

TP Détermination de la vitesse des ultrasons

Contexte du sujet

Pour se diriger dans l'obscurité totale et chasser des insectes dont elles se nourrissent, certaines chauves-souris ont développé un système de sonar tout à fait particulier basé sur la production et la réception d'ultrasons : l'écholocalisation.

Matériel mis à disposition

- Microcontrôleur ARDUINO UNO chargé avec le programme `2_mesure_duree_affichage_sur__cran_LCD.ino`
- Affichage LCD
- Emetteur et récepteur d'ultrasons
- Fils de connexion
- Calculatrice Numworks

Documents mis à disposition

Doc 1 L'écholocalisation chez certaines chauves-souris

L'écholocalisation est une technique biologique de situation spatiale d'un objet par l'utilisation des ondes sonores ou ultrasonores.

Certaines chauves-souris sont, parmi d'autres espèces, pourvues d'oreilles qui transmettent au cerveau les réflexions d'ondes sonores ou ultrasonores émises par la bouche ou par le nez de l'animal.

C'est notamment la **durée Δt** mise par les ondes pour revenir à l'animal après avoir été émises par lui qui permet à ce dernier d'apprécier la **distance d** des objets.

Doc 2 Le microcontrôleur ARDUINO UNO

Le microcontrôleur ARDUINO UNO est programmé pour afficher la durée mise par les ultrasons pour faire un aller-retour depuis l'émetteur jusqu'au récepteur.



Doc 3 La célérité des ondes ultrasonores

$$v = \frac{2d}{\Delta t}$$

v en mètre par seconde (m.s^{-1})
 d en mètre (m)
 Δt durée en seconde (s)

Doc 4 Les sous-multiples de la seconde

La **microseconde** est un sous-multiple de la seconde
 $1\mu\text{s} = 0,000001\text{s} = 1 \times 10^{-6}\text{s}$
Sur **Regressi** 1×10^{-6} se note 1E-6

1. Etude expérimentale (30 minutes)

Placer un livre à la distance d de l'émetteur. Faire 8 mesures de la durée d'un aller-retour en prenant différentes valeurs de d . Réaliser un tableau de valeur sur votre feuille. (comme ci-dessous)

| | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Distance d (m) | | | | | | | | |
| Durée Δt d'un aller-retour (s) | | | | | | | | |
| Vitesse v (m.s^{-1}) | | | | | | | | |

Pourquoi les valeurs trouvées sont-elles différentes ?

Peut-on obtenir la valeur vraie de la vitesse des ultrasons ?

Calculer la valeur moyenne \bar{v} .

2. Réaliser une régression linéaire

2.a avec l'outil Régressions de la calculatrice Numworks. (30 minutes)

- allumer la calculatrice
 - aller dans le menu **Régressions**
 - entrer les valeurs des deux variables x_1 correspondant à Δt et y_1 correspondant à $2d$ dans l'onglet Données.
 - dans l'onglet Graphique, aller dans **Axes** et définir les valeurs minimales et maximales de x_1 et y_1
 - dans l'onglet **Graphique**, aller sur la courbe et choisir **Régression Linéaire** $a.X+b$
- L'équation de la droite est $2d = a \cdot \Delta t + b$ et les valeurs de a et de b se trouvent sous le graphique ainsi que le coefficient de détermination R^2 .

Quelle valeur de la vitesse en déduisez-vous ? Est-ce une valeur vraie ?

2.b avec le logiciel Regressi sur votre ordinateur Unowhy (30 minutes)

- ouvrir le logiciel Regressi
- cliquez sur **fichier nouveau clavier**
- créer les grandeurs Δt (ctrl d t) en seconde (s) et d en mètre (m) puis cliquez sur entrée
- créer la grandeur calculée d' en cliquant sur **Y+** puis **grandeur calculée** de valeur $2 \cdot d$
- compléter avec les valeurs expérimentales trouvées précédemment
- dans l'onglet **Graph** cliquez sur l'onglet **Coord** et sélectionner Δt en abscisse et d' en ordonnée
- modéliser en cliquant sur l'onglet **modélisation** (vertical à gauche)
- cliquez sur l'onglet **modèle** et choisir un modèle **linéaire**
- modifier l'expression du modèle en écrivant $d' = c \cdot \Delta t$ puis **ajuster**

Quelle valeur de la vitesse en déduisez-vous ? Est-ce une valeur vraie ? Commenter les valeurs notées en dessous.

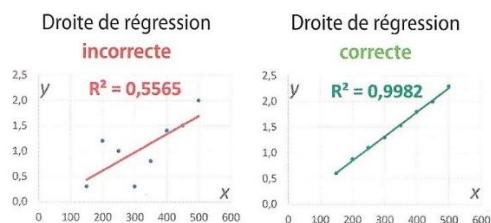
3. Analyse de documents (conclusion 5 minutes)

Exploiter une modélisation par régression linéaire

Un tableur permet de modéliser certaines séries de mesures par une fonction affine : on parle de **régression linéaire**.

a. Coefficient de détermination (R^2)

Compris entre 0 et 1, le coefficient R^2 indique si la droite de régression modélise correctement l'évolution des données : plus les points sont **rassemblés** autour de la droite, plus R^2 est **proche de 1** et plus la **modélisation est correcte**.



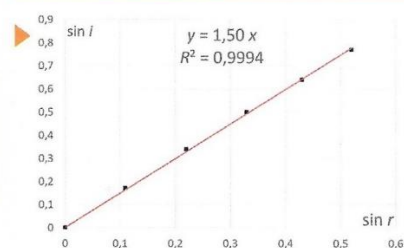
b. Équation de la droite de régression $y = ax + b$

Méthode

- 1 Identifier les grandeurs physiques qui correspondent à y et x .
- 2 Relever les valeurs de a et de b en indiquant leurs unités.
- 3 En déduire l'équation de la droite.

Cas particulier : Si b est proche de 0 ou si $b = 0$, alors la droite passe par l'origine.

Exemple



$\sin i$ correspond à y ; $\sin r$ correspond à x .

$a = 1,50$

donc $\sin i = 1,50 \times \sin r$

Que pouvez-vous déduire de la valeur du coefficient de détermination R^2 trouvé avec la calculatrice ?