Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

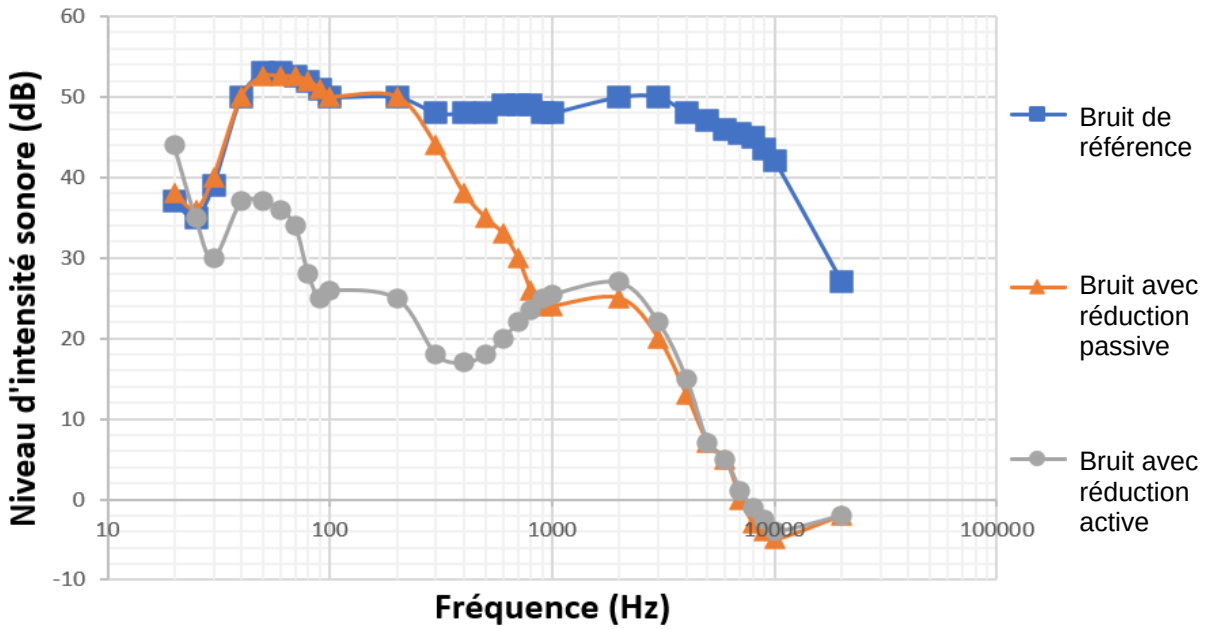
Bac 2021 Sciences de l'ingénieur **Correction ©**
Partie Sciences physiques **Durée : 30 min** **http://labolycee.org**
EXERCICE C – Niveaux d'intensité sonore (2,5 points)

Mots-clés : niveau d'intensité sonore ; atténuation géométrique.

Les casques audios permettent tous une réduction des bruits ambiants de façon passive de par la forme et la constitution des écouteurs. Cependant, les technologies actuelles permettent un contrôle des sons extérieurs plus poussé.

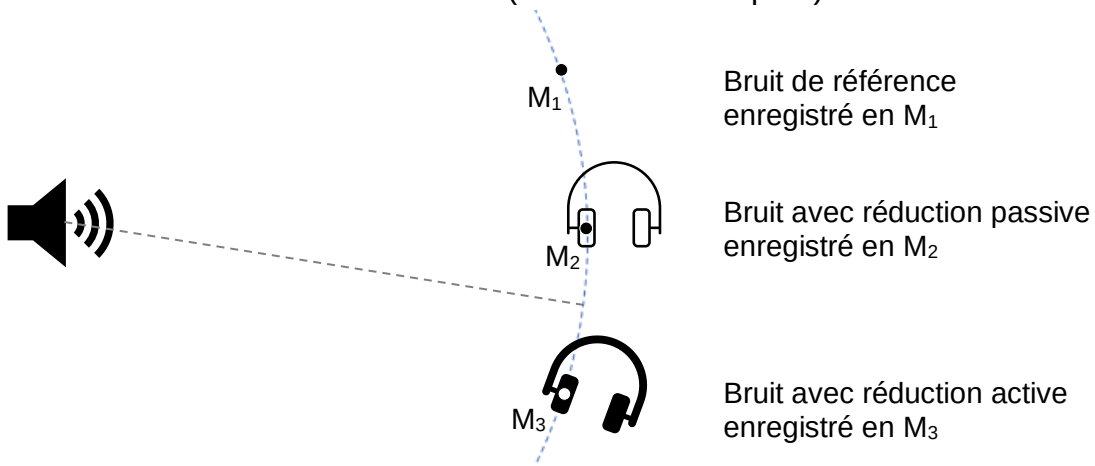
Le constructeur annonce que son casque antibruit est efficace même dans les environnements exigeants tels que l'avion ou le train.

Niveaux d'intensité sonore dans le casque avec réduction passive ou réduction active

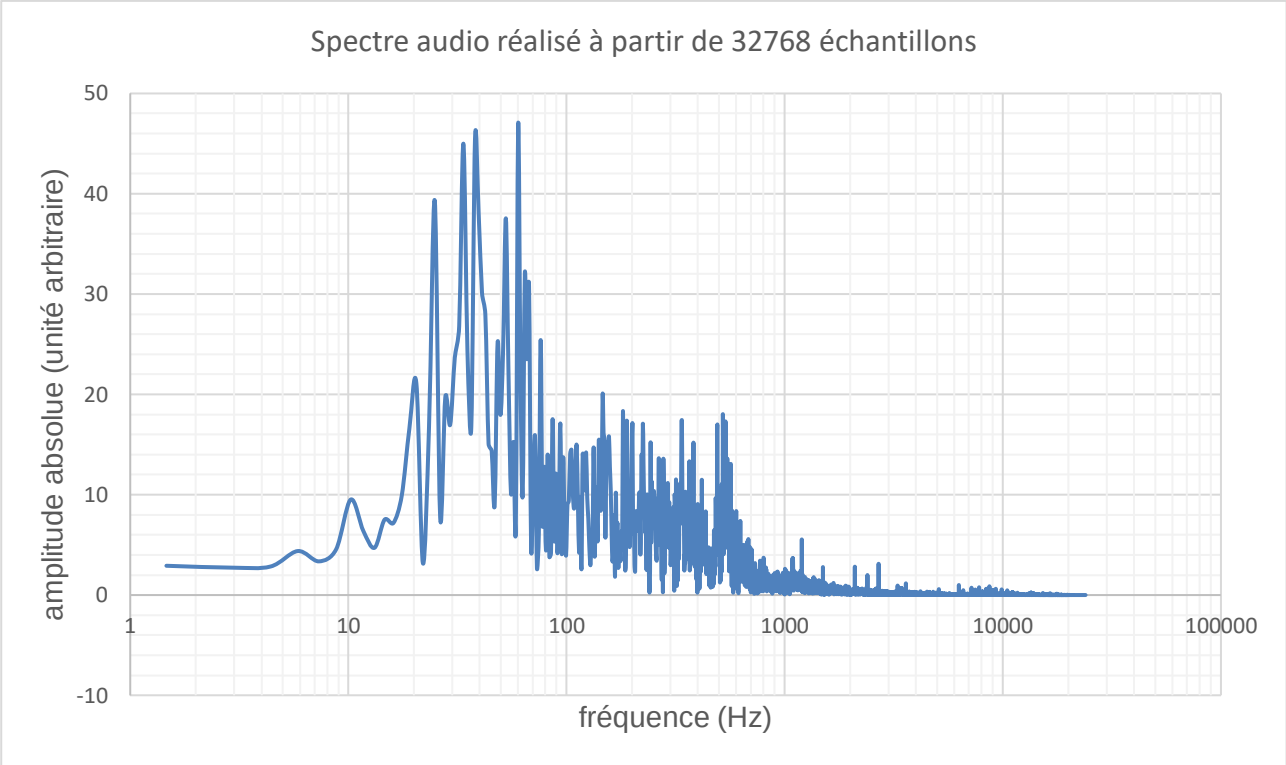


D'après https://www.lesnumeriques.com/casque-nomade/sony-wh-1000xm3-p45685/test.html

Dans ce graphique, on représente le niveau d'intensité sonore d'un bruit de référence ayant un spectre large que l'on compare avec des mesures de niveau d'intensité sonore prises dans l'oreillette du casque selon les deux modes de fonctionnement prévus : la réduction passive du bruit et la réduction active (voir schéma ci-après).



Profil sonore du bruit ambiant dans un RER, niveau d'intensité sonore moyen de 80 dB



D'après des mesures expérimentales réalisées avec Phyphox (Phyphox.org)

Données

- intensité sonore de référence : $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}$ W·m^{-2} ;
- lien entre l'intensité sonore I et la distance r avec la source du son, dont on suppose qu'elle émet de manière identique dans toutes les directions :

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

avec P la puissance sonore en watt et r la distance à la source en mètre ;

- quelques exemples de valeurs de niveaux d'intensité sonore L :

Situation	Forêt calme	Bibliothèque	Conversation	Seuil de danger	Concert
L	20 dB	40 dB	60 dB	90 dB	110 dB

Pour mettre en évidence l'atténuation passive du casque, on considère une voiture qui klaxonne. À $r_1 = 5{,}0$ m du véhicule, là où se trouve un observateur, le son produit a une intensité sonore $I_1 = 1{,}0 \times 10^{-3}$ W.m^{-2}.

1. Calculer la valeur du niveau d'intensité sonore L_1 du son reçu par la personne et qualifier ce son.

(1 pt) $L = 10.log\left(\frac{I_1}{I_0}\right)$

(0,5 pt) $L = 10.log\left(\frac{1{,}0\times10^{-3}}{1{,}0\times10^{-12}}\right)$ **= 90 dB**

(0,5 pt) Le son atteint le seuil de danger.

2. Après avoir rappelé la définition de l'atténuation A en décibel, montrer que : $A = 10 \log\left(\frac{I_1}{I_1'}\right)$ avec I_1' l'intensité sonore du son atténué.

(1 pt) Son non atténué : intensité sonore I_1, niveau d'intensité sonore L_1
Son atténué : intensité sonore I'_1, niveau d'intensité sonore L'_1
L'atténuation A est $A = L_1 - L'_1$

$A = 10.log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) - 10.log\left(\frac{I_1'}{I_0}\right) = 10.log I_1 - 10 log I_0 - 10.log I_1' + 10 log I_0$

$A = 10.log I_1 - 10.log I_1' = 10.log\left(\frac{I_1}{I_1'}\right)$

Remarque : On a utilisé la propriété du logarithme décimal $log\left(\frac{a}{b}\right) = log\, a - log\, b$

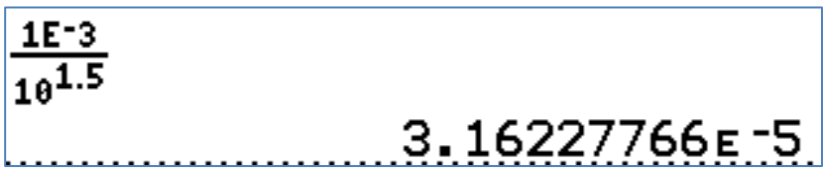
Déterminer l'intensité sonore I_1' entendue à travers le casque si l'atténuation est de 15 dB.

(1 pt) $A = 10.log\left(\frac{I_1}{I_1'}\right)$

$\frac{A}{10} = log\left(\frac{I_1}{I_1'}\right)$

$\frac{I_1}{I_1'} = 10^{\frac{A}{10}}$

$I_1' = \frac{I_1}{10^{\frac{A}{10}}}$



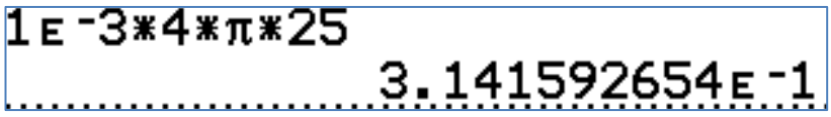
(0,5 pt) $I_1' = \frac{1{,}0 \times 10^{-3}}{10^{\frac{15}{10}}}$ **= 3,2×10⁻⁵ W.m⁻²**

3. Déterminer à quelle distance de la source sonore on doit se situer pour obtenir la même atténuation sans casque. Commenter.

(1 pt) Il faut tout d'abord déterminer la puissance sonore de la source, sachant qu'à $r_1 = 5{,}0$ m du véhicule, le son produit a une intensité sonore $I_1 = 1{,}0 \times 10^{-3}$ W.m⁻².

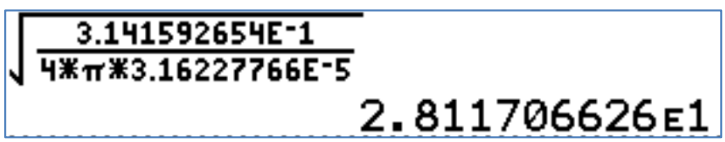
$I = \frac{P}{4\pi.r^2}$ **donc $P = I_1 . 4\pi r^2$**

P = 1,0×10⁻³ × 4 × π × 5,0² = 0,31 W



(1 pt) On veut obtenir $I = I'_1$ = 3,2×10⁻⁵ W.m⁻², la puissance de la source ne change pas. On cherche la distance r'_1 correspondante.

$I'_1 = \frac{P}{4\pi.r'^2_1}$ **donc** $r'^2_1 = \frac{P}{4\pi.I'_1}$**, soit r_1' =** $\sqrt{\frac{P}{4\pi.I'_1}}$



r_1' = $\sqrt{\frac{3{,}14 \times 10^{-1}}{4\pi \times 3{,}16 \times 10^{-5}}}$ **= 28 m**

(0,5 pt) Cette distance est grande, ce qui montre que l'atténuation due à la distance est toujours moins efficace que l'atténuation par absorbption.

Dans les questions suivantes, on s'intéresse aux effets de la réduction active de bruit.

4. À l'aide des données, identifier le domaine de fréquences pour lequel la réduction passive de bruit est efficace et le domaine de fréquences pour lequel la réduction active de bruit est efficace.

(0,5 pt) La réduction passive est visible dès 300 Hz, mais elle est intéressante à partir de 900 Hz.

(1 pt) La réduction active est efficace de 30 Hz à 900 Hz, au-delà de cette fréquence elle n'apporte pas d'atténuation supplémentaire par rapport à la réduction passive.

5. En utilisant l'ensemble des données, expliquer si la promesse du constructeur à propos de l'efficacité de son casque dans les transports est respectée et si la technologie de réduction active de bruit est nécessaire.

(1 pt) Le profil sonore du bruit dans un RER montre que les bruits les plus intenses possèdent des fréquences inférieures à 1000 Hz, mais avec des pics entre 20 et 100 Hz.

Or ces pics ne sont atténués que par la réduction active.

(0,5 pt) Ainsi la réduction de bruit promise est réelle.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.