

BCPST 1 : Devoir Surveillé n°1 - PHYSIQUE

Mercredi 24 Septembre 2025 – 50 min

Usage de la calculatrice : interdit

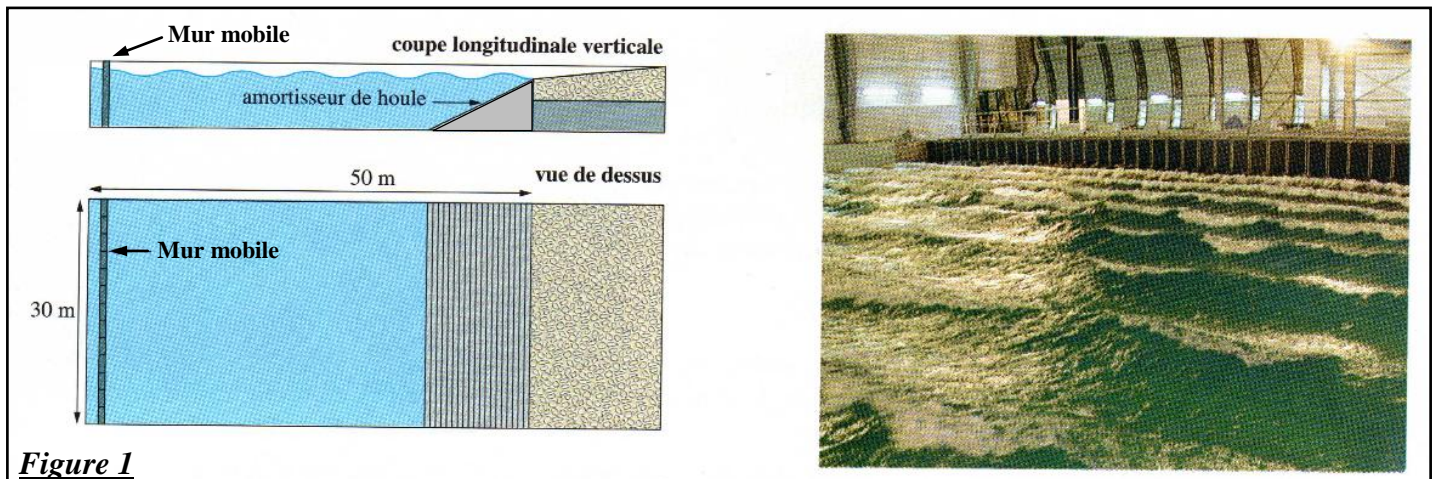
Toute réponse doit être justifiée.

On attend un résultat littéral préalablement à toute application numérique, ainsi que des réponses concises mais précises.

Tout résultat final doit être mis en valeur.

ETUDE D'UN BASSIN DE HOULE

L'Ecole Centrale de Nantes dispose d'un bassin de houle ; grâce à un mur mobile situé à l'une des extrémités du bassin, l'eau qu'elle contient peut être « poussée » et les vagues qui en résultent se propagent dans le bassin (**Figure 1**). Un tel dispositif permet donc de reproduire des vagues et d'étudier les différents paramètres de leur propagation ainsi que le comportement de structures fixes ou flottantes en milieu océanique.

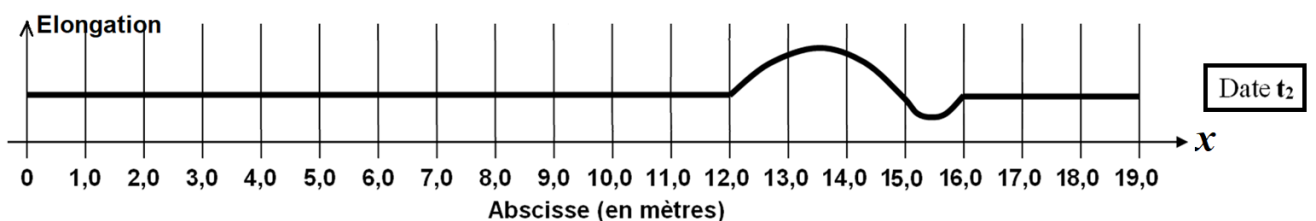
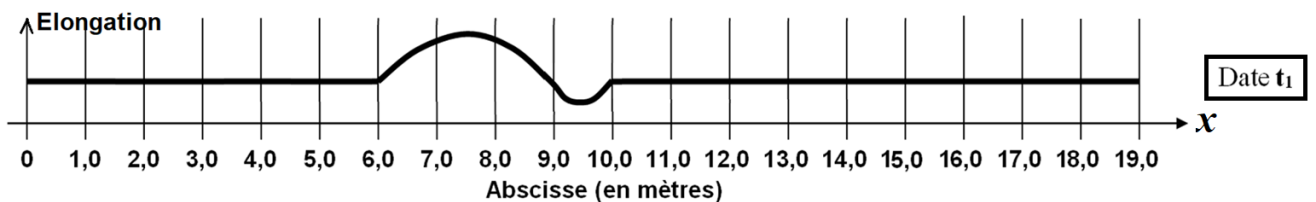


PARTIE A : Création d'une vague unique

(≈ 20 minutes)

On règle le mur mobile pour que celui-ci ne réalise qu'un seul mouvement : dans ce cas, une vague unique est générée. La **Figure 2** ci-dessous représente deux images d'une vidéo montrant la propagation d'une telle vague dans le bassin de houle de l'Ecole Centrale de Nantes.

Le minutage de la vidéo indique $t_1 = 2,00$ s et $t_2 = 5,00$ s.



Sur la **Figure 2**, l'origine des abscisses est confondue avec la position du mur mobile quand celui-ci est arrêté.

1. A l'instant de date t_1 , dans quelle direction et dans quel sens se déplace le point E d'abscisse $x_E = 7,0$ m ?
2. L'onde étudiée est-elle longitudinale ou transversale ?
3. Définir et calculer la célérité v de l'onde étudiée.
4. Une bouée ponctuelle est placée sur la surface du bassin. Pendant quelle durée Δt sera-t-elle en mouvement ?
5. La bouée est située à l'abscisse $x_B = 20,0$ m. Dessiner l'allure du graphique représentant l'élongation de la bouée en fonction du temps en précisant les dates de certains points caractéristiques du graphique.

PARTIE B : Création d'une onde périodique

(≈ 20 minutes)

Le mur mobile du bassin de houle peut aussi réaliser des va-et-vient périodiques, dont la période temporelle est comprise entre 500 ms et 5,0 s : dans ce cas, c'est un ensemble de vagues qui sont générées sur la surface de l'eau, qu'on peut considérer comme une onde périodique.

On programme le mur mobile du bassin de houle de l'École Centrale de Nantes afin qu'il effectue des va-et-vient périodiques avec la plus haute fréquence. Pour étudier précisément la houle ainsi générée, on place le bassin dans la pénombre et on prend une unique photo du bassin vue de dessus à l'aide d'un flash lumineux. La photo fait apparaître des zones sombres correspondant aux creux des vagues et des zones claires correspondant à leur sommet.

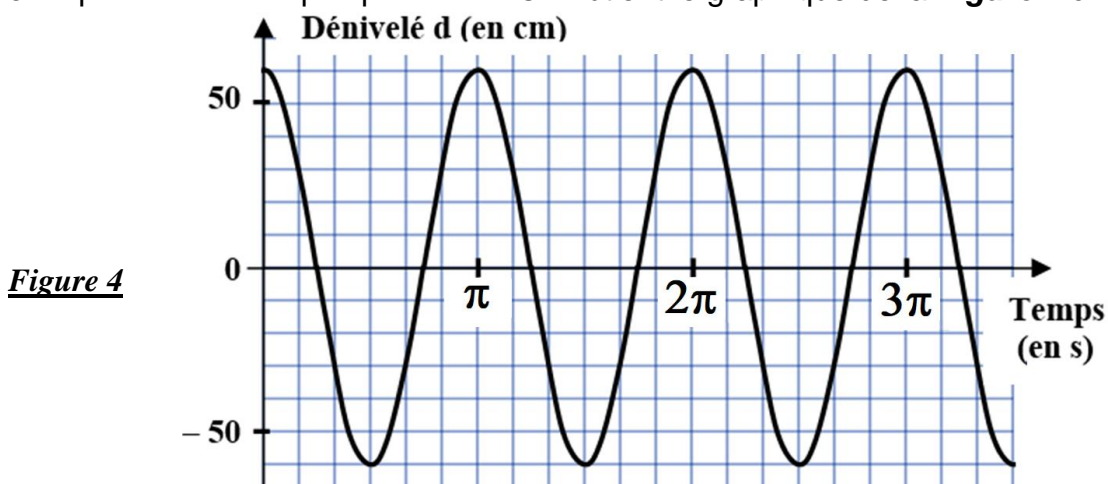
La **Figure 3** ci-dessous représente une des photographies obtenues à l'échelle 1/100.

Figure 3



6. Quelle est la fréquence de l'onde périodique générée par le mur mobile du bassin ?
7. Quelle est la longueur d'onde de l'onde périodique générée par le mur mobile du bassin ?
8. En déduire la nouvelle célérité v de l'onde dans ces conditions.

On change les réglages précédents et on relève le dénivelé d'une bouée située à la surface de l'eau au cours du temps, c'est-à-dire la différence entre l'altitude de la bouée à l'instant étudié et l'altitude de celle-ci quand elle n'est pas perturbée. On obtient le graphique de la **Figure 4** ci-dessous.



9. Exploiter ce graphique pour en déduire l'amplitude D_m d'une part et la pulsation ω de l'onde périodique d'autre part.

Les étudiants de l'Ecole Centrale ont mis au point un sondeur acoustique pour mesurer la profondeur des océans. Le dispositif est constitué d'un émetteur et d'un récepteur d'ondes ultrasonores de fréquence $f = 200$ kHz. L'émetteur envoie une salve d'ultrasons verticalement en direction du fond à des intervalles de temps réguliers. Quand elle rencontre un obstacle, une partie de l'onde est réfléchiée et renvoyée vers le sondeur. La détermination du retard entre l'émission et la réception du signal permet de calculer la profondeur p du lieu sondé par le dispositif.

Pour tester la qualité de leur sondeur, les élèves le placent à la surface du bassin de houle mais ne créent aucune vague afin que le sondeur soit immobile.

Un système d'acquisition relié au dispositif permet aux étudiants de visualiser l'oscillogramme de la **Figure 5** ci-dessous, pour lequel les sensibilités sont les suivantes :

Echelle verticale : 2,0 mV par carreau ; Echelle horizontale : 2,0 ms par carreau.

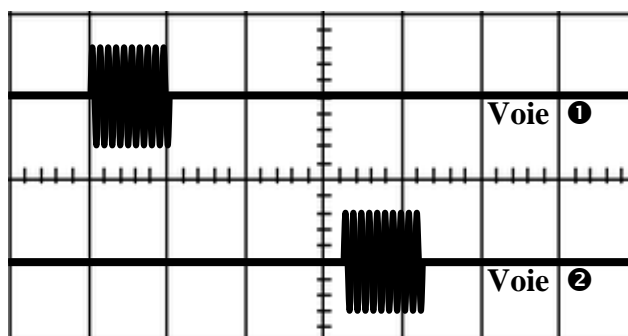


Figure 5

L'une des voies représente le signal émis par le sondeur, l'autre le signal reçu par le sondeur après réflexion sur le fond du bassin de houle.

10. Rappeler les valeurs de la célérité des ultrasons dans l'air et dans l'eau à 20°C.
11. Exploiter les données proposées pour déterminer la profondeur p du bassin de houle. .