

Module de Physique, cours « Ondes »,  
Examen de septembre 2000

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

Examen avec documents. Durée approximative : 1h15.

— o —

**Ondes sonores et vent**

On considère une onde sonore qui se propage dans l'atmosphère et émise continûment d'un point  $O$  fixe par rapport au sol. Soient  $A$  et  $B$  les deux points fixes diamétralement opposés par rapport à  $O$ . Tout le monde sait que, si le vent souffle de  $A$  vers  $B$ , un observateur placé en  $B$  entend beaucoup mieux un son produit en  $O$  qu'un observateur placé en  $A$ . Nous allons chercher à expliquer ce phénomène. La vitesse des ondes dans cette atmosphère supposée homogène est notée  $c$ .

**1.** L'atmosphère est pour l'instant supposée au repos. Dessiner deux fronts d'onde sphériques émis à des temps séparés de  $\Delta t$ .

**2.** Comment varie l'énergie sonore locale (densité d'énergie) de l'onde en fonction de la distance  $r$  à  $O$  ; pourquoi ?

**3.** L'atmosphère est maintenant supposée avoir un mouvement de translation rectiligne uniforme horizontal de vitesse  $v$  dirigée de  $A$  vers  $B$  ( $v < c$ ). Redessiner les fronts séparés de  $\Delta t$ .

**4.** Soit  $r$  la distance  $OA = OB$ . Comment s'écrit l'énergie sonore en  $A$  et  $B$  en fonction de  $r$  ?

**5.** En déduire les distances équivalentes  $r_A$  et  $r_B$  auxquelles on percevrait, sans vent, la même énergie sonore qu'en  $A$  et  $B$ .

**6.** Déduire des questions précédentes que la différence d'audition entre les deux observateurs est beaucoup trop grande pour être expliquée par le simple transport par le vent, c'est à dire par le fait que la distance réellement parcourue par le son est un peu plus grande pour un observateur que pour un autre.

**7.** On explique le phénomène par le fait que la vitesse  $v$  du vent va en croissant à mesure que l'on s'élève au-dessus du sol. Soit un front d'onde plan à peu près vertical, correspondant à un son qui se propage contre le vent. En remarquant que la vitesse effective du son est  $c' = c - v$ , dessiner ce front d'onde à un instant suivant. Dessiner les rais sonores.

**8.** En déduire que l'observateur placé en  $A$  devrait, suivant cette théorie géométrique, ne pas entendre le son.

**9.** Faire les mêmes schémas pour l'observateur placé en  $B$ . Que peut-on en conclure ?

**10.** A partir du principe de Huygens expliquer pourquoi l'observateur placé en  $A$  peut malgré tout entendre le bruit ?

— 0 —