Licence Sciences de la Vie et Géosciences - UE « Géosciences 1 »

Travaux dirigés n° 5 : « Sismologie », correspond au chapitre 5 du cours.

Introduction

Une des plus criantes (et des plus dramatiques) manifestations de surface de l'activité interne de la Terre concerne l'existence de tremblements de terre (ou séismes). Ces derniers résultent de la propagation d'ondes sismiques à partir d'une source initialisée par la rupture des unités rocheuses au niveau de zone qu'on appelle des failles. Ces ondes rayonnent très loin de leur source et peuvent être enregistrées en différentes stations réparties de par le monde par des appareils appelés sismographes ou séismographes.

Exercice 1 : Etude de données obtenues suite à un séisme survenu en Espagne

Un séisme de magnitude 4,4 survenu le 26 février 2003, dont l'épicentre se trouvait en Espagne à proximité d'Olot (Sud de Perpignan) a été enregistré par le réseau de surveillance sismique des Pyrénées françaises. Le temps mis par les ondes sismiques pour atteindre les différents sismographes, en fonction de la distance à l'épicentre, est donné dans le tableau ci-dessous :

Distance à l'épicentre (km)	Temps d'arrivée des ondes (s)
20	4.1
33	6.09
47	8.59
58	10.14
61	10.42
76	13.13
82	14.19
99	16.52
118	19.93
136	22.43
164	26.91
191	31.34
195	31.97
231	37.94
255	40.54
275	42.94
278	43.59
304	45.88

Questions :

1. Construisez la courbe hodochrone (durée du trajet en fonction de la distance parcourue).

2. Vérifiez que les points les plus proches du séisme s'alignent approximativement sur une droite passant par l'origine, et calculez la vitesse de propagation des ondes.

3. Montrez que les temps d'arrivée pour les sismographes les plus lointains s'alignent sur une autre droite. Calculer la vitesse des ondes reçues « loin » du séisme.

4. Les ondes qui arrivent les premières au niveau des sismographes lointains sont des ondes dites « coniques », qui voyagent sur une couche rapide située en profondeur. Dessiner sur une coupe verticale le trajet suivi par les ondes coniques en supposant que la couche rapide est horizontale. Dessiner également sur cette coupe, le trajet suivi par les ondes détectées par les sismographes les plus proches du séisme. Comment appelle-t'on ces ondes ?

5. Pourquoi les ondes coniques atteignent-elles les premières les sismographes lointains, mais pas les sismographes proches de l'épicentre ?

6. La profondeur z de la couche sur laquelle les ondes coniques voyagent peut-être calculée d'après l'ordonnée à l'origine Δt de la droite en utilisant la formule suivante :

   $z = (1/2)\Delta t * V_1 * [(1-(V_2/V_1)^2)]^{1/2}$

   avec V_1 la vitesse des ondes dans la couche supérieure, V_2 celle des ondes dans la couche profonde et Δt l'ordonnée à l'origine de la seconde droite.

   Calculez l'épaisseur de la première couche.

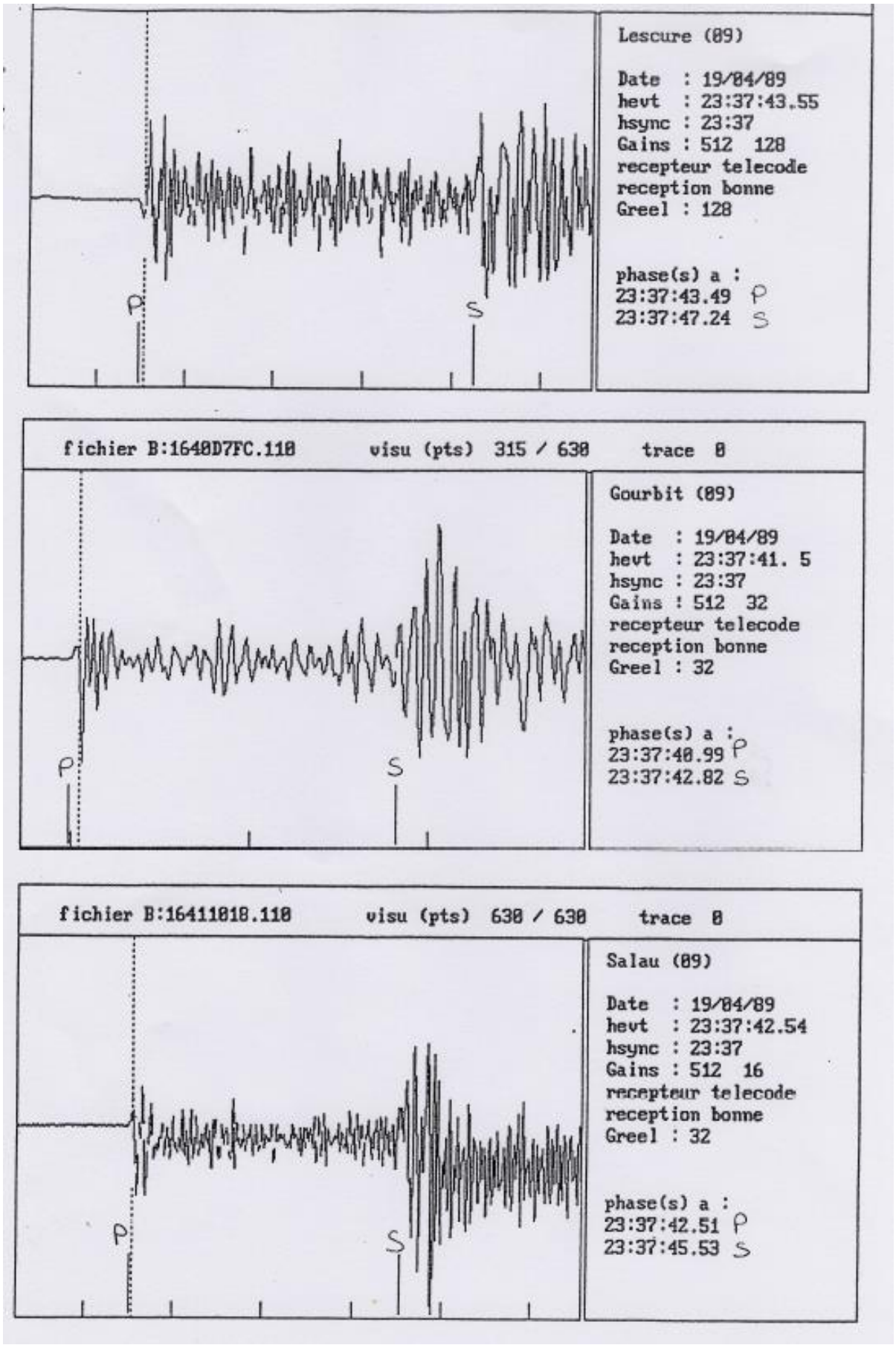
7. A quoi peuvent correspondre la couche supérieure et la couche profonde. Comment s'appelle la limite que l'on vient de mettre en évidence ? La profondeur calculée à la question 6 vous semble-t-elle correcte ?

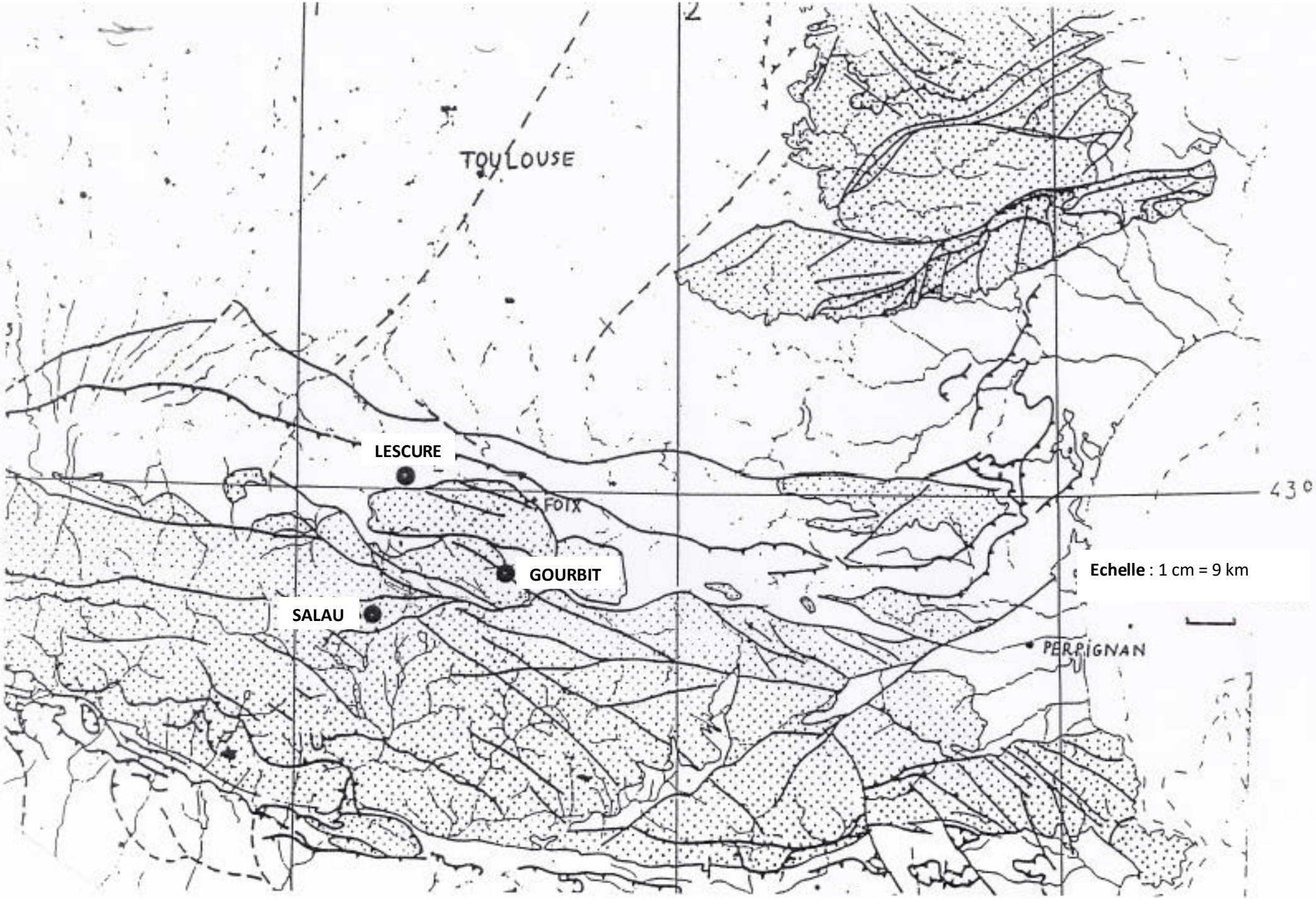
Exercice 2 : Localisation d'un séisme par la méthode de triangulation et différence d'arrivée des ondes S et P

Trois sismomètres placés dans les Pyrénées à Gourbit, Lescure et Salau ont enregistré le même séisme survenu le 15/04/89. Chacun des enregistrements indique l'heure à laquelle chaque sismographe a commencé son enregistrement. Les arrivées des ondes P et S sont indiquées sur chacun des sismogrammes.

1. Rappeler ce que sont les ondes P et S.
2. On considèrera que pour cette partie des Pyrénées, les vitesses de propagation des ondes P sont Vp=5,1 km/s et celles des ondes S de Vs=2,9 km/s.
   a. Trouver la relation qui permet de savoir à quelle distance le séisme s'est produit d'une station. Cette relation s'écrit en considérant Vp, Vs et l'écart de temps d'arrivées des deux types d'ondes à la station.
   b. Localiser la zone (ou le lieu) où le séisme a dû se produire sur la carte jointe (carte au 1/1 000 000 ème).
   c. Obtient-on un unique lieu pour ce séisme ? Et si « non », expliquer pourquoi.

Documents pour l'exercice 2 :




TOULOUSE
LESCURE
FOIX
GOURBIT
SALAU
PERPIGNAN
43°
Echelle : 1 cm = 9 km