THEME 01 ANALYSER & DIAGNOSTIQUER

Td 03 – Echographie Doppler

Exercice 1.

La sirène d'un camion de pompiers émet deux sons de fréquence f_1 = 488 Hz et f_2 = 435 Hz.

1. Des deux fréquences émises par la sirène du camion de pompiers, laquelle peut-on qualifier de plus aïgue ?
2. Le camion se rapproche d'un observateur immobile.

   Indiquer si l'observateur perçoit des fréquences identiques, inférieures ou supérieures à celles de la sirène ?

   En déduire si le son perçu par l'observateur est plus aigü ou plus grave.
3. Quel est le nom du phénomène observé ?

Exercice 2.

En essayant d'être le plus complet et clair, expliquer en quelques mots à quoi sert une échographie Doppler.

Indiquer :

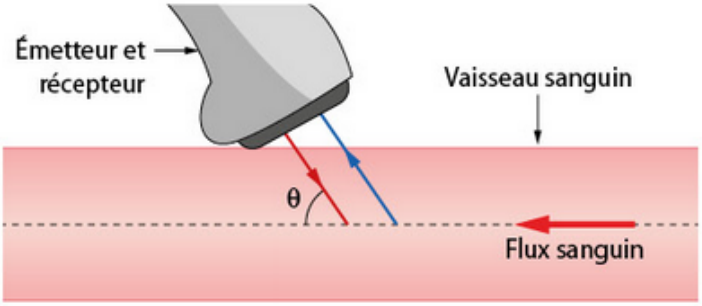
- Quelle grandeur est mesurée au cours de cet examen.
- Quels éléments du corps humain réfléchissent les ultrasons.

Exercice 3.

Lors d'une échographie Doppler on peut calculer la vitesse v des globules rouges dans un vaisseau sanguin par la relation :

$$v = \frac{v_{ultrasons} \times \Delta f}{2 \times \cos\theta \times f_e}$$

Où f_e est la fréquence de l'onde émise.



1. Le terme Δf de la relation donnée ci-dessus, signifie « différence de fréquence ».

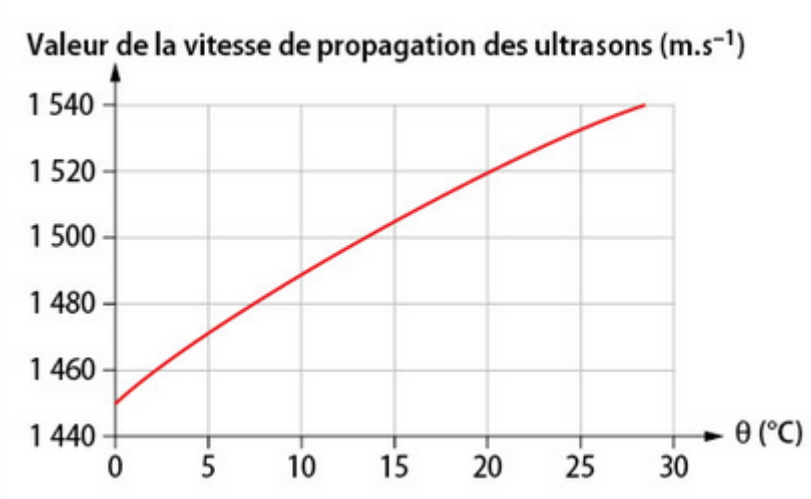
   De quelle différence de fréquence parle-t-on ?
2. Calculer la vitesse v des globules rouges. L'exprimer en cm/s.

   Données : f_e = 10,0 MHz $v_{ultrasons}$ = 1,57 x 10^3 m/s Θ = 45° Δf = 1,5 kHz.

   1 MHz = 10^6 Hz 1 kHz = 10^3 Hz.

Exercice 4.

Un sonar émet des ultrasons à la verticale du bateau en direction des fonds marins. Les ultrasons sont réfléchis et renvoyés au bateau par les obstacles rencontrés.



1. Rappeler la relation entre d (la distance navire-obstacle), v (vitesse des ultrasons) et Δt (temps de parcours entre l'émission et la réception des ultrasons),
2. A l'aide du graphe donné ci-dessus, déterminer la valeur de la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'eau à une température de 13°C.

   Bien faire apparaître la méthode sur le graphe.
3. Calculer à quelle profondeur se trouve une épave dans l'eau à 13°C, si le sonar perçoit un signal réfléchi 0,48 s après l'émission.
4. Nommer la technique d'imagerie médicale qui fonctionne sur le même principe que le sonar.

Exercice 5.

Des musiciens à bord d'un train jouent un « La » de fréquence fe. D'autres musiciens postés le long de la voie ferrée, identifient une note entendue lorsque le train est en mouvement : pour eux c'est un La#

Doc 1. Relation entre fréquence émise f_E et fréquence reçue f_R :

$$f_R = f_E \times \frac{v_{Son}}{c \pm v_{Son}}$$

v_{son} étant la vitesse de l'onde et v la vitesse relative source/récepteur.

On rappelle v_{Son} = 340 m/s.

Le signe $\pm$ diffère selon que la source et le récepteur s'éloignent où se rapprochent l'un de l'autre. On retient que le signe sera

- « + » si la source et le récepteur s'éloignent ;
- « - » si la source et le récepteur se rapprochent.

Doc 2. Fréquences des notes de musique

Note	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si
f(Hz)	349	370	392	415	440	466	494

1. Expliquer pourquoi les musiciens perçoivent un « La# » et non un « La » ?
2. Comparer à l'aide du doc 2, la fréquence du « La » émis par les musiciens dans le train, et la fréquence du « La# » perçue par les musiciens sur le quai.
3. En déduire si le train est en approche du quai de gare ou au départ ?
4. Choisir alors la relation correcte pour calculer f_R :

   a°) $f_R = f_E \times \frac{c}{c+v}$ ou b°) $f_R = f_E \times \frac{c}{c-v}$

   A partir de la réponse donnée à la question précédente, déterminer la valeur de la fréquence reçue par les musiciens au bord du quai, lorsque le train roule à une vitesse v = 68,3 km/h.`
   Donnée : 1 m/s = 3,6 km/h.

   Retrouve-t-on la fréquence du La# perçu par les musiciens sur le quai ?

Exercice 6 : Formule 1 – Corrigé en vidéo

Une formule 1 émet un bruit de moteur à une fréquence f = 1200 Hz. La voiture se rapproche des spectateurs à une vitesse initiale de 90,0 m/s. Ensuite, elle accélère et s'éloigne à une fréquence perçue de 800 Hz.

1. Calculer la fréquence perçue f' par les spectateurs lorsque la voiture s'approche.
2. Calculer la vitesse de la formule 1 lorsqu'elle s'éloigne.

Données :

Célérité du son dans l'air c = 340 m/s

Pour une source qui s'approche $f' = f \times \frac{c}{c-v_e}$ avec v_e vitesse de l'émetteur

Pour une source qui s'éloigne $f' = f \times \frac{c}{c+v_e}$

Exercice 7 : Helicoptère – Corrigé en vidéo

Un hélicoptère émet un son de fréquence f_E = 815 Hz. Un observateur immobile au sol entend un son de fréquence f_R= 1,10 x 10^3 Hz.

3. Préciser en le justifiant si l'hélicoptère s'approche ou s'éloigne.
4. Calculer la vitesse de l'hélicoptère.

Données : les mêmes que l'exercice précédent

Exercice 8 : Helicoptère – Corrigé en vidéo

Remarque. Même énoncé que le précédent (quelques petites différences au niveau des valeurs) mais corrigé par un autre professeur.

Un hélicoptère émet un son de fréquence f_0 = 810 Hz. Un observateur immobile au sol entend un son de fréquence f_1 = 1,0 kHz.

1. Préciser en le justifiant si l'hélicoptère s'approche ou s'éloigne.
2. Calculer la vitesse de l'hélicoptère.
3. Calculer la fréquence f_2 qui serait entendue si l'hélicoptère allait dans la direction opposée.

Données : les mêmes que l'exercice précédent