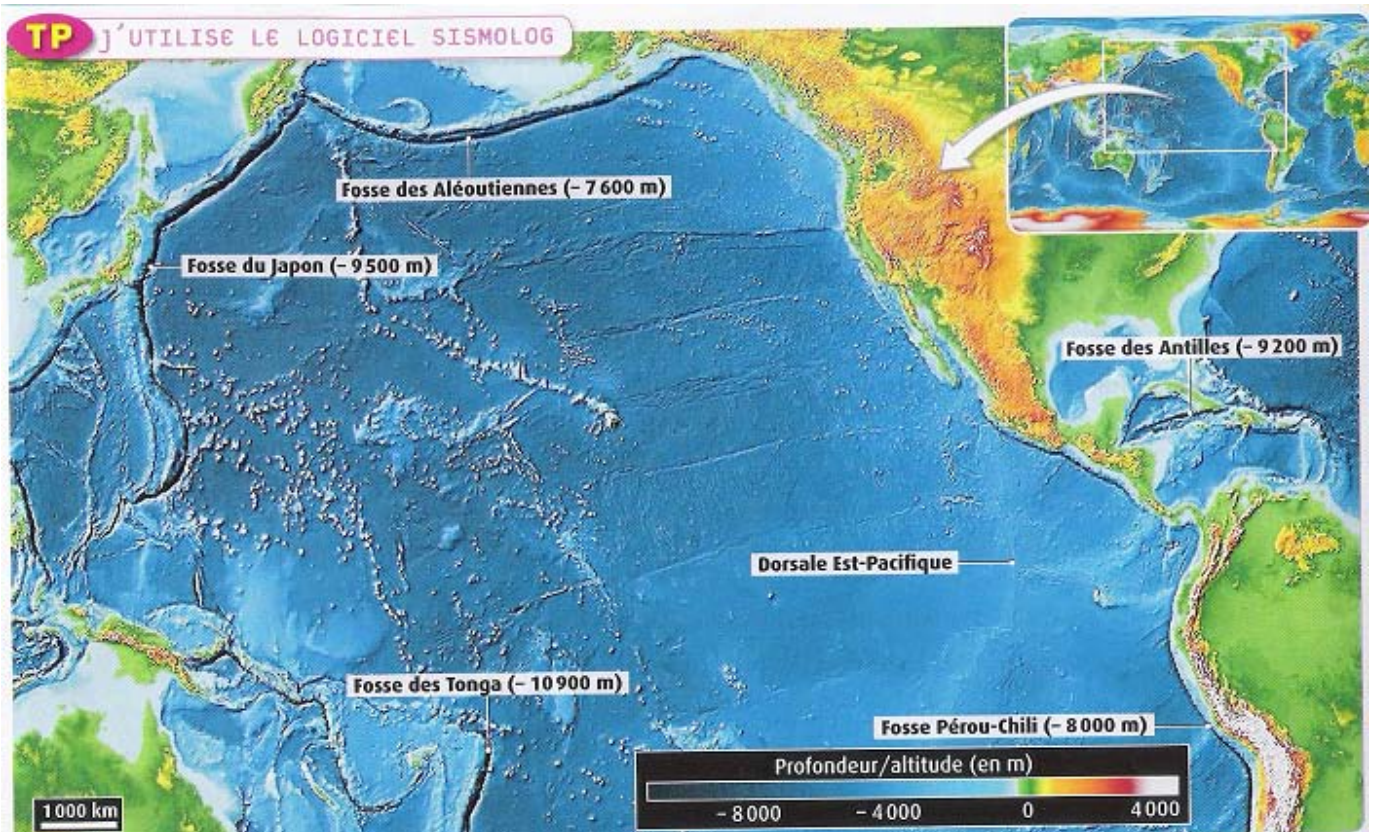
#### Etude de la distribution des foyers sismiques :

##### Protocole expérimental :

#### **I- Exploitation du logiciel Sismolog : Localisation des fosses océaniques du Pacifique**

En utilisant les fonctionnalités de Sismolog :

- Centrer l'océan pacifique, puis zoomer
- Déterminer la profondeur des fosses océaniques situées en bordure de l'océan pacifique en utilisant la palette des couleurs figurant en bas de l'écran ;
- Afficher les séismes de magnitude supérieure à 3 ;
- Afficher dans Séismes, Profondeur les séismes superficiels, puis les intermédiaires et les profonds.



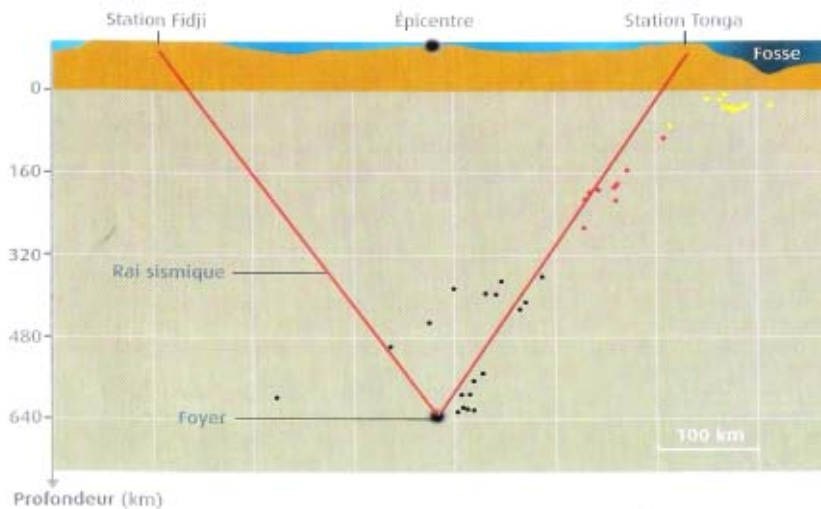
## II- Exploitation du logiciel Tectoglob : Localisation du plan de Wadati-Benioff :

En utilisant les fonctionnalités de Tectoglob :

- Centrer et zoomer l'océan pacifique en utilisant le menu zoom et décalage
- Dans Affichage, cocher Séismes et volcans
- Dans Mode, cliquer sur tracé d'une coupe. A l'aide du curseur + blanc, tracer un trait perpendiculaire à l'alignement des séismes au niveau des 3 fosses océaniques illustrées dans le document ci-dessous
- Pour chaque coupe, choisir la largeur angulaire 4 et taper en-dessous le nom de la fosse.
- Dans Choix, Exagération des reliefs, choisir x10
- Dans disposition, choisir juxtaposer 4 cadres
- A l'aide de l'icône Ligne, délimiter par 2 lignes l'épaisseur de la région regroupant les différents foyers sismiques.
- Mesurer à l'aide de la règle (icône dans la barre d'outils) l'épaisseur de la zone inclinée dans laquelle sont localisés les foyers sismiques en traçant une ligne perpendiculaire aux 2 lignes déjà tracées. La distance s'affiche en Km au bas de l'écran.

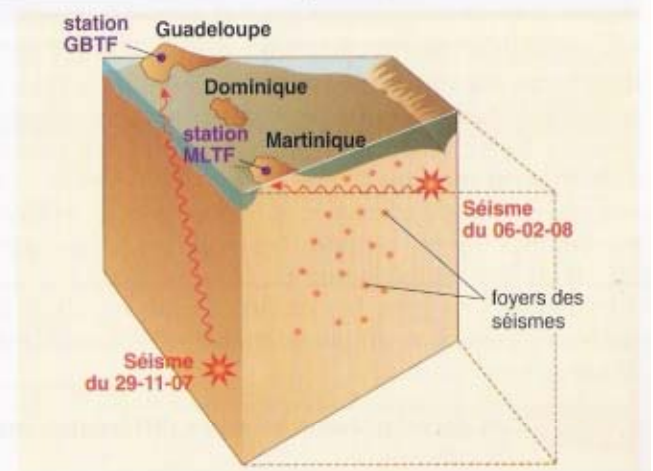
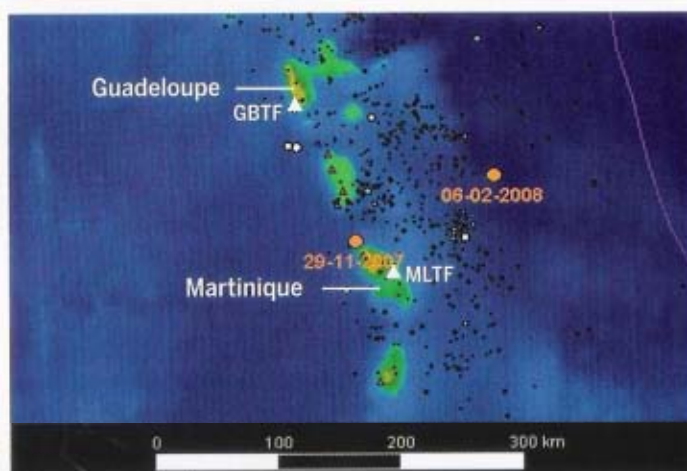
## Etude des lithosphères océaniques :

### Doc 1 : Etude des ondes sismiques au niveau des fosses océaniques:



En 1964, trois sismologues américains, Jack Oliver, Bryan Isacks et Lynn Sykes, examinent l'activité sismique au niveau de la fosse des îles Tonga, dans le Pacifique sud (voir doc. 1 p. 102). Ils enregistrent les ondes sismiques produites par un séisme profond dont l'épicentre se situe à une certaine distance des stations sismiques Fidji et Tonga (voir ci-contre). Ils observent que les ondes P parviennent deux secondes plus tôt à la station Tonga qu'à la station Fidji.

### Doc 2 : Etude des anomalies thermiques au niveau des zones de subduction(Doc-2-p118) :



Au niveau de la zone de subduction des Antilles, de nombreux séismes plus ou moins profonds sont enregistrés. Le document ci-dessus représente des foyers sismiques ainsi que la localisation de deux stations d'enregistrements : station GBTF (en Guadeloupe) et station MLTF (en Martinique) situées au niveau de l'arc volcanique antillais.

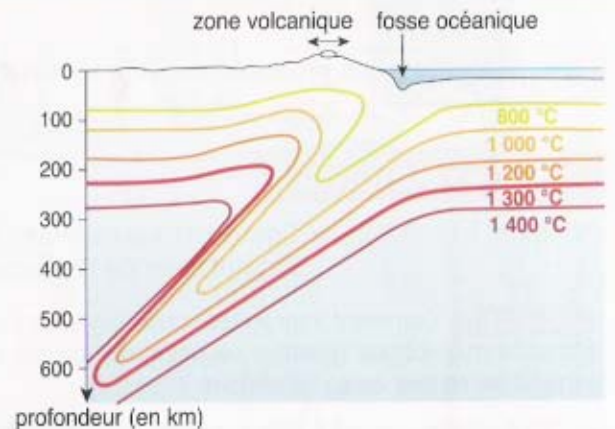
Deux séismes ont été repérés (points oranges) : un séisme relativement superficiel (le 06-02-2008) et un profond (le 29-11-2007). L'analyse des sismogrammes montre des temps d'arrivée des ondes P surprenants.

- Pour le séisme superficiel du 06-02-2008, les ondes P arrivent plus tôt que prévu à la station MLTF. Elles ont été accélérées en traversant une zone plus froide. Or, elles sont passées surtout dans la zone de séismes (zone cassante donc rigide). Une zone plus froide au niveau de la fosse (anomalie thermique négative) est ainsi mise en évidence.
- Pour le séisme profond du 29-11-2007, en revanche, les ondes P arrivent plus tard que prévu à la station GBTF. Les ondes traversent une zone de roches plus chaudes, ce qui les ralentit. On met ainsi en évidence une zone plus chaude sous l'arc volcanique (anomalie thermique positive).

**Doc 3: Etude des anomalies thermiques au niveau des fosses océaniques (Doc-2- p118)**

La mesure du **flux thermique** au niveau d'une zone de subduction montre des anomalies importantes. À l'aplomb de la zone volcanique, le flux est très élevé et peut atteindre plus de quinze fois la valeur moyenne des autres régions de la surface terrestre. En revanche, au niveau de la fosse océanique, le flux thermique est très faible. Il redevient normal au fur et à mesure que l'on s'éloigne de ces deux zones.

En utilisant ces différentes données et grâce à des calculs, les géophysiciens peuvent modéliser les variations de la température en profondeur. Ainsi, dans les zones de subduction, les isothermes apparaissent très « déformées » comme si une zone froide plongeait sans avoir le temps de s'équilibrer en température, avec la zone plus chaude dans laquelle elle s'enfonce.

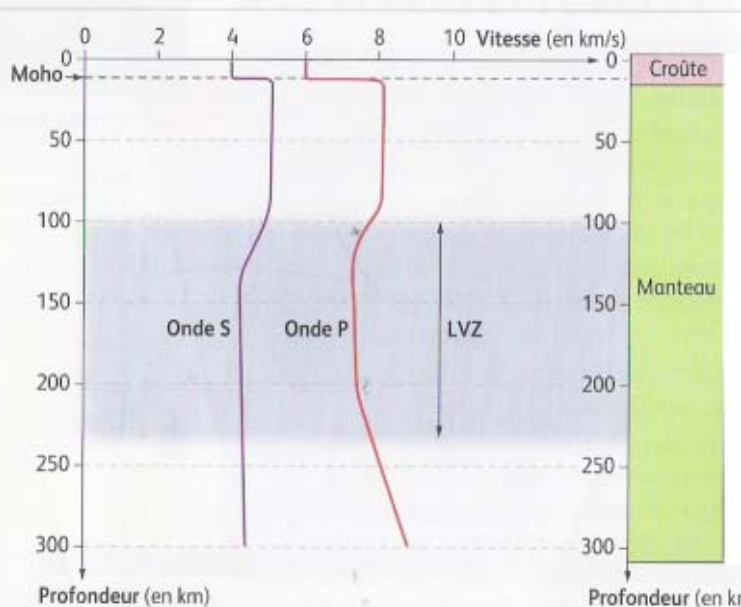


**Doc 4 :**

En 1967, Oliver, Isacks et Sykes proposent que le plan de Wadati-Benioff correspond à une partie plongeante de matériel froid. Cette dernière est suffisamment rigide pour se casser durant le mouvement d'enfoncement, à l'origine de séismes. Grâce aux données sismiques, ils estiment l'épaisseur de la partie plongeante : environ 100 Km. L'unité froide et rigide qui plonge est qualifiée de Lithosphère.

**Distinction entre lithosphère et asthénosphère**

**Doc- 5 -Géotherme océanique évalué à 100Km de distance de l'axe de la dorsale. Le géotherme fourni la température des matériaux en fonction de la profondeur**



**Variations de la vitesse des ondes P et S de 0 à 300 km sous les océans interprétation de la structure des couches.**

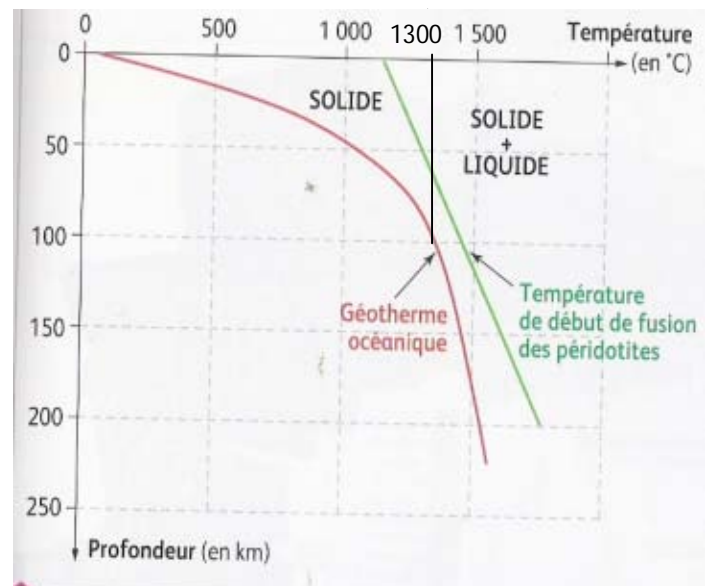


Schéma bilan

