

## A- Notion d'onde

### Définition

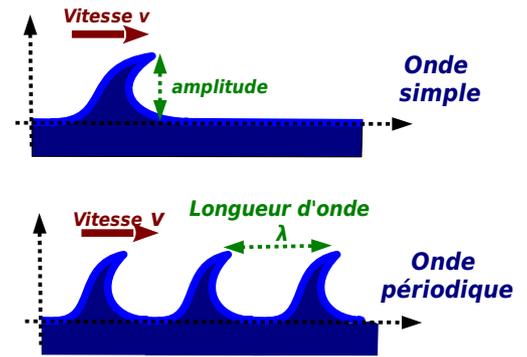
Une onde est une perturbation d'une propriété physique d'un milieu, cette perturbation se propage. L'onde se caractérise par :

- sa vitesse de propagation dans le milieu ( $v$  en  $m.s^{-1}$ )
- le type de perturbation (pression, déplacement, tension électrique, température, ...)
- l'amplitude de cette perturbation

L'onde peut être périodique, on définit alors sa fréquence  $f$  (en Hz) et sa période  $T$  (en s). On a  $f = 1/T$

On définit la longueur d'onde  $\lambda$  (en m) comme étant la distance parcourue pendant la durée  $T$  :  $\lambda = v \times T$

exemples



Exemple d'onde	Type de perturbation	Longueur d'onde
Vague sur l'eau	Déplacement vertical de la surface de l'eau, en mètre	Que quelques cm à plusieurs m
Son (dans l'eau, l'air, un solide)	Modification de la pression localement (en Pascal)	De quelques m à quelques mm
Séisme	Déplacement du sol, dans 3 directions possibles (en m)	Voir SVT
Ondes électromagnétiques (radio, lumière, UV, X, gamma)	Perturbation du champ magnétique et du champ électrique (une charge électrique et un aimant subissent une force quand une onde EM passe)	De quelques Km (ondes radio), en passant par quelques centaines de nm (lumière visible) jusqu'à des dimensions proches des atomes 0,1 nm

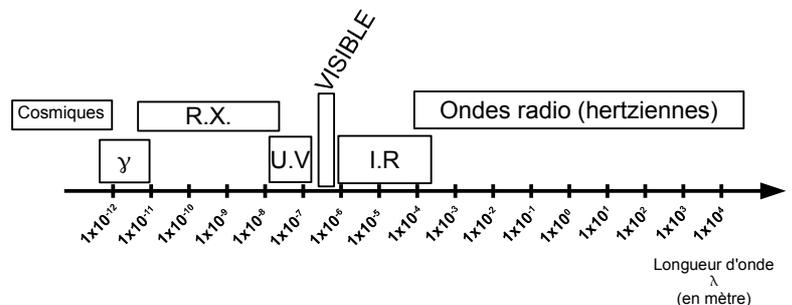
## B- Spectre des ondes électromagnétiques et vitesse de propagation

### Définition

Les ondes électromagnétiques se propagent à la vitesse de la lumière dans le vide  $c = 3,00 \times 10^8 m.s^{-1}$ .

Le spectre des ondes électromagnétique va des longueurs d'ondes de  $10^{-12}m$  à  $10^4$  m.

Elles se propagent dans le vide et certains milieux mais peuvent aussi être absorbées.



## C- Spectre des ondes acoustiques et vitesse de propagation

### Définition

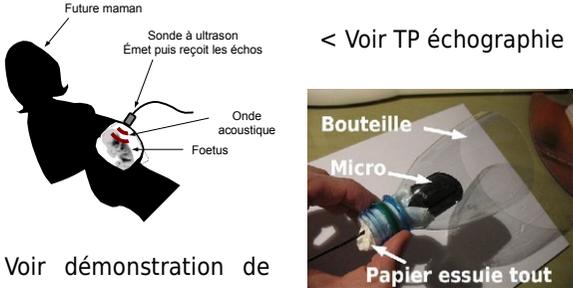
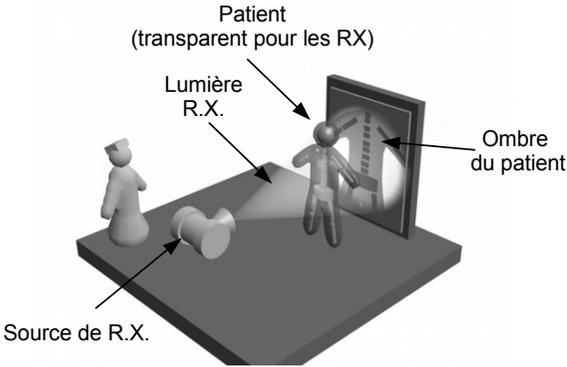
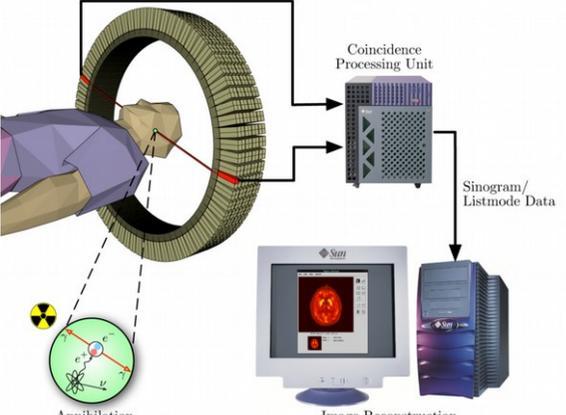
Les ondes acoustiques sont des variations de pression dans un milieu (gaz, liquide, solide).

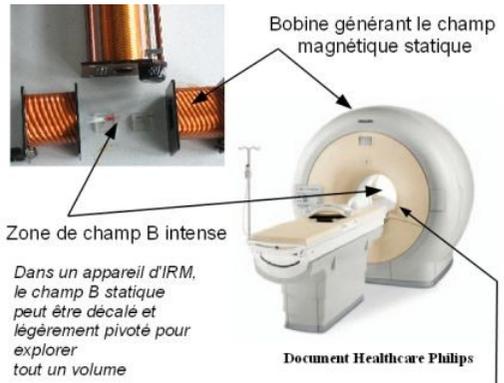
Le spectre des ondes acoustiques audibles par les humains s'étale de 3,5 m à 4 cm environ.

La vitesse de propagation du son (onde acoustique) dans l'air est de  $340 m.s^{-1}$  environ.

## D- Application au domaine médical des ondes

On utilise une grande variété d'ondes en médecine pour le diagnostic médical : on peut avoir des informations sur le fonctionnement du corps sans avoir à l'ouvrir ou perturber son fonctionnement.

Technique	Échographie, stéthoscope	Rayon X / Scanner	PET Scan
<b>Type d'onde</b>	Onde de pression : le son	Onde électromagnétique de longueur d'onde voisine du nanomètre	Rayon gamma, onde électromagnétique à longueur d'onde inférieure au nm.
<b>Principe</b>	<p>Pour l'échographie, on mesure le temps d'un aller/retour d'un écho pour cartographier les organes.</p> <p>Pour le stéthoscope, on écoute le bruit du cœur à l'aide d'un dispositif permettant de mieux capter ce bruit.</p>	<p>On projette l'ombre du patient sur un détecteur en l'éclairant avec une lampe à rayons X. Pour les rayons X, le corps humain est presque transparent</p> <p>Le scanner est un appareil qui reconstitue en 3D une image prise en RX d'un corps. Il est nécessaire d'utiliser un puissant ordinateur pour faire ce calcul.</p>	<p>Le patient a ingéré un sucre modifié (radioactif) qui va se fixer sur des cellules qui en consomment beaucoup. Des atomes de ce sucre se désintègrent spontanément et émettent un positron qui réagit avec un électron ce qui provoque leur désintégration : ils émettent alors deux photons qui partent à 180° l'un de l'autre. En croisant ces directions on localise la zone consommant beaucoup de sucre.</p>
<b>Exemples</b>	 <p>&lt; Voir TP échographie</p> <p>Voir démonstration de cours &gt;</p>	 <p>Et démonstration et vidéo de cours du professeur.</p>	 <p>(source illustration : <a href="http://fr.wikipedia.org">http://fr.wikipedia.org</a>)</p>

Technique	Endoscopie	Électrocardiographe /encéphalogramme	IRMN imagerie par résonance magnéto nucléaire
<b>Type d'onde</b>	Lumière visible, onde électromagnétique	Onde électrique, activité électrique des nerfs (muscle du cœur, activité neuronale)	Onde électromagnétique (radio) et champ magnétique constant très puissant.
<b>Principe</b>	<p>On utilise une fibre optique pour guider la lumière dans un tube fin pour explorer le corps en passant par les voies naturelles ou une petite incision.</p> <p>La fibre permet d'apporter la lumière dans la zone à étudier, elle peut aussi permettre de voir cette zone.</p> <p>Cependant, de plus en plus souvent, on utilise une micro caméra.</p>	<p>On mesure avec des électrodes de faibles tensions électriques qui varient dans le temps.</p> <p>Cette mesure est difficile à faire, l'électronique doit être capable de filtrer les nombreux signaux parasites.</p>	<p>On oriente de « petites boussoles » (noyaux d'hydrogène) grâce à un très puissant champ magnétique. Avec une onde radio, on les met en résonance et on mesure leur densité dans le corps.</p> <p>La méthode nécessite un puissant calcul (ordinateur) pour fabriquer l'image à partir du signal radio enregistré et nécessite de modifier pendant la mesure le champ magnétique : c'est la raison du bruit strident des appareils d'IRMN.</p> <p>Les aimants très puissants nécessitent de l'hélium liquide pour leur fonctionnement, ce qui augmente considérablement le coût d'exploitation d'un IRMN</p>
<b>Exemple</b>	Voir exercices du livre	Voir exercices du livre	 <p>Bobine générant le champ magnétique statique</p> <p>Zone de champ B intense</p> <p>Dans un appareil d'IRM, le champ B statique peut être décalé et légèrement pivoté pour explorer tout un volume</p> <p>Document Healthcare Philips</p> <p>L'excitation des dipôles magnétiques se fait avec une onde radio</p> <p>Voir démonstration de cours et vidéo.</p>

## E- Exercice

Exercice 1 p.163

Exercice 3 p.163

Exercice 5 p.163

Exercice 9 p.164

Exercice 10 p.164

Exercice 11 p.165

Exercice 14 p.165

Exercice 6 p.177

Exercice 8 p.178

Exercice 9 p.178

Exercice 12 p.179

**F- Correction**

**Exercice 1 p.163 1-** Phénomène qui se répète identique à lui même, régulièrement dans le temps. **2-** signal A : pseudo périodique, signal B périodique, signal C : périodique sinusoïdal.

**Exercice 3 p.163 1-** C'est la période T. **2-** On mesure la distance entre deux pics sur l'enregistrement (2cm) et on utilise l'échelle (1cm = 0,40 s) donc  $T = 2 \times 1\text{cm} = 2 \times 0,40 \text{ s} = 0,80 \text{ s}$ . **3-**  $f = 1/T = 1/0,80 = 1,25 \text{ Hz}$ .

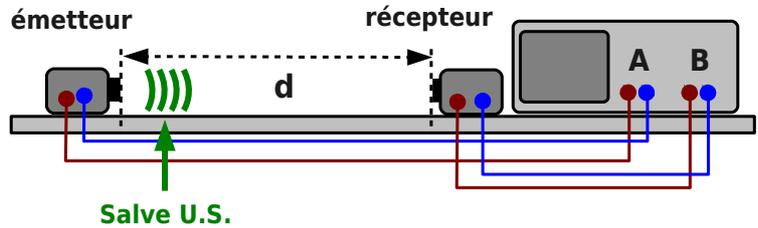
**Exercice 5 p.163 1-**  $T = 250 \text{ ns} = 250 \times 10^{-9} \text{ s} = 2,50 \times 10^{-7} \text{ s}$  **2-**  $f = 1/T = 4 \times 10^6 \text{ Hz} = 4 \text{ MHz}$  **3-** Oui.

**Exercice 9 p.164 1- et 2-** voir schéma

**3-**  $\Delta t = 4 \text{ divisions} = 4 \times 250 \mu\text{s} = 1,0 \text{ ms}$ .

**4-**  $d = v \times \Delta t = 350 \times 1,0 \times 10^{-3} = 35 \text{ cm}$   
(attention aux unités dans cet exercice, c'est le principal piège de la mort qui tue).

**5.a.** Dans l'eau, le son se déplace plus vite, donc  $\Delta t$  aurait été plus petit. **5.b.** Ils n'auraient rien mesuré, car le son ne peut pas se propager dans le vide, il faut un milieu matériel.



**Exercice 10 p.164**

**1-** voir le professeur de sport. **2.a-** Une pulsation dure T secondes, donc 53 pulsations durent  $53 \times T$  secondes. Ici on a  $53 \times T = 60$  donc  $T = 60/53 = 1,13 \text{ s}$ . **2.b-**  $f = 1/T = 1/1,13 = 0,88 \text{ Hz}$ .

**Exercice 11 p.165**

**1-** Estimation :  $65 \text{ bat. min}^{-1}$ . **2-**  $f = 1/T$  ce n'est pas proportionnel ! **3-** On mesure  $T = 4,5 \times 0,2 \text{ s} = 0,9 \text{ s}$  donc  $f = 1/T = 0,11 \text{ Hz}$ . Pour une minute et n battements :  $n \times T = 60 \text{ secondes}$  donc  $n = 60/T = 67 \text{ pulsations/min}$ . **4-** On a  $f = 1/T$  donc  $T = 1/f$ .  $T_1 = 1/(300 / 60) = 0,2 \text{ s}$ ;  $T_2 = 1/(150 / 60) = 0,4 \text{ s}$ ;  $T_3 = 1/(100 / 60) = 0,6 \text{ s}$ ;  $T_4 = 1/(75 / 60) = 0,8 \text{ s}$ ;  $T_5 = 1/(60 / 60) = 1,0 \text{ s}$

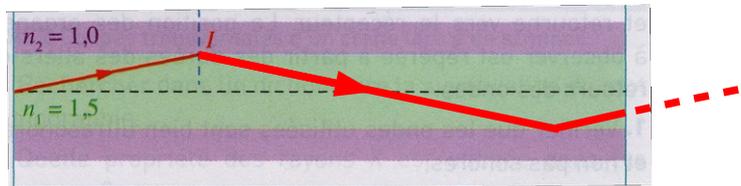
**Exercice 14 p.165**

**1.a-**  $t_1$  passage de l'onde au niveau du micro 1,  $t_2$  passage de l'onde au niveau du micro 2. **1.b-** La durée  $\Delta t$  est la différence entre la date d'arrivée et la date de départ. **1.c-**  $\Delta t = 5,6 - 2,7 = 2,9 \text{ ms} = 2,9 \times 10^{-3} \text{ s}$  **2.a-** la distance est  $d = 1,0 \text{ m}$ . **2.b-** déjà fait ... **2.c-**  $d = v \times \Delta t$  **2.d-** On isole la vitesse v dans l'équation en divisant par  $\Delta t$  et en simplifiant ensuite :  $v = d / \Delta t$ . Donc  $v = 1,0 / 2,9 \times 10^{-3} = 345 \text{ m.s}^{-1}$ .

**Exercice 6 p.177**

**1-**  $n_1 \times \sin(i_{\text{limite}}) = n_2 \times \sin(r_{\text{limite}})$  donc  
 $r_{\text{limite}} = \text{asin}\left(\frac{n_1 \times \sin(i_{\text{limite}})}{n_2}\right)$ . On trouve  $r_{\text{limite}} = 90^\circ$  il

n'y a plus de lumière qui sort de la fibre ! **2-** >>



**Exercice 8 p.178**

**1-** voir doc.8 p158. **2-** Mesure de la durée d'un aller/retour d'une onde acoustique réfléchi sur un obstacle. **3-** Il calcule la position connaissant la durée de propagation et la vitesse de propagation. **4-** « écho !!! [un peu plus tard] écho ... » **5-** Remplir les albums photos familiaux avec des espèces de photos d'aliens, pourries et pixelisées ...

**Exercice 9 p.178**

**1-** Le premier signal est l'écho sur l'objet. Le deuxième est l'écho sur l'écran. **2-** Ce sont les durées pour faire un aller retour émetteur objet récepteur et émetteur écran récepteur. **3-** C'est la longueur du trajet émetteur objet récepteur soit  $2 \times d$  où d est la distance entre l'objet et la sonde. La distance parcourue  $2 \times d$  est égale à la durée totale du parcours multipliée par la vitesse de propagation de l'onde.  $2 \times d = v \times \Delta t$ . Donc en divisant par 2 cette égalité et en simplifiant, on a  $d = (v \times \Delta t) / 2 = (340 \times 1,80 \times 10^{-3}) / 2 = 31 \text{ cm}$

**Exercice 12 p.179**

**1-**  $d = v \times \Delta t = 1500 \times 1 \text{ ms} = 1500 \times 1 \times 10^{-3} = 1,5 \text{ m}$  **2-** la longueur maximale d'un aller et retour est de 1,5 m donc la profondeur maximale atteinte est la moitié soit 75 cm **3-** oui