

17 novembre 2025

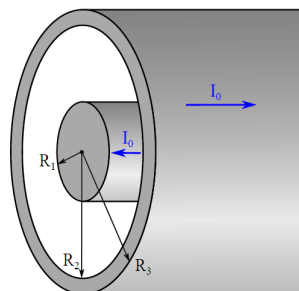
## Série 8

### 1 Câble coaxial

Un câble coaxial consiste d'un conducteur solide intérieur cylindrique de rayon  $R_1$ , entouré par un cylindre de rayon intérieur  $R_2$  et rayon extérieur  $R_3$  (voir la figure). Les conducteurs portent deux courants  $I_0$  égaux et opposés en direction, distribués uniformément à travers leurs sections transversales. Les rayons beaucoup plus petits que la longueur du câble, donc on peut considérer ce câble comme infiniment long.

Déterminer le champ magnétique à une distance  $r$  de l'axe central, pour :

- $r \leq R_1$
- $R_1 \leq r \leq R_2$
- $R_2 \leq r \leq R_3$
- $r \geq R_3$

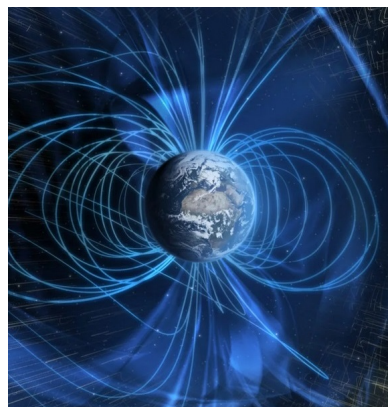


### 2 Mini-expérience : mesure du champ magnétique terrestre (exercice challenge)

Un fil de cuivre en forme de boucle, un amplificateur (capable d'amplifier une tension par un facteur 1000) ainsi qu'un multimètre sont mis à votre disposition dans la salle.

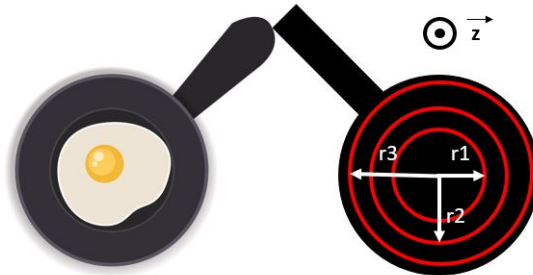
Avec ces éléments que vous pouvez aller chercher et utiliser comme vous le souhaitez, trouver le moyen d'estimer l'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre.

(Indication : exploiter le phénomène d'induction !)



### 3 Plaque à induction

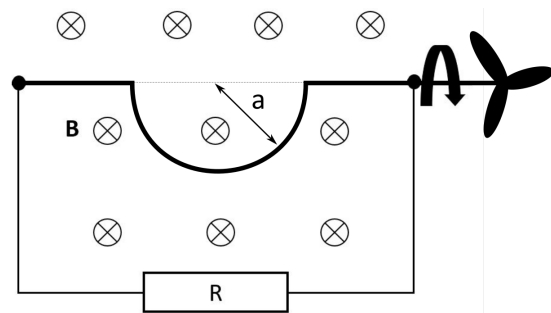
On suppose qu'une poêle, de masse de 1.5 kg et est composée d'acier inoxydable de capacité thermique massique  $c_m = 430 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , est chauffée par induction grâce au dispositif suivant. La poêle est immergée dans un champ magnétique  $B$  uniforme, perpendiculaire à la poêle, et d'amplitude variable dans le temps, avec  $B_z(t) = B_0 \cos(\omega t)$ ,  $B_0 = 0.01 \text{ T}$  et  $\omega = 20000 \text{ rad.s}^{-1}$ . La surface de la poêle contient 3 fils circulaires de rayons  $r = 3 \text{ cm}$ ,  $6 \text{ cm}$ ,  $9 \text{ cm}$  respectivement. Les fils sont en cuivre (resistivité  $\rho = 1.68 \times 10^{-8} \text{ Ohm.m}$ ) et ont une section de rayon  $a = 0.1 \text{ mm}$ .



- Calculer la f.e.m. induite dans chaque fil.
- Calculer le courant induit dans chaque fil.
- Calculer la puissance moyenne dissipée par chaque fil.
- Sachant que le blanc d'un oeuf coagule (et commence à cuire) pour une température d'environ  $60^\circ$ , si je veux faire cuire un oeuf avec cette poêle, combien de temps dois-je attendre après avoir allumé la plaque à induction ?

### 4 Mini éolienne

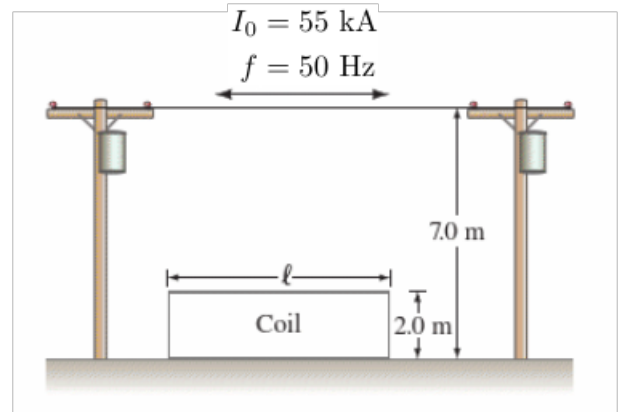
Soit un câble rigide, plié en son centre en forme de demi-cercle de rayon  $a = 10 \text{ cm}$ , et soumis à un champ magnétique uniforme  $B = 0.5 \text{ T}$  avec des aimants permanents. Le câble est relié à un circuit composé d'une résistance  $R = 50 \Omega$ , formant un circuit fermé. Le câble est libre de tourner autour de son axe, et des hélices sont fixées à l'un de ses extrémités. En soufflant sur les hélices, on arrive à les faire tourner à une fréquence  $f$  de 50 tours par seconde.



Trouvez la valeur de la force électromotrice (f.e.m.) induite dans la boucle. Quelles sont la puissance instantanée et la puissance moyenne fournies à la résistance par ce système ?

## 5 Il fallait y penser...

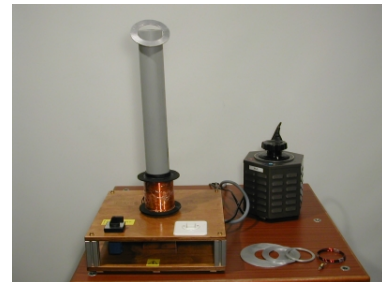
Une ligne de transmission électrique est parcourue par un courant sinusoïdal de fréquence  $f = 50$  Hz et d'amplitude  $I_0 = 55$  kA. La ligne passe à travers les terres d'un fermier, à une hauteur  $H = 7$  m du sol. Le fermier a l'idée de placer une bobine rectangulaire sous la ligne et d'utiliser le courant induit pour faire fonctionner une machine qui nécessite une tension sinusoïdale  $V_0 = 170$  V à une fréquence de 50 Hz. La bobine aurait une hauteur de  $h = 2$  m et serait composée de 10 tours.



- Si la bobine est placée sous la ligne de transmission, pourquoi doit-elle être orientée ainsi ?
- Quelle doit être la longueur  $l$  de la bobine ?
- Ce dispositif constitue-t-il un vol d'électricité sur la ligne de transmission publique, ou bien est-il un moyen de profiter du champ magnétique créé par cette ligne, sans affecter la transmission du courant ?

## 6 Tour de Jufer

Nous avons fait pendant le cours une expérience nommée la "tour de Jufer" ou le "jumping ring". Nous avons observé que lorsqu'on ferme un interrupteur qui permet à un courant électrique de circuler dans une grande bobine (à l'intérieur de laquelle il y a un noyau de fer), un anneau en aluminium placé proche de la bobine et autour du noyau de fer est lancé vers le haut.



- Expliquez qualitativement quelle est la source de cette accélération verticale.
- Pourquoi l'effet n'est pas observé si l'anneau n'est pas complet ?
- Pourquoi l'effet est plus fort (avec une plus grande accélération) si l'anneau est refroidi dans un bain d'azote liquide ?