

Géophysique

Examen du lundi 19 mai 2003

Partie sismologie et gravimétrie, Licence de sciences de la Terre, Lyon 1

3 pages d'énoncé, examen avec documents, 2h environ

— o —

Sismique - trajet d'un rai en symétrie plane

On réalise une expérience de sismique sur des terrains à symétrie plane (figures 1 et 2). Les ondes P seront les seules ondes considérées ici ; elles ont une vitesse $v(z)$ en fonction de la profondeur z . On pourra penser ce milieu comme formé d'une infinité de couches de vitesse $v(z)$ et d'épaisseur « très petite » dz (fig. 2). On appelle ds un déplacement élémentaire le long du rai et dz et dx ses projections sur les axes vertical et horizontal. On note $p = \sin i/v$ le paramètre d'un rai.

1. Que mesure-t-on en sismique ?

2. Sur les figures on a représenté un rai sismique. Qu'est ce qu'un rai ? Donner une relation entre v et l'angle d'incidence i le long de ce rai. Quelle est la valeur de i au point le plus bas du rai ?

3. Donner les expressions de dz et dx en fonction de ds et i .

4. Donner l'expression de dx en fonction de dz , v et p .

5. On suppose que la vitesse évolue linéairement en fonction de la profondeur : $v(z) = v_0 + kz$. Intégrer la relation de la question précédente et montrer que l'expression de x est de la forme :

$$x = x_0 - \frac{1}{pk} \sqrt{1 - p^2(v_0 + kz)^2}.$$

On rappelle la primitive :

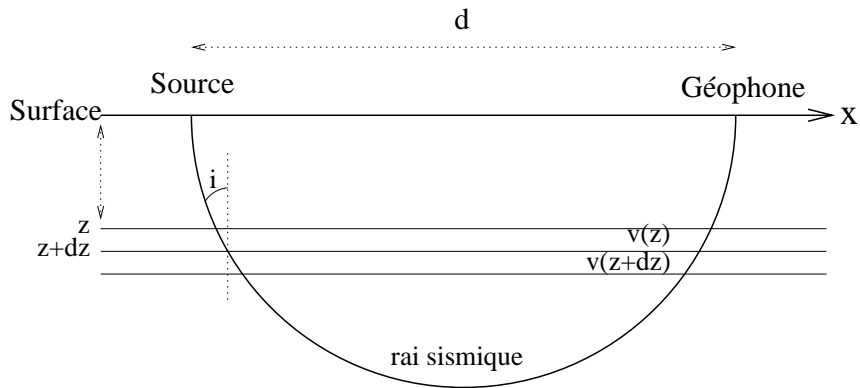
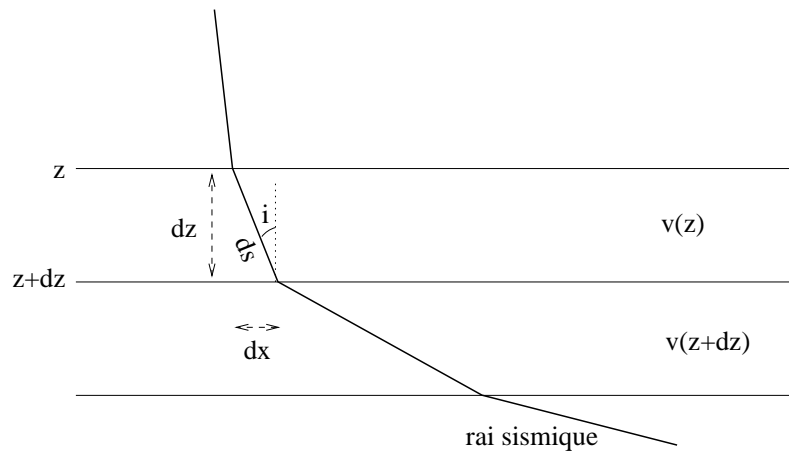
$$\int \frac{u}{\sqrt{1-u^2}} du = -\sqrt{1-u^2}.$$

6. Calculer x_0 pour que l'origine des x soit prise à la source.

7. Donner l'expression de la vitesse au point $x = x_0$. Que peut-on en conclure sur ce point ?

8. A quelle distance d de la source le rai refera-t-il surface ?

9. Montrer que les rais décrivent des arcs de cercle.

FIG. 1 – *Sismique plane.*FIG. 2 – *Détail de la figure précédente.*

Gravimétrie : anomalie d'un plateau cylindrique

1. Soit \vec{g} la gravité au dessus et au milieu d'un plateau cylindrique (point M sur la figure 3-gauche). Pourquoi \vec{g} est-il dirigé suivant l'axe des z ? On notera $\vec{g} = -g\vec{e}_z$.

2. Rappeler quelle est l'expression générale de la gravité \vec{g} d'un corps occupant un volume V en fonction de sa densité.

En intégrant cette expression on peut montrer que :

$$g = 2\pi G\rho \left(h + \sqrt{R^2 + b^2} - \sqrt{R^2 + (b+h)^2} \right). \quad (1)$$

3. Le plateau tibétain (largeur 2000 km, hauteur 5 km) est assimilé à un tel plateau cylindrique. En prenant $\rho = 2,7$ calculer l'anomalie qu'il crée à sa surface ($b = 0$) en mGal (qu'aurait-on trouvé avec un plateau infini?).

4. On mesure $\Delta g = -1515$ mGal à 5000 m d'altitude. Quelle est l'anomalie à l'air libre correspondante? Comparez à la valeur trouvée à la question précédente; qu'en

concluez-vous ?

5. On considère maintenant une racine crustale de même forme cylindrique et de topographie h' (figure 3-droite). Calculer l'anomalie totale créée par le plateau tibétain et la racine. En prenant $\rho_m = 3,2$ pour la densité du manteau calculer cette anomalie en mGal pour les valeurs suivantes de h' : 10, 20, 30 et 40 km. À l'aide de l'anomalie à l'air libre observée en déduire une estimation de l'épaisseur crustale à cet endroit. On prendra $E = 35$ km.

6. Que vaut cette épaisseur si on suppose l'isostasie « parfaite », c'est-à-dire que le « poids des colonnes de matière » est égal. Qu'en concluez-vous ?

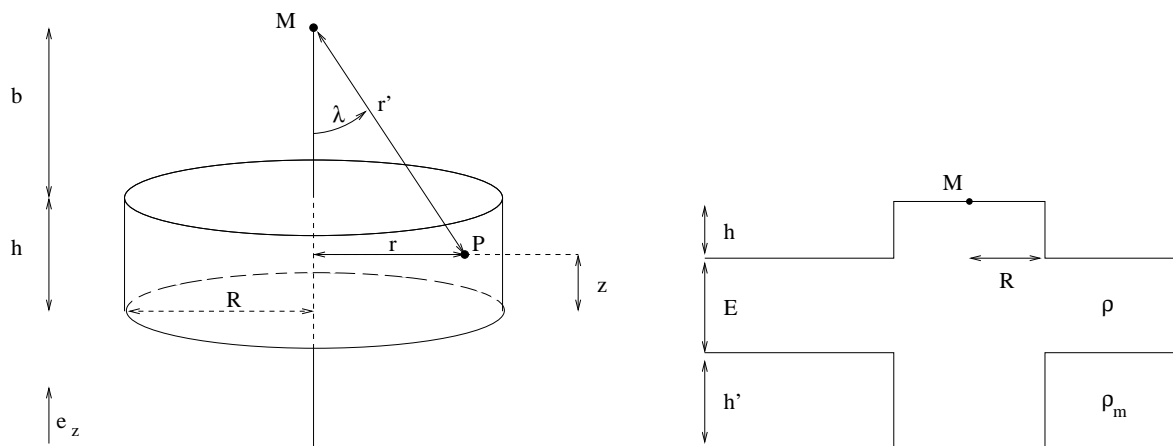


FIG. 3 -