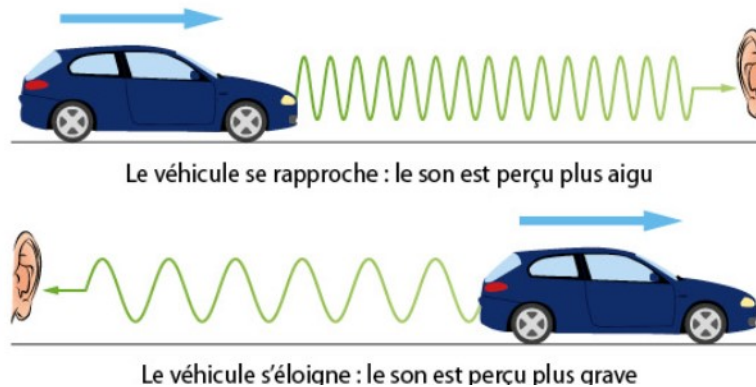
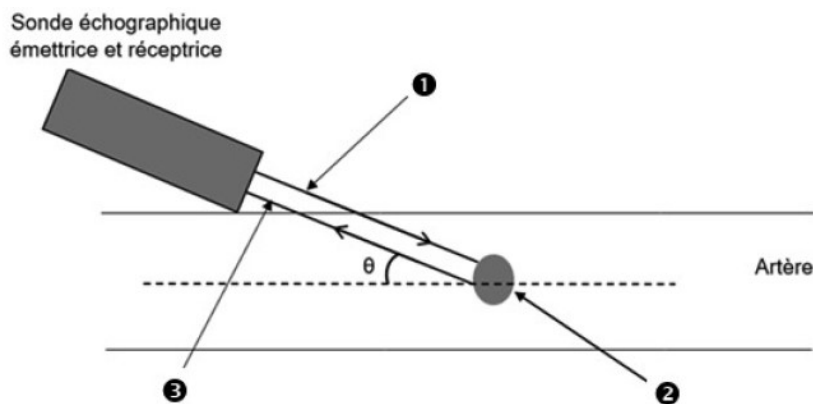


Exercice 1 : Suivi de l'alimentation avant la naissance

1. L'effet Doppler est un changement de fréquence d'une source d'ondes lorsqu'il y a déplacement relatif de la source ou de l'observateur. La fréquence perçue par l'observateur :
- est supérieure à la fréquence de l'onde émise si la source se rapproche de lui. Le son perçu est alors plus aigu ;
 - est inférieure à la fréquence de l'onde émise si la source s'éloigne de lui. Le son perçu est alors plus grave



2. Les obstacles en mouvement sont les globules rouges.
3. 1- Onde incidente 2 – l'obstacle en mouvement 3- Onde réfléchiée par l'obstacle



4. On me donne la relation $\Delta f = \frac{2 \times f_E \times v \times \cos(\theta)}{c}$, on en déduit la relation $v = \frac{\Delta f \times c}{2 \times f_E \times \cos(\theta)}$

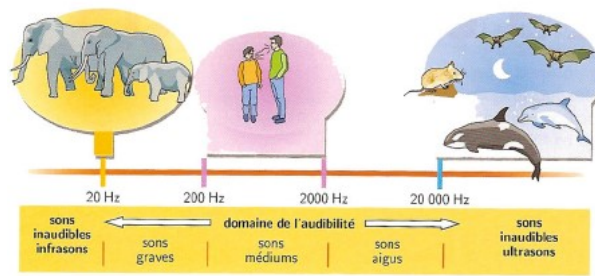
5. On effectue l'application numérique $v = \frac{\Delta f \times c}{2 \times f_E \times \cos(\theta)} = \frac{3,0 \times 10^3 \times 1540}{2 \times 4,5 \times 10^6 \times \cos(40)} = 0,67 \text{ m/s}$

Attention !!!!!

- Aux unités ! La fréquence est donnée en kHz alors que dans le calcul il faut l'exprimer en Hz
 - Vérifiez que votre calculatrice est bien en mode degré lorsque vous faites le calcul.
6. On a donc un résultat $v = 0,67 \text{ m/s} = 67 \text{ cm/s}$

Valeur comprise entre 55 et 90 cm/s. L'examen est donc bon.

7. Une onde ultrasonore est une onde produite par la vibration d'un support qui peut être fluide ou solide.
On distingue en fonction de la fréquence les ondes audibles des ondes inaudibles pour l'oreille humaine.



On retient le son audible est compris entre 20 Hz et 20 000 Hz.

Les ondes sonores de fréquence supérieure à 20 000 Hz inaudibles pour l'oreille humaine sont les ondes ultrasonores.

8. La vitesse des ultrasons dépend du milieu traversé (plus ou moins dense). Le son ne se propage pas à la même vitesse dans un solide que dans un liquide

| Vitesse de propagation des ultrasons dans différents milieux | | | |
|--|-------------|-------------|-------|
| Matériau/tissu | Air à 15 °C | Eau à 37 °C | Sang |
| Vitesse de propagation en m.s ⁻¹ | 340 | 1 530 | 1 560 |

9. Le coefficient $\frac{1}{2}$ dans la relation indiquée dans le **document 5** est lié au fait que l'onde effectue un aller-retour et parcourt donc deux fois la distance AB. Pour déterminer la distance AB, il faut donc diviser par 2 pour avoir la distance qui sépare la sonde de l'obstacle.

10. On a donc la relation $AB = \frac{1}{2} \times c \times \Delta t$ ce qui donne $\Delta t = \frac{2 \times AB}{c} = \frac{2 \times 5 \times 10^{-2}}{1540} = 6,5 \times 10^{-5} \text{ s} = 65 \times 10^{-6} \text{ s}$

11. Cette durée Δt est mesurable avec une échographie d'après le document 4, si on a la relation $f_E \times \Delta t > 10$ vérifiée.

Soit $\Delta t > \frac{10}{f_E}$ avec $f_E = 4,5 \times 10^6 \text{ Hz}$, ce qui donne $\Delta t > \frac{10}{4,5 \times 10^6} = 2,2 \times 10^{-6} \text{ s}$

On vient de montrer à la question 10, que $\Delta t = 65 \times 10^{-6} \text{ s}$. Valeur supérieure à la valeur limite de $2,2 \times 10^{-6} \text{ s}$.

Cet intervalle de temps est donc mesurable par l'échographie

12. On me dit qu'une onde sonore qui se propage vers un milieu de plus grande impédance acoustique sera en grande partie réfléchi à l'interface des deux milieux.

Or justement la peau a une impédance ($Z_{\text{Peau}} = 1,40 \times 10^6 \text{ kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) bien plus grande que l'air ($Z_{\text{Air}} = 442 \text{ kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)

Ce qui fait que les ondes ultrasonores à la surface de la peau rebondissent en quasi-totale et très peu sont transmises dans le ventre de la mère.

13. J'applique la relation donnée $Z_{\text{Gel}} = \rho_{\text{Gel}} \times v = 1070 \times 1500 = 1,60 \times 10^6 \text{ kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

On voit que l'impédance du gel et de la peau sont voisines. De sorte qu'il y a beaucoup moins de réflexion des ondes ultrasonores au passage du gel à la peau...

Le gel permet donc une meilleure transmission des ondes ultrasonores dans le ventre de la mère.

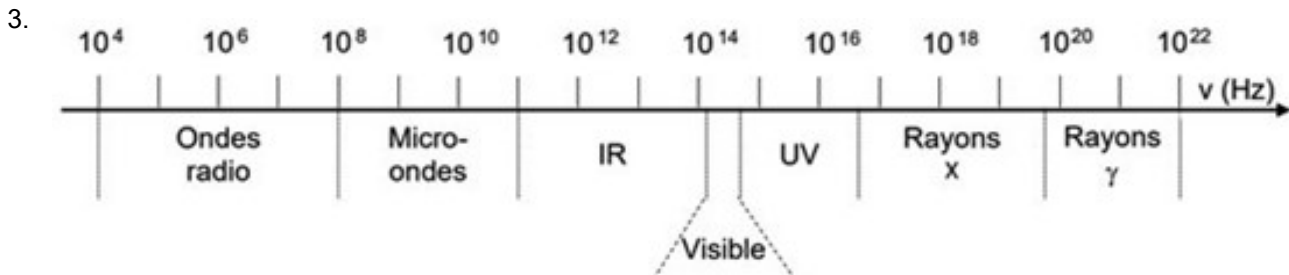
Exercice 2 : IRM et diagnostic différentiel de la SLA (10 points)

1. L'eau est le principal constituant du corps humain. La quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65%, ce qui correspond à environ 45 Litres d'eau pour une personne de 70 kg.

Or l'eau a pour formule H_2O .

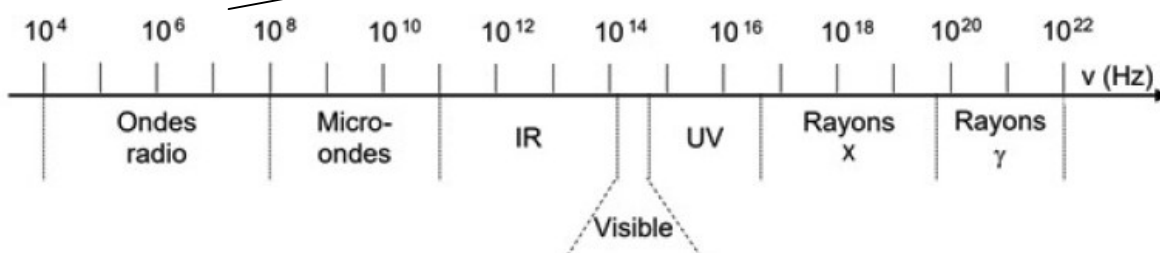
Les atomes hydrogène sont donc abondants dans le corps humain.

2. Imagerie par Résonance Magnétique



4. La fréquence de l'onde $\nu = 64 \text{ MHz} = 64 \times 10^6 \text{ Hz} = \underline{6,4 \times 10^7 \text{ Hz}}$ (puisque $1 \text{ MHz} = 1,0 \times 10^6 \text{ Hz}$)

On reporte sur le document donné en annexe



On est donc dans le domaine des ondes radio.

5. **La radiographie** est une technique basée sur le principe de l'absorption différente des ondes appelées rayons X selon la nature des tissus rencontrés.

Les rayons X sont plus absorbés par les os que par la chair ou que par les cavités remplies d'air.

En conséquence dans un cliché de radiographie, les os apparaissent plus clairs que la chair car la plaque photographique est noircie (ou impressionnée) qu'aux endroits où elle reçoit les rayons X qui n'ont pas été absorbés.

Le produit de contraste est une substance injectable ou ingérable utilisé en imagerie médicale.

En imagerie médicale, une bonne réalisation du diagnostic passe par l'interprétation d'une image de qualité. C'est pourquoi pour visualiser certaines structures, il est souvent nécessaire d'augmenter le contraste des tissus.

Par exemple, le produit de contraste contenant de l'iode absorbe beaucoup plus les rayons X que les autres tissus, le pixel concerné paraît donc plus dense (c'est à dire blanc) sur l'image.

6. On me donne la formule du composé Gd-DOTA⁻

Je compte :

- 4 charges négatives portées par les atomes d'oxygène
- 3 charges positives portées par l'atome Gd.

Au final cela fait une charge totale $4 (-) + 3 (+) = 1 (-)$

D'où la charge électrique (-) portée par Gd-DOTA⁻

On a également la formule du composé Gd-HP-DO3A

Je compte :

- toujours 3 charges positives portées par l'atome Gd.
- mais seulement 3 charges négatives portées par les atomes d'oxygène
- car on a un atome hydrogène en (+) par rapport à Gd-

Au final cela fait une charge totale $3 (-) + 3 (+) = 0$

D'où le caractère électriquement neutre Gd-HP-DO3A

7. Dans un grand nombre de cas, les produits de contraste s'avèrent nécessaires pour obtenir des images de qualité.

On distingue différents types de produits de contraste en fonction :

- **de leur utilisation**:
 - les produits iodés utilisés pour les scanners ou les radiographies ;
 - les médicaments gadolinés (à base de Gadolinium Gd) administrés pour les IRM.
- **de leur injection** :
 - par voie intra-veineuse
 - par ingestion sous forme liquide pour les examens du tube digestif
 - par voie vaginale, anale ou urinaire plus rarement

8. La durée d'élimination est un critère de choix, pour permettre éventuellement de rapprocher les examens.

L'intérêt de disposer de différents produits de contraste répond donc à différentes formes d'examen et mode d'injection, mais aussi à la tolérance des patients.

