

OBJECTIF :

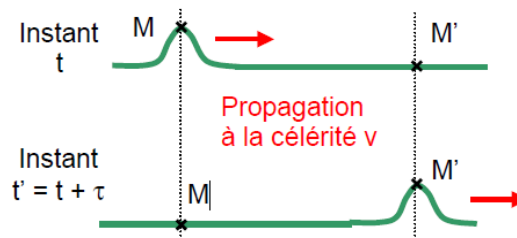
- Mesurer la célérité de diverses ondes mécaniques progressives.

CÉLÉRITÉ D'UNE ONDE

La célérité v d'une onde est le rapport :

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

- avec :
- MM' : la distance parcourue par l'onde, en **metre (m)**
 - $\tau = (t' - t)$: temps de propagation de l'onde entre M et M', en **seconde (s)**
 - v : célérité en **m.s⁻¹**




ATELIER 1 : CÉLÉRITÉ D'UNE ONDE LE LONG DANS UN RESSORT

PROTOCOLE.

Ouvrir la vidéo sur le lien http://www.ostralo.net/3_animations/swf/propag_ressort_transv.swf

EXPLOITATION.

1. Sur le côté de l'image on indique un défilement de 25 images/secondes.
En déduire l'intervalle de temps Δt qui sépare deux images successives.
2. À partir de la première image où l'on visualise l'arrivée de l'ondulation du ressort, faire défiler (bouton ) un certain nombre d'image (que vous comptez).
En vous aidant de la réponse donnée à la question 1, en déduire le temps mis pour que l'onde se propage.
3. On peut déplacer la règle sur l'écran. *Mesurer avec cette règle la distance parcourue par l'onde.*
4. Le problème est que cette règle n'a pas d'unité d'une part, et nous ne connaissons pas l'échelle des mesures d'autre part. Par contre on nous indique une distance de 20 cm réels sur l'écran.
Déterminer à combien de graduations de la règle correspond les 20 cm réels.
5. *En vous aidant des réponses données aux deux dernières questions, déterminer la distance réellement parcourue par l'onde.*
6. *Des mesures, en déduire la valeur de la célérité v d'une onde progressive dans un ressort.*
7. *Refaire la détermination de la célérité v pour 4 autres relevés (s'il vous reste du temps).*


ATELIER 2 : CÉLÉRITÉ D'UNE ONDE À LA SURFACE DE L'EAU

PROTOCOLE.

Ouvrir la vidéo sur le lien http://www.ostralo.net/3_animations/swf/propag_eau.swf

En un point S de la surface de l'eau contenue dans une bassine, on produit un petit train d'onde en laissant tomber une goutte d'eau.

EXPLOITATION.

1. Sur le côté de l'image on indique un défilement de 25,66 images/secondes.
En déduire l'intervalle de temps Δt qui sépare deux images successives.
2. À partir de la première image où l'on visualise l'impact de la goutte sur la surface de l'eau, faire défiler image par image. *Quelle observation permet d'affirmer que l'onde se propage identique à elle même dans toutes les directions de la surface de l'eau (isotrope).*
3. À partir de la première image où l'on visualise l'impact de la goutte sur la surface de l'eau, faire défiler (bouton ) un certain nombre d'image (que vous comptez) pour observer une onde qui s'éloigne de la source.
En vous aidant de la réponse donnée à la question 1, en déduire le temps mis pour que l'onde se propage.
4. On peut déplacer la règle sur l'écran. *Mesurer avec cette règle la distance parcourue par l'onde.*
5. Le problème est que cette règle n'a pas d'unité d'une part, et nous ne connaissons pas l'échelle des mesures d'autre part. Par contre on nous indique que la distance entre deux traits verticaux correspond à 5 cm.
Déterminer à combien de graduation de la règle correspond les 5 cm réels.
6. *En vous aidant des réponses données aux deux dernières questions, déterminer la distance réellement parcourue par l'onde.*
7. *Des mesures, en déduire la valeur de la célérité v d'une onde progressive à la surface d'une mince couche d'eau.*
8. *Refaire la détermination de la célérité v pour 4 autres relevés (s'il vous reste du temps).*

ATELIER 3 : CÉLÉRITÉ DES ONDES SONORES DANS L'AIR

PROTOCOLE

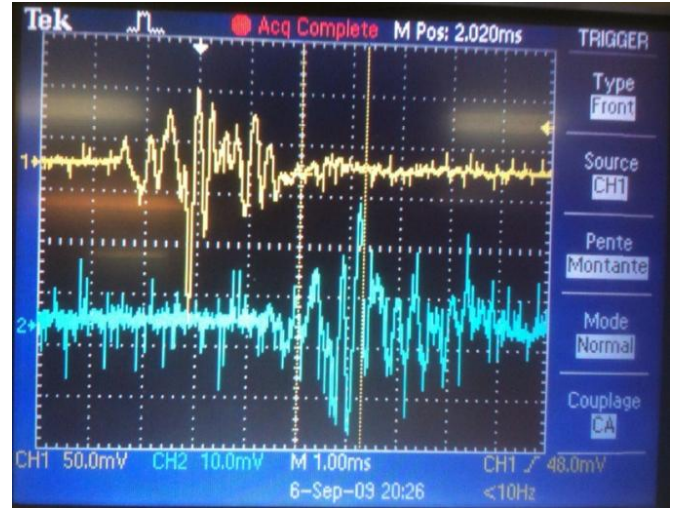
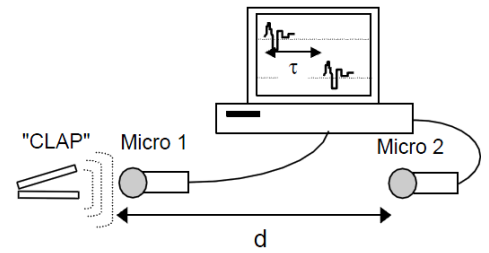
Atteint par une onde sonore, un microphone produit une tension électrique entre ses bornes de sortie.

On dispose de deux microphones M1 et M2, séparés d'une distance $d = 1,0$ m.

Pour visualiser les tensions aux bornes de M1 et M2 on peut procéder de deux manières :

- en utilisant un oscilloscope à mémoire,
- en utilisant un ordinateur muni d'une carte d'acquisition et d'un logiciel adéquat.

Après avoir effectué les réglages nécessaires, on produit devant M1 un son bref et suffisamment intense (« clap sonore »). On obtient l'enregistrement ci-contre :



EXPLOITATION.

1. Peut-on nommer l'allure du signal reçu par le microphone ?
2. Pourquoi un oscilloscope traditionnel ne convient-il pas ?
3. Pourquoi le signal reçu par le microphone M2 n'apparaît pas au même instant que le signal reçu par le microphone M1 ? Quelle est la signification de cette durée Δt ?
4. Relever la valeur de la durée Δt , égale à l'intervalle de temps séparant le premier pic notable sur le signal 1 du premier pic notable sur le signal 2.
5. Si d est la distance entre les deux microphones, exprimer la célérité c de l'onde enregistrée en fonction de d et Δt . En déduire la célérité des ondes sonores dans l'air pour cette mesure.
6. Une modélisation fournit la relation suivante pour calculer cette célérité :

$$c = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

avec $\gamma = 1,4$ pour l'air, R la constante des gaz parfaits (S.I.), T la température (K) et M la masse molaire de l'air ($\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$).

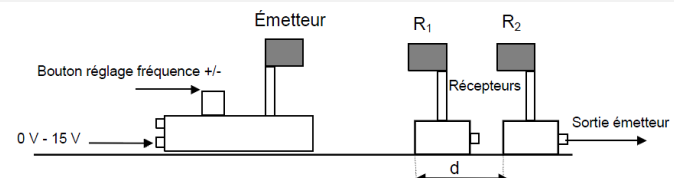
Note : on a $R = 8,314$ S.I. et $M = 29\cdot 10^{-3}$ $\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Comparer la valeur théorique à la valeur expérimentale (calculer la différence relative).

ATELIER 4 : CÉLÉRITÉ DES ONDES ULTRASONORES DANS L'AIR

PROTOCOLE

- On dispose d'un émetteur d'ultrasons qu'on alimente à l'aide d'une source de tension externe de + 15 V.
- On place le commutateur en position salve discontinue.
- On relie la sortie Externe de l'émetteur d'ultrasons vers la voie « Synchro Ext » de l'oscilloscope.
- On dispose d'un récepteur d'ondes ultrasonores. On relie ce récepteur à la voie 1 de l'oscilloscope.
- On dispose d'un second récepteur d'ondes ultrasonores. On relie ce récepteur à la voie 2 de l'oscilloscope.
- On place les deux récepteurs côte à côte.
- On règle l'oscilloscope pour qu'il affiche les signaux des deux voies.
- On décale verticalement la position du signal perçu par l'un des récepteurs pour qu'ils ne soient pas superposés.
- Reculer le récepteur R_2 le long du rail. Observer.



EXPLOITATION.

1. La perturbation reçue par R_1 a-t-elle la même forme que la perturbation reçue par R_2 ? Commenter.
→ Placer le récepteur R_2 à une distance d du récepteur R_1 .
2. Comment interpréter le décalage entre les deux signaux ? Quelle est la signification de cette durée ? À quel parcours des ultrasons correspond-il ?
3. Connaissant la sensibilité du balayage, déterminer la durée du décalage τ entre les oscillogrammes d'une salve captée par les récepteurs R_1 (voie 1) et R_2 (voie 2).
Remarque : Il est envisageable de décaler horizontalement les signaux afin que le début du signal 1 coïncide avec le début d'une division de l'écran de l'oscilloscope.
4. Mesurer précisément la distance entre R_1 et R_2 .
5. Exprimer la célérité c de l'onde enregistrée en fonction de τ et d distance entre les deux récepteurs. La calculer.
→ Recommencer en décalant les deux récepteurs pour diverses distances d .
6. Calculer la valeur moyenne de la célérité des ondes ultrasonores.