

Géophysique

Examen de janvier 2005

Licence de sciences de la Terre, Lyon 1

3 pages d'énoncé, 2h

Document autorisé : une page format A4.

— o —

Gravimétrie : Les *Mascons* de la Lune

On a observé sur la Lune de fortes anomalies positives de masse souvent associées à des bassins circulaires.

1. Expliquer comment on a pu observer ces anomalies.

2. Expliquer brièvement pourquoi on a baptisé ces anomalies *mascons* (= *mass concentrations*).

On considère par exemple le bassin représenté sur la figure 1 (sous le point P') ainsi qu'un plateau d'altitude h (point P). Le bassin a une profondeur h_0 et sa base est constituée d'un remplissage basaltique d'épaisseur h_1 et de densité ρ_1 . En dessous la croûte a une épaisseur H et une densité ρ_c . De part et d'autre la croûte a une épaisseur D et une densité ρ_c . La densité ρ_m du manteau sous-jacent est également homogène. On appelle R le bombement du Moho. On prendra $h = 1$ km, $h_0 = 3,2$ km, $h_1 = 6,4$ km, $\rho_1 = 2900$ kg/m³, $\rho_c = 2800$ kg/m³, $\rho_m = 3300$ kg/m³, $G = 6,673 \cdot 10^{-11}$ m³ kg⁻¹ s⁻² pour la constante de gravitation et $R_T = 6371$ km pour le rayon terrestre. .

3. Rappeler l'expression de la pesanteur g_0 à la surface d'une planète, considérée comme sphérique, en fonction de sa masse.

4. Sachant que le rapport de la masse de la Terre à celui de la Lune est de 81 et que le rayon lunaire est de 1738 km donner la valeur de cette pesanteur moyenne g_0 à la surface de la Lune.

5. Quelle serait l'anomalie de pesanteur mesurée au point P situé sur le plateau ? On prendra comme référence (anomalies et altitude nulles) un point situé en surface, loin du bassin et loin du plateau (point M). On considèrera que le point P est loin de la falaise : que nous permet cette hypothèse ? On donnera les anomalies de pesanteur en mGal.

6. Quelle relation entre $h_0, h_1, R, \rho_1, \rho_c, \rho_m$ exprime que le bassin est en équilibre isostatique ? En déduire la valeur de R .

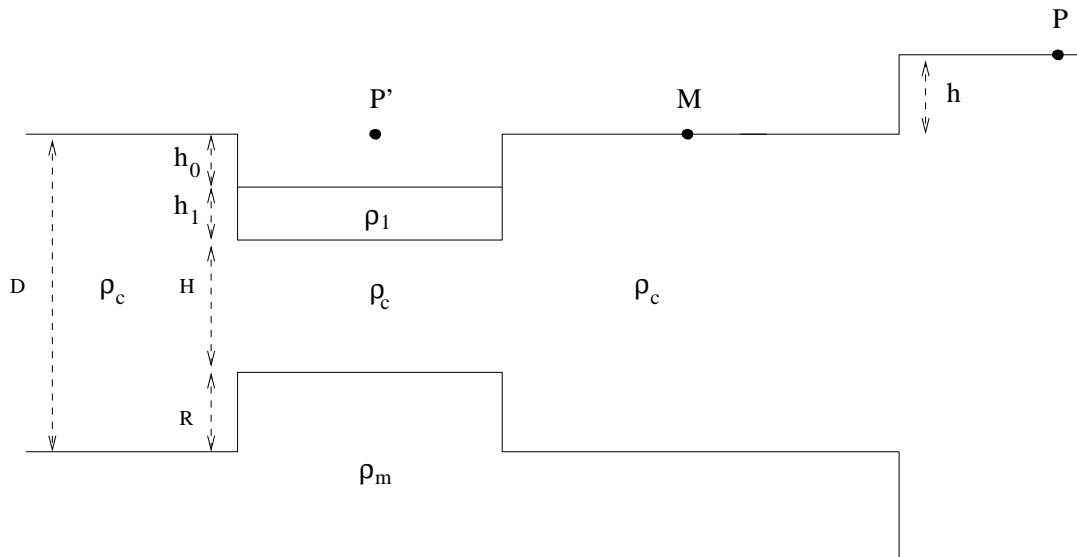


FIG. 1 –

7. Quelles seraient, dans ce cas, les valeurs des anomalies à l'air libre et de Bouguer au centre du bassin (au point P')? On supposera que le bassin est assez étendu pour pouvoir utiliser la formule du plateau infini.

Sismologie : Une estimation du rayon du noyau

On cherche à déterminer en première approximation le rayon du noyau de la Terre. Le rayon terrestre est $R = 6371$ km. On rappelle que la distance épacentrale est la distance angulaire entre l'épicentre d'un séisme et le sismographe et qu'une hodochrone $T(\theta)$ est un temps d'arrivée T d'une onde en fonction de la distance épacentrale θ (figure 2).

1. On commence par considérer pour cela une Terre homogène, c'est-à-dire dans laquelle les vitesses α et β des ondes P et S sont constantes. Quelle est la forme des rais dans une telle Terre? Donner l'expression des hodochrones $T_P(\theta)$ et $T_S(\theta)$ des ondes directes P et S.

2. Sauf vers 120° où elles ne sont pas observées, des mesures donnent comme temps d'arrivée des ondes P :

- $T(60^\circ) = 10 \text{ min } 11 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$,
- $T(90^\circ) = 13 \text{ min } 27 \text{ s} \pm 3 \text{ s}$,
- $T(150^\circ) = 19 \text{ min } 47 \text{ s} \pm 4 \text{ s}$,
- $T(180^\circ) = 20 \text{ min } 12 \text{ s} \pm 4 \text{ s}$.

A quelles valeurs de α correspondent-elles? Déterminer également les incertitudes sur α . Avez-vous une interprétation de ces résultats?

3. On considère maintenant l'existence d'un noyau de rayon c et de vitesse longitudinale constante α_c . Donner l'expression de l'hodocrone $T_{PcP}(\theta)$ de l'onde P réfléchie en onde P à la surface du noyau. On rappelle la relation géométrique suivante, qui permet de déterminer la longueur AB d'un côté de triangle en fonction des deux autres longueurs et de l'angle en O :

$$\begin{aligned} AB^2 &= \overrightarrow{AO} \cdot \overrightarrow{OB} = (\overrightarrow{AO} + \overrightarrow{OB}) \cdot (\overrightarrow{AO} + \overrightarrow{OB}) = AO^2 + OB^2 + 2\overrightarrow{AO} \cdot \overrightarrow{OB} \\ &= AO^2 + OB^2 - 2AO \cdot OB \cos(\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OB}). \end{aligned} \quad (1)$$

4. Quelle est la valeur maximale θ_l de θ pour laquelle l'onde PcP existe. Représenter l'allure des hodocrones P et PcP. Que se passe-t-il d'autre à l'angle limite θ_l ?

5. En vous aidant de la réponse à la deuxième question donner une estimation qui vous semble acceptable de la vitesse moyenne dans le manteau. Quelle incertitude attribuez-vous à cette valeur ?

6. On mesure $T_{PcP}(0^\circ) = 8 \text{ min } 32 \text{ s}$. En déduire une estimation, et l'incertitude associée, de la profondeur de la discontinuité noyau-manteau. Comparer avec la valeur que vous connaissez. En déduire la valeur de θ_l , et la vitesse moyenne dans le noyau.

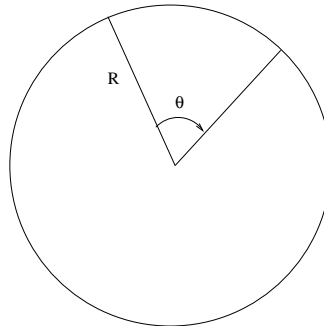


FIG. 2 – Distance épacentrale.