

Sujet 2

Lycée François Mauriac, Bordeaux

Bac Blanc 2024

Spécialité physique/chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30 – COEFFICIENT : 16

L'usage d'une calculatrice est autorisé

Ce sujet comporte trois exercices présentés sur ? pages numérotées de 1 à 10.

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.

Exercice 1 : La vitamine C (10 points)

Exercice 2 : Fusée (5 points)

Exercice 3 : Acoustique (5 points)

EXERCICE 1 La vitamine C (10 points)

L'acide ascorbique, couramment appelé vitamine C, intervient dans de nombreux processus métaboliques dans le corps humain. Comme l'organisme ne peut ni la synthétiser ni la stocker, les apports en vitamine C doivent se faire par l'alimentation.

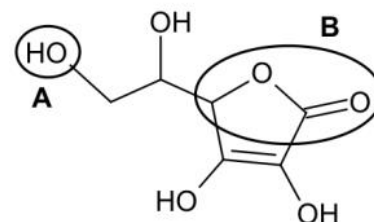
Les kiwis jaunes et les kiwis verts font partie des fruits les plus riches en acide ascorbique. L'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation recommande un apport minimum en vitamine C de 110 mg par jour pour un adulte.



L'objectif de cet exercice est d'étudier les propriétés de l'acide ascorbique et de déterminer la quantité de kiwis nécessaire aux besoins journaliers d'un adulte en vitamine C.

Données :

- formule brute de l'acide ascorbique : $C_6H_8O_6$;
- formule topologique de l'acide ascorbique (ci-contre) ;
- masse molaire de l'acide ascorbique : $M = 176 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
- couple acide-base associé à l'acide ascorbique : $C_6H_8O_6 \text{ (aq)} / C_6H_7O_6^- \text{ (aq)}$;
- concentration standard : $c^\circ = 1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
- données de spectroscopie infrarouge :



Liaison	O–H	C–H	C=C	C=O
Nombre d'onde (en cm^{-1})	3200 – 3700	2850 – 3100	1620 – 1680	1650 – 1730
Allure de la bande caractéristique	Forte et large	Forte	Faible et fine	Forte et fine

1. Quelques propriétés de l'acide ascorbique

Q1. Représenter la formule semi-développée de l'acide ascorbique puis nommer les familles fonctionnelles associées aux groupes **A** et **B** entourés sur la formule topologique.

Q2. Justifier que le spectre infrarouge de la figure 1 est compatible avec la structure de l'acide ascorbique.

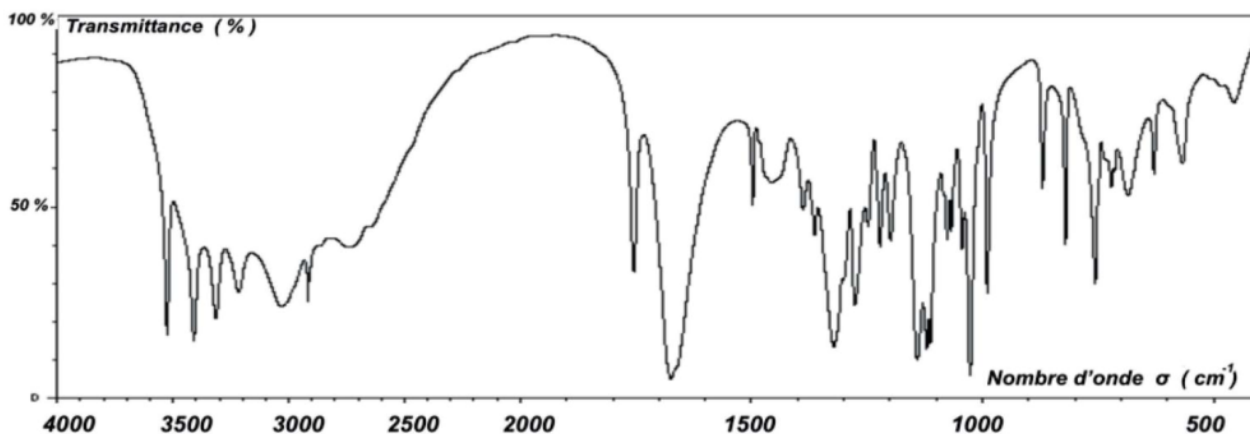
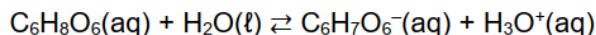


Figure 1. Spectre infrarouge de l'acide ascorbique

Pour étudier les propriétés acidobasiques de la vitamine C, on dissout 1,0 g d'acide ascorbique commercial dans une fiole jaugée de 50 mL puis on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. La mesure du pH de la solution donne $\text{pH} = 2,6$.

Q3. Déterminer la quantité de matière initiale n_0 d'acide ascorbique introduite dans la fiole jaugée.

La transformation entre l'acide ascorbique et l'eau est modélisée par la réaction d'équation :



Q4. Donner la définition d'un acide faible.

Q5. Montrer que l'acide ascorbique est un acide faible dans l'eau.

Q6. Donner l'expression de la constante d'acidité K_A du couple associé à l'acide ascorbique en fonction des concentrations $[\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6]$, $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-]$, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ à l'équilibre et de la concentration standard c° puis montrer que la valeur du $\text{p}K_A$ est proche de 4,2.

2. Acide ascorbique dans un kiwi jaune

Pour déterminer la concentration en acide ascorbique d'un kiwi jaune, on le mixe jusqu'à en obtenir du jus dont le pH est de 3,5.

Q7. Déterminer l'espèce acide-base prédominante associée à l'acide ascorbique présente dans le jus d'un kiwi jaune.

La quantité d'acide ascorbique présent dans un kiwi jaune est déterminée à l'aide d'un dosage par excès. Le principe de ce dosage est le suivant :

- on met le jus de kiwi en présence d'une quantité connue de diiode I_2 . Seul l'acide ascorbique réagit avec le diiode, introduit en excès ;
- on détermine ensuite par titrage la quantité de diiode restant ;
- on en déduit alors la quantité d'acide ascorbique dans le kiwi jaune.

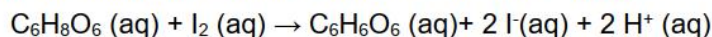
Protocole du dosage

- Étape 1 : réaction de l'acide ascorbique avec le diiode

Introduire la totalité du jus d'un kiwi jaune mixé dans une fiole jaugée de 250 mL, puis compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On appelle S la solution ainsi obtenue.

Introduire dans un erlenmeyer un volume $V = 50,0$ mL de la solution S, ainsi qu'un volume $V_1 = 20,0$ mL d'une solution aqueuse de diiode I_2 à la concentration $C_1 = 2,9 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Cette transformation peut être modélisée par la réaction d'équation suivante :

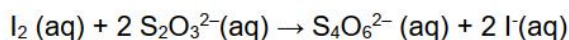


- Étape 2 : titrage du diiode restant par les ions thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

Titre le contenu de l'erlenmeyer préparé lors de l'étape 1 par une solution aqueuse de thiosulfate de sodium de concentration $C_2 = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, en présence d'un indicateur coloré spécifique au diiode.

On obtient un volume à l'équivalence $V_2 = 16,5$ mL.

La transformation mise en jeu lors du titrage peut être modélisée par la réaction d'équation suivante :



Q8. En exploitant le résultat du titrage, montrer que la quantité de matière de diiode dosé lors de l'étape 2 est égale à $4,13 \times 10^{-4}$ mol.

Q9. Après avoir calculé la masse d'acide ascorbique contenue dans un kiwi jaune, déterminer combien il faudrait en manger pour satisfaire les besoins journaliers en acide ascorbique d'un adulte.

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 doit être correctement présentée.

Le même dosage est réalisé avec un kiwi vert de même masse. On obtient un nouveau volume à l'équivalence pour le titrage du diiode restant $V_2 = 19,7$ mL.

Q10. Expliquer sans calcul si le kiwi vert contient plus ou moins d'acide ascorbique que le kiwi jaune.

3. Oxydation de l'acide ascorbique par le bleu de méthylène

L'acide ascorbique est un réducteur, ce qui conditionne sa conservation à l'air libre. Dans cette partie, pour des raisons pratiques, on étudie ses propriétés réductrices en le faisant réagir avec du bleu de méthylène.

Au contact du bleu de méthylène, noté BM^+ , l'acide ascorbique $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ contenu dans le jus de kiwi se transforme en un nouveau composé de formule brute $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$.

Données :

- couple oxydant / réducteur associé à l'acide ascorbique : $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6(\text{aq}) / \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})$;
- couple oxydant / réducteur associé au bleu de méthylène : $\text{BM}^+(\text{aq}) / \text{BMH}(\text{aq})$.

Q11. À l'aide des demi-équations électroniques de chacun des couples mis en jeu, établir l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique ayant lieu entre l'acide ascorbique $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ et le bleu de méthylène BM^+ .

On réalise le suivi cinétique de cette réaction à deux températures différentes. Après traitement des résultats, on trace sur la figure 2 l'évolution temporelle de la concentration C_{ASC} de l'acide ascorbique, pour les deux températures choisies.

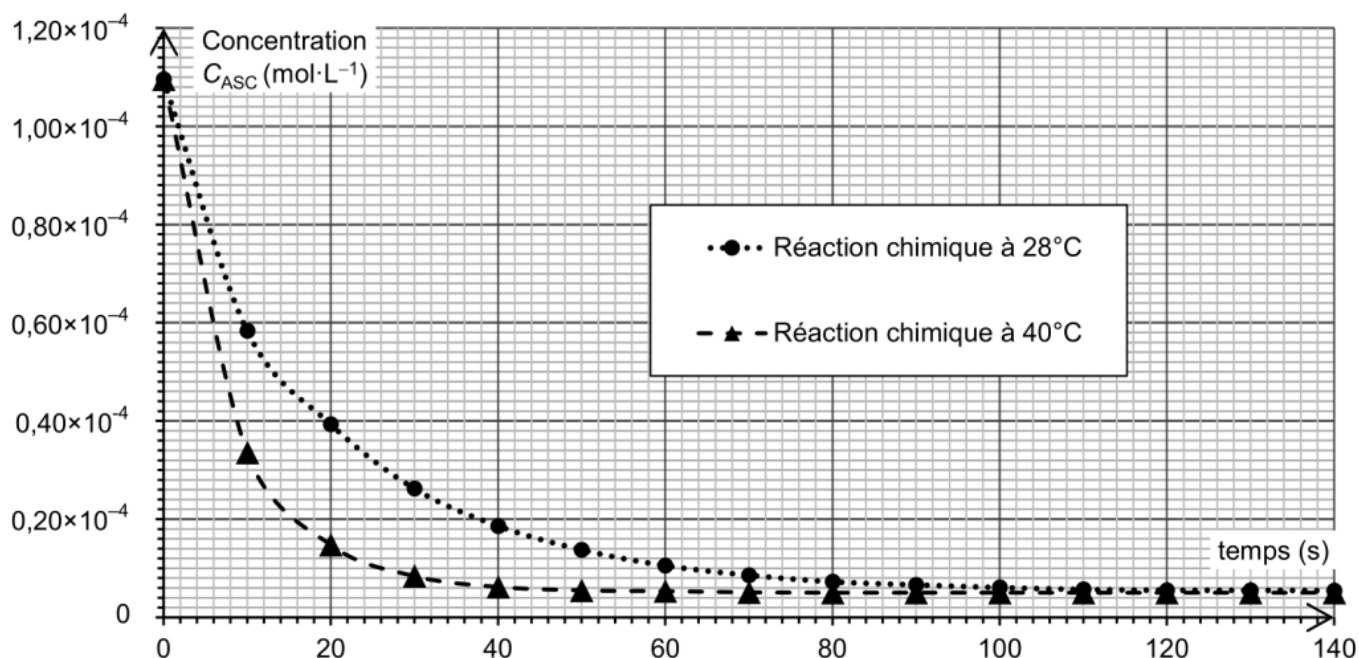


Figure 2. Évolution temporelle de la concentration C_{ASC} de l'acide ascorbique en solution

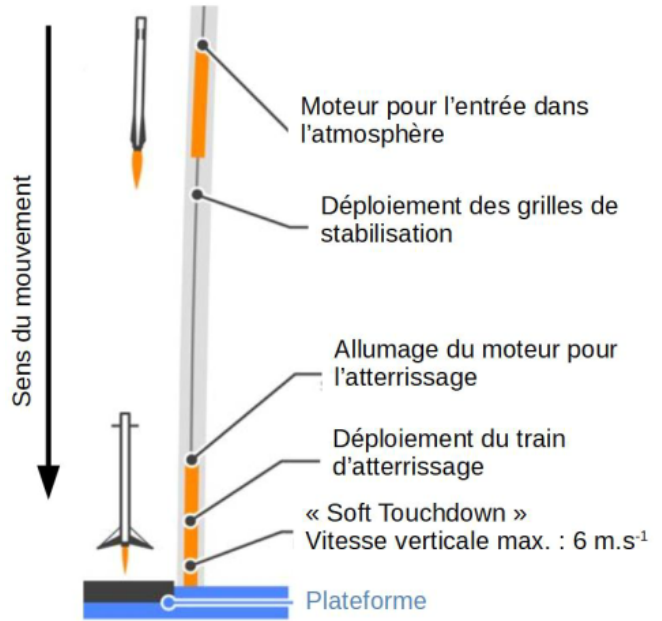
Q12. Exprimer la vitesse volumique de disparition de l'acide ascorbique en fonction de C_{ASC} puis déterminer sa valeur à l'instant initial à la température de 28°C .

Q13. En utilisant les courbes de la figure 2, identifier en justifiant deux facteurs cinétiques de la réaction entre l'acide ascorbique et le bleu de méthylène.

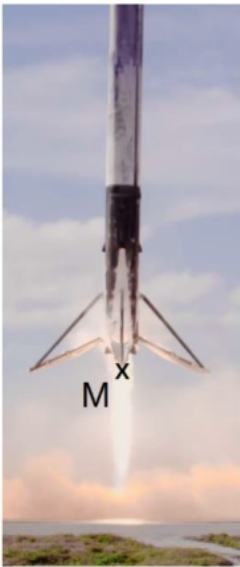
EXERCICE 2 Fusée (5 points)

Une technologie spatiale développée par une société commerciale permet de récupérer le premier étage d'une fusée après son décollage. Le schéma ci-contre montre qu'après la séparation entre le premier et le second étage, le premier revient sur Terre pour atterrir délicatement sur une plateforme. Cet atterrissage doit s'effectuer « en douceur », c'est-à-dire avec une valeur de la composante verticale de la vitesse inférieure à $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Cet exercice se propose d'étudier le retour sur Terre du premier étage de la fusée



D'après : <https://i.pinimg.com/originals/af/de/c9/afdec9a53447101073019892ab27041f.jpg>



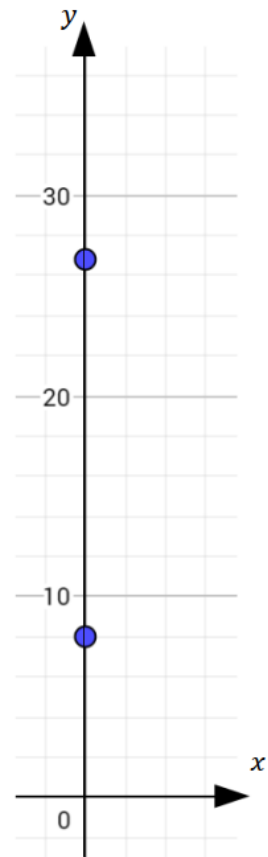
Le premier étage de la fusée chute dans l'atmosphère terrestre depuis une altitude de plusieurs dizaines de kilomètres. Pour ralentir sa chute, il utilise son moteur. On étudie le mouvement de cet étage à proximité du sol après le déploiement du train d'atterrissage. Lors de cette dernière phase, sa masse est considérée comme constante.

Disposant d'une vidéo de l'atterrissage du premier étage d'une fusée, un pointage des positions du point M a été réalisé et a permis d'obtenir les graphiques 1 et 2 ci-après.

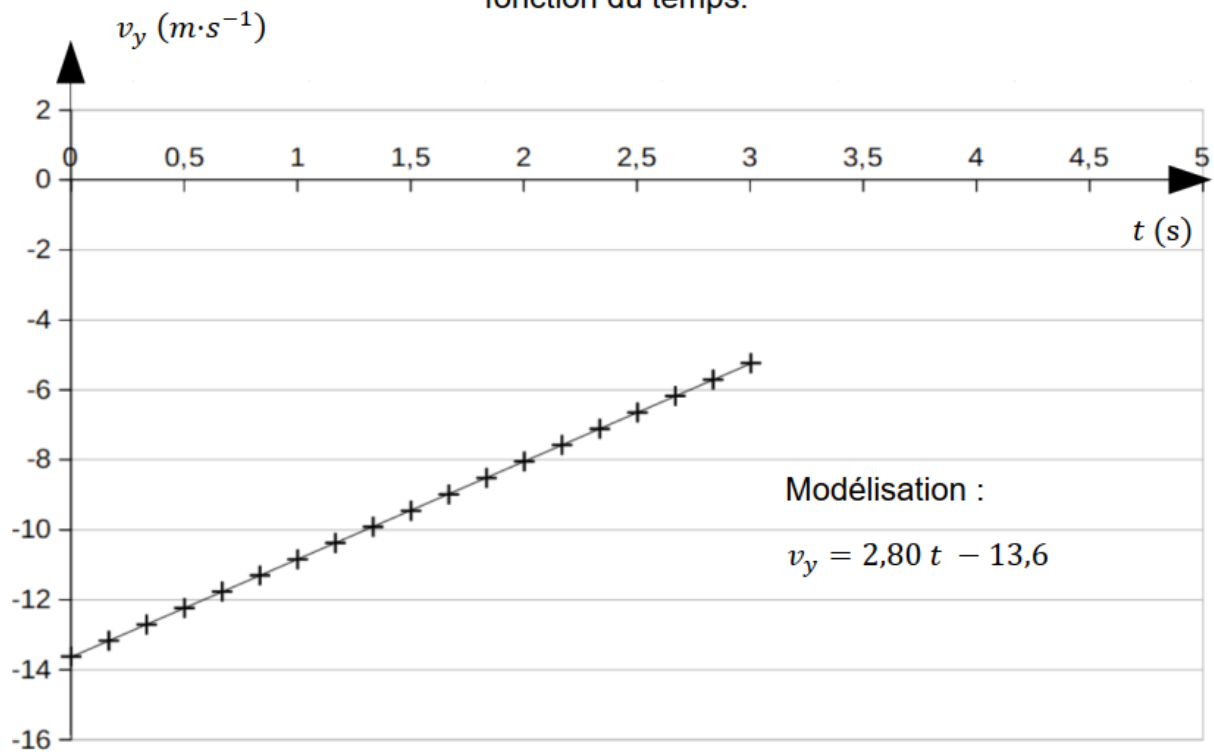
On a représenté ci-contre deux positions successives du point M aux dates $t_1 = 0,50 \text{ s}$ et $t_2 = 2,50 \text{ s}$ lors de la phase de l'atterrissage du premier étage. Celui-ci se trouve alors respectivement aux altitudes y_1 et y_2 .

Le mouvement est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Lors de la dernière phase de l'atterrissage, le mouvement du système est vertical et s'effectue selon l'axe Oy orienté suivant la verticale ascendante.

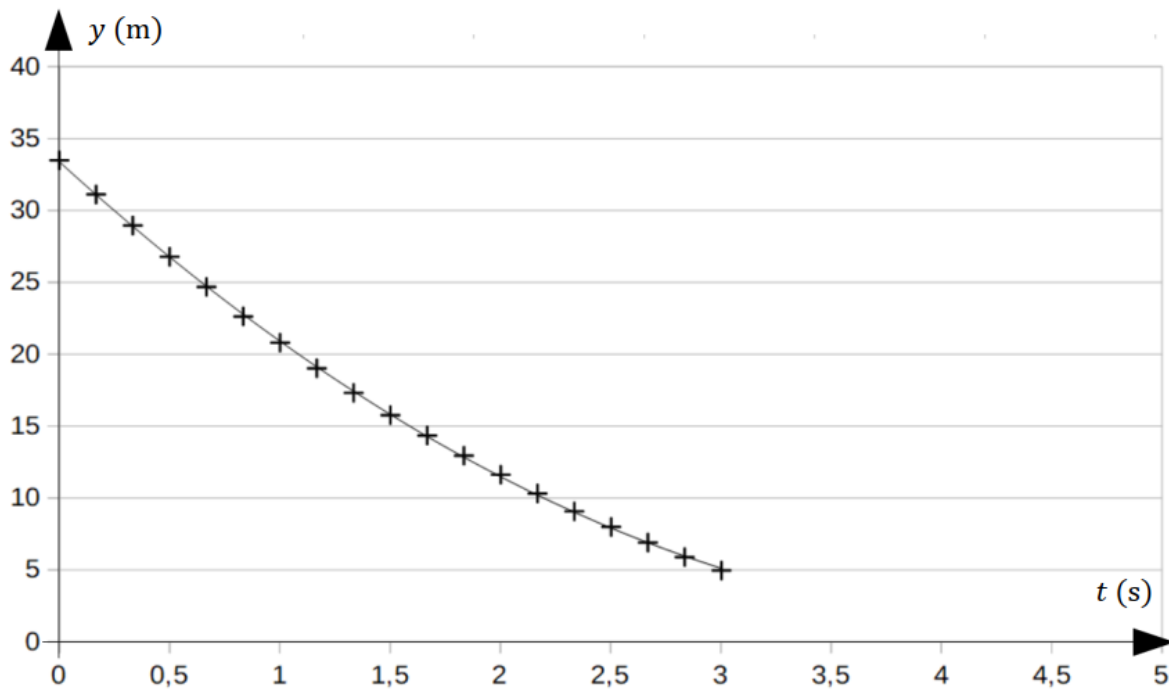
Donnée : $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.



Graphique 1. Évolution de la coordonnée verticale v_y du vecteur vitesse du point M en fonction du temps.



Graphique 2. Évolution de l'altitude y du point M en fonction du temps.



1. Représenter sur un schéma le vecteur vitesse du point M aux instants t_1 et t_2 en utilisant l'échelle de représentation suivante : 1 cm sur votre feuille correspond à $6,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
2. Déterminer la valeur de l'accélération et commenter le signe de la projection de l'accélération suivant Oy . Qualifier le mouvement.
3. Représenter, sur un schéma, les forces qui modélisent les principales actions qui s'exercent sur le premier étage de la fusée étudiée de manière à rendre compte du signe de la projection de l'accélération suivant Oy . Justifier.
4. En exploitant les graphiques 1 et 2, montrer que l'équation horaire $y = f(t)$ du mouvement du point M peut s'écrire :
$$y = 1,40 t^2 - 13,6 t + 33 \text{ avec } y \text{ en m et } t \text{ en s.}$$
5. Déterminer la valeur de la vitesse du système lorsqu'il touche le sol en admettant que l'accélération ne varie pas sur les derniers mètres.
6. Préciser si l'atterrissage s'effectue « en douceur ».

EXERCICE 3 Acoustique (5 points)

Le niveau d'intensité sonore est exprimé en décibels. L'échelle va de 0 à 120 dB. La limite de nocivité est située à 85 dB. Au-dessous, aucun risque auditif. Au-dessus, la nocivité augmente avec le niveau. On trouve des valeurs supérieures à 90 dB dans la vie professionnelle, les activités de loisirs (fêtes, sports mécaniques) et la musique. D'après <http://www.journee-audition.org/pdf/nos-oreilles.pdf>

On peut lire dans un guide d'information de la journée nationale de l'audition l'affirmation suivante : « vous êtes exposé à 85dB et plus si, dans une file de voiture, votre voisin entend votre autoradio toutes vitres fermées. »

L'objectif de cet exercice est de vérifier l'affirmation du guide d'information.

Donnée :

➤ Le niveau d'intensité sonore L est lié à l'intensité sonore I par la relation :

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

avec I_0 l'intensité sonore de référence en watt par mètre carré, L en décibels et I en watt par mètre carré.

Étude du son perçu par les conducteurs de deux voitures ayant les fenêtres baissées.

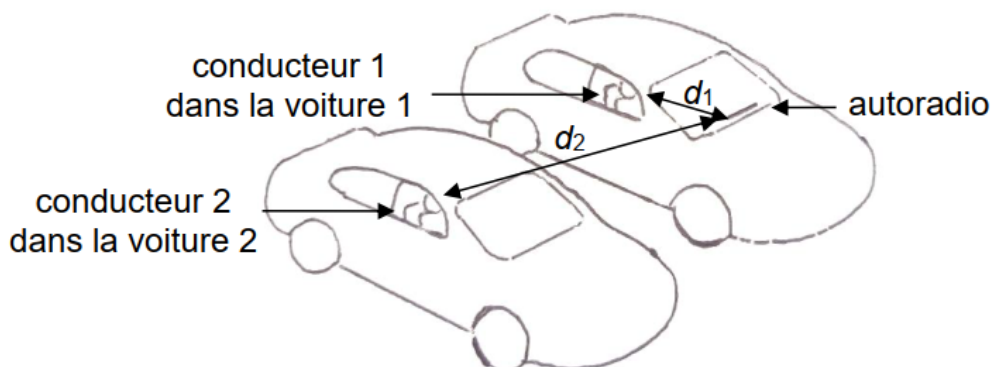


Figure 1. Schéma représentant les deux voitures côte à côte.

Dans la voiture 1, le conducteur 1 allume son autoradio. L'oreille du conducteur 1 est située à une distance d_1 égale à 1,0 m de l'autoradio. Les fenêtres de la voiture sont baissées.

Dans la voiture 2, les fenêtres sont également baissées. L'oreille du conducteur 2 est située à une distance d_2 égale à 3,1 m de l'autoradio de la première voiture.

Dans cette première partie, on considérera que l'atténuation de l'onde sonore ne dépend que de la distance entre la source et le récepteur et que la source est ponctuelle.

Donnée :

- Dans le modèle de l'atténuation géométrique et pour une source ponctuelle, l'intensité sonore I perçue à une distance d de la source est reliée à la puissance sonore P de cette source par la relation :

$$I = \frac{P}{4\pi d^2}$$

Avec P la puissance de l'onde sonore en watt et d la distance à la source en mètre.

1. Exprimer l'intensité sonore I_1 reçue par le conducteur 1 en fonction de la puissance sonore P et de d_1 puis exprimer l'intensité sonore I_2 reçue par le conducteur 2 en fonction de P et de d_2 .
2. À l'aide des données, montrer que l'atténuation géométrique $A_{géo}$ du conducteur 1 au conducteur 2 en décibels peut s'exprimer sous la forme :

$$A_{géo} = 10 \times \log\left(\frac{I_1}{I_2}\right)$$

3. Vérifier que l'atténuation $A_{géo}$ est égale à 9,8 dB.

Dans la suite, la valeur de l'atténuation $A_{géo}$ sera arrondie à 10 dB.

En plaçant son smartphone près de son oreille et en utilisant une application sonomètre, le conducteur 1 mesure un niveau d'intensité sonore $L_1 = (80 \pm 3)$ dB. Le conducteur 2 fait de même et mesure un niveau d'intensité sonore $L_2 = (68 \pm 3)$ dB.

4. À l'aide des mesures précédentes, calculer la valeur expérimentale A_{mesure} de l'atténuation géométrique.

Données :

- L'incertitude-type $u(A_{mesure})$ sur la grandeur A_{mesure} peut se calculer à partir de la relation :

$$u(A_{mesure}) = \sqrt{u(L_1)^2 + u(L_2)^2}$$

avec $u(x)$ désigne l'incertitude-type associée à la grandeur x

- Le z-score noté z , correspond à l'écart entre le résultat de la mesure x et la valeur de référence x_{ref} évalué en nombre d'incertitude-type.

$$z = \frac{|x - x_{ref}|}{u(x)}$$

Si le z-score z est inférieur à 2 alors x et x_{ref} sont considérés compatibles.

5. Calculer l'incertitude-type de l'atténuation A_{mesure} .
6. Comparer, en utilisant le z-score, l'atténuation $A_{géo}$ et l'atténuation mesurée A_{mesure} et conclure sur la compatibilité de ces deux valeurs.

Étude du son perçu par les conducteurs de deux voitures ayant les fenêtres fermées.

Dans cette partie, les deux conducteurs ferment entièrement leurs fenêtres et le conducteur 1 monte le volume de l'autoradio jusqu'à ce qu'il soit audible par le conducteur 2.

7. À l'atténuation géométrique $A_{géo}$ s'ajoute l'atténuation due à la fermeture des deux fenêtres $A_{fenêtres}$. Choisir la nature de cette nouvelle atténuation parmi les deux propositions suivantes :
- atténuation géométrique
 - atténuation par absorption

Données :

- $A_{fenêtres} = 18$ dB (pour les deux fenêtres)
 - Le conducteur 2 mesure maintenant un niveau d'intensité sonore L'_2 égal à 63 dB.
8. Déterminer si le conducteur 1 est exposé à un niveau d'intensité sonore supérieur à la limite de nocivité.