



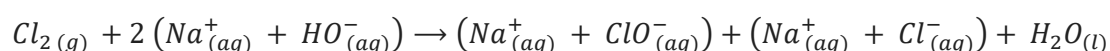
Exercice 1 : Quand le mélange de deux produits d'entretien comporte un risque
(5 points)

L'eau de Javel est un produit ménager présent dans plus de 95 % des foyers, prisé pour ses propriétés désinfectantes, décolorantes mais également utilisé dans le traitement des eaux. L'acide chlorhydrique est souvent utilisé en solution afin de détartrer lavabos et éviers, mais également pour abaisser le pH des eaux de piscines.

Fréquemment cité dans les causes d'intoxication relevées dans les centres anti-poison, le mélange de l'eau de Javel avec l'acide chlorhydrique (13 % des cas d'exposition relevés) est à proscrire ainsi qu'en témoigne cet extrait d'article de presse publié dans les Dernières Nouvelles d'Alsace le 06 juillet 2016 : « Les pompiers ont été alertés peu après 8 h ce mercredi. Un homme de 67 ans venait de mélanger de l'eau de javel à de l'acide chlorhydrique dans le local technique de sa piscine, au sous-sol de son domicile à Waltenheim-sur-Zorn, près de Brumath. L'association des deux produits a entraîné un dégagement de vapeurs irritantes dans l'habitation. Les secours ont dépêché d'importants moyens sur place : 25 sapeurs-pompiers répartis dans sept engins, dont la cellule mobile d'intervention chimique de Strasbourg. ». Quel a été le risque encouru par le résident de la maison lorsqu'il a inhalé ces vapeurs ?

Document 1 : La préparation des solutions d'eau de Javel

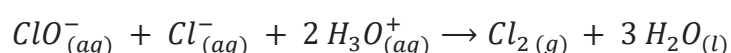
Industriellement, l'eau de Javel est obtenue par dissolution du dichlore gazeux dans un excès de solution aqueuse d'hydroxyde sodium (soude) selon la réaction d'équation :



Cette réaction fortement exothermique est une dismutation du dichlore en ions chlorure Cl^- et en ions hypochlorite ClO^- . La solution obtenue est corrosive et, à cause des ions hypochlorite, instable à la chaleur. Selon sa concentration, le pH de l'eau de Javel est compris entre 11,5 et 12,5.

Document 2 : La réaction des ions de l'eau de Javel avec un acide

Lorsqu'on mélange de l'eau de Javel avec un produit acide, une réaction chimique se produit, dont l'équation est la suivante :



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 3 : Extrait de la fiche toxicologique du chlore (source INRS)



CHLORE

Danger

H270 - Peut provoquer ou aggraver un incendie ; comburant

H315 - Provoque une irritation cutanée

H319 - Provoque une sévère irritation des yeux

H331 - Toxique par inhalation

H335 - Peut irriter les voies respiratoires

H400 - Très toxique pour les organismes aquatiques

Nota : Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.

231-959-5

Document 4 : Le produit « pH minus» utilisé par le résident de la maison

La valeur du pH joue un rôle essentiel dans l'apparition des algues, les irritations de la peau, la corrosion des pièces, la clarté de l'eau, la formation du calcaire, ... Il est donc important de la contrôler régulièrement et de l'ajuster si nécessaire afin de garantir une qualité optimale de l'eau de baignade.

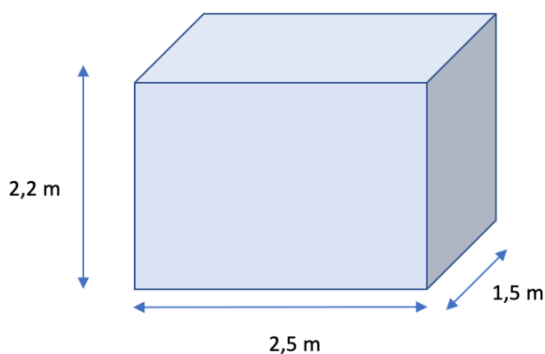
Le produit « pH minus » utilisé par le résident de la maison afin de faire chuter la valeur du pH de l'eau de la piscine est une solution aqueuse d'acide chlorhydrique dont la concentration en ions oxonium vaut $3,0 \text{ mol. L}^{-1}$

Document 5 : Le local piscine au sous-sol de la maison

Le local piscine est un abri indispensable pour garder les différents équipements de la piscine, notamment la pompe, le filtre, le coffret électrique, les passages et les raccordements des canalisations, au sec et à l'abri des intempéries.

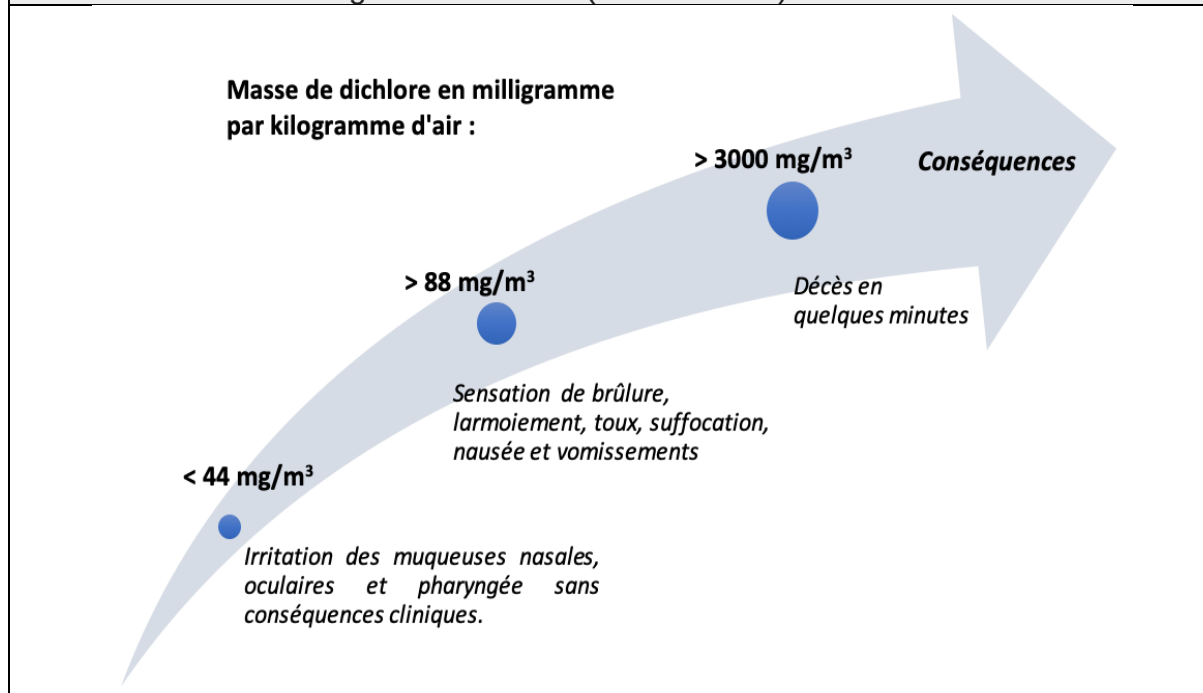
C'est un local ventilé dans lequel sont également entreposés les produits d'entretien de la piscine.

Les dimensions de ce local sont indiquées sur le schéma ci-contre.





Document 6 : Les dangers du dichlore (source INRS)



Données :

- valeur du produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$
- masse molaire du dichlore : $M(\text{Cl}_2) = 71,0 \text{ g.mol}^{-1}$

Les pictogrammes présents sur les bouteilles d'eau de Javel sont les suivants :

pictogramme 1



pictogramme 2



1. Indiquer la signification de ces pictogrammes. En exploitant les connaissances acquises et le **document 1**, préciser quelles sont les précautions à prendre pour manipuler et stocker les solutions d'eau de Javel.
2. Préciser, à l'aide du **document 1**, le caractère acide, basique ou neutre des solutions d'eau de Javel. Proposer, toujours à l'aide du document 1, une explication aux valeurs élevées de pH de ces solutions.
3. Comparer la valeur de la concentration molaire en ions oxonium H_3O^+ à celle en ions hydroxyde HO^- d'une solution d'eau de Javel ayant un pH de valeur égale à 12. Préciser, en justifiant la réponse, si le résultat trouvé est cohérent avec la réponse formulée à la question 2.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

4. Expliquer, en utilisant les **documents 2 et 3**, le dégagement de vapeurs irritantes évoqué dans l'article de presse en introduction de cet exercice.

Le résident de la maison a utilisé un volume V égal à 100 mL de solution d'acide chlorhydrique (produit « pH minus ») qu'il a, par mégarde, mélangé avec de l'eau de Javel. Le **document 2** précise que deux moles d'ions oxonium permettent de former une mole de dichlore lors du mélange.

5. Vérifier, par le calcul, en exploitant le **document 4**, que la valeur de la quantité de matière de dichlore, $n(Cl_2)$, formé lors du mélange est égale à 0,15 mol.

6. En exploitant les **documents 5 et 6** ainsi que le résultat de la question précédente, conclure quant aux risques encourus par le résident de la maison lors du mélange accidentel de l'eau de Javel avec le produit « pH minus ». Argumenter la réponse.

Exercice 2 : Eau de source (5 points)

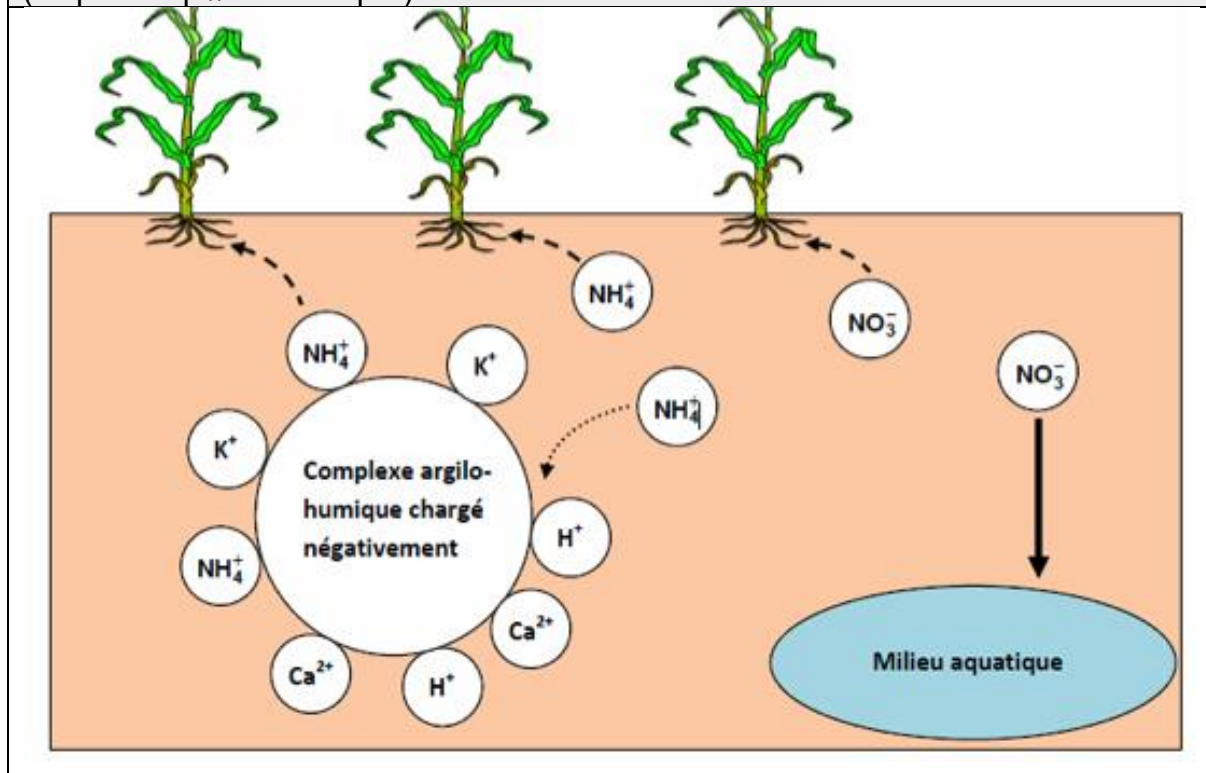
Monsieur X décide de partir vivre à la campagne. Sa maison, isolée, ne dispose pas d'eau de la ville mais d'une source qui peut lui permettre d'alimenter sa maison. Il décide donc de procéder à une analyse de l'eau de cette source avant de la consommer.

Document 1 : extrait du rapport d'analyse de l'eau de la source de Monsieur X		
Paramètres physico chimiques	Valeur limite (arrêté du 11 juin 2007)	Eau de la source
Ion nitrate NO_3^-	50 $mg \cdot L^{-1}$	135 $mg \cdot L^{-1}$
Ion ammonium NH_4^+	0,10 $mg \cdot L^{-1}$	0,2 $mg \cdot L^{-1}$
Ion chlorure Cl^-	250 $mg \cdot L^{-1}$	4,5 $mg \cdot L^{-1}$
Ion sulfate SO_4^{2-}	250 $mg \cdot L^{-1}$	54 $mg \cdot L^{-1}$
Ion sodium Na^+	200 $mg \cdot L^{-1}$	53 $mg \cdot L^{-1}$
pH	Entre 6,5 et 9	9,8
Bilan : Eau non potable. Ne peut être utilisée que pour les sanitaires ou pour le nettoyage.		

Document 2 : schéma du complexe argilo humique présent dans le sol



(d'après <http://www.cndp.fr>)



Document 3 : Composition de trois eaux minérales

Ions	Eau minérale A Concentration en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	Eau minérale B Concentration en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	Eau minérale C Concentration en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Sodium Na^+	1708	9,4	9,1
Potassium K^+	132	5,7	3,2
Calcium Ca^{2+}	90	9,9	486
Magnésium Mg^{2+}	158	6,1	98
Chlorure Cl^-	322	8,4	8,6
Hydrogénocarbonate HCO_3^-	4368	65,3	230
Sulfate SO_4^{2-}	174	6,9	118

Modèle CCYC : ©DNE Nom de famille (naissance) : (Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)	
Prénom(s) :	
N° candidat :	
Né(e) le :	

1.1

1. À partir de l'extrait du rapport d'analyse figurant dans le **document 1**, donner deux arguments justifiant que l'eau de Monsieur X n'est pas potable.

La source de monsieur X est proche d'un champ sur lequel un agriculteur répand régulièrement de l'engrais riche en azote contenant des ions nitrate NO_3^- et des ions ammonium NH_4^+ . L'engrais utilisé par l'agriculteur est particulièrement riche en azote N. Monsieur X pense que c'est peut-être pour cette raison que l'eau de source dont il dispose n'est pas potable.

2. Indiquer les deux autres éléments chimiques nécessaires à la croissance d'une plante et qui sont aussi présents dans un engrais.

3. En utilisant le **document 2**, rappeler le rôle du complexe argilo humique dans le développement d'une plante.

4. À l'aide des **documents 1 et 2**, expliquer pourquoi l'hypothèse de Monsieur X sur l'origine de la pollution de sa source est raisonnable.

Monsieur X décide donc d'acheter des bouteilles d'eau minérale pour sa consommation. Cependant, monsieur X présente des risques cardiovasculaires et souffre fréquemment de constipation. Son médecin lui a conseillé de diminuer sa consommation en sel (chlorure de sodium) par rapport à ses risques cardiovasculaires et de consommer une eau riche en magnésium pour résoudre ses problèmes de constipation.

5. À partir du **document 3**, déterminer l'eau minérale la plus adaptée aux problèmes de santé de monsieur X et qu'il aura avantage à choisir. Justifier soigneusement la réponse à l'aide de deux arguments distincts.

Pour un être humain sans problème de santé particulier, il est conseillé de boire un volume de 1,5 litres d'eau par jour. Par ailleurs les apports journaliers en magnésium recommandés à un être humain sans problème de santé particulier sont d'environ 400 mg.

6. Apprécier, en justifiant la réponse par un commentaire argumenté, comment la consommation de l'eau minérale choisie par monsieur X pourra être suffisante pour satisfaire ses besoins en magnésium.



Exercice 3 : État cardiaque chez un cycliste (5 points)

Afin de tester la résistance cardiaque à l'effort d'un cycliste, un médecin décide d'effectuer des mesures pour accéder à la valeur du débit cardiaque de ce sportif au repos puis au cours d'un effort intense. Les résultats des mesures sont consignés dans le **document 1**.

Le **document 2** apporte des informations relatives à la fréquence et au débit cardiaques chez le sportif d'endurance. Le **document 3** est un graphique schématisant l'évolution des vitesses d'écoulement sanguin dans le réseau circulatoire d'une personne au repos.

Données : $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$; $1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$

Document 1 : résultats des examens effectués par le médecin sur le cycliste

	Fréquence cardiaque f_c (battements par minute)	Volume d'éjection systolique V_{ES} (mL)
Repos	60	83
Effort intense	180	130

Document 2 : débit cardiaque chez le sportif d'endurance

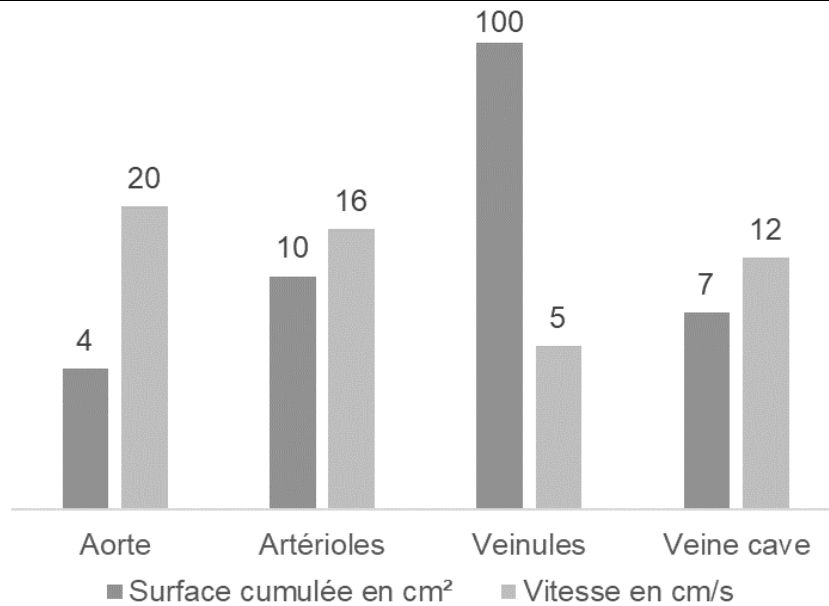
Le cœur d'un adulte en condition physique normale bat entre 50 et 80 fois par minute au repos. Chez un sportif d'endurance, comme un cycliste ou un coureur de fond, la fréquence cardiaque peut être proche de 30 battements par minute au repos la nuit sans que cela soit anormal.

Par ailleurs, le volume d'éjection du sang augmente également lors d'un exercice, et ce, grâce à deux phénomènes, d'une part l'augmentation de la puissance de contraction du cœur, ce qui permet au ventricule de se vider davantage qu'au repos, et d'autre part l'amélioration du retour veineux vers le cœur, ce qui permet d'augmenter le volume de remplissage des cavités cardiaques. En bref, le cœur se remplit et se vide mieux lors d'un exercice physique qu'au repos. Ces deux phénomènes se traduisent par une augmentation considérable du débit cardiaque lors d'un effort. Ainsi, celui-ci correspond typiquement à $5,0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ au repos chez le sédentaire comme chez le sportif, il croît jusqu'à $25 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ chez un sédentaire effectuant un effort et jusqu'à parfois plus de $40 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ chez un sportif spécialiste d'endurance.

L'entraînement cardiopulmonaire se révèle donc être un moyen particulièrement efficace dans le développement du débit cardiaque maximal.



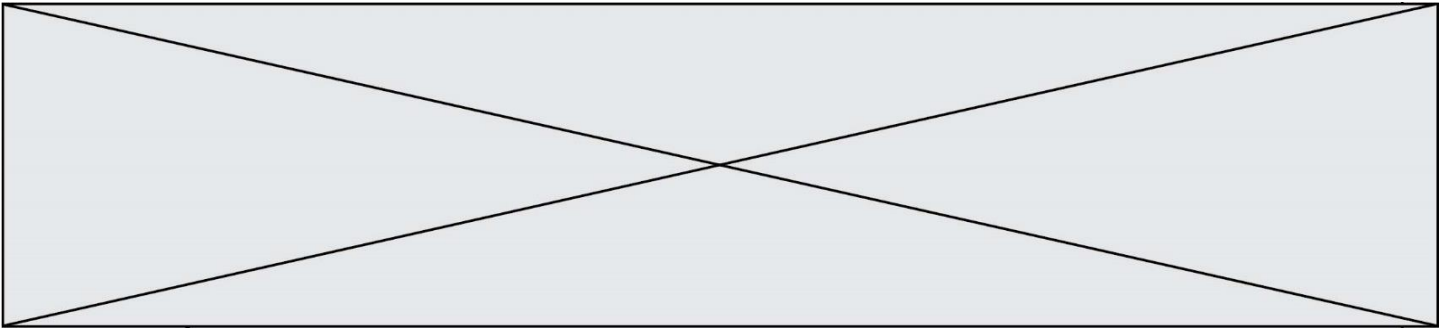
Document 3 : valeurs de surface (section) cumulée des vaisseaux sanguins du corps humain et valeurs moyennes de vitesse d'écoulement sanguin dans ces vaisseaux pour une personne au repos



1. Indiquer la relation permettant d'exprimer le débit cardiaque D_C en fonction de la fréquence cardiaque f_C et du volume d'éjection systolique V_{ES} .
2. En exploitant les informations du **document 1**, retrouver par un calcul la valeur du débit cardiaque au repos (en litres par minute) fournie par le **document 2**.
3. Vérifier que le débit cardiaque au repos du sportif, exprimé dans l'unité du système international, est égal à $8,3 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

L'aorte est l'artère unique dans laquelle le sang est éjecté par le cœur.

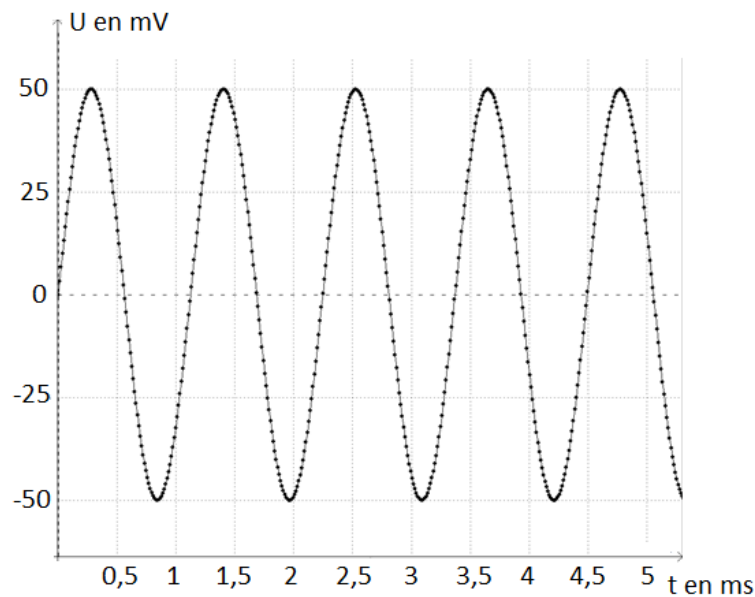
4. Donner, en précisant les unités employées, la relation entre le débit cardiaque D_C , la vitesse d'écoulement v_A du sang dans l'aorte et la section S_A de l'aorte.
5. Montrer que le débit cardiaque calculé à la question 3 est en conformité avec la valeur de la vitesse d'écoulement du sang dans l'aorte figurant dans le **document 3**.
6. Dans le cas du cycliste en effort intense, expliquer, sans faire de calcul, comment évoluent les vitesses d'écoulement sanguin dans le réseau circulatoire par rapport aux valeurs au repos figurant sur le **document 3**.



Exercice 4 : Test d'audition (5 points)

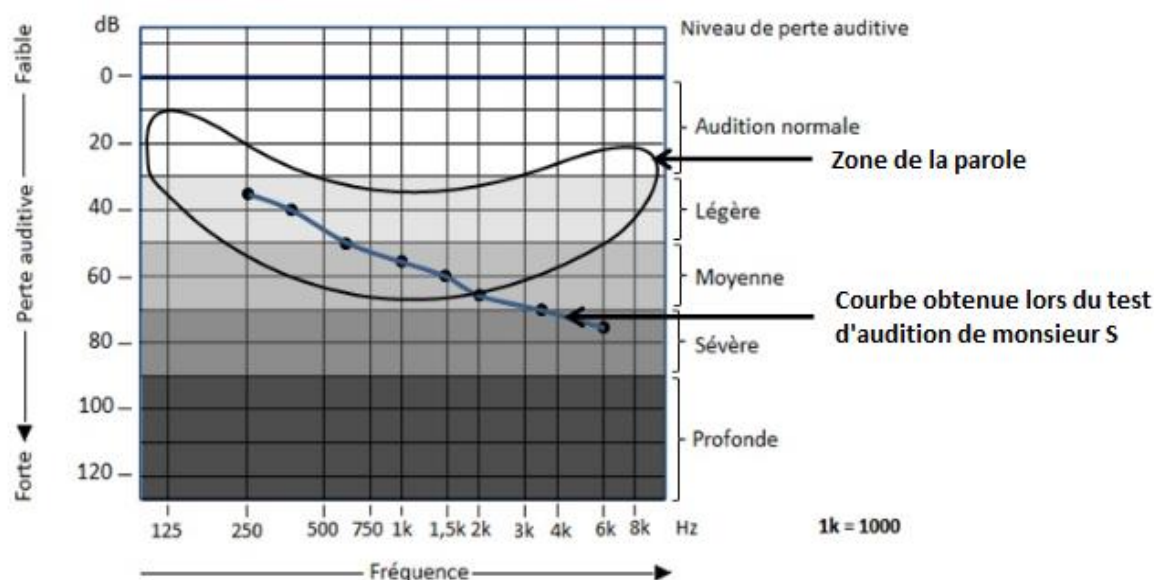
En France, deux-tiers des personnes ayant plus de 65 ans ont des difficultés de compréhension de la parole dans le bruit. C'est le premier signe de la malaudition.

Document 1 : Enregistrement d'un signal sonore utilisé lors d'un test d'audition



Document 2 : Domaines correspondant aux différents types de sons audibles ou inaudibles

Fréquences (Hz)				
20 200 2000 20000				
A	Sons audibles			D
	B	Son médium	C	


Document 3 : Perte auditive et niveau de perte auditive de monsieur S. en fonction de la fréquence en Hertz (Hz)

Données :

- La fréquence f d'un signal est l'inverse de la période T
- $1\text{ms} = 10^{-3}\text{ s}$

Au cours d'un test d'audition, des sons de différentes fréquences sont émis. Il est possible d'enregistrer le signal correspondant à un son donné grâce à un dispositif adapté. Le patient est placé dans une pièce insonorisée et on l'équipe d'un casque audio. Le médecin envoie des sons purs de différentes fréquences en augmentant progressivement leur niveau d'intensité sonore et quand le patient détecte le son, il le signale. Le médecin porte alors sur une courbe la valeur du niveau d'intensité sonore (correspondant à une perte auditive) en fonction de la fréquence du son émis.

1. Préciser, en choisissant parmi les quatre propositions suivantes, la nature de la courbe tracée par le médecin lors du test d'audition et rédiger une phrase à cet effet.

- a) Oscillogramme b) électrocardiogramme c) audiogramme
d) électroencéphalogramme

2. Montrer, en explicitant les calculs, que la fréquence du son enregistré sur la figure du **document 1** est voisine de 900 Hz.

3. Nommer les types de sons correspondant aux domaines A, B, C et D repérés sur le **document 2**.



4. À partir du **document 2**, qualifier le son enregistré sur la figure du **document 1**, en expliquant la réponse.

Monsieur S, âgé de 67 ans, évoque avec son médecin le fait qu'il demande de plus en plus à ses interlocuteurs de répéter ; le médecin lui propose de réaliser un test d'audition.

Le **document 3** indique la perte auditive de monsieur S en fonction de la fréquence. On y a fait figurer la zone de la parole (niveau des sons émis lors de conversations normales).

5. Déterminer la perte auditive de monsieur S. pour un son de fréquence égale à 1500 Hz. En déduire son niveau de perte auditive pour cette fréquence.

Les basses fréquences allant de 50 à 1500 Hz sont responsables de la compréhension de 20 % des mots et les hautes fréquences, de 1500 Hz à 16000 Hz, sont responsables de 80 % de la compréhension des mots.

6. En utilisant le **document 3**, rédiger un court texte argumenté qui explique pourquoi les résultats de monsieur S au test d'audition permettent d'expliquer qu'il a du mal à comprendre une conversation normale.