L3 STUE UDS et 1A EOST
Ondes sismiques
Contrôle continu 24 mars 2017 (sans document)

PARTIE COURS

Soit un milieu élastique homogène caractérisé par ses coefficients de Lamé λ et μ et sa masse volumique ρ .
1) Donner l'expression de la vitesse de propagation V_P des ondes de compression en fonction de λ , μ et ρ .
2) Quelle est la valeur de la vitesse V_P dans l'eau ?
3) Donner une valeur de V_P correspondant à des couches sédimentaires.
4) Donner l'expression de la vitesse de propagation V_S des ondes de cisaillement en fonction de μ et ρ.
5) Donner une valeur typique du rapport V_P/V_S dans une roche.

Une onde plane de compression se propage dans la direction **e** à la vitesse V_P.
Les composantes de **e** sont $e_x = \cos\alpha$, $e_y = \cos\beta$, $e_z = \cos\gamma$ où α, β, γ sont les angles entre la direction **e** et les axes Ox, Oy et Oz.
6) Ecrire l'expression du potentiel de déplacement des particules $\phi(x,y,z,t)$ pour cette onde plane.
7) Donner l'expression des composantes u_x, u_y, u_z du déplacement des particules **u** .
8) Donner l'expression de la vitesse apparente V_{ax} de l'onde le long de l'axe Ox.
9) Vérifier que $(1/V_{ax})^2+(1/V_{ay})^2+(1/V_{az})^2 = (1/V_P)^2$

Soit une onde SV dont la direction de propagation **e** est contenue dans le plan (x,z).
10) Ecrire les composantes du déplacement des particules en fonction de la composante ψ_y (x,z,t) du potentiel de déplacement des particules.

Soit un milieu où la vitesse de propagation augmente linéairement avec la profondeur $V(z) = V_0+az$ avec a = cte.
11) Montrer que les rayons sismiques issus d'une source ponctuelle placée à l'origine sont des arcs de cercles centrés en $z = -V_0/a$ (établir que la loi de Snell est vérifiée en tout point de l'arc de cercle).
12) Représenter l'hodochrone correspondant et indiquer la valeur de la pente dt/dx en fonction du paramètre p du rayon.
13) Que représente physiquement 1/p ?

Soit un milieu comportant une couche d'épaisseur d où la vitesse de propagation augmente linéairement avec la profondeur $V(z) = V_0+az$ avec a = cte. La couche repose sur un demi-espace de vitesse V_2 supérieure à la vitesse $V_1 = V_0+ad$ à la base de la couche. Une source ponctuelle est placée à la surface de la couche.
14) Expliquer pourquoi il existe une distance maximum source-récepteur X_m atteinte par les rayons se propageant dans la couche.
15) Déterminer cette valeur en fonction de a, V_0 et V_1.
16) Déterminer le temps de propagation T(X) de l'onde conique où X est la distance source – récepteur sachant que pour le rayon incident sous l'angle $\theta_1 = \mathrm{Arcsin}(V_1/V_2)$ sur l'interface, le temps de trajet dans la couche est T_1 et la distance horizontale est X_1 (il n'est pas demandé de calculer T_1 et X_1).

Les équations permettant de tracer les rayons dans un milieu où la vitesse est V(x,y,z) s'écrivent pour le point courant d'un rayon **x**(s) où s est l'abscisse curviligne :
$\mathbf{e} = d\mathbf{x}/ds$, $\mathbf{grad}T = \mathbf{e}/V$, $d(\mathbf{grad}T)/ds = \mathbf{grad}(1/V)$
17) Dessiner un rayon et représenter les fronts d'onde et les vecteurs **e** et **grad**T aux temps t et t+dt