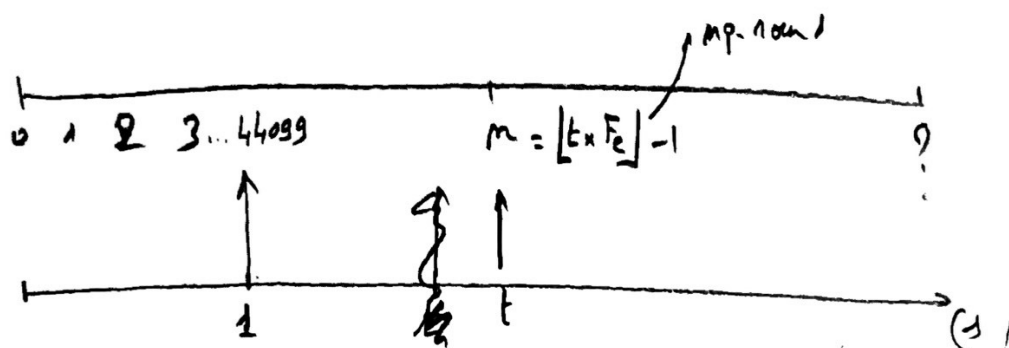


2

t



TP SIGNAL : ANALYSE FRÉQUENTIELLE VIA LA FFT

IMAC1

1. CHARGER ET DÉCOUPER UN SIGNAL ACOUSTIQUE

Télécharger le fichier 'Domine_quando_veneris_debut.wav' en le sauvegardant dans le répertoire de travail de Python.

Vous travaillerez avec deux parties stationnaires du signal :

- 'signal1' est le signal entre les instants 1.5s et 2.5s
- 'signal2' est le signal entre les instants 5.5s et 6.5s.

- (1) Charger le signal dans l'environnement Python. La fonction est `scipy.io.wavfile.read` ou, en abrégé ici, `io.read` (consulter le cas échéant la page d'aide de cette fonction). Quelle est la fréquence d'échantillonnage ?
 - (2) Assurez-vous que le signal est stéréo : `print(np.shape(data))`. Transformez ce signal stéréo en signal mono en moyennant les deux colonnes de la matrice signal. Normalisez le signal en divisant toutes les valeurs par `2**15`.
 - (3) Extraire 'signal1' et 'signal2'. Calculez la constante N_1 (respectivement N_2) définie comme le nombre d'échantillons de 'signal1' (respectivement de 'signal2').
 - (4) Calculer la puissance de chacun des deux signaux.
 - (5) Dans la Figure 1 que vous couperez en 4 sous-figures (fonction `plt.subplot`), dessiner les graphes suivants (axe des abscisses gradué en secondes)
 - (a) 'signal1' entier ;
 - (b) une partie centrale de 'signal1' (que vous choisirez) de durée 0.05s ;
 - (c) 'signal2' entier ;
 - (d) une partie centrale de 'signal2' (que vous choisirez) de durée 0.05s.
- Remarque :** pour zoomer, une solution consiste à taper `plt.xlim(x_min, x_max)`.
- (6) Ecoutez ces deux signaux. Pour écouter un signal générique `x` codé à la fréquence d'échantillonnage `Fe`, il suffit de taper :
 - (a) `UnSon = Audio(x, rate=Fe)`
 - (b) `display(UnSon)`
 - (7) Les deux parties extraites sont-elles, "à l'oreille", stationnaires ?

2. DESSINER UN PÉRIODOGRAMME

- (1) Calculer la FFT X_1 de 'signal1'.
- (2) En déduire le périodogramme I_1 .
- (3) Dessiner sans façons (cela veut dire : sans se soucier de l'échelle des abscisses) le graphe de I_1 (Figure no 2). Rendre le graphe agréable (titre, ordonnées,...)

Date: 17 mai 2023.

- (4) Dessiner dans la Figure no 3 le graphe du périodogramme où cette fois, l'axe des abscisses est gradué en fréquences normalisées, ces dernières s'étendant de 0 à 0.5.
- (5) Dessiner dans la Figure no 4 le graphe du périodogramme où cette fois, l'axe des abscisses est gradué en fréquences en Herz, ces dernières s'étendant de 0 à 5000Hz.
- (6) Dessiner dans la Figure no 5, même question que la précédente mais cette fois, c'est le graphe du périodogramme en décibels qu'il faut tracer, c'est-à-dire que l'on transformera le vecteur I1 en $10 \cdot \text{np.log}_{10}(I1)$.
- (7) Une fois les codes précédents validés, coder une fonction `periodo(...)` qui prend comme arguments :
 - (a) un signal,
 - (b) la fréquence d'échantillonnage,
 - (c) Fmin et Fmax
et qui renvoie
 - (d) le périodogramme en décibels et
 - (e) le vecteur des fréquences associées.

3. INTERPRÉTER UN PÉRIODOGRAMME

- (1) Reprendre la Figure no 4 (ou la Figure 5) et commenter.
- (2) Graphiquement, en effectuant les agrandissements qui s'imposent, déterminer "à la main" donc, la position des pics du périodogramme.
- (3) Montrer que les abscisses trouvées à la question 4) appartiennent à un ensemble

$$\{f_1, 2f_1, 3f_1, \dots\}$$
 et vous déterminerez f_1 . Quelle est l'harmonique la plus haute que le périodogramme détecte ?
- (4) Dans la Figure 6, dessiner le périodogramme de 'signal2' et reprendre la question 2).
- (5) Montrer que les abscisses trouvées à la question 4) appartiennent à un ensemble

$$\{f_2, 2f_2, 3f_2, \dots\} \cup \{f_3, 2f_3, 3f_3, \dots\}$$
 et on déterminera f_2 et f_3 .
- (6) Interpréter le résultat précédent.
- (7) Calculer $\frac{f_2}{f_3}$ et déterminer l'intervalle.

4. TRAVAIL PERSONNEL

- (1) Enregistrer un accord de deux sons de durée égale, environ, à 1 seconde.
- (2) Effectuer l'analyse de l'accord en suivant la méthode vue dans les sections précédentes.