Partie 2 : Sciences physiques

EXERCICE A – Ariane 6 : un déluge d'eau pour se protéger du bruit

Le 9 juillet 2024, la fusée Ariane 6 a décollé avec succès depuis le Centre spatial guyanais de Kourou.

Au moment du décollage, 800 000 litres d'eau sont déversés sur le pas de tir (au pied de la fusée) en quelques dizaines de secondes, c'est ce que l'on appelle le déluge.

Figure 1. D'après une vidéo du CNES :
Le système de déluge de la zone de lancement d'Ariane 6

En plus de l'atténuation des effets thermiques du décollage, l'objectif principal du déluge est de faire comme un mur d'eau qui absorbe en partie l'onde acoustique produite par le décollage et atténue le niveau sonore qui aurait pu atteindre, sinon, 180 dB.

Figure 2. Niveaux d'intensité sonores et dangers pour l'oreille, d'après https://www.inrs.fr

Données :

- Intensité sonore de référence : $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}$ W·m^{-2}
- Relation entre le niveau d'intensité sonore L en décibels (dB) et l'intensité sonore I :

$$L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

- L'atténuation $A_{d_1 d_2}$ lorsqu'on passe d'une distance d_1 à une distance d_2 de la source sonore s'exprime par les relations :

$$A_{d_1 d_2} = L_2 - L_1 = 20 \log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$$

- L'atténuation est comptée toujours positive dans cet exercice.

Un observateur se place dans un premier temps à une distance d_1 = 1,0 m du pas de tir. Sans déluge d'eau, le niveau d'intensité sonore perçu à la distance d_1 = 1,0 m vaut $L_{1,\text{sans}}$ = 180 dB. Avec le déluge, l'intensité sonore vaut $I_{1,\text{avec}}$ = 0,10 W.m^{-2}.

Q1. Montrer que le niveau d'intensité sonore $L_{1,\text{avec}}$ du son produit au décollage à la distance d_1 = 1,0 m après son passage à travers le mur d'eau vaut $L_{1,\text{avec}}$ = 110 dB.

Q2. En exploitant la figure 2, indiquer si cet observateur encourt un risque auditif au moment du décollage en présence du déluge d'eau.

Q3. Calculer l'atténuation $A_{\text{avec}} = L_{1,\text{sans}} - L_{1,\text{avec}}$ en décibels qui a alors lieu grâce au déluge d'eau.

L'observateur se trouve désormais à une distance d_2 du pas de tir.

Q4. En l'absence du déluge d'eau, estimer la valeur de la distance d_2 de sorte que le niveau sonore ne dépasse pas $L_{2,\text{sans}}$ = 95 dB.

Les fusées Ariane sont lancées depuis Kourou, en Guyane française. Le site d'observation est situé à Carapa à 18 km du pas de tir.

Q5. Commenter l'intérêt acoustique du déluge d'eau pour un observateur situé à Carapa.