

Exercice 1 : Traitement des eaux d'une savonnerie (5 points)

L'un des enjeux primordiaux du développement durable est la préservation des ressources en eau de la planète. L'objectif de cet exercice est de mieux comprendre comment sont traitées les eaux usagées de certaines industries avant leur rejet dans le milieu naturel.

Document 1 : Les étapes de fabrication d'un savon

La fabrication du savon de Marseille repose sur un procédé comportant de multiples étapes. Dans un premier temps, il s'agit de transformer des huiles végétales en savon sous l'action à chaud de la soude concentrée dont la valeur du pH est comprise entre 12 et 13. La pâte de savon obtenue est ensuite lavée plusieurs fois à l'eau salée afin d'éliminer la soude en excès. Le savon doit alors cuire pendant dix jours à une température de 120 °C. À l'issue de cette étape, plusieurs lavages à l'eau pure permettent d'obtenir un savon débarrassé de toutes les impuretés. La pâte de savon est alors coulée dans des moules, puis mise à sécher pendant 48 h à l'air libre avant d'être découpée en savonnets de tailles variées.

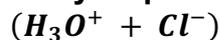
Document 2 : Les dangers des solutions aqueuses basiques

Les dangers des solutions aqueuses acides sont bien connus, les substances basiques peuvent être tout aussi corrosives et, si elles ne sont pas traitées, peuvent endommager la faune, la flore et l'écosystème environnants. Les normes de rejets dans les eaux contrôlées, tels que les cours d'eau de surface et les eaux souterraines, exigent un pH compris entre 5,5 et 8,5.

Document 3 : Carte d'identité de l'acide chlorhydrique

(source <http://www.inrs.fr>)

Acide chlorhydrique concentré



H331 – Toxique par inhalation

H314 – Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves

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

231-595-7

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 : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Document 4 : informations sur le dioxyde de carbone

Dioxyde de carbone ou gaz carbonique
 Formule brute : CO_2
 Masse molaire : 44 g.mol^{-1}
 Température de sublimation : $-78,5 \text{ }^\circ\text{C}$
 à la pression atmosphérique

Le principe de la valorisation du dioxyde de carbone consiste à le considérer comme une matière première, que l'on capte à la sortie des fumées industrielles et que l'on exploite pour réaliser un certain nombre de produits ou d'opérations commercialement rentables. La neutralisation au gaz carbonique provenant des gaz de fumée est un procédé écologique et peu onéreux.

Données utiles :

- $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$
- Volume moyen : baignoire, $V_b = 0,4 \text{ m}^3$; piscine olympique, $V_p = 2500 \text{ m}^3$

1. Préciser, d'après le **document 1**, le caractère des eaux de lavage d'une savonnerie. Citer une méthode rapide permettant de le vérifier expérimentalement.

2. Expliquer, à l'aide du **document 2**, pourquoi il est nécessaire de traiter ces eaux avant leur rejet dans le milieu naturel.

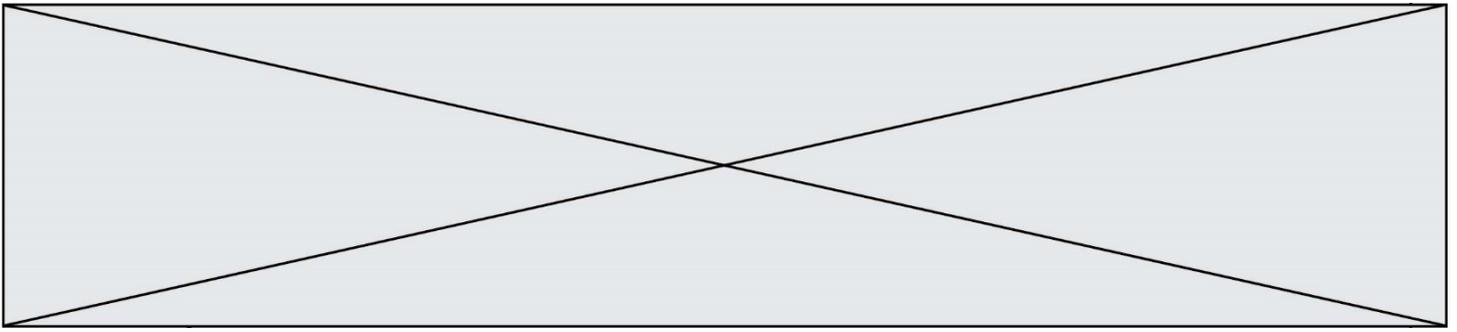
La dilution est l'une des méthodes de traitement des eaux alcalines.

3. Sachant que la valeur de la concentration des ions hydroxyde dans certaines eaux usées dont le pH vaut 13 est égale à $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, calculer la valeur de la quantité de matière en ions hydroxyde, $n_{\text{hydroxyde}}$, présente dans un volume égal à un litre d'une telle eau usée.

4. On rappelle qu'une solution aqueuse est neutre si son pH vaut 7. On admet que l'intervalle de pH entre 6 et 8 est acceptable pour une neutralité approchée, sans danger. En admettant que le pH diminue de 1 unité de pH, dans l'intervalle compris entre 8 et 14, lorsqu'il y a dilution d'un facteur 10 d'une eau usée chargée en ions hydroxyde, prévoir le volume minimal d'eau à ajouter à un volume d'eau usée de 1L pour amener son pH de 13 à 8.

5. Commenter ce résultat en le comparant aux ordres de grandeurs fournis dans les données et expliquer pourquoi cette méthode n'est pas utilisée dans l'industrie.

Une autre méthode pour traiter les eaux usées consiste à les neutraliser par ajout de dioxyde de carbone ou par ajout d'acide minéraux tel que l'acide chlorhydrique. Les couples acide/base mis en jeu dans la réaction de neutralisation de l'eau de lavage par la solution d'acide chlorhydrique sont H_3O^+/H_2O et H_2O/HO^- .



6. Écrire l'équation acido-basique ajustée de la réaction de neutralisation de l'eau de lavage.

7. En s'appuyant sur les **documents 3 à 4**, expliquer pourquoi les industriels préfèrent neutraliser les eaux usagées à l'aide de dioxyde de carbone plutôt qu'à l'aide d'acide chlorhydrique.

Exercice 2 : Glycémie et diabète (5 points)

Afin de vérifier si monsieur D. souffre de diabète, son médecin lui prescrit une analyse de sang pour vérifier sa glycémie à jeun. Le diabète est une pathologie au cours de laquelle la glycémie est supérieure à la valeur normale, de manière permanente. La glycémie est la concentration sanguine en glucose. Les valeurs normales de glycémie à jeun sont comprises entre 0,70 et 1,10 g·L⁻¹.

Le glucose libre est rare dans notre alimentation ; il est obtenu grâce à une réaction d'hydrolyse, sous l'action d'enzymes, dans le tube digestif. Ainsi, le saccharose, de formule brute C₁₂H₂₂O₁₁, présent dans les confiseries, les sodas, les fruits... est hydrolysé en glucose et en fructose. Le glucose en surplus est transformé en glycogène puis stocké dans le foie. Il pourra être libéré en fonction des besoins énergétiques de l'individu.

Données :

- Représentation des molécules de glucose et de fructose

$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{HC} \\ \\ \text{CH}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{HC} \\ \\ \text{CH}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{HO} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{O}=\text{C} \\ \\ \text{CH}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{HC} \\ \\ \text{CH}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array} $
Glucose	Fructose

- Données atomiques

Nom et symbole de l'élément chimique	Hydrogène H	Oxygène O	Carbone C
Masse molaire atomique (g.mol ⁻¹)	1,0	16,0	12,0

1. Donner la définition d'un glucide simple et citer un exemple.

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 : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

2. Recopier la formule du glucose puis entourer et nommer les fonctions chimiques présentes dans cette molécule.

3. Expliquer pourquoi il est exact de dire que les molécules de glucose et de fructose sont des isomères.

4. Écrire l'équation de la réaction d'hydrolyse du saccharose, en utilisant les formules brutes des molécules intervenant dans cette réaction.

Les résultats de l'analyse de sang de monsieur D. indiquent une glycémie à jeun de $7,75 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

5. Calculer la valeur numérique de la masse molaire du glucose.

6. Indiquer à monsieur D. s'il est susceptible de souffrir de diabète. Expliquer la réponse.

Le glycogène est un polysaccharide pouvant contenir jusqu'à 50000 molécules de glucose ; il a pour formule générale $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, où n peut prendre une valeur allant jusqu'à 50000.

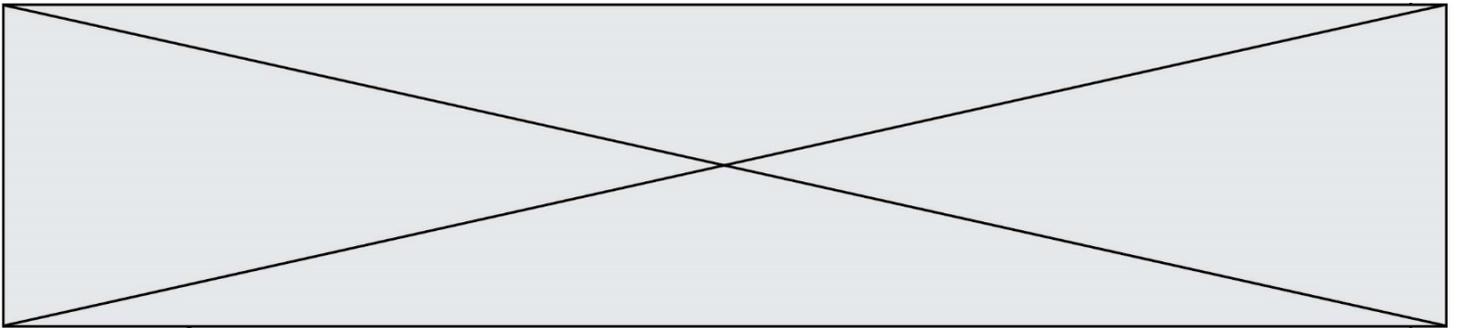
7. Expliquer la différence entre une molécule de glucose et une molécule de glycogène en utilisant les termes suivants : polymère, condensation, hydrolyse.

Exercice 3 : les risques encourus par l'usage d'un appareil électrique défectueux (5 points)

L'électricien des services techniques de l'hôpital est en intervention dans une pièce du sous-sol. Afin d'éclairer les lieux, il tient dans une main une baladeuse c'est-à-dire une lampe électrique portative puis il saisit avec l'autre main la porte d'un autoclave dédié à la stérilisation du matériel médical. Dès qu'il touche cette porte, il est très rapidement projeté en arrière et perd connaissance. Le disjoncteur coupe alors le circuit électrique au bout de 200 ms.

Un médecin réanime la victime après avoir débranché la baladeuse et écarté la main crispée de l'électricien de cette dernière. L'enquête permet d'établir que cette lampe baladeuse n'est pas conforme aux normes électriques NF C15-100. L'isolation des conducteurs d'alimentation de cette dernière est détériorée au niveau de leur entrée dans le manche de la lampe.

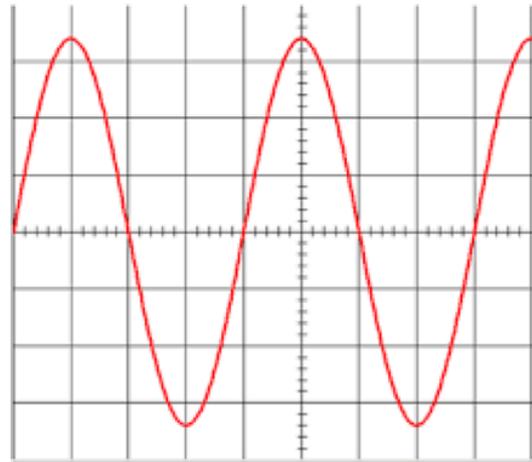
L'objectif de cet exercice est de comprendre les constatations du médecin ayant secouru l'électricien.



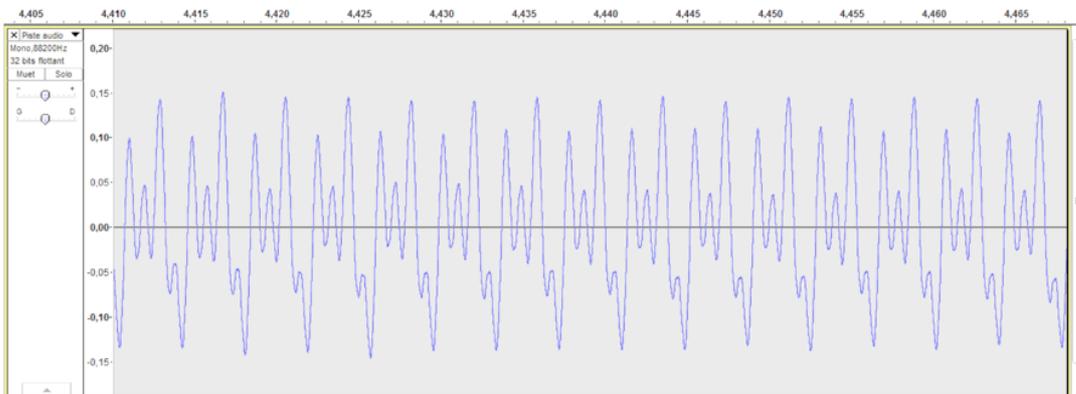
Document 1 : Enregistrements de signaux de la vie quotidienne



1 : Enregistrement d'un électrocardiogramme



2 : Oscillogramme d'un signal inconnu



3 : Enregistrement de la note Do3 d'un orgue

Réglages réalisés sur l'oscilloscope de la figure 2 :

- sensibilité verticale : 100 V / div
- base de temps : 5 ms / div

Document 2 : La résistance du corps humain en fonction de la tension de contact U_c et de l'état de la peau (d'après <http://www.ac-poitiers.fr>)

Le corps humain, est conducteur du courant électrique. Si une personne est soumise à une tension électrique, par exemple entre sa main droite et sa main gauche, ou entre sa main et le sol, un courant électrique va traverser son corps. La résistance électrique du corps humain varie et dépend de plusieurs paramètres : type de courant, intensité du courant, durée du passage du courant, état de la peau (sèche, humide, mouillée), nature du sol, capacité d'isolation des chaussures portées, etc. On peut considérer que la résistance moyenne du corps humain est

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



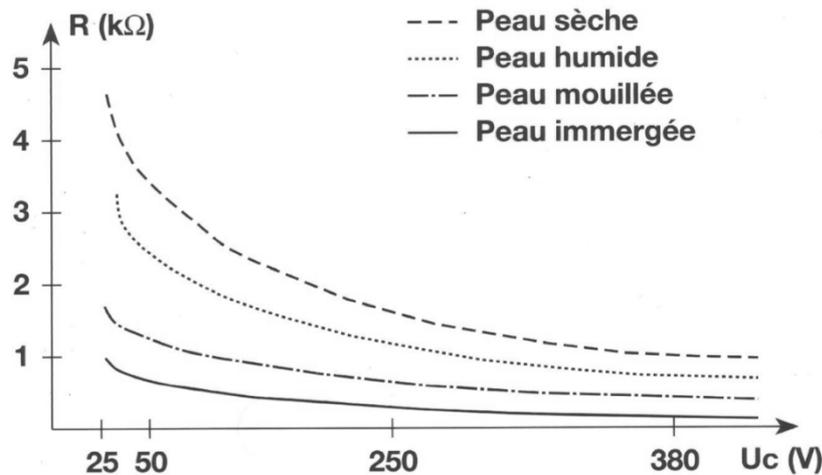
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

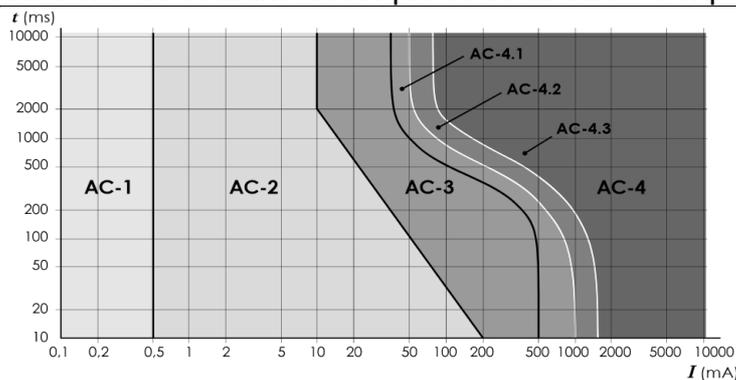
de l'ordre de 2 kΩ. Le graphique suivant indique les variations de la résistance du corps humain en fonction de la tension de contact et de l'état de la peau.

RÉSISTANCE DU CORPS HUMAIN

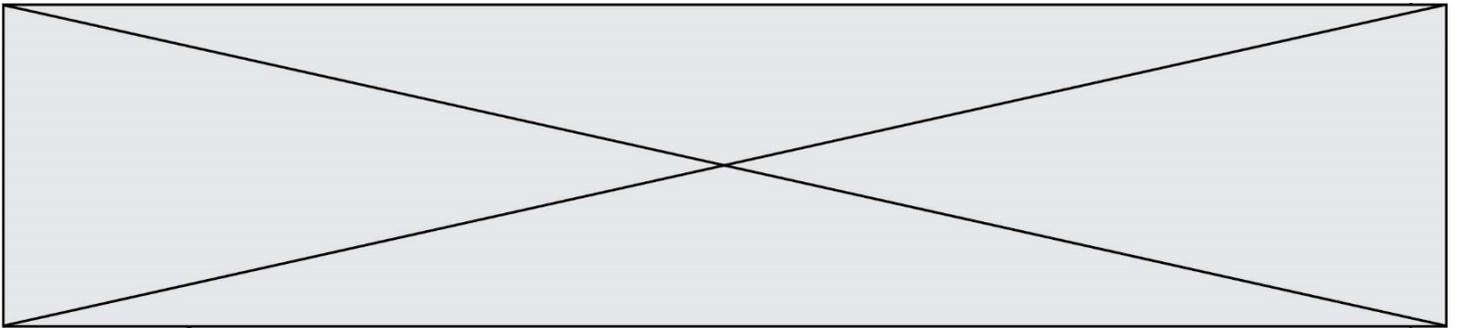


Document 3 : Effets physiologiques du courant sur le corps humain

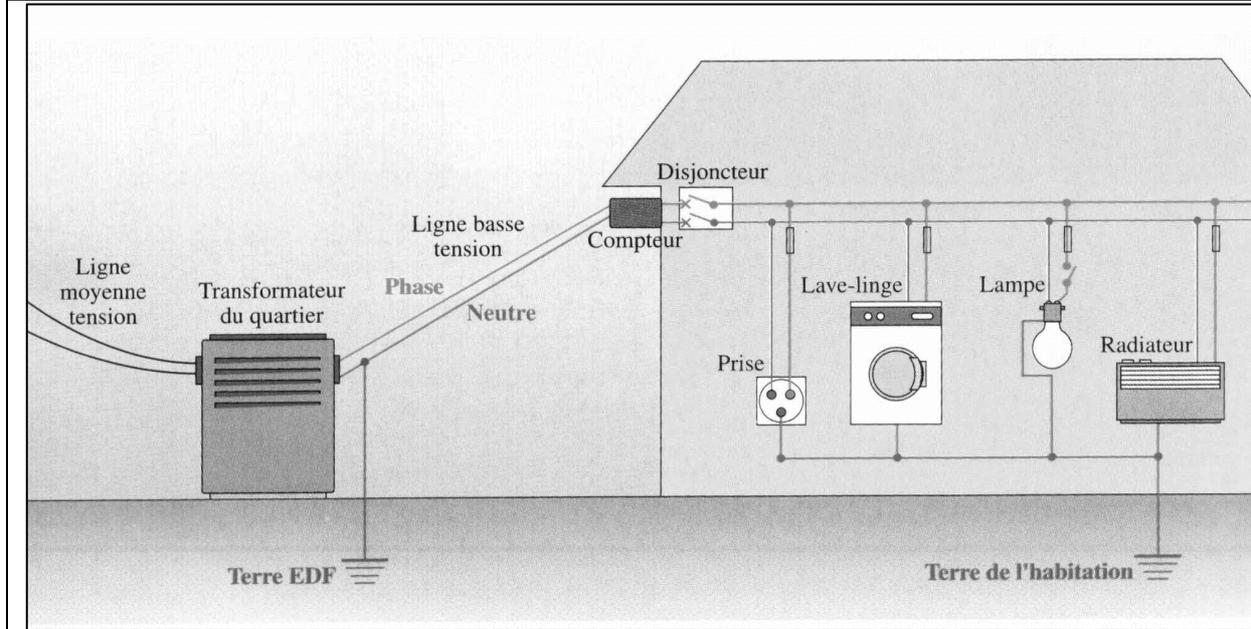
Les données ci-dessous explicitent les effets physiologiques du courant alternatif en fonction de l'intensité du courant électrique et de la durée d'exposition



Zone	Principaux effets physiologiques constatés
AC-1	Aucune réaction
AC-2	Sensations désagréables mais pas d'effets physiologiques dangereux
AC-3	Tétanisation musculaire avec risque de paralysie respiratoire mais sans fibrillation ventriculaire
AC-4	Fibrillation ventriculaire, possibilités d'arrêt respiratoire, d'arrêt cardiaque, de brûlures graves, etc



Document 4 : Schéma de principe d'une installation électrique



Donnée :

Loi d'Ohm reliant la tension U exprimée en volt (V) aux bornes d'un dipôle, l'intensité I exprimée en ampère (A) du courant qui le traverse et la résistance R exprimée en ohm (Ω) du dipôle étudié : $U = R \times I$.

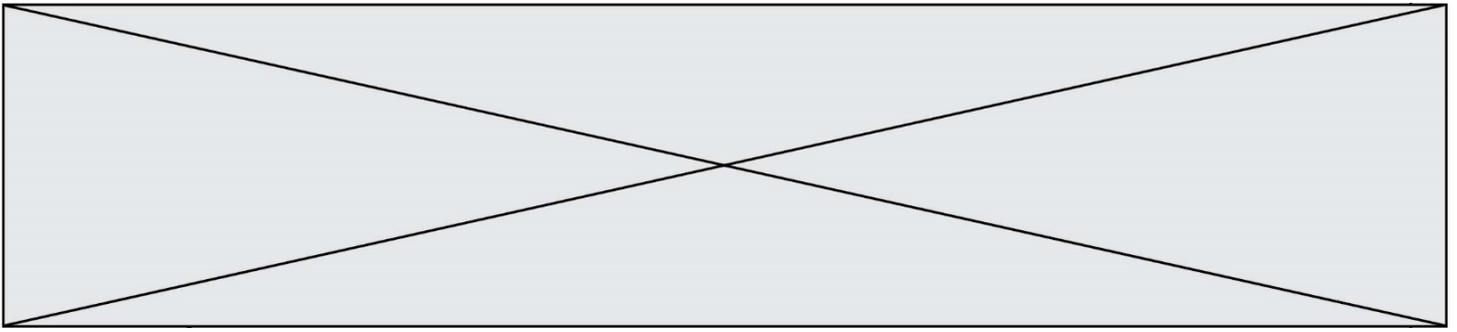
1. Citer une propriété commune aux trois signaux représentés sur le **document 1**, relativement à l'allure de ces signaux.

2. Expliciter les calculs de la fréquence et de la tension efficace du signal inconnu à partir de son oscillogramme figurant dans le **document 1**, et conclure qu'il peut s'agir de l'oscillogramme de la tension du secteur.

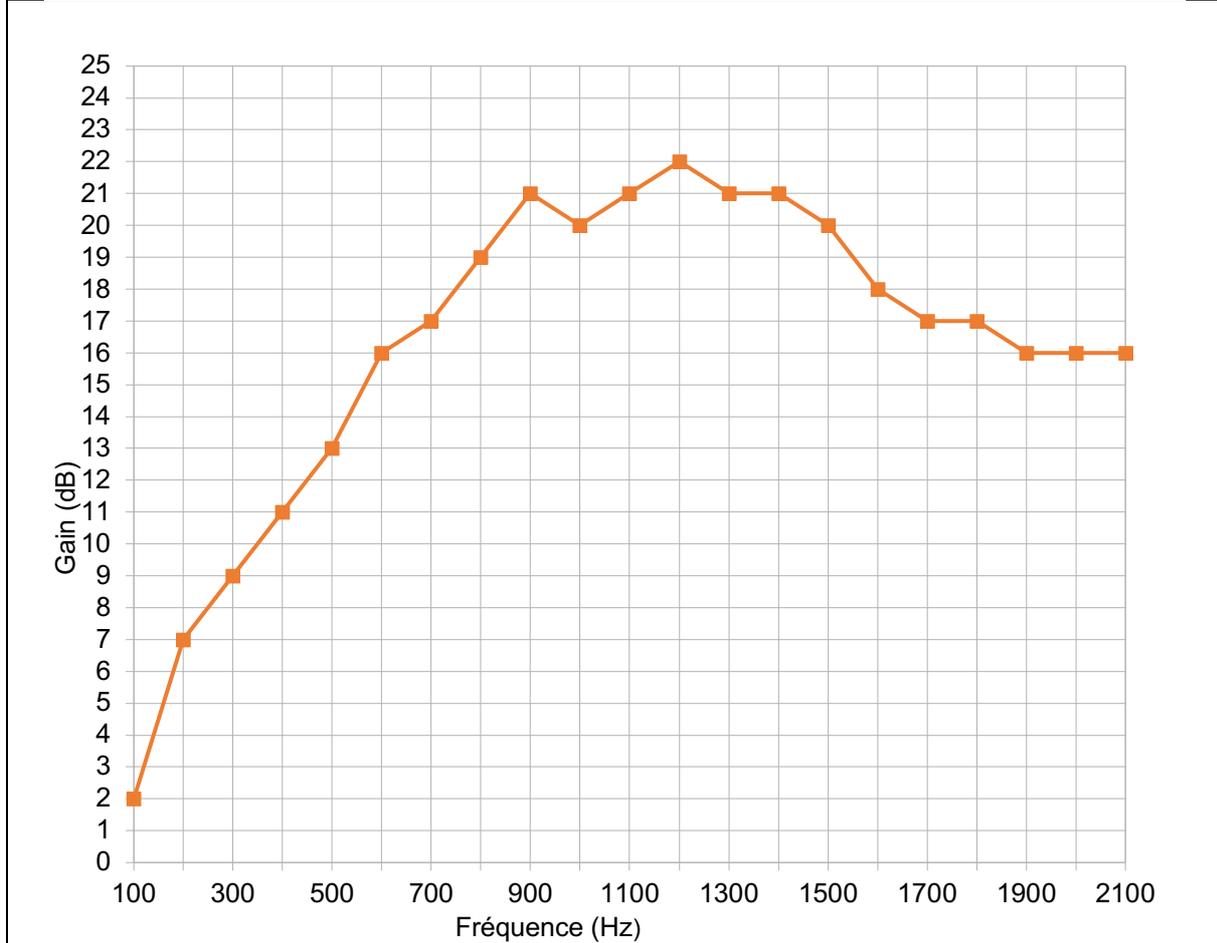
Le risque électrique est lié à la résistance du corps humain qui peut varier en fonction de l'individu et de l'état de la peau. Lors de son accident, l'électricien se trouvait dans un local parfaitement sec et sa peau était sèche lorsqu'il est entré en contact avec la phase du secteur.

3. Évaluer, en exploitant le **document 2**, la valeur approchée de l'intensité du courant (exprimée en milliampère) ayant traversé le corps de l'électricien.

4. À l'aide de l'étude précédente et du **document 3**, déduire la nature des constatations effectuées par le médecin lors de l'accident de l'électricien.



Document 2 : Gain de la prothèse auditive en fonction de la fréquence



Donnée :

La période T d'une onde est égale à l'inverse de sa fréquence f .

1. Associer aux lettres A, B et C, figurant sur le schéma simplifié d'une prothèse auditive dans le **document 1**, les termes suivants : amplificateur ; haut-parleur et microphone.

2. Expliquer brièvement le principe de fonctionnement d'une prothèse auditive de même type que celle décrite au **document 1**.

Un fabricant de prothèses auditives effectue une série de tests avant de commercialiser une prothèse auditive. Il obtient alors la courbe tracée au **document 2**.

3. Expliquer l'intérêt de réaliser la série de tests dans la gamme de fréquence indiquée dans le **document 2**.

