

Un dispositif de soudure utilise le phénomène d'induction pour chauffer le métal à souder. Pour cela, une bobine possédant  $n$  spires par unité de longueur est parcourue par un courant alternatif  $I(t) = I_0 \cos(\omega t)$  de forte intensité et à haute fréquence. Au centre de cette bobine de longueur  $\ell = 0,5$  m et de rayon  $R \gtrsim 4$  cm est placé un cylindre en aluminium de conductivité électrique  $\gamma$ , de rayon,  $a = 4$  cm et de longueur  $\ell' = 0,2$  m, qui est le métal à chauffer.



- ❑ 1–Rappeler le cadre de l'ARQS magnétique.
- ❑ 2–On suppose que l'on se situe dans l'ARQS magnétique. Rappeler alors le théorème d'ampère et en déduire l'expression du champ magnétique régnant à l'intérieur du solénoïde.
- ❑ 3–En utilisant la forme intégrée de l'équation de Maxwell-Faraday, trouver l'expressions de  $\vec{E}(r, t)$ .
- ❑ 4–En déduire l'expression de la puissance volumique dissipée par effet joule dans le matériau. Où le métal risque-t-il de fondre en premier ?
- ❑ 5–Déterminer l'expression de la puissance dissipée par effet Joule dans tout le cylindre.
- ❑ 6–Déterminer alors l'ordre de grandeur du temps nécessaire à la fusion du barreau en aluminium.

**Données :**

- $\gamma = 37 \cdot 10^6$  S/m ;
- $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  H/m ;  $n = 1$  spire par centimètre.
- $I_0 = 1.0$  A ; fréquence :  $f = 100$  Hz,
- température de fusion de l'aluminium :  $T_f = 933$  K ;
- enthalpie massique de fusion :  $\Delta h_f = 397$  kJ · kg<sup>-1</sup>;
- masse volumique de l'aluminium :  $\mu = 2699$  kg · m<sup>-3</sup>;
- capacité thermique massique de l'aluminium solide :  $c = 900$  J · kg<sup>-1</sup> · K<sup>-1</sup>.