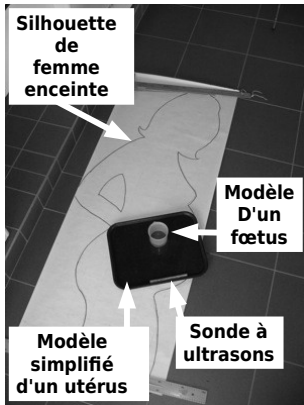


# Principe de mesure de distance par échographie.

## I Objectif

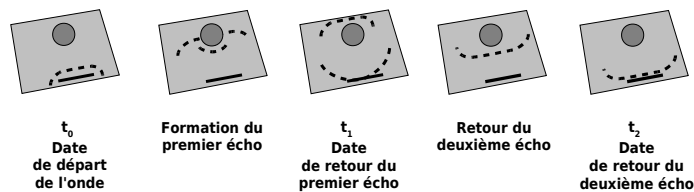
En mesurant le temps écoulé entre le départ et l'arrivée d'une onde, et connaissant sa vitesse de propagation, nous allons localiser un objet. Cette technique est notamment utilisée dans les examens d'échographie par ultrason lors des visites prénatales. On utilise alors des ondes ultra-sonores à très grande fréquences (quelques centaines de MHz) et une sonde qui comporte de nombreux cristaux piézoélectriques qui génèrent puis détectent les ondes acoustiques.

## II Expérience



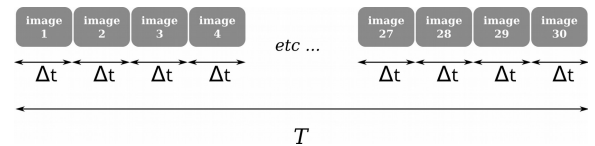
Nous allons utiliser un modèle *extrêmement simplifié*, en 2D, d'une femme enceinte. Le principe est de filmer une vague à la surface de l'eau, et de chronométrer le temps mis par les ondes pour faire l'aller et le retour.

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



## III Analyse de la vidéo

La vidéo a été prise à une cadence de **30 images par seconde**. On appelle  $\Delta t$  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 chaque image a une durée  $\Delta t$ ? Vous écrirez simplement une formule permettant de faire ce calcul.

**Question 2** Si on connaît  $n$  et  $T$ , isolez  $\Delta t$  dans l'équation précédente.

**Question 3** Si 30 images défilent en *une seconde*, que vaut  $\Delta t$ ? Vous utiliserez la formule trouvée à la question 2.

**Question 4** En utilisant un lecteur de PDF, passez image par image le document PDF, 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  $N_{\text{cible}}$ .

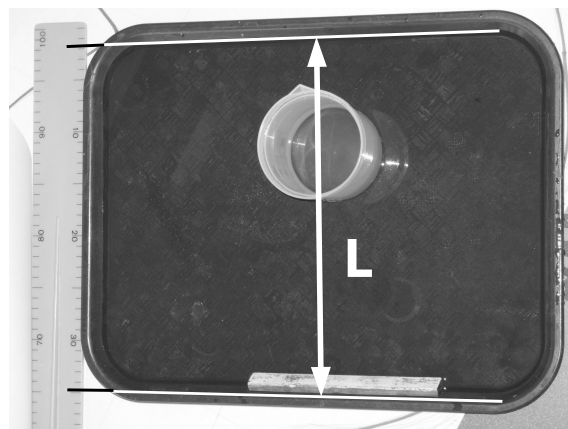
**Question 6** Calculez le nombre d'images entre l'arrivée du deuxième écho et le départ de l'onde. On note ce nombre  $N_{\text{fond}}$ .

**Question 7** À l'aide des questions précédentes, calculez les durées  $T_{\text{cible}}$  et  $T_{\text{fond}}$  pour que l'onde fasse un aller retour vers la cible et l'aller retour sur le fond du plateau (vous avez calculé la durée d'une image à la question 3 et le nombre d'image aux questions 5 et 6).

**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.

$$L =$$



**Question 10** Si une onde fait un **aller et retour complet**, quelle va être la **distance parcourue  $D$**  ? Exprimez là en **fonction de  $L$** .

$$D =$$

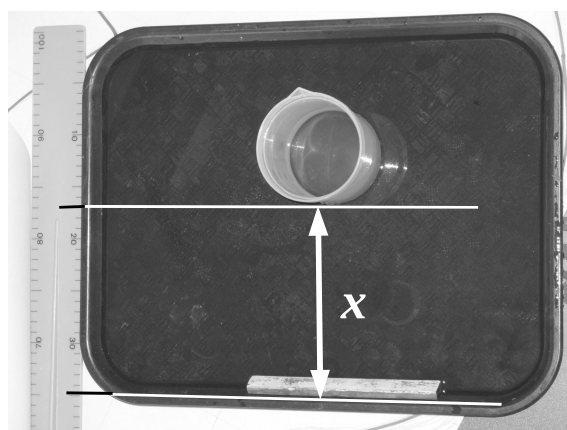
**Question 11** Grâce aux questions 7, 8, 9 et 10, calculez la **vitesse  $V$**  de l'onde à la surface de l'eau.

$$V =$$

**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 de vos mesures, essayez de calculer la position  $x$  de l'objet représentant le fœtus.

Vous pourrez comparer votre résultat avec la distance mesurée 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 !  $N_{\text{cible}} = 46$  6)  $N_{\text{fond}} = 79$  7)  $T_{\text{cible}} = 1,5 \text{ s}$  ;  $T_{\text{fond}} = 2,6 \text{ s}$  8)  $V = \frac{D}{T}$   $V$  en  $\text{m.s}^{-1}$ ,  $D$  en  $\text{m}$ ,  $T$  en  $\text{s}$ . 9)  $L = 0,33 \text{ m}$  10)  $D = 2 \times L = 0,66 \text{ m}$  11)  $V = 2 \times L / T_{\text{fond}} = 0,66 / 2,6 = 0,25 \text{ m.s}^{-1}$  12)  $D = V \times T$  13)  $D = 2 \times x = V \times T_{\text{cible}}$  donc  $X = V \times T_{\text{cible}} / 2 = 0,25 \times 1,5 / 2 = 0,19 \text{ m}$ . C'est approximativement la même valeur (à 1 cm près).