

LYCÉE MAINE DE BIRAN

BACCALAURÉAT BLANC - MARS 2025

ÉPREUVE DE SPÉCIALITÉ

PHYSIQUE - CHIMIE

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30

COEFFICIENT : 16

L'usage des calculatrices est autorisé :

- soit avec une calculatrice programmable avec le mode examen activé,
- soit avec une calculatrice non programmable (calculatrice "collège").

Le sujet comporte 7 pages numérotées de 1 à 7.

Les trois exercices sont indépendants les uns des autres :

Exercice A :

L'eau de boisson des poules (9 points)

Exercice B :

Le "tweener-lob" ou le coup entre les jambes (5 points)

Exercice C :

Une brosse à dents (6 points)

**Indiquer le nom de votre professeur de spécialité
en haut à droite de votre copie.**

Ne pas joindre le sujet à la copie.

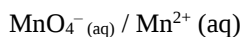
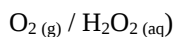
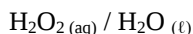
EXERCICE A : L'EAU DE BOISSON DES POULES (9 POINTS)

Dans un élevage, l'eau de boisson des poules doit être constamment traitée. Elle doit être désinfectée tout au long de la chaîne de distribution, par exemple avec du peroxyde d'hydrogène H_2O_2 , aussi appelé eau oxygénée. Afin d'éviter le développement d'une flore intestinale pathogène et de servir de vermifuge, le pH de l'eau doit être constamment maintenu entre 5,5 et 6,5.

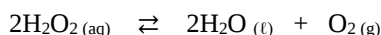
Données :

- Masse molaire du peroxyde d'hydrogène : $M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

- Couples d'oxydoréduction mis en jeu :



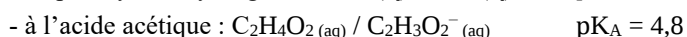
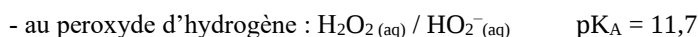
- Réaction de dismutation du peroxyde d'hydrogène :



C'est une réaction spontanée mais lente à température ambiante, voire très lente à la température d'un réfrigérateur.

Le récipient contenant le peroxyde d'hydrogène doit être conservé à l'abri de la lumière afin de ne pas accélérer la réaction de dismutation.

- Valeurs de pK_A à 25 °C du couple acide-base associé :



- Valeurs de la concentration standard : $c^\circ = 1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

PARTIE I : LE TRAITEMENT DE L'EAU DE BOISSON D'UN ÉLEVAGE INDUSTRIEL DE POULES

L'oxydosane est un décontaminant et acidifiant des eaux de boisson pour animaux. Il est notamment utilisé dans les élevages de poules pondeuses. C'est une solution composée notamment de peroxyde d'hydrogène. La concentration en masse en peroxyde d'hydrogène dans celle-ci est de $248 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Mode d'emploi (d'après le fabricant GEOSANE) :

- Norme 1 : Pour la désinfection et l'acidification (présence de poules dans l'élevage)

- Incorporer Oxydosane à raison de 100mL à 200mL pour un total de 1000L d'eau.
- Dose à adapter en fonction du pH souhaité et de la désinfection nécessaire.

- Norme 2 : Durant le vide sanitaire (absence de poules dans l'élevage)

- Incorporer Oxydosane à raison de 2,00L pour un total de 100L d'eau.
- Temps de contact : au minimum 1h.
- Faire suivre d'un long rinçage.

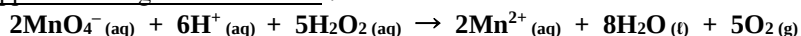
DÉCONTAMINATION DE L'EAU EN FIN DE CHAÎNE DES ABREUVOIRS

Afin de vérifier que l'eau de boisson de l'élevage est toujours désinfectée en fin de chaîne, l'éleveur prélève $V_1 = 20,00 \text{ mL}$ de cette eau et décide de déterminer sa concentration C_1 en quantité de matière de peroxyde d'oxygène H_2O_2 .

Pour cela, il procède au titrage du peroxyde d'oxygène présent dans le volume V_1 prélevé, par une solution de permanganate de potassium ($\text{K}^+ (\text{aq}) + \text{MnO}_4^- (\text{aq})$) acidifiée de concentration en quantité de matière d'ions permanganate égale à :

$$[\text{MnO}_4^-]_i = C_0 = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

- L'équation de la réaction support du titrage est la suivante :



- Lors de ce titrage colorimétrique, le volume obtenu à l'équivalence est de : $V_E = 6,60 \text{ mL}$

- Couleur des espèces chimiques en solution :

Ion permanganate MnO_4^-	Ion hydrogène H^+	Peroxyde d'oxygène H_2O_2	Ion manganèse Mn^{2+}
Violette	Incolore	Incolore	Incolore

1. Indiquer la verrerie utilisée pour prélever le volume V_1 d'eau de boisson des poules puis faire un schéma légendé du dispositif de titrage en indiquant les réactifs titrant et titré.
2. Écrire les demi-équations électroniques mises en jeu lors du titrage permettant de retrouver l'équation de la réaction d'oxydo-réduction support du titrage.
3. Définir l'équivalence du titrage et indiquer comment la repérer expérimentalement.

4. Déterminer la valeur de la concentration C_1 .
5. Indiquer quelle norme, 1 ou 2, l'éleveur a suivi.

Le fabricant préconise de placer le bidon d'Oxydosane, une fois ouvert, dans un endroit sombre et frais. Il peut ainsi être conservé pendant un mois. Passé ce délai, la désinfection n'est plus garantie.

6. Justifier le mode de conservation.

PARTIE II : LE TRAITEMENT DE L'EAU DE BOISSON DES POULES D'UN PARTICULIER

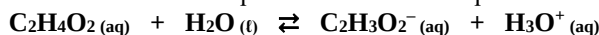
Un particulier possédant des poules doit aussi acidifier l'eau de boisson pour le bien-être et la bonne santé de ses poules. Le pH de cette eau doit être de 6 environ. Pour cela, il dilue du vinaigre dans de l'eau et obtient ainsi une solution aqueuse d'acide acétique de concentration en quantité de matière $C_3 = 1,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

ÉTUDE DE LA FORMULE DE LA MOLÉCULE D'ACIDE ACÉTIQUE

1. Écrire la formule semi-développée de l'acide acétique.
2. Entourer le groupe fonctionnel et nommer la famille à laquelle il appartient.
3. Donner le nom de l'acide acétique dans la nomenclature internationale.

L'ACIDE ACÉTIQUE EN SOLUTION

L'équation de la réaction modélisant la transformation chimique entre l'acide acétique et l'eau s'écrit :



4. Représenter le diagramme de prédominance associé au couple : $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 (\text{aq}) / \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^- (\text{aq})$
Quelle est l'espèce du couple étudié qui prédomine pour une solution d'acide acétique dilué de pH égal à 6,0 ?
5. Exprimer la constante d'acidité K_A du couple : $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 (\text{aq}) / \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^- (\text{aq})$
6. À partir de l'expression de la constante d'acidité K_A , exprimer puis calculer le quotient $[\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-] / [\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2]$ pour une solution d'acide acétique dilué de pH égal à 6,0. Le résultat est-il en accord avec la réponse à la question 4. ?
7. Calculer le pH réel de la solution préparée par le particulier et vérifier s'il respecte la norme d'acidification pour l'eau de boisson de ses poules.

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'est pas aboutie.
La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*

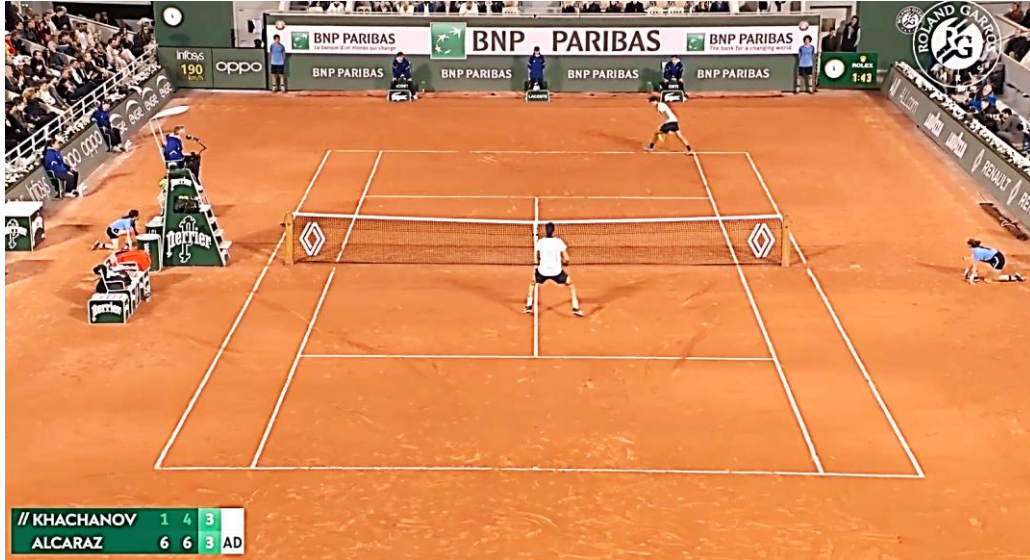
EXERCICE B : LE "TWEENER-LOB" OU LE COUP ENTRE LES JAMBES (5 POINTS)

Lors des huitièmes de finale de Roland Garros en 2022, Carlos Alcaraz a réalisé un "tweener-lob" contre Karen Khachanov. Pour que le "tweener-lob" soit réussi, la balle doit passer au-dessus de l'adversaire et retomber avant la ligne de fond de court.

On s'intéresse dans cet exercice à ce geste tennistique.

L'étude sera menée dans le référentiel terrestre supposé galiléen et le système {balle} sera considéré comme un point matériel noté G.

On négligera tout type de frottement.



Le tweener lobé de Carlos Alcaraz contre Khachanov en huitièmes de finale de Roland-Garros 2022.

Carlos Alcaraz est situé sur la ligne de fond de court lorsqu'il joue son "tweener-lob". Il frappe la balle à une hauteur $y_0 = 30,0\text{cm}$ et lui communique une vitesse $\vec{v}_0$ contenue dans un plan vertical, de valeur $v_0 = 54,1\text{km.h}^{-1}$, et formant un angle $\alpha = 48,0^\circ$ avec l'horizontale.

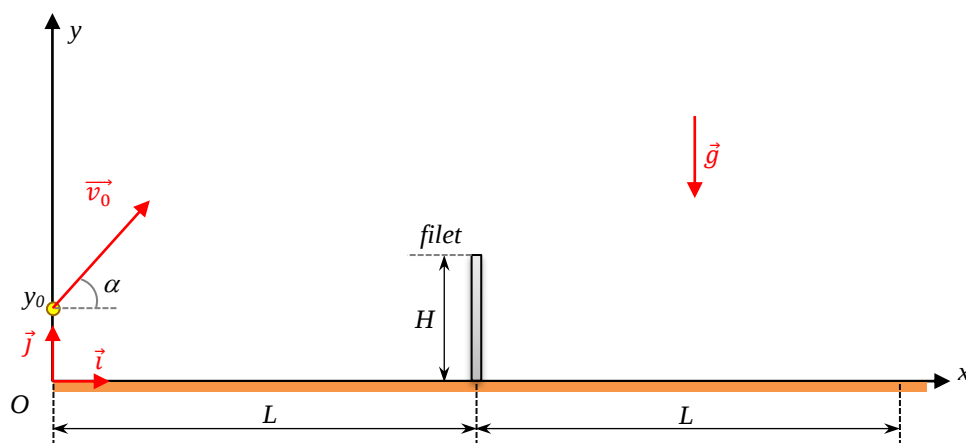


Figure 1 : Représentation schématique de la situation

Données :

- accélération de pesanteur : $g = 9,81\text{m.s}^{-2}$
- masse de la balle : $m = 58,5\text{g}$
- longueur entre la ligne de fond de court et le filet : $L = 12,0\text{m}$
- hauteur du filet : $H = 0,914\text{m}$

ÉTUDE DU MOUVEMENT DE LA BALLE LORS DU "TWEENER-LOB"

1. En appliquant la deuxième loi de Newton, déterminer les coordonnées du vecteur accélération lors du mouvement de la balle dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

La balle est frappée à la date $t = 0$ s.

2. Déterminer, en détaillant chaque étape du raisonnement, les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du point G dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$.
3. En déduire que l'équation de la trajectoire de la balle est, dans les unités du système international :

$$y = -0,0485.x^2 + 1,11.x + 0,300$$

4. L'adversaire Karen Khachanov se situe à 3,00m du filet et le tamis de sa raquette est alors à une hauteur de 4,00m lorsque Carlos Alcaraz tente de le loper. Déterminer si la balle jouée par Alcaraz passe au-dessus de la raquette de son adversaire, et, dans ce cas, si la balle retombe dans le court.

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'est pas aboutie.
La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*

ÉTUDE ÉNERGÉTIQUE DU MOUVEMENT DE LA BALLE

On choisira un axe vertical ascendant et une énergie potentielle de pesanteur nulle à l'origine du repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

À $t = 0$ s, la balle est située au point $(x_0 = 0, y_0 = 0,300\text{m})$ avec une vitesse $v_0 = 54,1\text{km.h}^{-1}$.

5. Rappeler la définition de l'énergie mécanique E_M de la balle.
6. Exprimer l'énergie mécanique $E_M(0)$ de la balle à $t = 0$ s, en fonction de m , g , v_0 et y_0 . Calculer sa valeur.
7. Indiquer sous quelle condition s'applique la conservation de l'énergie mécanique.
8. Calculer la valeur de la vitesse de la balle v_f quand elle retombe au sol.
Indiquer si la valeur réellement mesurée par le radar du terrain sera supérieure ou inférieure à celle calculée. Justifier.

EXERCICE C : UNE BROSSÉ À DENTS (6 POINTS)

Une hygiène buccale optimale passe notamment par le choix d'une brosse à dents adaptée, qu'elle soit manuelle ou électrique. Il existe différents types de brosses à dents manuelles classées selon le diamètre croissant des brins qui les composent : la brosse ultra-souple, souple, médium et dure. Ces deux dernières catégories sont déconseillées par l'Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire (UFSBD) car ces brosses abîment l'émail des dents et fragilisent les gencives.

L'objectif de cet exercice est de déterminer le diamètre d'un brin de brosse à dents manuelle à l'aide du phénomène de diffraction, puis de s'intéresser au niveau d'intensité sonore émis par une brosse à dents électrique en fonctionnement.

DÉTERMINATION DU DIAMÈTRE D'UN BRIN DE BROSSÉ À DENTS MANUELLE

L'expérience de diffraction, schématisée sur la figure 1, est réalisée avec huit fils calibrés, de diamètres "a" connus, positionnés chacun leur tour sur le trajet d'un faisceau laser de longueur d'onde λ .

Sur un écran blanc placé à une distance D du fil utilisé, on observe une figure de diffraction.

L est la largeur de la tache centrale.

L'angle θ est l'angle caractéristique de diffraction, de valeur très inférieure à un radian. Il est donné par l'expression : $\theta = \lambda / a$

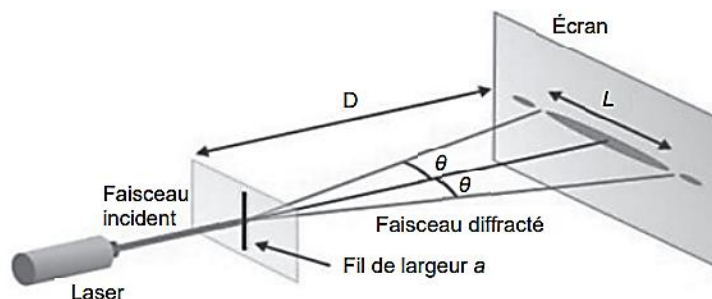


Figure 1 : Schéma du montage de diffraction d'un faisceau laser par un fil

1. À l'aide de la figure 1, et en se plaçant dans l'approximation des petits angles telle que $\tan \theta \approx \theta$, montrer que la largeur L de la tache centrale de diffraction a pour expression : $L = k \times \frac{1}{a}$
Vérifier que l'expression de la constante k est : $k = 2.\lambda.D$.

Un logiciel de traitement d'image permet d'obtenir la distribution de l'intensité lumineuse sur l'écran. Les résultats obtenus pour deux fils calibrés utilisés sont présentés ci-après, sur la figure 2, accompagnés des photographies des figures de diffraction obtenues.

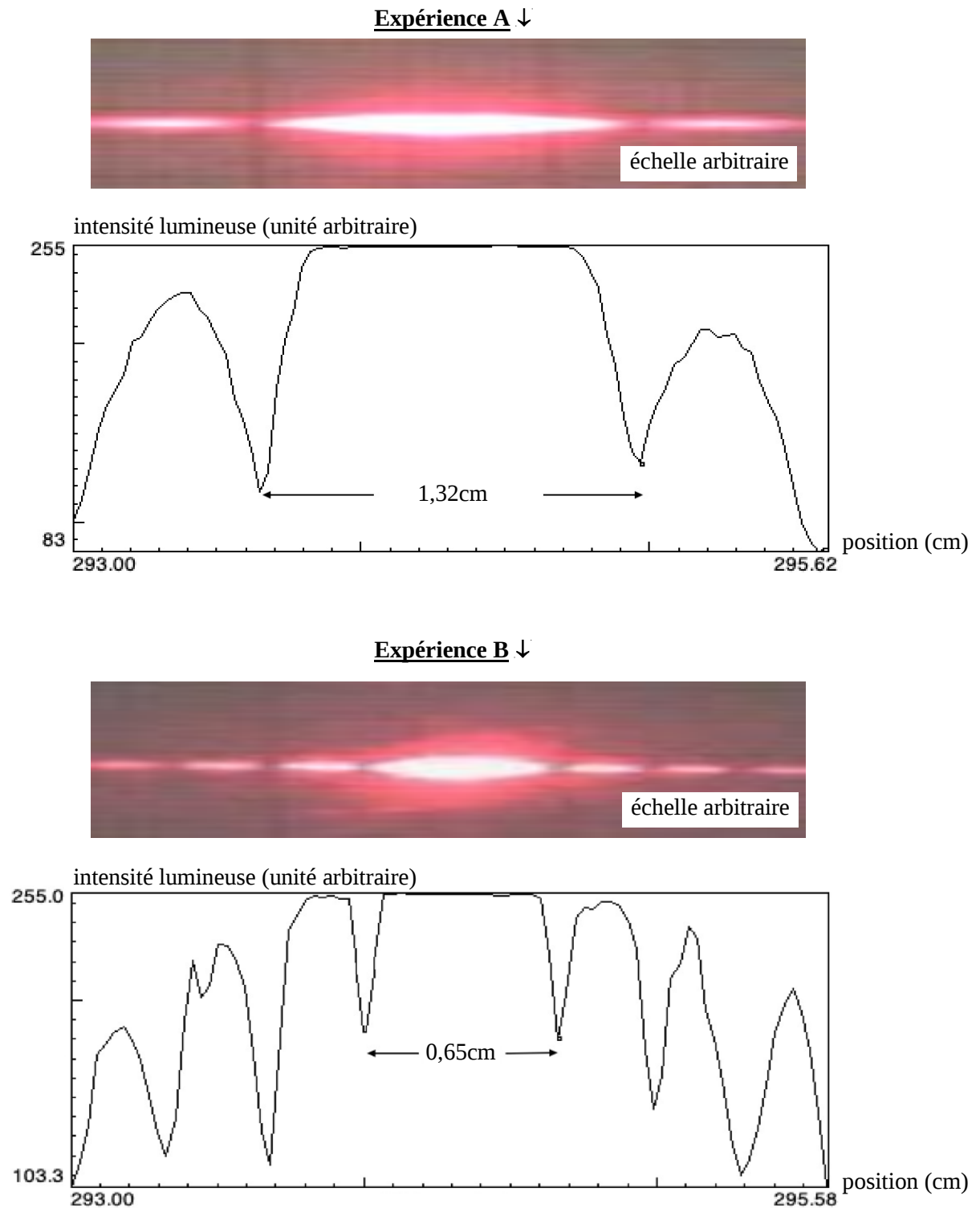


Figure 2 : Photographies des figures de diffraction obtenues et distribution de l'intensité lumineuse pour deux fils calibrés de diamètres différents

2. Attribuer à chacune des deux expériences A et B de la figure 2, les diamètres des fils calibrés utilisés : a_1 de valeur égale à $150\mu\text{m}$ et a_2 de valeur égale à $300\mu\text{m}$, en justifiant le choix.

On réalise maintenant l'expérience avec un brin de brosse à dents ultrasouple, en utilisant le même laser.

Données :

- La mesure de la largeur de la tache centrale de diffraction pour un brin de brosse à dents ultrasouple a donné : $L = 1,89\text{cm}$
L'incertitude-type sur la mesure réalisée est : $u(L) = 1,0\text{mm}$
- La valeur de la constante k avec son incertitude-type associée : $k = 1,96 \cdot 10^{-6}\text{m}^2$ et $u(k) = 0,03 \cdot 10^{-6}\text{m}^2$

3. Montrer que la valeur expérimentale du diamètre a_{brosse} du brin de brosse à dents ultrasouple étudiée est de valeur égale à $1,04 \cdot 10^{-4}\text{m}$.

4. Calculer la valeur de l'incertitude-type associée $u(a_{\text{brosse}})$ du diamètre du brin de brosse à dents ultrasouple, définie par :

$$u(a_{\text{brosse}}) = a_{\text{brosse}} \sqrt{\left(\frac{u(k)}{k}\right)^2 + \left(\frac{u(L)}{L}\right)^2}$$

Pour les personnes ayant les dents et gencives très sensibles ou ayant subi une chirurgie dentaire, la brosse à dents ultrasouple dont les brins ont un diamètre de $100\mu\text{m}$ est préconisée.

Donnée :

Le résultat d'une mesure x est considéré en accord avec une valeur de référence si la valeur du quotient : $\frac{|x - x_{\text{réf}}|}{u(x)}$ est inférieure ou égale à 2, avec $u(x)$ l'incertitude-type associée.

5. À l'aide de la donnée précédente, vérifier que le résultat du diamètre du brin de brosse à dents ultrasouple obtenu expérimentalement a_{brosse} est en accord avec celui de référence, qui vaut $100\mu\text{m}$.

NIVEAU D'INTENSITÉ SONORE D'UNE BROSSÉ À DENTS ÉLECTRIQUE

À une distance de 10cm d'un modèle de brosse à dents électrique en fonctionnement, le niveau d'intensité sonore L mesuré par le sonomètre a pour valeur 65dB . Il est qualifié comme fatigant sur l'échelle du bruit.

Données :

- Relation entre le niveau d'intensité sonore L (en dB) et l'intensité sonore I (en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) :

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

La valeur de l'intensité sonore de référence I_0 correspondant au seuil d'audibilité est égale à : $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12}\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

- L'intensité sonore I (en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) est liée à la puissance sonore P (en W) rayonnée par la source, qui se répartit au cours de la propagation sur une surface d'aire S (en m^2) par la relation :

$$I = \frac{P}{S}$$

avec : $S = 4\pi \cdot d^2$ où d (en m) est la distance qui sépare le récepteur et la source.

6. À l'aide des données, calculer la valeur de l'intensité sonore I_1 correspondant au niveau d'intensité sonore $L_1 = 65\text{dB}$, relevé à une distance égale à 10cm de la brosse à dents électrique étudiée.

Données :

- La puissance de la source sonore constituée par la brosse à dents électrique est égale à $P = 4,0 \cdot 10^{-7}\text{W}$ et elle reste la même quelle que soit la distance entre la source et le récepteur.
- La figure 3 ci-contre est une vue en plan de la salle de douche dans laquelle s'effectue le brossage de dents $\Rightarrow$

Sur la figure 3, l'utilisateur de la brosse à dents électrique se tient aux abords du lavabo au niveau de la croix (X) repérée sur le plan.

*Pour la question suivante, le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti.
La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*

7. Calculer la valeur de la distance à laquelle une personne doit se placer par rapport à l'utilisateur de la brosse à dents électrique, afin qu'elle ne soit pas incommodée par le bruit, ce qui correspond à une atténuation géométrique de 25dB . En s'aidant de la vue en plan de la salle de douche fournie dans les données, préciser si une personne peut être présente dans la salle de douche sans être incommodée.

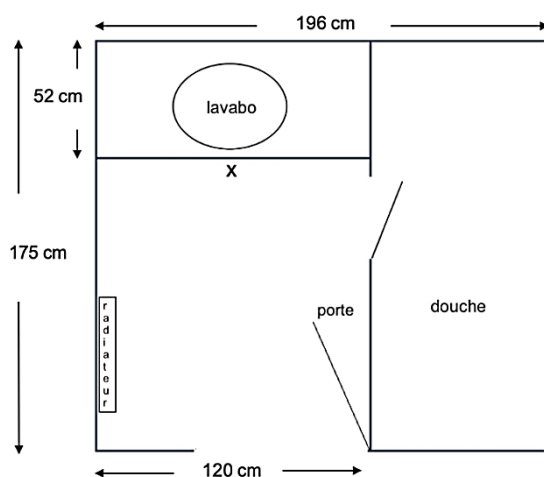


Figure 3 : Plan de la salle de douche