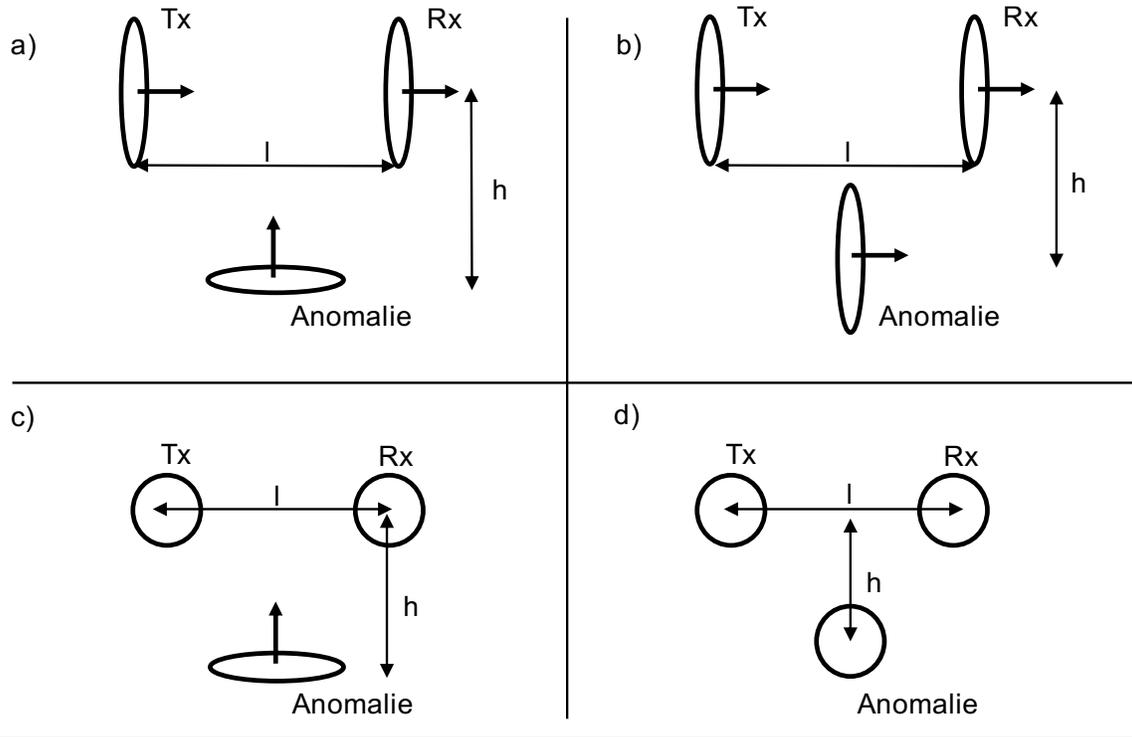


Question 1

Pour chacune des configurations suivantes, tracez la forme de l'anomalie de façon qualitative en justifiant votre réponse graphiquement grâce au flux magnétique, tel que vu en classe.



Question 2

Refaites la question 1 en vous basant sur la solution pour un système à 3 boucles, donnée par :

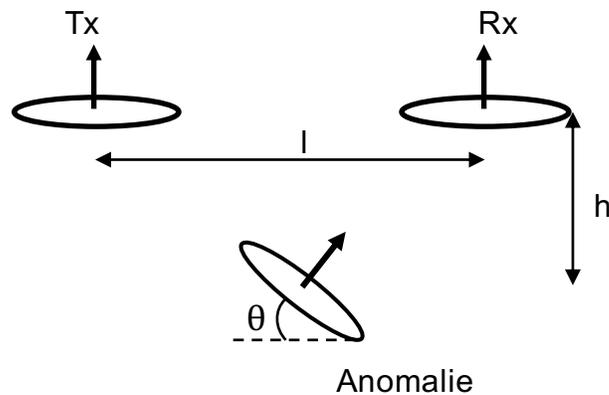
$$\frac{\mathcal{E}_s}{\mathcal{E}_p} = - \frac{M_{01} M_{12}}{M_{02} L} \frac{i\alpha}{1 + i\alpha}$$

Vous devez calculer les inductances mutuelles entre les 3 boucles en fonction de l'espacement entre les dipôles l , la profondeur de l'anomalie h et la distance le long du levé du dispositif d'acquisition par rapport à l'anomalie d (anomalie à $d=0$).

Question 3

Une anomalie allongée fortement conductrice dans un encaissant très résistif possède un pendage θ par rapport à l'horizontale. Vous effectuez un profil EM au-dessus de cette anomalie avec un dispositif HCP.

- Déterminer la forme de l'anomalie obtenue en fonction du pendage θ , de la distance entre les boucles l et de la profondeur de l'anomalie h .
- Tracez les composantes en phase et en quadrature pour $\theta = 0^\circ, 45^\circ$ et 90° . Utilisez $l=5, h=4, \alpha=1$ et $L=1$ et normalisez les surfaces des boucles à 1.



Question 4

- Expliquez ce qu'est la profondeur de peau et comment elle affecte la profondeur d'investigation des méthodes FEM.
- Calculez la profondeur de peau pour un shale de résistivité de 100 ohm.m et une fréquence d'émission de 3.6 kHz.
- Pour le dispositif HCP, déterminez la profondeur d'investigation grâce à la formule de la courbe cumulative en définissant $R=0.1$. Quels sont les facteurs affectant la profondeur d'investigation ?
- Selon la réponse obtenue en c), est-ce que la profondeur de peau affecte la profondeur d'investigation des levés FEM ? Est-ce que cette interprétation est toujours valide et sinon, quelles sont ses limites ?

Question 5

On désire cartographier l'étendue d'un ancien dépôt à neige afin de déterminer une possible contamination aux chlorures dans des puits d'approvisionnement municipaux à proximité. Des prélèvements d'eau directement sous l'ancien dépôt à neige indiquent une conductivité électrique de l'eau de 1 ohm.m, tandis que l'eau naturelle est habituellement autour de 100 ohm.m.

- Grâce à la loi d'Archie, obtenez les conductivités totales des dépôts affectés et non affectés par la contamination au chlorure :

$$\rho_{eff} = a\phi^{-m}S^{-n}\rho_{eau}$$

Prenez $a \sim 1$, $m \sim 2$ et $n \sim 2$, S est la saturation entre 0 et 1. Les dépôts consistent en un sable de porosité de 0.3. La nappe est à 3 m de profondeur, et la saturation résiduelle dans la couche non saturée est approximativement de 20%. Calculez les conductivités totales pour la couche non saturée et saturée.

- b) Vous effectuez un levé FEM avec la configuration HCP afin cartographier les variations de résistivités. Calculez les résistivités apparentes au-dessus de la zone contaminée et de la zone non contaminée. Le dispositif HCP est opéré à 1.2 m de la surface, possède une séparation des boucles de 3.66 m et une fréquence de 9.8 kHz.
- c) Quels sont les critères pour que la résistivité apparente mesurée soit valide ? Est-ce que ces critères sont respectés pour les deux modèles en b) ?