

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2014

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

14-GE-A7 GÉOPHYSIQUE APPLIQUÉE

Question 1 – Gravimétrie (16 points)

1.1 (4 pts) Nommez et décrivez succinctement un traitement qui permet de rehausser la résolution des cartes gravimétriques ?

1.2 (8 pts) Expliquez pourquoi il faut appliquer les corrections suivantes aux données gravimétriques et donnez les équations requises pour effectuer ces corrections :

1. Correction de dérive
2. Correction de latitude
3. Correction d'altitude
4. Correction de plateau

1.3 (4 pts) Peut-on déterminer sans ambiguïté la profondeur d'un corps générant une anomalie gravimétrique? Justifiez.

Question 2 – Magnétométrie (16 points)

2.1 (5 pts) Quels sont les matériaux terrestres qui génèrent des anomalies magnétiques importantes ?

2.2 (6 pts) Nommez et décrivez succinctement un traitement qui permet de rehausser la résolution des cartes magnétiques.

2.3 (5 pts) Est-ce que les données magnétiques doivent être corrigées au même titre que les données gravimétriques? Développez.

Question 3 – Méthodes sismiques (16 points)

3.1 (3 pts) Considérant le critère de Fresnel ($\lambda/4$), est-il possible en sismique réflexion, de déterminer l'épaisseur d'une couche de 10 m d'épaisseur si l'onde sismique se propage dans le milieu avec une vitesse de 4000 m/s et que sa fréquence dominante est de 50 Hz ? Justifiez.

3.2 (3 pts) Quelles sont les sources de bruit parasite en sismique ? Quelles précautions peut-on prendre sur le terrain pour améliorer la qualité des données ?

3.3 (10 pts) Sismique réfraction

(a) Vous avez effectué un levé de sismique réfraction à la fin de l'hiver dernier. Vous avez obtenu la dromochronique illustrée à la Figure 1. Quel modèle interprétez-vous à partir de cette dromochronique (vitesses, épaisseurs) ?

(b) Vous discutez avec votre client et constatez que ce modèle ne concorde pas bien avec ses informations. Vous décidez de faire un forage, et trouvez que le sol comporte trois couches :

- un sol gelé de 1 m d'épaisseur ;
- un sable humide de 3 m d'épaisseur ;
- le roc.

Qu'est-ce qui peut expliquer cette différence avec vos résultats ? Discutez.

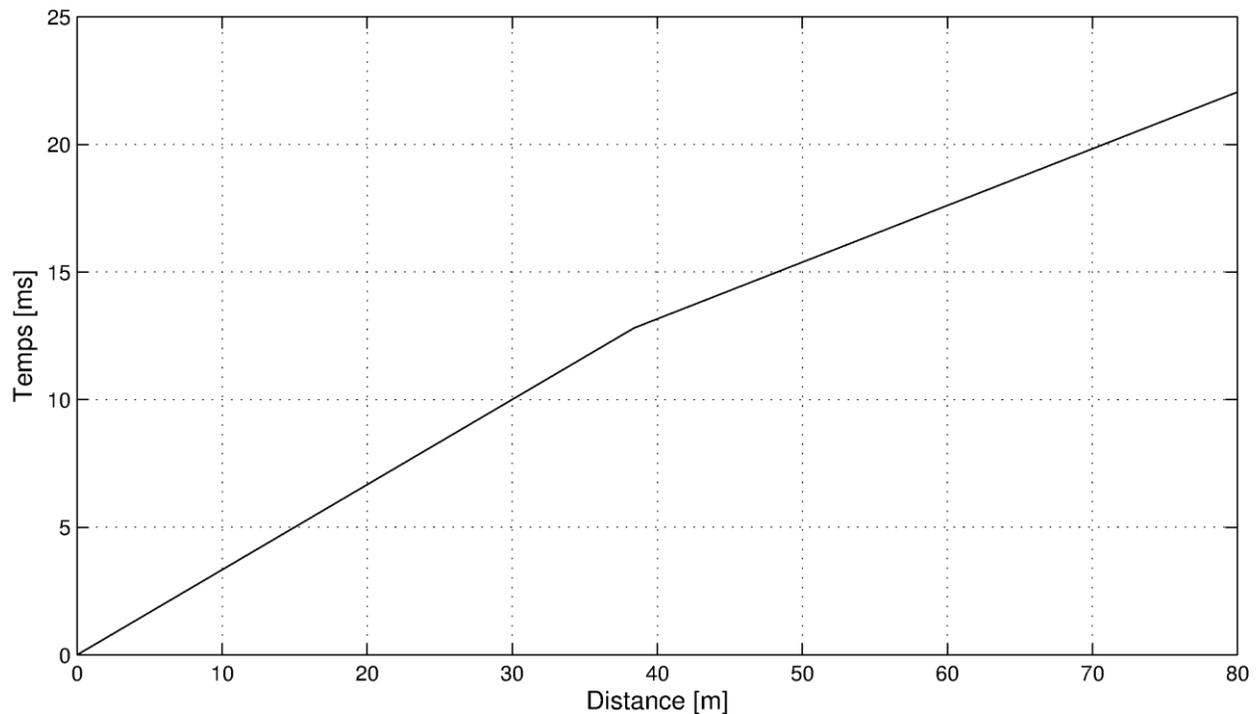


Figure 1 – Dromochronique, levé de sismique réfraction effectué en hiver.

Question 4 – Méthodes électriques (16 points)

4.1 (6 pts) Qu'est-ce que la résistivité apparente ? Par quel processus peut-on transformer la résistivité apparente en résistivité dite « vraie » ?

4.2 (6 pts) Quelle relation empirique applicable aux roches sédimentaires permet de relier la résistivité d'une formation géologique à la résistivité du fluide imbibant la formation ? Donnez cette relation et décrivez les paramètres. Cette relation est-elle applicable aux argiles ? Justifiez.

4.3 (4 pts) Qu'est-ce qu'un sondage géoélectrique et comment le réalise-t-on ?

Question 5 – Méthodes électromagnétiques (16 points)

5.1 (5 pts) Soit un champ électromagnétique (EM) primaire

$$\mathbf{P}(t) = \mathbf{P} \sin \omega t$$

et un champ secondaire

$$\mathbf{S}(t) = \mathbf{S} \sin [\omega t - (\pi/2 + \phi)]$$

Dérivez l'expression décrivant l'ellipse de polarisation du champ EM considérant que les champs primaire et secondaire sont orthogonaux.

Note : les caractères gras dénotent un vecteur qui peut être décomposée en deux composantes, tel que dans un système cartésien 2D on a $\mathbf{P} = P_x \hat{x} + P_z \hat{z}$.

5.2 (6 pts) Quels sont les facteurs régissant la profondeur d'investigation des méthodes électromagnétiques fréquentielles ? Si l'on définit la profondeur d'investigation z comme la profondeur à laquelle l'amplitude du champ électrique E est égale à E_0/e , E_0 étant le champ électrique en surface et e la constante de Néper (égale à 2,71828), donnez la relation entre les paramètres ci-haut mentionnés et z ?

5.3 (5 pts) Quel est l'effet d'un mort-terrain conducteur sur les résultats obtenus par méthodes EM ?

Question 6 – Applications (20 points)

6.1 (10 pts) Environnement

Un ingénieur civil a entendu parler de géophysique et fait appel à vous pour détecter et localiser des citernes enfouies sur le site d'une ancienne station service. Ces citernes sont faites d'acier et seraient à une profondeur de 1 à 2 m. On suppose que les citernes sont vides. Des dépôts meubles argileux et du remblai urbain les recouvrent ; le site est relativement isolé. Quelle méthode géophysique proposez vous et pourquoi ? Si en place des dépôts meubles argileux se trouve plutôt un sable sec, préconiseriez-vous la même méthode ? Justifiez.

6.2 (10 pts) Hydrogéologie

Pour une étude hydrogéologique, on veut suivre la remontée du niveau d'un aquifère à nappe libre. On pense utiliser la micro gravimétrie à cet effet. Calculez la remontée minimale de niveau (Δh) de la nappe produisant une variation de 3 microGals. Pour simplifier les calculs, on considère (voir Figure 2) qu'il n'y a pas de transition entre la zone saturée et la zone non saturée, que la surface de la nappe et la surface du sol sont planes, et que l'extension latérale de l'aquifère est circulaire de rayon infini $R=\infty$ (équivalent à une tranche de Bouguer). Dérivez l'expression pour Δh en fonction de ρ_n , ρ_s , h . À partir de cette expression, calculez Δh lorsque $h = 3\text{m}$, $\rho_n = 1690 \text{ kg/m}^3$ et $\rho_s = 2040 \text{ kg/m}^3$.

Est-ce que la micro gravimétrie offre un potentiel intéressant pour cette application? Quelle autre méthode pourriez-vous proposer pour faire le monitoring du niveau d'eau?

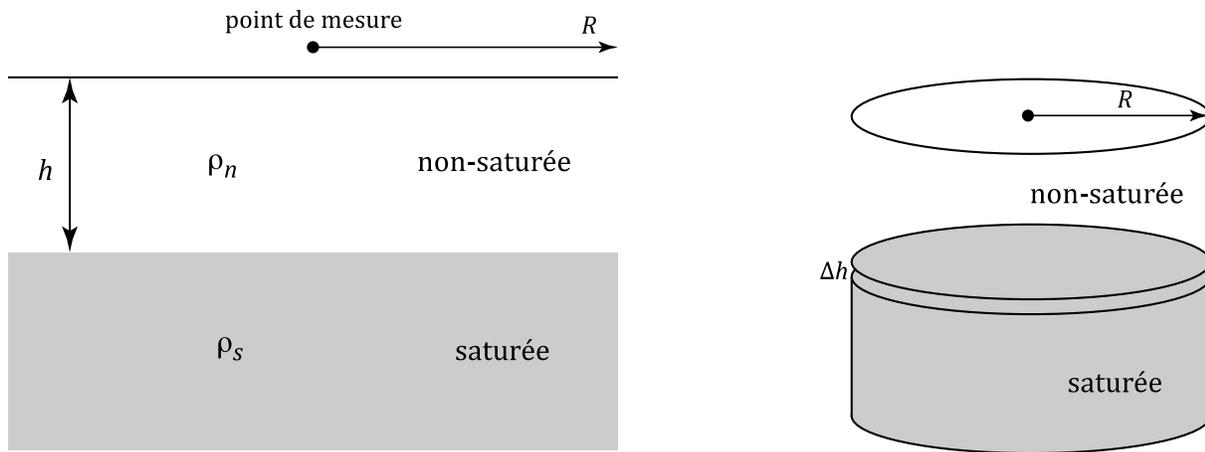


Figure 2 – Modèle conceptuel d'un aquifère à nappe libre.