

Signal et information – Fiche de cours

1. Les signaux

Un signal est une grandeur physique mesurable

Exemples de signaux :

tension électrique en V température en °C vitesse du vent en m.s^{-1}

2. Les ondes sonores

a. Définition

Les ondes sonores peuvent transporter de l'énergie à distance sans déplacer de matière dans un milieu matériel

b. Catégorie d'ondes sonores

Les ondes sonores sont réparties en 3 catégories :

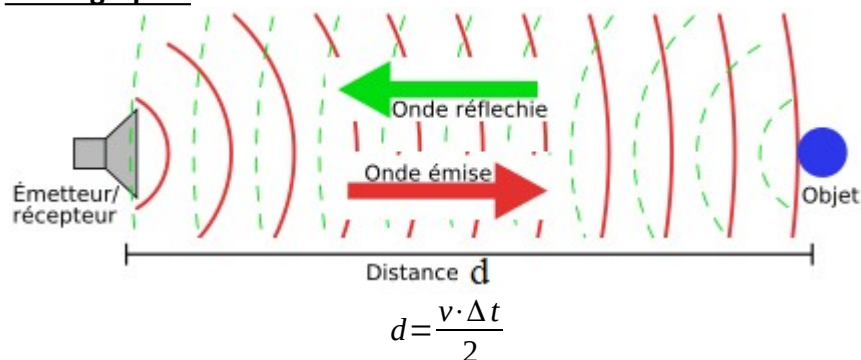
- infrasons : fréquence $< 20 \text{ Hz}$ (inaudible)
- sons audibles : $20 \text{ Hz} < \text{fréquence} < 20 \text{ kHz}$ (musique ; information)
- ultrasons : fréquence $> 20 \text{ kHz}$ (inaudible ; sonar ; échographie)

c. Célérité des ondes sonores

Selon leur milieu de propagation les ondes sonores ont la célérité suivante :

air : $v=340 \text{ m.s}^{-1}$ eau : $v=500 \text{ m.s}^{-1}$ acier : $v=5000 \text{ m.s}^{-1}$

d. L'échographie

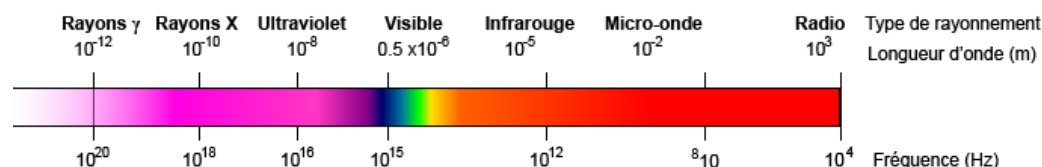


3. Les ondes électromagnétiques

a. Définition

Les ondes électromagnétiques regroupent les rayons gamma, les rayons X, les rayons ultraviolets, le visible, l'infrarouge et les ondes radios ; elles peuvent transporter de l'énergie à distance sans déplacer de matière avec ou sans milieu matériel

b. Catégorie d'ondes électromagnétiques



c. Célérité des ondes électromagnétiques

Dans l'air ou dans le vide la célérité des ondes électromagnétique vaut :

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

d. Le laser

Le laser utilise des ondes électromagnétiques pour transporter des informations ou de l'énergie à distance à la vitesse de la lumière

4. Transmettre l'information

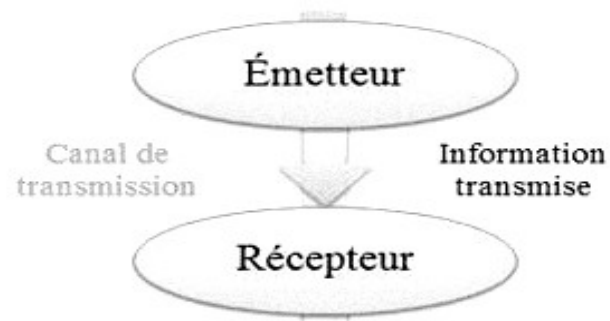
a. Principe

Une information peut résulter d'une convention établie avec un signal physique :

Exemple :

- feu rouge : STOP
- feu vert : la circulation est autorisée

b. Chaîne de transmission



Signal et information – Exercices – Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

Voyage vers Mars

Mars est l'une des planètes du système solaire. Dans ce sujet, nous allons étudier certains aspects concernant un éventuel voyage habité vers Mars.

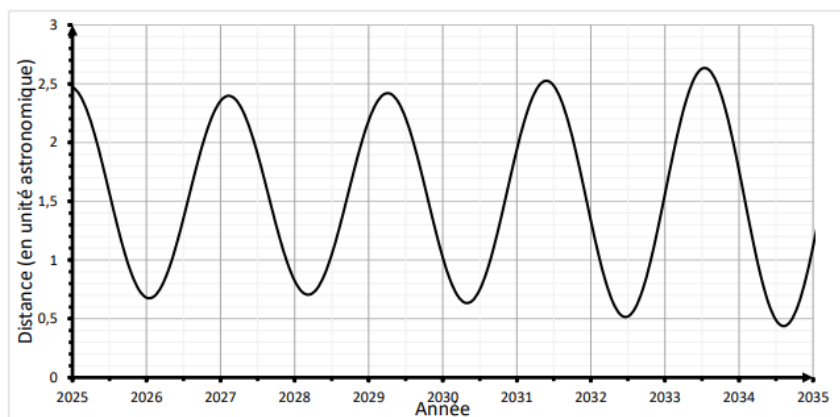


En exploitant les documents suivants, calculer la durée entre l'émission d'un message radio depuis Mars et sa réception sur Terre, pour une mission martienne se déroulant en 2031.

Expliquer alors pourquoi la distance entre l'équipage sur Mars et la Terre poserait problème en cas d'urgence.

Une démarche argumentée accompagnée de calculs est attendue.

Document : Graphique représentant l'évolution de la distance Terre-Mars en fonction de l'année



Données :

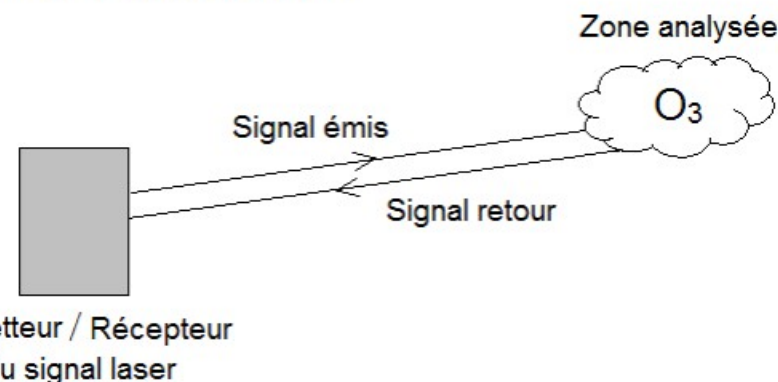
Unité astronomique (u.a.): $1 \text{ u.a.} = 150\,000\,000 \text{ km}$

Vitesse de propagation des signaux radio : $V_{\text{signal radio}} = 300\,000 \text{ km/s}$

Exercice 2 corrigé disponible

Le LIDAR permet notamment d'analyser la composition de l'air et de repérer certains gaz. Il fonctionne à l'aide d'un laser qui émet, pendant un très court instant, une onde électromagnétique du même type que la lumière. Ce signal se déplace à la vitesse de $300\,000 \text{ km/s}$.

Document 3 : La détection de l'ozone



Le signal met $3 \mu\text{s}$ pour aller jusqu'à la zone analysée et revenir au récepteur. Déterminer la distance entre le LIDAR et la zone analysée. Expliquer la démarche en quelques phrases, et préciser la relation utilisée. Toute démarche, même partielle, sera prise en compte.

On rappelle $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$.

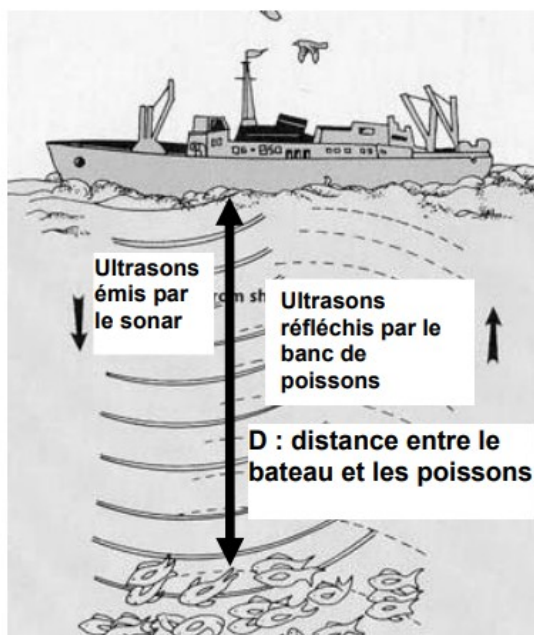
Exercice 3 corrigé disponible

Une rencontre de la coupe du monde commence : l'arbitre siffle le début de la partie au milieu du terrain. Le son se propage à la vitesse de 340 m/s. Une gardienne de but, située près de ses cages, est à une distance de 48 m de l'arbitre : elle entend donc le son émis par le sifflet avec un léger retard.

Ce retard peut-il avoir une influence sur le bon déroulement du jeu ? Donner un avis argumenté en développant un raisonnement qui utilise la relation entre vitesse, distance parcourue et durée du parcours. La durée calculée sera arrondie au centième de seconde.

Exercice 4 corrigé disponible

Un marin pêcheur est à la recherche de poissons. Pour cela il utilise un sonar : c'est un dispositif formé d'un émetteur d'ultrasons qui se propagent depuis son bateau en direction du fond marin. Le schéma de principe est donné ci-dessous.

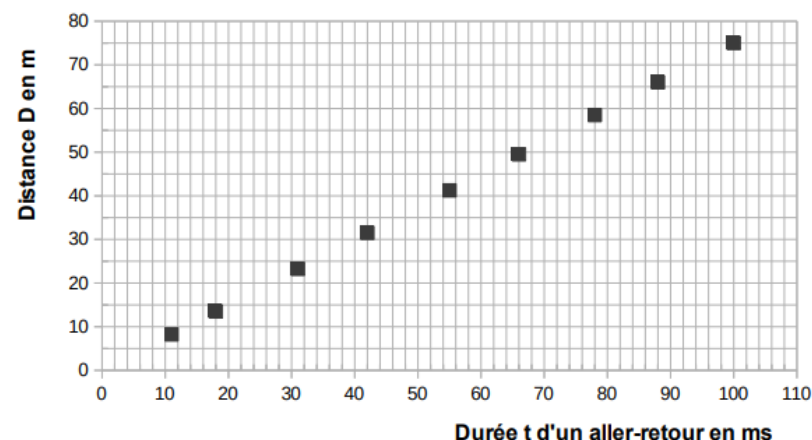


Lorsqu'un ensemble de poissons est détecté, les ultrasons sont renvoyés par eux en direction du bateau jusqu'à un récepteur.

1 Parmi les propositions suivantes, cocher celle qui est exacte :

- ☐ Le pêcheur n'entend pas les ultrasons car les sons ne se propagent pas dans l'eau de mer
- ☐ Le pêcheur n'entend pas les ultrasons car leur fréquence est trop petite
- ☐ Le pêcheur n'entend pas les ultrasons car leur fréquence est trop grande

Le graphique fourni ci-dessous donne la distance D entre le bateau et les poissons en fonction de la durée t d'un aller-retour des ultrasons.



2 Indiquer, en justifiant la réponse, si ce graphique traduit une relation de proportionnalité entre D et t.

3 La durée t d'un aller-retour des ultrasons est de 80 ms (millisecondes). Les filets de pêche présents sur le bateau permettent de capturer des poissons uniquement jusqu'à 50 m de profondeur. En utilisant le graphique, indiquer pourquoi les poissons qui ont été repérés par le sonar du marin pêcheur ne pourront pas être attrapés.

Faire apparaître sur le graphique les tracés qui ont permis la réponse.

4 Indiquer la valeur maximale de la durée t pour que des poissons puissent être pêchés par ce bateau.

Exercice 5 corrigé disponible

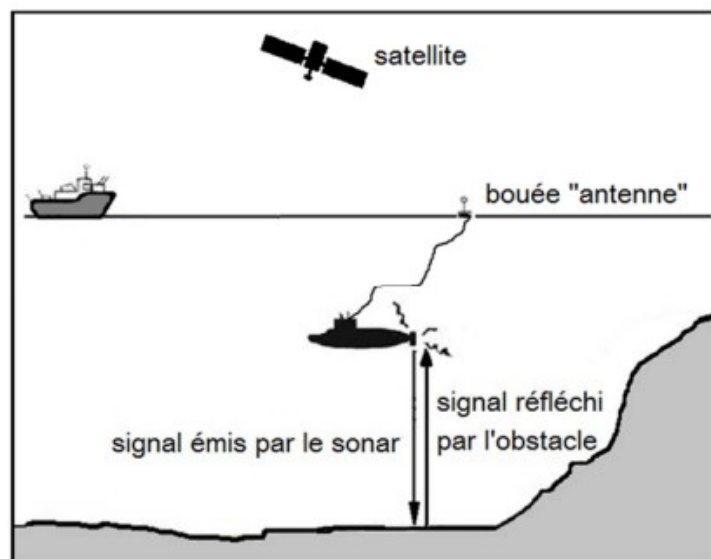
La communication à bord d'un sous-marin

- Dans un sous-marin en plongée, les membres de l'équipage ne perçoivent pas la lumière du jour, parfois pendant plusieurs semaines. Pour éviter le dérèglement de leur horloge biologique, des lampes indiquent l'alternance jour-nuit. Lorsqu'il fait jour à la surface, la lumière est blanche ; lorsqu'il fait nuit à la surface, la lumière est rouge.
- En cas d'incendie à bord, une sirène retentit.

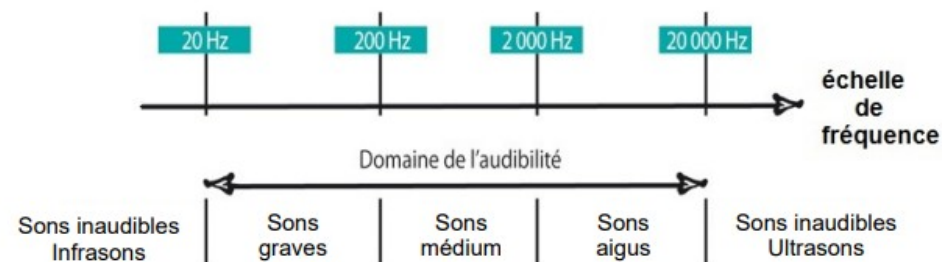
La communication vers l'extérieur d'un sous-marin

- Pour communiquer vers l'extérieur depuis un sous-marin en plongée, on peut utiliser une bouée « antenne » reliée au sous-marin par un câble électrique. Cette bouée émet et reçoit des signaux radio.
- Par ailleurs, l'utilisation d'un sonar permet de faire des mesures et de recueillir des informations sur la nature des obstacles rencontrés. Le sonar émet un signal sonore dont la fréquence s'élève à plusieurs centaines de kilohertz. Ce signal se propage jusqu'à un obstacle, est réfléchi par cet obstacle puis revient jusqu'au sonar.

Document 1 : les moyens de communication depuis un sous-marin
(Les échelles ne sont pas respectées).



Document 2 : échelle des fréquences sonores



Question 1 : indiquer la nature des deux types de signaux utilisés pour la communication à bord d'un sous-marin et cités dans le texte d'introduction.

Question 2 : préciser l'information transmise par chacun de ces signaux.

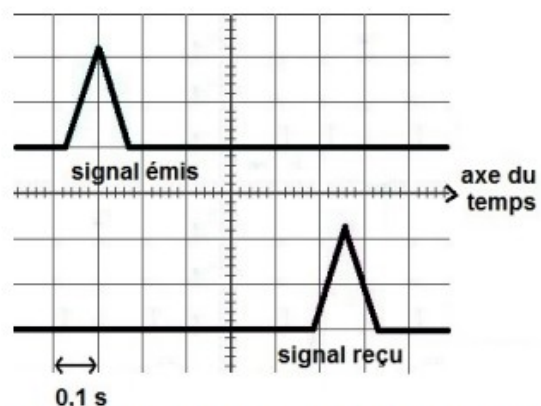
Question 3 : parmi les propositions suivantes, identifier celles qui sont exactes. (Ne pas recopier les propositions choisies mais indiquer uniquement les lettres correspondantes sur la copie).

- A. Le sous-marin et la bouée communiquent entre eux par signal radio.
- B. Le sous-marin et la bouée communiquent entre eux par signal électrique.
- C. La bouée et le satellite communiquent entre eux par signal sonore.
- D. La bouée et le satellite communiquent entre eux par signal radio.
- E. Le bateau et le sous-marin communiquent entre eux par signal électrique.

Question 4 : le sonar du sous-marin émet-il des sons audibles ? Justifier la réponse.

Question 5 : un sous-marin en expédition pour cartographier les fonds marins se trouve à 300 m sous la surface de l'océan. Les scientifiques utilisent le sonar pour connaître la profondeur du fond océanique dans la zone où se trouve le sous-marin.

Document 3 : écran de visualisation des signaux émis et reçus par le sonar



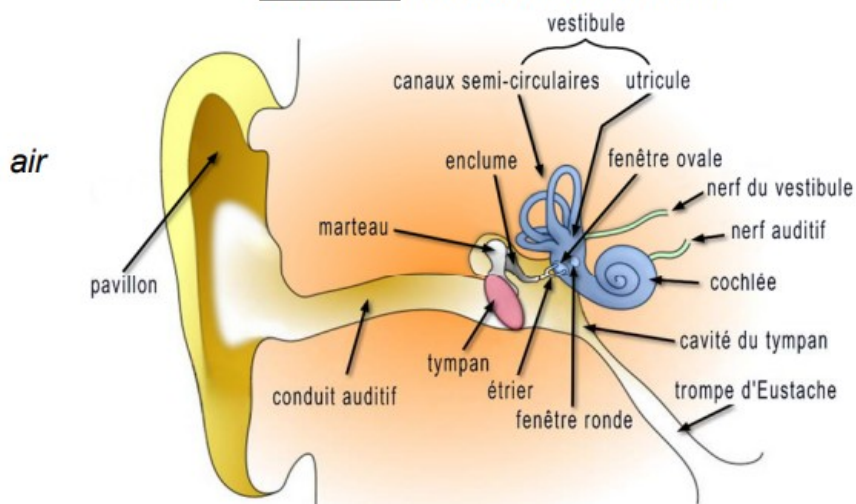
En exploitant le document 3, calculer la profondeur du fond océanique.

Donnée : vitesse du son dans l'eau de mer : $v = 1500 \text{ m/s}$.

Exercice 6 corrigé disponible

D'après l'Organisation Mondiale de la Santé, 360 millions de personnes dans le monde, dont 32 millions d'enfants, souffrent de surdité. Certaines déficiences auditives peuvent être corrigées grâce à des prothèses.

Document 1 : schéma de l'oreille humaine



Document 2 : composition d'une prothèse auditive

Une prothèse auditive est constituée essentiellement de quatre composants :

- un microphone qui capte les sons et les transforme en signaux électriques ;
- un processeur qui analyse, traite et amplifie les signaux électriques en fonction des pertes auditives du patient ;
- un haut-parleur qui reçoit les signaux électriques issus du processeur, les convertit en signaux sonores et les diffuse dans le conduit auditif de l'oreille du patient ;
- une batterie pour alimenter électriquement tous les composants de la prothèse.



Question 1 : à l'aide du document 1, expliquer pourquoi le son peut se propager dans le conduit auditif.

Question 2 : un son reçu à l'entrée du conduit auditif se propage pendant $75 \mu\text{s}$ avant d'atteindre le tympan. Déterminer la longueur du conduit auditif.

Données :

- $1 \mu\text{s} = 1 \times 10^{-6} \text{ s}$ ce qui signifie qu'une seconde est égale à un million de microsecondes ;
- Vitesse du son dans l'air : $v_{\text{air}} = 340 \text{ m/s}$;
- Vitesse du son dans l'eau : $v_{\text{eau}} = 1500 \text{ m/s}$.

Question 3 : l'énergie transportée par un signal sonore est une énergie mécanique.

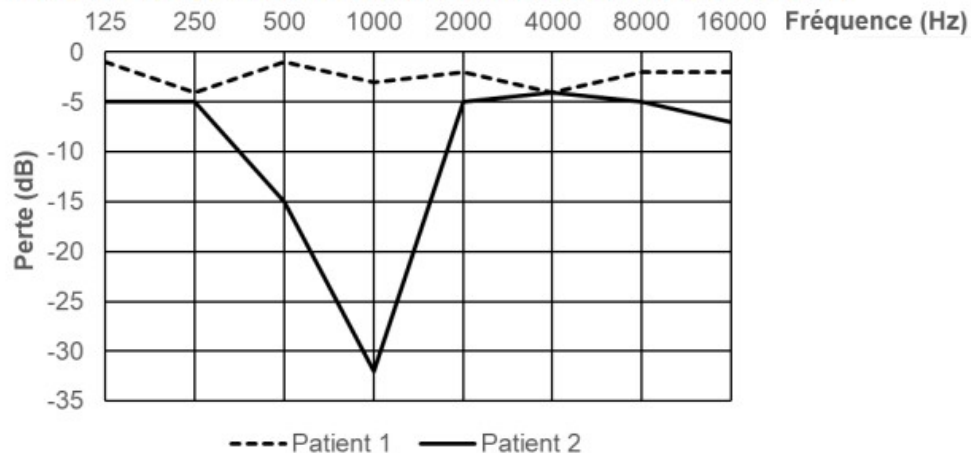
3.1. Nommer le composant de la prothèse auditive qui convertit de l'énergie mécanique en énergie électrique.

3.2. Nommer le composant qui effectue la conversion inverse.

Question 4 : lors d'une visite de contrôle de l'audition, un patient passe un examen médical nommé audiométrie. Le résultat est un audiogramme qui indique la perte auditive de l'oreille, exprimée en décibels (dB), pour l'ensemble des fréquences audibles. En utilisant les documents 3 et 4, identifier le ou les haut-parleur(s) qu'il faut choisir pour fabriquer la prothèse auditive du patient 2. Justifier la réponse.

Document 3 : audiogramme de l'oreille droite pour deux patients

Le patient 1 entend clairement, tandis que le patient 2 est atteint de surdité.



Document 4 : spectres de trois haut-parleurs de prothèse auditive

Une prothèse auditive peut contenir plusieurs haut-parleurs afin de permettre au patient de mieux entendre. Chaque haut-parleur se caractérise par un niveau sonore de sortie, exprimé en décibels (dB).

