

# Notion d'onde – Exercices - Devoirs

## Exercice 1 corrigé disponible

Reproduire et compléter le tableau suivant.

Donnée :  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

| Fréquence (Hz)      | Longueur d'onde  |
|---------------------|------------------|
|                     | 10 $\mu\text{m}$ |
| $6,0 \cdot 10^{14}$ |                  |
|                     | 0,1 nm           |
| $2,5 \cdot 10^3$    |                  |

## Exercice 2 corrigé disponible

Une onde rectiligne de fréquence 15 Hz se propage à la surface de l'eau. La distance entre 2 rides consécutives vaut 3 cm.

1. Que représente la distance entre 2 rides consécutives ?
2. Quelle est la période de cette onde ?
3. Quelle relation permet de calculer la célérité de l'onde ? Préciser les unités.
4. Quelle est la célérité de l'onde (en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) ?

## Exercice 3 corrigé disponible

Un vibreur produit à l'une des extrémités d'un ressort une vibration sinusoïdale longitudinale de fréquence 100 Hz. La compression des spires est maximale en 2 points consécutifs distants de 12 cm.

1. Pourquoi la vibration qui se propage le long du ressort est-elle qualifiée de longitudinale ?
2. Quelles grandeurs se propagent ?
3. Que représente la distance de 12 cm ?
4. Calculer la période de l'onde de compression.
5. Calculer la célérité de l'onde le long du ressort.

## Exercice 4 corrigé disponible

Le littoral, zone de transition entre terre et mer, est un milieu fragile soumis à de fortes pressions naturelles et anthropiques\*, et aux interactions entre celles-ci. Le littoral n'est pas une limite fixe et pérenne, mais au contraire, il s'agit d'une zone d'interface extrêmement sensible aux contraintes qu'elle subit. Cela conduit à des évolutions contrastées du trait de côte, qu'il est nécessaire de prévoir, en particulier dans un contexte de changement climatique avec une élévation attendue du niveau de la mer qui aura à terme des répercussions locales sur les sociétés littorales.

\* *anthropique* : relatif à l'activité humaine

[www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

Le tableau ci-dessous présente les principales techniques utilisées pour réaliser des mesures topographiques (pour représenter sur un plan des formes du terrain) et bathymétriques (mesures de la profondeur du fond sous-marin) :

|       |                                   |                            |
|-------|-----------------------------------|----------------------------|
| Sonar | Sondeur acoustique monofaisceau   | Bathymétrie                |
|       | Sondeur acoustique multifaisceaux |                            |
| Lidar | Lidar aéroporté                   | Bathymétrie et topographie |
|       | Scanner laser terrestre (TLS)     | Topographie                |

Le sonar utilise un signal acoustique (en général ultrasonore).

Le lidar (light detection and ranging) utilise un signal électromagnétique obtenu par technologie laser.

## Partie 1 : le sondeur acoustique bathymétrique monofaisceau

Le sondeur émet, sous forme d'impulsions, une onde ultrasonore de fréquence réglable. Cette onde se propage vers le bas, à la verticale du bateau. Après réflexion sur le fond marin, elle est captée par le sondeur qui mesure la durée mise par le signal pour effectuer l'aller-retour (schéma a). Connaissant la célérité des ultrasons dans l'eau, il est possible d'en déduire la profondeur du fond sous-marin. Le déplacement du sondeur en surface permet d'obtenir une succession de mesures (schéma b).

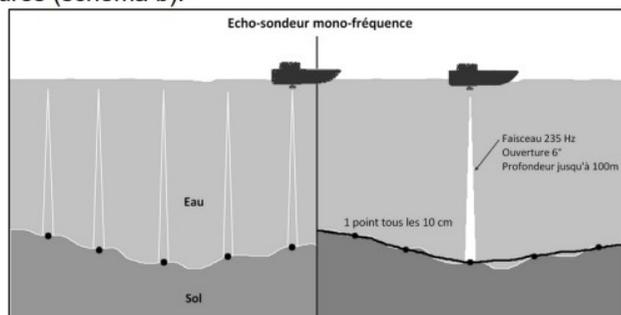


Schéma a

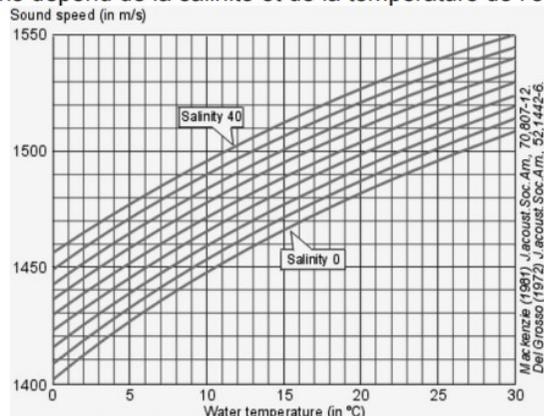
Schéma b

Principe de la mesure bathymétrique monofaisceau  
d'après <https://escadrone.com/drones-marins/bathymetrie-drone/>.

Le technicien qui utilise le sondeur peut modifier la fréquence des ultrasons en fonction de la profondeur du fond sous-marin qu'il désire étudier.

| Plein océan | Grands fonds | Plateaux continentaux | Petits fonds |
|-------------|--------------|-----------------------|--------------|
| 10 kHz      | 40 kHz       | 200 kHz               | 400 kHz      |

La célérité des ultrasons dépend de la salinité et de la température de l'eau de mer :



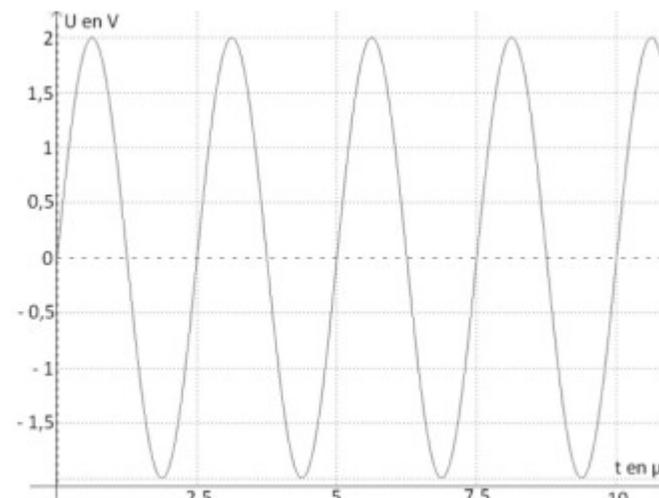
Célérité du son (en m/s) en fonction de la température (en °C) et de la salinité (en g/L).  
Welcome to SIMRAD Training Course Basic Acoustic By Kjell Eger Kongsberg Maritime AS, Simrad

- 1.1. Les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques. Rappeler la définition d'une onde mécanique progressive. Parmi les deux schémas a et b proposés ci-dessous, lequel modélise le mieux la propagation des ultrasons ? Justifier.

(a) Propagation le long d'une corde

(b) Propagation le long d'un ressort

- 1.2. Le signal simulé ci-dessous possède les mêmes caractéristiques temporelles que celles du signal émis par le sondeur acoustique prévu pour effectuer des mesures près du littoral. Les réglages effectués sont-ils cohérents avec l'utilisation prévue ?



Simulation du signal émis par le sondeur acoustique

- 1.3. Les valeurs moyennes de température et de salinité de la mer à Toulon au mois de mai sont les suivantes : température 16 °C, salinité 35 g.L<sup>-1</sup>.
- 1.3.1. Grâce au document Célérité du son (en m/s) en fonction de la température (en °C) et de la salinité (en g/L), déterminer, dans ces conditions, la valeur de la célérité des ultrasons dans l'eau de mer.

132. Quelle sera la longueur d'onde  $\lambda$  produit par l'ultrason ?

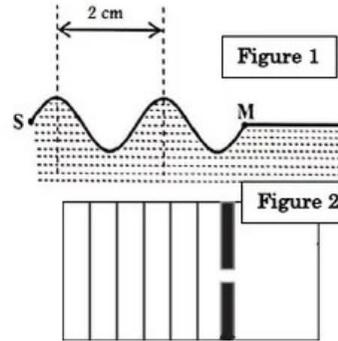
## Exercice 5 corrigé disponible

Pour étudier la propagation des ondes mécaniques à la surface de l'eau, on utilise une cuve à ondes. Le but de cet exercice est de déterminer quelques grandeurs caractéristiques d'une onde mécanique

A l'aide d'un vibreur d'une cuve à ondes, on crée en un point S de la surface libre de l'eau une onde progressive sinusoïdale de fréquence  $N=20\text{Hz}$ . Cette onde se propage à  $t=0\text{s}$  à partir du point S, sans amortissement ni réflexion.

La figure ci-contre représente une coupe dans le plan vertical, d'une partie de la surface de l'eau à l'instant de date  $t'$

1. Evaluer les propositions suivantes par vrai ou faux
  - a. Une onde mécanique se propage dans le vide.
  - b. Lors de sa propagation, une perturbation mécanique transporte de l'énergie.
  - c. Une onde sonore peut se propager dans le vide.
  - d. La longueur d'onde  $\lambda$  est la distance parcourue par l'onde pendant une période T.
2. L'onde qui se propage à la surface de l'eau est une onde longitudinale ou transversale? justifier
3. Calculer la période T de l'onde.
4. En exploitant la figure 1, déterminer la longueur d'onde  $\lambda$ .
5. la vitesse V de propagation de l'onde à la surface de l'eau est :

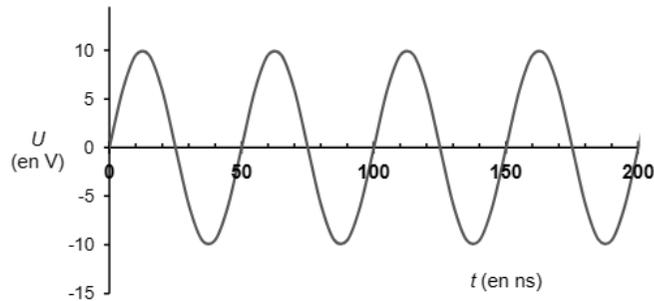


|                  |                     |                    |                   |
|------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| $V=4\text{ m/s}$ | $V=0.04\text{ m/s}$ | $V=0.4\text{ m/s}$ | $V=40\text{ m/s}$ |
|------------------|---------------------|--------------------|-------------------|

## Exercice 6 corrigé disponible

L'utilisation d'ultrasons est un outil très adapté pour l'évaluation non destructive des bétons. Il est possible de détecter des microfissures en étudiant la propagation d'onde ultrasonore dans le béton. De plus, la vitesse de propagation des ondes ultrasonores est reliée directement à la résistance du béton et donc à la qualité de celui-ci.

La courbe ci-dessous représente une simulation de la tension d'alimentation d'un émetteur à ultrason utilisé pour le contrôle des bétons :



L'émetteur génère des ondes ultrasonores de même fréquence que celle de la tension qui l'alimente.

- 2.4. Calculer, en MHz, la valeur de la fréquence des ondes utilisées par cet appareil. On explicitera la méthode utilisée.

## Exercice 7 corrigé disponible

- La fibre optique est un support pour la propagation libre des impulsions lumineuses.
- Un internaute qui reçoit ses mails avec le Wi-Fi utilise des ondes électromagnétiques.
- Bien que l'onde n'y soit pas divergente, la propagation guidée est affectée par une atténuation.
- Comme l'air n'atténue presque pas les ondes électromagnétiques, la propagation libre des ondes hertziennes est le meilleur moyen pour transporter des informations, quelle que soit la distance.
- Les ondes hertziennes ont des valeurs de fréquence de plusieurs centaines de MHz.

## Exercice 8 corrigé disponible

Chaque case de ce tableau décrit une situation dans laquelle une information est transportée par des ondes. Sr chacune d'elles, indiquer s'il s'agit de propagation libre ou guidée.



Ce médecin utilise la technique de l'endoscopie pour observer les bronches de son patient : une mini-caméra se trouve dans les bronches et envoie son signal au terminal au moyen d'une fibre optique.



Les télécommandes courantes « communiquent » avec la télévision à l'aide d'un rayonnement infrarouge.



En 2017, c'est encore le réseau filaire qui permet la plupart des communications par téléphone fixe.



Dans ce village du Sénégal, les habitants peuvent recevoir la télévision grâce à cette antenne parabolique qui capte les ondes hertziennes émises par les satellites



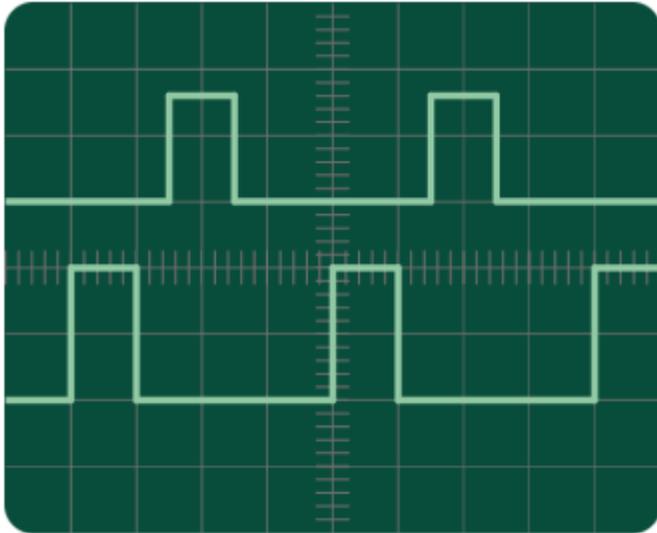
À partir de décembre 2016, les TGV de la ligne Paris – Lyon sont équipés d'émetteurs Wi-Fi : ceux-ci émettent des micro-ondes permettant aux ordinateurs des voyageurs de se connecter à Internet.

## Exercice 9 corrigé disponible

En travaux pratiques, des élèves réalisent l'expérience suivante :

- Régler un GBF afin qu'il délivre des impulsions électrique de la durée la plus courte possible.
- Aux bornes de ce GBF, brancher un câble coaxial de longueur  $L = 60$  m.
- À l'autre extrémité du câble, brancher un conducteur ohmique dont la résistance est ajustée afin d'éliminer le phénomène de réflexion.
- Brancher et régler un oscilloscope afin de visualiser le signal entrant et le signal sortant du câble.

À l'écran de l'oscilloscope ils observent :



sensibilité horizontale :  $0,2 \mu\text{s}/\text{div}$

sensibilité verticale :  $2\text{V}/\text{div}$

1. Identifier, parmi les deux signaux observés à l'écran, lequel est celui qui entre dans le câble coaxial et lequel est celui qui en sort. Justifier en utilisant deux arguments.
2. On admet que la durée qui sépare deux impulsions successives est supérieure à la durée de la propagation de l'onde dans le câble. Exploiter l'oscillogramme pour déterminer la célérité de l'onde dans le câble.

## Exercice 10

Les jeux olympiques représentent un évènement sportif majeur, qui a lieu tous les quatre ans. Paris accueillera les jeux olympiques en 2024, tandis que ceux de 2020 auront lieu à Tokyo. De nouveaux sports, tels que le surf, ont été ajoutés aux quarante disciplines existantes, ce qui contraint les pays d'accueil à disposer de nouveaux équipements.

Ainsi, un projet de piscine à vague sur la Ville de Sevrans, en Île-de-France, est à l'étude et devrait voir le jour en 2023. Il s'agit ici, de construire un parc de loisir, notamment aquatique ; dans lequel viendrait s'intégrer les plans d'eau olympiques. Concernant la piscine dédiée à la pratique du surf, une technologie inédite permettra d'obtenir 1 000 vagues par heure alors que les technologies des piscines actuelles sont en dessous de cette performance.



Plan du  
Échelle :  représente 10,5 mètres  
source :

projet de Sevrans

[www.sevranserdeaux.com](http://www.sevranserdeaux.com)

1. Définir d'une onde mécanique.
2. À partir des informations contenues dans l'énoncé, déterminer la valeur de la fréquence des vagues formées, puis en déduire la périodicité temporelle.
3. En exploitant le document ci-dessus, déterminer la période spatiale des vagues formées.
4. En déduire la vitesse de propagation de cette onde.

## Exercice 11

### ondes circulaires à la surface de l'eau

Un vibreur crée une onde progressive périodique à la surface de l'eau. Sa fréquence est  $f = 10 \text{ Hz}$ . On observe à la surface des rides circulaires concentriques.



1. L'onde émise est-elle transversale ou longitudinale ?
2. À un instant donné, la distance entre trois rides successives vaut  $d = 2 \text{ cm}$ . Quelle est la valeur  $\lambda$  de la longueur d'onde ?
3. Calculer la célérité  $c$  de l'onde.
4. On place à la surface de l'eau 2 petits flotteurs A et B situés respectivement à  $4 \text{ cm}$  et  $8 \text{ cm}$  du vibreur. Comparer les mouvements des 2 flotteurs entre eux.

## Exercice 12

### Sonde ultrasonore

Un échographe cardiaque utilise des ultrasons émis à la fréquence  $f = 4,5 \text{ MHz}$ .

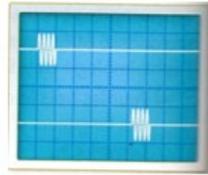
1. La fréquence des ultrasons est-elle modifiée lorsque les ondes se propagent dans la peau, puis dans le cœur ?
2. Dans les muscles cardiaques, la célérité des ultrasons est  $c = 1600 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Calculer la longueur d'onde  $\lambda$  correspondante.

## Exercice 13

### Mesure de distance

Un émetteur de salves d'ultrasons, doté d'un récepteur intégré, est placé face à un mur. Les signaux émis et réfléchis sont observés simultanément à l'oscilloscope. Ils sont séparés de 5,2 divisions sur l'axe horizontal.

La base de temps est réglée sur le calibre suivant :  $0,5 \text{ ms/div}$ . Dans les conditions de l'expérience, la vitesse du son dans l'air est  $c = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Déterminer la distance entre l'appareil à ultrasons et le mur.



## Exercice 14

### Vitesse et milieu de propagation

Un émetteur et un récepteur à ultrasons sont placés dans un même milieu, en regard l'un de l'autre, à une distance donnée  $L$ .

Les graphes ci-contre donnent le signal capté par le récepteur dans l'eau et dans l'air. L'origine des dates  $t=0 \text{ s}$  est l'instant de l'émission.

1. Dans quel milieu la propagation des ultrasons est-elle la plus rapide ?
2. L'émetteur et le récepteur sont séparés par une distance  $L = 20 \text{ cm}$ . Calculer la vitesse de propagation des ultrasons dans les deux milieux.

