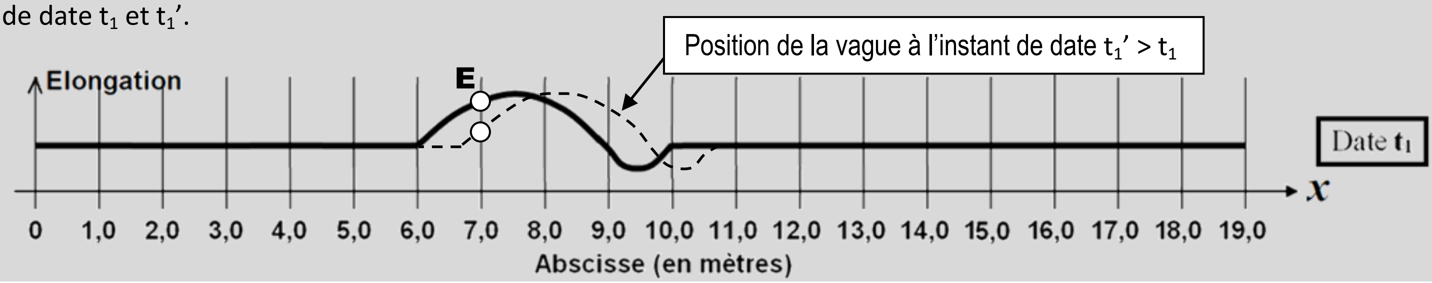
BCPST 1 C : Devoir Surveillé n°01 - SCIENCES PHYSIQUES – Eléments de correction

PARTIE A : CREATION D'UNE VAGUE UNIQUE

1. Le point E d'abscisse x_E se déplace **verticalement** (direction) et **vers le bas** (sens) puisque le maximum de la perturbation a déjà dépassé sa position et qu'il tend à rejoindre le niveau de la surface au repos.

Remarque : pour visualiser ce déplacement, on peut représenter en pointillés l'allure du plan d'eau un tout petit instant (date t_1') après la date t_1. On voit alors clairement le mouvement vertical vers le bas du point E entre les instants de date t_1 et t_1'.



---

2. Les points du milieu sont perturbés verticalement alors que l'onde se propage horizontalement. Ces deux directions étant perpendiculaires, cette onde est **transversale**.

---

3. La célérité d'une onde, c'est le **rapport entre la distance parcourue par l'onde et la durée qui lui est nécessaire pour parcourir cette distance**.

Pour calculer la célérité de l'onde étudiée, on s'intéresse à un point caractéristique de la perturbation, par exemple, le début de celle-ci (aussi appelé *front d'onde*) :

à l'instant de date t_1, ce point se trouve à l'abscisse **x_1 = 10,0 m** ;

à l'instant de date t_2, ce point se trouve à l'abscisse **x_2 = 16,0 m** ;

Par définition, la célérité de l'onde est : $v = \dfrac{distance\ parcourue}{durée\ mise\ pour\ la\ parcourir}$ soit ici : $\boxed{v = \dfrac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}}$

➨ **AN** : $v = \dfrac{16{,}0 - 10{,}0}{5{,}00 - 2{,}00} = \dfrac{6{,}0}{3{,}00}$ D'où : **$v = 2{,}0\ m.s^{-1}$**

Remarque : On obtiendrait évidemment le même résultat si on se basait sur la fin de la perturbation (aussi appelée queue de l'onde) qui se trouve aux abscisses x_1' = 6,0 m et x_2' = 12,0 m aux instants de date t_1 et t_2.

---

4. D'après la ***Figure 2***, la vague a une **extension spatiale mesurant L = 4,0 m** (différence entre l'abscisse du front d'onde et l'abscisse de la queue de l'onde).

Or, n'importe quel point du milieu sera en mouvement pendant la durée Δt nécessaire au passage de toute la vague d'extension spatiale L, à la célérité v telle que : $v = \dfrac{L}{\Delta t}$ soit : $\boxed{\Delta t = \dfrac{L}{v}}$

➨ **AN** : $\Delta t = \dfrac{4{,}0}{2{,}0}$ D'où : **$\Delta t = 2{,}0\ s$**

---

5. • A l'instant de date t_1, **le FRONT D'ONDE** se situe au point C d'abscisse x_C = 10,0 m. Le front d'onde atteindra donc le point B d'abscisse x_B = 20,0 m à une date $t_{B,front}$ telle que : $v = \dfrac{x_B - x_C}{t_{B,front} - t_1}$ soit : $\boxed{t_{B,front} = t_1 + \dfrac{x_B - x_C}{v}}$

➨ **AN** : $t_{B,front} = 2{,}00 + \dfrac{20{,}0 - 10{,}0}{2{,}0} = 2{,}00 + 5{,}0$ D'où : $t_{B,front} =$ **7,0 s**

• A l'instant de date t_1, **le FRONT D'ONDE** se situe au point D d'abscisse x_D = 6,0 m. La queue de l'onde atteindra donc le point B d'abscisse x_B = 20,0 m à une date $t_{B,queue}$ telle que : $v = \dfrac{x_B - x_D}{t_{B,queue} - t_1}$ soit : $\boxed{t_{B,queue} = t_1 + \dfrac{x_B - x_D}{v}}$

➨ **AN** : $t_{B,queue} = 2{,}00 + \dfrac{20{,}0 - 6{,}0}{2{,}0} = 2{,}00 + 7{,}0$ D'où : $t_{B,queue} =$ **9,0 s**

• A l'instant de date t_1, l'onde a une **AMPLITUDE MINIMALE** au point F d'abscisse x_F = 9,5 m. L'onde aura donc une amplitude maximale au point B d'abscisse x_B = 20,0 m à une date $t_{B,min}$ telle que : $\boldsymbol{v} = \frac{x_B - x_F}{t_{B,min} - t_1}$

soit : $\boxed{t_{B,min} = t_1 + \frac{x_B - x_F}{v}}$

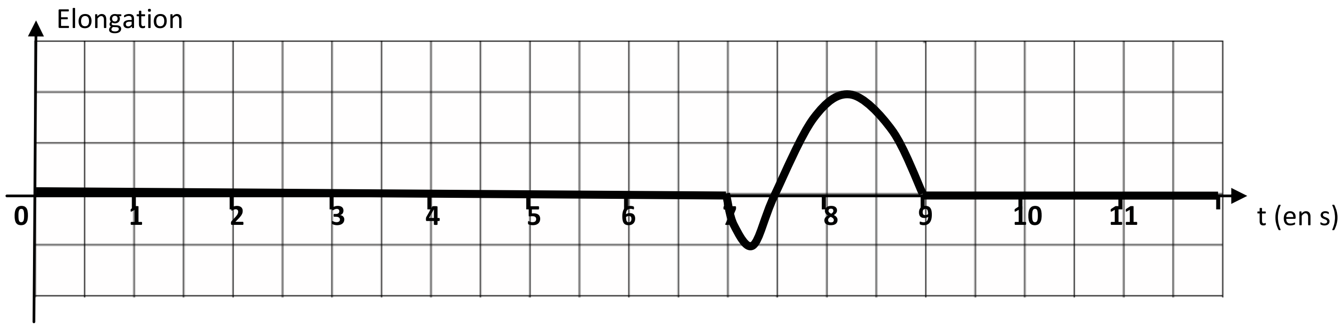
➡ **AN** : $t_{B,min} = 2,00 + \frac{20,0 - 9,5}{2,0} = 2,00 + 5,25$ D'où : $t_{B,min}$ = **7,25 s**

• A l'instant de date t_1, l'onde a une **AMPLITUDE MAXIMALE** au point G d'abscisse x_G = 7,5 m. L'onde aura donc une amplitude maximale au point B d'abscisse x_B = 20,0 m à une date $t_{B,max}$ telle que : $\boldsymbol{v} = \frac{x_B - x_G}{t_{B,max} - t_1}$

soit : $\boxed{t_{B,max} = t_1 + \frac{x_B - x_G}{v}}$

➡ **AN** : $t_{B,max} = 2,00 + \frac{20,0 - 7,5}{2,0} = 2,00 + 6,25$ D'où : $t_{B,max}$ = **8,25 s**

Allure de la courbe d'élongation de la bouée située en B en fonction du temps :



Remarque : On peut s'épargner certains des calculs précédents en se servant du résultat de la question **4.**. En effet, après avoir calculé la date $t_{B,front}$ à laquelle le front d'onde atteint le point B ($t_{B,front}$ = 7,0 s) et en sachant que chaque point du milieu est perturbé pendant une durée Δt = 2,0 s, on en déduit que **le point B sera perturbé jusqu'à l'instant de date $t_{B,Queue} = t_{B,front} + \Delta t$ = 7,0 + 2,0 = 9,0 s**.

De plus, la représentation spatiale et la représentation temporelle d'une onde ayant une forme inverse l'unde de l'autre, on en déduit l'allure de la courbe dessinée ci-dessus.

PARTIE B : CREATION D'UNE ONDE PERIODIQUE

6. D'après l'énoncé, le mur est programmé pour générer une onde avec la plus haute fréquence *f* possible, c'est-à-dire avec la plus petite période temporelle *T*, car $f = \frac{1}{T}$. On fait donc l'application numérique avec *T* = 500 ms.

➡ **AN** : $f = \frac{1}{0,500}$ D'où : ***f* = 2,00 Hz**

---

7. L'analyse de la photo de la **Figure 3** permet de déterminer la longueur d'onde λ de l'onde créée, c'est-à-dire la distance minimale séparant deux points du milieu dans le même état de perturbation. Ici, on peut donc mesurer la distance séparant deux sommets de vagues consécutifs ; mais pour plus de précision, on en mesure un grand nombre.

Pour **10 λ**, on mesure à la règle une longueur **ℓ = 17,0 cm** sur la photographie fournie.

Mais le document est à l'échelle 1/100, ce qui signifie que les dimensions réelles sont 100 fois plus grandes. On en déduit donc que : **10 λ = 100 × 17,0 cm** dans la réalité

c'est-à-dire : **λ = 10 × 17,0 cm dans la réalité**, soit **λ = 170 cm = 1,70 m**

---

8. Pour une onde périodique de longueur d'onde λ et de fréquence ***f*** (ou de période temporelle **T**), la célérité **v'** est donnée par la formule : $\boxed{v' = \lambda \times f}$ ou $\boxed{v' = \frac{\lambda}{T}}$

➡ **AN** : v' = **1,70 × 2,00** ou $v' = \frac{1,70}{0,500}$ D'où : v' = **3,40 m.s^{-1}**

---

9. • **<u>L'amplitude</u>** D_m de l'onde est définie comme la <u>moitié de l'amplitude crête à crête</u> D_{cc}, elle-même égale à la différence de dénivelé entre le maximum et le minimum de l'onde :

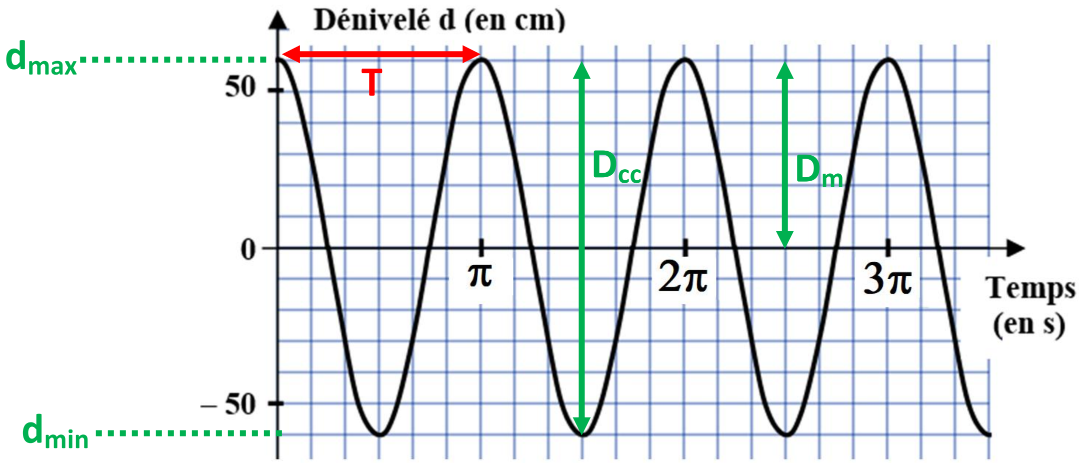
$$D_m = \frac{D_{cc}}{2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{D_m = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}}$$

➡ **<u>AN</u>** : $D_m = \frac{60-(-60)}{2} = \frac{120}{2}$ D'où : $D_m =$ **<u>60 cm</u>**

• <u>La pulsation</u> de l'onde est définie par : $\boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}}$

où T est la période temporelle de l'onde, égale à la durée minimale au bout de laquelle un point du milieu se retrouve dans le même état de perturbation. On lit sur la Figure 4 : **<u>T = π (en s)</u>**.

➡ **<u>AN</u>** : $\omega = \frac{2\pi}{\pi}$ D'où : ω = **<u>2 rad.s⁻¹</u>**



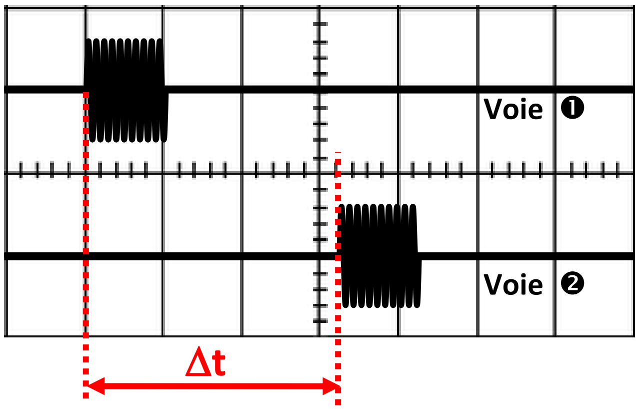
PARTIE C : PROFONDEUR DU BASSIN DE HOULE

10. A 20 °C, la célérité des ondes sonores dans l'air vaut **<u>v_{air} = 340 m.s^{-1}</u>** alors qu'elle vaut **<u>v_{eau} = 1500 m.s^{-1}</u>** dans l'eau.

---

11. L'oscillogramme obtenu, ***Figure 5***, permet de mesurer le <u>retard entre les deux signaux</u> :

$$\underline{\Delta t} = 3,2 \; div \; horizontales = 3,2 \times 2,0 \; ms = \underline{6,4 \; ms}$$



Or, le signal reçu par le sondeur a parcouru la **<u>distance 2p</u>** depuis son émission puisqu'il est émis verticalement et se réfléchit au fond du bassin (il réalise donc un aller-retour).

Les ultrasons parcourant cette <u>distance 2p</u> pendant la <u>durée Δt</u> à la <u>célérité v_{eau}</u>, on a donc : $v_{eau} = \frac{2p}{\Delta t}$

c'est-à-dire : $\boxed{p = \frac{v \times \Delta t}{2}}$

➡ **<u>AN</u>** : $p = \frac{1500 \times 6,4.10^{-3}}{2} = \frac{1,500.10^{3} \times 6,4.10^{-3}}{2}$ = **1,5 × 3,2** soit **p =** **<u>4,8 m</u>**