Matlab : applications en mécanique.

LA207, TP4, Noté

Université Pierre et Marie Curie.
Licence de mécanique.

1) Introduction

Il est possible d'analyser ainsi que de synthétiser des fichiers sonores par le biais de Matlab. Le but de ce TP est de prendre en main les outils à disposition pour cela et de les appliquer au cas de la corde vibrante. Les fichiers Spectre.m, Harpe.wav et Diapason.wav sont à copier, depuis le répertoire commun, vers votre dossier courant TP4.

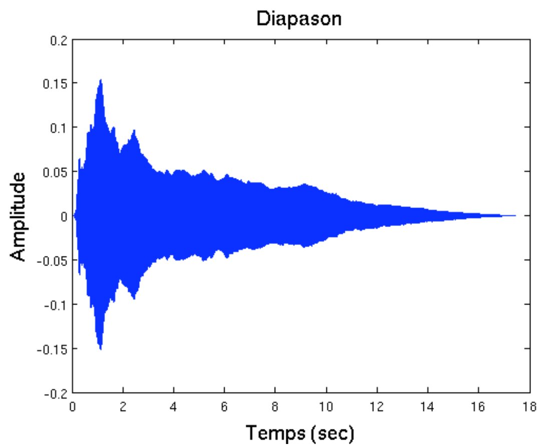
2) Qu'est-ce qu'un fichier audio ?

Un microphone permet de mesurer la surpression acoustique environnante. En sortie du microphone, ce signal de pression a été converti en un signal électrique qui peut ensuite être enregistré sous un format numérique. Ceux-ci sont nombreux, aussi nous ne travaillerons dans ce TP qu'avec des fichiers au format WAV.

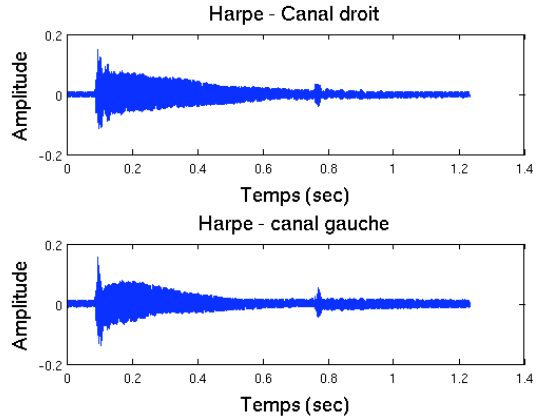
a- La fonction *wavread* permet de charger un fichier audio. Utilisez l'aide afin d'en comprendre le fonctionnement ainsi que les paramètres retournés par cette fonction.
b- Que représente la fréquence d'échantillonnage ?

3) Analyse temporelle

a- Charger le fichier « Diapason.wav ». Ecoutez-le à l'aide de la fonction *soundsc* (utilisez l'aide si besoin !)
b- Tracer le signal temporel du diapason...en fonction du temps ! Vous obtiendrez la figure ci-dessous.



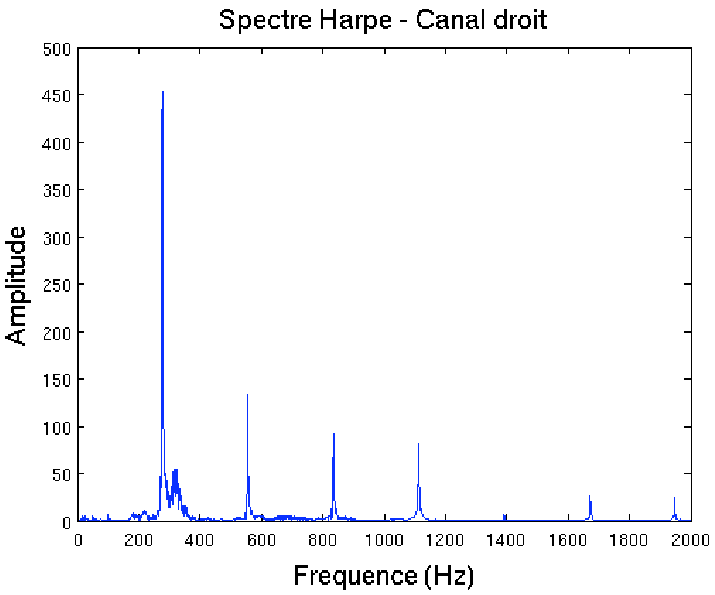
c- Un son pur étant un son sinusoïdal, estimer la fréquence du diapason enregistré.
d- Effectuer la même démarche avec le fichier « Harpe.wav ». Vous tracerez la figure proposée ci-dessous.



4) Analyse fréquentielle

Une autre manière d'analyser un signal est de l'étudier dans le domaine des fréquences. La fonction *Spectre.m* vous permet de calculer le spectre d'un signal. Il s'agit de représenter l'énergie que celui-ci contient sur la gamme de fréquence choisie ici de 0Hz à 2000Hz.

a- Après avoir utilisé la fonction *help* pour comprendre l'utilisation de la fonction (ie les variables d'entrée et de sortie) *Spectre.m,* appelez celle-ci dans votre script afin d'afficher les spectres du signal de diapason et de harpe.
b- Retrouver à partir des spectres ainsi tracés la fréquence du diapason et la fréquence fondamentale de la corde de harpe.



5) Comparaison théorie/expérience

Vous avez pu observer qu'un signal de diapason était un signal sinusoïdal de fréquence f = 440Hz environ. Ce signal est amorti au cours du temps de manière exponentielle. On peut ainsi exprimer le signal de vibration d'un diapason de la manière suivante : y(t) = A sin(ωt)exp(-bt).

Synthétiser un signal de diapason. Superposer au signal réel. Par itérations successives, estimez la valeur des coefficients A et b adequat afin de rendre la simulation plus proche possible du signal réel. Comparer les rendus sonores.

6) La corde vibrante, généralités

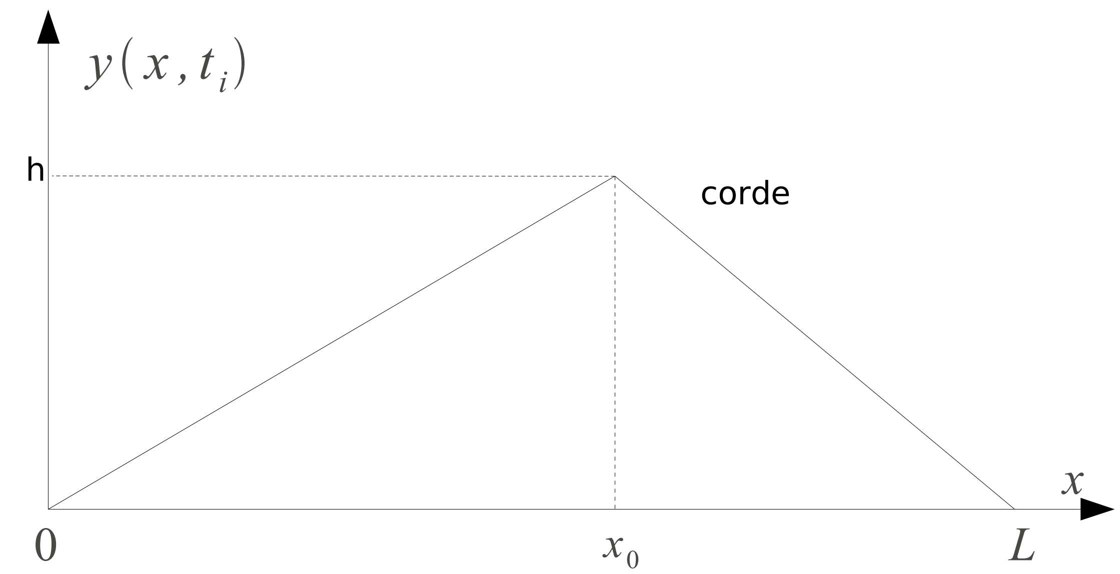
Examinons le cas simple d'une corde idéale (i.e. homogène, de masse linéïque μ, de section droite S constante, de tension uniforme T, sans amortissement, supposée vibrer uniquement dans un plan) fixée rigidement en ses deux extrémités. A la fin de la phase de pincement de la corde par le doigt du musicien, celle-ci a été déformée et possède une certaine vitesse. Ces deux paramètres vont participer à la description de la vibration de la corde. En effet, on peut montrer que celle-ci est régie par la relation suivante

$$y(x,t)=\sum_{n=1}^{n=\infty}\left(A_n\sin(\omega_n t)+B_n\cos(\omega_n t)\right)\sin(k_n x) \quad (1)$$

Où $k_n = n\pi/L$ est le nombre d'onde, $\omega_n = n\pi c/L$ avec $c^2 = T/\mu$ la célérité des ondes dans la corde. A_n et B_n sont les amplitudes modales

$$A_n=\frac{2h\sin(k_n x_0)}{k_n^2 x_0(L-x_0)} \qquad B_n=\frac{2v\sin(k_n x_0)}{k_n^3 c x_0(L-x_0)}$$

Avec h et v le déplacement et la vitesse de la corde au début de la vibration au point de pincement d'abscisse x_0.



7) Vibration d'un point de la corde

a) A partir de la formule (1), écrire un script permettant de visualiser la vibration de la corde en un point d'abscisse x = L/10 sur une durée de 1s. On peut donc voir le signal à synthétiser comme un vecteur y(t) dont les valeurs évolues uniquement avec le temps uniquement. On choisira un pas temporel entre deux échantillons de 0.125ms.

b) En ré-utilisant le script écrit à la question précédente, calculer y(x,t) la vibration de l'ensemble de la corde sur une durée de 50ms. y(x,t) peut maintenant être vu comme un tableau dont une direction représente l'axe des temps alors que l'autre représente l'axe des abscisses de la corde. On choisira un pas spatial entre deux échantillons L/100.

c) Représenter le mouvement de la corde entière au cours du temps (i.e. à un instant t donné, vous obtiendrez donc une courbe semblable à celle ci-dessus). On utilisera la fonction *drawnow*.

Remarque : On choisira comme caractéristiques de la corde : L = 54.2cm, T = 169N, μ = 0.0019kg/m, de pincement h = 5mm et v = 1m/s et enfin, on limitera la somme infinie à N = 50.