

**TS2 - Physique-Chimie**  
**Devoir en classe n°1 - Durée : 1h**  
**Vendredi 20 septembre 2019**

**LES ONDES DANS L'OCÉAN – 20 points**

Le texte ci-dessous est composé d'extraits d'un cours d'océanographie que l'on peut découvrir sur le site web de l'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer). Ce document est édité par son laboratoire de physique des océans sous le titre « Les ondes dans l'océan ».

En océanographie, les ondes de surface se matérialisent par une déformation de l'interface entre l'océan et l'atmosphère. Les particules d'eau mises en mouvement au passage d'une onde se déplacent avec un petit mouvement qui leur est propre, mais restent en moyenne à la même position.

**La houle** est formée par le vent : c'est un phénomène périodique, se présentant sous l'aspect de **vagues parallèles** avec une longueur d'onde  $\lambda$  de l'ordre de 100 m au large, où la profondeur moyenne de l'océan est d'environ 4000 m.

On peut classer les ondes de surface, en fonction de leurs caractéristiques et de celles du milieu de propagation, en « ondes courtes » et en « ondes longues ».

– **Ondes courtes** : lorsque la longueur d'onde  $\lambda$  est faible par rapport à la profondeur locale  $h$  de l'océan (au moins  $\lambda < 0,50 \cdot h$ ). Leur célérité  $v$  est donnée par :  $v = \sqrt{\frac{g \cdot \lambda}{2\pi}}$

– **Ondes longues** : lorsque la longueur d'onde  $\lambda$  est très grande par rapport à la profondeur  $h$  de l'océan ( $\lambda > 10 \cdot h$ ). Leur célérité est donnée par :  $v = \sqrt{g \cdot h}$

Remarque :  $g$  est l'intensité du champ de pesanteur terrestre ; on prendra  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

**1. Questions sur le texte**

**1.1.** Justifier, par analyse dimensionnelle, que l'expression  $\sqrt{\frac{g \cdot \lambda}{2\pi}}$  est bien homogène à une célérité. RÉA

**1.2.** Au large (avec une profondeur de l'océan  $h_1 = 4000 \text{ m}$ ), la houle est-elle classée en ondes courtes ou longues ? Évaluer la célérité  $v_1$  d'une houle de longueur d'onde  $\lambda_1 = 80 \text{ m}$  ainsi que la période  $T$  de ses vagues. RÉA

**1.3.** En arrivant près d'une côte sablonneuse (avec une profondeur d'eau  $h_2 = 3,0 \text{ m}$ ), la longueur d'onde de la houle devient grande par rapport à la profondeur ; cette houle rentre donc dans la catégorie des ondes longues. Sachant que sa période  $T$  ne varie pas, évaluer alors sa nouvelle célérité  $v_2$  ainsi que sa nouvelle longueur d'onde  $\lambda_2$ . RÉA

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

Au lycée, on veut compléter l'étude d'ondes analogues à la houle en eaux peu profondes. On utilise une « cuve à ondes ». Avec une webcam, on enregistre des vidéos de l'aspect de la surface de l'eau (en projection sur le verre dépoli vertical de la cuve). On traite ces vidéos à l'aide d'un logiciel adapté.

Dans un plan vertical, un vibreur anime d'un mouvement périodique, de période  $T$ , une réglette qui génère des vagues rectilignes parallèles, se propageant sans réflexion à la surface de l'eau de la cuve avec une célérité  $v$ .

La profondeur  $h$  de l'eau est faible et constante. La webcam prend des images à des instants  $t$  successifs, séparés par une durée  $\Theta = \frac{1}{30} \text{ s} = 0,033 \text{ s}$ .

**2.1.** Selon la direction de propagation des ondes, axe ( $xx'$ ), on pointe, sur des vues successives, un même sommet de ride (ligne brillante sur le dépoli). On obtient, après étalonnage des distances, le tableau de mesures donné ci-dessous où  $x$  est l'abscisse de la ride à la date  $t$ .

<b>t(en s)</b>	0, 200	0, 233	0, 267	0, 300	0, 333	0, 367	0, 400
<b>x(en m)</b>	0, 098	0, 105	0, 114	0, 122	0, 130	0, 138	0, 147

- 2.1.1.** Tracer la courbe représentative de  $x$  en fonction de  $t$  sur le papier millimétré figurant en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**.

RÉA

- 2.1.2.** Déduire de la courbe précédente la célérité  $v$  de cette onde. Est-elle constante ? On expliquera soigneusement le raisonnement.

ANA

- 2.1.3.** Sur l'une des vues du film, on pointe, selon l'axe ( $xx'$ ), les sommets de la ride n°1 et de la ride n°4. La distance entre ces deux sommets est  $d = 0,088$  m. Évaluer la longueur d'onde  $\lambda$  de ces ondes.

ANA

- 2.1.4.** D'autre part, une étude en lumière stroboscopique a permis de déterminer la fréquence  $f$  du vibreur :  $8 \text{ Hz} < f < 9 \text{ Hz}$ . Les valeurs calculées de  $v$  et de  $\lambda$  sont-elles en accord avec la fréquence  $f$  donnée par le stroboscope ?

VAL

- 2.2.** Les ondes émises par le vibreur sont transversales et sinusoïdales. À un instant  $t$ , une vue en coupe (dans un plan vertical) de la surface de l'eau présente l'aspect reproduit sur l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**.  $S$  est le point source,  $M$  est le front de l'onde.

ANA

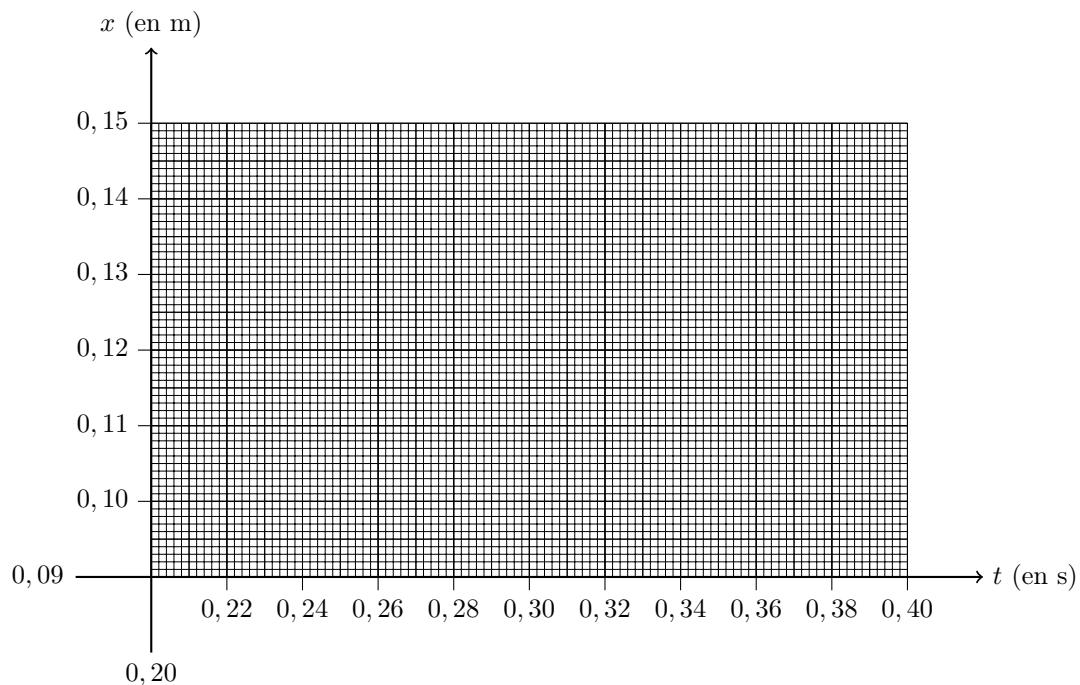
- 2.2.1.** Exprimer littéralement, en fonction de la période  $T$  des ondes, le retard  $\tau$  que présente le mouvement du point  $M$  par rapport au mouvement de la source  $S$ .

APP

- 2.2.2.** À l'instant suivant, le point  $M$  se déplace-t-il : verticalement vers le haut ? verticalement vers le bas ? horizontalement vers la gauche ? horizontalement vers la droite ? Justifier la réponse.

## ANNEXE (À RENDRE AVEC LA COPIE)

### Exercice II – Question 2.1.1.



### Exercice II – Question 2.2.

