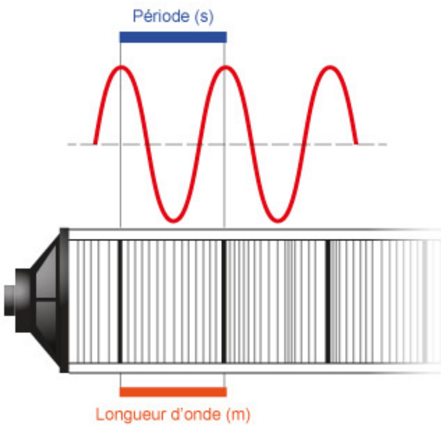
Ac6n – LONGUEUR D'ONDE D'UN SON

TI-Nspire™ CAS

Mots-clés : Acoustique, onde, longueur, pression acoustique.

Fichier associé : LongueurOnde_eleve_CAS.tns



1. Objectifs

- Mesurer la longueur d'onde d'un son dans le spectre audible.
- Vérifier la relation $\lambda = cT$.

2. Énoncé

Une onde est un phénomène physique qui se propage et se reproduit identique à lui-même un peu plus tard dans le temps et un peu plus loin dans l'espace.
On peut alors définir la longueur d'onde comme étant la plus courte distance séparant deux points de l'onde strictement identiques à un instant donné.
La longueur d'onde est l'équivalent spatial de la période temporelle. En effet, la longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde au cours d'une période.

On se propose de vérifier la relation existant entre la longueur d'onde d'un son et sa période (fréquence).

3. Matériel

- Une LabStation,
- Deux microphones, un capteur de température,
- Un diapason et son marteau,
- Une règle graduée,

(et/ou éventuellement)

- Un générateur basse fréquences GBF, des fils de connexion,
- Un haut parleur.

4. Conduite de l'activité

a) Acquisition des mesures

• Réaliser la disposition ci contre (*figure* 1).

• Connecter les microphones à la centrale d'acquisition de mesures.

• Mettre la calculatrice sous tension. Les capteurs sont automatiquement identifiés. Un nouveau classeur est crée et s'ouvre sur l'application « DataQuest ».

• Conserver les paramètres d'acquisition proposés soit 10 000 échantillons par seconde sur une durée totale de 0,03s.

• Approcher les deux microphones de l'ouverture de la caisse du diapason (*figure* 2). Repérer le microphone relié à la voie 2 de la centrale d'acquisition.

• Aligner le microphone relié à la voie 1 avec le zéro de la règle.

Veiller à ce que les capteurs soient bien orientés parallèlement à la direction de propagation de l'onde.

Appeler le professeur pour vérifier votre préparation.

• Frapper le diapason à l'aide du marteau.

• Réaliser une première acquisition en appuyant sur l'icône . Celle-ci peut être enregistrée (run 1) en appuyant sur .

• Observer que les signaux sont en phase (les ondes se correspondent).

• Placer le curseur très à droite sur l'axe des abscisses, puis « dilater » l'axe afin de n'afficher que deux ou trois périodes du signal.

Remarques : Les captures d'écran ci-contre guident dans la démarche et sont un exemple de ce que l'on doit obtenir.

Si le signal a tendance à ne pas être parfaitement symétrique, éloigner le diapason de quelques centimètres par rapport à l'origine de la règle.

Cependant cela n'a aucune conséquence sur le phénomène que nous souhaitons observer.

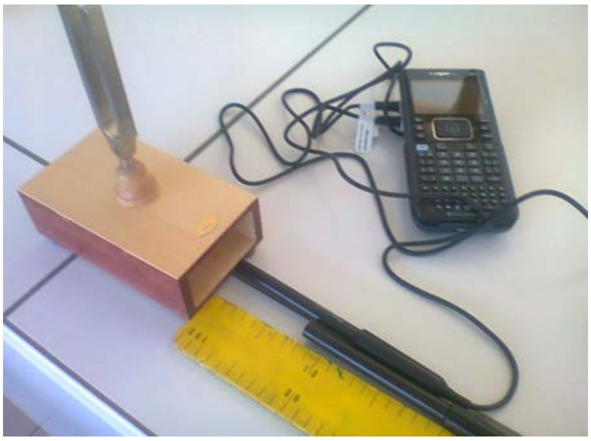
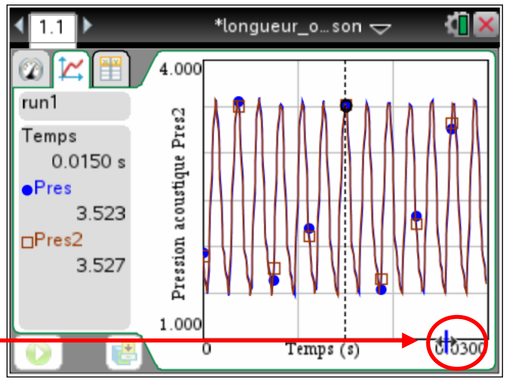
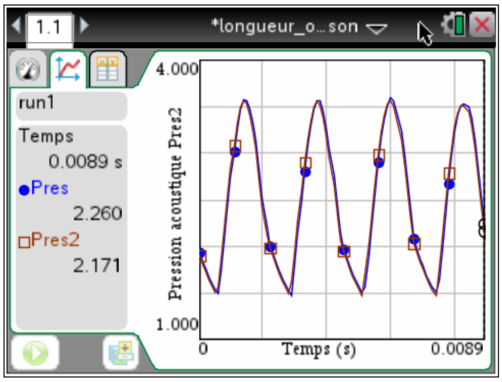


figure 1

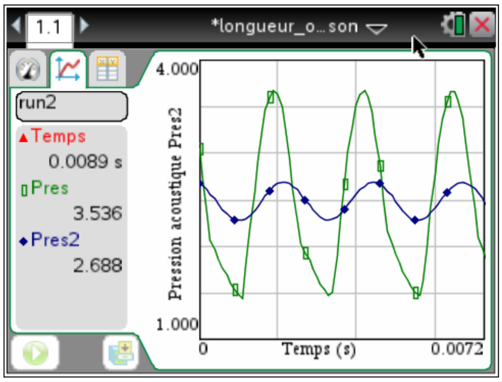
figure 2



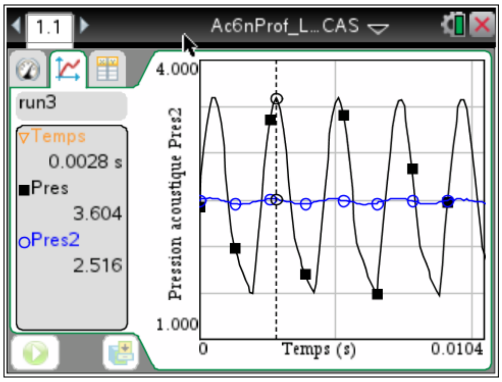


• Écarter le microphone relié à la voie 2.

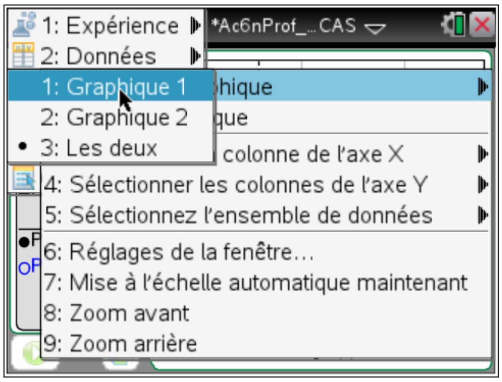
• Repérer sur la règle, la distance séparant les deux microphones et, par rapport à la mesure de celle-ci, évaluer, « au jugé », la distance supplémentaire à rajouter pour retrouver les deux signaux en phase.



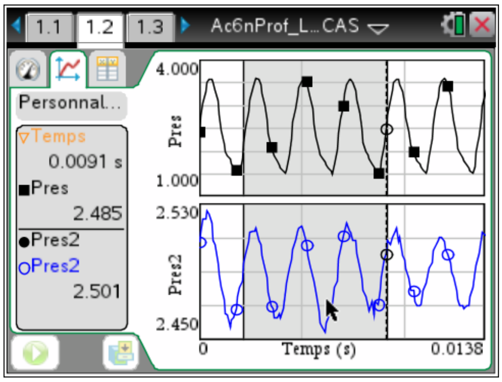
• Effectuer plusieurs essais afin de retrouver les deux signaux en phase.



Compte tenu de l'affaiblissement du signal, il est préférable de représenter les pressions acoustiques séparément, puis de « dilater » l'axe des ordonnées de la pression acoustique enregistrée par le second microphone.
Pour afficher deux graphiques séparément avec l'axe des abscisses en commun appuyer sur la touche menu puis **1 : Graphique**.



• Utiliser le réticule pour vérifier que les signaux sont bien en phase.
Lorsque l'on est satisfait du résultat, noter la distance *D* séparant les deux microphones.



Pour le diapason La (440 Hz), on a noté :

D = ………………

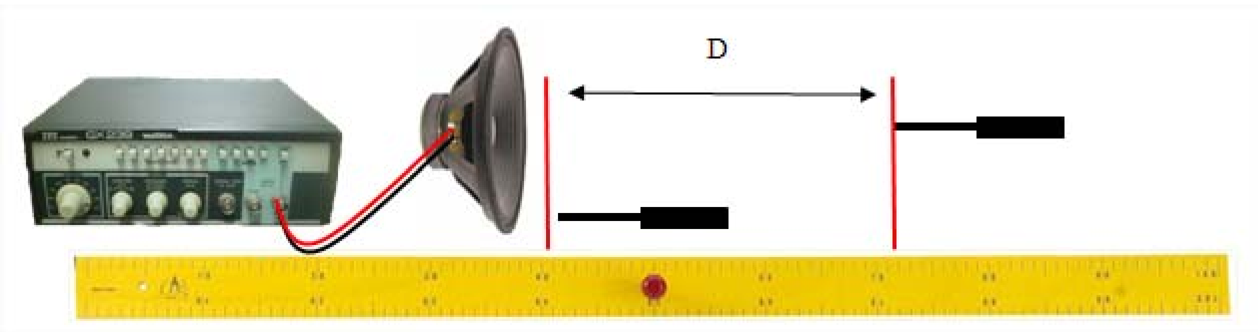
• Mesurer la période du signal.

3T = ……………. donc *T* = ……. Ms,

soit *f* = …… Hz

Effectuer d'autres mesures en remplaçant le diapason par un GBF associé à un haut parleur. Réaliser des mesures pour des fréquences allant de 1 000 Hz à 5 000 Hz.

Lorsque les mesures des signaux sont achevées, déconnecter les microphones et mettre le capteur de température sur la voie 1. Noter la température ambiante T°C. T = ………………… °C.



Appeler le professeur pour valider la première mesure (diapason) et vérifier le montage avec le GBF.
Consigner les mesures dans le tableau ci contre

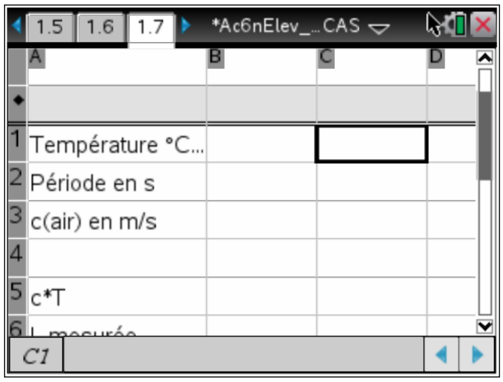
f (Hz)				
D (m)				

b) Exploitation des mesures

La longueur d'onde d'un son dépend de la célérité du son dans l'air. Celle-ci est dépendante de la température de l'air selon la loi $c_{gaz} = \sqrt{\gamma\, R_S\, T}$ avec $\gamma_{air} = 1,4$ et $R_{S,air} = 287$ J.kg^{-1}.K^{-1}.

γ est le coefficient adiabatique d'un gaz parfait,
R_S représente la constante spécifique d'un gaz parfait,
T est la température en Kelvin.
La température peut-être convertie à l'aide de la relation $T_K = T_C + 273,15$.

La célérité du son dans l'air peut alors être calculée simplement par la relation $c_{air} = 20,05\sqrt{T_C + 273,15}$.
Insérer une application **Tableur & Listes**.



- Dans une cellule, inscrire la température mesurée en °C.
- Dans une autre cellule, calculer la célérité du son dans l'air.
- Dans une dernière cellule, reporter la valeur de la période du signal.
- Calculer le produit $c \times T$ ou
- Comparer le produit $c \times T$ à la longueur mesurée pour retrouver les signaux en phase.
- Effectuer le même calcul pour des signaux de fréquence différente.

Conclusion : ……………………………………………………………………………………………

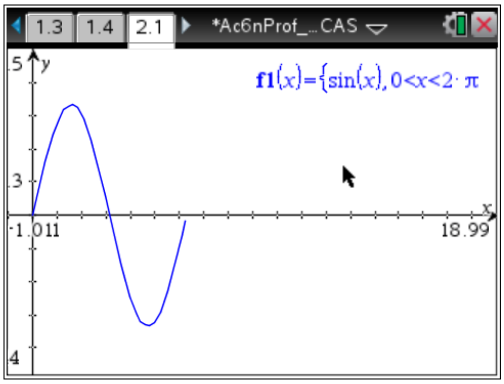
……………………………………………………………………………………………………...

……………………………………………………………………………………………………...

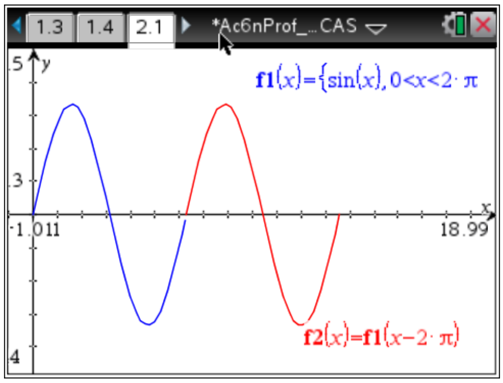
c) Prolongement

On représente ci-contre la fonction $f_1 : x \mapsto \sin(x)$ sur une période.
Mesurer la période spatiale du signal correspondant à la longueur d'onde.

T = ……………………………………………….



Construire les courbes correspondant aux fonctions d'expressions $g(x) = f(x+\lambda)$ et/ou $h(x) = f(x-\lambda)$; $i(x) = f(x + k\,\lambda)$ avec $k \in \mathbb{N}$.



La longueur de l'onde correspond à la distance parcourue par l'onde pendant une période d'oscillation.

Cette longueur correspond à une période spatiale. C'est le plus petit entier λ permettant, en mathématiques, de définir ce qu'est une fonction périodique $f(x+\lambda) = f(x)$.

Utiliser le curseur pour vérifier que $\sin(x+2\pi) = \sin(x)$.