

Question 1

La solution du potentiel pour une électrode dans un milieu infini homogène est donnée par :

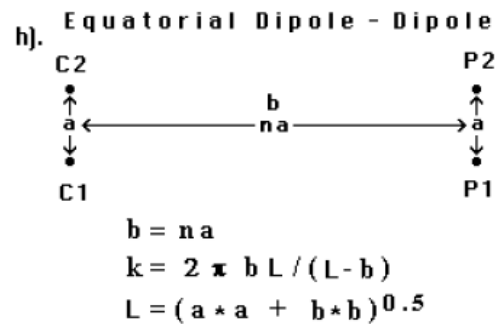
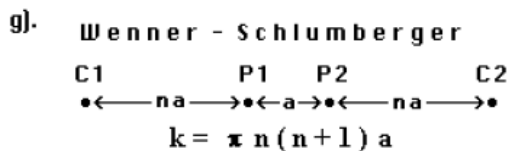
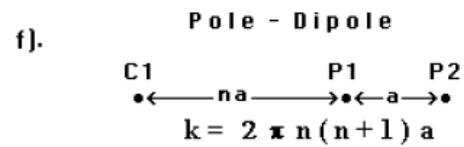
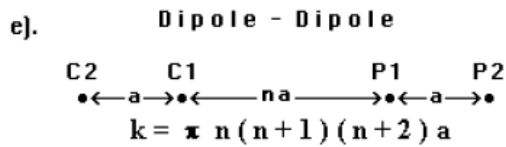
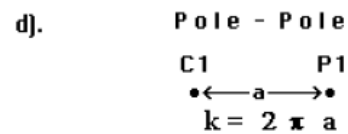
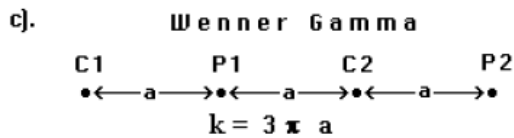
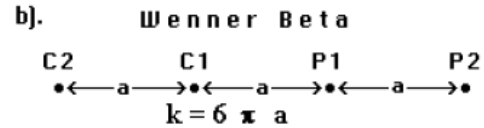
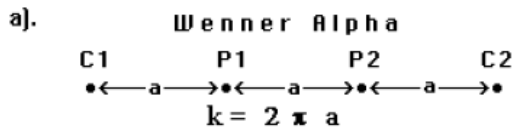
$$V = \frac{I\rho}{4\pi r}$$

Vérifiez que cette solution répond à l'équation de continuité :

$$\nabla^2 V = 0.$$

Question 2

Le tableau suivant montre différentes configurations d'électrodes couramment utilisées en tomographie de résistivité. Pour chacune des configurations, dériver le facteur géométrique.



$k = \text{Geometric Factor}$

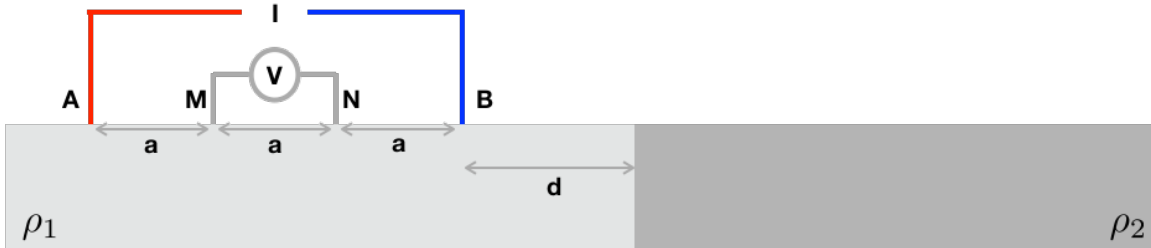
Question 3

Vérifier que le principe de similitude s'applique bien pour le dispositif de Wenner dans un milieu à deux couches, dont la résistivité apparente est donnée par :

$$\rho_a = \rho_1 \left[1 + 4 \sum_{n=1}^{\infty} k^n \left(\frac{1}{\sqrt{1 + (2nz/a)^2}} - \frac{1}{\sqrt{4 + (2nz/a)^2}} \right) \right]$$

Question 4

Trouvez la résistivité apparente donné par le dispositif de Wenner à proximité d'un contact vertical à l'aide de la méthode des images, en fonction de la distance du contact d :

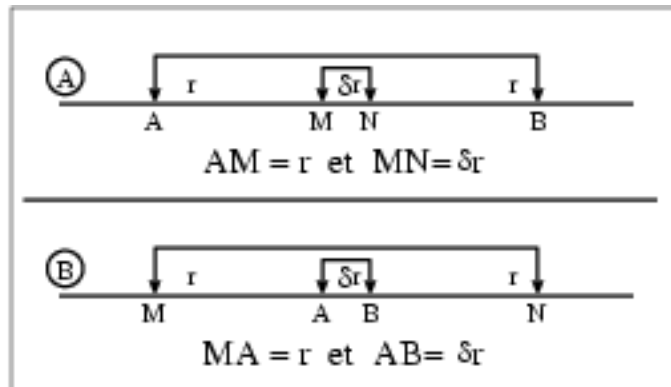


Question 5

On présente à la figure suivante la configuration Schlumberger « normale » pour laquelle le dipôle MN (δr) est petit par rapport à la longueur AB ($2r + \delta r$) du dipôle d'injection. Dans certains cas, il peut être avantageux d'utiliser la configuration Schlumberger « inverse » (figure 2B) dans laquelle on intervertit les électrodes de potentiel et de courant, c'est-à-dire que le dipôle de voltage MN a maintenant une longueur de $2r + \delta r$ et le dipôle d'injection de courant a une longueur de δr .

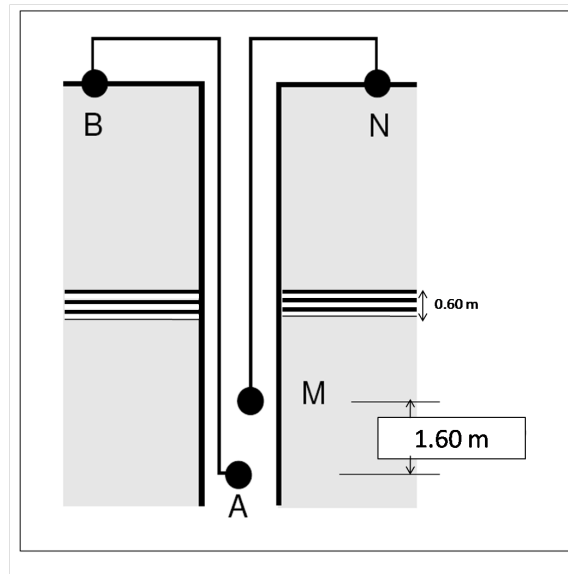
A) donnez les facteurs géométriques K pour la configuration *normale* et pour la configuration *inverse* en fonction de r et δr . Que remarquez-vous ?

B) Dans quelles circonstances peut-il être préférable d'utiliser la deuxième configuration (*inverse*) plutôt que la première (*normale*) ?



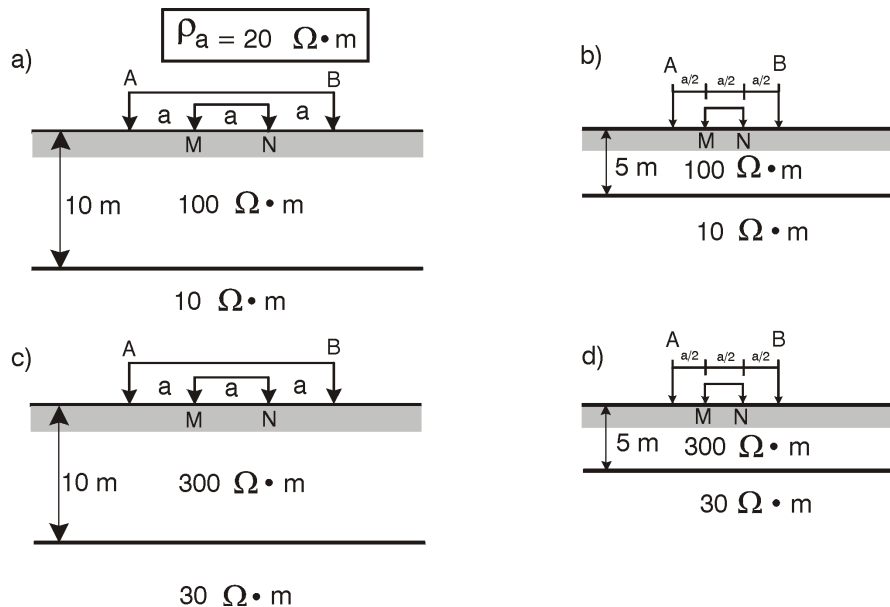
Question 6

La figure suivante montre un dispositif normal de diagraphie électrique en forage. Le dispositif de 1.60 m ($AM = 64''$) va passer à travers une couche de flysch de 0.60 m d'épaisseur totale composée de 6 couches minces qui alternent. Les couches minces sont d'égale épaisseur (0.10 m). Les couches 1, 3, et 5 sont résistantes ($\rho=500 \Omega \cdot m$) alors que les couches 2, 4, et 6 sont conductrices ($\rho=50 \Omega \cdot m$). Quelle est la résistivité de la couche équivalente qui va donner lieu à la réponse électrique de ce flysch?



Question 7

La figure suivante présente un dispositif Wenner d'écartement "a" au-dessus d'un sous-sol formé de deux couches de 100 et 10 ohm.m. L'épaisseur de la couche supérieure est de 10 m. Sachant que pour le cas en a), on a obtenu une résistivité apparente de 20 ohm.m, trouvez la résistivité apparente qu'on devrait obtenir pour les cas b), c) et d).



Question 8

On veut faire le suivi du niveau de la nappe phréatique au-dessus d'un aquifère à nappe libre (figure 3a) à l'aide de résistivité électrique. L'aquifère est constitué d'un sable moyen propre (pas d'argile) présentant une porosité de 40%.

Au début du printemps, la nappe est haute et se situe à 1,0 m de la surface du sol. À la fin de l'automne, la nappe est au plus bas et atteint 1,5 m de profondeur. La saturation moyenne dans la couche de sable au-dessus de la nappe est de l'ordre de 0.2 (ou 20%).

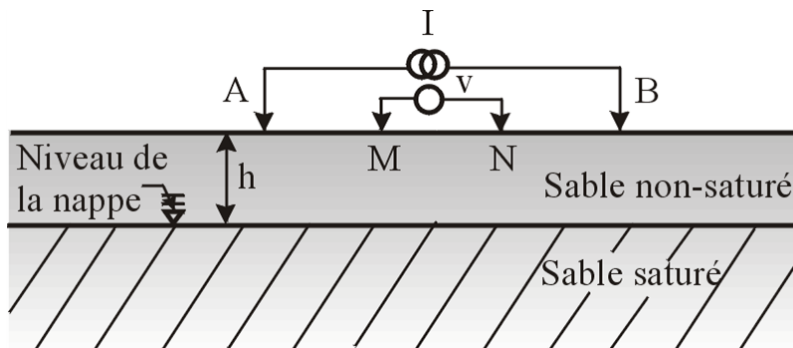
L'eau présente dans le sable a une résistivité de 10 ohm.m.

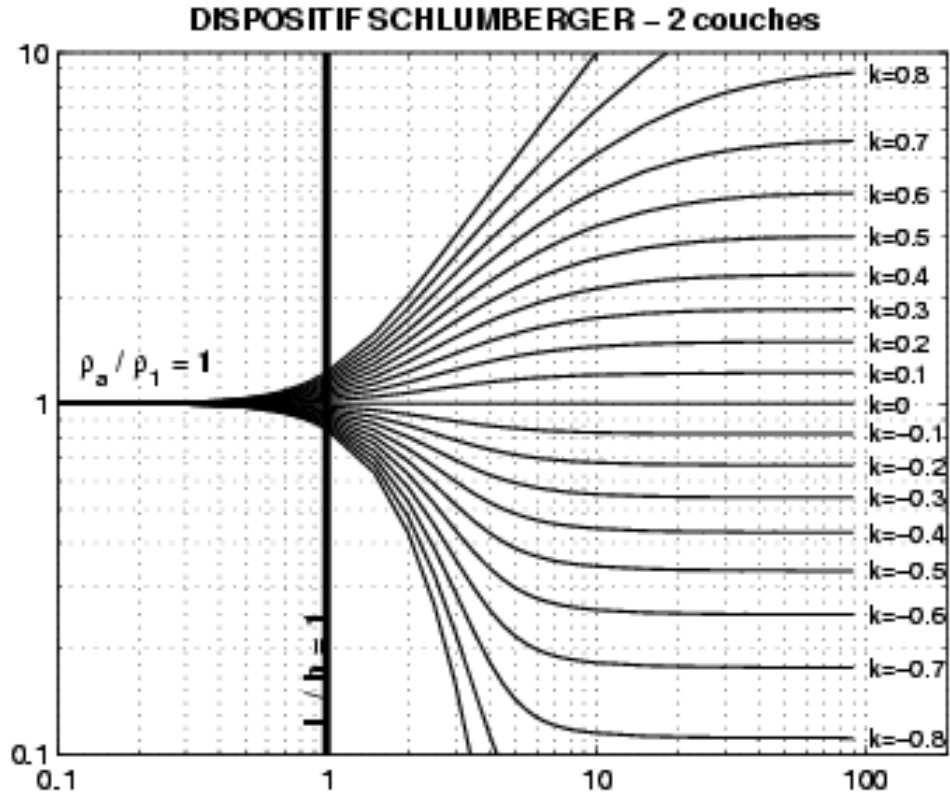
a) Calculez la résistivité de la couche de sable non saturée (au-dessus de la nappe) et la résistivité de la couche saturée (au-dessous de la nappe). Vous utiliserez la loi d'Archie :

$$\rho_{eff} = a\phi^{-m} S_w^{-n} \rho_w$$

avec $a \sim 1$, $m \sim 2$ et $n \sim 2$. ϕ est la porosité et S_w le degré de saturation.

b) Quelle serait la variation de résistivité apparente mesurée par le dispositif Schlumberger avec $AB/2 = L = 3$ m entre le début du printemps et la fin de l'automne ? Utilisez l'abaque du dispositif de Schlumberger (L'abscisse est le rapport L/h)





Question 9

Vous réalisez un profilage de résistivité électrique parallèlement à un contact vertical à l'aide d'un dispositif Dipôle-Dipôle (voir figure). La séparation entre les électrodes est a . La distance entre le profil et le contact géologique est d . La résistivité du sol sous le profil est homogène et égale à ρ_1 alors que la résistivité du milieu de l'autre côté du contact par rapport au profil est ρ_2 .

a) Établissez les équations de la résistivité apparente a telles que mesurées par le dispositif Dipôle-Dipôle en fonction de la séparation d'électrode a , de la distance au contact d et des résistivités ρ_1 et ρ_2 , lorsque le dispositif se retrouve au-dessus du milieu 1 et du milieu 2 (il y a 2 équations à déterminer).

b) Quelles seraient les valeurs de ρ_a si $a = 1$ m, $\rho_1 = 1000 \text{ } \Omega\text{m}$, $\rho_2 = 250 \text{ } \Omega\text{m}$ et pour d se trouvant à la position $d = -\infty$ m, -0.25 m, 0 m, 0.25 m et $+\infty$ m.

