

# Traitement du Signal

TP N° 3

L'étude du signal de flute se poursuit au travers de ce TP.

*Les phrases en italique correspondent à des questions qui doivent être préparées avant la séance de TP.*

## 1 Analyse spectrale paramétrique du signal de flute

On cherche à réaliser une analyse fréquentielle du signal de flute. On suppose que ce signal correspond à un modèle AR( $L$ ) de la forme

$$X(n) = h_L(1)X(n-1) + \dots + h_L(L)X(n-L) + B(n)$$

où  $h_L(1), \dots, h_L(L)$  sont les coefficients de prédiction linéaire que nous avons définis dans le TP précédent et  $B(n)$  est un bruit blanc centré dont la variance est égale à l'erreur quadratique moyenne de prédiction,  $\mathcal{E}(\mathbf{h}_L)$ .

*Sous ces hypothèses, quelle est l'expression de la densité spectrale de puissance (dsp) de  $X(n)$  ?*

A l'aide de Scilab, représentez graphiquement cette dsp. On prendra  $L = 7$  et on tracera la dsp en échelle logarithmique (utilisez les fonctions `frmag` et `plot2d`). On prendra en compte la fréquence d'échantillonnage des données :  $F_e = 8$  KHz.

Pour quelles fréquences observe-t-on des pics de la dsp ? (on pourra utiliser la fonction `max`) ? Existe-t-il un lien entre ces fréquences ? Comment peut-on interpréter ces résultats ?

## 2 Analyse spectrale non paramétrique

### 2.1 Le périodogramme standard

Le périodogramme est un outil permettant d'estimer la DSP d'un signal. Il se construit de la manière suivante :

- Tronquer le signal  $X(n)$  (Prendre  $N$  échantillons consécutifs). Soit  $X_N(n)$  le signal tronqué.
- Calculer la TFD du signal tronqué (utiliser la fonction Scilab `fft`)  
 $\tilde{X}(k/N) = TFD\{X_N(n)\}$ .
- Le périodogramme  $\pi_N(k/N)$  est alors égal à

$$\pi_N(k/N) = \frac{1}{N} |\tilde{X}(k/N)|^2$$

Calculez le périodogramme standard pour  $N = 128, 256, 512$  et commentez.

### 2.2 Le périodogramme moyenné

Prenez  $N = 128$ . Calculez le périodogramme sur un nombre  $M$  de sections différentes du signal. On obtient le périodogramme moyenné  $\bar{\pi}_N(k/N)$  :

$$\bar{\pi}_N(\nu) = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \pi_{N,m}(\nu)$$

Avec  $\pi_{N,m}(\nu)$  le périodogramme standard de la section numéro  $m$ . Calculez le périodogramme moyenné pour  $M = 10, 20$  et  $35$  et commentez.

Expliquez les différences avec la DSP obtenue avec l'analyse spectrale paramétrique.