

Type 1 : Les pouillots véloce

UE Sciences et Lumière, Ingénierie physique, Traitement du signal

Flora Weissgerber, flora.weissgerber@onera.fr
Sophie Tran, sophie.tran1@universite-paris-saclay.fr

21/03/2022

Numéro de copie :

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

Toutes les réponses doivent être justifiées par une phrase ou les détails de calcul.

1 Questions ouvertes (10 points)

Les 3 questions sont indépendantes, mais sont cohérentes entre elles : vous pouvez vous servir des réponses à une question pour confirmer vos réponses aux autres.

Le pouillot véloce est un passereau dont le cri, très distinctif, lui a donné son nom en anglais : common chiffchaff. Son cri est une succession de deux notes "chiff" et "chaff". Un motif "chiff-chaff" dure environ 1s, les notes "chiff" et "chaff" ayant la même durée.

Lorsque les arbres sont en feuilles, le pouillot véloce est très difficile à observer, mais s'entend très bien. Après une sortie dans la forêt de plusieurs heures avec un enregistreur où vous avez entendu le pouillot véloce sans le voir, vous cherchez à concevoir un algorithme qui vous permettra de détecter la présence de pouillot véloce automatiquement dans vos rushes.

1.1 Représentation temporelle du signal

En écoutant le signal, vous reconnaissez facilement le motif du pouillot véloce, et tracez sur la figure 1 deux sorties de la fonction loupe aux deux instants 0.2 seconde et 0.7 seconde correspondant à la note "chiff" de fréquence f_{chi} et à la note "chaff" de fréquence f_{cha} . Vous ne savez plus quel graphique représente quelle fréquence, mais vous savez que la note "chiff" est plus aigüe que la note "chaff".

- Retrouver les valeurs des fréquences f_{chi} et f_{cha} en expliquant votre démarche.
- Déterminez aussi la fréquence d'échantillonnage de votre appareil.

1.2 Le spectre du signal

Puis vous tracez, sur la figure 2, le spectre d'une partie du signal d'une durée de $T=2.2s$ contenant uniquement des motifs "chiff-chaff".

- Expliquer l'axe des ordonnées du spectre.
- Déduisez la fréquence d'échantillonnage f_{ech} de la valeur maximale de l'abscisse du spectre.
- Utilisez la fréquence d'échantillonnage f_{ech} ainsi déduite pour calculer le nombre d'échantillons N de vos 2.2 secondes de signal.
- Pouvez vous expliquer les valeurs des pics présents dans le spectre ?

1.3 Détection des pouillots véloce

Décrivez en français un algorithme qui vous permet de détecter automatiquement le motif "chiff-chaff" dans vos rush. On vous rappelle que le motif "chiff-chaff" est constitué de la succession des fréquences f_{chi} et f_{cha} sur une durée T .

Pour simplifier la lecture de votre algorithme, utilisez les expressions littérales de vos variables plutôt que les valeurs numériques que vous pouvez avoir trouvé aux questions précédentes.

Numéro de copie :

2 QCM (10 points)

Cocher la bonne réponse.

1. Pour un signal numérique mono-fréquentiel de fréquence f , si je double le nombre d'oscillations, je double :
 - ☐ le nombre d'échantillons
 - ☐ la valeur de la durée
 - ☐ la valeur de la fréquence
 - ☐ la fréquence d'échantillonnage
2. Si j'enregistre un signal avec une fréquence d'échantillonnage f_e sur une durée T , j'obtiens :
 - ☐ $\frac{f_e}{T}$ échantillons
 - ☐ $\frac{T}{f_e}$ échantillons
 - ☐ $f_e T$ échantillons
3. La fréquence d'échantillonnage du MP3 est de 44 MHz. Elle a été choisie car l'oreille humaine n'est pas capable de différencier les fréquences supérieures à :
 - ☐ 22MHz
 - ☐ 33MHz
 - ☐ 44MHz
4. Lorsque les signaux sont différents :
 - ☐ le produit scalaire est nul et EQM est élevée
 - ☐ le produit scalaire est nul et EQM est nulle
 - ☐ le produit scalaire est élevé et EQM est élevée
 - ☐ le produit scalaire est élevé et EQM est nulle
5. Soit s , un signal mono-fréquentiel de A oscillations. Chaque échantillon peut s'écrire :
 - ☐ $S_A = \cos(2\pi \frac{AB}{C})$
 - ☐ $S_B = \cos(2\pi \frac{CB}{A})$
 - ☐ $S_C = \cos(2\pi \frac{AC}{B})$
6. J'enregistre un son à 500 Hz pendant 4s, avec une fréquence d'échantillonnage à 1100 Hz. Lorsque je veux écouter ce son, je donne au convertisseur numérique analogique la fréquence d'échantillonnage de 2200 Hz, la durée d'écoute sera :
 - ☐ 2s
 - ☐ 4s
 - ☐ 8s
7. Si la valeur du produit scalaire entre deux signaux $s_A \cdot s_{B,k} = V$, la valeur du produit scalaire $5s_A \cdot s_B$:
 - ☐ V
 - ☐ $5V$

- ☐ 25 V
8. Quelle est la valeur de la fréquence entendue pour un son de fréquence 1300 Hz lorsque le théorème de Shannon n'est pas vérifié avec une fréquence d'échantillonnage de 2100 Hz ?
- ☐ 800 Hz
- ☐ 1050 Hz
- ☐ 1300 Hz
9. **Indiquez si chaque proposition est vraie ou fausse.** Je veux coder en binaire des nombres entre 0 et 30 avec le moins de bits possible :
- a) J'aurai besoin de signaux binaires de taille 5 c'est-à-dire de 5 bits.
- b) Le chiffre 4 sera codée par 00011.
- c) Le nombre le plus grand que je pourrais coder sera 32.
- d) Je pourrais coder 32 nombres différents

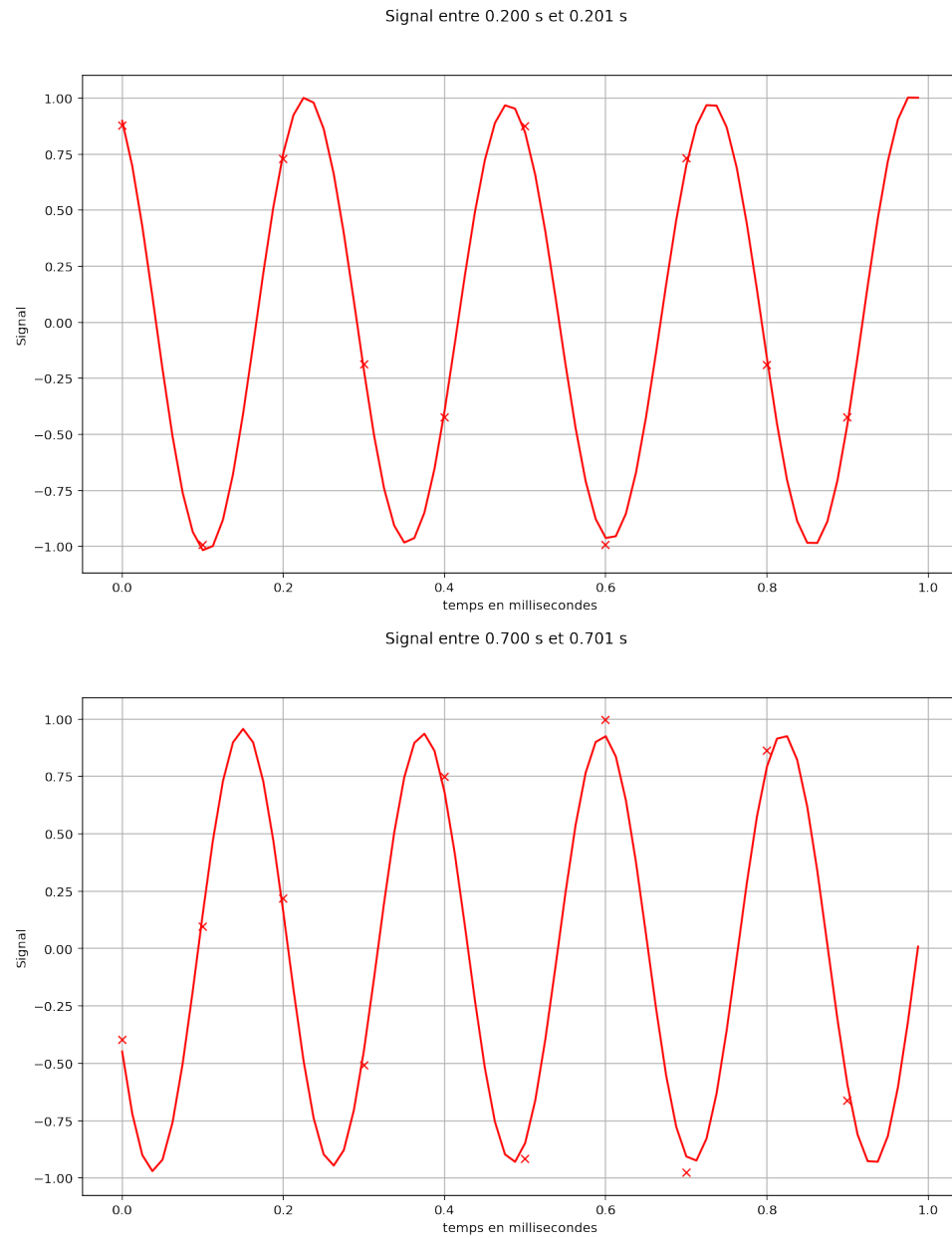


FIGURE 1 – (haut) Signal à l'instant 0.2 seconde (bas) Signal à l'instant 0.7 seconde

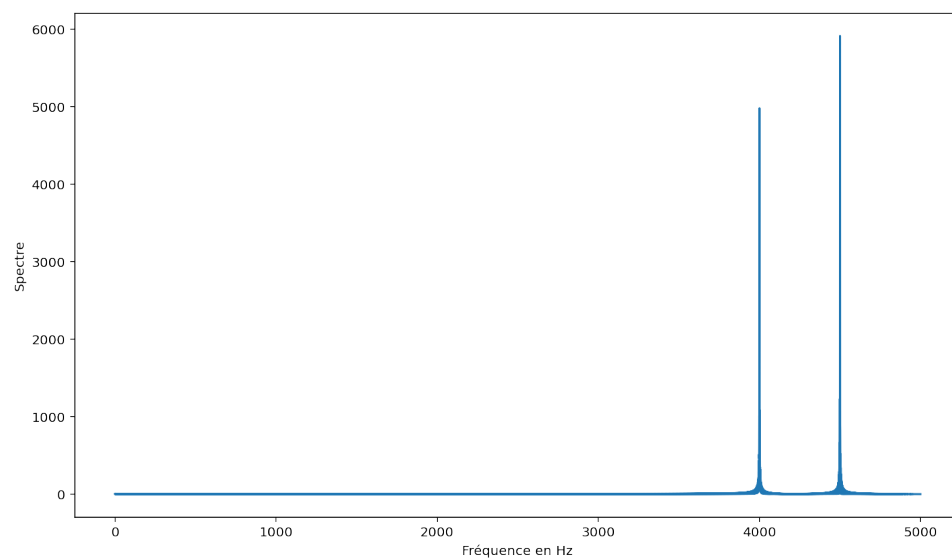


FIGURE 2 – Spectre du signal sur 2.2 secondes. Le pic correspondant à la valeur 4000Hz à une valeur de 5000, alors que le pic correspondant à la valeur de 4500Hz à une valeur de 6000.