EOST - UDS
1ère année EOST et L3 Sciences de la Terre
Ondes sismiques - Examen du 9 mai 2011 9h-12h
Sans document
Partie cours

I)
Le coefficient de réflexion calculé pour le déplacement des particules $u_y(x,z,t)$ d'une onde plane SH incidente sur une interface plane horizontale entre deux demi-espaces élastiques de masse volumique ρ_1 et ρ_2 et vitesses de propagation V_{S1} et V_{S2} s'écrit $R = (I_1 - I_2)/(I_1+I_2)$ avec $I_1 = \rho_1 V_{S1}\cos\eta_1$, $I_2 = \rho_2 V_{S2}\cos\eta_2$, η_1 étant l'angle d'incidence par rapport à la verticale des ondes incidentes et réfléchies dans le milieu 1, η_2 celui de l'onde transmise dans le milieu 2.
On suppose que l'interface est le plan $z = 0$ et que le milieu 1 correspond à $z < 0$.
Des valeurs typiques de vitesses et masses volumiques à faible profondeur ($z < 100$m) sont $\rho_1 = 1600$ kg/m^3 , $\rho_2 = 1800$ kg/m^3 , $V_{S1} = 250$ m/s , $V_{S2} = 500$ m/s.

1) Calculer R avec ces valeurs pour $\eta_1 = 0°$ et $\eta_1 = 25°$.

2) Calculer la valeur d'angle critique η_c dans le milieu 1.

3) Ecrire l'expression de R en fonction du paramètre p des ondes pour les valeurs de p dans l'intervalle $[0, 1/V_{S2}]$.

4) Ecrire le déplacement des particules résultant de la somme des déplacements des ondes incidente et réfléchie dans le milieu 1 pour des ondes planes harmoniques de pulsation ω.

5) Donner l'expression de R en fonction du paramètre p des ondes pour les valeurs de p dans l'intervalle $[1/V_{S2} , 1/V_{S1}]$.

6) Montrer que dans ce cas R peut s'écrire $R = e^{i\chi(p)}$ et donner l'expression de $\chi(p)$.

7) Calculer $\chi(p)$ pour les valeurs de paramètre correspondant à $\eta_1 = 40°$ et $\eta_1 = 60°$.

8) Montrer que le déplacement des particules dans le milieu 1 pour des ondes planes harmoniques de pulsation ω correspond alors à une onde stationnaire le long de l'axe z.

9) Déterminer la relation donnant $\omega(p)$ pour une valeur $z = -h$ de la position du premier ventre de déplacement au dessus de l'interface.

10) Expliquer pourquoi la relation précédente donne la relation de dispersion du mode fondamental de l'onde de Love guidée dans une couche d'épaisseur h ayant les propriétés du milieu 1 au dessus d'un demi-espace ayant les propriétés du milieu 2.

11) A quelles vitesses de phase de l'onde de Love correspondent les angles $\eta_1 = 40°$ et $\eta_1 = 60°$?

12) Déterminer la fréquence de l'onde de Love se propageant dans une couche d'épaisseur $h = 2$m à la vitesse de phase correspondant à $\eta_1 = 40°$, puis à $\eta_1 = 60°$.

TSVP

II)

Pour une onde harmonique P de paramètre p se propageant dans un milieu homogène élastique (ρ , V_P, V_S) ayant un potentiel de déplacement des particules $\varphi(x,z,t)$, les contraintes exercées sur une surface horizontale s'écrivent :

$$\sigma_{zz}^P = \lambda\Delta\varphi+2\mu\partial^2\varphi/\partial z^2 = -\rho\omega^2(1-2p^2V_S^2)\varphi$$

$$\sigma_{zx}^P = 2\mu\partial^2\varphi/\partial z\partial x = -2\rho V_S^2\omega p k_z^P\varphi$$

Pour une onde harmonique SV de paramètre p ayant un potentiel de déplacement des particules $\psi_y(x,z,t)$, on a :

$$\sigma_{zz}^S = 2\mu\partial^2\psi_y/\partial z\partial x = -2\rho V_S^2\omega p k_z^S \psi_y$$

$$\sigma_{zx}^S = \mu(-\partial^2\psi_y/\partial z^2+\partial^2\psi_y/\partial x^2) = \rho\omega^2(1-2p^2V_S^2) \psi_y$$

On considère deux ondes harmoniques P et SV de même paramètre p, se propageant le long de x et évanescentes le long de l'axe z.

1) Ecrire les deux équations que doivent satisfaire les contraintes σ_{zz} et σ_{zx} à la surface libre z = 0 d'un demi-espace homogène.

2) En déduire l'équation permettant de calculer la vitesse de propagation V_R d'une onde de Rayleigh guidée par la surface libre d'une demi-espace élastique.

3) Montrer qu'il existe un déphasage de $\pi/2$ entre les composantes u_x et u_z du déplacement des particules de l'onde de Rayleigh en z = 0.