

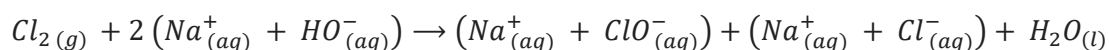


Exercice 1 : Quand le mélange de deux produits d'entretien comporte un risque
(5 points)

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

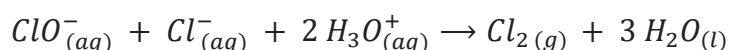
Industriellement, l'eau de Javel est obtenue par dissolution du dichlore gazeux dans un excès de solution aqueuse d'hydroxyde sodium (soude) selon la réaction d'équation :



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 :



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

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



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.

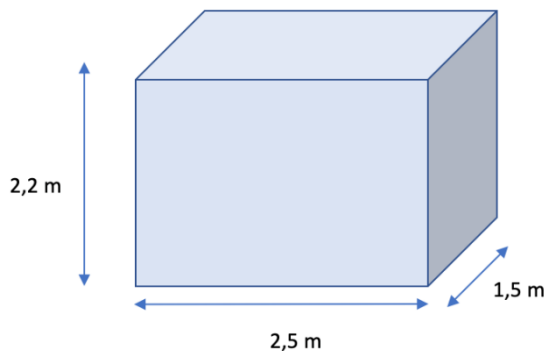
Le produit « pH minus » utilisé par le résident de la maison afin de faire chuter la valeur du pH de l'eau de la piscine est une solution aqueuse d'acide chlorhydrique dont la concentration en ions oxonium vaut $3,0 \text{ mol. L}^{-1}$

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

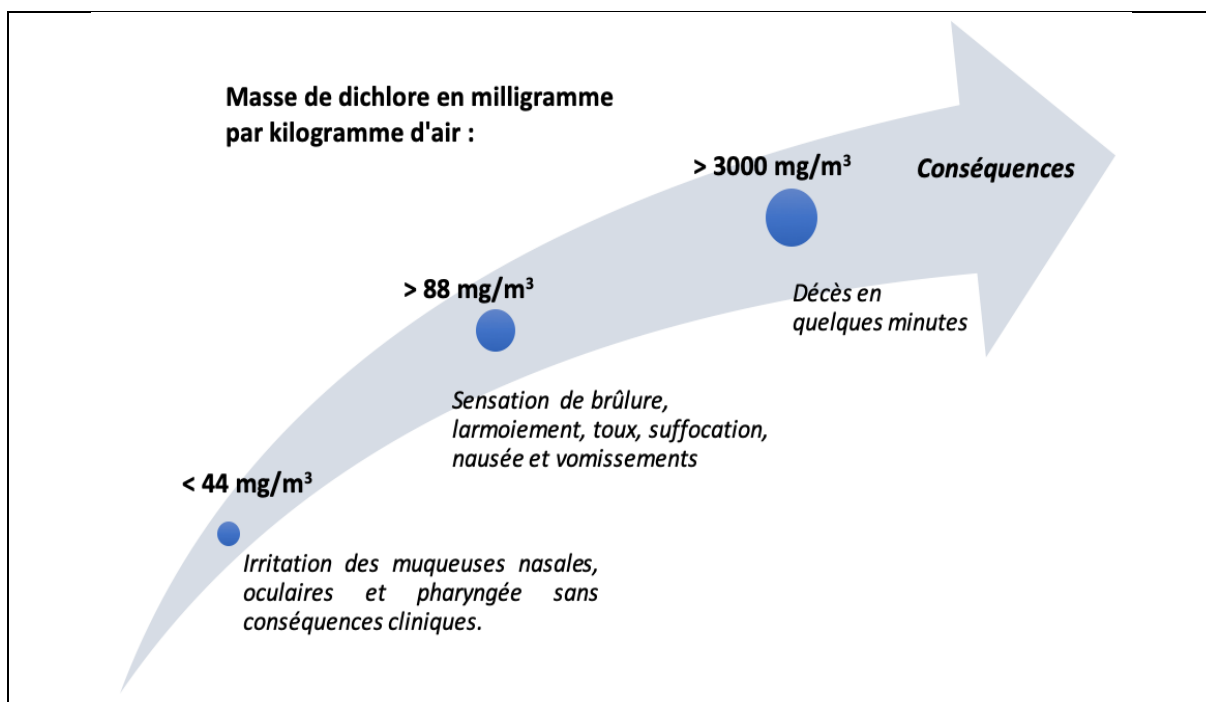
Le local piscine est un abri indispensable pour garder les différents équipements de la piscine, notamment la pompe, le filtre, le coffret électrique, les passages et les raccordements des canalisations, au sec et à l'abri des intempéries.

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.

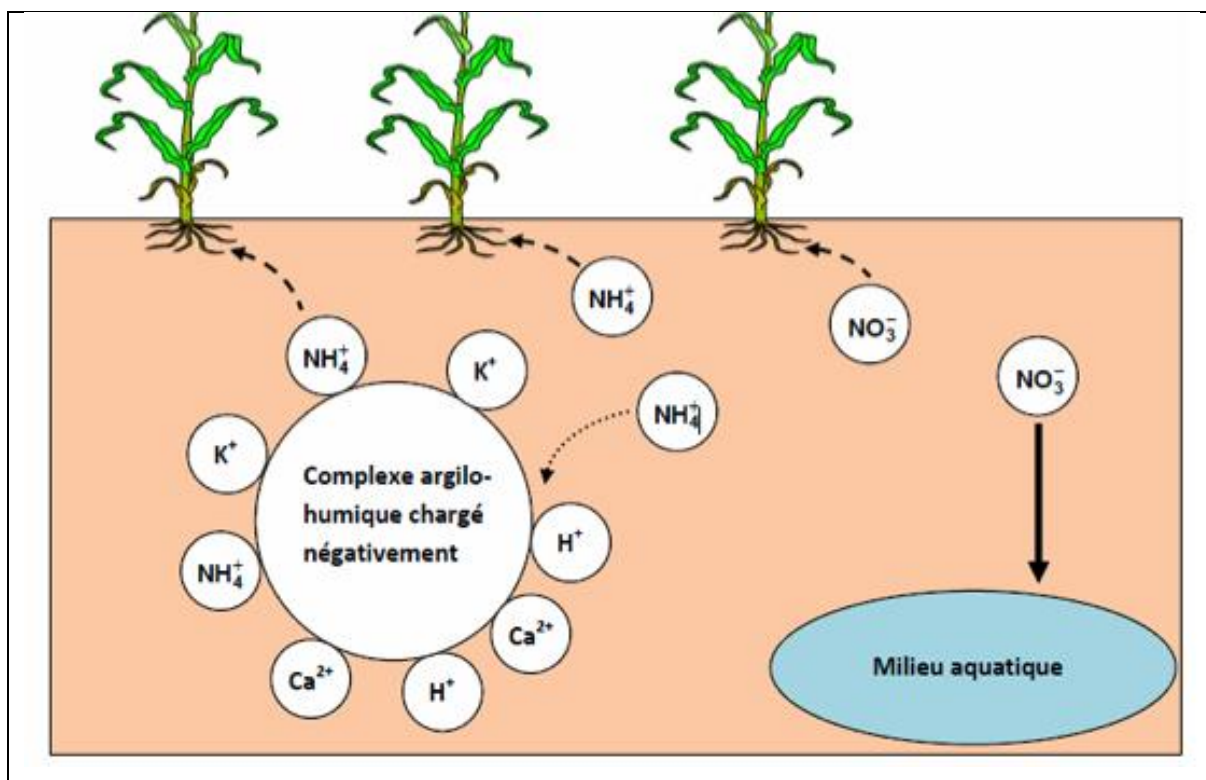
6. En exploitant les **documents 5 et 6** ainsi que le résultat de la question précédente, conclure quant aux risques encourus par le résident de la maison lors du mélange accidentel de l'eau de Javel avec le produit « pH minus ». Argumenter la réponse.

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 :	
	N° d'inscription :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

(Les numéros figurent sur la convocation.)

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.

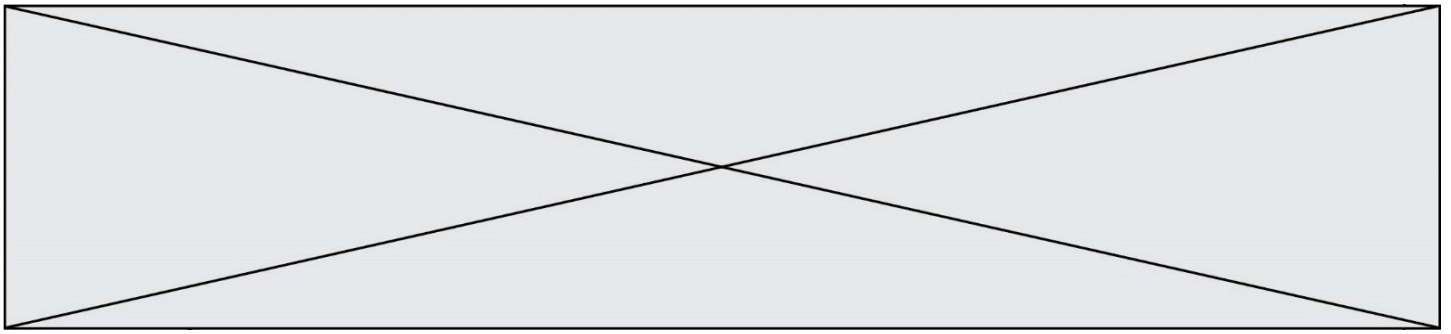
4. À l'aide des **documents 1 et 2**, expliquer pourquoi l'hypothèse de Monsieur X sur l'origine de la pollution de sa source est raisonnable.

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 : 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.

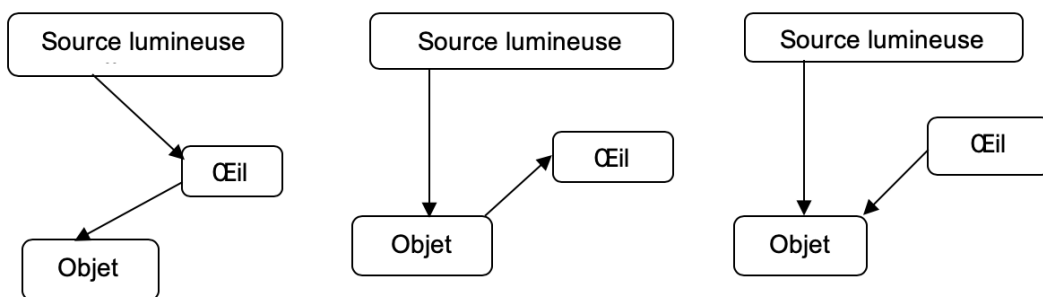
Au III^e siècle avant J.-C., Euclide géométrisa l'optique : la lumière se propage suivant des lignes droites qu'il appelle « rayons ». Pour ce mathématicien, partisan de l'émission, des rayons visuels jaillissaient de la pupille pour partir à la rencontre de l'objet.

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 XI^e siècle, grâce au mathématicien, physicien et astronome arabe Alhazen. Ses réflexions et expériences l'amènèrent 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



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

1.1

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.

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 O₁ et O₂.

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 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), 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 :

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



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 vibreur 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
--

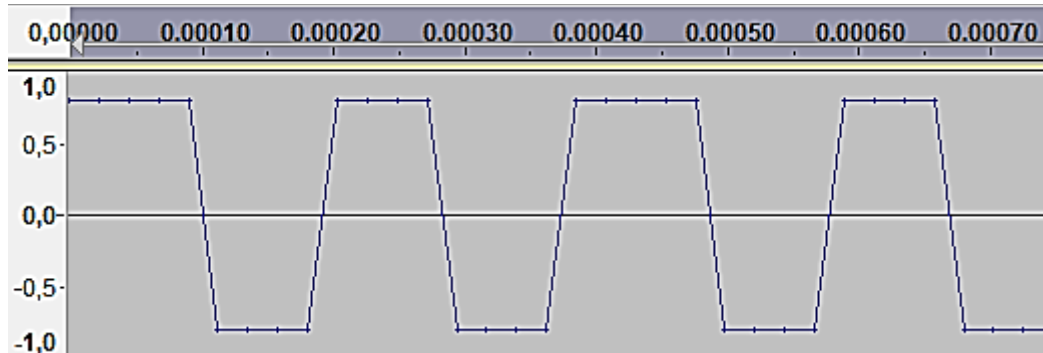


Figure 1 : Signal sonore 1 : en abscisse, au-dessus du graphe, le temps exprimé en secondes ; en ordonnée, la tension électrique proportionnelle à l'intensité sonore du signal.

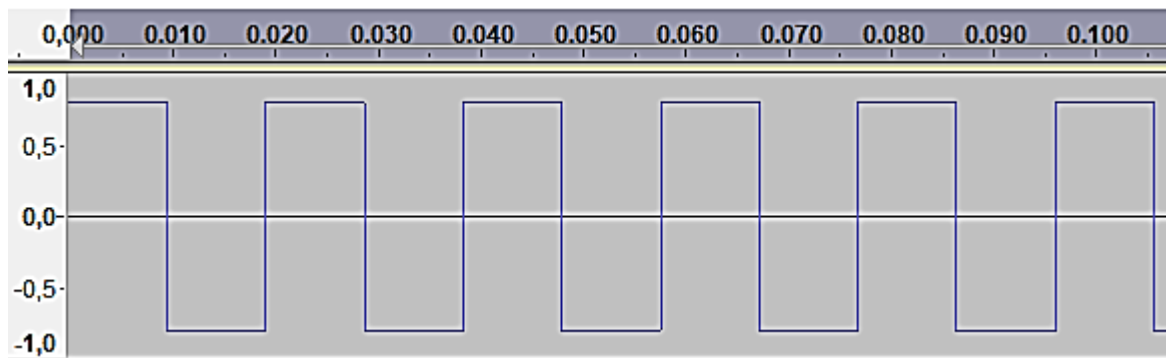


Figure 2 : Signal sonore 2 : en abscisse, au-dessus du graphe, le temps exprimé en secondes ; en ordonnée, la tension électrique proportionnelle à l'intensité sonore du signal.

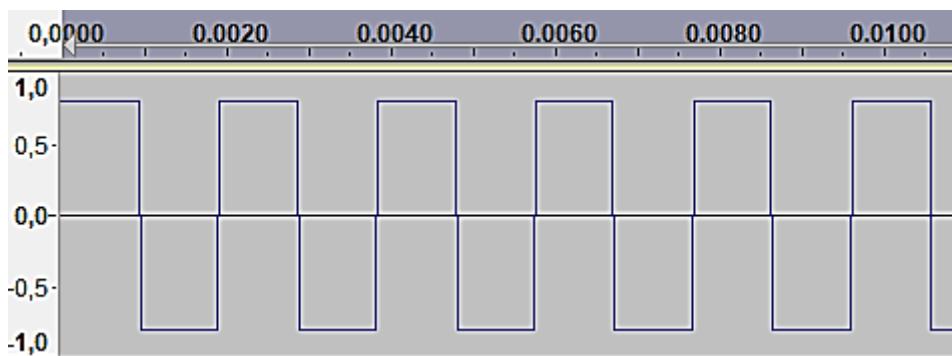


Figure 3 : Signal sonore 3 : en abscisse, au-dessus du graphe, le temps exprimé en secondes ; en ordonnée, la tension électrique qui traduit l'intensité sonore du signal.

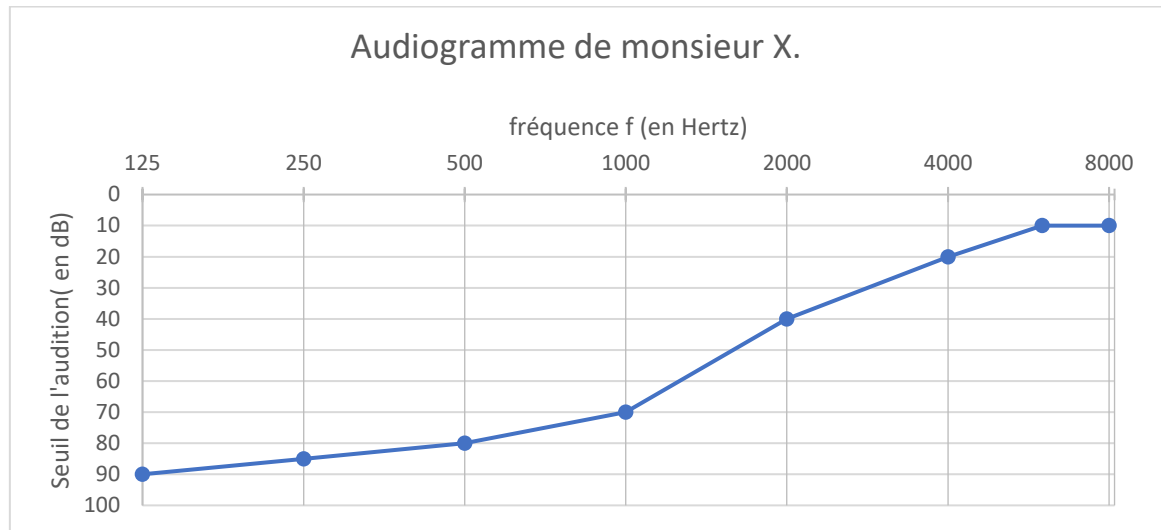


Figure 4 : Audiogramme de monsieur X

Données :

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

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

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

3. 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

4. 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.

5. 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.

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.)

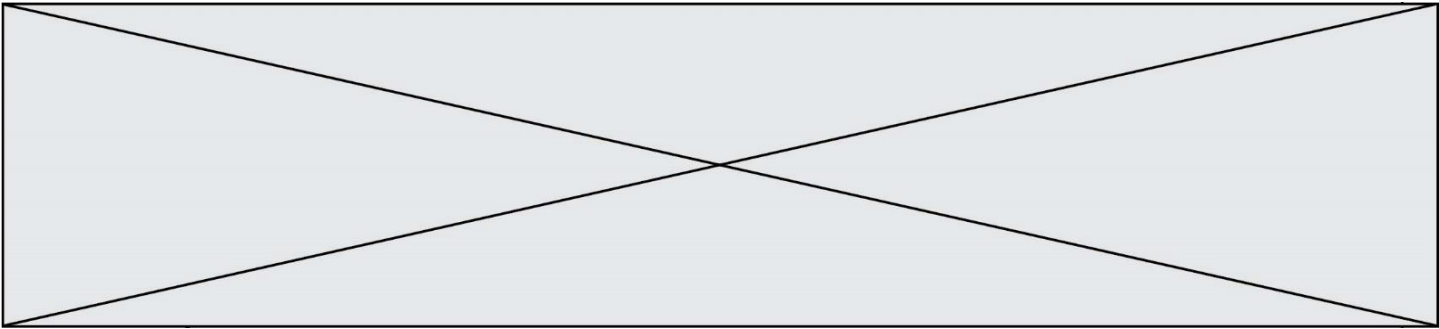
Né(e) le :

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1..1

6. 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.

7. 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.



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

Exercice 3 : annexe à rendre avec la copie

Œil ×

- O₁
- O₂