

Exercice 3 : Suivi de l'alimentation avant la naissance (10 points)

Mots-clés : Échographie Doppler, échographie, fréquence, vitesse, durée de parcours.

Document 1 : Suivi du flux sanguin dans le cordon ombilical par échographie Doppler

L'échographie Doppler permet de mesurer la vitesse de la circulation du sang dans le cordon ombilical où transitent les nutriments qui alimentent le fœtus.

Lorsqu'une onde sonore ou ultrasonore émise par un émetteur rencontre un obstacle fixe, la fréquence de l'onde réfléchie est identique à la fréquence de l'onde émise.

Si l'obstacle se déplace, la fréquence de l'onde réfléchie f_R est différente de la fréquence de l'onde émise f_E .

Cette variation de fréquence permet de déterminer le sens et la vitesse de déplacement de l'obstacle.

Document 2 : Le décalage de fréquence

Le décalage en fréquence entre l'onde incidente et l'onde réfléchi est noté Δf . Il est mesuré en hertz (Hz) et est donné par la relation suivante :

$$\Delta f = \frac{2 \times f_E \times v \times \cos(\theta)}{c}$$

avec :

f_E : fréquence de l'onde ultrasonore émise en hertz (Hz) ;

v : vitesse de déplacement des globules rouges en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ dans le vaisseau sanguin étudié ;

θ : angle entre la direction de l'onde ultrasonore émise et la direction du déplacement des globules rouges dans le vaisseau sanguin étudié ;

c : vitesse moyenne des ultrasons dans le corps humain en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

1. Indiquer quels sont les obstacles en mouvement sur lesquels les ondes ultrasonores sont réfléchies lors d'une échographie Doppler du cordon ombilical.
2. Indiquer à quoi correspondent les éléments identifiés par des numéros ❶❷❸ sur le schéma illustrant le principe de l'échographie Doppler donné dans **L'ANNEXE (À RENDRE AVEC LA COPIE DE CHIMIE)**.
3. Exprimer la vitesse v d'écoulement du sang en fonction du décalage en fréquence Δf et des autres paramètres c , $\cos(\theta)$ et f_E .
4. On réalise une échographie Doppler avec les données suivantes : $f_E = 4,5 \times 10^6$ Hz ; $\Delta f = 3,0$ kHz ; $\theta = 40^\circ$ et $c = 1540$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Montrer que la vitesse v d'écoulement du sang est environ égale à $0,67$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ dans l'artère du cordon ombilical.
5. La vitesse normale d'écoulement sanguin dans le cordon ombilical est comprise entre 55 et 90 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$. Commenter la valeur trouvée à la question 4.

Document 3 : Suivi de la croissance du fœtus par échographie et limites de l'examen

Afin de suivre la croissance du fœtus, une surveillance est réalisée par échographie.

Elle permet de mesurer notamment le diamètre bipariétal AB (largeur de la tête entre les deux oreilles) qui témoigne d'une croissance harmonieuse.

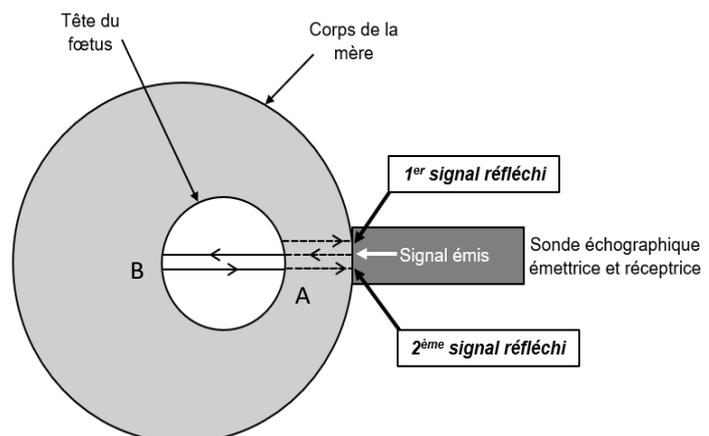
Le schéma ci-contre illustre le principe de cette mesure.

La sonde reçoit deux échos (ondes réfléchies).

Le premier est dû à la réflexion de l'onde ultrasonore sur la partie de la tête la plus proche de la sonde (A). Le deuxième est dû à la réflexion de l'onde ultrasonore sur la partie opposée de la tête (B).

La durée Δt correspond à la durée qui sépare la réception des deux échos de l'onde ultrasonore émise.

Cette durée est mesurable si la fréquence de l'onde ultrasonore $f_E = 4,5 \times 10^6$ Hz et Δt vérifient la relation suivante : $f_E \times \Delta t > 10$.



Document 4 : Mesure du diamètre bipariétal par échographie

L'échographie permet de mesurer le diamètre bipariétal à partir de l'écart de temps Δt et de la vitesse moyenne c des ultrasons dans le corps humain, par la relation :

$$AB = \frac{1}{2} \times c \times \Delta t.$$

La vitesse moyenne c des ultrasons dans le corps humain est égale à $1540 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ lors de l'échographie.

6. Justifier la présence du coefficient $\frac{1}{2}$ dans la relation indiquée dans le **document 4** à partir du principe de mesure utilisé.
7. Calculer la valeur de la durée Δt correspondant à un diamètre bipariétal $AB = 5 \text{ cm}$.
8. Vérifier que cette durée Δt est mesurable avec une échographie.

Exercice 3 question 2.

Sonde échographique émettrice et réceptrice

