Un caillou dans l'eau

Q1

a) Vidéo

Calcul de l'énergie potentielle stockée par la goutte d'eau.

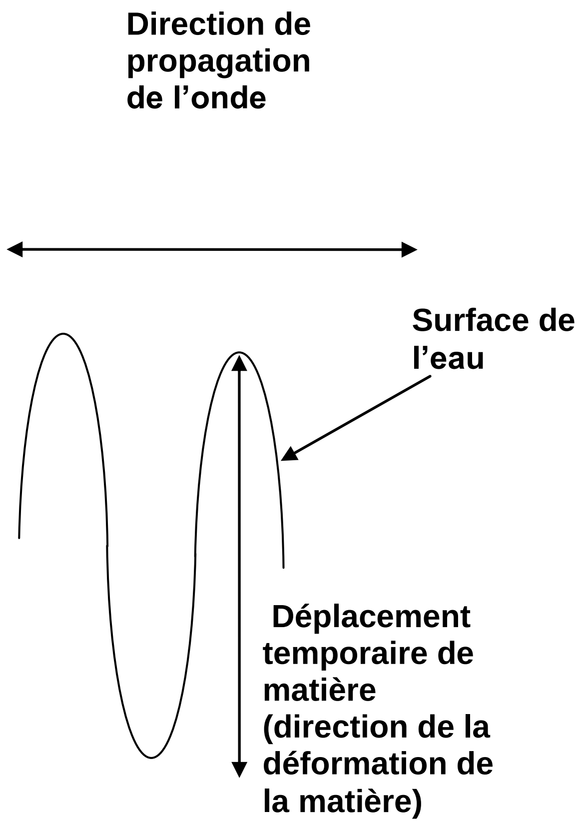
$V = 200\ mm^3 = 200 \times (10^{-3})^3 = 200 \times 10^{-9}\ m^3$

$\rho = 10^3\ kg.m^{-3}$; $g = 9,81\ N.kg^{-1}$; $h = 5\ cm = 5 \times 10^{-2}\ m$;

$Ep = m.g.h = \rho.V.g.h = 200 \times 10^{-9} \times 10^3 \times 9,81 \times 5 \times 10^{-2} = 9,81 \times 10^{-5}\ J$

b) Vidéo

L'onde générée par la chute de la goutte d'eau est transversale. En effet le déplacement temporaire de matière au passage de l'onde est perpendiculaire à sa direction de propagation.

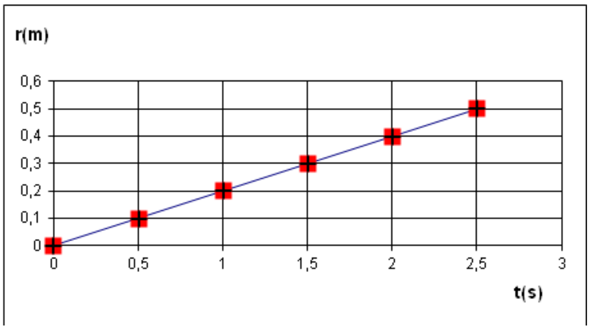


Q2

a)

Tracé de la courbe r = f(t) :

Rayon du front d'onde en fonction du temps



b) Vidéo

La célérité d'une onde correspond à la distance 'd', parcourue par le front d'onde, divisée par la durée du parcourt Δt.

$$c = \frac{d}{\Delta t}$$

La célérité est égale à la pente de la tangente à la courbe en chaque instant. Cette pente est constante, vue que la courbe est une droite. Conclusion : la célérité de l'onde est constante.

c) Calcul de la célérité (ça revient évidement à calculer la pente d'une droite).

1. **Prendre 2 points de la droite, et déterminer graphiquement leur coordonnées**

   M1 (t1 = 0 s , r1 = 0 m) ; M2 (t2 = 2,5 s , r2 = 0,5 m)

2. **Donner l'expression littérale de la pente, et calculer la valeur numérique:**

$$c = \frac{(r2 - r1)}{(t2 - t1)} = \frac{(0{,}5 - 0)}{(2.5 - 0)} = 0{,}2 \ \ m.s^{-1}$$

Q3

a) Vidéo

Retard τ du mouvement d'un point M situé à une distance d = 1,00 m du point de chute du caillou :

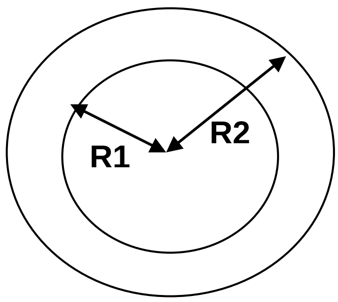
$$\tau = \frac{d}{c} = \frac{1}{0.2} = 5\,s$$

b) La forme du front d'onde à la surface de l'eau est un cercle.

A l'instant t1 = 0,2 s , la distance parcourue par le front d'onde est : r1 = c.t1 = 0,2 x 0,2 = 0,04 m = 4 cm.

A l'instant t2 = 0,3 s , la distance parcourue par le front d'onde est : r2 = c.t2 = 0,2 x 0,3 = 0,06 m = 6 cm.

Allure du front d'onde à ces 2 instants :



Q4

a)

$$z = \left(\frac{V.h}{2.\pi.r}\right)^{1/3}$$

b) La célérité est relié à la distance 'r' parcourue par l'onde par la relation : r = c.t

En reportant cette expression dans l'expression trouvée précédemment, on obtient l'expression de l'amplitude en fonction du temps :

$$z = \left(\frac{V.h}{2.\pi.r}\right)^{1/3} \Rightarrow \left(\frac{V.h}{2.\pi.c.t}\right)^{1/3}$$

c) Vidéo
Combien de temps l'observateur peut-il voir l'onde se propager ?

z(min) = 1 mm = 10^{-3} m ; On reprend l'expression précédente Q4 b :

$$z(min) = \left(\frac{V.h}{2.\pi.c.t}\right)^{1/3} \Rightarrow z^3(min) = \frac{V.h}{2.\pi.c.t} \Rightarrow$$

$$t = \frac{V.h}{z^3(min).2.\pi.c} = \frac{200x10^{-9}x5x10^{-2}}{(10^{-3})^3x2x3.14x0.2} = 8\,s$$

d) Quel sera le rayon maximum du front d'onde observable ?

z(min) = 1 mm = 10^{-3} m

On reprend l'expression théorique du Q4 a :

$$z(min) = \left(\frac{V.h}{2.\pi.r_{max}}\right)^{1/3} \Rightarrow$$

$$r_{max} = \frac{V.h}{2.\pi.{z_{min}}^3} = \frac{200x10^{-9}.5x10^{-2}}{2x3.14x(10^{-3})^3} = 1{,}6\,m$$