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.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.1

ÉVALUATION COMMUNE

CLASSE : Première ST2S

EC : ☐ EC1 ☒ EC2 ☐ EC3

VOIE : ☐ Générale ☒ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Physique-chimie pour la santé

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2h

Niveaux visés (LV) : LVA LVB

Axes de programme :

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒Oui ☐ Non

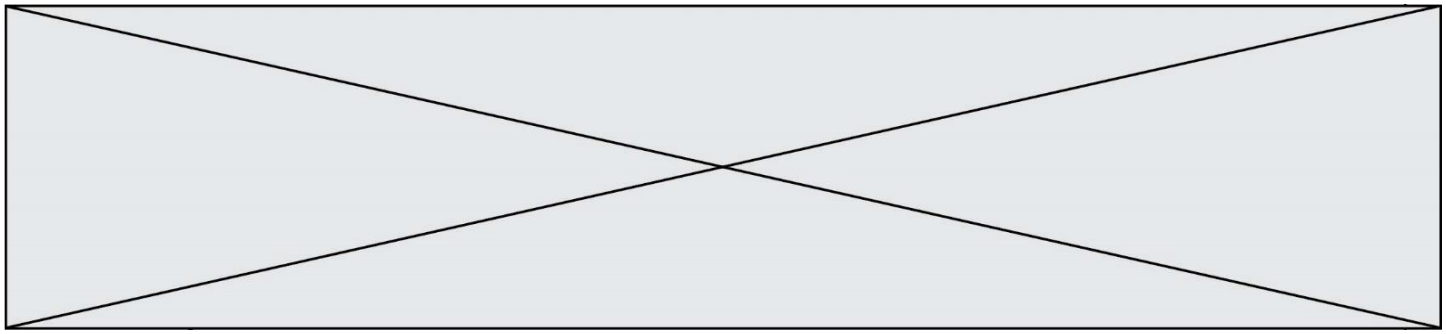
DICTIONNAIRE AUTORISÉ : ☐Oui ☒ Non

☒ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

☐ Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

☐ Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

Nombre total de pages : 13



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 :

$$Cl_{2\,(g)} + 2\left(Na^{+}_{(aq)} + HO^{-}_{(aq)}\right) \longrightarrow \left(Na^{+}_{(aq)} + ClO^{-}_{(aq)}\right) + \left(Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}\right) + H_2O_{(l)}$$

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 :

$$ClO^{-}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} + 2\,H_3O^{+}_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2\,(g)} + 3\,H_2O_{(l)}$$

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.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
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 réglement CE n° 1272/2008.

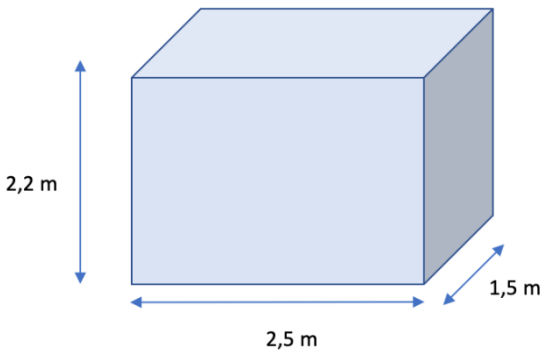
231-959-5

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 $3{,}0\ mol.L^{-1}$

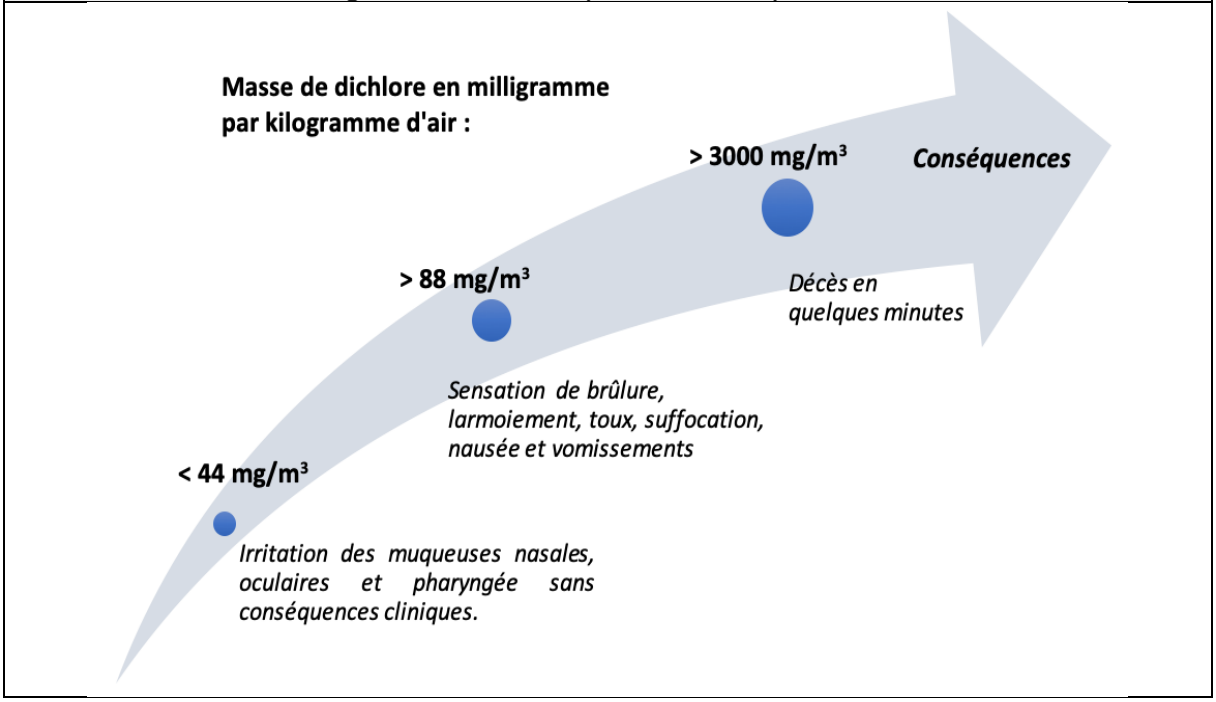
Document 5 : Le local piscine au sous-sol de la maison

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.



T1SPCSA02847

Document 6 : Les dangers du dichlore (source INRS)



Données *:*
- valeur du produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$
- masse molaire du dichlore : $M(Cl_2) = 71{,}0\ g.mol^{-1}$

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.

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)

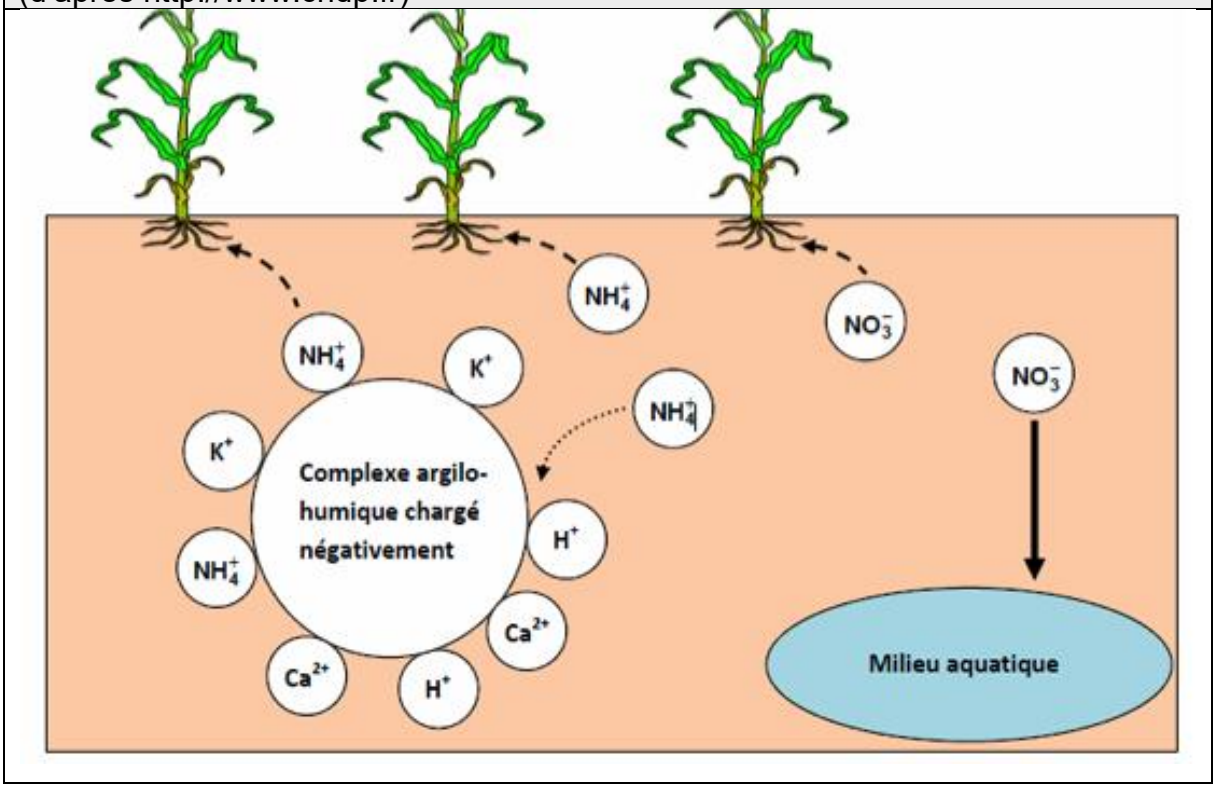
Monsieur X décide de partir vivre à la campagne. Sa maison, isolée, ne dispose pas d'eau de la ville mais d'une source qui peut lui permettre d'alimenter sa maison. Il décide donc de procéder à une analyse de l'eau de cette source avant de la consommer.

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·L^{-1}	135 mg·L^{-1}
Ion ammonium NH_4^+	0,10 mg·L^{-1}	0,2 mg·L^{-1}
Ion chlorure Cl^-	250 mg·L^{-1}	4,5 mg·L^{-1}
Ion sulfate SO_4^{2-}	250 mg·L^{-1}	54 mg·L^{-1}
Ion sodium Na^+	200 mg·L^{-1}	53 mg·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 $mg \cdot L^{-1}$	Eau minérale B Concentration en $mg \cdot L^{-1}$	Eau minérale C Concentration en $mg \cdot L^{-1}$
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

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.

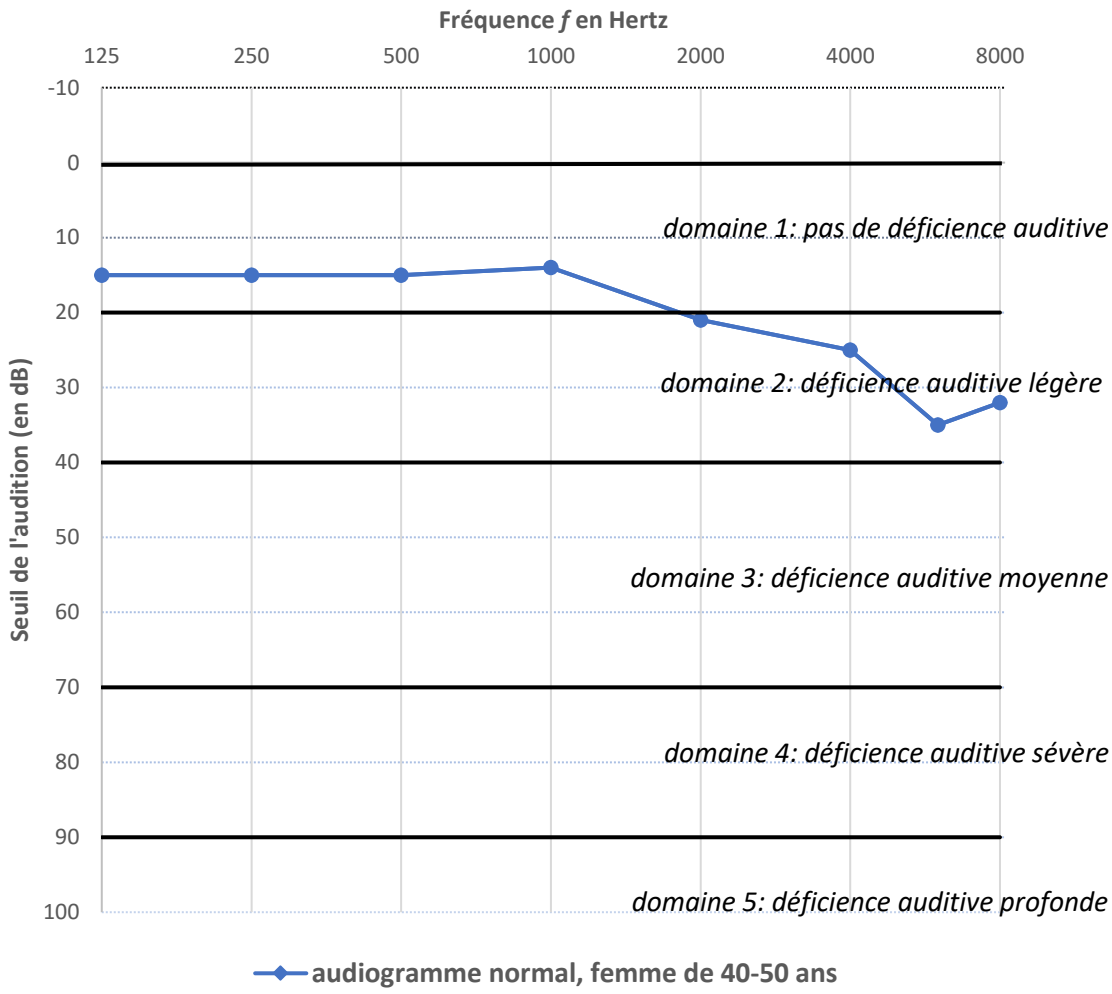
Pour un être humain sans problème de santé particulier, il est conseillé de boire un volume de 1,5 litres d'eau par jour. Par ailleurs les apports journaliers en magnésium recommandés à un être humain sans problème de santé particulier sont d'environ 400 mg.

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 : Identification et compensation d'une perte auditive (5 points)

L'audiogramme tonal normal pour une femme dans la tranche d'âge 40-50 ans est représenté sur le **document 1.**

Document 1 : Audiogramme tonal normal pour une femme de 40 à 50 ans

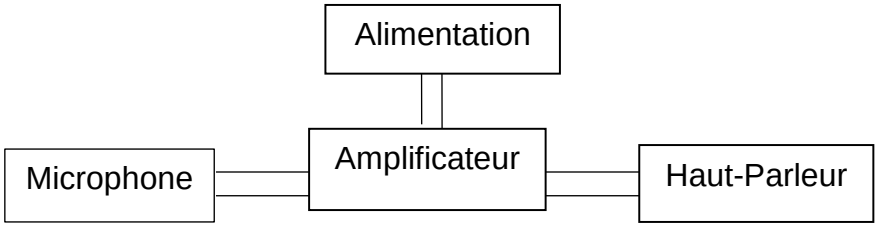


Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille *(naissance)* :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)
Prénom(s) :
N° candidat : N° d'inscription :
(Les numéros figurent sur la convocation.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

Document 2 : Seuils d'audition relevés lors de l'examen de Mme B.

Fréquence (en Hertz)	125	250	500	1000	2000	4000
seuil d'audition de Mme B. (en dB)	50	58	63	64	62	74

Document 3 : Schéma de principe d'une prothèse auditive



1. Compte tenu de la nature des mesures reportées dans un audiogramme tonal, proposer un protocole à suivre pendant l'examen médical afin d'obtenir le graphe présenté dans le **document 1.**

2. Donner la valeur du seuil normal d'audition pour une femme dans la tranche d'âge 40-50 ans à une fréquence de 1000 Hertz.

3. D'après l'audiogramme tonal, préciser, en expliquant la réponse, si une femme dans la tranche d'âge 40-50 ans perçoit mieux les sons graves ou les sons aigus.

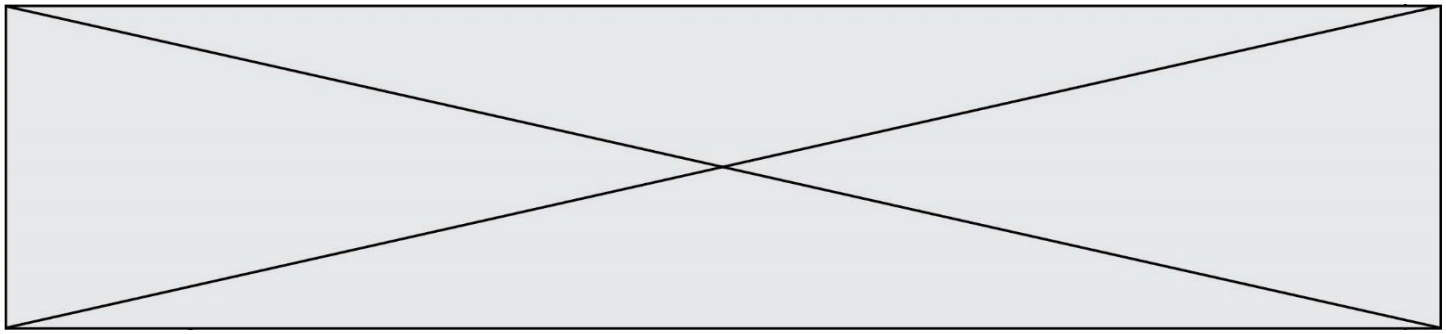
Une patiente de 45 ans, Mme B., souffrant de troubles auditifs, se rend chez son médecin. Celui-ci l'oriente vers un médecin otologiste afin de réaliser un audiogramme tonal. Les seuils d'audition relevés lors de l'examen médical de Mme B. sont donnés dans le **document 2**.

4. Représenter et légender l'audiogramme tonal de Mme B. sur l'**annexe à rendre avec la copie**.

5. À l'appui de la représentation effectuée à la question précédente, qualifier la déficience auditive de Mme B. en expliquant la réponse.

Le médecin conseille à Mme B le port d'une prothèse auditive dont le schéma de principe est donné dans le **document 3**.

6. Expliquer brièvement le principe de fonctionnement de cette prothèse.



Exercice 4 : Le test d'effort (5 points)

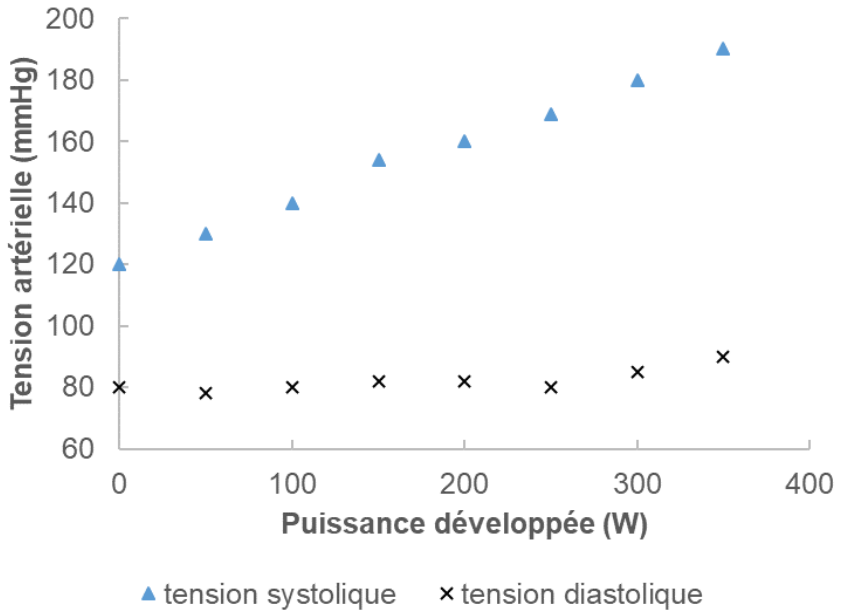
Dans le cadre d'un suivi médical prescrit par un cardiologue, un patient de 50 ans effectue un test d'effort, c'est-à-dire un examen consistant à l'enregistrement d'un électrocardiogramme durant le déroulement d'un exercice physique calibré.
Pendant l'effort, la fréquence cardiaque du patient ne doit pas dépasser un certain seuil dont la valeur est donnée par le **document 1**.
Au cours du test, la puissance développée par le patient augmente progressivement de 0 à 350 W et sa tension artérielle suit une évolution représentée par le graphique du **document 2**.
La valeur du volume d'éjection systolique dépend de divers facteurs présentés brièvement dans le **document 3**.

Donnée : 1 mL = 10^{-6} m^3

Document 1 : fréquence cardiaque maximale pendant un test d'effort
Pendant l'effort, la fréquence cardiaque f_C du patient est mesurée en continu à l'aide d'un cardiofréquencemètre. La fréquence cardiaque maximale, exprimée en battements par minute, à ne pas dépasser pendant l'effort est évaluée à l'aide de la relation empirique : f_{Cmax} = (220 – âge du patient) × 0,80 Par exemple, pour un patient de 60 ans : f_{Cmax} = (220 – 60) × 0,80 = 128 battements par minute.

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.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

Document 2 : évolution de la tension artérielle au cours du test d'effort



Document 3 : le volume d'éjection systolique

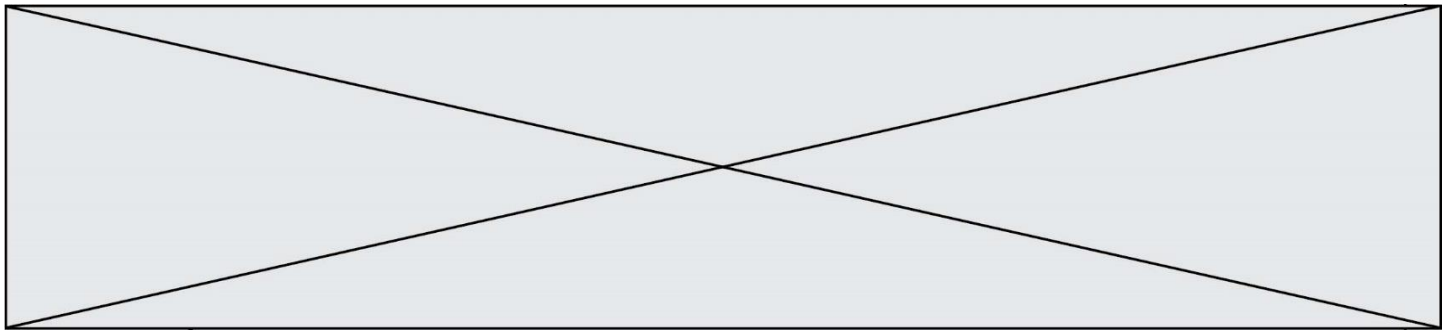
Le volume d'éjection systolique V_{ES} est le volume de sang que le cœur éjecte à chaque battement (systole). Il dépend d'une multitude de facteurs, notamment de la taille du cœur, de son remplissage, de la force et de la durée de la contraction et de la résistance à l'éjection du sang dans la circulation systémique. Chez l'homme, il est proche de 100 mL. Un entraînement sportif régulier permet d'accroître la valeur du volume V_{ES} jusqu'à atteindre 150 mL en plein effort.

1. Dans le **document 1**, la fréquence cardiaque f_C est exprimée en battements par minute. Indiquer quelle est l'unité de fréquence dans le système international.

2. Montrer que la fréquence cardiaque du patient au cours du test ne doit pas dépasser une valeur de 2,3 exprimée dans l'unité du système international.

3. En exploitant le **document 2**, décrire brièvement l'évolution de la tension artérielle du patient au cours du test et notamment l'écart entre la tension systolique et la tension diastolique.

Au cours du test, le débit cardiaque D_C du patient augmente jusqu'à atteindre une valeur de $3{,}3\times10^{-4}$ $m^3\cdot s^{-1}$, soit 0,33 $L\cdot s^{-1}$.

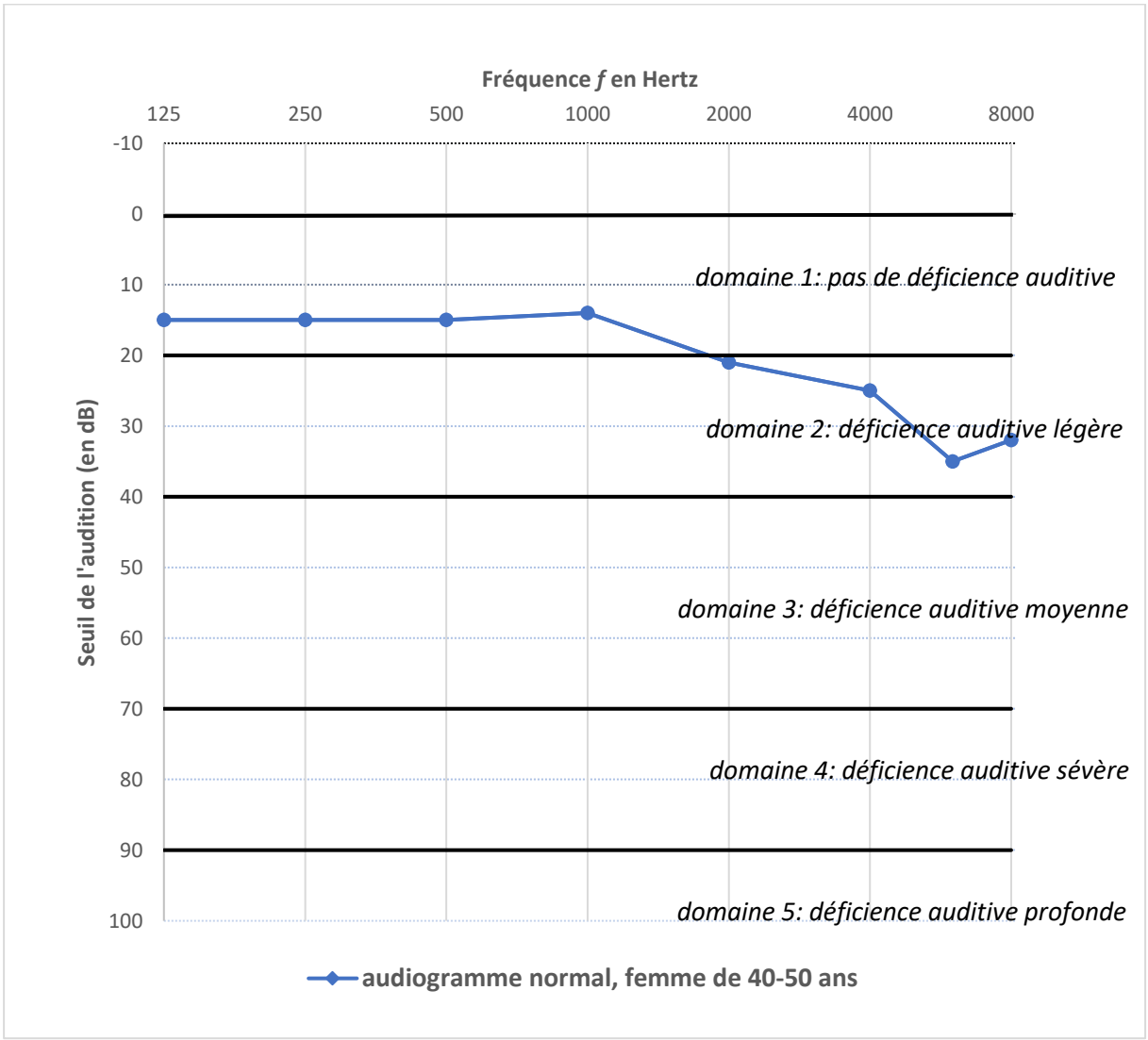


4. Indiquer la relation permettant d'exprimer le débit cardiaque D_C en fonction de la fréquence cardiaque f_C et du volume d'éjection systolique V_{ES}.

5. En effectuant un calcul et en argumentant à l'aide du **document 3**, indiquer si le patient a une pratique sportive régulière.

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.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

Exercice 3 : annexe à rendre avec la copie



T1SPCSA02847