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 (édité par son laboratoire de physique des océans) : "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 λ 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 λ est faible par rapport à la profondeur locale h de l'océan (au moins $\lambda < 0{,}5.h$).

Leur célérité v est définie par : $v = \sqrt{\frac{g.\lambda}{2\pi}}$.

- Ondes longues : lorsque la longueur d'onde λ est très grande par rapport à la profondeur h de l'océan ($\lambda > 10.h$), les ondes sont appelées ondes longues.

Leur célérité v est définie par: $v = \sqrt{g.h}$.

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

I – Questions sur le texte

À propos de la houle.

1. Au large (avec $h_1 = 4000$ m), la houle est-elle classée en ondes courtes ou longues ?
Évaluer la célérité v_1 d'une houle de longueur d'onde $\lambda_1 = 80$ m, ainsi que la période T de ses vagues.
2. En arrivant près d'une côte sablonneuse (profondeur d'eau $h_2 = 3{,}0$ m), la longueur d'onde de la houle devient grande par rapport à la profondeur, elle 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 λ_2.
3. Sur ces fonds ($h_2 = 3{,}0$ m), les vagues de houle arrivent parallèlement à une digue rectiligne, coupée par un chenal de 30 m de large, et qui ferme une assez vaste baie.
Le vent local étant nul, que peut-on observer sur une vue aérienne de ce site, derrière la digue, coté terre ?
Dessiner l'aspect de la surface de l'eau (vagues), sur le **document A (annexe à rendre avec la copie)**, de façon réaliste.
Quel nom porte le phénomène observé ? Avec quelles autres ondes (non mécaniques) peut-on observer le même phénomène ?

II – Au laboratoire du 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) sur l'eau de la cuve, à la célérité v.
La profondeur h de l'eau est faible et constante. La webcam prend des images à des instants t, successifs séparés par $\Theta = 1 / 30$ s = 0,033 s.

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 : **document B en annexe**.

a) Tracer sur le papier millimétré du **document C (annexe à rendre avec la copie)** le graphe *x* en fonction de *t*. En déduire la célérité v de cette onde. Est-elle constante ?
b) Sur l'une des vues du film, on pointe (selon *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. D'autre part, une étude en lumière stroboscopique a permis de déterminer la fréquence *f* du vibreur: 8 Hz < *f* < 9 Hz.
- Évaluer la longueur d'onde λ de ces ondes.
- Les valeurs calculées de *v* et λ sont-elles en accord avec *f* donnée par le stroboscope ?

2. Les ondes émises par le vibreur sont transversales, pratiquement sinusoïdales. On néglige le phénomène de dispersion. A un instant *t*, une vue en coupe (dans un plan vertical) de la surface de l'eau présente l'aspect reproduit sur le **document D (annexe à rendre avec la copie)**. (S est le point source, M est le front de l'onde).

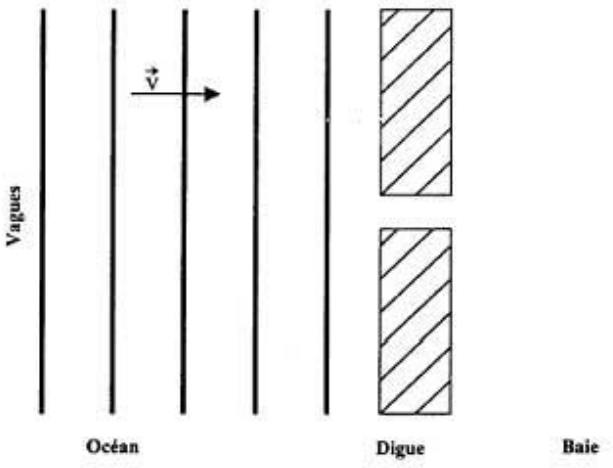
a) Exprimer, en fonction de la période T des ondes, le retard τ que présente le mouvement du point M, par rapport au mouvement de S (expression littérale demandée).
b) A l'instant suivant, le point M se déplace :
- Verticalement vers le haut ?
- Verticalement vers le bas ?
- Horizontalement vers la gauche ?
- Horizontalement vers la droite ?

Justifier votre réponse.

3. Sans rien modifier d'autre, on règle la fréquence du vibreur à *f* ' = 19 Hz. La mesure de la célérité des ondes donne alors : v ' = 0,263 $m.s^{-1}$. Comparer cette célérité à celle trouvée au **1.a)**.
De quel phénomène, négligé jusqu'ici, la différence entre *v* et *v* ' est-elle la manifestation ? Ce phénomène est-il présenté par des ondes non mécaniques ? Lesquelles ? Citer une application.

Annexe à rendre avec la copie

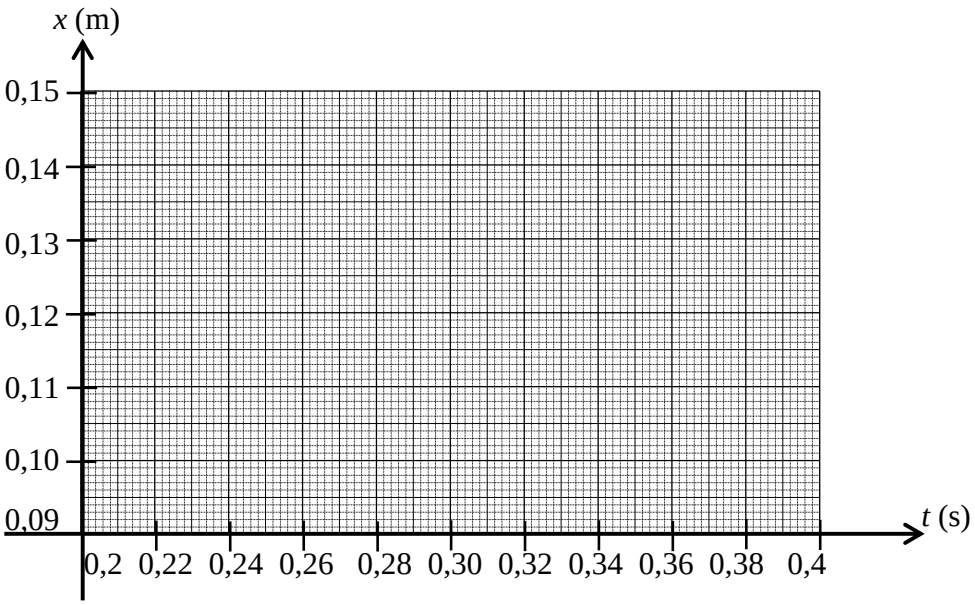
DOCUMENT A



DOCUMENT B

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

DOCUMENT C



DOCUMENT D

