

1^{ère} Spé
Physique

Thème :
Les ondes sinusoïales

TP 22

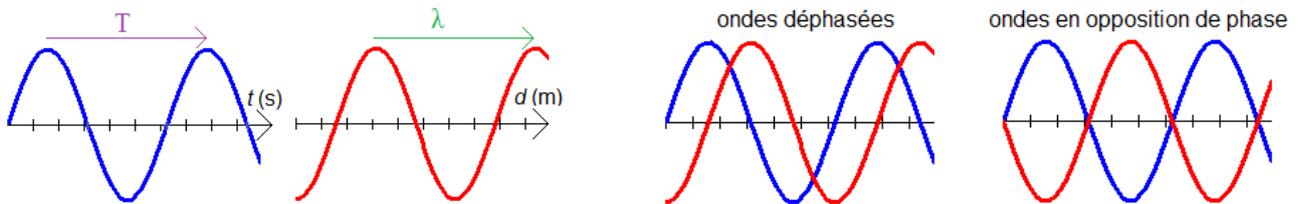
Chap.15

➤ **But du TP** : Déterminer la période T, la longueur d'onde λ et la célérité v d'une onde ultrasonore. Simuler la propagation d'une onde périodique à l'aide d'un langage de programmation.

I. Caractéristiques d'une onde sinusoïdale

Document 1 : Double périodicité d'une onde périodique

- Lorsque la source impose une perturbation périodique, l'onde progressive ainsi générée est elle-même périodique (comme les ondes sinusoïales). Cette onde est caractérisée par une double périodicité : temporelle et spatiale :
 - La période temporelle T (en s) correspond à la durée d'un motif élémentaire.
 - La période spatiale ou longueur d'onde λ (en m) correspond à la distance séparant 2 points successifs de l'onde vibrant en phase (ou même état vibratoire).



- Pour déterminer la valeur de la longueur d'onde λ, il suffit de mesurer la distance pour laquelle les ondes en phase redeviennent en phase.

Document 2 : Célérité et incertitudes

- La célérité théorique des ondes acoustiques dans l'air : $v_{théo} = \sqrt{\alpha \times (\theta + 273,15)}$
où $\alpha_{air} = 402 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et θ : température (en °C)
- L'incertitude absolue U(v) de la célérité v se calcule par l'expression $U(v) = v_{exp} \times \sqrt{\left(\frac{U(T)}{T}\right)^2 + \left(\frac{U(\lambda)}{\lambda}\right)^2}$
- Pour une double lecture sur une échelle graduée, la valeur U(X) de la grandeur mesurée vaut :

$$U(X) = \sqrt{\frac{2}{3}} \times \frac{\text{graduation}}{N}$$
 - Distance : une graduation est donnée à la règle à partir de la mesure de N longueurs d'onde ;
 - Période T : une graduation est donnée par un cran de variation des curseurs sur l'oscilloscope pour N motifs élémentaires.
- Remarque** : Plus l'incertitude relative $\frac{U(X)}{X}$ est petite, meilleure sera la précision sur la grandeur X.

Question (S'approprier)

1) Par analyse dimensionnelle (utiliser les unités), indiquer l'expression qui permet de calculer la célérité v des ondes périodiques :

① $v = \lambda \times T$	② $v = \frac{1}{\lambda \times T}$	③ $v = \frac{T}{\lambda}$	④ $v = \frac{\lambda}{T}$
--------------------------	------------------------------------	---------------------------	---------------------------

Protocole expérimental (Réaliser-Analyser)

- Alimenter l'émetteur E d'ultrasons (US) en continu, puis placer les deux récepteurs R₁ et R₂ côte à côte, face à lui.
 - Relier les récepteurs sur chacune des voies CH1 et CH2 de l'oscilloscope.
 - Visualiser les signaux (zoomer à l'aide du bouton de la vitesse de balayage TIME/DIV) et les superposer en décalant les courbes.
 - Éloigner très lentement l'un des deux récepteurs. Observer l'évolution du déphasage entre les signaux.
- Avec précision, mesurer la période temporelle T des US.
 - Calculer la valeur de l'incertitude absolue U(T) sur la période T.
 - Proposer un protocole pour déterminer le plus précisément possible la valeur de la longueur d'onde λ des US.

Faire vérifier votre protocole par le professeur, puis le mettre en œuvre.

- 5) Calculer la valeur de l'incertitude absolue $U(\lambda)$ sur la longueur d'onde λ .
- 6) Parmi ces deux mesures, laquelle est la plus précise ? Justifier.

Exploitation (Réaliser-Valider)

- 7) Calculer la valeur de la célérité expérimentale v_{exp} des US et son incertitude absolue.
- 8) Mesurer la température de l'air afin de calculer la valeur théorique de la célérité. Conclure (%ER) en indiquant les causes d'erreur.

II. Parc à vagues

Document 3 : WaveGarden Cove®

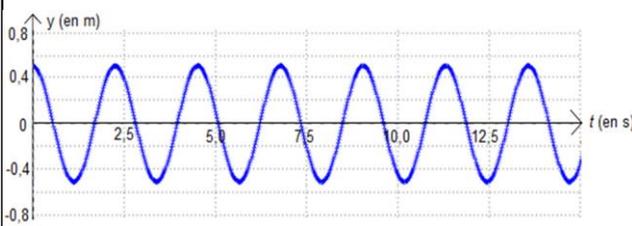
- WaveGarden est une société spécialisée en technologies génératrices de vagues. Son projet WaveGardenCove® est un parc à vagues dont le système de génération de vagues est contrôlé par un logiciel sophistiqué dont les fonctionnalités sont personnalisables : hauteur et longueur de la vague, fréquence, puissance, vitesse.
- Les vagues peuvent varier en taille, de 0,5 m de haut pour les surfeurs débutants jusqu'à des vagues pouvant atteindre une hauteur de 2,4 m pour les surfeurs confirmés et professionnels.
- En paramétrant la fréquence au maximum, des vagues peuvent être créées toutes les huit secondes.



D'après <https://wavegarden.com/fr/wavegarden-cove/>

Document 4 : Générateur de signal sinusoïdal

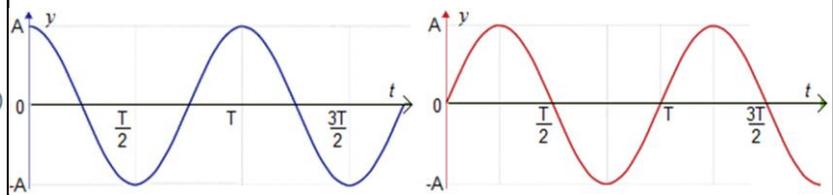
Le logiciel est paramétré pour produire ce signal :



Document 5 : Fonctions mathématiques sinusoïdales

$$y = A \times \cos\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right)$$

$$y = A \times \sin\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right)$$



Programmation (Réaliser-Analyser)

- Un programme informatique permet de visualiser un signal sinusoïdal et d'en faire varier certains paramètres.
 - Ouvrir le logiciel *EduPython*.
 - Charger le fichier *Sinusoïde.py* présent dans les documents de votre classe (PC).
 - Exécuter le programme et observer le signal généré lorsque sa période T change.
- 1) Quel est le numéro de la ligne qui correspond à la fonction mathématique du signal à générer ?
 - En utilisant les fonctions du doc.5, modifier cette ligne afin que le programme affiche le même signal que celui du doc.4.
 - 2) Déterminer la valeur de son amplitude A, de sa période T et de sa fréquence f (en Hz).
 - 3) Quelle est l'influence d'une modification de la période ? de l'amplitude ?
- Un second programme informatique permet de matérialiser la propagation de la vague.
 - Charger le fichier *Vague.py* présent dans les documents de votre classe (PC).
 - Exécuter le programme.
 - Modifier le programme afin de simuler la propagation des vagues destinées aux surfeurs expérimentés.
- 4) Indiquer les valeurs de la période T et de l'amplitude A des vagues générées.

👏 Faire vérifier la courbe par le professeur. 👏

Problème (Raisonner)

- 5) Quelle doit-être la profondeur H en eau dans la piscine qui permet la production de ces vagues ?
 - **Donnée** : La célérité des vagues dites ondes longues (eau peu profonde : $\lambda > 10 \times H$) se calcule par $v = \sqrt{g \times H}$ avec $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.