

# Type CCINP

## 1 Problème de la cave - 14 points

Les variations de température dans le sol dues aux fluctuations de température à la surface sont étudiées. La température à la surface fluctue autour de la valeur  $T_0 = 10^\circ\text{C}$  selon  $T_s(t) = T_0 + \alpha \cos(\omega t)$  où  $\alpha$  est une constante.

1) Expliquer pourquoi  $T(M, t) = T(z, t)$ .

2) On pose  $\theta(z, t) = T(z, t) - T_0$ . On peut alors écrire  $\theta(z, t) = f(z)e^{i\omega t}$ .

Quelle équation différentielle est vérifiée par  $f$  ?

Sa solution a pour forme  $f(z) = c_1 e^{(1+i)z/\delta} + c_2 e^{-(1+i)z/\delta}$ . Déterminer  $\theta(z, t)$ .

3) La profondeur  $L_{10}$  est définie comme la profondeur à laquelle l'amplitude des variations de température est divisée par 10. Exprimer  $L_{10}$ .

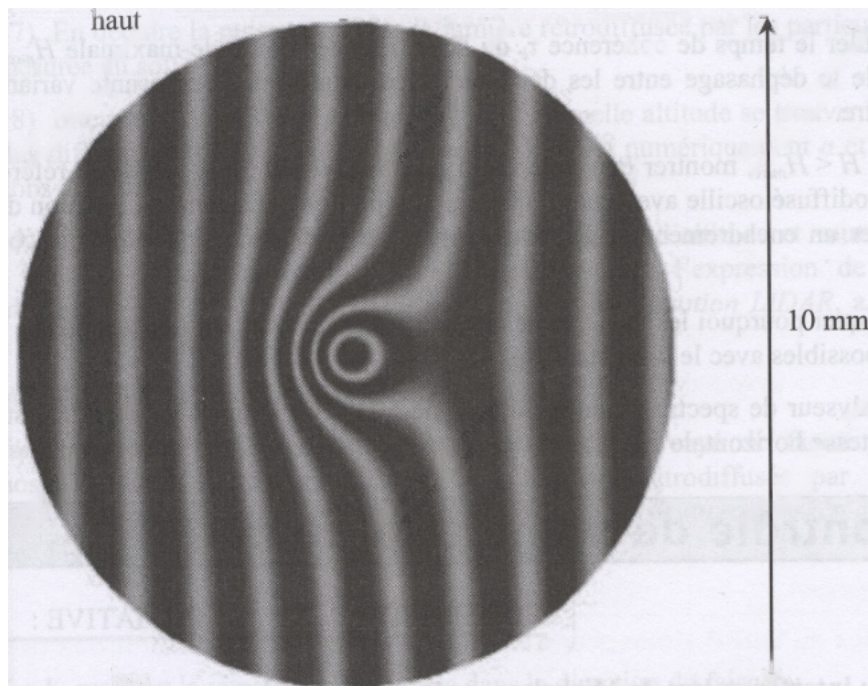
4) Combien vaut  $L_{10}$  pour des variations journalières ? Annuelles ? Pertinence du modèle ?

## 2 Coin d'air - 6 points

On observe avec un interféromètre de Michelson en configuration coin d'air une figure d'interférences d'une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 542\text{nm}$ . Elle est visualisée sur un écran à une distance  $d = 40\text{cm}$  d'une lentille de distance focale  $f' = 5\text{cm}$ .

1) Quel est l'angle  $\alpha$  d'inclinaison du miroir M2 par rapport à sa position neutre ?

2) Qu'observe-t-on sur la figure d'interférence ? Profondeur ?



## 3 Données

- Conductivité thermique pour un sol sec -  $\lambda_s = 0,4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .
- Conductivité thermique pour un sol saturé en eau -  $\lambda_h = 1,7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .
- Capacité thermique volumétrique d'un sol -  $\rho_{sol} c_{sol} = 2 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$ .