

Matériel :
-une cuve à onde

I) L'effet Doppler en acoustique

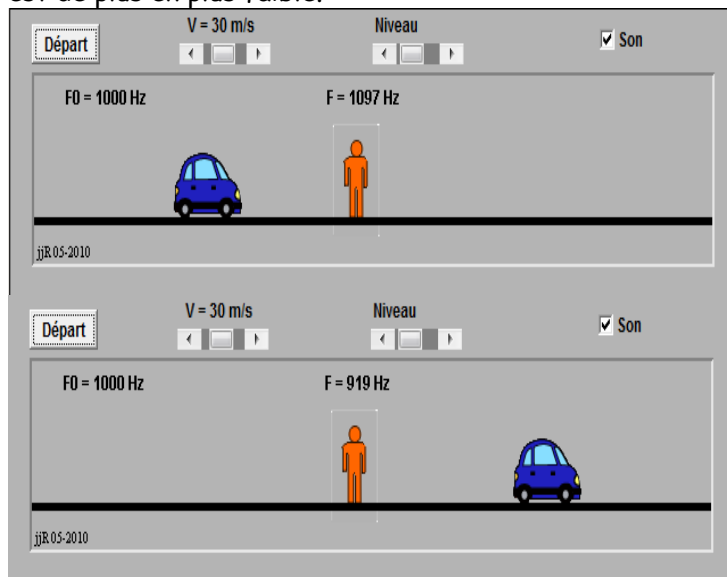
1) Qu'est-ce que l'effet Doppler?

Clique sur l'animation suivante [effet Doppler](#)

L'ambulance émet un son de fréquence $F_0 = 1000$ Hz
Q1 Régler la vitesse de déplacement à $v_1 = 30$ m.s⁻¹ puis $v_2 = 60$ m.s⁻¹. Quelles sont les sensations auditives que vous percevez lors de l'approche puis de l'éloignement d'une ambulance?

Q2 Noter, pour chaque vitesse, la fréquence f (approche) du son perçue par l'homme lorsque la source s'approche, puis la fréquence f (éloignement) du son perçue par l'homme lorsque la source s'éloigne de lui.

Réponse: pour $v_1 = 30$ m.s⁻¹, lorsqu'une ambulance se rapproche de vous le son est aigu (f (approche) = 1097 Hz sur le schéma ci dessous) et le niveau sonore est de plus en plus élevé. Par contre lorsque l'ambulance s'éloigne le son est plus grave ($f = 919$ Hz) que lorsque qu'elle s'approche et le niveau sonore est de plus en plus faible.



Q3 compléter le texte suivant:

Une onde mécanique ou électromagnétique de fréquence au repos f_E est perçue avec :
 - une fréquence f (approche) plus _____ lorsqu'elle s'approche du lieu de réception :
 f (approche) > _____
 - une fréquence f (éloigne) plus _____ lorsqu'elle s'éloigne du lieu de réception :
 _____ < f_E
 Cette effet est appelé l'effet _____

Réponse:

Une onde mécanique ou électromagnétique de fréquence au repos f_E est perçue avec :
 - une fréquence f (approche) plus élevée lorsqu'elle s'approche du lieu de réception :
 f (approche) > f_E
 - une fréquence f (éloigne) plus faible lorsqu'elle s'éloigne du lieu de réception :
 f (éloigne) < f_E
 Cette effet est appelé l'effet Doppler

2) application: mesure de la vitesse de déplacement d'un véhicule

Un véhicule se déplace sur une route horizontale à une vitesse v . La limitation de vitesse est de 90 km.h⁻¹. On a enregistré le son émis par le véhicule lorsqu'il s'approche puis s'éloigne d'un homme (un vrai) situé au bord de la route.

la vitesse v de déplacement de l'objet est:

$$v = c \cdot \left(\frac{f_A - f_B}{f_A + f_B} \right)$$

v (m.s⁻¹) : vitesse de déplacement de l'objet

f_A (Hz) : fréquence de l'onde perçue au point A (l'objet s'en approche)

f_B (Hz) : fréquence de l'onde perçue au point B (l'objet s'en éloigne)

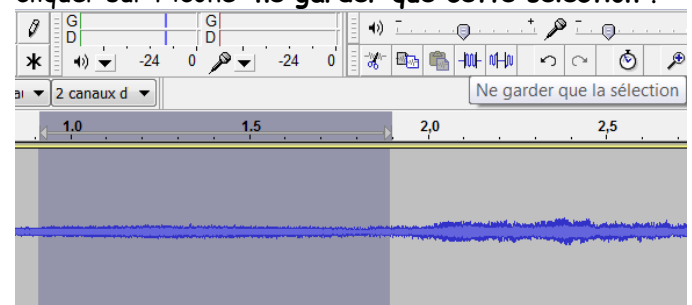
c (m.s⁻¹) = $3,4 \times 10^2$ m.s⁻¹: célérité de l'onde dans le milieu de propagation (célérité du son dans l'air à 20°C).

Votre mission: déterminer, grâce à l'enregistrement sonore et à la formule ci dessus, la vitesse du véhicule. En déduire s'il est en infraction!

[enregistrement sonore](#)

Ouvrir le logiciel audacity, cliquer sur fichier, ouvrir aller dans le répertoire **comeleves, Terminale S 2012 2013, Physique TS** et cliquer sur le fichier [TP5_klaxon_voiture_doppler.WAV](#)

Ecouter le son, repérer le son correspondant à l'approche du véhicule, sélectionner cette partie puis cliquer sur l'icône 'ne garder que cette sélection'.



Effectuer l'analyse spectrale du son en cliquant sur **analyse** puis tracer le spectre.

Q3 Relever la fréquence des 3 premiers pics de l'analyse (celles correspondant à **crête**). Au vu des autres pics, combien y a-t-il de sons différents enregistrés?

Réponse:

2 sons différents sont enregistrés:

- le son du moteur de fréquence $f = 160$ Hz qui ne possède pas d'autres harmoniques que le fondamental.

- le son du klaxon de fréquence fondamentale $f_1 = 530$ Hz; l'harmonique de rang 2 à pour fréquence $f_2 = 2 \cdot f_1 = 1070$ Hz

Q4 Recommencer l'expérience en ne sélectionnant que la partie correspondant à l'éloignement de la source sonore. Noter les fréquences des 3 premiers pics.

Réponse:

f' (moteur) = 121 Hz

f_1' (klaxon) = 474 Hz

f_2' (klaxon) = 956 Hz

Q5 A l'aide de la formule précédente calcule la vitesse v du véhicule. On pourra remplir un tableau similaire à celui ci:

	fréquence en approche	fréquence en éloignement	vitesse du véhicule $v = c \cdot \left(\frac{f_{\text{appr}} - f_{\text{éloig}}}{f_{\text{appr}} + f_{\text{éloig}}} \right)$ $c = 340 \text{ m.s}^{-1}$
son 1			
son 2; harmonique 1			
son 2; harmonique 2			

Discuter de la pertinence de vos résultats et en déduire si le véhicule est en effraction.

Réponse:

	fréquence en approche(Hz)	fréquence en éloignement(Hz)	vitesse du véhicule (km.h ⁻¹) $v = c \cdot \left(\frac{f_{\text{appr}} - f_{\text{éloig}}}{f_{\text{appr}} + f_{\text{éloig}}} \right)$ $c = 340 \text{ m.s}^{-1}$ $c = 1,22 \times 10^3 \text{ km.h}^{-1}$
son 1	160	121	$1,7 \times 10^2$
son 2; harmonique 1	529	474	66,9
son 2; harmonique 2	1070	954	69,9

La valeur calculée à partir du son émis par le moteur n'est pas acceptable. Le véhicule roule à environ

$v = 7 \times 10^1 \text{ km.h}^{-1}$, il n'est pas en effraction ($v < 90 \text{ km.h}^{-1}$)

II) L'effet Doppler à la surface de l'eau

1) Calcul de la vitesse de déplacement de la source

On a filmé sur la cuve à onde une source qui se déplace à une vitesse v . Elle émet une onde de fréquence f au repos. On se propose de déterminer la vitesse de déplacement de la source. Elle est donnée par la formule suivante, déduite de celle du I-2:

$$v = c \cdot \left(\frac{\lambda_B - \lambda_A}{\lambda_B + \lambda_A} \right)$$

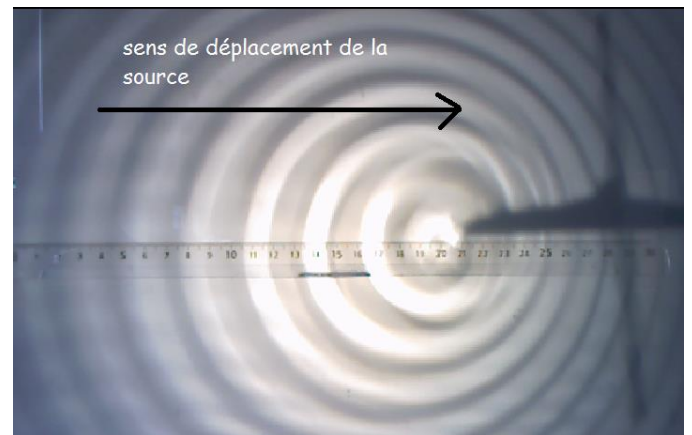
Avec:

v (m.s⁻¹): vitesse de déplacement de l'objet émetteur d'onde

λ_A (cm): longueur d'onde de l'onde perçue par un point lorsque la source s'éloigne de lui

λ_B (cm): longueur d'onde de l'onde perçue par un point lorsque la source s'approche de lui.

c (m.s⁻¹): célérité de l'onde à la surface de l'eau qu'il faudra déterminer.



Ouvrir le logiciel latis pro ; clique sur **édition**, **analyse de séquence vidéos**, clique sur **fichier**, aller dans le répertoire **comeleves Terminale S 2012 2013 Physique TS** et cliquer sur le fichier **tp5_effet_doppler_cuve_onda**

Q1 Comparer qualitativement les longueurs d'onde λ_B , λ_A et λ , longueur d'onde de la source immobile. Déterminer grâce à la règle les longueurs d'ondes λ_B et λ_A avec le maximum de précision.

Réponse:

$\lambda_B > \lambda > \lambda_A$ en effet $f_A > f_B$

$\lambda_B = 2,1 \text{ cm}$

$\lambda_A = 1,4 \text{ cm}$

2) détermination de la célérité des ondes à la surface de l'eau

Ouvrir le logiciel latis pro ; clique sur **édition**, **analyse de séquence vidéos**, clique sur **fichier**, aller dans le

Physique TS et cliquer sur le fichier

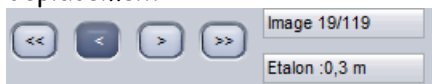
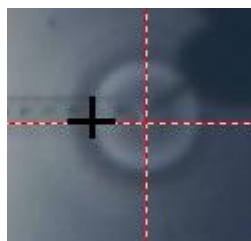
tp5_celerite_onda_surface_eau

Cliquer sur **sélection de l'origine** et positionner la souris sur le repère 30 de la règle. Cliquer sur l'icône


suivant  pour déterminer l'orientation des axes.

Cliquer sur **sélection de l'étalon** puis poser la souris sur l'origine 0 de la règle et faire un glisser déplacer jusqu'au repère 30 cm de la règle. Indiquer la valeur

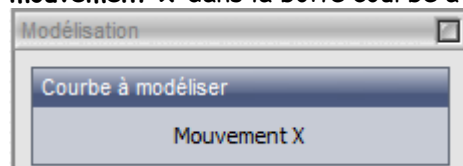
en mètre de l'étalon (0,30). Cliquer sur sélection manuelle des points. Afficher l'image 19 grâce aux touches de déplacement




. Marquer avec la souris la position du front de la ride (qui doit se trouver à 25,5 cm sur la règle) puis marquer les positions suivantes jusqu'à l'image 26. Cliquer sur **terminer la sélection manuelle**. Refermer la boîte **séquence vidéo** en cliquant sur le carré en haut à droite de la boîte. (Pour faire réapparaître la boîte cliquer sur **édition et analyse de séquences vidéo**)

Cliquer sur l'icône liste des courbes  puis faire un glisser déplacer de la courbe **mouvement x** dans la fenêtre 1.

Q2 Modélisation de la courbe obtenue : cliquer sur **traitement modélisation** faire un cliquer déplacer de **mouvement x** dans la boîte courbe à modéliser.



Puis choisir le type de fonction affine. Cliquer sur

calculer le modèle puis sur l'icône  pour afficher l'équation de la courbe. Quelle est la célérité des ondes à la surface de l'eau?

En déduire la vitesse de déplacement de la source à

l'aide de la formule $v = c \cdot \left(\frac{\lambda_B - \lambda_A}{\lambda_B + \lambda_A} \right)$.

Réponse : La célérité de l'onde est $c = 0,36 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. La vitesse de déplacement de la source vaut:

$$v = c \cdot \left(\frac{\lambda_B - \lambda_A}{\lambda_B + \lambda_A} \right) = 0,36 \times \left(\frac{2,1 - 1,4}{2,1 + 1,4} \right) = 0,072 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = 7,2 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Ondes et matière

Les ondes et les particules sont supports d'informations.

Comment les détecte-t-on ? Quelles sont les caractéristiques et les propriétés des ondes ?

Comment réaliser et exploiter des spectres pour identifier des atomes et des molécules ?

Propriétés des ondes

Notions et contenus	Compétences exigibles
Effet Doppler.	<p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler.</i></p> <p>Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses.</p> <p>Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.</p>