

EXERCICE 2 (6 points)

(physique-chimie)

Le talkie-walkie

Un talkie-walkie est un émetteur-récepteur radio portatif, permettant la communication radiophonique de courte distance entre deux personnes disposant chacune d'un appareil.

Le talkie-walkie dispose de 8 canaux de communication autorisés dans tous les pays, activés par défaut. Chaque canal est associé à une onde électromagnétique, dite "porteuse". Les deux personnes doivent sélectionner le même canal pour pouvoir communiquer.

Talkie-walkie

Fréquences des porteuses des différents canaux



Canal	Fréquence (MHz)
1	446,00625
2	446,01875
3	446,03125
4	446,04375
5	446,05625
6	446,06875
7	446,08125
8	446,09375

Extrait de la notice d'un talkie-walkie

On s'intéresse d'une part à l'antenne du talkie-walkie, puis à la qualité de la transmission d'un son musical.

1. Antenne de la radio

Les antennes les plus simples sont les antennes dites « dipolaires », constituées de deux brins conducteurs et alimentées en leur milieu. Pour une qualité d'émission optimale, la longueur d'une antenne dipolaire doit être égale à la longueur d'onde de la porteuse, ou à un sous-multiple de la longueur d'onde : demi-longueur d'onde (antenne dite « demi-onde ») ou quart de longueur d'onde (antenne dite « quart d'onde »).

- 1.1. Calculer la longueur de l'antenne dipolaire demi-onde qu'il faudrait utiliser sur ce talkie-walkie, pour émettre sur le canal n°3. Exprimer le résultat avec 3 chiffres significatifs.

Donnée : célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

- 1.2. En se basant sur la photographie ci-dessus, indiquer si l'antenne du talkie-walkie semble être une antenne dipolaire demi-onde.

2. Transmission d'un son musical

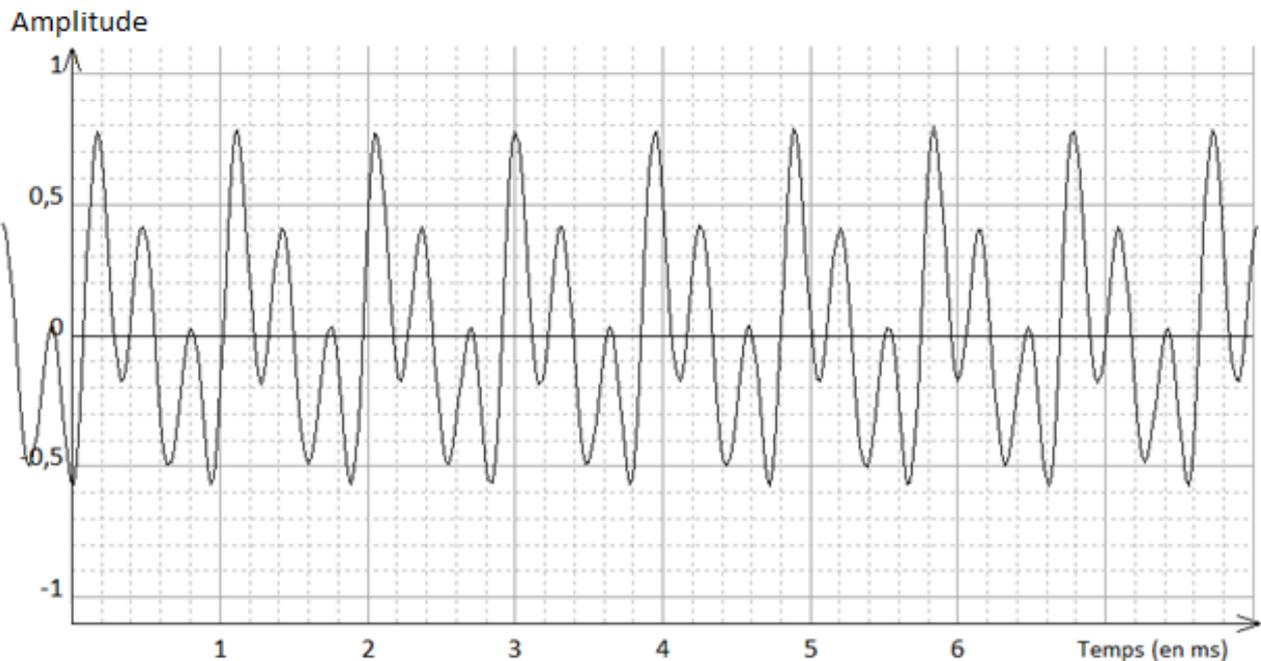
On souhaite savoir si une petite mélodie jouée avec un instrument de musique peut être transmise par un talkie-walkie sans être déformée.

On appelle « bande passante » d'un canal la largeur de l'intervalle des fréquences susceptibles d'être transmises par ce canal.

Pour que la mélodie soit transmise sans déformation, il est nécessaire que la bande passante du canal soit suffisamment large pour transmettre toutes les fréquences contenues dans le spectre de la mélodie.

Pour cela, on enregistre la note la plus aiguë de l'instrument pour déterminer la fréquence maximale que pourrait contenir la mélodie.

Portion du signal temporel enregistré pour la note la plus aiguë de l'instrument.



2.1. Indiquer, en justifiant, si le son enregistré est un son pur ou un son complexe.

Chaque note de musique correspond à une fréquence précise.

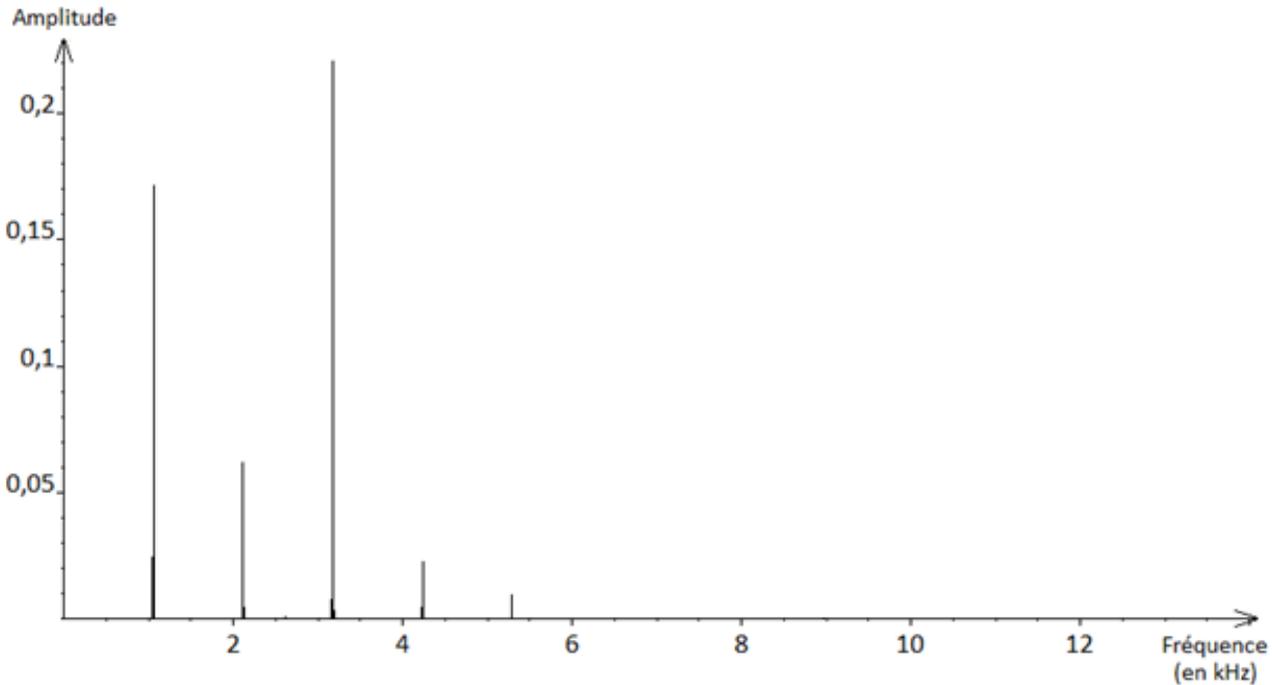
Correspondance entre quelques notes de musique et leurs fréquences

Note de musique	fa ₄	sol ₄	la ₄	si ₄	do ₅	ré ₅	mi ₅	fa ₅
Fréquence (en Hz)	689,5	784,0	880,0	987,8	1046	1175	1319	1397

2.2. A l'aide de l'enregistrement, déterminer la note de musique qui est jouée.

On trace le spectre d'amplitude du signal enregistré, afin de pouvoir visualiser sa composition.

Spectre d'amplitude du signal enregistré



- 2.3. Expliquer en quoi ce spectre permet de retrouver les réponses aux questions 2.1. et 2.2.
- 2.4. À l'aide du spectre, déterminer la fréquence maximale des composantes du signal enregistré, notée f_m .

Pour pouvoir transmettre sans déformation un signal de fréquence donnée, la bande passante utilisée doit être au moins égale au double de cette fréquence.

On précise que la bande passante de chaque canal correspond à l'écart de fréquence entre les porteuses de deux canaux successifs.

- 2.5. Déterminer si la bande passante du canal 3 du talkie-walkie est suffisante pour transmettre intégralement n'importe quelle mélodie jouée par l'instrument utilisé, sans déformer le signal.

3. Sonnerie du talkie-walkie

Données :

- Relation entre le niveau sonore L en dB et l'intensité sonore I :

$$L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \text{ ou } I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}}$$

I_0 est l'intensité sonore de référence : $I_0 = 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

- L'intensité sonore I , à une distance R (en m) d'une source de puissance sonore P (en W) est : $I = \frac{P}{4\pi R^2}$.

Chaque talkie-walkie est équipé d'une sonnerie dont on étudie désormais la puissance sonore.

On mesure le niveau sonore de la sonnerie du talkie-walkie n°1 seul, situé à 50 cm du sonomètre ; on trouve $L_1 = 87 \text{ dB}$.

- 3.1.** Montrer que la puissance sonore de la sonnerie du talkie-walkie est voisine de $P = 1,6 \times 10^{-3} \text{ W}$.
- 3.2.** Calculer le niveau sonore de la sonnerie à 5,0 m de distance du talkie-walkie.