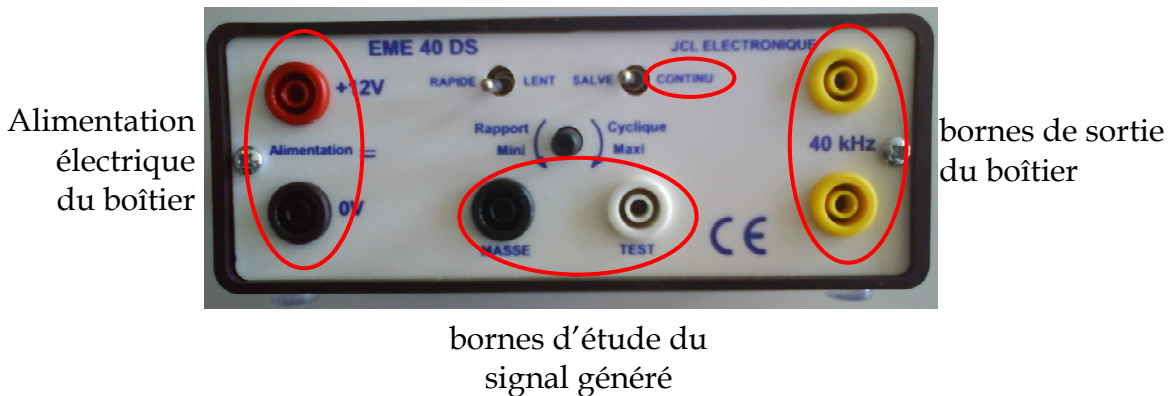


Caractéristiques des ondes périodiques

La notion d'onde paraît souvent abstraite. Pourtant, une onde a parfois des caractéristiques bien définies, que nous allons explorer ici.

1 – Ondes ultrasonores au laboratoire et périodicité temporelle

Le générateur de signal est en mode CONTINU : il crée un signal électrique destiné à alimenter une cellule piezoélectrique donnant naissance à des ultrasons.



On visualise le signal de sortie sur la voie 1 de l'oscilloscope.

1. Représenter l'oscillogramme obtenu (indiquez les réglages).
2. Le signal est **périodique** : définir puis déterminer la période T_{sign} puis la fréquence f_{sign} du signal créé par le boîtier.

Le générateur est relié à un émetteur d'ultrasons (cellule piezo). Un récepteur d'ultrasons est placé en regard de l'émetteur et relié à la voie 2 de l'oscilloscope.

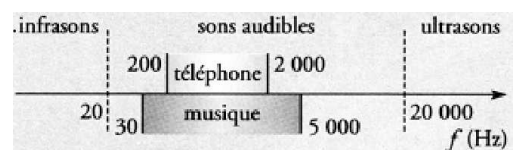
3. Représenter l'oscillogramme du signal délivré par le récepteur (indiquez les réglages).
4. Déterminer sa période T_{rec} puis sa fréquence f_{rec} .
5. Comparer les signaux des deux voies de l'oscilloscope et conclure.

La période T et la fréquence f sont des caractéristiques *intrinsèques* de l'onde ultrasonore qui se propage entre l'émetteur et le récepteur.

6. D'après vous, que valent-elles ici ?
7. Ces grandeurs dépendent-elles a priori du milieu de propagation ? Justifier.

L'oreille humaine est *grosso modo* sensible aux sons dont la fréquence est comprise entre 20 Hz et 20 kHz.

8. Pourquoi parle-t-on ici d'ondes ultrasonores ?
9. Les ondes sonores sont-elles longitudinales ou transversales ?
10. *A la maison* : résumez l'article donné en annexe.



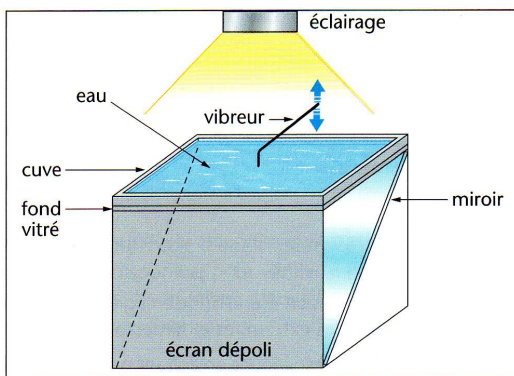
2 – Une périodicité double

2.1 – Ondes à la surface d'une cuve à ondes



1. En quoi la figure ci-dessus illustre-t-elle que l'onde correspond à « un transfert d'énergie sans transport de matière » ? Quel synonyme de *vitesse* utilise-t-on alors pour une onde ?
2. Donner la dimension de l'onde périodique qui se propage à la surface de l'eau. Est-elle longitudinale ou transversale ?
3. L'onde se propage à la célérité v . Quelle distance d a-t-elle parcouru au bout de la durée Δt ?

Dans une cuve à ondes, une soufflerie crée à la surface de l'eau des déformations périodiques de fréquence f . A l'aide d'un éclairage stroboscopique, il est possible de « figer » l'évolution de l'onde progressive périodique créée.



La cuve à ondes

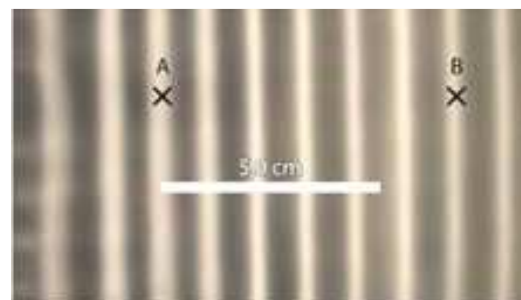


Fig. 1 Ondes planes $f = 20$ Hz



Fig. 2 Ondes circulaires $f = 20$ Hz



Fig. 3 Ondes planes $f = 30$ Hz

4. Qu'est-ce qu'un stroboscope ? Quel « défaut » de l'œil exploite-t-il ?
5. Les zones claires correspondent-elles aux creux ou aux bosses des vaguelettes créées ? Justifier.
6. A quelle fréquence un point quelconque de la surface de l'eau vibre-t-il ? Justifier en utilisant la notion de retard.
7. Les deux points A et B représentés sur la figure 1 vibrent-ils *en phase* ? De quelle distance sont-ils séparés ?

8. En utilisant cette distance, déterminer la valeur de la longueur d'onde λ , associée à son incertitude absolue $\Delta\lambda$.
9. En déduire la valeur de la célérité v_1 de l'onde à la surface de l'eau pour la figure 1 et son incertitude Δv_1 .
10. Reprendre les questions 8 et 9 dans le cas des figures 2 et 3. Conclure sur les paramètres influençant la célérité des ondes à la surface de l'eau.
11. Pourquoi l'étude des ondes circulaires de fréquence 30 Hz n'aurait-elle pas été suffisante pour répondre à la question précédente ?

2.2 – Retour aux ondes ultrasonores du laboratoire

Armés de ces notions, déterminer **expérimentalement** la longueur d'onde des ondes ultrasonores utilisées en TP. Vous expliquerez votre démarche et pourrez discuter votre résultat connaissant la célérité du son dans les conditions de l'expérience.

Sous pression atmosphérique, la célérité des ondes ultrasonores dans l'air est $v_{(\text{US dans l'air})} = 331 \text{ m.s}^{-1}$ à 0°C ; $v_{(\text{US dans l'air})}$ est proportionnelle à la racine carrée de la température *absolue* de l'air (sans tenir compte de son taux d'humidité) ; on peut traduire cette propriété par la « formule »

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

avec v en m.s^{-1} et T la température absolue en kelvins (K) : $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$.

3 – Pour aller plus loin

La célérité de l'onde mécanique dépend généralement de l'inertie et de la rigidité du milieu.

1. Ceci a-t-il une conséquence sur la fréquence ? sur la longueur d'onde ?

Toute onde progressive et périodique est caractérisée par sa période et/ou sa fréquence. C'est le cas des ondes sonores, mais aussi ondes électromagnétiques comme la lumière.

2. Quelle différence fondamentale y a-t-il entre les ondes sonores et les ondes électromagnétiques ?
3. Que décrit la fréquence d'une onde sonore en acoustique musicale ?
4. a. La lumière visible appartient au domaine électromagnétique compris entre 400 et 800 nm. Que représentent ces valeurs ?
b. La lumière change-t-elle de couleur lorsqu'elle change de milieu de propagation ?

La célérité de l'onde dans un milieu dépend parfois de sa fréquence : on dit alors que le milieu est **dispersif** pour l'onde considérée.

5. L'air est-il un milieu dispersif pour les ondes sonores ? Justifier.
6. Même question pour l'eau concernant les ondes sur la cuve.

Le verre est un milieu dispersif pour les ondes lumineuses.

7. Qu'observe-t-on lorsque de la lumière laser (monochromatique) traverse un prisme en verre ? Comment appelle-t-on ce phénomène ?
8. Mêmes questions pour de la lumière blanche (polychromatique). Expliquer.

Souvenez vous, en Seconde, vous avez vu la loi de Snell-Descartes pour la réfraction, $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ où $n = \frac{c}{v}$ est l'indice de réfraction du milieu (pour le verre, $n \sim 1,5$).

Ultrasons : l'appareil « anti-jeunes » fait un tollé

On connaissait les sonneries de portables que seules les oreilles des jeunes peuvent percevoir. Le **Mosquito** diffuse lui aussi des **ultra-sons**, mais il n'a pas la même finalité ludique et attractive. Il a même la finalité opposée. La Belgique l'a adopté, voilà plus de quinze jours, dans le but d'éloigner les jeunes de certains lieux publics et d'éviter les attroupements. Commercialisé en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas ou encore en Belgique sous le nom de 'Mosquito' et distribué depuis peu en France sous le nom de "**Beethoven**, un son qui adoucit les mœurs". [...]

En émettant des sons entre 75 et 95 décibels à une fréquence de 17000 et 18000 Hertz, le Beethoven est-il dangereux pour la santé des jeunes ? "Ce qui caractérise le vieillissement de l'audition chez l'homme, c'est la perte des aigus. Schématiquement, un adulte peut entendre des sons jusqu'à 10 000 ou 12 000 hertz, alors que chez un jeune cela peut monter entre 17 000 et 25 000 hertz", explique à LCI.fr le Dr Gilles Dupuis, Oto-rhino-laryngologiste (ORL) à Issy-les-Moulineaux. Inaudibles par les adultes, les sons du Beethoven seraient donc inoffensifs pour eux. Mais pour les jeunes, certaines précautions s'imposent.

"A ma connaissance, il n'y a pas eu d'étude sur la dangerosité de ces boîtiers. Mais on peut dire, d'une façon générale, que si les sifflements suraigus émis par l'appareil sont inférieurs à 80 décibels, il n'y a pas de danger. Cela ne donnera pas plus de soucis que d'émettre n'importe quelle musique ou n'importe quel son. En revanche, au-delà de 80 décibels, cela paraît potentiellement dangereux. Tout dépend, en fait, de l'intensité et de la durée d'exposition. Le premier traumatisme sonore se manifeste par des sifflements, qui sont le signal d'alarme que fabrique l'oreille à destination du cerveau. Le deuxième risque, c'est la perte d'audition".

Source : www.lci.tf1.fr

Ultrasons : l'appareil « anti-jeunes » fait un tollé

On connaissait les sonneries de portables que seules les oreilles des jeunes peuvent percevoir. Le **Mosquito** diffuse lui aussi des **ultra-sons**, mais il n'a pas la même finalité ludique et attractive. Il a même la finalité opposée. La Belgique l'a adopté, voilà plus de quinze jours, dans le but d'éloigner les jeunes de certains lieux publics et d'éviter les attroupements. Commercialisé en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas ou encore en Belgique sous le nom de 'Mosquito' et distribué depuis peu en France sous le nom de "**Beethoven**, un son qui adoucit les mœurs". [...]

En émettant des sons entre 75 et 95 décibels à une fréquence de 17000 et 18000 Hertz, le Beethoven est-il dangereux pour la santé des jeunes ? "Ce qui caractérise le vieillissement de l'audition chez l'homme, c'est la perte des aigus. Schématiquement, un adulte peut entendre des sons jusqu'à 10 000 ou 12 000 hertz, alors que chez un jeune cela peut monter entre 17 000 et 25 000 hertz", explique à LCI.fr le Dr Gilles Dupuis, Oto-rhino-laryngologiste (ORL) à Issy-les-Moulineaux. Inaudibles par les adultes, les sons du Beethoven seraient donc inoffensifs pour eux. Mais pour les jeunes, certaines précautions s'imposent.

"A ma connaissance, il n'y a pas eu d'étude sur la dangerosité de ces boîtiers. Mais on peut dire, d'une façon générale, que si les sifflements suraigus émis par l'appareil sont inférieurs à 80 décibels, il n'y a pas de danger. Cela ne donnera pas plus de soucis que d'émettre n'importe quelle musique ou n'importe quel son. En revanche, au-delà de 80 décibels, cela paraît potentiellement dangereux. Tout dépend, en fait, de l'intensité et de la durée d'exposition. Le premier traumatisme sonore se manifeste par des sifflements, qui sont le signal d'alarme que fabrique l'oreille à destination du cerveau. Le deuxième risque, c'est la perte d'audition".

Source : www.lci.tf1.fr