

Chapitre 12

Émission et propagation d'un son

1. Émission et propagation d'un signal sonore

L'émission d'un signal sonore par un objet résulte de la vibration de cet objet. Cette vibration se transmet de proche en proche dans un milieu matériel, ce qui permet la propagation du signal sonore.

Dans le vide, en l'absence de milieu matériel, les signaux sonores ne se propagent pas.

Exemple

Lors de l'explosion de l'Étoile noire dans Star Wars, le son résultant de cette explosion spatiale ne se propage pas dans le vide.

Une caisse de résonance adaptée à un instrument de musique permet d'augmenter l'amplitude de la vibration transmise au milieu de propagation et donc l'intensité sonore du signal émis.

La production d'un signal sonore résulte de deux fonctions distinctes de la source : vibrer et émettre. La caisse de résonance permet cette émission en la transmettant efficacement au milieu de propagation.

2. Vitesse de propagation d'un signal sonore

2.1 - Définition

La vitesse de propagation v d'un signal sonore est définie comme le rapport de la distance d parcourue par ce signal par sa durée de propagation Δt . La relation s'écrit :

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

Unités du système international :

v en mètre par seconde ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) ;

d en mètre (m) ;

Δt en seconde (s).

La vitesse de propagation du signal sonore dépend du milieu matériel et des caractéristiques propres de ce milieu.

La vitesse de propagation du signal sonore n'est ainsi pas la même dans tous les milieux matériels et pour un milieu matériel donné, elle peut varier suivant les caractéristiques de ce milieu.

Point maths

En multipliant par Δt les deux membres de l'égalité $v = \frac{d}{\Delta t}$, on obtient $v \times \Delta t = d$.

En divisant les deux membres de l'égalité obtenue $v \times \Delta t = d$ par v , on établit aussi

la relation $\Delta t = \frac{d}{v}$.

2.2 - Valeur approchée de la vitesse de propagation du son dans l'air

La valeur de la vitesse de propagation du son dans l'air dépend des conditions de température et de pression.

Dans les conditions usuelles, la valeur approchée de la vitesse de propagation du son dans l'air est de 340 mètres par seconde.

2.3 - Comparaison avec quelques valeurs de vitesses

Dans le référentiel terrestre, les valeurs de vitesse sont le plus souvent exprimées en kilomètres par heure. Il est nécessaire d'utiliser une seule et même unité pour comparer différentes vitesses.

Exemple de conversion

$$1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = \frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1 \times 10^3 \text{ m}}{3\,600 \text{ s}} = \frac{1 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Ainsi, la vitesse d'un marcheur est de 5,0 km · h, soit encore 1,4 m · s.

La vitesse de propagation du son dans l'air est bien plus faible que la vitesse de propagation de la lumière dans l'air (près de 900 000 fois plus faible) mais plus grande que la valeur de la vitesse des véhicules usuels se déplaçant sur Terre.

Par exemple, dans le référentiel terrestre, la vitesse de croisière d'un avion de ligne actuel est inférieure à la vitesse de propagation du son dans l'air pour un vol subsonique.

3. Signal sonore périodique

3.1 - Définition

Un signal sonore périodique se reproduit identique à lui-même à intervalles de temps égaux.

Ceci peut se voir sur l'écran d'un smartphone avec l'application Phyphox qui enregistre des signaux sonores.

3.2 - Période et fréquence

La période T d'un signal sonore périodique est le plus petit intervalle de temps au bout duquel le signal périodique se répète.

La mesure de plusieurs périodes lors d'une acquisition permet en général d'augmenter la précision de la mesure.

La fréquence f d'un signal sonore périodique est le nombre de répétitions de ce signal par unité de temps. Elle est liée à la période T du signal par la relation :

$$f = \frac{1}{T} \text{ ou } T = \frac{1}{f}$$

Unités du système international :

f en hertz (Hz)

T en seconde (s)

3.3 - Chaîne de mesure

L'analyse d'un signal par un ordinateur ou un smartphone permet de déterminer la fréquence de vibration de l'objet responsable de l'émission du signal sonore. La chaîne de mesure est la suivante :

Vibration de l'objet à la fréquence f



Caisse de résonance : vibration de fréquence f



Propagation dans l'air : signal sonore de fréquence f



Micro : signal électrique de fréquence f



Dispositif de numérisation



Écran : visualisation d'une fonction périodique du temps de fréquence f