

Électromagnétisme – contrôle continu

Lundi 23 octobre 2017

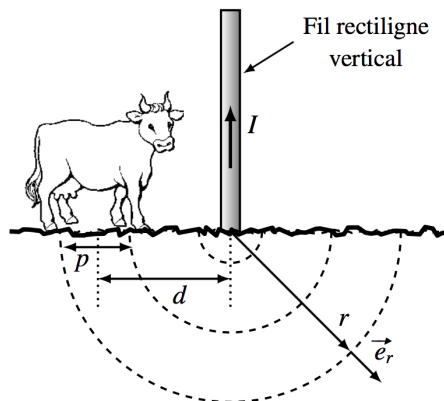
Pas de documents - calculatrices *collège* autorisées - durée 2h

Le candidat veillera à écrire lisiblement, soigner la rédaction de sa copie, préciser les unités des grandeurs et indiquer les vecteurs par une flèche surmontant leur symbole.

On donne pour les applications numériques $\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9} \text{ F/m}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$.

A - Tension de pas

La foudre frappant un arbre est modélisée au dessus du sol par un fil rectiligne vertical traversé par un courant d'intensité I . On suppose que le sol est un conducteur ohmique de conductivité $\gamma = 1 \text{ S/m}$.



- (1 point) Le sol est-il un bon conducteur ? Justifier votre réponse.
- (1 point) Énoncer la loi d'Ohm reliant le champ électrique \vec{E} et la densité volumique de courant \vec{j} dans le sol.
- (1 point) Dans le sol, les lignes de champ électrique sont des rayons se rejoignant à la base de l'arbre foudroyé. En déduire la forme des lignes de courant et la forme des surfaces équipotentielles.
- (2 points) Donner l'expression de la norme $j(r)$ de la densité de courant et de la norme $E(r)$ du champ électrique en un point du sol à la distance r de la base de l'arbre foudroyé.
- (1 point) Une vache se trouve à une distance d de l'arbre foudroyé et la distance entre ses pattes avant et ses pattes arrières vaut p . En supposant $d \gg p$, on montre que la ddp entre les pattes de l'animal, appelée tension de pas, vaut $U_p \simeq pE(d)$. Soit R la résistance ohmique entre les pattes de la vache, donner l'expression de l'intensité $I_p(d)$ traversant la vache.
- (2 points) À quelle distance minimale d_m de l'arbre foudroyé doit se trouver la vache pour que l'intensité I_p soit inférieure à 25 mA ? On donne $I = 15 \text{ kA}$, $p = 1,5 \text{ m}$ et $R = 2,5 \text{ k}\Omega$.

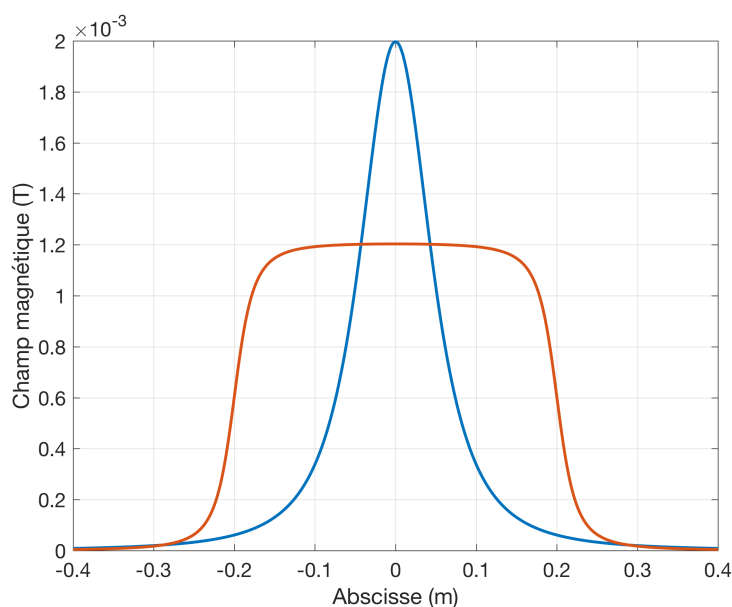
B - Courant Continu Haute Tension

La ligne électrique Jinping-Sunan est en 2015 la plus puissante du monde, avec des intensités continues atteignant 5kA.

- (1 point) En supposant un câble de cette ligne traversé par le courant d'Ouest en Est, quelle est la direction et le sens de la force magnétique exercée par le champ magnétique terrestre sur les électrons de conduction dans le câble ?
- (2 points) Un deuxième câble, parallèle au premier et séparé d'une distance de 1 m du premier, est traversé par un courant égal et opposé. Faire un schéma **clair** représentant le champ magnétique créé par chaque câble sur l'autre.
- (1 point) Faire un schéma **clair** représentant la force magnétique exercée par chaque fil sur les électrons de conduction de l'autre.
- (1 point) Calculer le champ magnétique $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ et la force de Laplace $f = IB$ exercée par ce champ sur chaque mètre de câble.

C - Solénoïdes

On considère deux solénoïdes traversés par un courant continu d'intensité $I = 2 \text{ A}$, le solénoïde S1 de rayon 65 mm et de longueur 25 mm, et le solénoïde S2, de rayon 25 mm et de longueur 400 mm. Les champs magnétiques mesurés sur l'axe de ces solénoïdes sont représentés sur la figure suivante :



- (2 points) Associer chaque courbe, rouge ou bleue, à un solénoïde, S1 ou S2.

On rappelle la formule du champ magnétique au centre d'une spire de courant de diamètre d : $B = \mu_0 I / d$, et la formule du champ magnétique du solénoïde infiniment long : $B = \mu_0 n I$ où n est le nombre de spires par mètre. Déterminer à l'aide de la formule la mieux adaptée :

- (2 points) le nombre de spire N_1 du solénoïde S1,
- (2 points (bonus)) le nombre de spires N_2 du solénoïde S2.

D - Équipotentiellles

Les deux électrodes conductrices plates d'une cuve rhéographique (en noir sur la figure) sont branchées aux bornes d'un générateur de fem U et créent un potentiel $V(x,y)$ dont les équipotentiellles entre -5 V et $+5 \text{ V}$ sont représentées sur la figure 1 page 3.

- (1 point) Préciser laquelle des électrodes est chargée positivement.
- (2 points) Tracer sur la figure 1 page 3 des lignes de champ électrique reliant les deux électrodes.

Inscrire votre nom sur la page 3 et la glisser dans la copie

- (1 point (bonus)) Estimer la valeur du champ électrique au point $(x = 0 \text{ cm}, y = 0, \text{cm})$.
- (1 point (bonus)) Estimer la valeur du champ électrique au point $(x = 0 \text{ cm}, y = +5, \text{cm})$.

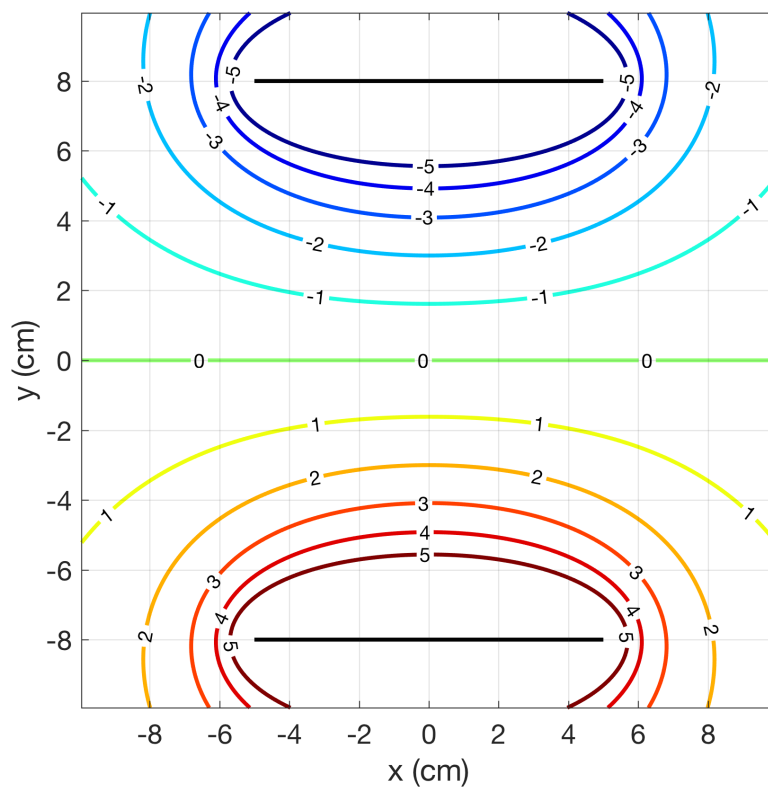


FIGURE 1 – Carte de potentiel