

- 
- 1. Création d'un son pur de 100 Hz, durant 4 secondes, d'échantillonnage à 22'050 [Hz].**
- 1.1** Créez un vecteur qui contiendra un son pur à 100 [Hz], qui dure 4 secondes.  
Sa fréquence d'échantillonnage doit être de 22'050 [Hz]. Amplitude = 0.8.  
Un son pur est formé d'un sinus.  
Tracez le graphique de l'amplitude de ce son en fonction du temps, avant de l'écouter.  
Observez et étudiez les graphiques de la série précédente pour créer ce vecteur de son.
- 1.2** Vérifiez sur le graphique que la période du signal est bien celle attendue.
- 
- 2. Création d'un son pur de 400 Hz, durant 2 secondes, d'échantillonnage à 22'050 [Hz].**
- 2.1** Créez un vecteur qui contiendra un son pur à 400 [Hz], qui dure 2 secondes.  
Sa fréquence d'échantillonnage doit être de 22'050 [Hz]. Amplitude = 0.4.  
Tracez le graphique de l'amplitude de ce son en fonction du temps, avant de l'écouter.
- 2.2** Vérifiez sur le graphique que la période du signal est bien celle attendue.
- 
- 3. Création d'un son pur de 400 Hz, durant 2 secondes, d'échantillonnage à 22'050 [Hz], avec un fondu en entrée et un fondu en sortie.**
- 3.1** Créez un vecteur qui contiendra un son pur à 400 [Hz], qui dure 2 secondes.  
Sa fréquence d'échantillonnage doit être de 22'050 [Hz]. Amplitude = 0.4.
- 3.2** Modifiez le son, pour avoir un fondu en ouverture lors de la première demi seconde.  
Un "fondu en ouverture" signifie que le son est très faible au départ et augmente durant un certain temps, pour arriver à son niveau "normal".
- 3.3** Modifiez le son, pour avoir un fondu en fermeture lors de la dernière demi seconde.  
C.f. le logiciel Audacity pour des effets.  
Tracez le graphique de l'amplitude de ce son en fonction du temps, avant de l'écouter.
- 
- 4. Battement de deux sons purs de 400 Hz.**
- 4.1** Créez un vecteur qui contiendra un son pur à 400.0 [Hz], qui dure 6 secondes.  
Sa fréquence d'échantillonnage doit être de 22'050 [Hz]. Amplitude = 0.4.
- 4.2** Créez un vecteur qui contiendra un son pur à 400.5 [Hz], qui dure 6 secondes.  
Sa fréquence d'échantillonnage doit être de 22'050 [Hz]. Amplitude = 0.4.
- 4.3** Créez un vecteur qui est la somme des deux précédents.  
Tracez le graphique de l'amplitude de ce son en fonction du temps, avant de l'écouter.
- 4.4** Vous constatez un battement, la fréquence est d'environ 400 [Hz], son intensité varie de 0 à 0.8.  
Quelle est la période de battement ?  
Quel est le lien entre la période de battement et les fréquences des deux signaux de bases ?
- 4.5** Faire la différence des deux signaux de bases au lieu de leur somme, change-t-il quelque chose de fondamental sur le signal résultant ?
- 
- 5. Création d'un son sinusoïdal de fréquence variable.**
- 5.1** Strictement parlant, on ne peut pas parler de fréquence à un instant donné, mais si le signal se comporte comme un sinus durant un petit intervalle de temps, avec une période presque invariable, cela permet de parler d'une fréquence instantanée. Voyons un exemple.  
Créez le vecteur suivant :  $y(j) = 0.8 * \sin(2 * \pi * \alpha * t_j)$ , où  
 $t_j = (j-1) / F_s$ ;  $F_s = 22'050$ ; et  $\alpha = 100 + 15 * t_j$ ;  $t_j$  variant de 0 à 10 [s].
- 5.2** Tracez le graphique de l'amplitude de ce son en fonction du temps, avant de l'écouter.  
Ceux qui ont une oreille musicale peuvent déterminer le rapport entre la fréquence du son à la fin et la fréquence du son au début. Autrement dit, de combien d'octaves augmente le son ?
- 5.3** En zoomant sur le début du graphique, déterminez la fréquence initiale.
- 5.4** En zoomant sur la fin du graphique, déterminez la fréquence finale.
- 5.5** Remarquez que la variable "alpha" (qui dépend du temps) ne correspond pas à la fréquence instantanée !  
Déterminez le lien entre "alpha" et la fréquence.
- 5.6** Quel signal faudrait-il produire pour avoir une fréquence de 100 [Hz] au départ et une fréquence de 200 [Hz] après 10 secondes ?
-

**6. Création d'un son sinusoïdal de fréquence variable entre 100 et 200 [Hz].**

**6.1** De façon générale, si le signal vaut :  $y(t) = A \cdot \sin(\phi(t))$ , quelle est sa "fréquence instantanée" au temps  $t$  ?

Dans ce cas on peut donner une définition précise de la "fréquence instantanée", qui correspond à la définition dans le cas de fréquence fixe et à l'intuition.

**6.2** Créez un vecteur qui contiendra un son sinusoïdal de fréquence égale à 100 [Hz] au départ, qui augmente régulièrement pour arriver à une fréquence de 200 [Hz] après 10 secondes.

Sa fréquence d'échantillonnage doit être de 22'050 [Hz]. Amplitude = 0.4.

**6.3** Tracez le graphique de l'amplitude de ce son en fonction du temps, avant de l'écouter.

Ceux qui ont une oreille musicale devraient entendre que le son augmente d'une octave en 10 secondes.

**6.4** En zoomant sur le début du graphique, vérifiez que la fréquence initiale est de 100 [Hz].

**6.5** En zoomant sur la fin du graphique, vérifiez que la fréquence finale est de 200 [Hz].

**7. Création d'un son sinusoïdal de fréquence variable de 5'000 [Hz] à 22'000 [Hz].**

**7.1** Créez un vecteur qui contiendra un son sinusoïdal de fréquence égale à 5'000 [Hz] au départ, qui augmente régulièrement pour arriver à une fréquence de 22'000 [Hz] après 17 secondes.

Donc la fréquence augmente régulièrement de 1'000 [Hz] par seconde.

Sa fréquence d'échantillonnage doit être de 4\*22'050 [Hz]. Amplitude = 0.4.

**7.2** Tracez le graphique de l'amplitude de ce son en fonction du temps, avant de l'écouter.

À partir de quand vous n'entendez plus le son ?

À partir de quelle fréquence vous n'entendez plus le son ?

Les personnes âgées sont beaucoup plus limités que vous pour entendre les hautes fréquences !

**8. Création d'un son sinusoïdal de fréquence variable de 0 [Hz] à 100 [Hz].**

**8.1** Créez un vecteur qui contiendra un son sinusoïdal de fréquence égale à 0 [Hz] au départ, qui augmente régulièrement pour arriver à une fréquence de 100 [Hz] après 10 secondes.

Donc la fréquence augmente régulièrement de 10 [Hz] par seconde.

Sa fréquence d'échantillonnage doit être de 22'050 [Hz]. Amplitude = 0.4.

**8.2** Tracez le graphique de l'amplitude de ce son en fonction du temps, avant de l'écouter.

À partir de quand commencez-vous à entendre le son ?

À partir de quelle fréquence vous commencez à entendre le son ?

**9. Création d'un son en créneaux de fréquence à croissance exponentielle.**

**9.1** Avant de commencer à programmer, utiliser une feuille de papier, un crayon ou stylo et vos neurones.

Créez un vecteur qui contiendra un son en créneaux de fréquence égale à 1 [Hz] au départ, qui augmente exponentiellement pour arriver à une fréquence de 31'600 [Hz] après 45 secondes.

La fréquence doit être multipliée par 10 toutes les 10 secondes.

Sa fréquence d'échantillonnage doit être de 4\*22'050 [Hz]. Amplitude = 0.4.

Remplacez le sinus(..) par "sign(sin(...))", pour avoir un signal carré.

**9.2** Tracez le graphique de l'amplitude de ce son en fonction du temps, avant de l'écouter.

À partir de quand arrêtez-vous d'entendre des "tacs" distincts, pour entendre un son continu ?

À quelle fréquence cela correspond-il ?

**9.3** Vers la fin, des bruits étranges apparaissent. Saurez-vous trouver une explication ?

**9.4\*** Au lieu d'avoir une fréquence qui augmente, vous partez d'une fréquence de 150 [Hz], pour descendre exponentiellement vers une fréquence de 1 [Hz].

Chaque 10 secondes, la fréquence doit être divisée par 10.

À partir de quand entendez-vous des "tacs" distincts et plus un son continu ?