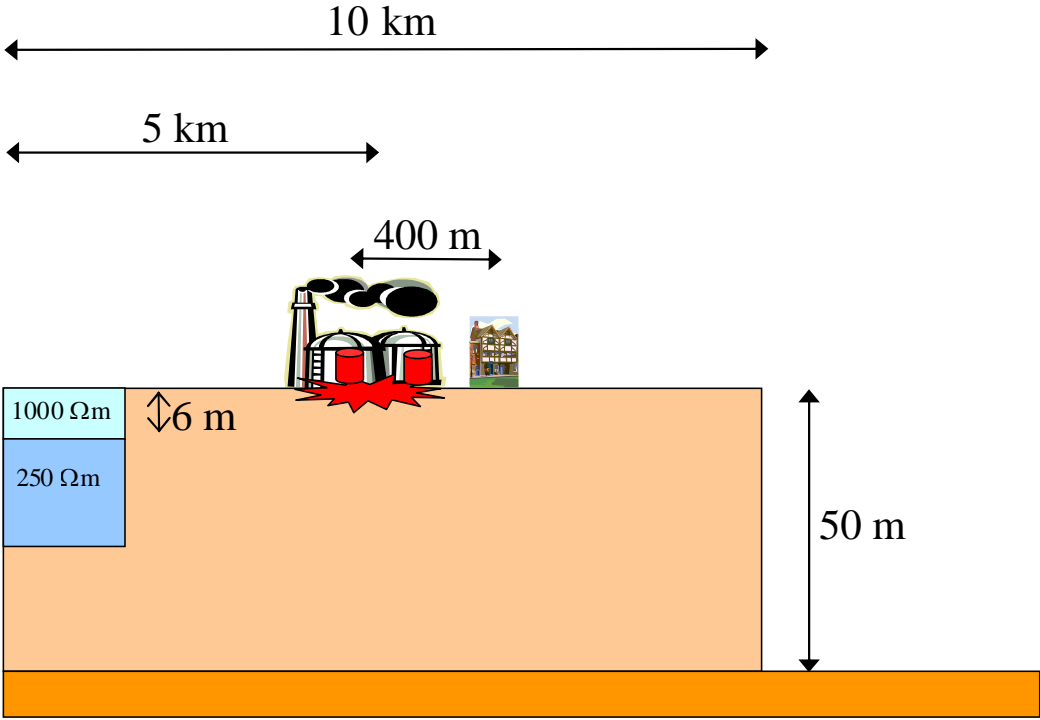


Master Institut de Physique du Globe de Paris
Géophysique de l'Environnement

Examen écrit du 29 mai 2006

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

n°1 (2pt)	<p>Au dix-neuvième siècle, on s'interrogeait déjà sur des problèmes de changement climatique. Notamment, Antoine-César et Edmond Becquerel, respectivement grand-père et père du célèbre Henri, avaient effectué des mesures de température dans un forage du jardin des Plantes. Ils observèrent qu'entre deux points de profondeurs respectives 1 m et 6 m l'amplitude thermique annuelle passait de 10 °C à 2 °C et que l'onde à 6 m de profondeur avait un retard de trois mois sur celle à 1 m de profondeur. Rappeler la théorie de la diffusion thermique dans un demi-espace homogène et comparer à ces observations des Becquerel. Déduire une valeur de la diffusivité thermique à partir de l'atténuation de l'amplitude, et une valeur à partir du décalage de phase.</p>
n°2 (4pt)	<p>Un puits de 20 cm de diamètre est utilisé pour le captage d'une aquifère libre. La roche imperméable se situe 50 m sous la hauteur piézométrique. On effectue un pompage à 10 litres par seconde. Dans des piézomètres situés respectivement à 10 m et 30 m du puits de pompage, on observe à l'équilibre des rabattements de 1.25 et 0.75 m.</p> <p>1) Rappeler la théorie des écoulements en nappe libre autour d'un puits dans le cadre de l'approximation de Dupuit.</p> <p>2) Quelles sont les valeurs de la conductivité hydraulique K et de la perméabilité k? Que pouvez-vous conclure sur la nature de la roche dans l'aquifère?</p> <p>3) Quelle est la valeur du rabattement dans le puits de pompage? Si la surface du sol se trouve à deux mètres au dessus de la surface piézométrique maximale, par quelle méthode ce rabattement pourrait-il être observé?</p> <p>4) On considère que, dans un milieu de conductivité hydraulique K, on ne peut pas maintenir sans colmatage des vitesses de Darcy supérieures à $V_c = \sqrt{K}/15$ (formule de Sichardt). Quelle est la valeur approximative du débit maximal qu'on peut pomper dans le puits?</p>
n°3 (3pt)	<p>Sur un terrain, un sondage électrique révèle un interface situé à 4 mètres sous la surface séparant un milieu de résistivité 250 Ωm superposé par un milieu de 400 Ωm. La résistivité de l'eau d'une source voisine est 80 Ωm. Une expérience de sismique réfraction indique un interface situé aussi à 4 mètres sous la surface, séparant un milieu de vitesse P 1800 m/s superposé par un milieu de vitesse 972 m/s. Des mesures GPR ainsi que des mesures en laboratoire d'échantillons prélevés par pénétrateur indiquent une saturation moyenne en subsurface d'environ 50 %.</p> <p>1) Quelle est la porosité de ce milieu?</p> <p>2) Quelle est la conductivité électrique de surface du milieu?</p> <p>3) Les mesures de résistivité électrique sont-elles compatibles avec une saturation de 50 %?</p>
n°4 (2pt)	<p>On recherche des cavités hautes de 10 mètres et larges de plusieurs centaines de mètres, sous un toit de roche de 5 mètres maximum.</p> <p>1) Quelle est l'anomalie gravimétrique associée à de telles structures? Est-ce détectable avec des gravimètres conventionnels?</p> <p>2) Quelles autres méthodes pouvez-vous proposer pour les détecter si on constate une épaisseur de 50 cm de sol très argileux et rubéfié en surface?</p>

<p>n°5 (8pt)</p>	<p>Considérons un plateau de la région parisienne, haut de 50 m au dessus d'une rivière qui se trouve à 10 km de la ligne de partage des eaux. Une usine est établie depuis 50 ans entre la ligne de partage des eaux et la rivière. Cette usine stocke de nombreux déchets et de nombreuses contaminations ont eu lieu sur ce terrain. Un paysan du voisinage, qui habite à 400 m de l'usine, a vent de ces pratiques et s'en inquiète car il utilise l'eau de la nappe phréatique sous sa maison. Cependant, ce paysan n'est pas tombé de la dernière pluie, il a même suivi un cours de "Géophysique de l'Environnement". Avec une batterie de camion, il effectue un sondage Schlumberger à l'aplomb de la ligne de partage des eaux et trouve un contraste de résistivité électrique de 1000 Ωm à 250 Ωm à 6 mètres de profondeur. Il mesure aussi la conductivité électrique de l'eau de son puits et trouve 100 mS/m. Il estime d'autre part que la saturation des couches proches de la surface est en moyenne 50 %.</p> <p>1) Comment interpréteriez-vous le résultat de ce sondage Schlumberger? Quelle est la porosité de l'aquifère?</p> <p>2) Le paysan a-t-il raison de s'inquiéter? Au bout de combien de temps son puits sera-t-il contaminé?</p> <p>3) Quelle est la profondeur de pénétration d'un sondage électromagnétique VLF sur ce plateau?</p>  <p>The diagram shows a geological cross-section of a plateau. The plateau is 50 m high. A river is located 10 km from the watershed line. An industrial plant is situated 5 km from the watershed line and 400 m from a house. A Schlumberger sounding is performed at the watershed line, showing a resistivity contrast from 1000 Ωm to 250 Ωm at 6 m depth.</p>
<p>n°6 (1pt)</p>	<p>On effectue un sondage audio-magnétotellurique au dessus d'un demi-espace de résistivité 400 Ωm avec un instrument qui fonctionne dans la gamme 10 Hz-500 Hz. Tracer l'impédance attendue en fonction de la fréquence.</p>
<p>n°7 (2pt)</p>	<p>On effectue un sondage audio magnéto-tellurique et on observe pendant l'expérience qu'une onde magnétique d'amplitude 10 nT et de période 0.2 s induit une différence de potentiel de 50 μV sur un dipôle de longueur 50 m et disposé perpendiculairement au champ magnétique. En déduire une estimation de la résistivité apparente et une estimation de l'épaisseur sondée.</p>
<p>n°8 (2pt)</p>	<p>Comparer les intérêts et limitations d'une tomographie électrique multiélectrode, d'un profil VLF, d'un profil EM31, et d'un profil de six stations audio-magnétotelluriques. Dans une zone industrialisée, que choisiriez-vous en premier lieu? Pourquoi?</p>