

TP1. Echantillonnage, traitement du son.

Objectifs : Analyse spectrale et temporelle de signaux sonores audibles, traitement simple sur un signal numérique.

Matériel : Une machine PC dotée de Matlab. On utilisera le programme "magnétophone" qui se trouve dans le menu démarrer, sous windows. Audacity peut convenir aussi.

Fonctions matlab étudiées : `wavread()`, `wavwrite()`, `sound()`, `plot()`, `figure()`

Fonctions fournies : Vous trouverez sur e-campus un dossier zipppé (FichiersUtilesMatlab.zip) avec les fichiers nécessaires pour réaliser ce TP et les suivants. Fonctions qui serviront dans ce TP : `spectre()`

Contrôle du TP : Rédiger un rapport avec les réponses aux questions, les images commentées, les scripts utilisés. Ce rapport vous servira à vous pour le TP d'évaluation, pour lequel internet sera coupé, mais vous aurez droit à vos rapports (et à vos scripts et fonctions).

Echantillonnage, notes.

1. Créez sous matlab la fonction $f(t) = \cos(2\pi 440t)$; quelle est sa période, sa fréquence (la fréquence est l'inverse de la période) ? Quelle période d'échantillonnage et quelle fréquence d'échantillonnage avez-vous choisi ?
2. Jouez cette note, un la, avec la fonction sound de matlab : `sound(f,Fe)` où Fe est la fréquence d'échantillonnage de la note (nombre d'échantillons par seconde).
3. Jouez d'autres notes : do, si... Pour cela vous devez chercher sur internet leurs fréquences. Comment faire pour faire durer deux fois plus une note ? Pour la jouer une octave plus grave ? Composez une musique : faites jouer à matlab les premières notes de "j'ai du bon tabac"; vous trouverez les notes sur internet !

Analyse de sons complexes.

La fonction `wavread()` permet de lire un fichier .wav et de stocker les échantillons du signal sous la forme d'un vecteur dans matlab. Tapez `help wavread` pour obtenir le détail sur cette fonction. Elle va permettre d'échantillonner le son, c'est-à-dire de le discréteriser en représentant ce signal continu à l'aide d'un certain nombre d'échantillons.

1. Ecrire un script ou une fonction qui :
 - Saisit le nom du fichier .wav à traiter. La saisie du nom de fichier se fait entre quote, sans préciser l'extension.
 - Stocke dans une variable y les échantillons du signal, dans une variable Fe la fréquence d'échantillonnage et dans une variable Nbq le nombre de bits de quantification. Dans quel intervalle vivent les amplitudes des échantillons ?
 - Récupère dans une variable N, le nombre d'échantillons du signal.
 - Reconstitue la datation des échantillons avec un vecteur t, fonction de N et Fe.
 - Affiche le signal sur une figure 1 : `figure(1); plot(t,y)`
 - Affiche le spectre sur une figure 2 : `figure(2); spectre(t,y)`
 - Joue le son : `sound(y,Fe)` (mettez vos casques!).

Tester sur le signal 'la1.wav'.
2. Editer dans le magnétophone le fichier la1.wav : De quel son s'agit il ? Quelles sont ses caractéristiques : taille, durée, fréquence d'échantillonnage, nombre de bits de quantification. Quelle est la relation entre ces quatre variables ?
3. Identifiez sur ce signal les caractéristiques de l'enveloppe d'une note musicale : attaque, déclin, maintien, et chute, correspondants aux différentes pentes de l'enveloppe.

Analyse fréquentielle

Cette partie permet d'aller plus loin que le minimum exigé. Ce qui est fait ici ne sera pas demandé dans le TP d'évaluation.

1. Quelle est la bande passante du signal "la1.wav" ? Identifiez la partie utile de la bande passante et justifiez la coupure à 11025 KHz.
2. Montrer que ce signal est périodique. quelle est sa période ?

3. Donner la valeur du fondamentale et des premiers harmoniques. On pourra utiliser la fonction zoom du menu tools de la fenêtre figure et les outils évolués pour commenter directement sur la figure. On remarque que le son est précédé d'un long blanc inutile, ainsi que d'un rebond en fin de fichier. Supprimer ces deux zones inutiles pour l'audition. Quelle est la taille du nouveau vecteur y ? Le spectre est il modifié ? justifiez.
4. Utilisez la fonction "wavwrite", pour écrire dans un fichier "la1tronc.wav", le son nettoyé.
5. Appliquez maintenant votre script au fichier "la2.wav". Quelle est la bande passante utile de ce nouveau signal ? A l'oreille la note est située une octave plus haut que la note précédente "la1.wav" comment cela se traduit il au niveau spectral ? Effectuez le traitement pour isoler la partie utile du signal temporelle sur un nombre d'échantillons identique à celui du signal "la1tronc.wav". Enregistrez le fichier sous "la2tronc.wav".
6. Ecrire un nouveau script qui fasse la somme des deux signaux "la1tronc.wav" et "la2tronc.wav". Quelle est la bande passante du signal résultant ? Quel effet acoustique cela donne-t-il ?
7. Ajouter suivant le même principe les deux autres son la3 et la4, quel est l'effet sur le spectre ? et sur l'écoute ?
8. Charger dans votre script le fichier "bruit.wav". Relever l'allure temporelle et fréquentielle. Quelle est la caractéristique spectrale de ce signal ? Zoomer en basse fréquence, vous verrez apparaître une composante périodique du signal. Quelle est sa fréquence, d'où provient elle ? Quelle est l'amplitude de ce signal ? Quel est son format de numérisation ?