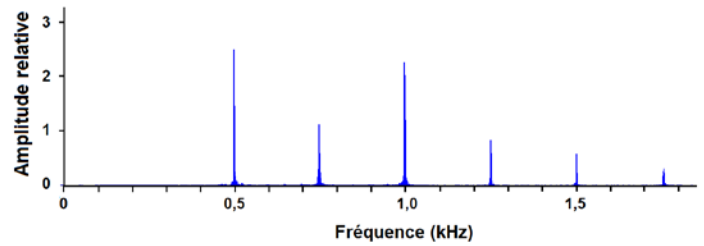


Données : intensité sonore de référence  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ .

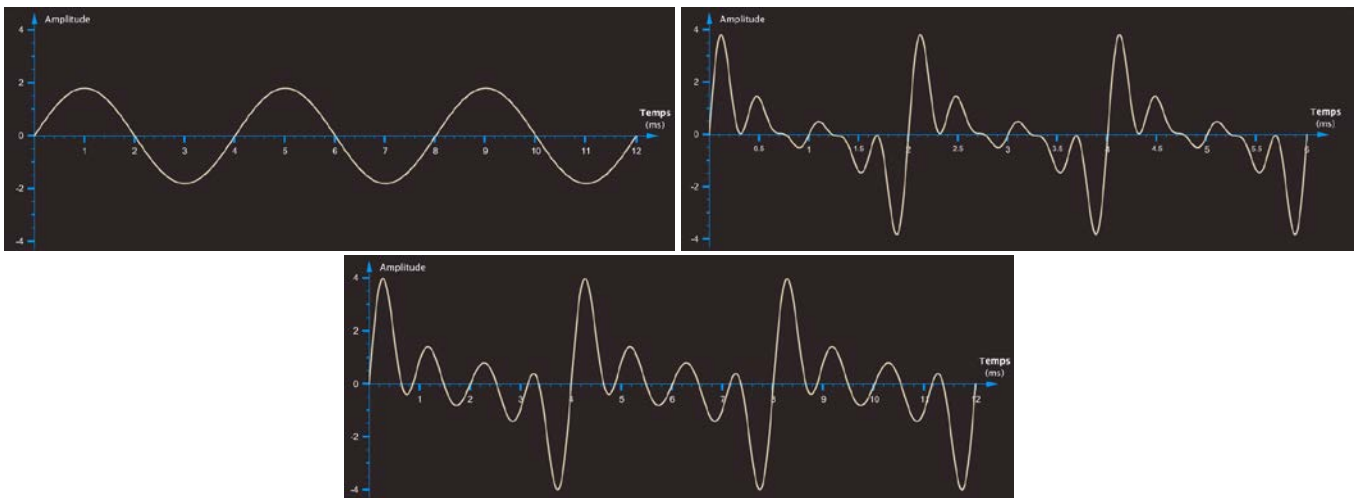
## EXERCICE N°1 : LA FONDAMENTALE MANQUANTE

Le cerveau a la capacité de reconstituer certaines informations manquantes pour construire une perception auditive interprétable. C'est le cas pour un son musical dont on perçoit la hauteur bien que sa fréquence fondamentale ait été supprimée. Un son joué par un piano est numérisé puis transmis. Son spectre après réception est donné ci-dessous. La composante spectrale correspondant à la fréquence fondamentale a été supprimée au cours d'un traitement spécifique du signal.



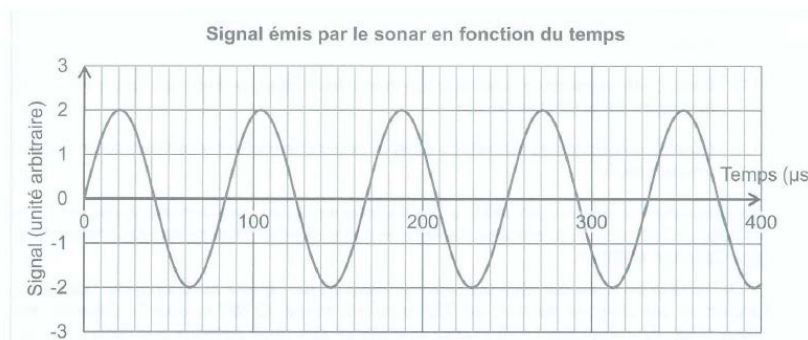
Le spectre après réception est donné ci-dessous. La composante spectrale correspondant à la fréquence fondamentale a été supprimée au cours d'un traitement spécifique du signal.

- Déterminer la hauteur du son joué par le piano. Expliquer votre raisonnement.
- Un enregistrement de ce son a été effectué à l'aide d'un microphone relié à un système d'acquisition informatisé. Quel(s) graphique(s) correspond au son enregistré ? Justifier.



## EXERCICE N°2 : LE SONAR

Les sonars actifs sont aujourd'hui très utilisés dans différents domaines : militaire (détection de sous-marins, mines...), pêche (détection de banc de poissons), navigation, hydrographie (cartographie des fonds sous-marins). Les sonars utilisent des ondes sonores dont l'étude en milieu aquatique est appelée acoustique sous-marine.



- À l'aide de l'enregistrement précédent du signal émis par le sonar, vérifier que la fréquence d'émission  $f$  vaut 12 kHz.
- Ce signal appartient-il au domaine audible des êtres humains ?

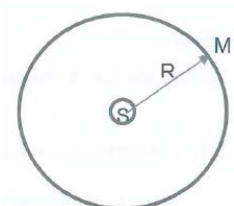
L'intensité sonore  $I$  reçue en un point  $M$ , situé à une distance  $R$  de la source acoustique  $S$ , est

$$\text{liée à la puissance acoustique } P \text{ de la source par la relation : } I = \frac{P}{4\pi.R^2}$$

On considère généralement que dans l'eau le seuil d'audibilité est  $I_0 = 7,00 \times 10^{-17} \text{ W.m}^{-2}$ .

À 1 m de l'émetteur d'un sonar, le niveau d'intensité sonore maximal peut atteindre 240 dB.

- Déterminer la valeur de l'intensité sonore maximale à 1 m du sonar.



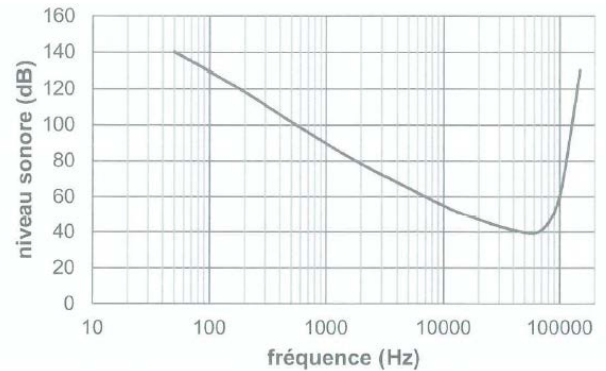
- Montrer que la puissance de la source vaut  $8,80 \times 10^8$  W.
- En déduire que le niveau d'intensité sonore à 65 km du sonar vaut 144 dB.

Le milieu de propagation absorbe une partie de l'énergie de l'onde sonore. Il en résulte que le niveau d'intensité sonore mesuré en un point subit une perte supplémentaire en décibel égale à  $\alpha R$  où  $\alpha$  est un coefficient d'absorption qui dépend, entre autres, de la fréquence  $f$  de l'onde, et où  $R$  est la distance entre la source et le récepteur.

|                  |       |      |      |     |    |    |     |     |      |
|------------------|-------|------|------|-----|----|----|-----|-----|------|
| $f$ (kHz)        | 0,1   | 0,3  | 1    | 3   | 10 | 30 | 100 | 300 | 1000 |
| $\alpha$ (dB/km) | 0,001 | 0,01 | 0,07 | 0,1 | 1  | 5  | 30  | 100 | 500  |

- Estimer la valeur de la diminution du niveau d'intensité sonore en décibel (dB) dans la situation étudiée. On précisera l'approximation effectuée.

La courbe ci-contre indique le niveau sonore minimal pour qu'un son de fréquence  $f$  soit audible par un dauphin.



- D'après les données de cet exercice, les dauphins ont-ils pu percevoir l'émission du sonar ?

### EXERCICE N°3 : LE FEU D'ARTIFICE

Au début et à la fin de chaque feu d'artifice, les artificiers utilisent une pièce pyrotechnique appelée « marron d'air » pour obtenir une détonation brève et puissante.

Le marron d'air, arrivé à une hauteur  $H$  de 70 m, le « marron d'air » éclate au point  $E$  et le son émis se propage dans toutes les directions de l'espace. Un artificier  $A$  se trouve à la distance  $\ell = 95$  m recommandée par le constructeur du point de tir  $T$  du « marron d'air ».

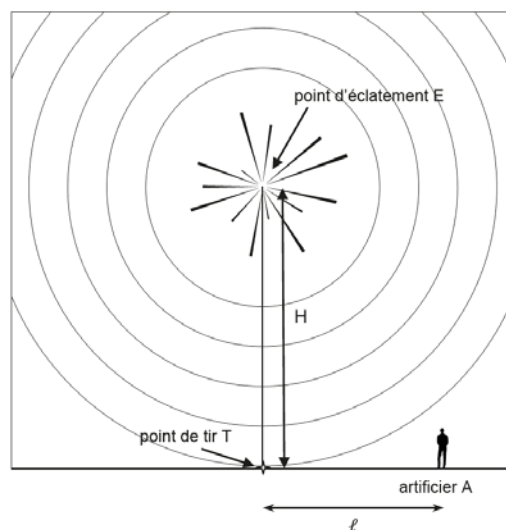
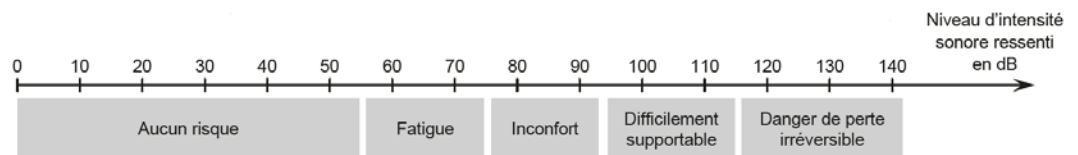
D'après le constructeur : à 15 m du point d'éclatement,  $L = 120$  dB

#### Données :

- au cours de la propagation d'une onde et en l'absence d'atténuation, le niveau d'intensité sonore  $L$  diminue avec la distance  $d$  à la source  $S$  suivant la formule :  $L_2 = L_1 + 20 \cdot \log\left(\frac{d_1}{d_2}\right)$

où  $L_2$  est le niveau d'intensité sonore mesuré à la distance  $d_2$  de la source et  $L_1$  le niveau d'intensité sonore mesuré à la distance  $d_1$  de la source (voir schéma ci-contre).

- échelle des niveaux d'intensité sonore en décibel (dB) et risques auditifs associés :



Remarque : Sur ce schéma, les échelles de distances ne sont pas respectées.

Doit-on recommander à l'artificier le port d'un dispositif de protection auditive (casque, bouchons d'oreille,...) ? Justifier par un calcul.