TS2 - Physique-Chimie
Devoir en classe n°1 - Durée : 1h
Proposition de correction

LES ONDES DANS L'OCÉAN – 20 points

1. Questions sur le texte

1.1. Analyse dimensionnelle : $\left[\sqrt{\dfrac{g\cdot\lambda}{2\pi}}\right] = [g\cdot\lambda]^{1/2}$. Or $[\lambda] = L$ et $[g] = L\cdot T^{-2}$ car g est l'accélération de la pesanteur. Ainsi, $[g\cdot\lambda] = L^2\cdot T^{-2}$ donc $[g\cdot\lambda]^{1/2} = L\cdot T^{-1}$. L'expression étudiée a donc bien la dimension d'une longueur divisée par une durée, ce qui correspond à la dimension d'une célérité.

1.2. D'après le texte, la longueur d'onde est de l'ordre de 100 m lorsque la profondeur est de l'ordre de 4000 m. Dans ce cas, $\lambda_1 = 100\text{ m} < 0,50\cdot h_1 = 2000\text{ m}$. Il s'agit donc d'ondes dites courtes.
Pour des ondes courtes de longueur d'onde $\lambda_1 = 80$ m : $v_1 = \sqrt{\dfrac{g\cdot\lambda_1}{2\pi}} = \sqrt{\dfrac{10\times 80}{2\pi}} = 11\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. De plus, $\lambda_1 = v_1\cdot T$ donc la période de ces ondes vaut :

$$T = \frac{\lambda_1}{v_1} = \lambda_1\cdot\sqrt{\frac{2\pi}{g\cdot\lambda_1}} = \sqrt{\frac{2\pi\cdot\lambda_1^{\cancel{2}}}{g\cdot\cancel{\lambda_1}}} = \sqrt{\frac{2\pi\cdot\lambda_1}{g}} = \sqrt{\frac{2\pi\times 80}{10}} = 7,1\text{ s.}$$

1.3. Pour les ondes longues, la célérité est donnée par : $v_2 = \sqrt{g\cdot h_2} = \sqrt{10\times 3,0} = 5,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Ici, la période ne varie pas donc : $\lambda_2 = v_2\cdot T = 5,5\times 7,1 = 3,9\cdot 10^1\text{ m} = 39\text{ m}$.

2. Étude de la houle à l'aide de la cuve à ondes

2.1. Célérité des ondes

2.1.1. Voir graphique ci-dessous.

2.1.2. Le graphe représentant la fonction $x = f(t)$ est une droite dont le coefficient directeur est égal à la célérité v de l'onde. Comme les points sont tous très proches de la droite modélisant le nuage de points, on en déduit que la célérité de l'onde est constante, aux légères erreurs de pointage près. On peut déterminer la célérité en prenant les points $A(0,210;0,100)$ et $B(0,394;0,145)$:

$$v = \frac{x_B - x_A}{t_B - t_A} = \frac{0,145 - 0,100}{0,394 - 0,210} = 2,45\cdot 10^{-1}\text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 0,245\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

2.1.3. Le sommet de la ride n°1 et celui de la ride n°4 sont séparés d'une distance $d = 3\cdot\lambda$. On en déduit une valeur de la longueur d'onde : $\lambda = \dfrac{d}{3} = \dfrac{0,088}{3} = 2,9\cdot 10^{-2}$ m.

2.1.4. On peut en déduire la fréquence de l'onde par la relation : $\lambda = v\cdot T = \dfrac{v}{f}$ soit une fréquence $f = \dfrac{v}{\lambda} = \dfrac{2,45\cdot 10^{-1}}{2,9\cdot 10^{-2}} = 8,4$ Hz. La fréquence calculée est bien comprise entre 8 Hz et 9 Hz comme la fréquence du vibreur déterminée par stroboscopie.

2.2. Mouvement de la surface de l'eau

2.2.1. Les points S et M sont séparés dans l'espace d'une distance égale à $2,5 \cdot \lambda$ (voir figure ci-dessous). Or la longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant une période T. Ainsi, l'onde mettra une durée de $2,5 \cdot T$ pour parcourir la distance SM. Le point M présente donc un retard par rapport à la source S tel que : $\tau = 2,5 \cdot T$.

2.2.2. À l'instant suivant, le point M se déplace verticalement vers le haut. En effet, l'onde étant transversale, il ne peut se déplacer que verticalement. Par ailleurs, l'onde se propage de S vers M donc à l'instant suivant, la figure se sera décalée vers la droite et le point M se sera donc déplacé vers le haut.