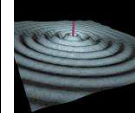


# Célérité des ondes mécaniques



**Objectifs:** mesurer la célérité de diverses ondes mécaniques progressives.

## CELERITE D'UNE ONDE

• La célérité  $v$  d'une onde est le rapport:

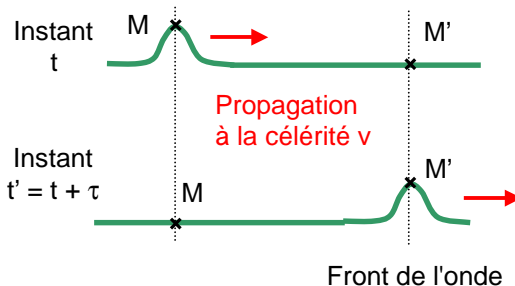
$$v = \frac{MM'}{\tau}$$

avec:

$MM'$  : distance parcourue par l'onde, en  $m$

$\tau = (t' - t)$  : temps de propagation de l'onde entre  $M$  et  $M'$ , en  $s$

$v$ : célérité en  $m.s^{-1}$



## I. ATELIER 1: CELERITE D'UNE ONDE LE LONG D'UNE CORDE

☞ Ouvrir le logiciel **Avimeca** et charger le clip vidéo **Corde.avi**.

☞ Menu: Clip → Adapter → OK. Faire jouer plusieurs fois le clip vidéo avec la flèche verte en bas à gauche.

1) Comment se déplace le point noir de la corde lors du passage de l'onde ?

2) Quel est le type d'onde qui se propage ? Justifier votre réponse.

☞ Onglet **Etalonnage**:

→ Cliquer sur **Origine et Sens** :

- choisir un axe horizontal dans le sens de déplacement de la corde.

- déplacer la souris dans la zone vidéo sur l'extrémité droite de la règle et cliquer: un repère s'affiche.

→ Cliquer sur **Echelle identique**:

- dans la zone vidéo cliquer sur l'extrémité droite de la règle (le logiciel repère ce premier point).

- cocher "2ème point" puis dans la zone vidéo cliquer sur l'extrémité gauche de la règle

- entrer la valeur **1,00** dans le cadre vert.

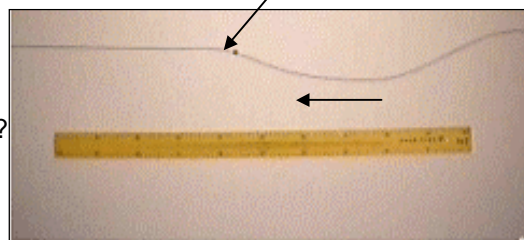
☞ Revenir sur l'onglet **Mesure**.

☞ Vérifier que le tableau à gauche est vierge, sinon le vider en utilisant les icônes Effacer en bas à droite.

☞ Faire avancer le clip image par image (flèche bleue en bas à droite). Avec le pointeur, repérer précisément **le front de l'onde** (début de l'onde): le logiciel passe alors automatiquement à l'image suivante. Répéter l'opération jusqu'à ce que le front l'onde sorte de l'écran. Les coordonnées des points du front de l'onde sont affichées dans le tableau.

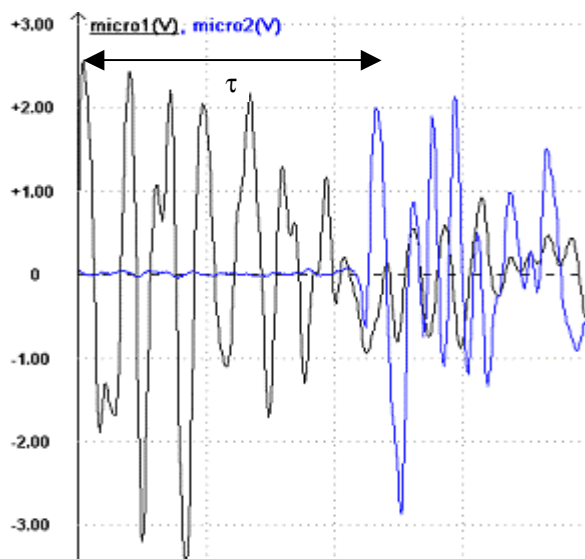
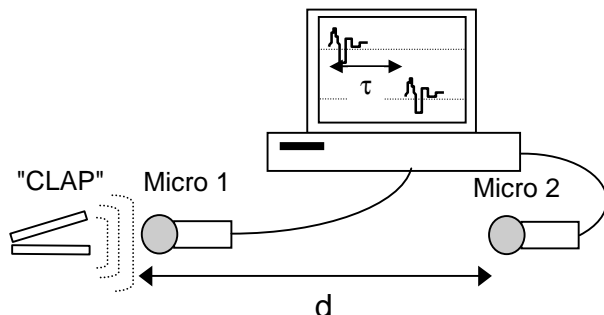
3) Quelle est la durée entre deux images consécutives ? Est-ce compatible avec « la fréquence » de 20 images / s donnée pour cette vidéo ?

4) Déterminer la valeur de la célérité de l'onde en  $m.s^{-1}$ , entre le premier et le dernier pointage.



## II. ATELIER 2: CELERITE DES ONDES SONORES

**Principe:** 2 micros éloignés d'une distance  $d$  connue sont reliés à un ordinateur. Une onde sonore est créée avec un « clap ». L'onde sonore est reçue d'abord par le premier micro puis par le second micro. Le décalage temporel  $\tau$  entre les deux réceptions permet de déterminer la célérité  $v$  des ondes sonores dans l'air.



• Séparer les deux micros d'une distance  $d = 0,80 m$  comme l'indique le schéma ci-dessus.

☞ Ouvrir le logiciel **Synchronie** puis le fichier **son 1,0 m**.

☞ Menu: Paramètre → Entrée: choisir le mode **automatique** pour les voies 0 et 1.

☞ Menu: Paramètre → Acquis: choisir un seuil de déclenchement de **0,5 V** sur la voie **micro1**.

☞ **Faire** une acquisition en appuyant sur **F10** puis et en réalisant le "CLAP".

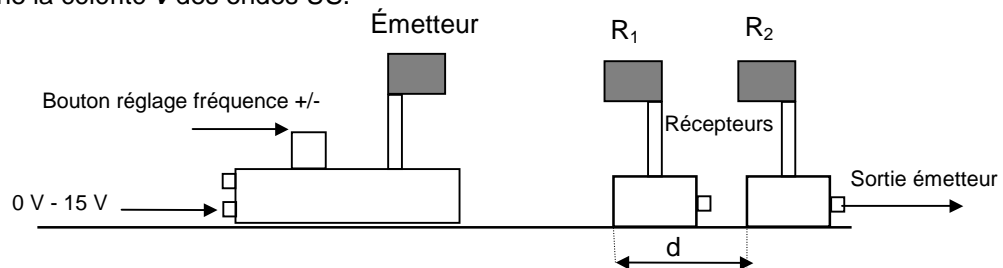
- 1) En utilisant l'icône **Réticule**, mesurer la durée  $\tau$  (en seconde) qui sépare les premiers pics de chaque enregistrement, comme l'indique l'acquisition.
- 2) Quelle relation existe-t-il entre les grandeurs  $d$ ,  $\tau$  et  $v$  ? Indiquer les unités de chacune des grandeurs.
- 3) En déduire la célérité  $v$  des ondes sonores en  $\text{m.s}^{-1}$ .
- 4) Charger les **fichiers son** pré-enregistrés et compléter le tableau suivant:

d (m)	0,80	1,00	1,20	1,40
$\tau$ (s)				
$v(\text{m.s}^{-1})$				

- 5) Faire une moyenne des célérités obtenues.
- 6) La célérité du son dans l'air est donnée par la relation:  $v_{\text{th}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$  avec  $\gamma = 1,4$ ;  $R = 8,314 \text{ SI}$ ;  $T$  en K;  $M = 28,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1}$ . Calculer  $v_{\text{th}}$  pour la température du jour de l'expérience ( $22,5^\circ\text{C} \approx 294 \text{ K}$ ) et comparer avec la valeur expérimentale  $v$  trouvée. Ecart relatif.

### III. ATELIER 3: CELERITE DES ONDES ULTRASONORES

• **Principe** : un émetteur d'ondes ultrasonores (US) émet des salves d'ondes US à intervalles de temps réguliers. Deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  séparés d'une distance  $d$  reçoivent une même salve avec un décalage temporel  $\tau$ . Les mesures de  $d$  et  $\tau$  permettent de déterminer la célérité  $v$  des ondes US.



• Le montage est déjà réalisé sur la paillasse. Placer  $R_1$  et  $R_2$  sur la graduation **0 mm**.

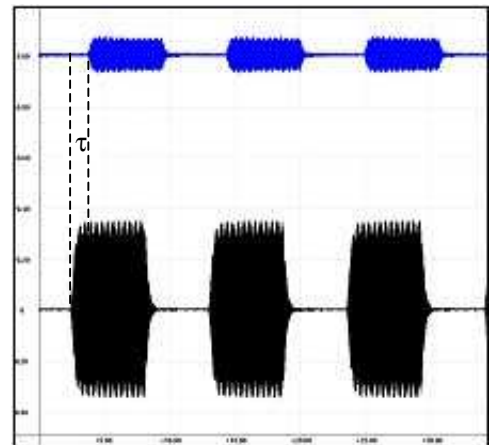
☞ Dans **Synchronie** charger le fichier **Param\_US\_salves**.

☞ Faire une acquisition (touche F10). Tourner le **bouton de réglage fréquence +/-** et faire des acquisitions jusqu'à ce que l'amplitude des salves soit la plus grande possible. Les salves reçues par  $R_1$  et  $R_2$  doivent débiter en même temps.

• Déplacer  $R_2$  par rapport à  $R_1$  d'une distance  $d = 0,450 \text{ m}$ .

☞ Faire une acquisition et vérifier qu'elle a l'allure du document ci-contre:

☞ Faire un zoom sur les deux premières salves.



- 1) Avec l'outil **Réticule**, déterminer le décalage temporel  $\tau$  entre les deux salves.
- 2) Calculer la célérité  $v$  des ondes ultrasonores (attention aux c.s !!).
- 3) Réaliser 3 autres acquisitions et compléter le tableau suivant:

d (m)	0,200	0,300	0,400	0,450
$\tau$ (s)				
$v(\text{m.s}^{-1})$				

- 4) Faire une moyenne des célérités obtenues.
- 5) Comparer la célérité obtenue pour les ondes ultrasonores avec celle des ondes sonores. Conclusion ?

### IV. ATELIER 4: CELERITE DES ONDES CIRCULAIRES A LA SURFACE DE L'EAU

☞ Charger l'animation flash de A. Wilm sur le lien:

[http://www.ostralo.net/3\\_animations/swf/propag\\_eau.swf](http://www.ostralo.net/3_animations/swf/propag_eau.swf)

☞ Faire jouer le clip vidéo.

- 1) A partir du nombre d'images par seconde indiqué sur l'écran calculer l'intervalle de temps  $\Delta t$  entre deux images.
- 2) Retrouver sur le clip l'image ci-contre puis calculer le temps écoulé depuis la première image (impact de la goutte sur l'eau).
- 3) A l'aide de la règle et du repère "5 cm" sur l'image calculer la distance parcourue par l'onde circulaire repérée sur l'écran.
- 4) En déduire la célérité de cette onde circulaire à la surface de l'eau.

• S'il vous reste du temps, calculer la célérité d'une onde longitudinale le long d'un ressort (voir autres vidéos).

