

Un peu de maths : Le logarithme décimal

- Pour tout réel x , si a est un nombre quelconque, la solution de l'équation $10^x = a$ est le logarithme décimal de a , noté $\log(x)$
- La fonction x qui associe $\log(x)$ est la fonction réciproque de la fonction x qui associe 10^x .
- La fonction $x \rightarrow \log(x)$ est définie sur l'intervalle $]0 ; \infty[$
- Propriétés :
 - $\log(10^x) = x$ pour tout réel x .
 - Si $0 < x < 1$, alors $\log(x)$ est négatif ; Si $x > 1$, alors $\log(x)$ est positif ; $\log(1) = 0$
 - $\log(a \times b) = \log(a) + \log(b)$; $\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log(a) - \log(b)$

Problématique

- Le bruit ambiant est omniprésent. Voix, voitures dans la rue, ronflements des appareils électroniques autour de nous : tous ces éléments contribuent à perturber notre environnement acoustique.

Entre le décollage d'une fusée à 3 km et une dizaine de milliers de moustiques à un mètre laquelle de ces situations est la plus bruyante ?

I. Le décollage de la fusée Saturn V à 3 km

- Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=IkS4Dfi2m10>

Document 1 : la puissance sonore de Saturn V

- Saturn V était le lanceur utilisé à la fin des années 1960 par la NASA pour envoyer des fusées dans l'espace. Ce lanceur a notamment contribué à la réussite de la mission Apollo 11 durant laquelle les deux hommes Neil Armstrong et Buzz Aldrin ont posé pour la première fois le pied sur la Lune. Au décollage, une partie de l'énergie s'est dissipée autour de la fusée, se propageant dans l'air de manière sphérique sous forme d'ondes sonores. La NASA estime à environ 350 MW ($= 350 \times 10^6$ W) la puissance dispersée sous forme d'ondes sonores lors du décollage.

Document 2 : Propagation sphérique du son

- Lorsqu'une source sonore de puissance P émet dans toutes les directions dans un milieu matériel donné, on peut considérer que tout point de la sphère formée de surface S par l'onde sonore possède la même intensité sonore I égale à : $I = \frac{P}{S}$
- Pour rappel, la surface d'une sphère est proportionnelle au carré de son rayon par la relation ; $S = 4\pi r^2$

**Document 3 : Niveau sonore**

- Pour comparer les intensités sonores des bruits qui nous entourent, les acousticiens peuvent utiliser le niveau d'intensité sonore, noté L , et égal à : $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$
- Cette relation fait apparaître une intensité sonore de référence, notée I_0 , égale à $1,0 \times 10^{-12}$ W.m⁻².
- **Résoudre ce problème en calculant le niveau sonore L produit par le décollage de Saturn V à 3 km. Un calcul littéral est demandé ainsi que le détail de votre raisonnement.**

II. Une dizaine de milliers de moustiques

Document 1 : le moustique-tigre

- Qui n'a jamais soupiré en percevant le bruit si caractéristique du moustique s'approcher de soi ? Impossible à surprendre en pleine journée lorsque le bruit ambiant le couvre, il s'avère nettement moins discret lorsque l'on s'apprête à s'endormir.
- Ce bruit si désagréable possède un niveau d'intensité sonore L égal à 35 dB lorsqu'il se trouve à un mètre de soi.



Document 2 : Niveau sonore

- Pour comparer les intensités sonores des bruits qui nous entourent, les acousticiens peuvent utiliser le niveau d'intensité sonore, noté L , et égal à : $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$
- Cette relation fait apparaître une intensité sonore de référence, notée I_0 , égale à $1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.
- Réciproquement, on peut exprimer I en fonction de L par la relation : $I = I_0 \times 10^{L/10}$.

Document 3 : Additivité des niveaux sonores

- Le bruit cumulé de plusieurs sources sonores se traduit par une augmentation de l'intensité sonore perçue par un auditeur.
- Plus précisément, l'intensité sonore totale I perçue est égale à la somme des n intensités sonores I_n perçues séparément : $I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$. Par contre les niveaux sonores L ne s'additionnent pas.

Document 4 : Influence de l'augmentation de l'intensité sonore sur le niveau sonore

- L'augmentation du niveau d'intensité sonore n'est pas proportionnelle à l'augmentation de l'intensité sonore. En effet, si l'on double l'intensité sonore, le niveau sonore n'augmente que de 3 dB et si on multiplie l'intensité sonore par 10, le niveau sonore augmente de 10 dB.
- Le tableau suivant présente l'augmentation, en décibels (dB), du niveau sonore lorsque l'on multiplie par un facteur n l'intensité sonore :

Coefficient multiplicateur n	2	5	10	20	50	100	200	500
Augmentation du niveau sonore	3,0 dB	7,0 dB	10,0 dB	13,0 dB	17,0 dB	20,0 dB	23,0 dB	27,0 dB

- Résoudre ce problème en calculant le niveau sonore L produit une dizaine de milliers de moustiques.

Un calcul littéral est demandé ainsi que le détail de votre raisonnement.

III. Exercices

Données

- Niveau sonore : $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ avec $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.
- Intensité acoustique : $I = I_0 \times 10^{L/10}$

Exercice n°1.

- Répondre par vrai ou faux aux affirmations suivantes :
 - Le plus petit niveau sonore perceptible correspond à 0 dB
VRAI - FAUX
 - A 60 dB correspond une intensité acoustique $1,0 \times 10^{-6} \text{ W.m}^{-2}$.
VRAI - FAUX
 - De 10^{-8} W.m^{-2} à 10^{-2} W.m^{-2} , l'intensité acoustique a été multipliée par 10^6 , le niveau sonore a augmenté de 60 dB.
VRAI - FAUX

Exercice n°2.

- Le niveau sonore produit par un violon est $L_1 = 60 \text{ dB}$ à deux mètres de cet instrument. Utiliser le document 4 du II pour répondre.
 - Quel est le niveau sonore L_2 produit à la même distance par deux violons ?
 - Aux deux violons précédents on ajoute deux autres violons. Quel est le niveau sonore L_4 produit par l'ensemble ?

- Quel est le niveau sonore L_{16} produit par 16 violons ?

Exercice n°3.

- Lorsque l'intensité acoustique est multipliée par 10, le niveau sonore augmente de 10 dB.
 - De combien augmente le niveau sonore L si l'intensité acoustique est multipliée par 200 ?
 - Un son d'une intensité acoustique $I = 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}$ à un niveau sonore $L = 44 \text{ dB}$.
 - Quel est le niveau sonore pour $I' = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ W.m}^{-2}$?
 - Quel est le niveau sonore pour $I'' = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$?

