

Devoir 4

Date de remise : 1 décembre 2016

Effets sonores

Deux trains se déplacent sur une voie ferrée à des vitesses \vec{v}_1 et \vec{v}_2 respectivement (voir figure 1). Chacun des trains émet un son d'intensité sonore de 100 dB mesurée à une distance de 10 m de fréquence ν_i qui lui est propre ($\nu_1 = 120$ Hz et $\nu_2 = 170$ Hz). Ces sons seront détectés par un microphone situé sur l'autre train (seulement le son provenant directement de l'autre train est détecté).

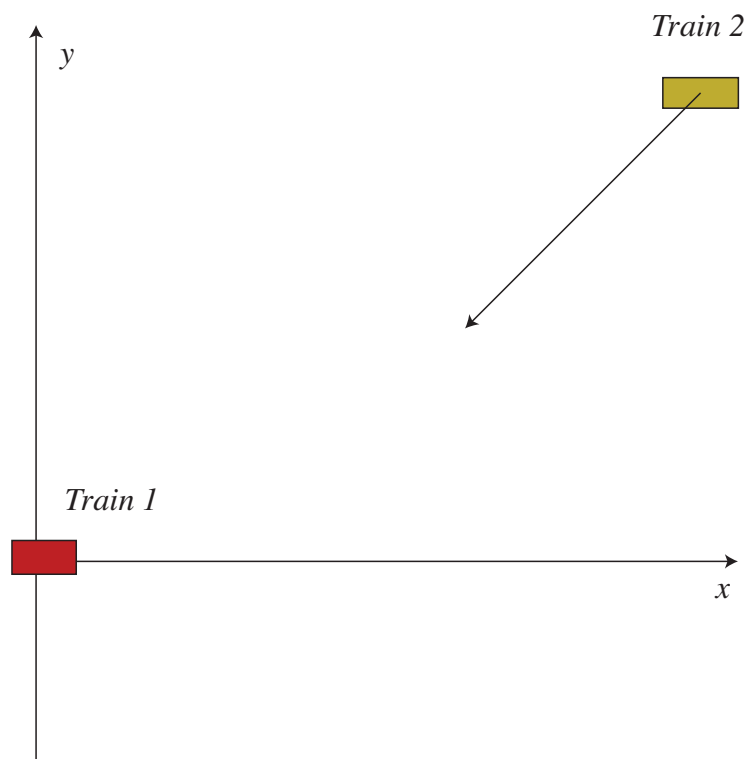


Figure 1: Trajectoire des trains. Au temps $t = 0$ seconde le train 1 est situé à l'origine et se déplace dans la direction $\hat{u}_1 = \hat{x}$. Le train 2 est alors à la position $(x, y) = (3, 2)$ km et se déplace dans la direction $\hat{u}_2 = -1/\sqrt{2}(\hat{x} + \hat{y})$.

On supposera que l'air est à une température de $\Theta = 10$ centigrade avec un taux d'humidité de 70%, la vitesse du son (m/s) étant donnée par

$$c_{\text{son}} = (331.3 + 0.606 \Theta)$$

L'intensité sonore sera affectée par la dispersion (signal sonore sphérique) et l'atténuation $\Delta I(d, \nu)$ en dB dans l'air qui est donnée par la relation

$$\Delta I(d, \nu) = \frac{d}{1000} (0.3 + 0.005(\nu - 100))$$

avec d la distance (m) entre le point où l'intensité de référence est mesurée et le récepteur et ν la fréquence du son dans l'air (Hz).

Le but de ce devoir est de programmer une fonction Matlab qui permet de calculer la fréquence et l'intensité sonore détectées par les microphones m_i localisés sur chacun des trains i en fonction du temps t . Vous devez donc programmer un script Matlab pour effectuer ces calculs. Ce script doit avoir le format d'appel suivant

```
[nuIT1 nuIT2]=Devoir4(vT1,vT2);
```

où les données d'entrée sont

- $vT1$ est la vitesse du train 1 en km/h dans la direction \vec{u}_1 .
- $vT2$ est la vitesse du train 2 en km/h dans la direction \vec{u}_2 .

Les résultats produits par cette fonction Matlab sont

- $nuIT1$, qui est une matrice de 101×2 éléments contenant

- $nuIT1(i,1)=\nu_1(t_i)$
- $nuIT1(i,2)=I_1(t_i)$

avec $\nu_1(t_i)$ et $I_1(t_i)$ la fréquence et l'intensité du son perçu par le microphone localisé sur le train 1 au temps t_i

- $nuIT2$, qui est une matrice de 101×2 éléments contenant

- $nuIT2(i,1)=\nu_2(t_i)$
- $nuIT2(i,2)=I_2(t_i)$

avec $\nu_2(t_i)$ et $I_2(t_i)$ la fréquence et l'intensité du son perçu par le microphone localisé sur le train 2 au temps t_i

Les quatre situations que vous devrez analyser en utilisant ce script Matlab sont les suivantes:

1. Le train 1 est au repos et le train 2 se déplace à une vitesse constante $\vec{v}_2 = 300 \vec{u}_2$ km/h.
2. Le train 2 est au repos et le train 1 se déplace à une vitesse constante $\vec{v}_1 = 250 \vec{u}_1$ km/h.

3. Le train 1 se déplace à une vitesse constante $\vec{v}_1 = 250 \vec{u}_1$ km/h et le train 2 se déplace à une vitesse constante $\vec{v}_2 = 300 \vec{u}_2$ km/h.
4. Le train 1 se déplace à une vitesse constante $\vec{v}_1 = 250 \vec{u}_1$ km/h et le train 2 se déplace à une vitesse constante $\vec{v}_2 = -300 \vec{u}_2$ km/h.

Vous supposerez que les deux trains émettent des sons durant l'intervalle de temps $0 \leq t \leq 80$ secondes. La période de simulation que vous considérerez est de $t = 0$ à $t = 100$ secondes par étapes de 1 seconde.

Dans votre rapport, vous devez :

- décrire les relations que vous avez utilisées pour simuler ce problème ;
- produire des graphiques représentant les variations des intensités sonores et des fréquences perçues par les microphones en fonction du temps sur la période $0 \leq t \leq 100$ secondes par étapes de 1 seconde;
- générer des tableaux donnant l'intensité sonore et la fréquence des signaux sonores détectés par les microphones toutes les 10 secondes.

Des instructions plus détaillées sont fournies dans la fiche d'évaluation du devoir.