

Géophysique - M1 de physique, ENS de Lyon

Examen, février 2014, 2 h 30 - document autorisé : aucun

— o —

I. Isostasie

Rappeler la relation entre topographie et épaisseur de racine dans le cas de l'équilibre isostatique.

Il y a 250 Ma la chaîne hercynienne (grande chaîne de montagnes dont une des nombreuses traces est le Massif Central) était comparable à l'Himalaya actuel ($h = 8000$ m). En supposant que la croûte est en équilibre isotatique, à l'actuel comme à l'hercynien, que pouvez-vous dire sur la profondeur passée des roches que l'on trouve actuellement dans le Massif Central à une altitude de 1000 m? Pour les densités de la croûte et du manteau on prendra 2800 et 3300 kg/m³.

II. Convection et conduction de la chaleur

1. Diriez-vous que le manteau de la Terre est fluide ou solide? [15 lignes max]

2. Même question pour le noyau. [15 lignes max]

3. Quelle est la signification du nombre de Rayleigh et du nombre de Rayleigh critique? Avez-vous une idée de leur ordre de grandeur dans la Terre? [15 lignes max]

4. Comment se fait le transport de chaleur dans la Terre? Donner et expliquer le profil de température en fonction de la profondeur dans la Terre. [1 page max avec figure]

5. On mesure le flux total de chaleur $Q = 46$ TW à la surface de la Terre. On estime que la désintégration radioactive de ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th et ^{40}K produit $q = 20$ TW dans le « manteau » (compris ici comme le système manteau+croûte). Le flux à la surface du noyau est mal connu mais estimé à $Q' = 8$ TW. Est-ce qu'actuellement le manteau de la Terre se refroidit ou se réchauffe? En prenant une capacité calorifique constante $C = 1250$ J/Kg/K, pour une masse du manteau $M = 4.3 \times 10^{24}$ kg, déterminer la variation temporelle de température moyenne du manteau dT/dt en degré par milliard d'années.

III. Seismology

See last page.

[English version]**I. Isostasy**

Recall the relation between topography and crustal root thickness in the case of the isostatic equilibrium.

250 Ma ago the hercynian mountain chain (large chain which one of the numerous rest is Massif Central) was similar to the nowadays Himalaya ($h = 8000$ m). Supposing that the crust is in a state of isotatic equilibrium, now and in the past, what can you say on the past rocks depth that we find nowadays in the Massif Central at a 1000 m altitude? For the densities of the crust and mantle we take 2800 and 3300 kg/m³.

II. Convection and heat conduction

1. Would you say that the Earth's mantle is fluid or solid? [15 lines maximum]

2. Same question for the core. [15 lines max]

3. What is the meaning of the Rayleigh number and of the critical Rayleigh number? Do you have an idea of their respective order of magnitude in the Earth? [15 lines max]

4. How is the heat transported within the Earth? Give and explain the temperature profil as a function of depth in the Earth. [1 page max figure included]

5. We mesure the total heat flux $Q = 46$ TW at the Earth's surface. Radiogenic heat production from desintegration of ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th and ^{40}K is $q = 20$ TW in the 'mantle' (understood here as mantle+crust). The heat flux at the core surface is not well-known but estimated to $Q' = 8$ TW. At the present time is the mantle heating or cooling? Taking an homogeneous heat capacity of $C = 1250$ J/Kg/K, and a mantle mass of $M = 4.3 \times 10^{24}$ kg, give the temporal temperature variation of the mantle dT/dt in degree per billion years.

III. Seismology

See last page.

On what component of the seismograph (Fig 4.16) do you recognize the P arrival?

On what component of the seismograph (Fig 4.16) do you recognize the S arrival?

What was the epicentral distance of this earthquake?

At what time did this Earthquake occurred?

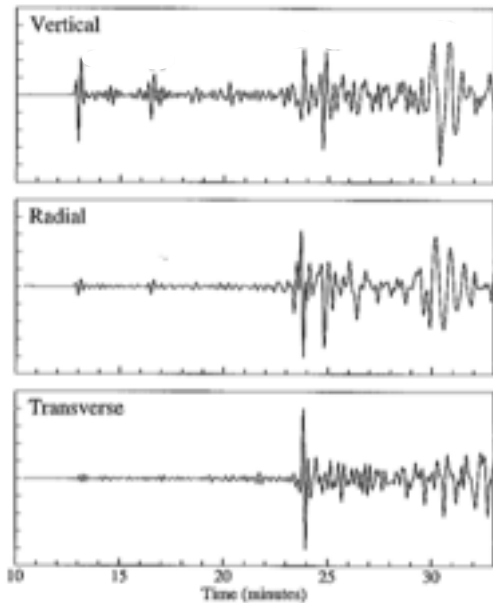
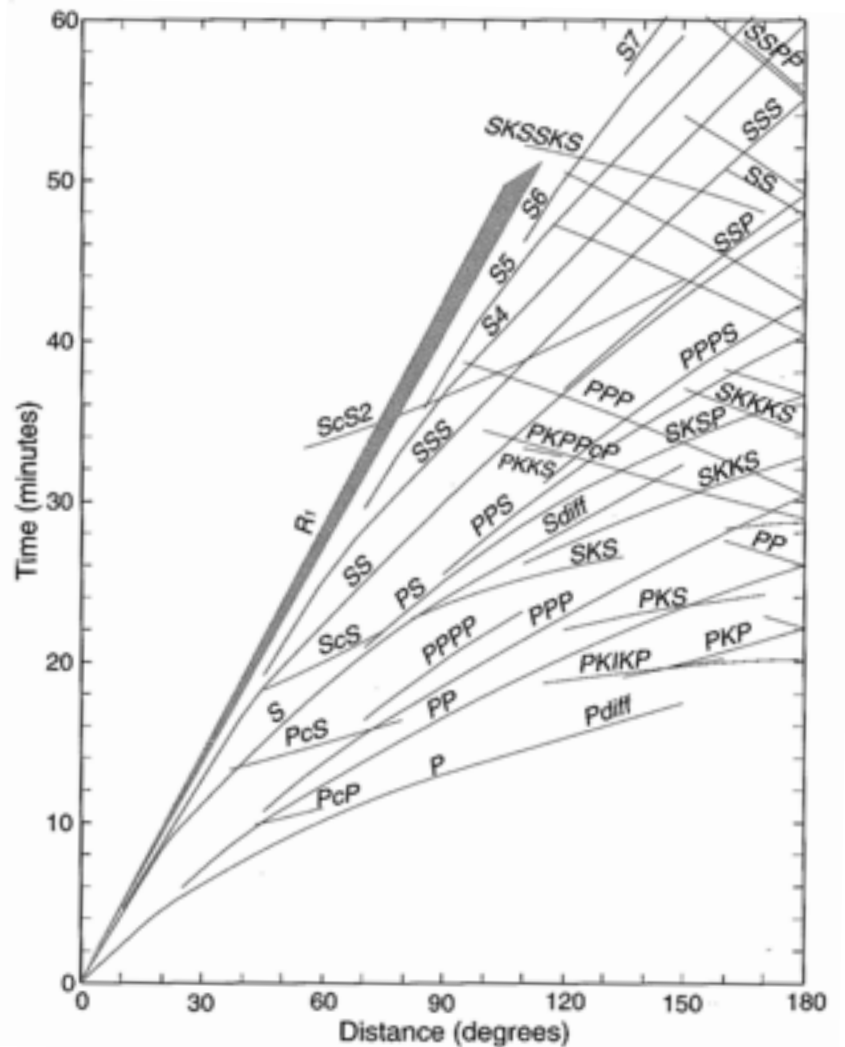


Fig. 4.16. The vertical, radial, and transverse components of ground motion (velocity) from the January 17, 1994 Northridge earthquake recorded at the IRIS/IDA station OBN at range. The original broadband records have been filtered to between 15 and 100 s period.



Using the travel-time graph, how many wave arrivals do you recognize?

A PS or SP wave is a wave that reflects under the surface, between the earthquake and the recording station. When is the PS arrival for this earthquake?

Thinking on the reflexion of a polarized wave on a surface, can you explain on what component(s) is the PS wave visible?