

CE QUE VOUS DEVRIEZ SAVOIR APRES MON COURS

1. SISMOLOGIE DE LA PROPAGATION

Comment reconnait on les ondes P, S, Love et Rayleigh, sur quelles composantes du sismographe? Dans quel ordre ces ondes arrivent elles?

Comment localise-t-on un seisme avec 3, 2 ou 1 station (et une mappemonde et un modele d'hodochrones)?

Comment construit-on les hodochrones?

Savez vous justifier la polarisation des differents types d'onde.

Verifiez que vous savez contruire les hodochrones P, PP, PPP, PcP en fonction de la distance epicentrique Δ (et vous savez donc ce que signifie cette nomenclature, P, PP, PcP, PKP, S,SS,SKP...)

Comment estimer le rayon du noyau (par ex en utilisant son "ombre" portee sur l'hodochrone des P ou le temps d'arrivee des PcP)?

En regardant les hodochrones experimentaux comment sait on: que les ondes se propagent a l'interieur ou a la surface de la Terre? que les ondes se propagent dans le noyau? que le noyau est liquide?

Qu'est ce qu'une onde dispersive? a quoi la reconnait on? pourquoi est elle dispersive?

Qu'est ce que les trains successifs des ondes de surface? Pourquoi y a t il des modes propres de vibration?

Qu'est ce qu'un mode de vibration spheroidal? toroidal? Comment sont ils quantifies? Comment sont ils exites? Quelle est leur relation avec les ondes P et S, Rayleigh et Love.

Vous connaissez les relations entre parametres elastiques (rigidite μ et incompressibilite isentrope K_s) et vitesses

$$v_p = \sqrt{\frac{K_s + 4\mu/3}{\rho}}$$

$$v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

$$\frac{K_s}{\rho} = v_p^2 - \frac{4}{3}v_s^2$$

Vous savez que les ondes sismiques obeissent aux lois de Descartes de la reflexion refraction (conservation de $\sin \theta/v$)

2. SISMOLOGIE DE LA SOURCE

Où ont lieu les séismes? A quelle profondeur? Qu'est ce qu'un plan de Benioff-Wadati? Pourquoi les séismes s'arrêtent ils vers 650 km de profondeur.

Comment connaît on le mécanisme à la source du séisme? Savez vous dessiner le mécanisme à la source d'un cisaillement pur, d'une faille normale ou inverse?

Vous savez que la magnitude d'un séisme est une échelle logarithmique de l'énergie et l'énergie est liée au moment sismique $M = \mu SL$ ou $\mu = 3 \cdot 10^{10}$ Pa, S la surface de la faille et L sont déplacement pendant le séisme.

$$\log_{10} \text{énergie} \propto 1.5 \text{magnitude}$$

$$\text{énergie} \propto \text{moment}$$

3. STRUCTURE DE LA TERRE

Vous savez la division pétrologique: croûte (granite et basalte, continentale 30 km et océanique 7 km), manteau (olivine, 3000 km), noyau (fer liquide), graine (fer solide, 1000 km), ainsi que la division mécanique ou thermique: lithosphère (couche limite froide se déplaçant en plaques tectoniques d'épaisseur 100 km), asthénosphère, qui pour certains est tout le manteau, et pour d'autres les 300 km sous la lithosphère, le reste étant la zone de transition (de 410 à 650 km), le manteau inférieur, la couche D'' (les derniers 200 km du manteau)

Vous connaissez l'olivine et sa formule $(Mg_{1-x}Fe_x)_2SiO_4$, et ce que signifie x

Vous savez estimer la densité du noyau à partir de la masse et l'inertie de la terre.

Vous savez justifier la présence du fer dans le noyau terrestre à partir de l'hypothèse d'une composition chondritique moyenne de la terre.

Vous connaissez schématiquement l'allure des profils de vitesse et de densité dans la terre.

4. CONVECTION

Vous avez compris pourquoi une planète solide peut être traitée comme un fluide.

Vous savez calculer l'évolution d'une charge sinusoidale imposée au manteau et savez mettre en évidence le temps de relaxation $\tau = (4\pi\eta)/(\rho g\lambda)$. Vous savez comment le rebond post glaciaire permet d'estimer une viscosité de l'ordre de 10^{21} Pa s pour le manteau.

Vous savez écrire la conservation de la masse, de la quantité de mouvement et de l'énergie dans l'approximation de Boussinesq que vous savez justifier.

Vous savez que pour le manteau terrestre, l'énergie cinétique et l'accélération sont négligeables.

Qu'est est le sens physique du nombre de Rayleigh?

$$Ra = \frac{\alpha \rho g \Delta T h^3}{\eta \kappa}$$

Vous savez construire un nombre de Rayleigh pour un fluide chauffe facon interne par une production radioactive H

Vous savez le flux thermique a la surface de la terre est de l'ordre de 40 TW (70 mW m^{-2} , pour une production radioactive de 40 TW (Uranium, Thorium, Potassium))

Vous savez choisir des echelles physiques et non-dimensionaliser des equations des milieux continus.

Vous savez construire la solution stationnaire, hydrostatique et diffusive de l'equilibre d'un fluide confine entre deux plaques isothermes infinies. Vous comprenez comment nous avons su ecrire l'evolution d'une perturbation de cette solution stationnaire.

Vous savez discuter du nombre de Rayleigh et la possibilite de convecter d'une planete tellurique quelconque dont on connait par exemple la masse et le rayon.

Vous savez expliquer la difference de structure thermique d'un fluide chauffe par le bas et chauffe par la radioactivite.

Vous avez compris les calculs d'ordre de grandeurs qui permettent d'ecrire

$$Nu \propto Ra^{1/3}$$

pour un fluide chauffe par le bas, ou le nombre de Nusselt est le flux effectif normalise par le flux conductif, et

$$\langle T \rangle \propto (\rho H h^2 / k) Ra^{-1/4}$$

pour un fluide chauffe de facon interne.

5. THERMODYNAMIQUE DES SOLIDES

Les solides ont des equations d'etat du genre

$$P = \frac{K_0}{n} ((\rho/\rho_0)^n - 1) + \alpha_0 K_0 (T - T_0) (\rho/\rho_0)^{1-q}$$

ou $n \sim 3$ et $q \sim 1$ sont des parametres experimentaux.

Vous savez calculer l'incompressibilite isotherme, l'expensivite thermique.

Vous savez justifier que la densite est plutot une fonction de la pression que de la temperature.

Le parametre de Gruneisen d'un solide est la quantite $\Gamma = \alpha K_T / (\rho C_v)$. Cette quantite varie faiblement et essentiellement est une fonction de la densite $\Gamma = \Gamma_0 (\rho_0 / \rho)^q$. Vous savez verifier cette expression a partir de l'equation d'etat.

Vous savez montrer que

$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{K_S}{K_T} = 1 + \Gamma \alpha T \sim 1$$

Vous savez ecrire les conditions d'adiabaticite du manteau (ou du noyau) et estimer le gradient adiabatique du manteau

6. DENSITE DANS LA TERRE

Vous savez calculer la pression au sein d'une planete de densite uniforme. Vous savez calculer la masse et l'inertie d'une planete de densite uniforme.

Vous savez obtenir

$$\frac{d}{dr} K \frac{r^2}{\rho^2} \frac{d\rho}{dr} = -4\pi G \rho r^2$$

ou $K = \rho \frac{dP}{dr} / \frac{d\rho}{dr}$

Vous savez justifier que $K \sim K_s = \rho \left(\frac{\partial P}{\partial \rho} \right)_S$ et savez expliquer comment on peut construire un modele de densite d'une planete.

7. INVERSION

Vous savez ce qu'est un probleme surdetermine et sous determine.

Vous savez ce qu'est le noyau (ou l'espace nul) d'un operateur et son image.

Vous avez compris que l'on peut "inverser" des parametres a partir de donnees, en projetant les donnees dans l'espace image de l'operateur et en evitant l'espace nul des parametres (Lanczos), ou "remplissant" cet espace vide avec des a priori physiques (par exemple en cherchant des parametres proches d'un modele initial) (Bayes)