

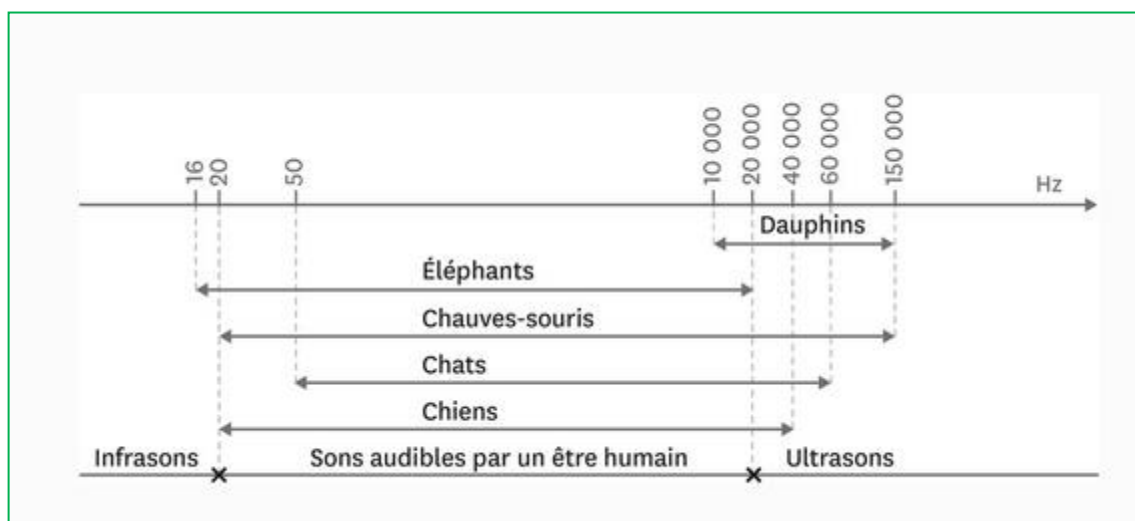
SOund NAVigation and Ranging (SONAR)

Le SONAR est un appareil utilisant les propriétés du son pour détecter la présence d'objets sous-marins. Inventé durant la Première Guerre mondiale par les Français Paul Langevin et Constantin Chilowski, il est utilisé aussi bien par la marine de guerre que les pêcheurs ou les scientifiques.

Partie 1 - Le SONAR : un émetteur d'ultrasons

1. Exprime la fréquence du signal émis par le SONAR en Hz.
2. Ce son est-il audible par les êtres humains ? Justifie ta réponse.
3. Quels animaux peuvent être perturbés par le SONAR ? Justifie ta réponse.

Le SONAR fonctionne sur le principe de l'émission d'une onde ultrasonore (50kHz) et l'écoute de son écho sur les obstacles qu'elle peut rencontrer.



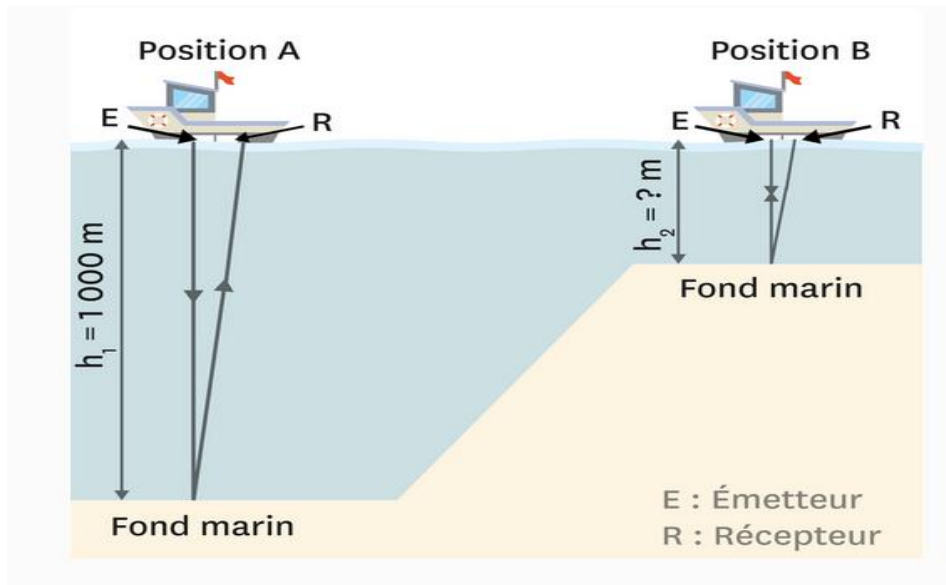
Doc1 Domaines des sons audibles pour certaines espèces animales.

Partie 2 - Le SONAR : un récepteur d'ultrasons

Les signaux émis par le SONAR se propagent dans l'eau et sont réfléchis par le fond marin. Ils sont ensuite captés par un récepteur. Un ordinateur mesure la durée entre l'émission et la réception du signal sonore. Cela permet de connaître la distance entre le fond marin et le bateau.

1. Calcule la durée entre l'émission et la réception du signal sonore dans la position A.
2. Calcule la profondeur du fond marin à la position B.

Le SONAR d'un bateau de pêche se situe à la position A. La profondeur du fond marin est de 1 000 m à cet endroit. Dans la position B, le SONAR mesure une durée de 0,04 s entre l'émission et la réception du signal sonore.



Doc2 Partie de pêche.

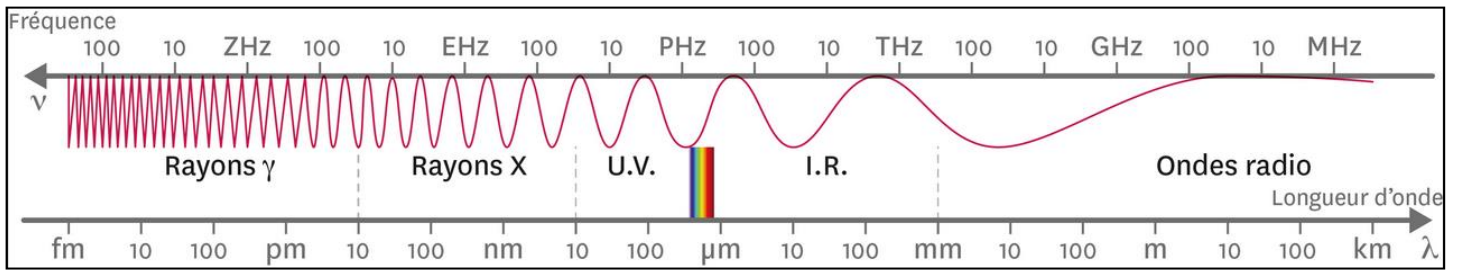
	Lumière	Son
Air	300 000 km/s	340 m/s
Eau de mer	225 000 km/s	1 500 m/s
Vide	300 000 km/s	-

Doc3 Vitesse de propagation de différents signaux en fonction du milieu.

Partie 3 - Radio Detection And Ranging : RADAR

Le RADAR est un système utilisant les ondes électromagnétiques pour détecter la présence, la position et la vitesse d'objets. Les ondes envoyées par l'émetteur sont réfléchies par la cible et récupérées par le récepteur situé au même endroit que l'émetteur.

1. Est-il possible d'utiliser un SONAR à ultrasons dans l'espace ? Justifie ta réponse.
2. Dans quel domaine du spectre des ondes électromagnétiques se trouve l'onde émise par le RADAR installé sur le satellite TerraSAR-X ?
3. Un débris sur une trajectoire de collision avec l'ISS est détecté par un écho sur le RADAR. L'impulsion revient une microseconde ($1 \mu s = 10^{-6} s$) après son départ. À quelle distance du satellite TerraSAR-X se trouve le débris ?

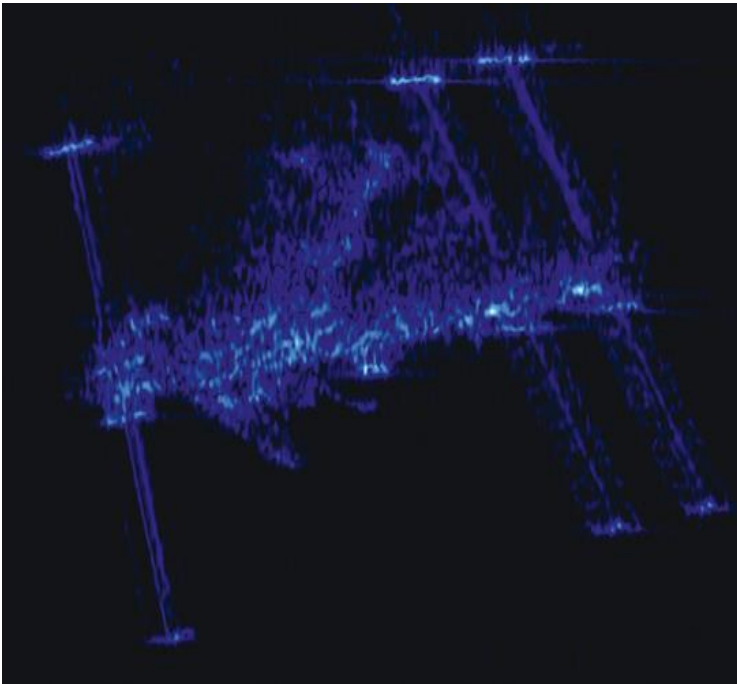


Doc4 Spectre des ondes électromagnétiques.



L'ISS est en orbite autour de la Terre à 400 km d'altitude. Elle peut subir des avaries lors de la collision avec des débris spatiaux d'anciens satellites. Il est important de repérer à l'avance les collisions futures. Pour cela, on utilise un RADAR.

Doc5 La Station Spatiale Internationale (ISS)



Le satellite RADAR TerraSAR-X a survolé l'ISS le 13 mars 2008 et a pris ce cliché à une distance de 195 km. Son RADAR fonctionne à une fréquence de 9,65 GHz, soit $9,65 \times 10^9$ Hz.

Doc6 L'ISS vue par le satellite RADAR allemand Terrasar-X.

Partie 1

Le SONAR : un émetteur d'ultrasons



1. Exprime la fréquence du signal émis par le SONAR en Hz.
2. Ce son est-il audible par les êtres humains ? Justifie ta réponse.
3. Quels animaux peuvent être perturbés par le SONAR ? Justifie ta réponse.

1. La fréquence du signal émis par le SONAR est de 50 000 Hz.

Ce son n'est pas audible par les êtres humains car notre oreille perçoit des sons dont la fréquence est comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz. La fréquence du signal émis par le SONAR est supérieure à 20 000 Hz, c'est un ultrason.

Les animaux susceptibles d'être perturbés par le signal du SONAR doivent pouvoir l'entendre, c'est-à-dire avoir un domaine de sons audibles comportant le signal du SONAR. Ils doivent également vivre dans le milieu où l'on utilise cet instrument : l'eau. C'est le cas des dauphins qui sont des animaux aquatiques et qui perçoivent les sons compris entre 10 000 Hz et 150 000 Hz.

Partie 2

Le SONAR : un récepteur d'ultrasons



1. Calcule la durée entre l'émission et la réception du signal sonore dans la position A.
2. Calcule la profondeur du fond marin à la position B.

1. La relation entre la durée t qui s'écoule entre l'émission et la réception du signal sonore, la vitesse v du son dans l'eau et la distance d parcourue par le signal s'écrit avec la formule $d = v \times t$.

De plus, en allant du bateau au fond marin puis du fond-marin au bateau, le son parcourt la distance $d = 2 \times h$, h étant la profondeur du fond marin :

on en déduit que $2 \times h = v \times t$.

- En position A, h vaut $h_1 = 1\,000$ m. L'égalité $2 \times h = v \times t$ implique que la durée entre l'émission et la réception du signal est :

$$t = \frac{2 \times h_1}{v} = \frac{2 \times 1\,000}{1\,500} = 1,33 \text{ s}$$

- En position B, la durée t vaut 0,04 s. L'égalité $2 h = v \times t$ implique alors :

$$h_2 = \frac{v \times t}{2} = \frac{1\,500 \times 0,04}{2} = 30 \text{ m}$$



Aide à la résolution

Attention à ne pas oublier que le signal effectue un aller-retour, soit 2 trajets.



1. Calcule la durée entre l'émission et la réception du signal sonore dans la position A.
2. Calcule la profondeur du fond marin à la position B.

1. Il est impossible d'utiliser un SONAR à ultrasons dans l'espace car le son ne se propage pas dans le vide, ce que l'on retrouve entre autres dans le document 3.
2. L'onde émise par le RADAR de TerraSAR-X a une fréquence de 9,65 GHz. Elle appartient donc au domaine des ondes radio dont les fréquences sont inférieures à 500 GHz environ.
3. La formule $2 \times d = c \times t$ exprime la relation entre la vitesse c de l'onde, la distance $2d$ parcourue pour que l'écho revienne et la durée t du trajet de l'onde. On en déduit que la distance d à laquelle le débris se trouve de TerraSAR-X est :

$$d = \frac{c \times t}{2} = \frac{3,00 \times 10^8 \times 1 \times 10^{-6}}{2} = 150 \text{ m}$$



Aide à la résolution

Pour aller plus loin, on pourrait demander la période du signal du RADAR de TerraSAR-X et vérifier qu'il s'agit d'une onde centimétrique.