

EXERCICE 4 – B : casque audio à réduction de bruit active

Mots-clés : son pur et son complexe, intensité sonore et niveau d'intensité sonore.

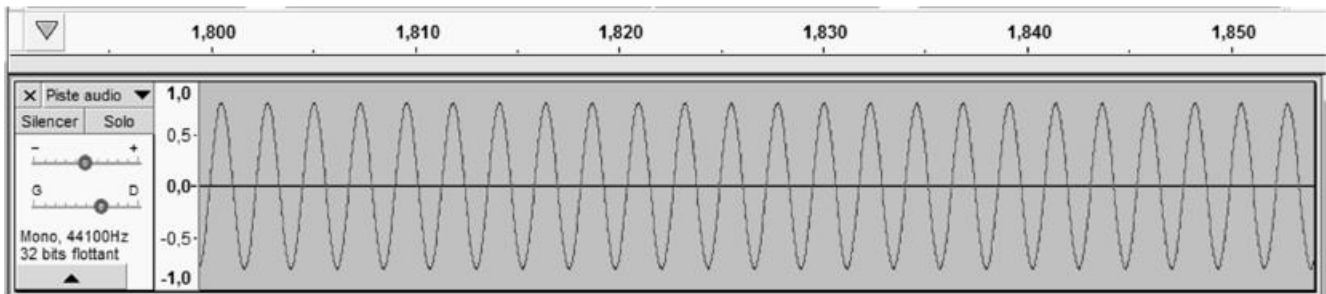
Dans cet exercice on cherche à déterminer l'efficacité que peut avoir le casque audio à réduction de bruit active pour les personnes travaillant sur les pistes d'un aéroport.

1. Production d'un son

On étudie la production d'un son à l'aide du logiciel Audacity.

On crée une piste sonore en entrant les paramètres voulus, puis on écoute le son produit.

Chronogramme du son produit :



Sur ce chronogramme, l'échelle située dans la partie supérieure est l'axe des durées, en seconde.

1.1. En étudiant le chronogramme, choisir les termes qualifiant le mieux le son produit : son pur ou son complexe.

1.2. Évaluer la valeur de la période T (en seconde) du son produit.

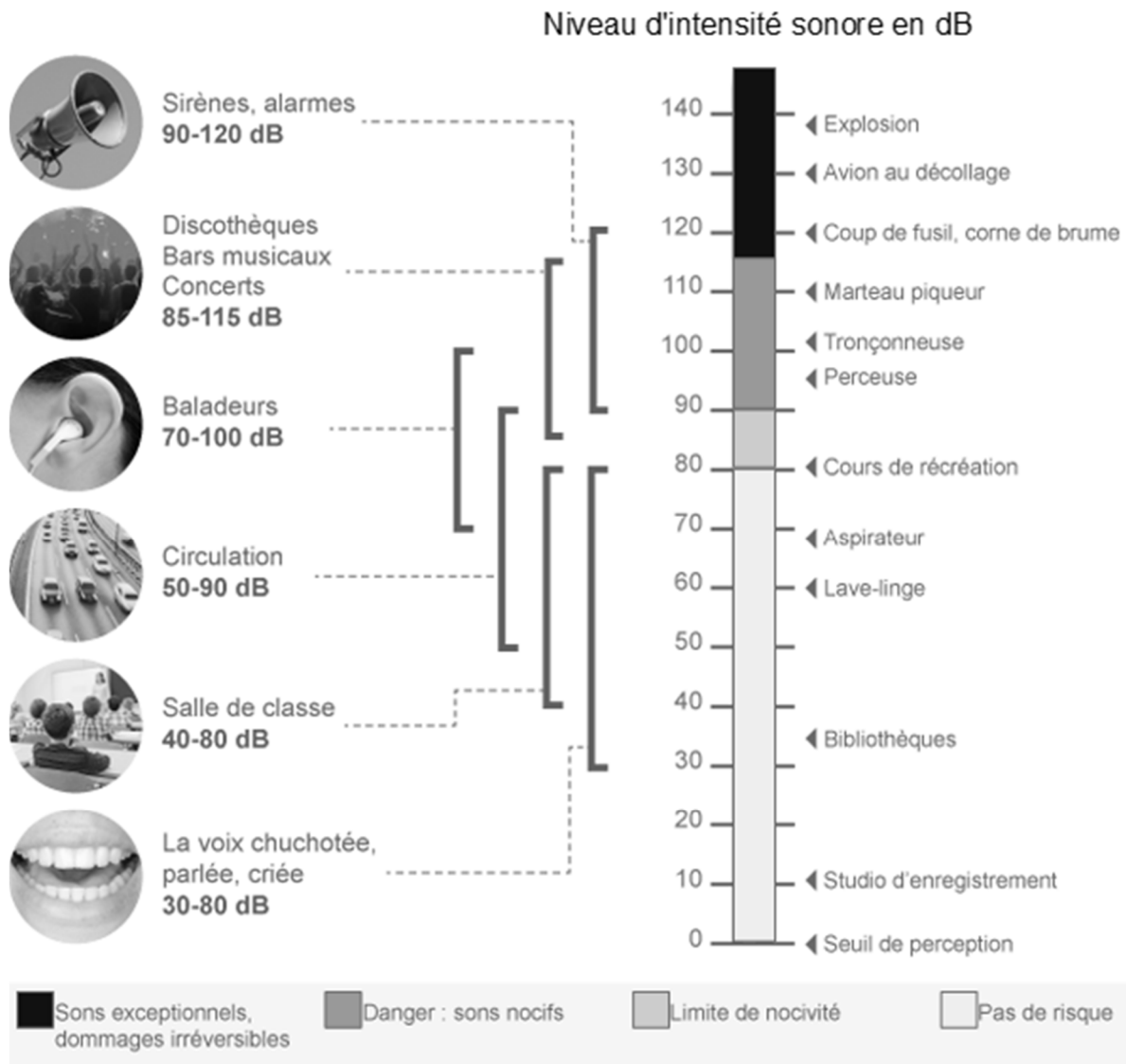
1.3. En déduire la valeur de la fréquence f du son produit.

1.4. Tracer l'allure du spectre en amplitude du son produit.

2. Mesures des risques encourus par le personnel de piste d'un aéroport

On s'intéresse tout d'abord à quelques caractéristiques de l'oreille humaine et on cherche à comprendre en quoi le bruit émis par un avion au décollage présente des risques importants quant à l'ouïe du personnel présent à proximité.

Échelle de niveaux d'intensités sonores pour l'oreille humaine pour une fréquence de 1 kHz à une distance de 1 m de la source



Source : www.cochlea.org

Le niveau d'intensité sonore L est défini par la relation suivante :

$$L = 10 \times \log \frac{I}{I_0}$$

où

- I est l'intensité sonore en W/m^2 ;
- $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$ est l'intensité sonore de référence correspondant au seuil d'audibilité.

2.1. À l'aide des données ci-dessus, préciser à quel risque est soumis l'ouïe du personnel de piste dans un aéroport.

2.2. Montrer que l'intensité sonore d'un avion au décollage est 100 fois plus importante que celle d'un marteau piqueur.

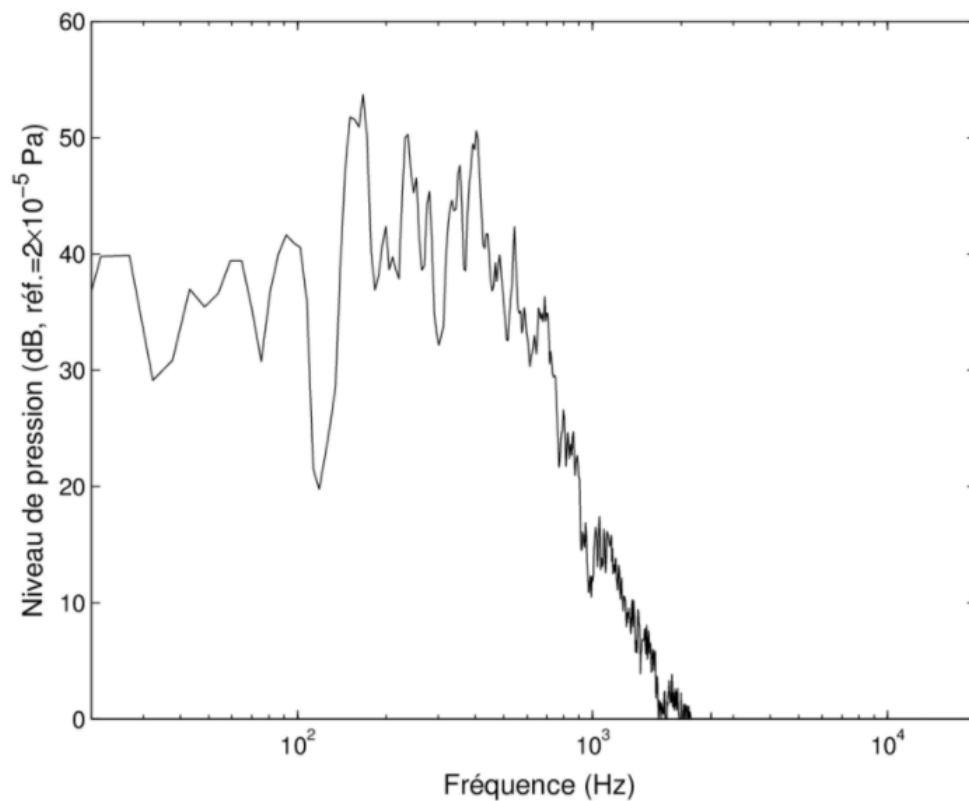
2.3. Sachant que lorsqu'on double la distance à une source sonore, le niveau sonore diminue de 6 dB, évaluer la distance à laquelle le niveau sonore d'un avion au décollage n'est plus que de 100 dB.

3. Étude de l'efficacité du casque à réduction de bruit active

D'après la réglementation sur la santé et la sécurité au travail (article L.4121-2), la valeur limite d'exposition au bruit d'une personne est de 87 dB en moyenne sur une journée de travail.

Dans les milieux bruyants comme les aéroports, il convient donc de protéger le personnel avec un matériel adapté, comme un casque à réduction de bruit active.

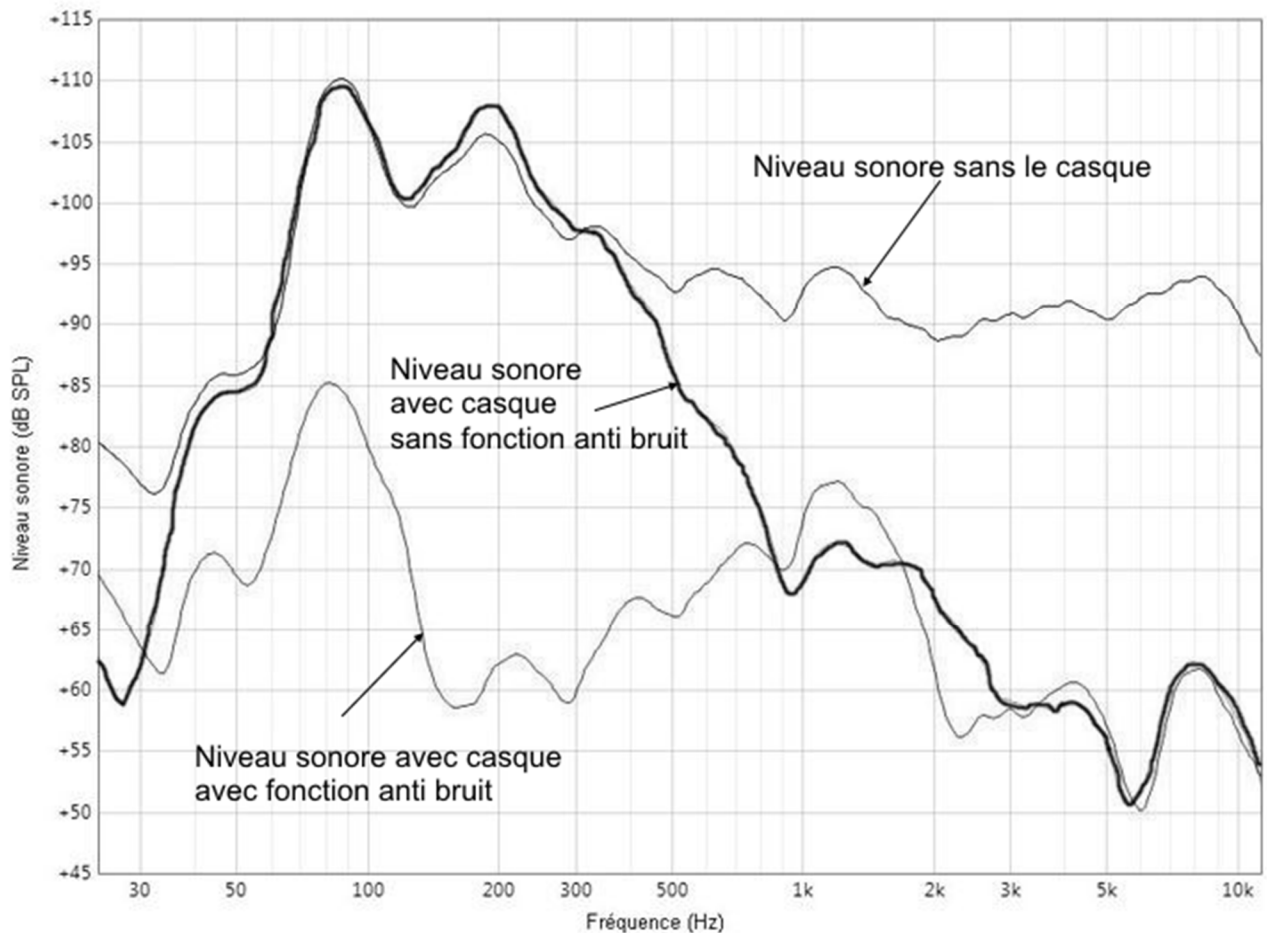
Spectre du son émis par un avion au décollage.



Source : https://www.researchgate.net/figure/Fig-A1-Spectre-de-niveau-de-pression-de-la-source-Avion-au-decollage_fig63_259568969

Test d'un casque avec fonction de réduction de bruit

Lors de tests en laboratoire, on évalue l'efficacité d'un casque anti-bruit à l'aide d'une oreille artificielle. Les courbes ci-dessous illustrent très bien l'effet de la technologie de réduction du bruit. Une source génère un signal sur tout le spectre de fréquence, et on mesure le niveau d'intensité sonore.



Source : <https://www.quechoisir.org/decryptage-casques-audio-que-valent-les-modeles-a-reduction-de-bruit-n67559/>

- 3.1. Donner les intervalles de fréquences pour lesquels le casque sans fonction réduction de bruit est efficace.
- 3.2. Expliquer pourquoi le spectre du son émis par un avion au décollage ne correspond pas à celui d'un son périodique.
- 3.3. À l'aide des courbes données, expliquer pourquoi un casque sans fonction de réduction de bruit n'est pas adapté pour le personnel des pistes d'aéroport.
4. Déterminer l'atténuation (en dB) du son pour une fréquence de 80 Hz lorsqu'on utilise le casque avec fonction réduction de bruit.

En déduire la valeur du rapport : $r = \frac{I_{80}}{I_{80}^*}$.

- I_{80} intensité sonore à 80 Hz, sans casque ;
- I_{80}^* intensité sonore à 80 Hz avec casque et fonction de réduction de bruit activée.

Commenter la valeur de ce rapport.