# Niveau d'intensité sonore et repère semi-logarithmique



## Enoncé

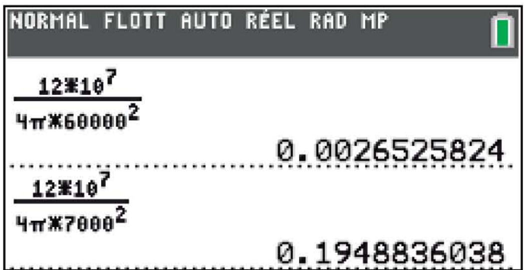
L'intensité sonore $I$ (en W.m$^{-2}$) est égale à $I = \frac{P}{S}$ où $P$ (en watts) est la puissance de la source sonore et $S$ (en m²) est la surface de la sphère de l'onde sonore. On rappelle que $S = 4\pi R^2$ où $R$ est le rayon de la sphère.

Pour comparer les intensités sonores entre elles, on utilise la notion de niveau d'intensité sonore, noté $L$ et exprimé en décibels (dB). Ce niveau d'intensité sonore est lié à l'intensité par une échelle logarithmique grâce à la formule $L = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ où $I_0$ est une intensité sonore de référence égale à $10^{-12}$ W.m$^{-2}$ appelée seuil d'audibilité par l'oreille humaine.

Crédit photo : www.pexels.com – Pixabay

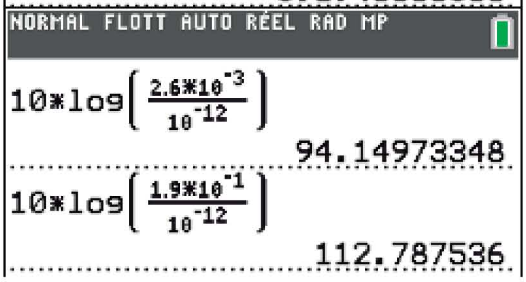
1. Naïs, en vacances en Guyane va assister au décollage de la fusée Ariane depuis la capitale Cayenne. Sa sœur Camille a reçu une invitation pour assister au décollage depuis le centre spatial de Kourou. On sait que la puissance sonore $P$ de la fusée Ariane au décollage est égale à $12 \times 10^7$ W, la distance entre le pas de tir de la fusée et Cayenne est de 60 km et la distance du centre spatial au pas de tir de la fusée est de 7 km.
   a. Calculer l'intensité sonore perçue par Naïs et Camille lors du décollage.
   b. En déduire le niveau sonore perçu par chacune. Sachant que le seuil de douleur pour l'oreille humaine se situe à partir de 110 dB, conseillez-vous à Naïs et Camille de porter des bouchons d'oreilles lors du décollage de la fusée ?
2. Grâce aux valeurs constantes, nous pouvons simplifier la formule calculant le niveau sonore en $L = 120 + 9{,}2\log\left(\frac{P}{13R^2}\right)$. On considère alors une machine dans un atelier d'une puissance sonore $P$ égale à $0{,}01$ W.
   a. Démontrer que $L = 101{,}6 - 9{,}2\log(13) - 18{,}4\log(R)$. Que devient le niveau d'intensité sonore lorsque la distance est multipliée par 100 ?
   b. A l'aide de la calculatrice, représenter le niveau sonore $L$ en fonction de la distance $R$ dans un repère semi-logarithmique, pour $R$ variant de 1 à 100. Par lecture graphique, déterminer à quelle distance on se trouve de la machine lorsque le niveau d'intensité sonore est de 60 dB.
   c. Préciser ce résultat par le calcul (arrondir à l'unité).

## 1.a. Intensité sonore




Pour déterminer les intensités sonores perçues, nous utiliserons la formule $I = \frac{P}{4\pi R^2}$ puisque $S = 4\pi R^2$ en n'oubliant pas d'exprimer la distance $R$ en mètres. On obtient donc pour Naïs une intensité $I \approx 2{,}6 \times 10^{-3}$ W.m$^{-2}$ et pour Camille une intensité $I \approx 1{,}9 \times 10^{-1}$ W.m$^{-2}$. Utiliser les touches 2nde trig pour obtenir $\pi$.

## 1.b. Niveau sonore

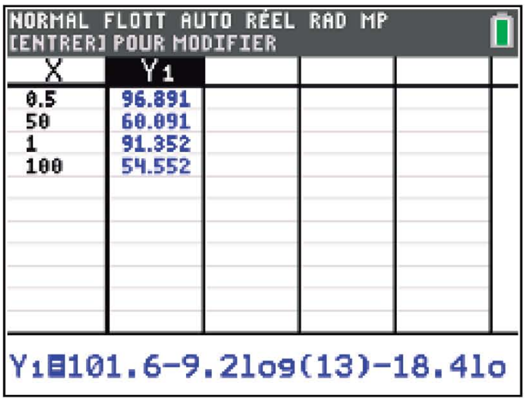



Grâce à $L = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ le niveau sonore perçu par Naïs est d'environ 94,1 dB et celui perçu par Camille est d'environ 112,8 dB. On utilisera la touche log de la calculatrice.

Nous pouvons ainsi conseiller à Camille de porter des bouchons d'oreilles pour réduire le niveau sonore car elle se trouve dans le seuil de douleur. Naïs en revanche ne risque rien sans bouchons d'oreilles.

## 2.a. Niveau sonore et distance

Puisque $L = 120 + 9{,}2\log\left(\frac{0{,}01}{13R^2}\right) = 120 + 9{,}2\log(0{,}01) - 9{,}2\log(13R^2)$, on a bien $L = 101{,}6 - 9{,}2\log(13) - 18{,}4\log(R)$ car $\log(0{,}01) = -2$, $\log(13R^2) = \log(13) + \log(R^2)$ et $\log(R^2) = 2\log(R)$.

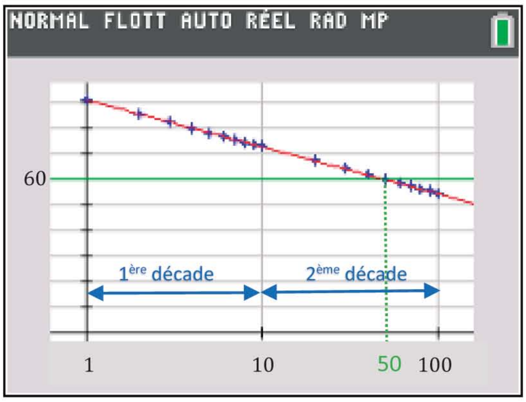


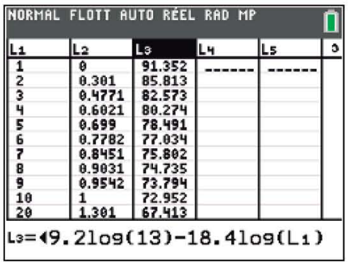

Lorsque la distance est multipliée par 100 soit $R' = 100R$, on obtient $\log(100R) = \log(100) + \log(R) = 2 + \log(R)$ donc le niveau d'intensité sonore diminue de 36,8 dB.

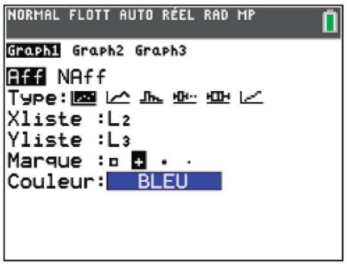
Après avoir saisi l'expression de la fonction $L$ dans **Y₁** grâce au menu f(x) et réglé le paramètre `Indpt` sur **Demande** de la table des valeurs à l'aide des touches 2nde fenêtre (déf table f2) on peut vérifier ce résultat à la calculatrice avec quelques valeurs de $R$.


## 2.b. Repère semi-logarithmique

Le repère semi-logarithmique est gradué sur l'axe des abscisses par des valeurs telles que $\log(1) = 0$, $\log(10) = 1$ et $\log(100) = 2$. On les appelle des décades car elles correspondent aux puissances de 10. On modifie les listes avec stats : dans la liste **L₁** on entre les valeurs de 1 à 10 puis les multiples de 10 jusqu'à 100. Dans **L₂** on entre la formule tout en haut de la liste **L₂** : `L2=log(L1)` et enfin dans **L₃** on définit le niveau sonore $L$.




Pour afficher le nuage de points **L₃** en fonction de **L₂** : 2nde f(x) (graph stats).

Sur le graphique obtenu, pour un niveau d'intensité sonore de 60 dB, on lit que l'on se trouve à environ 50 mètres de la machine.

## 2.c. Distance

Pour trouver $R$ par calcul correspondant à $L$ = 60 dB, on résout l'équation :

$$60 = 101{,}6 - 9{,}2\log(13) - 18{,}4\log(R)$$

qui équivaut à $\log(R) = \frac{41{,}6 - 9{,}2\log(13)}{18{,}4}$ soit $R = 10^{\frac{41{,}6-9{,}2\log(13)}{18{,}4}}$.


A l'aide de la séquence de touches 2nde log ($10^x$) ⧸ (N) sur la calculatrice, on obtient que $R \approx 51$ mètres à l'unité près.