SUJET

2019-2020

PHYSIQUE-CHIMIE POUR LA SANTÉ

SPÉ première ST2S

ÉVALUATIONS COMMUNES

www.freemaths.fr

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.

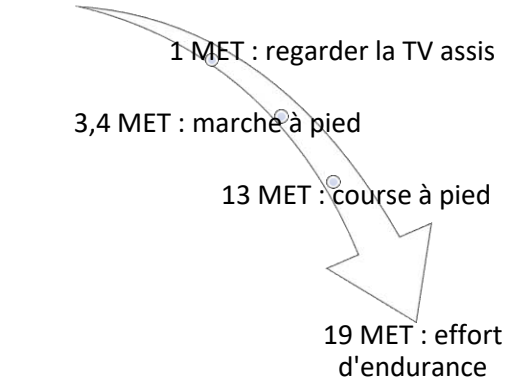
Nombre total de pages : 11

www.freemaths.fr

Exercice 1 : Le secret des marathoniens éthiopiens et kenyans (5 points)

Sans conteste, les athlètes originaires d'Ethiopie et du Kenya dominent les marathons, course de fond et d'endurance sur 42,2 km. Le palmarès du marathon de Paris en témoigne : en 2018, le kenyan Paul Lonyangata et la kenyane Betsy Saina remportent l'épreuve ; en 2019 les coureurs éthiopiens Gelete Burka chez les femmes et Abrha Milaw chez les hommes sont déclarés vainqueurs.
Leur réussite repose sur différents facteurs parmi lesquels on trouve un régime alimentaire hyper-glucidique : 67 à 76 % de l'apport énergétique total alors que l'apport des glucides ne représente que 49 % de l'apport énergétique quotidien d'un marathonien européen.
L'objectif de cet exercice est de s'intéresser à quelques aspects du régime alimentaire particulier de ces marathoniens.

Document 1 : Activité physique et dépense énergétique



L'intensité d'une activité physique pour un individu est le plus souvent exprimée en équivalent métabolique ou MET (*metabolic equivalent of task*).
1 MET représente approximativement une ~~une~~ dépense énergétique égale à $4{,}18\ kJ\ .\ kg^{-1}.\ h^{-1}$ **(kilojoule par kilogramme de masse corporelle et par heure d'activité).**

Document 2 : Le régime alimentaire des marathoniens éthiopiens et kenyans

À chaque repas, les marathoniens éthiopiens et kenyans consomment beaucoup de fruits et de légumes, très peu de lipides, un ratio de protides légèrement supérieur aux apports recommandés. Leur régime alimentaire est par contre hyperglucidique : l'apport quotidien moyen de glucides dans leur alimentation s'élève à 600 g.
Les quatre principales sources de glucides sont : l'ugali* (25 %), le saccharose utilisé en grande quantité dans le thé (20 %), le riz (14 %) et le lait (13 %).
Les glucides sont dégradés, plus ou moins rapidement, en glucose qui est soit utilisé directement par les cellules de l'organisme pour leur survie, soit, pour l'excès, stocké sous forme de glycogène (polymère du glucose), dans le foie et dans les muscles, pour une utilisation ultérieure grâce à une réaction d'hydrolyse.

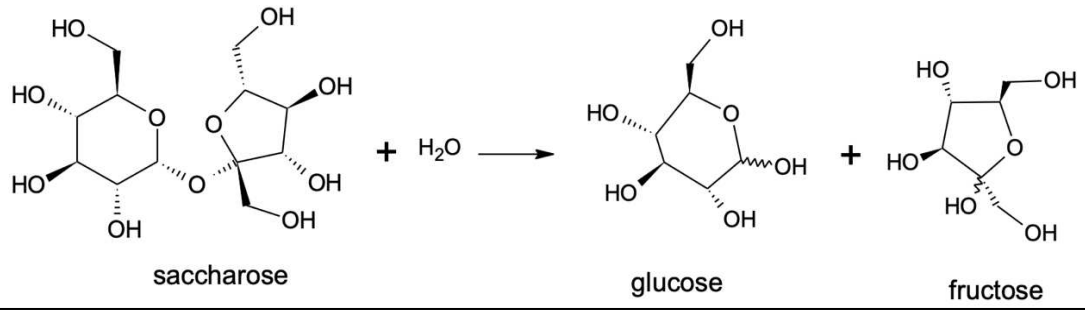
* purée de farine de maïs cuite à l'eau et agglomérée en boules

www.freemaths.fr

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 : La farine de maïs (source https://www.lanutrition.fr)		
Répartition nutritionnelle	Valeurs nutritionnelles pour une portion de 100 g	
Lipides : 4,4% Glucides : 87,7 % Protéines : 7,9 %	Protéines	6,93 g
	Lipides	3,86 g
	Glucides	76,85 g
	Cendres	1,45 g
	Alcool	0 g
	Eau	10,91 g
	Fibres	7,3 g
	Acide alpha-linolénique	0,053 g

Document 4 : La réaction de transformation du saccharose dans l'organisme



Document 5 : La combustion du glucose

La combustion d'une mole de glucose libère une énergie de valeur égale à 2860 kJ ; la trame de l'équation de la réaction de combustion s'écrit :

$$glucose + \ldots\ldots\ O_2 \longrightarrow \ldots\ldots\ CO_2 + \ldots\ldots\ H_2O.$$

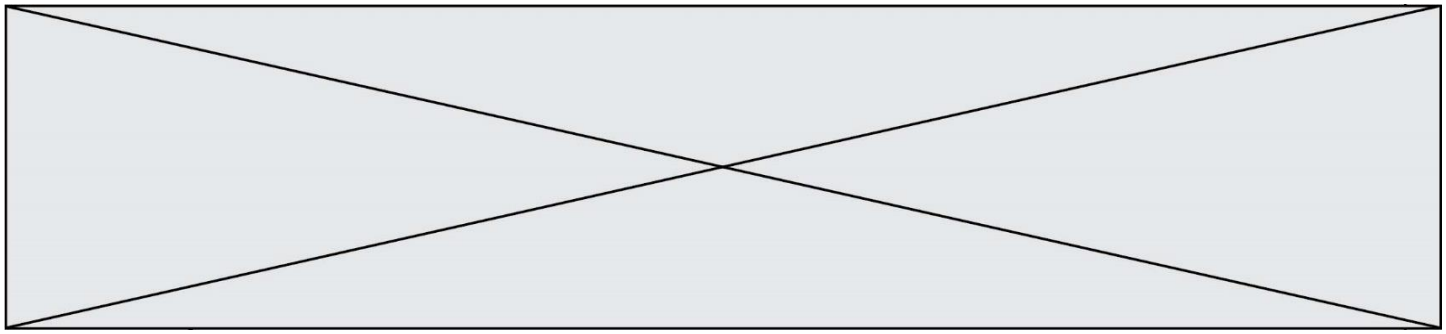
Seuls 35 % de l'énergie libérée sont directement utilisés par l'organisme, les 65 % restant sont libérés sous forme de chaleur.

Données :
- 1 kcal = 4,18 kJ
- Apports énergétiques des macronutriments : $4\ kcal.g^{-1}$ pour les protides et les glucides ; $9\ kcal.g^{-1}$ pour les lipides

1. La durée de la course de Gelete Burka (1,60 m, 43 kg) lors du marathon de Paris en avril 2019 est voisine de 2 h 30 min.
En s'appuyant sur le **document 1**, évaluer la dépense énergétique globale occasionnée par la course et montrer qu'elle est voisine de 2043 kcal.

2. Montrer que le régime alimentaire du **document 2** sera adapté à la bonne gestion et récupération de la course de Gelete Burka.

www.freemaths.fr



3. Évaluer, à l'aide du **document 3**, la masse d'ugali que devra consommer Gelete Burka pour reconstituer 25 % des réserves énergétiques brûlées pendant la course.

4. Expliquer, en s'appuyant sur le **document 2**, l'intérêt de la pratique d'un régime hyperglucidique dans le cadre de la préparation des marathoniens kenyans et éthiopiens.

5. En s'appuyant sur le **document 4**, écrire la formule développée de la molécule de glucose puis entourer et nommer les fonctions chimiques qu'elle contient.

6. Écrire, en exploitant le **document 5**, l'équation ajustée de la transformation du glucose par la voie aérobie puis expliquer l'intérêt pour les marathoniens de consommer en grande quantité du thé sucré y compris pendant la course. Conclure en proposant et justifiant, à l'aide d'éléments de culture générale, une autre solution à mettre en œuvre pendant la course.

Exercice 2 : Cryothérapie (5 points)

En dermatologie, la cryothérapie (thérapie par le froid) est utilisée afin de détruire des lésions cutanées de natures très diverses : kératoses séborrhéiques, adénomes sébacées, hamartomes verruqueux, angiomes séniles, angiokératomes, etc.

Cette technique consiste à appliquer sur la lésion à traiter du diazote liquide afin de créer une congélation rapide des tissus. Le diazote se vaporise lorsque le dermatologue le met en contact avec la peau du patient et cela permet d'atteindre, en une durée de 30 secondes, une température pouvant se situer entre -25 °C et -50 °C. L'abaissement très brutal de la température aboutit à la destruction de la membrane et des structures cellulaires. Suite à la congélation, le réchauffement progressif des tissus prolonge le processus de destruction cellulaire.

Données :

Températures de changement d'état du diazote à la pression atmosphérique :

- T_{fusion} (N_2) = - 210 °C
- $T_{ébullition}$ (N_2) = - 196 °C

Électronégativité de quelques atomes :

- Hydrogène H : 2,2 ; oxygène O : 3,4 ; azote N : 3,0

Masses volumiques :

www.freemaths.fr

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

- Eau liquide : 1,0 $g \cdot cm^{-3}$
- Eau solide : 0,92 $g \cdot cm^{-3}$

1. Expliquer pourquoi une liaison O-H est polaire.
2. Schématiser la molécule d'eau et expliquer précisément l'origine de son caractère polaire.
3. Préciser, en le justifiant par un raisonnement à l'échelle moléculaire, si le volume de l'eau augmente ou diminue lorsqu'elle passe de l'état liquide à l'état solide.
4. En considérant un gramme d'eau, vérifier à l'aide de calculs si les valeurs des masses volumiques fournies dans les données sont en accord avec la réponse à la question 3.
5. Le diazote liquide bout lorsqu'il est mis en contact avec la peau du patient. En déduire, en le justifiant, la température du diazote juste au moment de ce contact.
6. Indiquer, en le justifiant, la nature du changement d'état que subit l'eau contenue dans les cellules de l'épiderme.
7. En prenant appui sur les réponses précédentes, proposer une explication à la destruction de la membrane cellulaire lors du processus de congélation.

Exercice 3 : Histoire et mécanisme de la vision (5 points)

Document 1 : Aperçu historique des conceptions sur la vision

Pourquoi diable dit-on « jeter un coup d'œil » ou « foudroyer du regard » ? Les bizarreries de la langue française rappellent une vieille controverse : comment fonctionne la vision ? Et quel est son « sens », de l'œil à l'objet ou de l'objet à l'œil ?

La dispute scientifique remonte à l'Antiquité. En lice : deux théories, connues sous les noms d'intromission et d'émission. La première, assignant à l'œil un rôle passif, décrivait le phénomène de la vision par un quelque chose allant de l'objet à l'œil. La seconde, octroyant à l'œil un rôle plus actif, expliquait la vision par un quelque chose allant de l'œil à l'objet.

Au IIIe siècle avant J.-C., Euclide géométrisa l'optique : la lumière se propage suivant des lignes droites qu'il appelle « rayons ». Pour ce mathématicien, partisan de l'émission, des rayons visuels jaillissaient de la pupille pour partir à la rencontre de l'objet.

À l'encontre de la thèse de l'émission, en revanche, s'inscrivait l'absence de vision nocturne. Un œil émetteur aurait dû être en mesure de remplir ses fonctions même dans l'obscurité.

La mise en évidence du rôle de la lumière en tant qu'agent de la sensation visuelle

allait émerger à la charnière du Xe et du XIe siècle, grâce au mathématicien, physicien et astronome arabe Alhazen. Ses réflexions et expériences l'amenèrent à condamner sans appel la théorie de l'émission. Il expliqua le processus de la vision par des rayons de lumière parvenant à l'œil à partir de chaque point d'un objet. Mais il commit l'erreur de suggérer que l'image se forme sur le cristallin.

D'après l'article « Quand la vue change de sens » de Marie-Christine de La Souchère, *La Recherche*, 06/2010

Document 2 : Propositions de trajets suivis par la lumière permettant de voir un objet

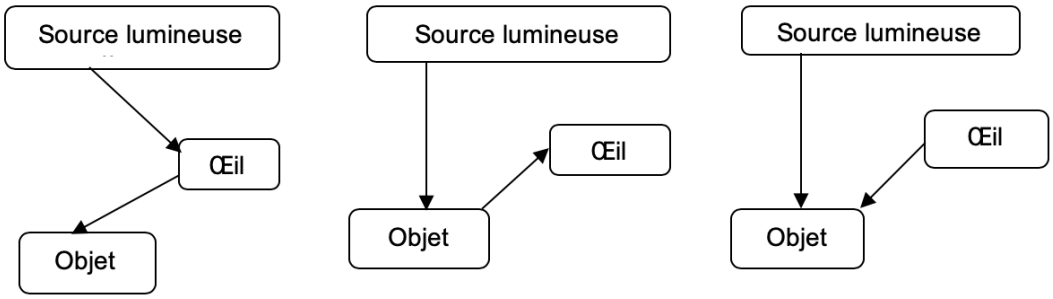


Schéma 1 Schéma 2 Schéma 3

Des questionnements sur le mécanisme de la vision divisèrent les savants pendant des siècles…

Répondre aux questions 1 et 2 en utilisant le **document 1**.

1. Citer un argument qui a remis en cause la théorie de l'émission.

2. À la charnière du Xe et du XIe siècle, le savant Alhazen a apporté une explication du processus de la vision, proche de la théorie actuelle. Donner l'explication apportée par ce savant.

3. Choisir, parmi les propositions du **document 2**, celle qui correspond à la théorie actuelle sur la vision.

D'après le mathématicien Euclide, cité dans le **document 1**, la lumière se propage en ligne droite.

www.freemaths.fr

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

4. Recopier et compléter cette phrase de manière à énoncer rigoureusement le principe de propagation rectiligne de la lumière : « La lumière se propage en ligne droite dans…… »

5. Expliquer pourquoi, lors d'un mirage dans le désert, la lumière ne se propage pas en ligne droite au niveau du sol.

Le schéma fourni dans l'**annexe à rendre avec la copie**, représente, en coupe, un mur percé d'une ouverture circulaire. Pour schématiser la situation, on a indiqué par une croix la position de l'œil d'un observateur. De l'autre côté du mur, sont situés deux objets éclairés O_1 et O_2.

6. Déterminer, en traçant les rayons lumineux qui permettent de justifier la réponse, l'objet pouvant être vu par l'observateur.

7. On rappelle la relation liant la vitesse de propagation c de la lumière (en $m \cdot s^{-1}$), la distance parcourue d (en m) et la durée du parcours Δt (en s) : $c = \frac{d}{\Delta t}$.

Calculer la distance entre l'objet visible et l'observateur sachant que la lumière met 10 ns pour parcourir cette distance.

Données :

- $1 ns = 10^{-9}$ s
- $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ $m \cdot s^{-1}$

Exercice 4 : Détecteur de fumée (5 points)

Selon la loi, les détecteurs de fumée, également appelés détecteurs avertisseurs autonomes de fumée (DAAF), sont obligatoires dans tous les logements d'habitation depuis le 8 mars 2015.
Chaque année, les détecteurs de fumée sauvent des vies et s'avouent être un excellent investissement. Mais un détecteur de fumée n'est efficace que s'il peut être entendu…

Document : Détecteurs de fumée pour personnes sourdes et malentendantes
Pour une personne déficiente auditive, il peut être difficile d'entendre le son émis par un détecteur d'incendie ordinaire, et c'est pour cela que des détecteurs de fumée spécialement conçus pour les personnes malentendantes ont été développés. Il existe plusieurs solutions : des alarmes qui émettent des faisceaux lumineux et communiquent de petites vibrations à un appareil qui peut être placé sous l'oreiller

ou des alarmes qui émettent des sons à basse fréquence. Les alarmes à basse fréquence émettent des sons de fréquence 520 Hz, alors que les alarmes traditionnelles émettent des sons de fréquence comprise entre 3000 et 4000 Hz.

Quelle est l'efficacité des alarmes ?

Une étude publiée en 2009 dans le journal Ear and Hearing (Oreille et Entendre) a démontré que certaines alarmes sont plus efficaces que d'autres lorsqu'il s'agit de réveiller les personnes déficientes auditives.

Selon l'étude, les alarmes qui envoient des faisceaux lumineux ne sont pas très efficaces. Le petit vibrateur sous l'oreiller est efficace pour les personnes qui ont une perte d'acuité auditive sévère ou totale. Pour les personnes atteintes de surdité moyenne, les alarmes à basse fréquence sont les plus efficaces. Selon l'étude, la probabilité qu'une alarme à basse fréquence réveille une personne déficiente auditive est sept fois plus élevée que celle d'une alarme classique.

D'après *https://www.hear-it.org/fr/detecteurs-de-fumee-pour-personnes-sourdes-et-malentendantes*

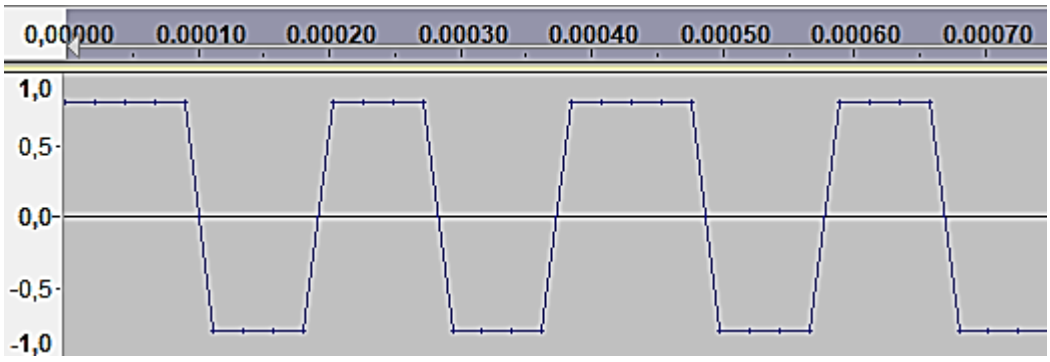


Figure 1 : Signal sonore 1 : en abscisse, au-dessus du graphe, le temps exprimé en secondes ; en ordonnée, la tension électrique proportionnelle à l'intensité sonore du signal.

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

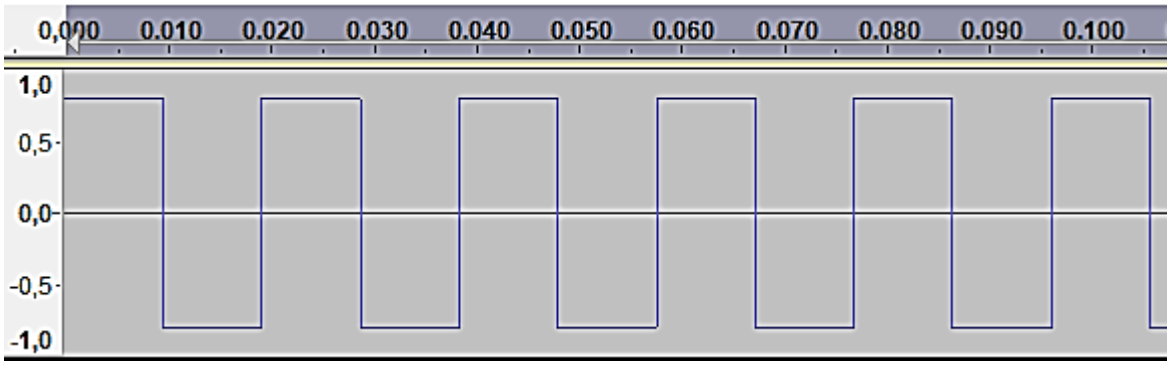


Figure 2 : Signal sonore 2 : en abscisse, au-dessus du graphe, le temps exprimé en secondes ; en ordonnée, la tension électrique proportionnelle à l'intensité sonore du signal.

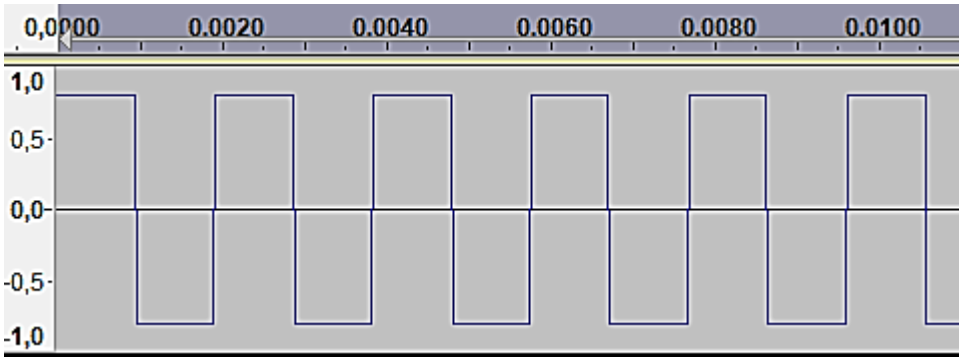


Figure 3 : Signal sonore 3 : en abscisse, au-dessus du graphe, le temps exprimé en secondes ; en ordonnée, la tension électrique qui traduit l'intensité sonore du signal.

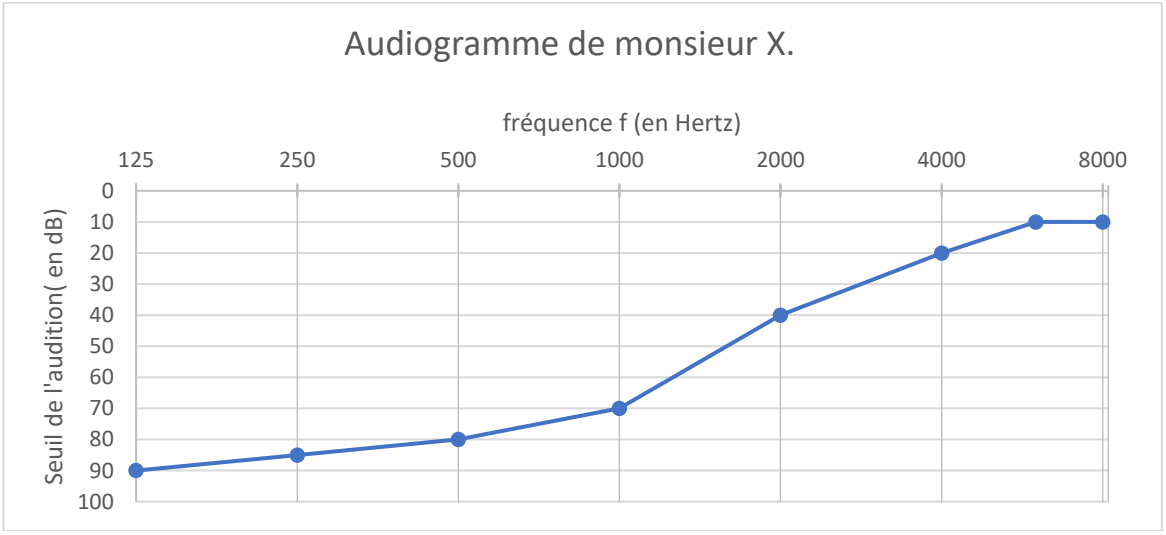
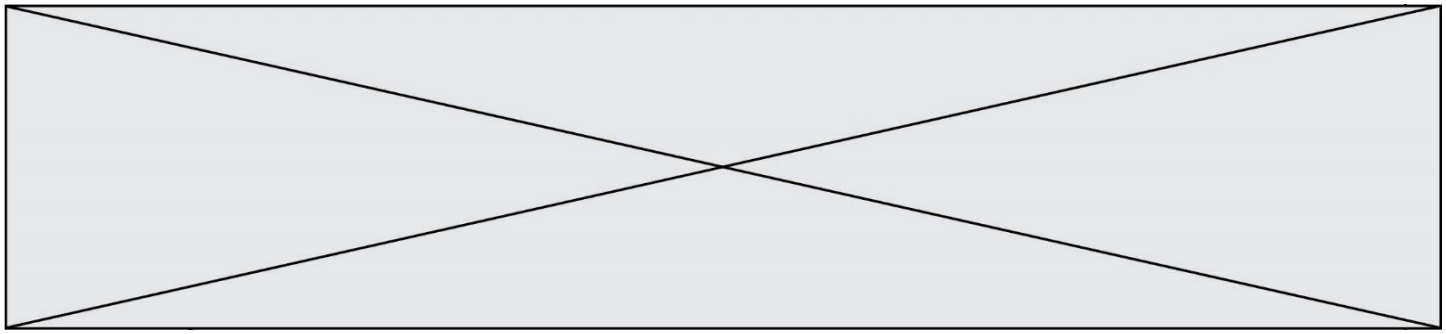


Figure 4 : Audiogramme de monsieur X

www.freemaths.fr



Données :

- La période T d'un signal est l'inverse de sa fréquence f.
- 1 s = 10^3 ms.

On s'intéresse tout d'abord aux fréquences des sons émis par les détecteurs avertisseurs.

1. Indiquer le domaine des fréquences audibles par l'homme.

2. Préciser, en expliquant la réponse, si les détecteurs avertisseurs traditionnels émettent des sons plus aigus ou plus graves que les détecteurs avertisseurs basse fréquence.

On peut lire sur la fiche d'un détecteur avertisseur les caractéristiques suivantes :

Sirène piézo-électrique intégrée d'une puissance acoustique réglementaire de 85 dB à 3 m et d'une fréquence nominale maximale de 3,5 kHz

3. Préciser, en expliquant la réponse, si ce détecteur avertisseur correspond à un détecteur avertisseur traditionnel ou basse fréquence.

On s'intéresse maintenant au signal émis par un détecteur avertisseur basse fréquence.

4. Calculer la valeur numérique de la période du signal émis par un détecteur avertisseur basse fréquence.

Grâce à un logiciel adapté, on peut réaliser l'acquisition d'un signal sonore puis analyser ce signal.

5. Parmi les représentations proposées sur **les figures 1 à 3**, identifier le signal qui correspond au son émis par un détecteur avertisseur à basse fréquence. Expliquer la réponse.

6. Grâce à l'observation de l'audiogramme de monsieur X représenté sur la **figure 4** et en tenant compte du niveau sonore d'une alarme (85 dB), proposer un développement argumenté pour déterminer le type de détecteur avertisseur à utiliser pour monsieur X.

www.freemaths.fr

Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille *(naissance)* :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

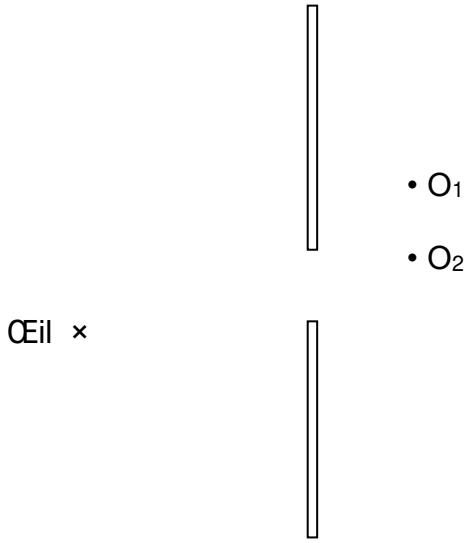
Prénom(s) :

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