

Seconde	Devoir N°1 Univers et ordre de grandeur.	Physique
---------	---	----------

Partie 1

Une vraie randonnée se prépare correctement !

Un randonneur amateur souhaite effectuer la traversée des Pyrénées sur le GR 10 qui relie Hendaye (au bord de l'Atlantique) à Banyuls (au bord de la Méditerranée). Pour cela, il prépare son périple.

Il contacte son médecin pour des examens cardiaques afin de s'assurer de sa bonne santé, puis prépare son matériel : boussole, sac à dos solaire et douche solaire.

Pour s'entraîner, il réalisera, entre autres, une randonnée au pied du pic d'Iparla que l'on étudiera.

Partie A : des examens médicaux du cœur

A.1. Mesure du débit cardiaque (documents A.1)

Afin de tester la résistance cardiaque à l'effort du randonneur, son médecin décide d'effectuer une mesure de son débit cardiaque au repos puis au cours d'un effort intense. Les résultats sont indiqués dans le document A1-b.

A.1.1. Dans des conditions de repos, le débit cardiaque volumique à la sortie de l'aorte est d'environ $D_v = 5,00 \text{ L.min}^{-1}$ chez un adulte. L'aorte a une section s égale à $3,00.10^{-4} \text{ m}^2$ et le sang s'écoule dans cette artère à une vitesse moyenne notée v .

A.1.1.a) Relever dans le document A1-b la valeur de la fréquence cardiaque du randonneur au repos.

A.1.1.b) À l'aide des documents, retrouver la valeur du débit cardiaque D_v au repos, indiquée dans l'énoncé.

A.1.1.c) Montrer que le débit volumique dans l'artère est également de $D_v = 8,4.10^{-5} \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$.

A.1.1.d) Déterminer la valeur de la vitesse moyenne v d'écoulement du sang dans l'artère, en m.s^{-1} .

A.1.2. Lors de l'effort intense du randonneur, on mesure l'évolution du volume de sang ventriculaire.

A.1.2.a) Relever dans les documents le volume de sang ventriculaire maximal mesuré lors de l'effort intense.

A.1.2.b) Ce volume correspondant au volume d'éjection systolique V_{ES} , en déduire la valeur du débit cardiaque D_v du randonneur lors de l'effort intense.

A.1.2.c) En effort intense, le débit cardiaque volumique des sportifs entraînés varie généralement entre 30 et 40 L.min^{-1} . En déduire si le randonneur est un sportif entraîné.

DOCUMENTS de la partie A.1 :

Document A1-a : fréquence cardiaque et débit cardiaque

Le débit cardiaque volumique D_v (en $L \cdot \min^{-1}$) se calcule alors à l'aide de la relation suivante :

$$D_v = F_c \times V_{ES}$$

avec F_c : la fréquence cardiaque (en battements. $\min^{-1}$)

V_{ES} : volume d'éjection systolique (en L)

Document A1-b : fréquence cardiaque et volume d'éjection systolique lors du test à l'effort

Relevé des valeurs de fréquence cardiaque (notée F_c) et du volume d'éjection systolique (noté V_{ES} , il correspond au volume de sang éjecté lors de la systole ventriculaire) lors du test à l'effort du randonneur

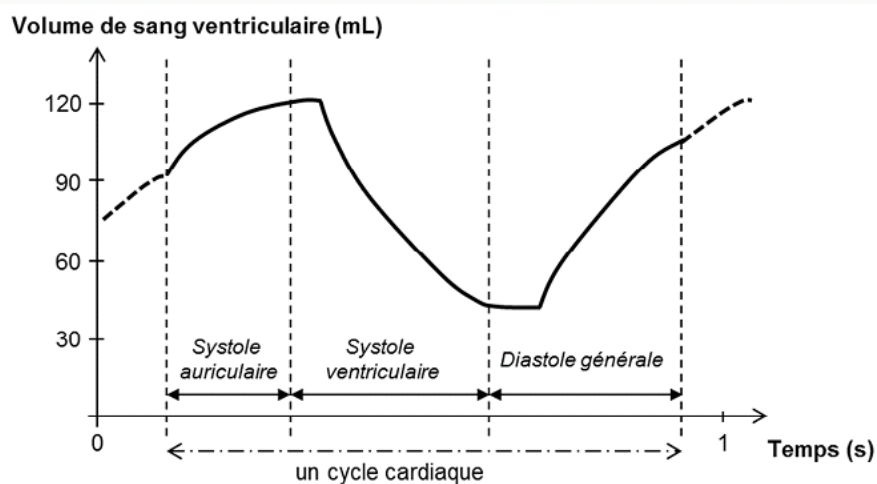
Puissance de l'exercice	Fréquence cardiaque F_c (en battements. $\min^{-1}$)	Volume d'éjection systolique V_{ES} (en mL)
Repos	66	76
Effort intense	190	?

Document A1-c : cycle cardiaque

Un cycle cardiaque est composé de 2 phases :

- La diastole : phase de relâchement du cycle cardiaque
- La systole : phase de contraction du muscle cardiaque.

Courbe d'évolution volume du sang ventriculaire lors d'un effort intense chez le randonneur



Partie 2

Le nouveau refuge de l'aiguille du Goûter (3850 m d'altitude) se situe sur la principale voie d'accès au Mont Blanc. On se propose d'étudier quelques éléments de la construction de ce refuge de haute montagne « haute qualité environnementale ».

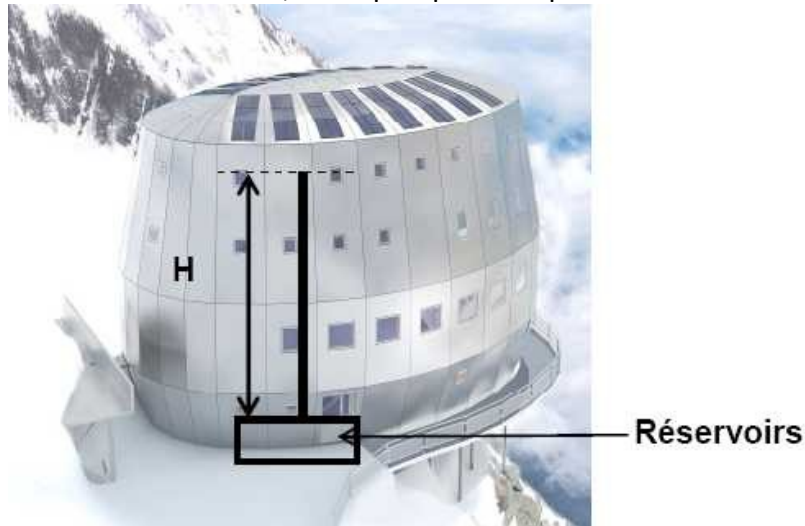
A - Etude de l'alimentation en eau.

On veut étudier le système d'alimentation en eau installé dans le refuge. Le maître d'oeuvre

a proposé l'implantation d'un système appelé fondoir dont la fonction est de faire fondre la neige. Ce fondoir est alimenté en énergie par les capteurs solaires thermiques implantés en toiture du bâtiment et par la chaleur récupérée dans l'installation de cogénération.

Pompage de l'eau.

L'eau sanitaire est stockée dans six réservoirs situés sous le fondoir ; elle est ensuite acheminée par une pompe électrique jusqu'au niveau 3 situé à une hauteur $H = 13,30$ m au-dessus des réservoirs, cette pompe étant placée au niveau des réservoirs.



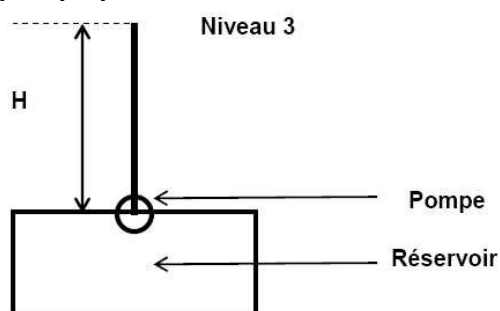
A l'altitude du refuge, la pression atmosphérique P_{atm} est de 63,00 kPa. Elle sera supposée de valeur constante en tous les points du refuge. On donne l'accélération de la pesanteur $g = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$ et la masse volumique de l'eau $\rho = 1,00 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$. L'eau sera considérée comme un fluide parfait et incompressible.

Q1 Rappeler la loi fondamentale de l'hydrostatique donnant la pression P_M en un point M situé à une profondeur h dans un fluide de masse volumique ρ et soumis à la pression P_{atm} à sa surface.

La pression délivrée au niveau 3, appelée pression de service $P_{service}$, doit être supérieure de 70,00 kPa à la pression atmosphérique à l'altitude du refuge afin que le débit d'eau soit suffisant.

Q2 Donner la valeur de $P_{service}$.

Q3 En s'appuyant sur la figure 2, en déduire la pression minimale P_{pompe} en sortie de pompe permettant un débit d'eau suffisant.



Par la suite de l'étude on utilisera les pressions relatives à la pression atmosphérique. La

pression relative en un point M est égale à la différence de pression entre la pression absolue P_M et la pression atmosphérique en ce point : $p_{relative} = P_M - P_{atm}$.

Q4 Vérifier que la pression relative p relative à la sortie de la pompe vaut : $2 \cdot 10^5$ Pa

Les conduites d'eau conservent toujours un même diamètre, le débit d'eau noté Q_v est constant en tout point du circuit.

Q5 En utilisant l'équation de continuité montrer que les vitesses d'écoulement dans la conduite, en sortie de pompe notée v_p et au niveau 3 notée v_3 , sont identiques.

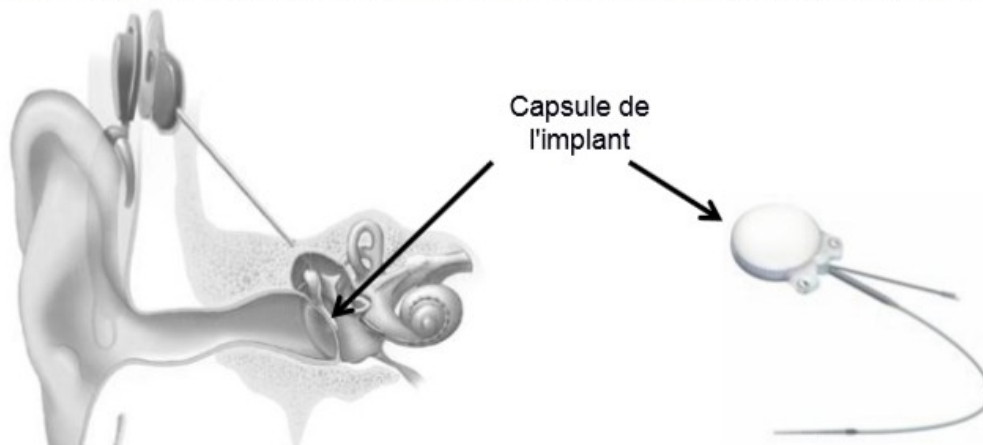
On note H_{max} la hauteur maximale pouvant être atteinte par l'eau à débit nul.

Q6 Calculer H_{max} .

Partie 3

l'implant cochléaire

Le système électronique interne de l'implant cochléaire est contenu dans une capsule en céramique placée à l'intérieur de l'oreille interne. Elle est reliée aux électrodes véhiculant le signal électrique en provenance du capteur. Une face de la capsule est soumise à la pression extérieure à l'oreille et l'autre face à la pression intérieure qui demeure égale à la pression atmosphérique.



Données	Caractéristiques de la partie « interne » de l'implant cochléaire
P_0 = pression atmosphérique = $1,01 \cdot 10^5$ Pa 1 atm = $1,013 \cdot 10^5$ Pa $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ - Surface d'un disque : $S = \pi R^2$ (avec R : rayon du disque)	Capsule : céramique Al_2O_3 Dimensions : disque de diamètre 30 mm Pression maximale extérieure admissible $P_{max} = 5,0 \text{ atm}$

Un porteur d'implant cochléaire décide, après avoir enlevé le processeur externe, de pratiquer un sport aquatique.

- III.1. Donner la valeur de la pression $P_{silibre}$ à la surface de l'eau. Justifier brièvement.
- III.2. Le porteur d'implant peut-il pratiquer la natation ?
- III.3. Jusqu'à quelle profondeur H_{max} le porteur d'implant peut-il nager ?
- III.4. Le porteur d'implant envisage de nager sous l'eau à une profondeur $H = 1,5 \text{ m}$. Quelle serait alors la force exercée sur la capsule en sachant que la pression dans l'oreille interne demeure égale à la pression atmosphérique ?