

## Examen, géophysique 3, option, 27 mai 2008

L3 de sciences de la Terre, ENS Lyon, 2 h.

— o —

### I. Le champ magnétique dans le manteau terrestre

[Partie avec documents autorisés.]

On considère que le manteau a une conductivité électrique  $\sigma$  finie, non-nulle. L'objectif de ce problème est d'estimer une borne supérieure de cette conductivité.

1. Rappeler comment s'écrit généralement l'équation d'induction. Dans quelle condition peut-on la réduire à :

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = -\nabla \times (\eta \nabla \times \mathbf{B}). \quad (1)$$

2. Nous allons considérer une approximation plane, dans laquelle le manteau est une tranche horizontale infinie d'épaisseur  $d = 3000$  km et de conductivité électrique homogène. Peut-on simplifier l'équation satisfaite par le champ ?
3. À la base, on impose un champ magnétique vertical uniforme  $\mathbf{B} = B\hat{\mathbf{z}}$  (sans variations horizontales) qui varie dans le temps selon

$$B(0, t) = \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{B}(0, u) e^{2i\pi ut} du. \quad (2)$$

Justifier cette hypothèse et donner l'expression de  $\tilde{B}$  en fonction de  $B$ . Suggérer la forme du champ vertical dans le manteau  $B(z, t)$ .

4. On considère maintenant un seul mode de variation  $B(0, t) = \tilde{B}_0 e^{2i\pi ut}$ . Écrire l'équation satisfaite par le champ à toute altitude dans le manteau,  $B(z, t)$ . Trouver une solution en séparation de variable (à noter : il peut être utile de se rappeler que  $i = e^{i\pi/2}$ ).
5. Montrer que la solution peut s'écrire comme une onde amortie dans le manteau. Pouvez-vous définir l'effet de peau et introduire un nombre sans dimension qui caractérise la capacité d'une fluctuation dans le noyau à être détectée à la surface de la Terre ?
6. Les signaux les plus rapides en provenance du noyau et enregistrés à la surface sont les phénomènes appelés secousses géomagnétiques (jerks en anglais) et ont une durée de l'ordre de 1 an. Qu'en déduire sur la conductivité électrique du manteau ?
7. Pour revenir à la première question, peut-on justifier l'approximation faites pour le manteau ?

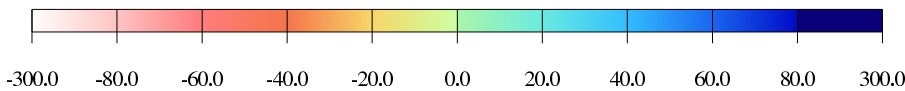
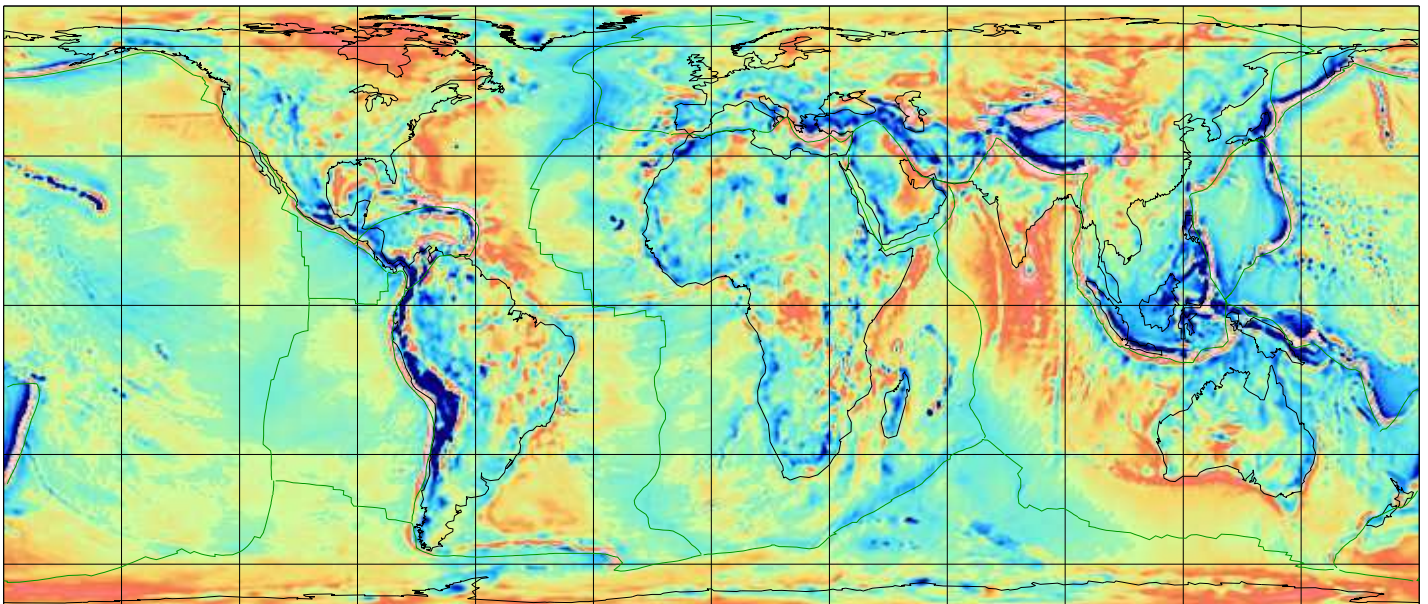
Rappel :  $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$  henry  $\text{m}^{-1}$  (SI).

## II. Forme et rotation de la Terre

[Partie sans document autorisé.]

**1.** Expliquer en un page maximum les traits principaux de la carte globale de pesanteur (figure 1).

### Gravity anomalies



F. Chambat, ENS-Lyon, 2004  
(from EGM96 model)

Gravity (mGal)

FIG. 1 – Anomalies à l'air libre de pesanteur

**2.** La Lune orbite autour de la Terre en 27 jours à une distance de 384 000 km. En déduire la masse de la Terre. Donnée :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$ .

**3.** Le moment cinétique de la Terre en rotation axiale s'écrit  $\sigma = C\Omega$ . Que représentent  $C$  et  $\Omega$ ? On observe actuellement une variation  $\frac{\partial_t C}{C} = -6 \cdot 10^{-14} \text{ an}^{-1}$ . Quelle peut-en être la cause? Quelle est la variation correspondante de  $\Omega$ ? Comparer avec la valeur donnée en cours d'un allongement de la durée du jour de 2 millisecondes par siècle.

— 0 —