

But de l'activité : Comprendre ce qu'est une onde mécanique progressive.

EXO A AJOUTER

Lors d'un match de football au Stade de France, une Ola est lancée dans le stade en folie. Un spectateur s'écrit alors: « On dirait une vague qui se propage dans la mer. C'est fou !! ». Son voisin lui répond moqueur : « Ben c'est évident ! Ce sont toutes les deux des ondes ! ». A-t-il raison ?

Partie I : La Ola

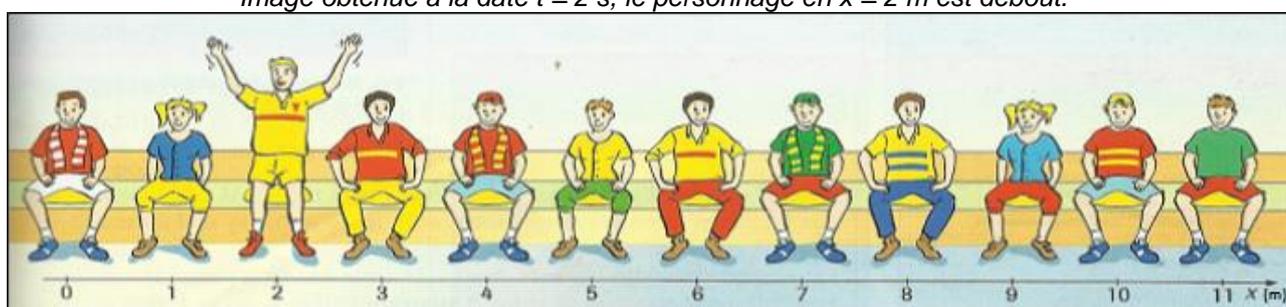
Document 1 : Simulation d'une ola

Dans les gradins, les milieux de chaque siège sont distants de $d = 1,0 \text{ m}$ et la ola progresse à la célérité $v = 1,0 \text{ m.s}^{-1}$.

Au temps $t = 0 \text{ s}$, le personnage 0 (à gauche) déclenche la ola. Au temps $t = 2 \text{ s}$, elle a parcouru 2 m et on obtient l'arrêt sur image du schéma ci-dessous.

Toutes les trois secondes, le personnage 0 déclenche le départ d'une nouvelle Ola.

Image obtenue à la date $t = 2 \text{ s}$, le personnage en $x = 2 \text{ m}$ est debout.

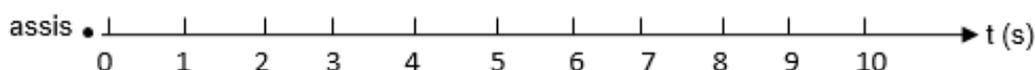


I.1. Lors de la première ola, avec quel retard τ le personnage 5 (placé en $x = 5 \text{ m}$) va-t-il reproduire le mouvement du personnage placé en 0 ? Préciser le calcul.

I.2. On considère maintenant le personnage 3 (placé en $x = 3 \text{ m}$).

a. Dessiner sur le schéma ci-dessous le mouvement de ce personnage au cours du temps.

debout •

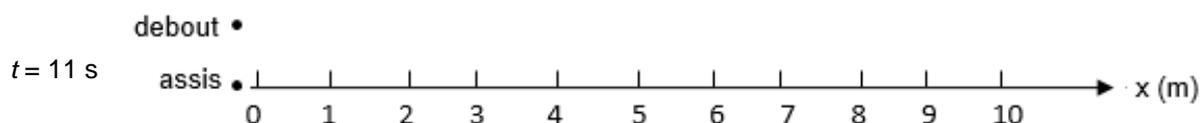


b. Comment peut-on décrire ce mouvement ?

c. Donner la caractéristique principale d'un tel mouvement pour cet exemple.

d. À quelle fréquence f le personnage se lève-t-il, en répétitions par seconde (ou Hz) ? Préciser le calcul.

I.3. Dessiner sur le schéma ci-dessous les arrêts sur image aux dates 9 s et 11 s.

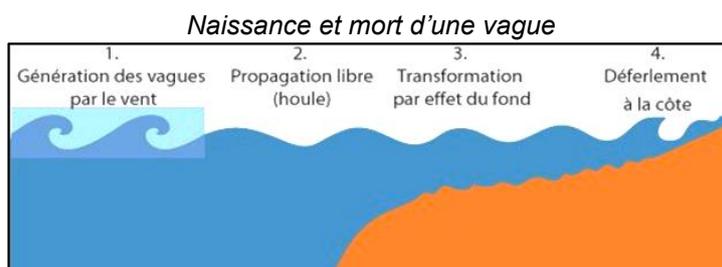


I.4. Quelle est la valeur de la distance L qui sépare deux personnages qui sont debout ensemble ? Quel autre nom pourrait ton donner à cette distance pour la vague de ola ?

Partie II : La houle

Document 2 : Caractéristiques des vagues

Les vagues sont le déplacement à la surface des océans d'ondes périodiques générées par le vent. En l'absence de vent les vagues continuent à se propager librement, c'est ce qu'on appelle la houle (état 2 sur le schéma ci-dessous)



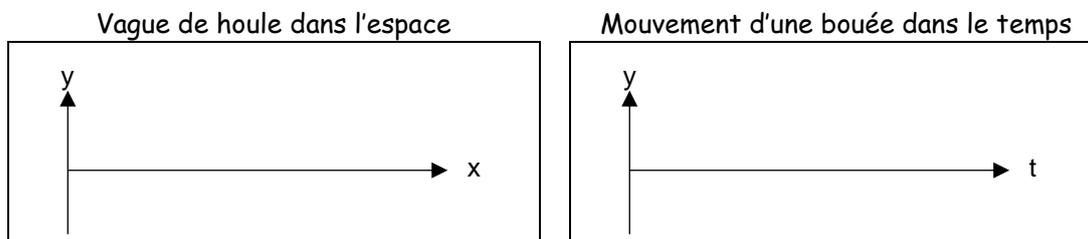
La hauteur, la longueur entre les crêtes (écartement), la période et la direction des vagues sont très variables. Parmi les différents types de vagues, on nomme :

- La houle forte les ondes d'une période moyenne de 20 s, qui se traduit par des écartements de plus de 600 m et des vitesses de propagation supérieures à 30 m.s^{-1} .
- Les vagues de houle ordinaire, plus rapprochées, ont une période d'environ 10 s pour un écartement de 150 m et une vitesse de 15 m.s^{-1} .
- Les vagues de vent marin, d'une période de 7 s, ont un écartement de 77 m pour une vitesse de 11 m.s^{-1} .
- Les vagues du littoral, à l'intérieur des baies, ont des périodes plus courtes, de l'ordre de 3 s, ce qui se traduit par des écartements de 15 m et des vitesses de 5 m.s^{-1} .
- Les rides à la surface des étangs ont une période de 0,5 s, une longueur de 0,4 m et une vitesse de $0,8 \text{ m.s}^{-1}$.

D'après <http://users.belgacom.net/renedec/pagesci12.html>

II.1. Dans l'encart de gauche ci-dessous, représenter la vague de houle dans l'espace et représenter ce que le document 2 appelle « l'écartement ». Quel autre nom pourrait ton donner à ce terme ?

II.2. Dans l'encart de droite ci-dessous, représenter la trajectoire au cours du temps d'une bouée à la surface de l'eau (x constant) lors du passage d'une vague de houle.



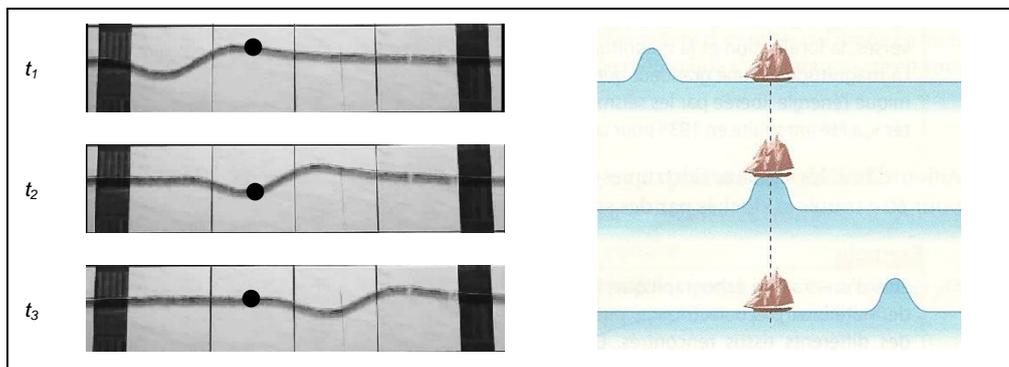
II.3. A partir des schémas ci-dessus (espace et temps), justifier que l'on peut qualifier la houle d'onde sinusoïdale.

II.4. Pour les 5 différentes vagues présentées dans le document 2, compléter le tableau ci-dessous.

Type de vagues	Vitesse v (m.s^{-1})	Période T (s)	Ecartement λ (m)
Houle forte			
Houle ordinaire			
Vague de vent marin			
Vague de littoral			
Rides de surface			

II.5. En déduire une relation entre la vitesse de propagation, la période et l'écartement.

On observe, sur le document ci-dessous, un point fixe du ressort dans le cas de l'onde de type 1, ainsi que le mouvement d'un bateau au passage d'une vague.



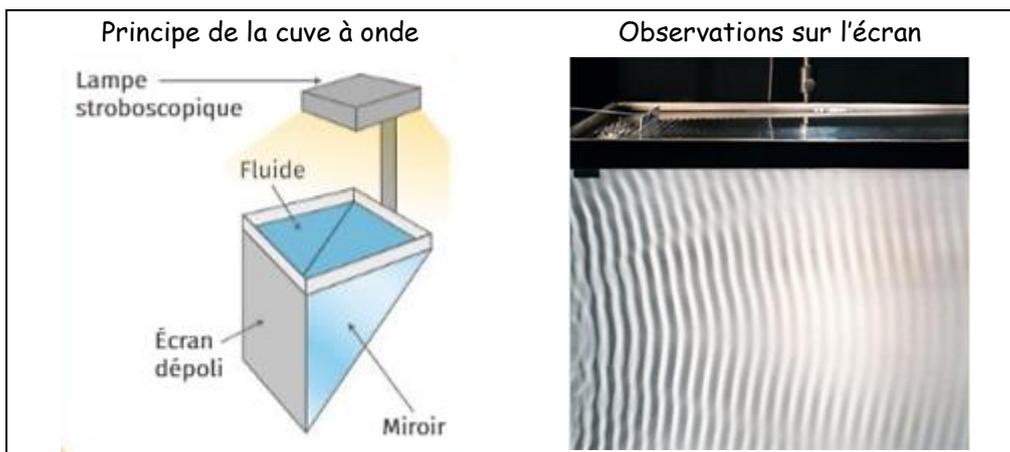
II.6. La quantité de matière composant le ressort ou la vague change-t-elle lors du passage de l'onde ?

II.7. Le point noir sur le ressort, comme le bateau sur la mer, sont immobile avant le passage de l'onde. Qu'en est-il lors du passage de l'onde ? Citer alors une grandeur physique qui varie lors du passage de l'onde.

II.8. Citer une deuxième caractéristique physique variant lors du passage de l'onde.

II.9. D'un point de vue énergétique, quelle grandeur physique unique est transportée lors du passage de l'onde ?

Une cuve à onde est une installation permettant d'étudier des ondes mécaniques en laboratoire. Elle permet de générer des vagues sinusoïdales à la surface d'une faible épaisseur d'eau et d'observer leur propagation. Un vibreur crée l'onde sinusoïdale ; la lumière émise par une lampe stroboscopique est envoyée, grâce à un miroir, sur un écran. On observe sur l'écran une image contrastée : les zones sombres et claires traduisent les creux et les sommets des vagues successives.



Dans le modèle de vague en eau peu profonde (hauteur d'eau h), la célérité des vagues peut être calculée par : $v = \sqrt{g h}$ (ici, $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$)

II.10. Le vibreur génère une onde progressive sinusoïdale de fréquence $f = 25 \text{ Hz}$. Deux sommets consécutifs proches de la source sont séparés de $1,3 \text{ cm}$. Calculer la célérité de l'onde.

II.11. Calculer la hauteur d'eau à cet endroit de la cuve.

II.12. Un tsunami est une série de vagues produites à la suite d'un séisme en pleine mer. On estime la célérité moyenne de ces vagues à 240 km.h^{-1} . Que peut-on dire de la célérité instantanée et de la séparation des vagues de tsunami à l'approche du rivage, lorsque la profondeur diminue ?

❖ **Onde progressive sinusoïdale**

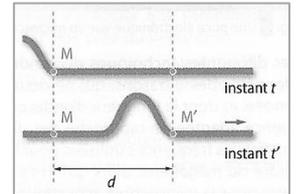
Une onde progressive sinusoïdale est une onde qui ne se propage que dans une dimension spatiale, dont la perturbation est une fonction sinusoïdale.

❖ **Onde mécanique**

Une onde mécanique modifie localement et temporairement les propriétés mécaniques (vitesse, position, pression...) du milieu matériel. Elle

❖ **Retard**

La perturbation lors de la propagation d'une onde est la même au point M à l'instant t qu'au point M' à l'instant t' . On appelle le retard la grandeur $\tau = t - t'$



❖ **Caractéristiques d'une onde périodique sinusoïdale**

- **Période spatiale λ (= longueur d'onde) :**
séparant deux points du milieu présentant le même état vibratoire.

Son unité SI est le mètre (m).

- **Période temporelle T :**pour
 que chaque point du milieu se retrouve dans le même état vibratoire.

Son unité SI est la seconde (s).

- **Fréquence f :** Elle est reliée à la période temporelle par
 Son unité SI est le hertz (Hz).

❖ **Vitesse de propagation**

La vitesse de propagation d'une onde progressive périodique (sinusoïdale ou non) est donnée par
 avec v la célérité de l'onde en $m.s^{-1}$

d la distance parcourue par la perturbation en m

τ la durée pour parcourir la distance d (ou retard) en s

Dans le cas d'une onde progressive sinusoïdale, la vitesse de propagation relie les périodes spatiale λ et temporelle T (ou périodes spatiale λ et fréquence f)