**Exercice I**

**1. Caractéristique du son produit par le diapason**

**1.1.** On remarque que le son obtenu n'est pas une « vraie » sinusoïde : on observe des oscillations plus petites en plus de l'oscillation principale. Le son n'est donc pas pur.

**1.2.** On cherche à calculer la fréquence du son enregistré. On va alors lire graphiquement sa période $T$.

Sur l'enregistrement, on compte $4T \approx 10\,\text{ms}$. D'où, $T = \frac{9}{4} = 2,3\,\text{ms}$. Alors :

$$\boxed{f = \frac{1}{T}} = 440\,\text{Hz}$$

Le diapason produit alors bien un son de fréquence $\underline{f = 440\,\text{Hz}}$, c'est-à-dire un La3.

**2. Numérisation d'un signal analogique**

**2.1.** On cherche à identifier le spectre correspondant au son enregistré. On en cherche alors un qui présente un fondamental aux alentours de 440 Hz. Aussi, le spectre c ne peut pas correspondre.

De plus, le spectre b ne montre qu'un seul pic. Or, le son étudié n'est pas pur donc ne peut pas présenter un unique pic. Le spectre correspondant au signal enregistré est donc le spectre a : on a bien le fondamental à 436 Hz, et un harmonique à 2620 Hz.

**Exercice II**

**Partie A : Généralités**

**1.** On appelle **onde mécanique** progressive, le phénomène de propagation d'une **perturbation** dans un milieu matériel sans **transport de matière** mais avec transport d'énergie.

**2.** L'onde sonore se propage dans l'air dans un espace à **trois dimensions**.

**B. Simulation d'un théâtre à l'aide d'une maquette**

**1. Utilisation d'un émetteur ultrasonore**

**1.1.** La longueur d'onde $\lambda$ est **la distance parcourue** par une onde périodique **pendant une durée égale à une période T**.

**1.2.** $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda.f$ donc $\boxed{\lambda = \frac{v}{f}}$

**1.3.** D'après le texte, la célérité des ultrasons $v_{US}$ est égale à celle des sons de la voix $v_{Son}$.

$\lambda_{Son} = \frac{v_{Son}}{f_{Son}}$ et $\lambda_{US} = \frac{v_{Son}}{f_{US}}$

Et les fréquences des sons audibles sont telles que $20\text{ Hz} < f_{son} < 20 \times 10^3\text{ Hz}$, tandis que fréquence des ultrasons : $f_{US} > 20\times10^3\text{ Hz}$.

$f_{US} > f_{Son}$ donc $\lambda_{US} < \lambda_{Son}$.

Ainsi la longueur d'onde des ultrasons est inférieure à la longueur d'onde moyenne des sons de la voix.

**1.4.** Les dimensions de la maquette du théâtre sont réduites. Il faut alors que les longueurs d'onde des sons utilisés soient réduites du même facteur.
La relation **$v = \lambda.f$** montre que pour v constante si $\lambda$ diminue alors f augmente. Les fréquences des ultrasons étant supérieures aux fréquences des ondes sonores, on utilise les ultrasons dans le cadre de la simulation avec une maquette.

## 2. Rôle du mur : simulation à l'aide d'une cuve à onde

**2.1.** Les ondes créées à la surface de l'eau sont **transversales** car la direction de la perturbation (verticale) est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde (horizontale).

**2.2.** Les vaguelettes à la surface de la cuve sont moins visibles lors de l'expérience 1 (mur plan) que lors de l'expérience 2 (mur plan alvéolé). On peut penser qu'elles possèdent une plus faible amplitude. Ainsi, l'intensité des ondes sonores reçues par les spectateurs dans les gradins, est plus faible avec un mur plan qu'avec un mur alvéolé.

**3.3.**

| Cliché | | réel |
|---|---|---|
| 2,5 cm | $\Leftrightarrow$ | 10 cm |
| $7\lambda_{cliché} = 2,5$ cm | $\Leftrightarrow$ | $7\lambda_{réel} = ?$ |

Donc $7\lambda_{réel} = 2,5 \times 10 / 2,5 = 10$ cm
$\lambda_{réel} = 10 / 7 \approx$ **1,4 cm**
*(1,4 × 7 = 9,8)*

**3.4.** Le pulpitum est alvéolé du coté de l'orchestre grâce à la présence des niches et des colonnes. Le son de l'orchestre n'est pas amorti par le pulpitum. (= expérience 2 où le vibreur est équivalent à l'orchestre)
Du coté de la scène, le pulpitum est plan. Dès lors, les sons de l'orchestre réfléchis par le mur situé derrière la scène sont amortis par la face plane du pulpitum (= expérience 1).

**3.5.1.** B étant le symétrique de A par rapport au mur, on a : **AB = 2d**.

**3.5.2.** $v = \frac{2d}{\Delta t}$ donc $\boxed{\Delta t = \frac{2d}{v}}$

**3.5.3.** Il faut que $\Delta t < 1/25$ s donc : $\frac{2d}{v} \leq \frac{1}{25}$ doit $d \leq \frac{v}{50}$

Finalement pour $d = d_{max}$ et $v = 350$ m.s$^{-1}$ on a : $d_{max} = \frac{v}{50} = \frac{350}{50} =$ 7,0 m.

*Valeur cohérente avec celle donnée dans la conclusion (6,60 m).*