

Module de Physique, cours « Ondes »,  
Examen de septembre 2001

Magistère de sciences de la Terre, Première année, ENS Lyon.

Examen avec documents. Durée approximative : 1h.

— o —

**1.** Rappeler en quelques lignes les principes permettant d'établir l'équation des ondes sonores en 3 dimensions dans un fluide parfait.

On utilisera ensuite l'équation pour l'incrément de pression  $p$  :

$$c^2 \Delta p = \frac{\partial^2 p}{\partial t^2}. \quad (1)$$

**2.** On pose  $p = P e^{i\omega t}$ . Quelle relation vérifie  $P$ ? Qu'est-ce que  $P$ ? Pourquoi a-t-on le droit d'écrire une telle relation? De quelles variables dépend  $P$ ?

**3.** On suppose qu'il y a symétrie sphérique, c'est à dire que la pression ne dépend que du rayon  $r$ . Dans ce cas :

$$\Delta p = \frac{1}{r} \partial_r^2 (r p). \quad (2)$$

où  $\partial_r$  désigne la dérivée partielle par rapport à  $r$ . Montrer que  $P$  vérifie une relation de la forme :

$$\partial_r^2 (r P) + k^2 r P = 0. \quad (3)$$

**4.** En déduire  $P(r)$ .

**5.** Écrire  $p$  sous la forme d'une somme d'une onde convergente et d'une onde divergente.

**6.** On suppose que la pression reste finie au centre. Montrer qu'alors la solution est de la forme :

$$p(r) = p_0 \frac{\sin(kr)}{kr} e^{i\omega t}. \quad (4)$$

**7.** On considère une planète de centre  $r = 0$ , de bord  $r = R$ . En négligeant la pression atmosphérique donner les valeurs que prend  $k$ . Ce résultat vous rappelle-t-il quelque chose?

**8.** Quelle est la période «la plus grave»? Pour la Terre la période observée correspondante est de 18 minutes. Que pouvez-vous en déduire? Quelles approximations a-t-on faites?

— o —