

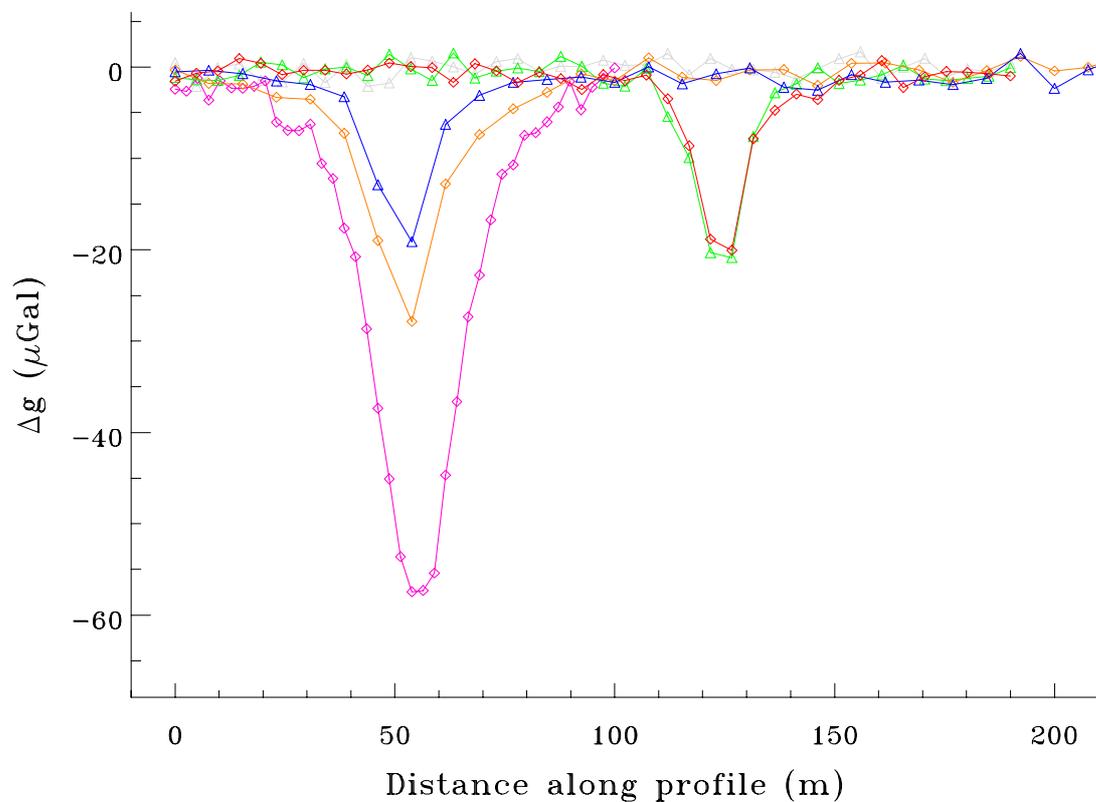
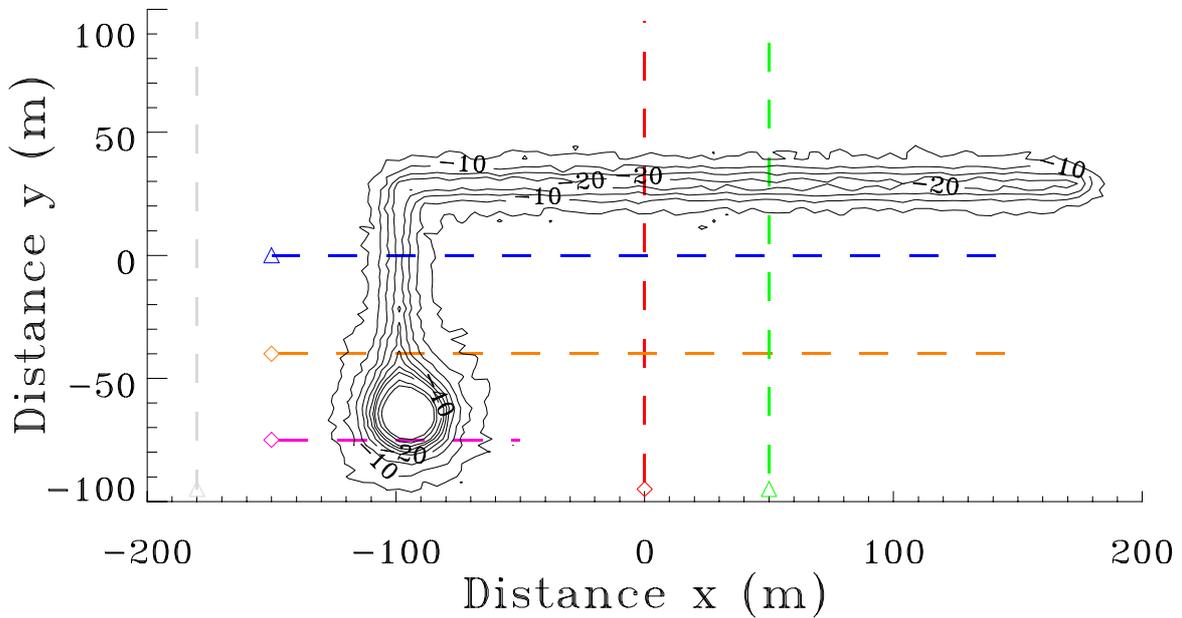
Examen du 13 mai 2008

Document autorisés : néant, calculatrice : tolérée, durée: 4 heures

<p>n°1 (2 pt)</p>	<p>Donner au moins six exemples de phénomènes diffusifs dans l'environnement. Donner les ordres de grandeur des diffusivités correspondantes ainsi que les longueurs de diffusion pour les ondes diurnes et annuelles.</p>																				
<p>n°2 (2 pt)</p>	<p>IPGP Jones, parti à la recherche des trésors du Maharaja de Sunipur décédé sans descendance en 1971, en laissant quelque part une fortune considérable, découvre un puits d'accès vertical sous son palais. Près de l'entrée de ce puits figure cette inscription étonnante : « Mon trésor sera au plus malin. Ce puits conduit à quatre tunnels horizontaux de plus de 3 km de longueur, à des profondeurs de 6, 9, 12 et 18 m. Le tunnel qui mène au trésor a une anomalie gravimétrique trop petite pour être détectée, mais avec un rayon 5 % plus grand et une profondeur 12 % plus petite, son anomalie gravimétrique serait tout juste 10 μGal. De plus, si on place au fond du tunnel une sphère de même rayon que le tunnel, faite d'un matériau d'aimantation 80 A/m, alors on a en surface un champ magnétique d'environ 10 nT. Quiconque s'aventurera dans le mauvais tunnel n'en reviendra pas. » IPGP Jones, qui évidemment a fait de la géophysique, n'est pas impressionné par cette inscription. Il descend directement dans le bon tunnel et s'empare du trésor. Quel est ce tunnel et quel est son diamètre ?</p>																				
<p>n°3 (2 pt)</p>	<p>On effectue sur un site un sondage électrique, un profil de sismique réfraction et un profil GPR CMP. Ces sondages permettent d'obtenir les trois modèles stratifiés résumés dans la figure ci-dessous. Où se trouve la nappe? Pourquoi? Argumenter qualitativement sans faire aucun calcul !</p> <div style="text-align: center;"> <table border="0"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Sondage électrique</th> <th style="text-align: center;">Sismique réfraction</th> <th style="text-align: center;">Sondage GPR CMP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0 m</td> <td style="text-align: center; background-color: yellow;">833 Ω-m</td> <td style="text-align: center; background-color: yellow;">1470 m/s</td> <td style="text-align: center; background-color: yellow;">8.5 cm/ns</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; background-color: orange;">555 Ω-m</td> <td style="text-align: center; background-color: orange;">2200 m/s</td> <td style="text-align: center; background-color: orange;">7.0 cm/ns</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; background-color: grey;">20 Ω-m</td> <td style="text-align: center; background-color: grey;">2060 m/s</td> <td style="text-align: center; background-color: grey;">1.8 cm/ns</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-5 m</td> <td style="text-align: center; background-color: pink;">27 Ω-m</td> <td style="text-align: center; background-color: pink;">2340 m/s</td> <td style="text-align: center; background-color: pink;">2.2 cm/ns</td> </tr> </tbody> </table> </div>		Sondage électrique	Sismique réfraction	Sondage GPR CMP	0 m	833 Ω-m	1470 m/s	8.5 cm/ns		555 Ω-m	2200 m/s	7.0 cm/ns		20 Ω-m	2060 m/s	1.8 cm/ns	-5 m	27 Ω-m	2340 m/s	2.2 cm/ns
	Sondage électrique	Sismique réfraction	Sondage GPR CMP																		
0 m	833 Ω-m	1470 m/s	8.5 cm/ns																		
	555 Ω-m	2200 m/s	7.0 cm/ns																		
	20 Ω-m	2060 m/s	1.8 cm/ns																		
-5 m	27 Ω-m	2340 m/s	2.2 cm/ns																		

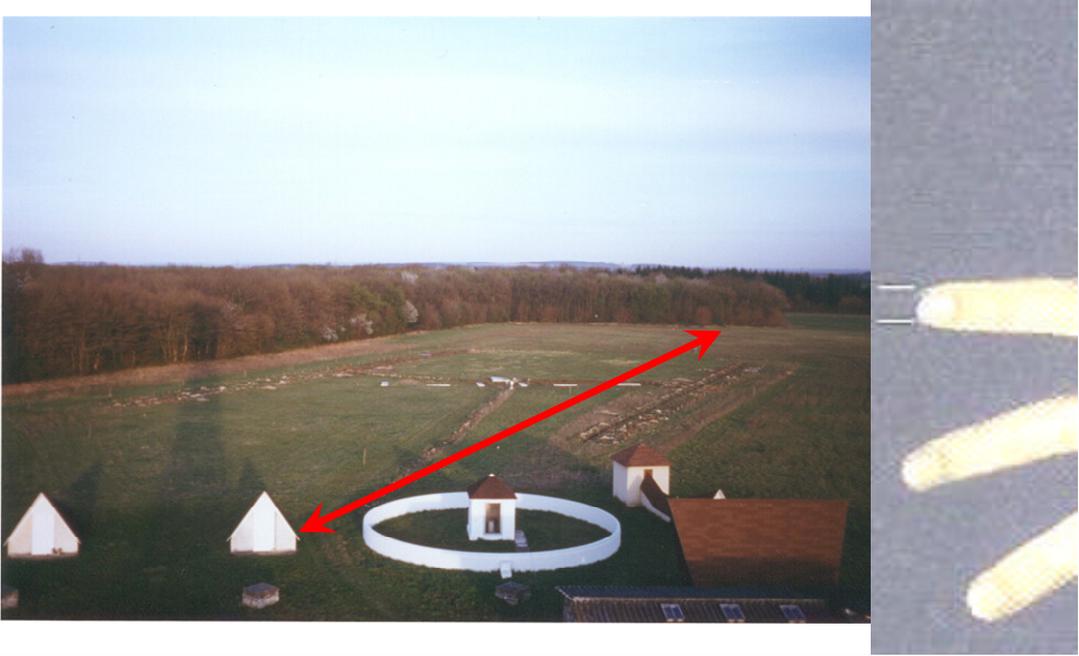
Géophysique de l'Environnement

n°4 (2 pt) On recherche des tunnels et des cavités sous un parc de la région parisienne. On a effectué des mesures gravimétriques et obtenu la carte ci-dessous. Quelques profils, dont la position est indiquée sur la carte, sont représentés sur la figure. Proposer une interprétation.



n°5 (2 pt) 1) Montrer que le produit de la longueur de pénétration GPR par la longueur d'onde GPR, divisé par le carré de la longueur de pénétration électromagnétique à la même fréquence ne dépend ni de la fréquence ni des paramètres du milieu.
2) On effectue sur un site un sondage audio-magnétotellurique. Qu'est-ce que c'est

Géophysique de l'Environnement

	<p>d'ailleurs? A la fréquence de 10 Hz, on mesure une amplitude de 20 mV alors que l'amplitude de l'onde magnétique dans la direction perpendiculaire est 1 nT. A la fréquence de 1 kHz, on observe 50 mV pour 0.1 nT. Quelles sont les résistivités apparentes AMT à 10 Hz et 1 kHz? Quelles sont les profondeurs de pénétration à ces fréquences? La longueur du dipôle électrique est 100 m.</p>
<p>n°6 (2 pt)</p>	<p>1) Rappeler le principe de la tomographie électrique multiélectrodes. 2) On désire effectuer un profil sur le site ci-dessous, le long de la ligne rouge, et on dispose d'un système à 64 électrodes. Combien faut-il faire de profils successifs si on désire une résolution latérale de 2 m en surface? Quelle est approximativement la profondeur sondée ?</p> 
<p>n°7 (5.5 pt)</p> <p>(1: 0.25+0.25+ 0.5 2: 0.25+0.25+ 0.25+0.5 3: 0.25+0.25+ 0.25+0.25+ 0.25+0.25 4: 0.25+0.25+ 0.25+0.25+ 0.25+0.25+ 0.25+0.25)</p>	<p>Considérons une roche de porosité 20 %, de conductivité de surface 10 mS/m en présence d'une eau de salinité 2 g/L. La matrice minérale a une masse volumique de 3.4 g/cm³, une constante diélectrique de 30 et une vitesse d'onde P de 3400 m/s. Cherchons les contrastes de paramètres physiques entre la roche saturée (aquifère) et la zone insaturée ZI (saturation volumique moyenne $S_w=50\%$).</p> <p>1) Estimer les valeurs des masses volumiques pour l'aquifère et la ZI. Imaginons dans la zone insaturée une poche saturée (aquifère perchée) ayant la forme d'une sphère de rayon 1 m et dont le centre est situé à une profondeur de 5 m. Estimer l'amplitude et la largeur de l'anomalie gravimétrique due à l'aquifère perchée. Est-ce détectable ?</p> <p>2) Estimer les valeurs de la vitesse d'onde P dans l'aquifère et la ZI. La vitesse d'onde S dépend-elle de la saturation ? Estimer la résolution spatiale des ondes P dans l'aquifère et la ZI à 300 Hz et à 2 kHz.</p> <p>3) Estimer les valeurs des résistivités électriques de l'aquifère et de la ZI, et les longueurs de pénétration de l'onde VLF dans ces deux milieux. Si l'aquifère est située à une profondeur de 10 m, est-elle détectable par sondage VLF ? Par sondage RMT ?</p> <p>4) Estimer les valeurs de la constante diélectrique et de la vitesse d'onde GPR dans l'aquifère et la ZI. Quelles sont les profondeurs de pénétration de l'onde géoradar 100 MHz dans ces deux milieux? Une aquifère à 10 m est-elle détectable ? Quelles sont les longueurs d'onde et les résolutions GPR à 100 MHz et à 800 MHz?</p>

Géophysique de l'Environnement

n°8
(4 pt)

Les habitants des villages voisins de l'usine Alocacoc, située en Inde dans une plaine près de la rivière Golo Nadi, font appel à une PME française de géophysique de l'environnement. Les paysans, regroupés en association, prétendent que l'usine effectue des pompages dans la nappe et a fait baisser son niveau d'eau moins 10 mètres autour de l'usine, causant les plus grandes difficultés pour l'alimentation en eau des maisons les plus proches ainsi que pour l'irrigation des champs.
La direction de l'usine joue la conciliation : elle fournit les données de 6 piézomètres F1 à F6 (voir tableau ci-dessous) et prétend que ces données prouvent qu'il n'y a aucun effet de l'usine sur la nappe et qu'on ne voit qu'un effet régional de la nappe et des hétérogénéités de perméabilité.

Piézomètre	Distance à F1 (m)	Hauteur d'eau (m)
F1	0	112.96
F2	1800	109.21
F3	2000	108.47
F4	3000	107.43
F5	3200	107.71
F6	5000	107.66

Les géophysiciens étudient ces données mais, avant de se prononcer, effectuent quelques vérifications. Ils font dans le forage F1 un test de pompage. A l'équilibre, ils obtiennent un rabattement de 1 m dans F1 pour un débit de 40 litres par minute. Le diamètre des piézomètres est 10 cm. Des résultats voisins à 10 % près sont obtenus dans les autres piézomètres.

Ils peuvent alors se prononcer. Ces données suffisent pour démontrer que les ingénieurs de l'usine effectuent bien des pompages dans la nappe, contrairement à leurs dénégations, mais que l'effet de ces pompages sur la nappe, à 200 m, près de l'habitation la plus proche, est largement inférieur à 10 m. Estimer le débit des pompages effectués par Alocacoc et leur effet à 200 m de l'usine.

Remarque : Il s'agit ici d'une situation imaginaire. Toute ressemblance avec des faits réels est fortuite et doit être imputée au mauvais esprit des lecteurs.

