

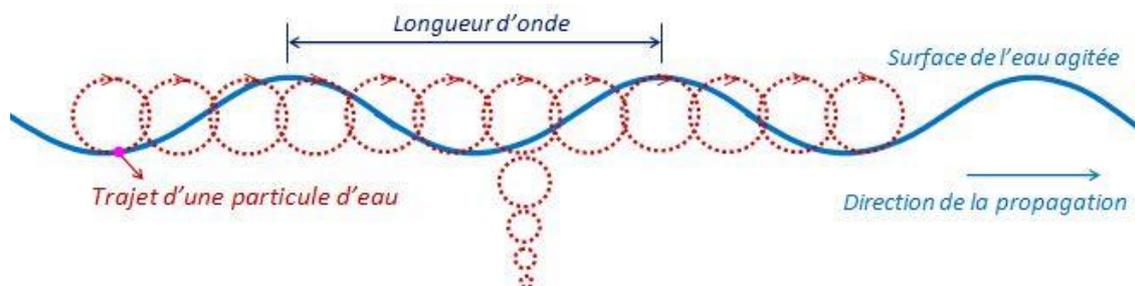
## 1. Caractéristiques d'une onde progressive

### Document 1

« Observez un objet flottant à la surface de la mer : les vagues le soulèvent puis l'abaissent, mais ne le transportent jamais au loin. En 1802, le savant Allemand Franz Gerstner démontra que les particules d'eau parcourent des orbites circulaires : l'eau de la crête avance dans la direction de la vague tandis qu'au creux de la lame elle circule en sens inverse. A la surface, le diamètre d'une orbite circulaire est égal à la hauteur de la vague. Ce diamètre diminue quand la profondeur augmente. Les vagues de la houle sont des vagues de surface. La taille des orbites des particules d'eau diminue très vite avec la profondeur, si bien que la présence du fond n'a que peu d'effet sur ces vagues. »

D'après J Whitehead, « les cataractes géantes de l'océan »  
Dossier pour la Sciences n°21, octobre 1998

### Document 2



### Document 3

Une particule d'eau est l'ensemble des molécules d'eau contenues dans un volume de très petite taille par rapport à celle des vagues.

## Questions

1. Pourquoi la houle n'emporte-t-elle pas au loin un objet flottant ? **ANA**
2. Les gouttelettes d'eau peuvent-elles avoir une vitesse dirigée : **S'APP**
  - ✓ Verticalement ?
  - ✓ En sens inverse du sens de propagation des vagues ?
3. Définir la longueur d'onde. **ANA**
4. La célérité des vagues à la surface est dans l'exemple de  $17 \text{ km.h}^{-1}$ , est-ce la vitesse des particules d'eau à la surface ? Quelle est la période  $T$  de la houle sachant que le rayon des orbites circulaire de surface est de  $50 \text{ cm}$  ? **VAL**

## 2. L'échographie comment ça marche ?

a. Etude du son de l'émetteur ultrasonore.

1. A l'aide du matériel mis à disposition, réaliser un montage pour vérifier que la fréquence des ondes générées par l'émetteur fonctionnant en mode continu se situe bien dans le domaine des ultrasons. Indiquer la fréquence obtenue. **REA VAL**
2. Élaborer un protocole expérimental permettant de déterminer la longueur d'onde dans l'air des ultrasons utilisés. **ANA**

- Mettre en œuvre ce protocole et déterminer la longueur d'onde dans l'air des ultrasons utilisés. **REA**
- Déterminer la valeur de la célérité des ultrasons dans l'air. : **VAL**
- Sachant que le son se propage à  $343\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  dans l'air à  $20^\circ\text{C}$  Déterminer l'écart relatif et discuter du résultat obtenu, sachant que l'erreur relative se calcule grâce à :  $\frac{\Delta v}{v}$  **VAL**

b. Principe de l'échographie et de l'écholocalisation

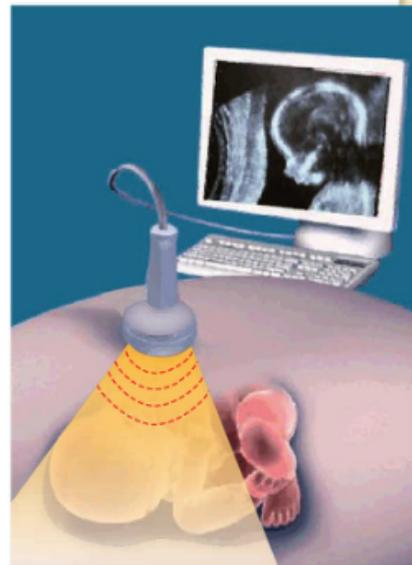
**A** Contexte du sujet

« Outil de base de la surveillance prénatale, l'échographie médicale sert en fait à tout visualiser : reins, cœur, foie, tumeurs, trajet d'une sonde, etc. Son gros atout : elle est sans danger pour l'organisme. [...] Les ultrasons ne sont en effet rien d'autre que des ondes sonores, des ondes élastiques capables de se propager dans tout milieu matériel (gaz, liquide, solide). Leurs fréquences se situent au-delà de ce que l'oreille peut percevoir de plus aigu. [...] Les fréquences utilisées s'échelonnent de 1 à 20 MHz en fonction de l'organe observé.

Tout comme les ondes lumineuses, les ultrasons sont réfléchis (c'est l'écho), réfractés, absorbés ou diffractés. [...] Le corps est pour l'essentiel un milieu souple et fluide où domine l'eau ; les ultrasons s'y propagent à la vitesse de 1460 mètres par seconde. Tissus et graisses constituent un milieu différent de l'eau et la vitesse du son y varie de 1480 à 1600 mètres par seconde. Ces écarts de vitesse confèrent à chaque organe de notre corps un indice de réfraction acoustique qui lui est propre, et qui permet de le distinguer des organes voisins. [...]

Pour former une image, l'échographe fonctionne comme un radar : il émet une brève salve d'ultrasons, puis se met à l'écoute des échos réfléchis. [...] Connaissant la vitesse de propagation des ultrasons dans les tissus, il mesure la durée qui sépare l'émission de la réception de chaque écho, et en déduit les distances. Cette mesure lui permet de construire une ligne de l'image, celle qui correspond à la direction du faisceau d'ultrasons. Pour avoir une image complète, il faut balayer la zone étudiée. [...] »

Extrait de G. Martin, « L'échographie, comment ça « marche ? », La Recherche, 2004, n° 378.



Principe de l'échographie.

**■ Ondes sonores et ultrasonores**

Les sons audibles ont des fréquences comprises entre 20 Hz et 20 kHz environ. Ils sont limités par les infrasons ( $f < 20$  Hz) et par les ultrasons ( $f > 20$  kHz).

**■ Formation des images échographiques**

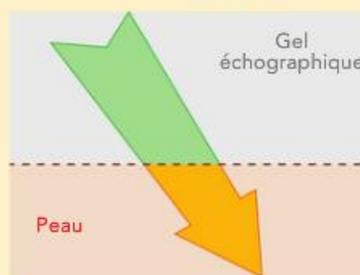
La plupart des échographies sont en nuances de gris allant du noir au blanc (**doc. 1**).

Les amplitudes les plus importantes des ondes réfléchies sont codées en blanc, les plus faibles sont codées en noir. Les nuances de gris correspondent à des amplitudes intermédiaires. L'amplitude du signal ultrasonore réfléchi dépend des milieux rencontrés.



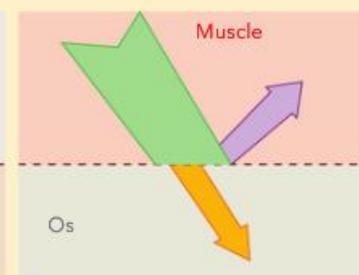
Doc. 1

- Si l'onde ultrasonore passe de l'eau ou du gel échographique dans la peau, le codage sera noir, car cette onde est presque totalement absorbée (**doc. 2**).



Doc. 2

- Si l'onde ultrasonore passe du muscle dans l'os, le codage sera gris, car cette onde est en partie réfléchi (**doc. 3**).



Doc. 3

1. A l'aide des documents, identifier un facteur dont dépend l'amplitude des ultrasons réfléchis par un matériau. **S'APP**
2. Formuler et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de vérifier la réponse à la question 1. **ANA**
3. Mettre en œuvre ce protocole et conclure sur la validité de la réponse à la question 1. **REA**
4. L'échographie utilise le même principe que les sonars ou l'écholocation chez les animaux tels que les chauves souris. Les chauves souris émettent des salves d'ultrasons afin de localiser leurs proies, en analysant la durée entre l'émission et la réception des salves. Une chauve-souris, accrochée au plafond de sa grotte, repère un insecte posé à une distance  $D$  de sa position. A l'aide du matériel fourni, proposer par écrit un protocole expérimental permettant de déterminer la distance  $D$  entre la chauve-souris et l'insecte. **ANA**

Remarque : le protocole expérimental doit expliciter la façon dont on va utiliser le matériel, les mesures à réaliser, ainsi que les éventuels calculs à effectuer pour répondre au problème posé. Un schéma peut également être proposé.

5. Mettre en œuvre le protocole et effectuer les mesures nécessaires. Noter les valeurs expérimentales retenues ainsi que les différents calculs permettant de déterminer la distance  $D$  entre la chauve-souris et l'insecte. **REA VAL**
6. Exprimer la distance  $D$  entre la chauve-souris et l'insecte sous la forme

$$D = D_{\text{mesuré}} \pm U(D).$$

On donne la relation d'incertitude élargie pour la distance :

$$U(D) = \frac{v_{\text{son}} \times k \times a}{\sqrt{3}}$$

avec

- ✓ un facteur d'élargissement  $k$  égal à 2 pour un niveau de confiance de 95 %,
- ✓  $a$  égal à la moitié de la plus petite durée mesurable sur l'écran de l'oscilloscope pour le calibre choisi. **VAL**

TP Ondes progressives et échographie				
	A	B	C	D
<p>S'approprier :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• J'ai su grâce au schéma répondre sur la vitesse des gouttelettes d'eau.</li> <li>• J'ai su donner les informations contenues dans le document.</li> </ul>				
<p>Analyser :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A partir des documents je sais donner une définition.</li> <li>• Je sais élaborer un protocole.</li> </ul>				
<p>Réaliser :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Je sais utiliser l'oscilloscope.</li> <li>• Je fais les réglages des calibres de l'oscilloscope.</li> <li>• Je suis précis dans mes mesures.</li> <li>• Je sais réaliser le montage que j'ai décrits dans mon protocole.</li> </ul>				
<p>Valider :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Je sais effectuer des calculs : <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ De période</li> <li>✓ De fréquence</li> <li>✓ De vitesse</li> <li>✓ D'erreur relative</li> <li>✓ De distance</li> <li>✓ D'incertitude</li> </ul> </li> </ul>				

**Niveau A :** l'élève a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet ou avec une ou deux interventions du professeur, concernant des difficultés identifiées et explicitées par l'élève, ou bien concernant 1 difficulté identifiée par le professeur à laquelle l'élève apporte une réponse.

**Niveau B :** l'élève a réalisé l'ensemble du travail demandé de manière satisfaisante selon les critères précisés dans le sujet mais avec quelques interventions du professeur concernant des difficultés ou erreurs non identifiées par l'élève mais résolues par celui-ci :

- après avoir réfléchi suite à un questionnement ouvert mené par le professeur
- ou par l'apport d'une solution partielle.

**Niveau C :** l'élève reste bloqué dans l'avancement de la tâche demandée, malgré les questions posées par le professeur. Des éléments de solutions lui sont apportés, ce qui lui permet de poursuivre la tâche.  
Le niveau C est aussi obtenu quand deux tâches distinctes sont demandées et qu'une solution totale est donnée sur les deux.

**Niveau D :** l'élève a été incapable de réaliser la tâche demandée malgré les éléments de réponses apportés par le professeur. Cette situation conduit l'examineur à fournir une solution totale de la tâche : par exemple un protocole à réaliser ou des valeurs à exploiter pour permettre l'évaluation des autres compétences du sujet.