

## Devoir 4

Date de remise : 27 novembre 2018

### Effets sonores

Au temps  $t = 0$ , un avion à réaction ayant une **vitesse constante**

$$\vec{v}_{\text{avion}} = 300(\cos(\pi/18), 0, \sin(\pi/18))^T \text{ (km/h)}$$

décolle du point  $\vec{r}_{\text{avion}}(0) = (0, 0, 0)^T$  (position du centre de masse). Au moment de son décollage, cet avion commence à émettre un signal sonore sphérique ayant une **fréquence  $\nu$**  et une **intensité sonore constante** de **160 dB à 100 m**.

Sur un train, dont la position initiale est  $\vec{r}_{\text{train}}(0) = (10, 10, 0)^T$  km et qui se déplace sur une voie ferrée avec une vitesse  $\vec{v}_{\text{train}}$  (voir figure 1), est attaché un microphone. On supposera que ce **microphone ne détecte que les sons qui proviennent directement de l'avion** (pas de sons réfléchis ni de sons provenant d'autres sources sonores).

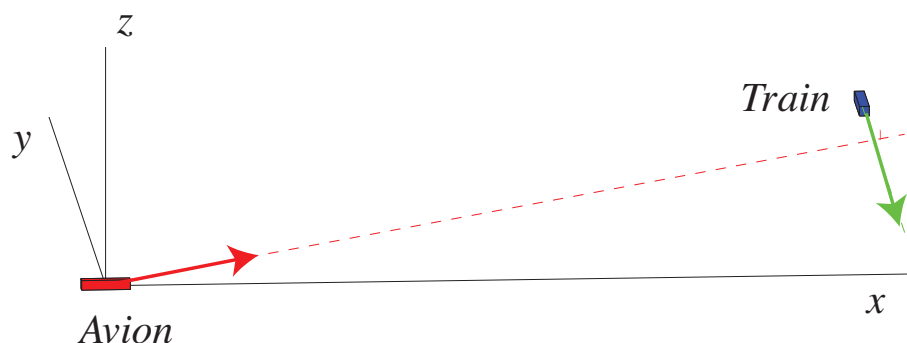


Figure 1: Avion au décollage

Pour vos simulations, vous pouvez supposer que l'air est à une **température ambiante de  $\Theta = 10$  centigrade** avec **un taux d'humidité de 70%**, la vitesse du son étant alors donnée par

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

L'intensité sonore sera **affectée par la dispersion (signal sonore sphérique)** et les **pertes d'énergies dans l'air** dues à la viscosité avec un coefficient  $A(\nu)$  donné par

$$A(\nu) = 0.8 + 0.0041\nu \text{ (dB/km)}$$

Le but de ce devoir est de programmer une fonction Matlab qui permet de **calculer la fréquence et l'intensité sonore détectées par le microphone** localisé sur le train à **toutes les secondes jusqu'à ce que l'intensité sonore soit inférieure à 20 dB**. Vous devez donc programmer un script Matlab pour effectuer ces calculs. Ce script doit avoir le format d'appel suivant

```
[tps fTrain Itrain]=Devoir4(vtrainkmh,fAvion);
```

où les données d'entrée sont

- $v_{trainkmh}=[v_{trainx};v_{trainy};v_{trainz}]$  est un vecteur indiquant la vitesse du train en km/h.
- $f_{Avion}$  est la fréquence du son émis par l'avion (Hz).

Les résultats produits par cette fonction Matlab sont

- $tps$  est le temps  $t_i$  en secondes où le premier signal sonore atteint le microphone situé sur le train.
- $f_{Train}$  est un vecteur contenant la fréquence en Hz mesurée par le microphone à toutes les secondes pour le temps de simulation, le dernier point correspondant au moment où l'intensité sonore est devenue inférieure à 20 dB.

$$- f_{Train}(i)=\nu(t_i)$$

- $I_{train}$  est un vecteur contenant l'intensité en dB mesurée par le microphone à toutes les secondes pour le temps de simulation, le dernier point correspondant au moment où l'intensité sonore est devenue inférieure à 20 dB

$$- I_{train}(i)=I(t_i)$$

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

1. Le train est **au repos** et la fréquence du son émis par l'avion est de 750 Hz.
2. Le train est **au repos** et la fréquence du son émis par l'avion est de 1500 Hz .
3. Le train **se déplace** à une vitesse constante  $\vec{v}_{train} = (0, -250, 0)^T$  km/h et la fréquence du son émis par l'avion est de 750 Hz.
4. Le train **se déplace** à une vitesse constante  $\vec{v}_{train} = (-250, 0, 0)^T$  km/h et la fréquence du son émis par l'avion est de 750 Hz.
5. Le train **se déplace** à une vitesse constante  $\vec{v}_{train} = (250, 0, 0)^T$  km/h et la fréquence du son émis par l'avion est de 750 Hz.

## Instructions pour le rapport et système d'évaluation

Le devoir sera noté sur 15. Cette note sera divisée en deux parties : 10 points seront alloués au rapport et 5 points à la fonction `Devoir4.m` que vous devez rendre avec le rapport.

- Évaluation du rapport (10 points)

1. Mise en page (0,5 point)

Ces points sont accordés pour la qualité globale du rapport.

2. Orthographe et syntaxe (0,5 point)

Le rapport devrait, si possible, être exempt d'erreurs de syntaxe.

3. Introduction (0,5 point)

Le rapport doit inclure une brève description du devoir.

4. Théorie et équations (4 points)

Vous devez fournir les équations utilisées par le logiciel incluant :

- les relations pour déterminer à quel moment le premier son provenant de l'avion est détecté par le microphone sur le train ;
- les relations pour déterminer à quel moment l'avion a émis le son s'il est détecté par le train au temps  $t$  ;
- les relations servant à évaluer la fréquence et l'intensité du son atteignant le train.

5. Présentation et analyse des résultats (4 points)

Vous devez présenter et discuter les résultats obtenus pour les différentes simulations requises. Ceci doit inclure un tableau donnant le temps, la fréquence et l'intensité sonore du premier et du dernier signal sonore détectés par le microphone. Vous devez aussi générer des figures illustrant la variation dans le temps de la fréquence et de l'intensité des signaux sonores perçus par le train.

6. Conclusion (0,5 point)

Vous devez inclure une discussion des problèmes rencontrés lors de la programmation et des simulations.

- Évaluation de la fonction requise pour les simulations (5 points) qui peut être validée en utilisant la fonction `RouleDevoir4.m` fournie sur moodle

1. La fonction `Devoir4.m` est conforme aux instructions du devoir (2 points).

2. Elle peut être exécutée et produit les résultats requis et qui sont ceux que vous avez présentés dans votre rapport (3 points).

- Remise du devoir

1. Les copies imprimées des devoirs doivent être rendues au bureau B258.12 au plus tard à 17 heures le 27 novembre 2018.
2. Les travaux doivent être remis avec la page couverture fournie sur le site moodle du cours. Le numéro du groupe, de l'équipe qui vous est assignée et les noms et matricules des étudiants membres de l'équipe doivent être fournis sur cette page, de façon à faciliter le travail du correcteur.
3. Les logiciels Matlab et Octave sont les seuls permis lors de la remise des travaux.
4. Les sources des programmes doivent être transmises par courriel à l'adresse suivante : [guy.marleau@polymtl.ca](mailto:guy.marleau@polymtl.ca).
5. L'objet du message doit avoir la forme suivante :  
**PHS4700 : Groupe X, équipe Y, devoir 4**  
avec X votre numéro de groupe, Y le numéro d'équipe qui vous sera assigné et Z le numéro du devoir.
6. Le correcteur examinera aussi vos fichiers sources pour s'assurer que l'information fournie dans le rapport est bien celle obtenue avec ces fichiers. Assurez-vous qu'ils sont exécutables sans erreur.