



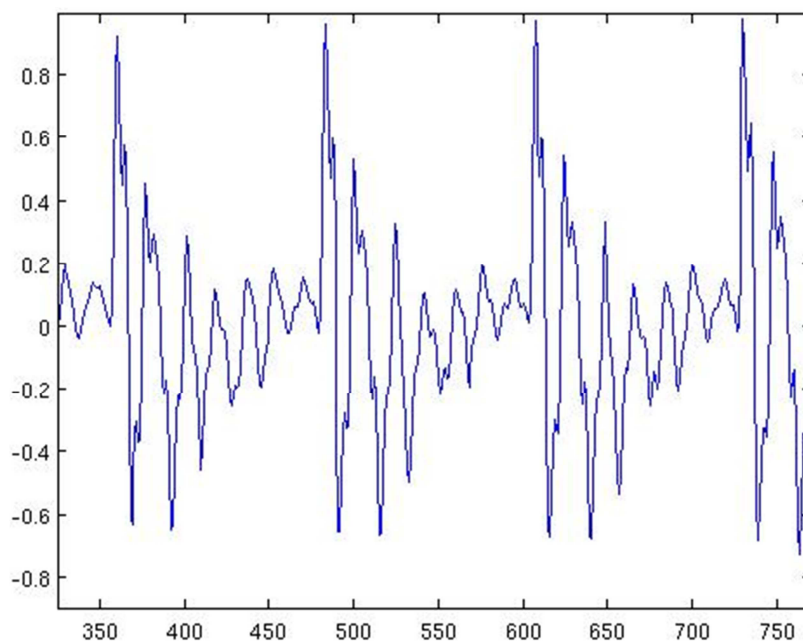
## M1 - Informatique

### IAN - Introduction à l'Audio Numérique

#### Travaux Dirigés n°3 : fréquence fondamentale

##### 1. Par analyse temporelle du signal

Soit la représentation temporelle du signal ci-dessous.



- Calculer approximativement la valeur de la fréquence fondamentale en Hertz, sachant que la fréquence d'échantillonnage est de 16 kHz et que l'abscisse représente le numéro des échantillons.
- Est-ce plutôt un homme ou une femme ?

##### 2. Par analyse spectrale

Soit le spectre d'amplitude  $S$  suivant :

$$S = [0 \ 0 \ 0 \ 0.3 \ 0 \ 0.6 \ 0 \ 0.3 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.3 \ 0 \ 0.6 \ 0 \ 0.3 \ 0 \ 0]$$

Il a été obtenu par le module de la transformée de Fourier d'une trame de taille  $N = 32$ , échantillonnée à une fréquence de 16 kHz.

- Tracer ce spectre. Est-ce un son harmonique ?
- Donner la représentation des axes : noms, unités, bornes, tailles des paliers.
- Donner la fréquence fondamentale et les harmoniques.
- Quelle note s'en rapproche le plus ?
- Quelle est la note située 6 demi-tons en-dessous ?

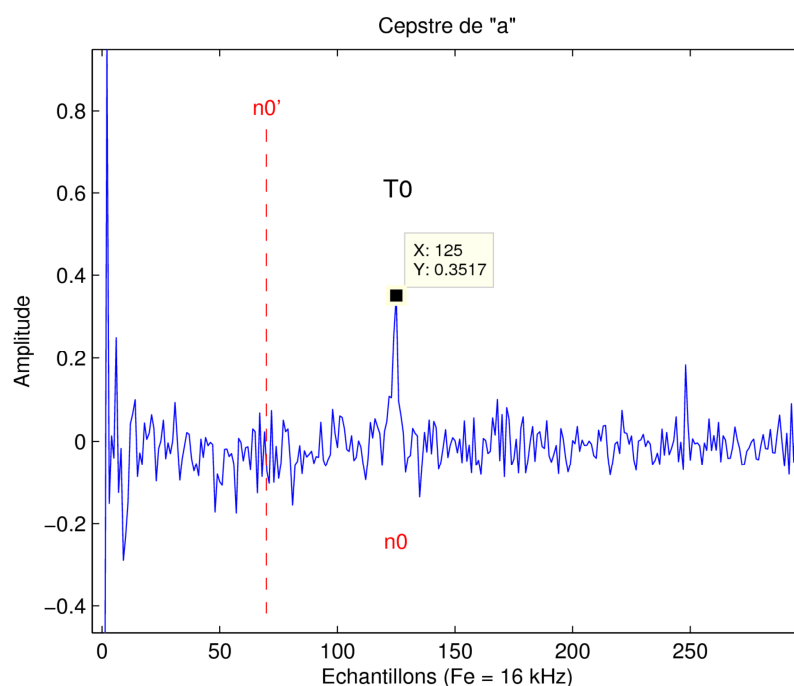
### 3. Par analyse cepstrale

- a) Supposons que le signal de parole soit le produit de la convolution d'une source (l'air des poumons qui passe dans le larynx) et de la résonance dans le conduit vocal :

$$S_n = e_n \otimes c_n$$

Afin de parvenir à l'expression du cepstre, appliquer les étapes suivantes : transformée de Fourier – passage au logarithme – transformée de Fourier inverse. Que pouvez-vous en conclure ?

- b) Écrire « spectre » et « cepstre » en phonétique. Sachant que le « cepstre » a été réalisé avec une permutation sur « spectre », expliquer les variantes de prononciation du mot « cepstre ».
- c) Soit la représentation temporelle du cepstre ci-dessous. Sachant que la période fondamentale  $T_0$  a pour abscisse  $n_0 = 125$  échantillons et que le signal a une fréquence d'échantillonnage de 16 kHz, quelle est la valeur de la fréquence fondamentale  $F_0$  ?



- d) Est-ce plutôt un homme ou une femme ?
- e) La première harmonique de la période fondamentale ( $2 \cdot T_0$ ) est-elle présente dans ce tracé ?
- f) Comment peut-on choisir le point de coupure  $n_0$  pour être sûr que  $T_0$  soit toujours supérieur (en considérant que  $F_0$  puisse varier de 50 à 450 Hz), tout en conservant un maximum d'informations sur le conduit vocal ?

### 4. Par le calcul

- a) Ecrire une fonction en algorithme qui permette de calculer la fréquence fondamentale sur une fenêtre d'un signal par la méthode AMDF.
- b) Écrire un algorithme faisant appel à la fonction précédente capable de traiter un signal par fenêtre glissante et produisant un vecteur correspondant au  $F_0$  des fenêtres glissantes.

### 5. Aller plus loin...

Sur le même principe que la méthode AMDF (exercice précédent), proposer un algorithme qui calcule la fréquence fondamentale en utilisant une autre méthode du cours.