

# Analyse d'un signal audio - TP 1

**Chimbault** Thomas, **Beasse** Joseph

*ENSC - École Nationale Supérieure de Cognitique*

E-mails:

- [thomas.chimbault@ensc.fr](mailto:thomas.chimbault@ensc.fr)
- [joseph.beasse@ensc.fr](mailto:joseph.beasse@ensc.fr)

30 novembre 2022

## I. Introduction

Dans son environnement quotidien, l'Homme est constamment entouré de sons qu'il est apte à percevoir et interpréter. Dans cette logique, la plupart des sons générés de façon artificielle porte une information qu'il est parfois difficile d'interpréter. L'information sonore étant des signaux, ils possèdent tous des propriétés propres à eux : fréquences, amplitudes.. qu'il est possible d'analyser. Dans le cadre de cette première séance de Travaux Pratiques encadré par M. Pierrick Legrand, il est question d'analyser un signal sonore de composition de numéro de téléphone présent dans un fichier .wav dans le but d'identifier le numéro en question.

## II. Une première approche du travail à fournir

### A. Objectif détaillé du TP

Dans un fichier .wav, on dispose d'une série de bips qui correspondent à la saisie d'un numéro de téléphone. En effet, il est courant d'avoir un téléphone qui émet un son avec une tonalité différente pour chaque numéro. À partir de ces différentes tonalités entendues dans le fichier fourni, l'objectif est de repérer les fréquences caractéristiques de chaque bip entendu puis de les associer à un chiffre grâce à la table de correspondance dont l'on dispose. À partir de la première version de code utilisée pour l'identification du numéro, il convient d'automatiser la tâche effectuée manuellement afin d'avoir un code plus générique.

---

### III. Considérations algorithmique : traitement du fichier *.wav*

Détaillons ici la démarche mise en place dans MATLAB afin de trouver le numéro en question. Celle-ci peut se résumer en quelques étapes :

- Chargement du fichier audio,
- Identification des bandes de fréquence,
- Récupération des fréquences pour chaque bande,
- Détermination du chiffre associé et composition du numéro

Après avoir chargé le fichier *.wav* grâce à la commande :

```
% Chargement
[y,Fs]=audioread('TP1.wav');
```

*Figure 1 : Chargement du fichier audio sous MATLAB*

Il convient d'observer le signal afin d'avoir une première intuition de ce qui est à déterminer. Pour ce faire, à partir des points récupérés grâce au code de la figure 1, il est pertinent de tracer le signal au cours du temps afin d'observer sa forme générale. En créant  $T_p$  à partir de la fréquence d'échantillonnage, le tracé est effectué.

```
% Tracé
Tp = (0:16383)/Fs;
figure(4),clf
plot(Tp,y)
grid;title('Signal');xlabel('Temps')
```

*Figure 2 : Code du tracé du signal en fonction du temps*

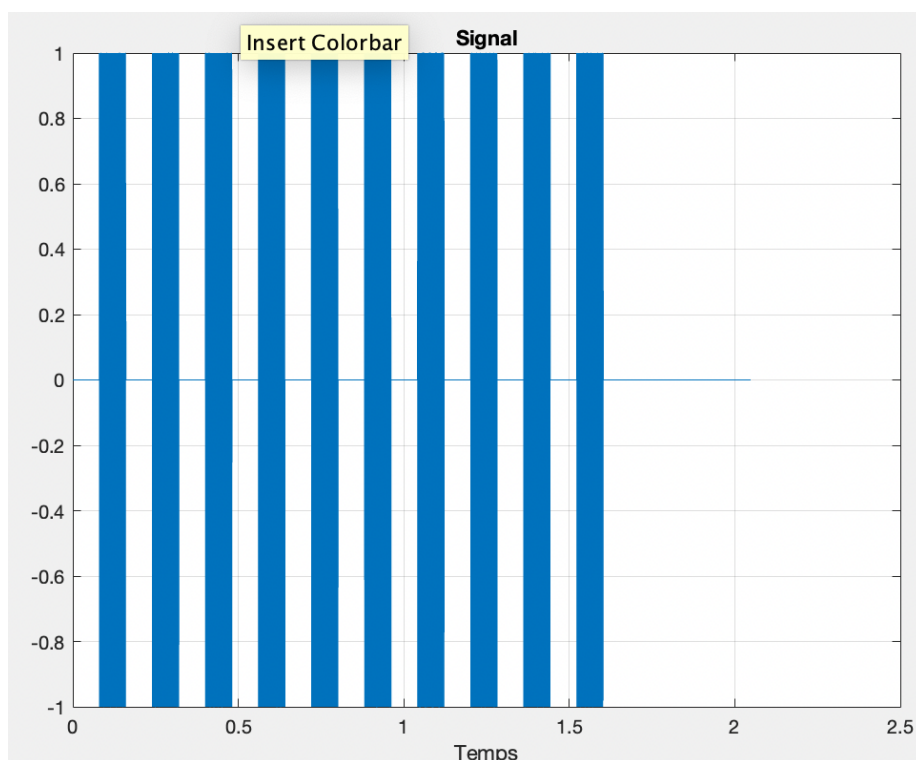


Figure 3 : Résultat du tracé du signal en fonction du temps

Ce graphique est très intéressant dans le cadre de notre travail. En effet, on peut observer 10 bandes sur une période d'environ 1.6 secondes qui correspondent aux différents bips entendus dans l'enregistrement. Ici, notre première intuition s'est bien confirmée : il est question de travailler sur un numéro de téléphone à 10 chiffres. En zoomant, on constate que ces bandes sont, en réalité, une représentation d'un signal haute fréquence.

*Remarque : il ne s'agit pas réellement de bandes successives mais de signaux oscillant si rapidement que cela donne une impression de bandes. Par souci de simplification, chaque signal haute-fréquence sera, par la suite, décrit comme une bande.*

Suite à l'observation de la Figure 3, la démarche à suivre est claire : s'intéresser à chaque bande séparément afin de récupérer les plus hautes fréquences pour chacune. Puisqu'un graphique de correspondance comportant deux fréquences pour chaque chiffre a été mis à disposition, il convient de récupérer les deux plus hautes fréquences.

Pour travailler sur chacune des bandes du signal, trouver les bornes qui délimitent chacune des bandes est une étape primordiale. Pour cela, une fonction nommée **FindIntervalle** a été implémentée.

```
function intervalles = FindIntervalles(y,nbBandes)
    intervalles = zeros(nbBandes,2);
    x = 1;
    for j = 2:length(y)-1
        if (y(j)~=0 && y(j-1)==0)
            intervalles(x,1) = j;

        end
        if (y(j)==0 && y(j-1)~=0)
            intervalles(x,2) = j;
            x = x+1;
        end
    end
end
```

*Figure 4 : Fonction qui repère les intervalles de chaque bande*

Celle-ci permet de récupérer les intervalles de fréquences de toutes les bandes du signal. Les arguments de la fonction sont les points du signal et le nombre de bandes à récupérer.

À la suite de la recherche des intervalles, dans le but de repérer les plus hautes fréquences pour chaque bande observée en Figure 3, une fonction nommée **FindFreq** a été implémentée.

```
function f=FindFreq(points,Fs,a,b)

    ecart=b-a;
    Y=fftshift(fft(points(a:b),ecart));

    freq=-ecart/2:(ecart/2)-1;
    freq=freq*Fs/ecart;

    % Plot du graphique
    plot(freq,abs(Y));
    axis([0 4000 0 max(Y)])

    [~,indices]=findpeaks(abs(Y),NPeaks=2,MinPeakDistance=5,MinPeakHeight=150);
    f=[abs(freq(indices(1))),abs(freq(indices(2)))];

end
```

Figure 5 : Fonction qui repère les fréquences maximales pour chaque “bande”

La fonction **FindFreq** prend en paramètre 4 arguments indispensables : *points* correspond au signal sonore, *Fs* est la fréquence d’échantillonnage, *a* est la première borne de la bande et *b* est la borne fermée de la bande.

Une fois cette étape faite, on applique la transformée de Fourier à ce signal puis on récupère les indices de ces 2 pics de fréquence à l’aide de la fonction “findpeaks”. Ces pics sont utilisés afin de retrouver les numéros de téléphone à l’aide de la matrice de correspondance qui figure au n°7.

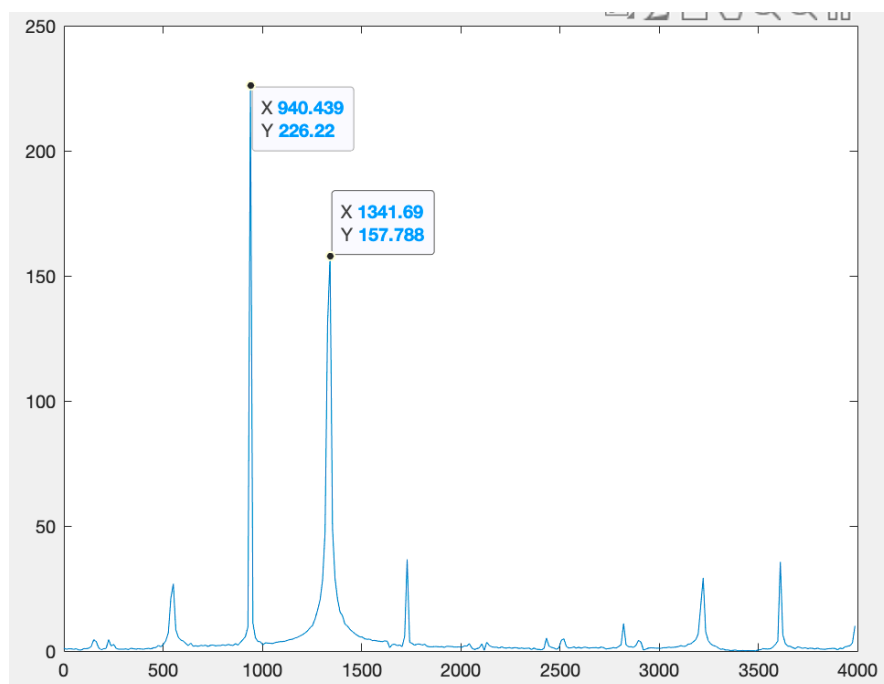


Figure 6 : Plot des 2 pics de fréquences pour le premier numéro

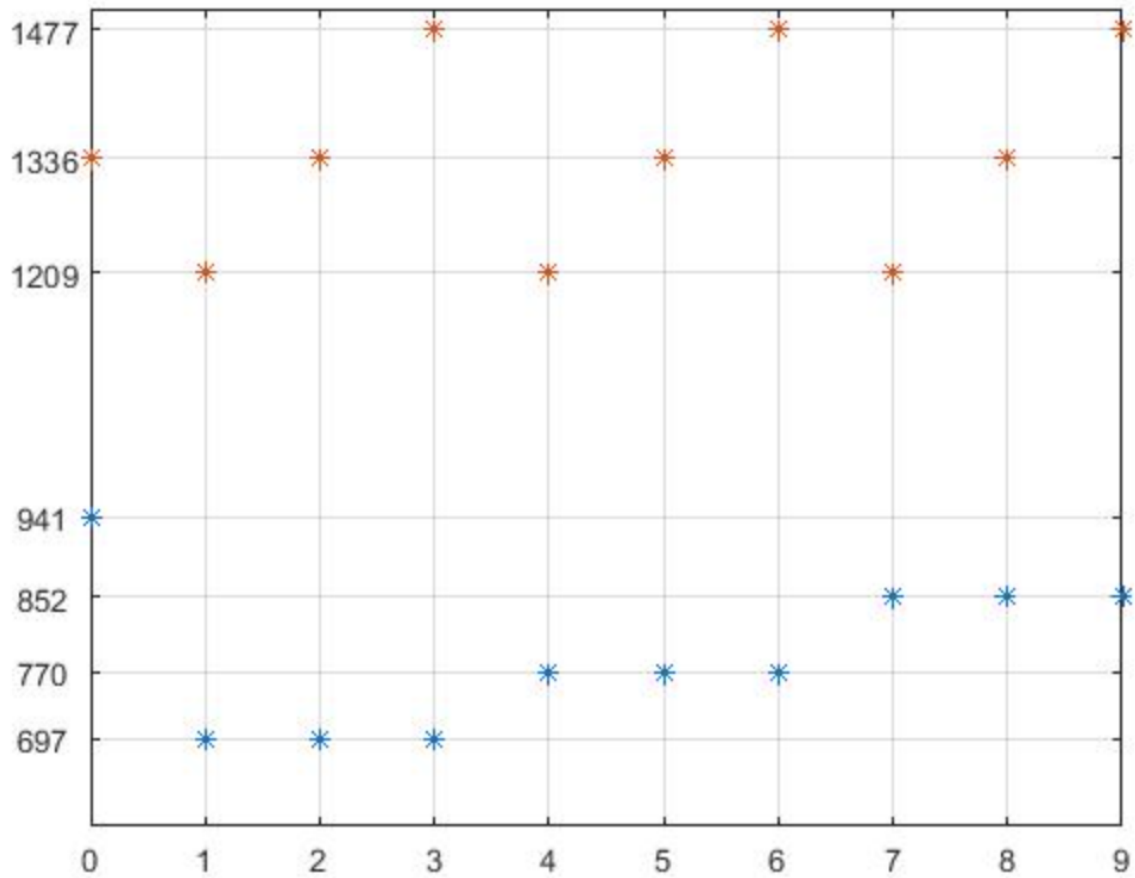


Figure 7 : Matrice de correspondance de la fréquence en fonction des numéros

## IV. Conclusion

En définitive, cette première application du cours de “Traitement de signal” fut pertinente pour aborder les notions essentielles de ce module. En effet, il est toujours intéressant d’appliquer les notions abstraites dans des cas concrets.

La recherche d’un numéro de téléphone à partir d’un signal a permis de prendre pleinement conscience que les signaux sont aujourd’hui partout. Ils sont utilisés dans tous les domaines que nous rencontrons et portent des informations qui échappent parfois à notre interprétation.