

Devoir surveillé n°1

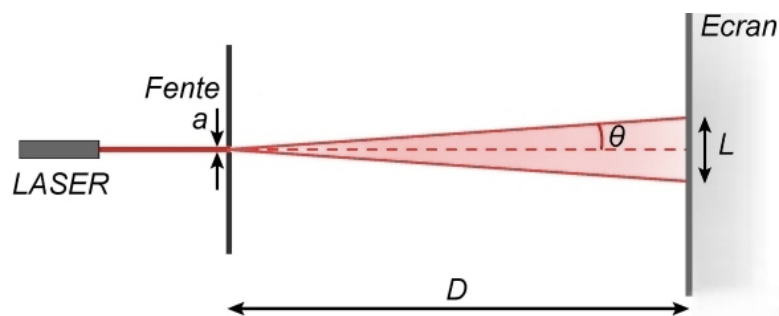
Durée 2H

Calculatrice autorisée.

.....Exercice n°1

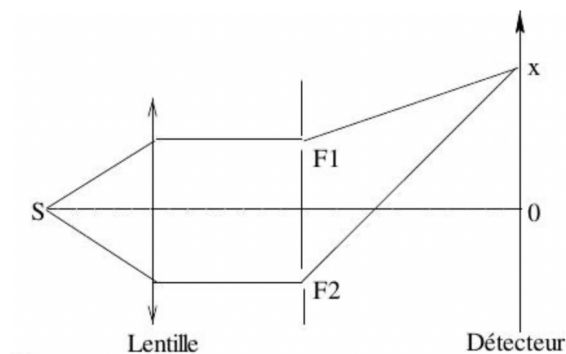
Un faisceau laser de longueur d'onde $\lambda = 532 \text{ nm}$ (laser vert) éclaire une fente de largeur $a = 50 \text{ }\mu\text{m}$. Un écran est placé à une distance $D = 1,5 \text{ m}$ de la fente.

1. Déterminer la largeur de la tache centrale de diffraction.
2. Expliquer ce qui se passe si on diminue la largeur de la fente a .



Exercice n°2

On réalise une expérience d'interférences avec les fentes de Young. Deux fentes fines F_1 et F_2 , distantes de $a = 0,15 \text{ mm}$, sont éclairées par une source ponctuelle monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 550 \text{ nm}$. L'écran est placé à la distance $D = 1,20 \text{ m}$ des fentes.



Soit un point $M(x)$ de l'écran tel que d_1 et d_2 soient ses distances respectives à F_1 et F_2 .

1. Quelles sont les conditions nécessaires pour observer un phénomène d'interférences dans cette expérience ?

2. Exprimer la différence de marche $\delta = d_2 - d_1$. Donner les conditions pour que le point M soit :

- sur une frange brillante,
- sur une frange sombre.

3. On donne plusieurs valeurs de la différence de marche :

- $\delta = 0$,
- $\delta = 1,65 \mu\text{m}$,
- $\delta = 2,75 \mu\text{m}$.

Que peut-on dire de la position du point M pour chacune de ces situations (frange brillante ou sombre) ?

Exercice n°3

Les sons chez les dauphins ($\approx 1\text{h}20$)

Beaucoup d'animaux tels que les dauphins, les éléphants, et les chauves-souris utilisent des « sons » pour communiquer entre eux, chasser leur proie ou pour se localiser. Le cas des dauphins est particulièrement intéressant, étant donné leur capacité à utiliser ce mode de « langage » presque à l'égal des humains comme le disent certains scientifiques.

1. Généralités sur les sons

Un son est un phénomène physique lié à la transmission d'un mouvement vibratoire. Tout objet susceptible de vibrer peut générer un son aussi longtemps que les vibrations sont entretenues. Pour entendre un son, il faut que les vibrations soient transportées jusqu'au récepteur par un milieu, par exemple l'air, mais aussi les liquides et les solides. Les molécules du milieu qui reçoivent une impulsion sont mises en mouvement dans une certaine direction. Elles rencontrent d'autres molécules qu'elles poussent devant elles en formant ainsi une zone de compression. À la compression succède une détente et ainsi de suite : il s'établit alors une série d'oscillations qui se transmettent de proche en proche.

1.1. Le son est-il une onde mécanique ou électromagnétique ? Justifier.

1.2. Un modèle permettant d'étudier la propagation des sons consiste à découper le milieu de propagation en tranches identiques susceptibles de se comprimer et de se détendre. On fait correspondre à chaque tranche un chariot et un ressort (voir **figure 1**). Une brève impulsion sur le premier chariot permet de simuler la propagation d'une onde.

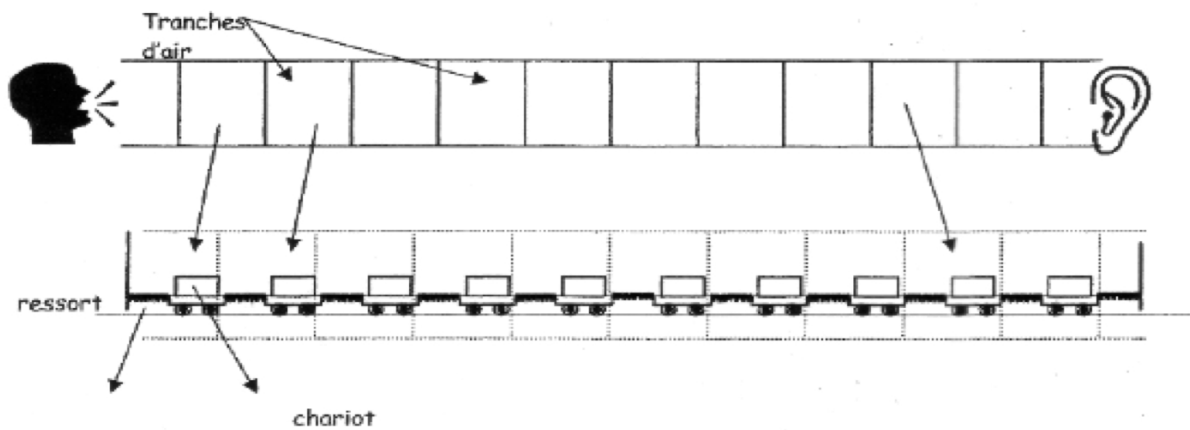


Figure 1.

D'après le modèle, l'onde sonore est-elle longitudinale ou transversale ? Justifier.

2. Le bio-sonar des dauphins : écholocalisation

Le dauphin est un mammifère de la famille des cétacés. Il perçoit les sons aux mêmes fréquences que celles de l'homme. Il est aussi capable d'émettre et de capter des ultrasons lui permettant de se localiser par écho grâce à un sonar biologique.

2.1. Quel est le domaine de fréquences des sons audibles par l'homme ?

2.2. À quelles fréquences se situent les ultrasons ?

2.3. Pour étudier expérimentalement les ultrasons produits par les dauphins, on dispose d'un émetteur et de deux récepteurs à ultrasons que l'on place dans un récipient rempli d'eau. L'émetteur génère une onde ultrasonore progressive et sinusoïdale. Un oscilloscope permet d'enregistrer les signaux détectés par chaque récepteur séparés d'une distance $d = 12 \text{ mm}$, le récepteur 1 étant le plus proche de l'émetteur (**figure 2**). On obtient l'oscillogramme de la **figure 3**.

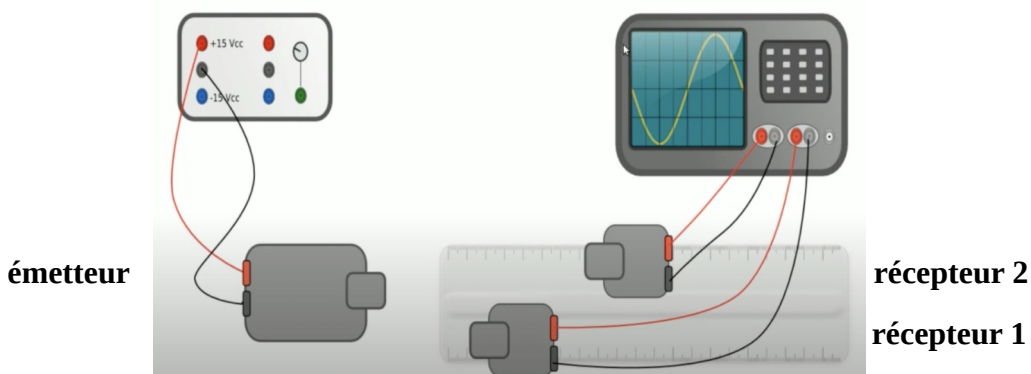


figure 2.

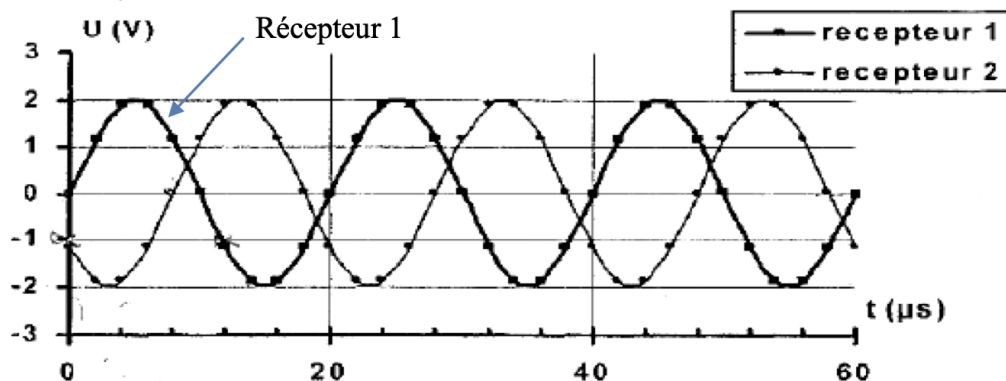


figure 3.

2.3.1. Déterminer la fréquence des ondes ultrasonores émises.

2.3.2. Quel est le retard que présente la détection des ondes au niveau du récepteur 2 par rapport au récepteur 1, sachant que ce retard est inférieur à une période. En déduire la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau. La comparer à celle de l'air.

2.3.3. Définir puis calculer la longueur d'onde des ondes ultrasonores dans l'eau.

2.3.4. Proposer une autre méthode expérimentale permettant de mesurer la longueur d'onde à l'aide du même matériel.

Les dauphins n'émettent pas des ultrasons en continu mais des salves ultrasonores très brèves et puissantes appelées « clics ». Ces clics sont émis par séries formant un large faisceau appelé « trains de clics ». La durée d'un train de clics et le nombre de clics contenus dans le train dépendent de leur fonction : localisation du dauphin ou recherche de nourriture. On suppose que les clics d'un même train sont émis à intervalles de temps réguliers et ont la même fréquence.

La célérité des ultrasons dans l'eau salée sera prise égale à la valeur calculée à 1530 m.s^{-1}

On suppose qu'à l'instant $t = 0$, un dauphin émet une impulsion sonore sinusoïdale (figure 4), pendant une durée $\Delta t_i = 50 \text{ } \mu\text{s}$. On note Ox l'axe de propagation de l'onde et on suppose que le dauphin se situe à l'abscisse $x = 0$ au moment de l'émission du clic.

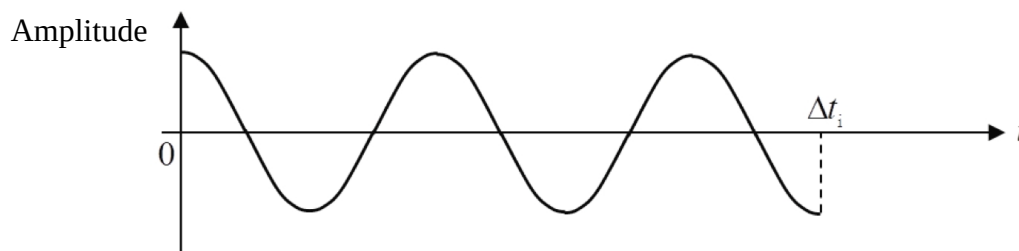


Figure 4 : un clic

2.4. Représenter le signal qui serait reçu par un détecteur placé à 30 cm du dauphin. Calculer numériquement, en justifiant précisément, les instants auxquels le détecteur reçoit le début et la fin du clic et on repérera ces instants sur l'axe horizontal.

2.5. On s'intéresse à la **propagation spatiale** de l'impulsion sonore précédente : on souhaite la représenter dans le système d'axes de la figure 5.



Figure 5 : Propagation spatiale

2.5.1. Exprimer et calculer numériquement la longueur spatiale L du clic.

2.5.2. Reproduire sur la copie le système d'axes de la figure 5 et y représenter le clic à l'instant $t = 0.2 \text{ ms}$; pour cela, calculer numériquement, en justifiant précisément, les positions du début du clic et de sa fin et on repérera ces positions sur l'axe horizontal.

2.6. On étudie maintenant l'écholocalisation.

La figure 6 montre, pour un même train, les clics émis et reçus par écho.

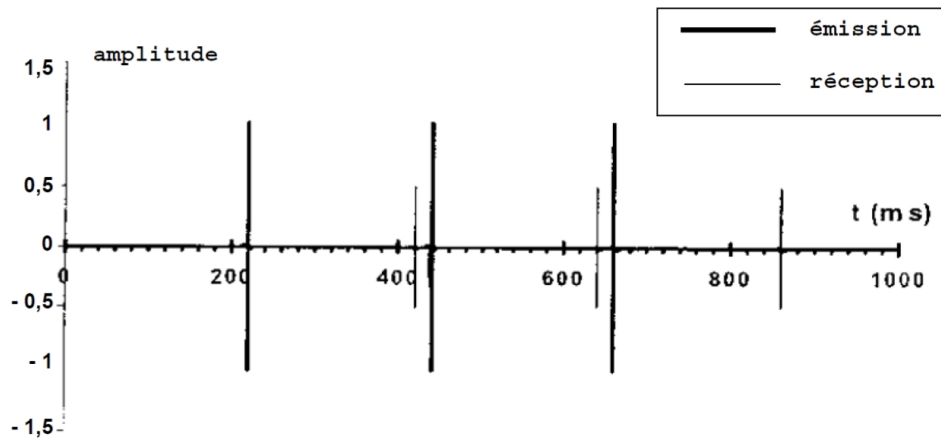


Figure 6 : localisation

Afin de se localiser, le dauphin émet d'autres clics de fréquence 50 kHz et de portée de plusieurs centaines de mètres. Ces clics, espacés de 220 ms se réfléchissent sur le fond marin ou les rochers et sont captés à leur retour par le dauphin. La perception du retard de l'écho lui fournit des informations concernant l'aspect du fond marin ou la présence d'une masse importante (bateau ou nourriture). La célérité des ultrasons dans l'eau salée à 10 m de profondeur est de 1530 m.s^{-1} .

2.6.1. Expliquer le principe d'un sonar.

2.6.2. Les clics sont représentés par des traits verticaux. Comparer la durée totale d'un clic et la durée entre deux clics d'un train. Justifier la représentation d'un train de clics (**figure 6**).

2.6.3. Quelle est la fréquence des clics ?

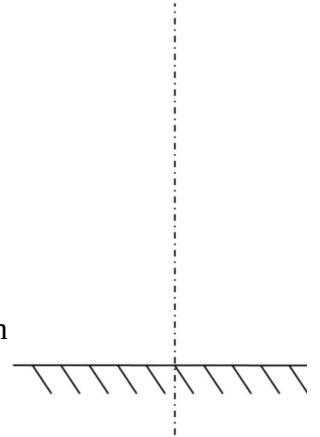
2.6.4. Sachant que l'intervalle de temps Δt séparant l'émission d'un clic et la réception de son écho est inférieur à la durée entre deux clics, calculer la distance H à laquelle se trouve le dauphin du fond marin.

Exercice n°4

Réflexion simple

Un rayon lumineux arrive sur un miroir plan avec un angle d'incidence $i=30^\circ$.

1. Quel est l'angle de réflexion ?
2. Fais un schéma : trace la normale au miroir, le rayon incident et le rayon réfléchi.



Passage air → eau

Un rayon lumineux passe de l'air ($n_1=1,0$) dans l'eau ($n_2=1,33$).

Son angle d'incidence est $i_1=40^\circ$.

1. Calculer l'angle de réfraction i_2 .
2. Faire le schéma de la réfraction.



Passage verre → air

Un rayon lumineux passe du verre ($n_1=1,5$) vers l'air ($n_2=1,0$).

1. Calculer l'angle limite i_L pour lequel le rayon réfracté sort rasant (parallèle à la surface).
2. Que se passe-t-il si $i_1 > i_{L_{\text{lim}}}$? Illustrer cette situation.



