

Principe de mesure de distance par échographie.

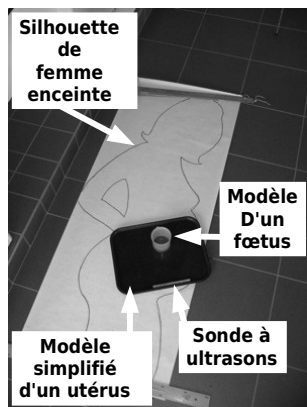
I Objectif:

En mesurant le temps écoulé entre le départ et l'arrivée d'une onde, et connaissant sa vitesse de propagation, nous allons localiser un objet.

Cette technique est notamment utilisée dans les examens d'échographie par ultrason lors des visites prénatales.

On utilise alors des ondes ultra-sonores à très grande fréquences (quelques centaines de Mhz) et une sonde qui comporte de nombreux cristaux piézo électriques qui génèrent puis détectent les ondes acoustiques.

II L'expérience:

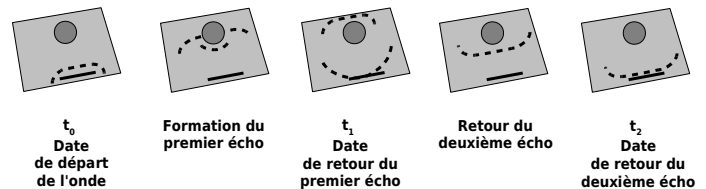


Nous allons utiliser un modèle extrêmement simplifié, en 2D, d'une femme enceinte.

Le principe est de filmer une vague à la surface de l'eau, et de chronométrer le temps mis par les ondes pour faire l'aller et le retour.

Connaissant la longueur du milieu (le plateau de cantine), nous calculerons la vitesse de l'onde puis la position du petit objet.

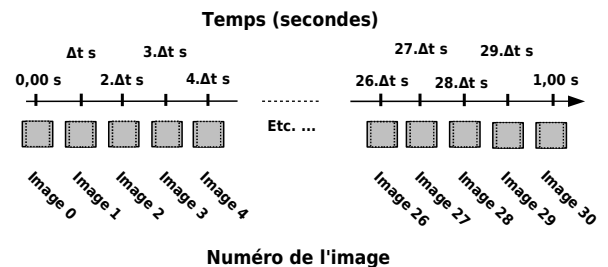
On filme le reflet de la fenêtre à la surface de l'eau et on déclenche une vaguelette.



III Analyse de la vidéo.

La vidéo a été prise à une cadence de **30 images par seconde**. On appelle Δt l'**intervalle de temps** qui sépare deux images consécutives.

Question 1 : Si n images défilent, quelle sera la durée totale T de la séquence, sachant que la durée Δt sépare chaque image ?.



Question 2 : Si on connaît n et T , isolez Δt dans l'équation précédente.

Question 3 : Si 30 images défilent en une seconde, que vaut Δt ?

Question 4 : En utilisant le logiciel Latis Pro, passez image par image la vidéo, et notez les numéros d'images n_0 , n_1 et n_2 correspondant respectivement : au départ de l'onde, au retour du premier écho et au retour du deuxième écho.

Question 5 : Calculez le nombre d'images entre l'arrivée du premier écho et le départ de l'onde. On note ce nombre $N_{cible} = n_1 - n_0$

Question 6 : Calculez le nombre d'images entre l'arrivée du deuxième écho et le départ de l'onde. On note ce nombre $N_{fond} = n_2 - n_0$

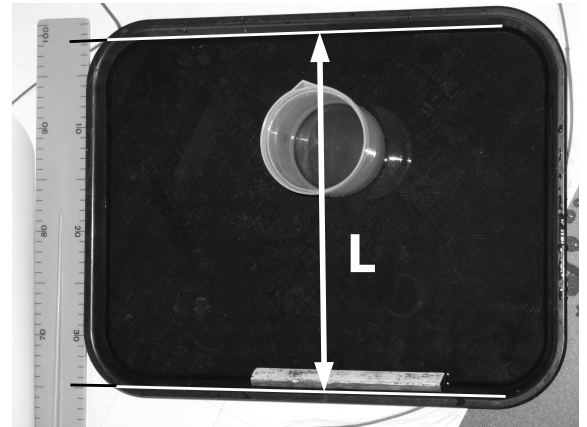
Question 7 : À l'aide des questions précédentes, calculez les durées Δt_{cible} et Δt_{fond} pour que l'onde fasse un aller retour vers la cible et vers le fond.

Question 8 : Si **D** est la **distance parcourue** par un objet pendant la **durée T**, quelle est alors la **vitesse V** de l'objet ? Vous donnerez la **formule** et les **unités**.

Question 9 :

À l'aide de la photo ci contre, déterminez la **longueur L** du plateau.

$$L = \dots \dots$$



Question 10 :

Si une onde fait un **aller et retour complet**, quelle va être la **distance parcourue D** ? Exprimez là en **fonction de L**.

$$D = \dots \dots$$

Question 11:

Grâce aux questions 7, 8, 9 et 10, calculez la **vitesse V** de l'onde à la surface de l'eau.

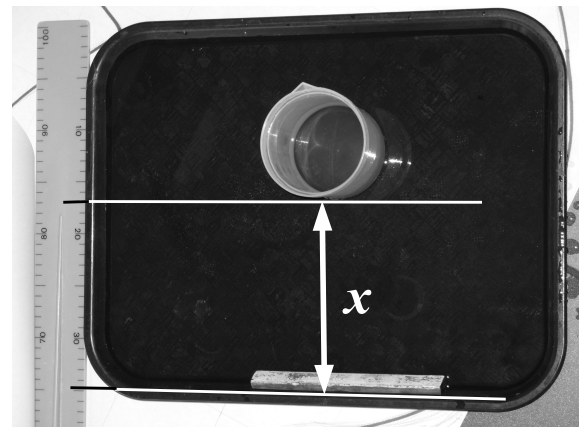
$$V = \dots \dots$$

Question 12 :

Grâce à la question 8, donnez une formule où on peut calculer la **distance parcourue D**, connaissant la vitesse **V** et la **durée T** du parcours.

Question 13 :

À partir de la photo ci contre, des calculs et formules ci dessus, et du tableau de mesure de la question 2, essayez de calculer la position x de l'objet représentant le fœtus. Vous pourrez comparer avec l'échelle donnée par la règle jaune posée à coté du plateau.



Correction simplifiée :

1) $T = n \times \Delta t$ 2) $\Delta t = \frac{T}{n}$ 3) $\Delta t = \frac{1}{30} = 0,033 \text{ s}$ 5) Valeurs approximatives ! $\Delta n_1 = 46$ 6) $\Delta n_2 = 79$ 7) $T_1 = 1,5 \text{ s}$; $T_2 = 2,6 \text{ s}$ 8) $V = \frac{D}{T}$ V en m.s^{-1} , D en m, T en s. 9) $L = 0,33 \text{ m}$ 10) $D = 2 \times L = 0,66 \text{ m}$ 11) $V = 2 \times L / T_2 = 0,66 / 2,6 = 0,25 \text{ m.s}^{-1}$ 12) $D = V \times T$ 13) $D = 2 \times X = V \times T_1$ donc $X = V \times T_1 / 2 = 0,25 \times 1,5 / 2 = 0,19 \text{ m}$. C'est approximativement la même valeur (à 1 cm près).