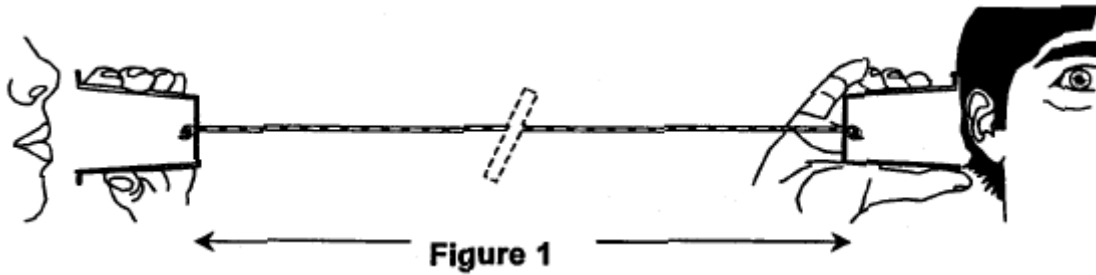


Applications des ultrasons

1. Vitesse des ondes sonores

A l'ère du téléphone portable, il est encore possible de communiquer avec un système bien plus archaïque...

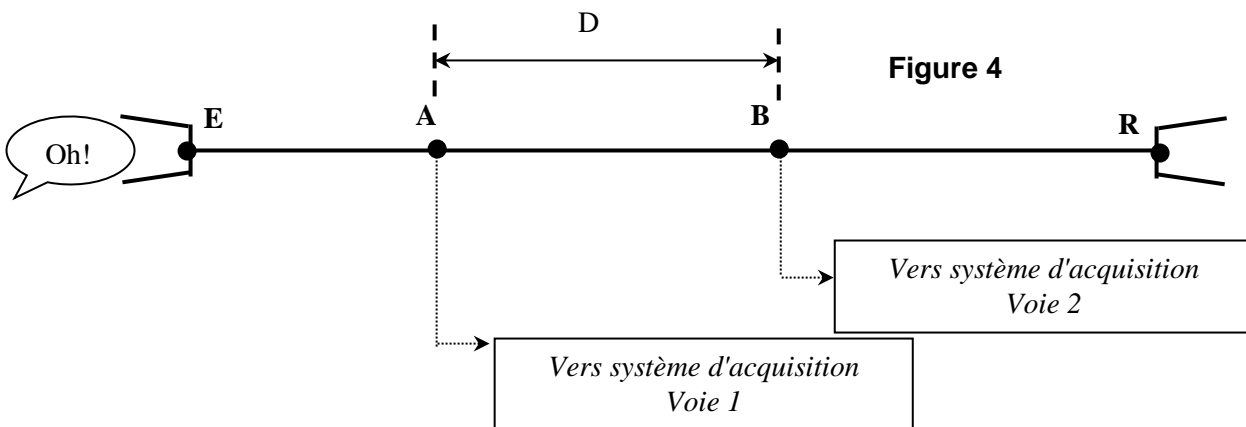


L'onde sonore produite par le premier interlocuteur fait vibrer le fond du pot de yaourt, le mouvement de va et vient de celui-ci, imperceptible à l'œil, crée une perturbation qui se propage le long du fil. Cette perturbation fait vibrer le fond du second pot de yaourt et l'énergie véhiculée par le fil peut être ainsi restituée sous la forme d'une onde sonore perceptible par un second protagoniste.

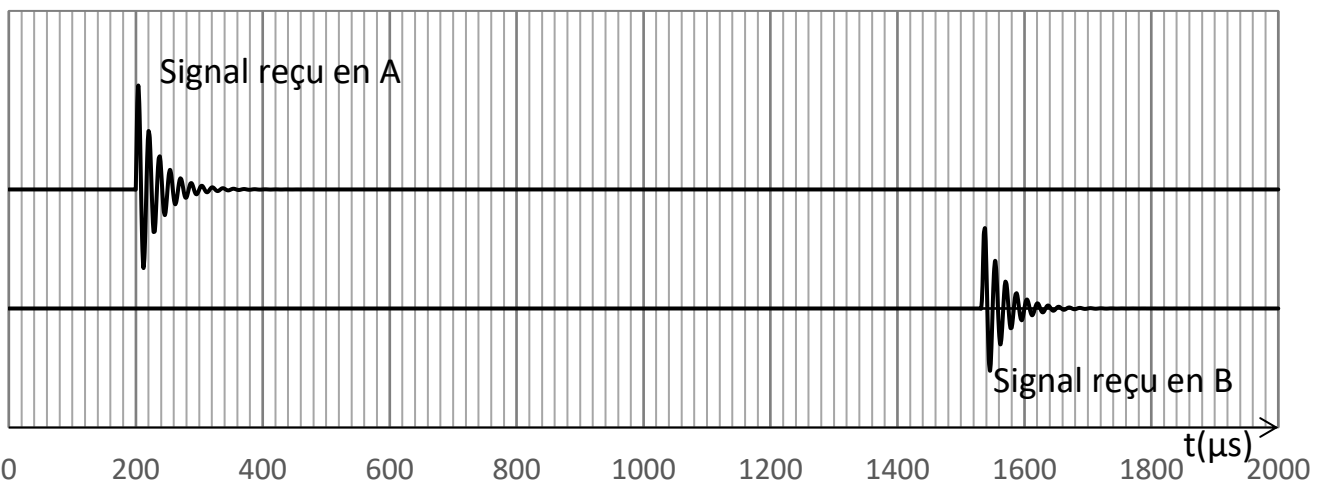
Données : célérité du son dans l'air à 25°C $v_{\text{air}} = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

A 25°C, on réalise le montage suivant (figure 4), afin de mesurer la célérité des ondes sur le fil du dispositif. Deux capteurs, reliés en deux points A et B distants de $D = 2,0 \text{ m}$ sur le fil, du pot de yaourt émetteur E.

Les capteurs enregistrent l'amplitude de cette perturbation au cours du temps.



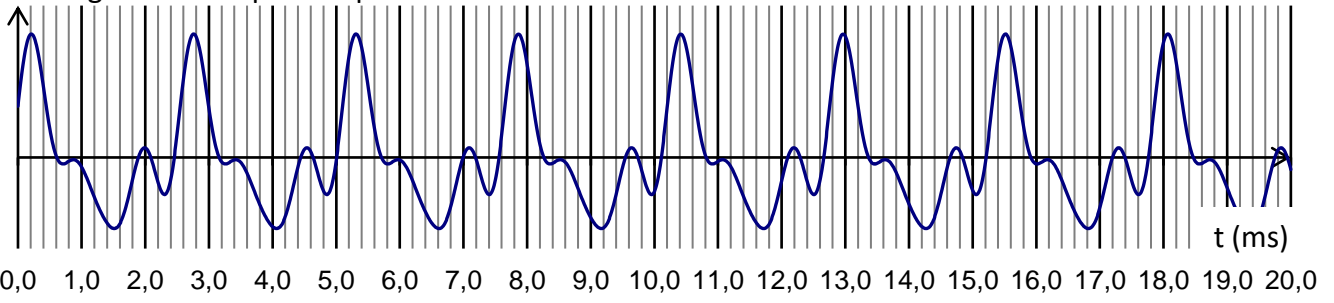
- a. A partir de l'enregistrement (figure 5), déterminer avec quel retard τ , par rapport au point A, le point B est atteint par le signal.



- b. Donner l'expression de la célérité v de l'onde sur ce fil en fonction de D et τ . Calculer sa valeur. Comparer cette valeur à celle de la célérité du son dans l'air à 25°C.

2. Note de musique :

On enregistre le son produit par un violon :



Déterminer la note que joue le musicien.

Document : fréquence des notes de la gamme 3

Nom	Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
F (Hz)	261,6	293,7	329,6	349,2	392,0	440,0	494,0	523,3

3. Une voiture est équipée d'un système comportant un émetteur et un récepteur d'ultrasons placés côte à côte à l'arrière du véhicule. Lors de la marche arrière, une salve ultrasonore est envoyée sur un obstacle ; l'écho est détecté par le récepteur 9,0ms après l'émission.
A quelle distance se trouve l'obstacle de la voiture ?

4. Le biosonar des dauphins: écholocalisation

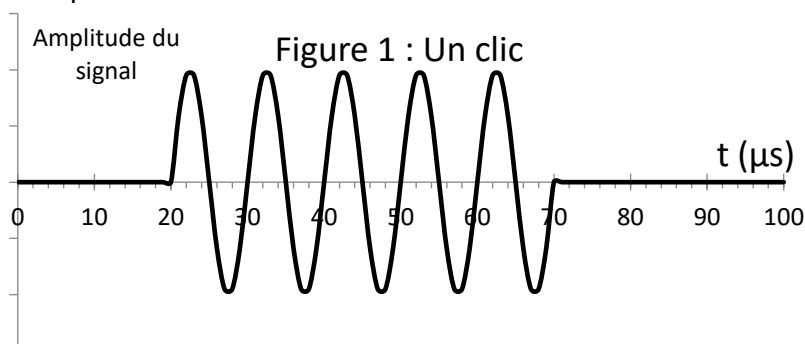
Beaucoup d'animaux tels que les dauphins, les éléphants, et les chauve-souris utilisent des «sons» pour communiquer entre eux, chasser leur proie ou pour se localiser. Le cas des dauphins est particulièrement intéressant étant donné leur capacité à utiliser ce mode de « langage » presque à l'égal des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

Le dauphin est un mammifère de la famille des cétacés. Il perçoit, comme l'homme, les sons ayant une fréquence de 20 Hz à 20 kHz. Il est aussi capable d'émettre et de capter des ultrasons lui permettant de se localiser par écho grâce à un sonar biologique.

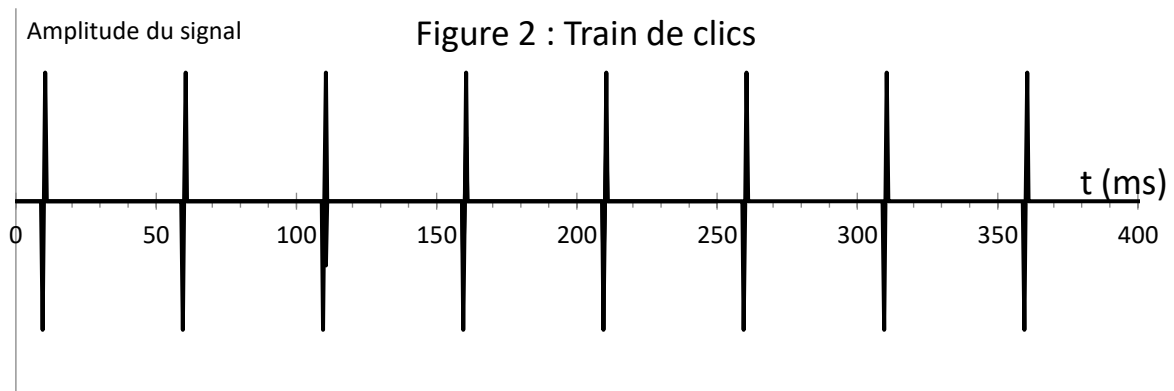
Les dauphins n'émettent pas des ultrasons en continu mais des salves ultrasonores très brèves et puissantes appelées « clics ». Ces clics sont émis par séries formant un large faisceau appelé « trains de clics ». La durée d'un train de clics et le nombre de clics contenus dans le train dépendent de leur 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 **figure 1** est un exemple de clic.

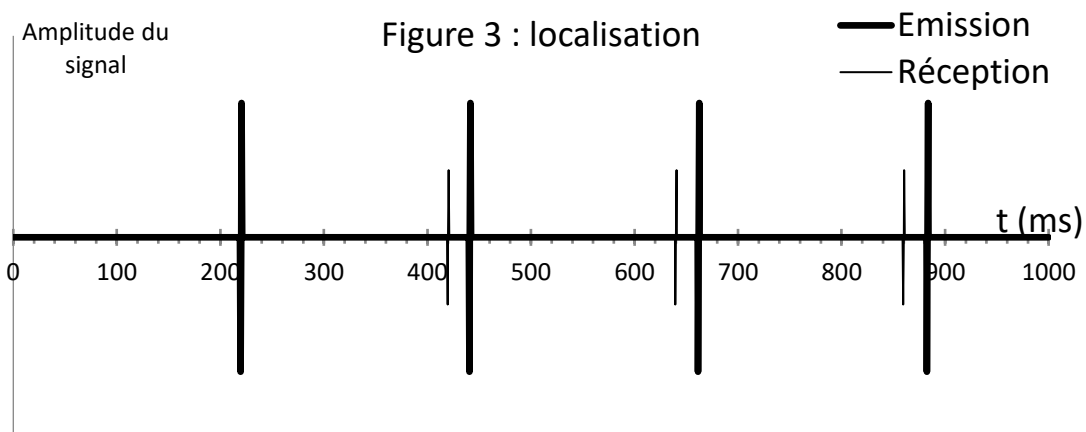


La **figure 2** représente le train de clics correspondant où les clics sont représentés par des traits verticaux.



- c. Déterminer la fréquence des ondes émises par les dauphins. Justifier qu'il s'agit bien d'ultrasons.
- d. Mesurer la durée totale d'un clic et la durée entre deux clics dans un train de clics.
Comparer ces deux durées en précisant combien de fois l'une est plus grande que l'autre.
Justifier la représentation par un trait vertical d'un clic dans un train de clics.
- e. 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 est de $1530 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

La **figure 3** montre, pour un même train, les clics émis et reçus par écho.



Quelle est la distance H à laquelle se trouve le dauphin du fond marin.

5. Détermination du relief des fonds marins (6 pts) :

Un sondeur acoustique classique est composé d'une sonde comportant un émetteur et un récepteur d'onde ultrasonore de fréquence $f = 200 \text{ kHz}$ et d'un boîtier de contrôle ayant un écran qui visualise le relief des fonds sous-marins. La sonde envoie des salves d'ultrasons verticalement en direction du fond à des intervalles de temps réguliers ; cette onde ultrasonore se déplace dans l'eau à une vitesse constante v_{eau} (On prendra $v_{\text{eau}} = 1,50 \times 10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Quand elle rencontre un obstacle, une partie de l'onde est réfléchiée et renvoyée vers la source.

Un bateau se déplace en ligne droite suivant un axe $x'x$ en explorant le fond depuis le point A ($x_A = 0 \text{ m}$) jusqu'au point B ($x_B = 50 \text{ m}$) (figure 1). Le sondeur émet des salves d'ultrasons à intervalles de temps égaux, on mesure à l'aide d'un ordinateur la durée Δt séparant l'émission de la salve de la réception de son écho. Les résultats des mesures de Δt en fonction de la position x du bateau sont représentés sur un graphe figure 2.

A partir des données ci-dessus, compléter la figure 1 en représentant la profondeur du fond marin balayé par le bateau entre les points A et B. Expliquer la démarche suivie.

Figure 1

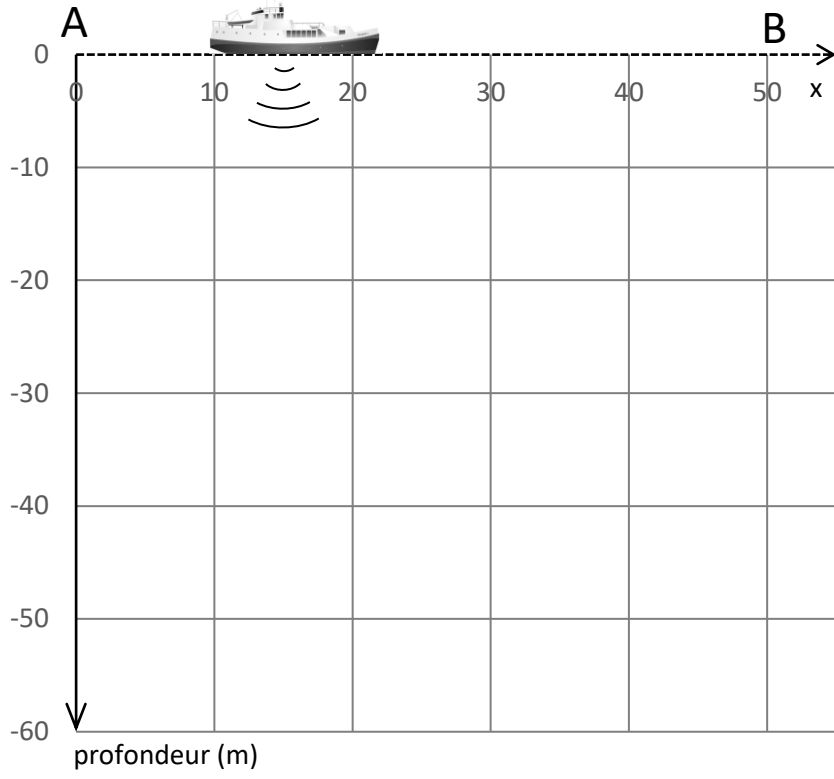


Figure 2

