

# TRAVAUX PRATIQUES de TRAITEMENT du SIGNAL

---

Frédéric ABLITZER, Bruno BROUARD, Bertrand LIHOREAU, Balbine  
MAILLOU, Laurent SIMON

# TP 4

## Transformée de Fourier partie 2

### 4.1 Transformée de Fourier et fenêtrage

Objectif : À partir du programme `ex4_1.m`, observer l'impact du fenêtrage sur le spectre obtenu.

Ce programme permet de charger un fichier son (.wav) et de visualiser son évolution temporel ainsi que son spectre. Il permet également de sélectionner une fenêtre temporelle plus courte sur laquelle sera effectuée la Transformée de Fourier.

#### 4.1.1 Analyse fréquentielle

Dans cette première partie, on cherche à déterminer le plus précisément possible la hauteur d'une note de musique jouée au saxophone.

- Q1. Charger le fichier `sax.wav`. Pourquoi ce signal peut-être qualifié de pseudo-périodique ?
- Q2. Observer le spectre du signal complet. Zoomer sur le premier pic de manière à déterminer la fréquence du fondamental. Peut-on déterminer cette fréquence facilement ?
- Q3. Limiter la fenêtre d'analyse pour  $t \in [0.1 - 1]$  s de manière à enlever les transitoires. Décrire la modification du pic de la fréquence fondamentale du spectre.
- Q4. Même question en limitant la fenêtre d'analyse pour  $t \in [0.1 - 0.2]$  s.

#### 4.1.2 Transcription de mélodie

Les fichiers `Basse_60.wav` et `Basse_240.wav` sont des mélodies jouées aux tempos de 60 et 240 à la noire. Les mélodies sont jouées en doubles croches. Cela signifie que les notes durent 0.25 s pour le fichier `Basse_60.wav` et 0.0625 s pour le fichier `Basse_240.wav`.

- Q5. Charger le fichier `Basse_60.wav`. Écouter le fichier. Observer le spectre du signal complet. Peut-on transcrire la mélodie à partir du spectre sur le signal complet ? Pourquoi ?
- Q6. Fenêtrer le signal de manière à isoler les différentes notes. Observer le spectre et déterminer la fréquence de chaque fondamentale.
- Q7. Transcrire la mélodie en vous aidant du tableau de correspondance disponible sur [http://fr.wikipedia.org/wiki/Note\\_de\\_musique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Note_de_musique).
- Q8. Suivre la même procédure avec le fichier `Basse_240.wav`. La détection des notes est-elle aussi facile qu'avec le fichier précédent ? Pourquoi ?
- Q9. En particulier, expliquer pourquoi la détection des premières notes est plus difficile.

### 4.1.3 Régime moteur

Le fichier Car.wav est un enregistrement d'une voiture à l'arrêt. Le conducteur fait varier le régime moteur.

- Q10. Charger et écouter le fichier son.
- Q11. En fenêtrant judicieusement le signal, déterminer le régime moteur au ralenti.
- Q12. Déterminer de la même manière le régime moteur maximal de l'extrait.
- Q13. Peut-on déterminer très précisément l'instant  $t$  où le régime moteur maximal est atteint dans l'enregistrement ?

## 4.2 Identification de systèmes

À partir du programme **ex4\_2.m**, on cherche à identifier les caractéristiques d'un système. Le système étudié ici est un filtre basse-bas. Ce système est excité à l'entrée par un signal  $e(t)$  et on mesure le signal de sortie  $s(t)$ .

- Q14. Quelle relation relie les signaux  $e(t)$ ,  $h(t)$  et  $s(t)$  dans le domaine temporel ?
- Q15. Même question dans le domaine fréquentiel.
- Q16. Que signifie identifier un système ?
- Q17. Dans quel domaine l'identification du système est-elle plus aisée ? Pourquoi ?
- Q18. Charger dans l'applet **ex4\_2.m** différents signaux d'entrée issus du répertoire **Signaux**. Décrire chacun des signaux d'entrée (large bande, bande étroite, basse fréquence, haute fréquence, spectre de raies ou pas,...).
- Q19. Observer la réponse en fréquence  $H(F)$  du système obtenue. Pour chaque signal, comparer la réponse en fréquence du système identifiée, avec celle issue de la formule analytique.
- Q20. Quel signal d'entrée permet la meilleure identification ? Pourquoi ?
- Q21. En déduire les précautions à prendre pour identifier correctement un système.