

```
addpath('Résolution\fonctions') % Ajout du chemin vers les fonctions au chemin de
recherche MATLAB
```

#### % Initialisation des chemins vers les fichiers audio

```
fichierAudio1 = './Données_Audio/Données/gazouiller.wav'
```

```
fichierAudio1 =
'./Données_Audio/Données/gazouiller.wav'
```

```
fichierAudio2 = './Données_Audio/Données/sonor.wav'
```

```
fichierAudio2 =
'./Données_Audio/Données/sonor.wav'
```

#### Lire et écouter les fichiers .wav

```
% lecture & audition du fichier fichierAudio1 "gazouiller.wav"
audioinfo(fichierAudio1) %% Affichage des informations
```

```
ans = struct with fields:
    Filename: 'D:\Cours\Uqo\Automne 2023\2023-3-INF6223-01 Systèmes de communications multimédias\DEVOIR 1
    CompressionMethod: 'Uncompressed'
    NumChannels: 1
    SampleRate: 8000
    TotalSamples: 13129
    Duration: 1.6411
    Title: []
    Comment: []
    Artist: []
    BitsPerSample: 8
```

```
[y,Fs] = audioread(fichierAudio1,'native');
```

```
% Audition du fichier
sound(double(y),Fs);
```

```
% lecture & audition du fichier fichierAudio2 "sonor.wav"
audioinfo(fichierAudio2) %% Affichage des informations
```

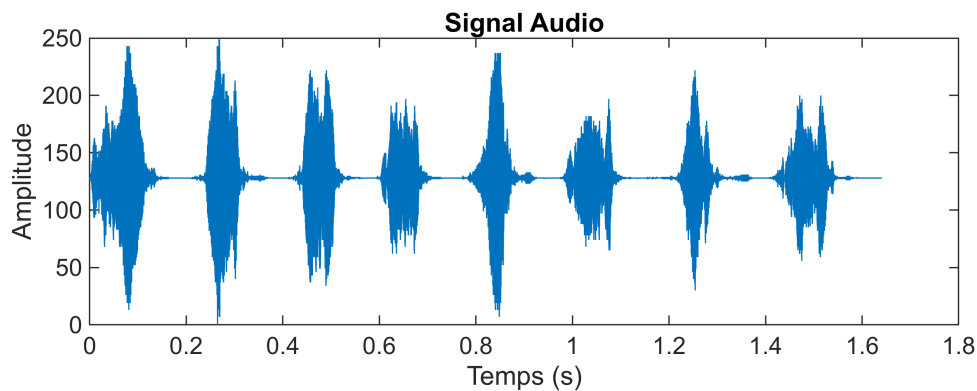
```
ans = struct with fields:
    Filename: 'D:\Cours\Uqo\Automne 2023\2023-3-INF6223-01 Systèmes de communications multimédias\DEVOIR 1'
    CompressionMethod: 'Uncompressed'
    NumChannels: 1
    SampleRate: 8192
    TotalSamples: 73113
    Duration: 8.9249
    Title: []
    Comment: []
    Artist: []
    BitsPerSample: 8
```

```
[y2,Fs2] = audioread(fichierAudio2,'native'); % la fréquence d'échantillonnage dans
la variable Fs2.
sound(double(y2),Fs2); % Audition du fichier
```

## R1/ La fréquence d'échantillonnage Fe

```
%Fe fichierAudio1 (gazouiller.wav)
figure;
afficher_info_audio(y,Fs)
```

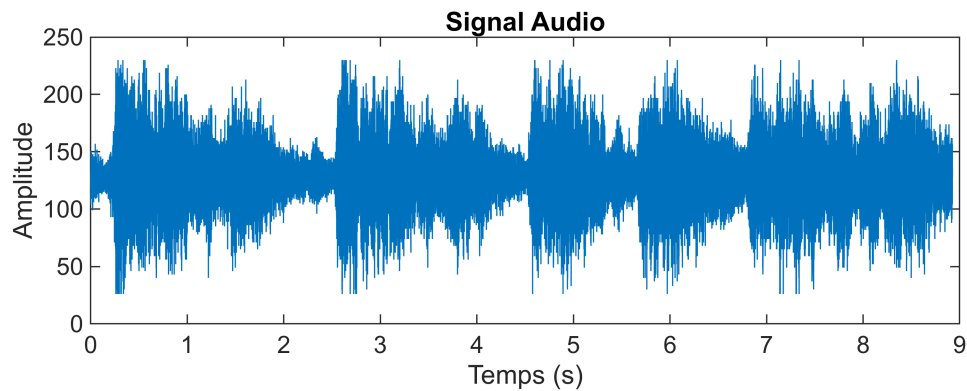
La fréquence d'échantillonnage (Fe) est : 8000 Hz



```
%Fe fichierAudio2 (sonor.wav)
```

```
figure;
afficher_info_audio(y2,Fs2)
```

La fréquence d'échantillonnage ( $F_e$ ) est : 8192 Hz



## R2/ Le nombre de bits/sec du train de bits (bitstream) correspondant

```
%Nbr de bits/sec pour fichierAudio1(gazouiller.wav)
```

```
debitBinaireAudio1 = calculer_debit_binaire(Fs)
```

```
debitBinaireAudio1 = 64000
```

```
disp(['Le débit binaire de fichierAudio1 (avec la résolution par 8 bit) est de ',
num2str(debitBinaireAudio1), ' bits/sec.']);
```

Le débit binaire de fichierAudio1 (avec la résolution par 8 bit) est de 64000 bits/sec.

```
%Nbr de bits/sec pour le fichierAudio2(sonor.wav)
```

```
debitBinaireAudio2 = calculer_debit_binaire(Fs2)
```

```
debitBinaireAudio2 = 65536
```

```
disp(['Le débit binaire de fichierAudio2 (avec la résolution par 8 bit) est de ',  
num2str(debitBinaireAudio2), ' bits/sec.']);
```

Le débit binaire de fichierAudio2 (avec la résolution par 8 bit) est de 65536 bits/sec.

### R3/ L'amplitude minimale et maximale des échantillons audio

```
fprintf('L'amplitude minimale et maximale des échantillons audio de deux  
fichiers\n');
```

L'amplitude minimale et maximale des échantillons audio de deux fichiers

```
%formule de la fonction  
% amplitude_min = -2^(bits-1);  
%amplitude_max = 2^(bits-1) - 1;
```

```
calculer_amplitude_min_max(8)
```

L'amplitude minimale des échantillons audio pour une résolution de 8 bits est : -128  
L'amplitude maximale des échantillons audio pour une résolution de 8 bits est : 127

### R4/ L'amplitude du 1000ième échantillon

```
% Calcul de l'amplitude du 1000ième échantillon fichierAudio1(gazouiller.wav)  
amplitude_1000eme_echantillon_audio1 = double(y(1000)) - 128;
```

```
% Afficher l'amplitude du 1000ième échantillon  
disp('Amplitude du 1000ième échantillon audio1:');
```

Amplitude du 1000ième échantillon audio1:

```
disp(amplitude_1000eme_echantillon_audio1);
```

-5

```
% Calcul de l'amplitude du 1000ième échantillon fichierAudio2(sonor.wav)  
amplitude_1000eme_echantillon_audio2 = double(y2(1000)) - 128;
```

```
% Afficher l'amplitude du 1000ième échantillon  
disp('Amplitude du 1000ième échantillon audio2:');
```

Amplitude du 1000ième échantillon audio2:

```
disp(amplitude_1000eme_echantillon_audio2);
```

**R5/ Représenter graphiquement, avec `stem ( )` puis avec `plot ( )`, une portion de 100 échantillons de l'un des 2 signaux "fichierAudio1(gazouiller.wav)".**

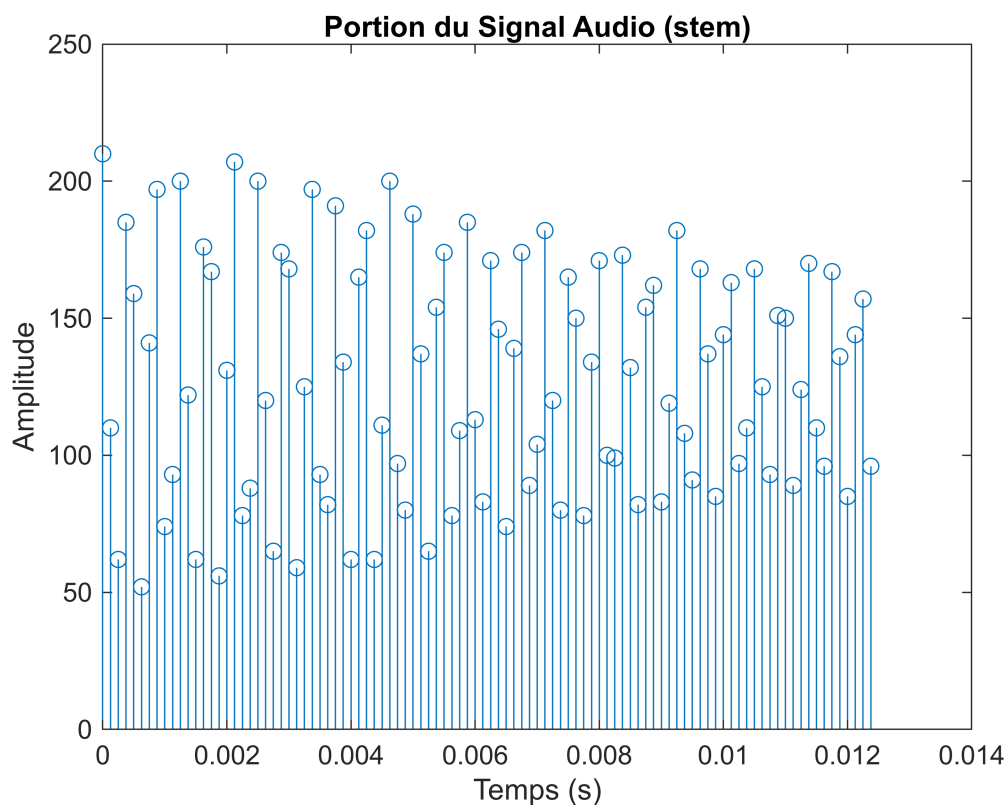
```
% fichierAudio1(gazouiller.wav)
% Indice de départ pour la portion 750
indexDepart = 750;

% Sélectionner une portion de 100 échantillons à partir de l'indice 500
portion = y(indexDepart : indexDepart + 99);
% Créer un vecteur pour l'axe des temps en secondes
temps = (0:99) / Fs;
```

- Représentation avec `stem()`

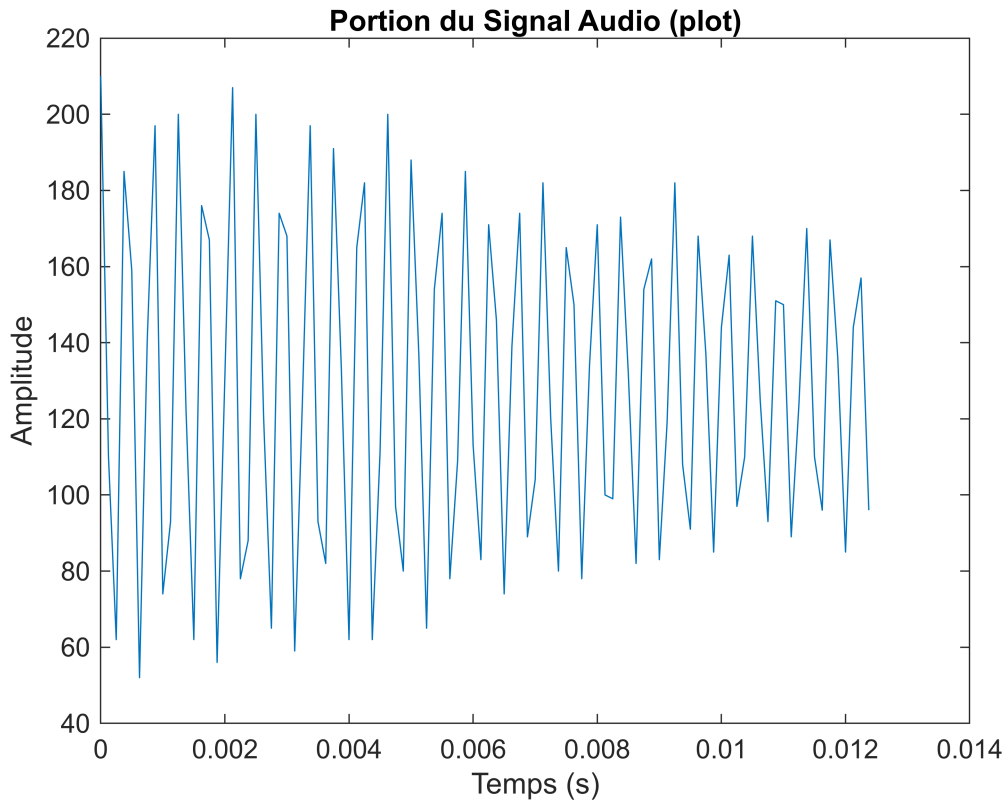
```
figure;
stem(temps, portion);
temps = (0:99) / Fs;

title('Portion du Signal Audio (stem)');
xlabel('Temps (s)');
ylabel('Amplitude');
```



- Représentation avec plot()

```
figure;
plot(temps, portion);
title('Portion du Signal Audio (plot)');
xlabel('Temps (s)');
ylabel('Amplitude');
```



Le choix d'une portion de 750 échantillons pour l'analyse est justifié par sa représentativité statistique, sa taille gérable pour l'analyse graphique, sa couverture de transitions importantes dans le signal audio. Cela permet une analyse pertinente sans surcharger la visualisation graphique.

La représentation visuelle de cette partie du signal audio est fournie par les figures **stem()** et **plot()**, qui montrent l'amplitude en fonction du temps. Le premier utilise un graphique en **tiges** pour afficher chaque seconde(temps), tandis que le second utilise un graphique linéaire pour afficher **l'évolution de l'amplitude sur les temps**. Ces représentations permettent d'observer le comportement du signal audio dans cette partie.

**R6/ Quel est l'effet de diminuer ou d'augmenter la fréquence d'échantillonnage lors de l'écoute ? \_**  
**"fichierAudio2(sonor.wav)".**

% Augmenter la fréquence d'échantillonnage

```

Fs_augmentee = 45100; %45,1 kHz
% Convertir le signal au format double
y2 = double(y2);

% Rééchantillonner le signal audio à la nouvelle fréquence
%Fs2 c'est la fe initial
y_augmentee = resample(y2, Fs_augmentee, Fs2);

% Jouer le signal rééchantillonné
sound(y_augmentee, Fs_augmentee);

```

% Diminuer la fréquence d'échantillonnage

```

Fs_diminuee = 2000; % 2 kHz

% Rééchantillonner le signal audio à la nouvelle fréquence
y_diminuee = resample(y2, Fs_diminuee, Fs2);

% Jouer le signal rééchantillonné
sound(y_diminuee, Fs_diminuee);

```

La fréquence d'échantillonnage est un paramètre important pour la qualité d'une transmission audio. Alors qu'une diminution de la fréquence dégrade la qualité, une augmentation de la fréquence l'améliore. Afin d'équilibrer la qualité audio avec les contraintes de stockage ou de transmission, il est important de sélectionner la fréquence de codage appropriée en fonction des besoins spécifiques. De manière générale, une fréquence de codage plus élevée est préférable pour une meilleure qualité audio.

**R7/ Lire les deux fichiers donnés en utilisant les fonctions audioread() mais sans l'option 'Native'.**

```

% Lire le fichier audio sans l'option 'Native'
[y, Fs] = audioread(fichierAudio1);
[y2, Fs2] = audioread(fichierAudio2);

sound(y,Fs)

pause(2)

sound(y2,Fs2)

```

l'impact sur les échantillons est que, sans l'option 'native', les échantillons subissent une normalisation pour être exprimés dans une plage standard entre -1 et 1 en utilisant des valeurs à virgule flottante. Avec 'native', les échantillons conservent leur amplitude et représentation d'origine sans normalisation.

## R8/ Synthèse de signaux audio

```
% Paramètre du signal

A = 4;           % Amplitude
F1 = 200;        % Fréquence de s1 en Hz
F2 = 3000;       % Fréquence de s2 en Hz
Fe = 10000;      % Fréquence d'échantillonnage en Hz
N = 15000;       % Nombre d'échantillons

% Génération des échantillons de s1(n) et s2(n)
n= 0:N-1 ; % Indice des échantillons

s1 = A * cos(2 * pi * (F1 / Fe) * n);
s2 = A * cos(2 * pi * (F2 / Fe) * n);

% Calcul des fréquences f1 et f2
f1 = F1 / Fe;
f2 = F2 / Fe;

% Affichage des fréquences numériques
disp(['Fréquence numérique f1: ', num2str(f1)]);
```

Fréquence numérique f1: 0.02

```
disp(['Fréquence numérique f2: ', num2str(f2)]);
```

Fréquence numérique f2: 0.3

### Représentation graphique

```
% Nombre d'échantillons à représenter
nb_echantillons = 200;

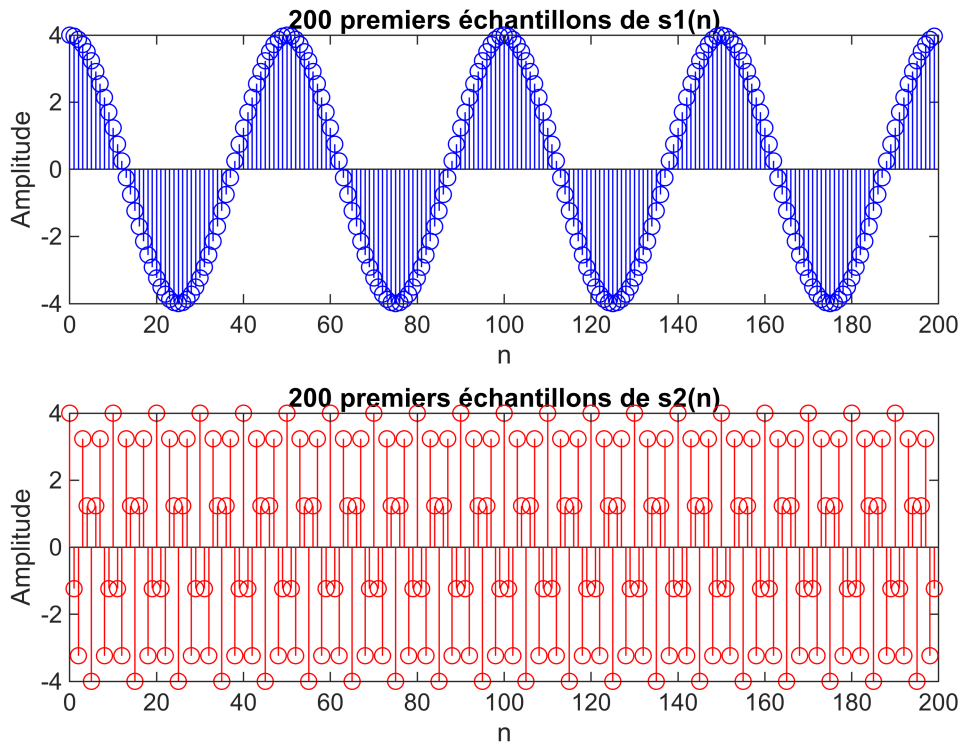
% Afficher les 200 premiers échantillons de s1(n)
figure;
subplot(2, 1, 1);
stem(n(1:nb_echantillons), s1(1:nb_echantillons), 'b');
title('200 premiers échantillons de s1(n)');
xlabel('n');
ylabel('Amplitude');

% Afficher les 200 premiers échantillons de s2(n)
subplot(2, 1, 2);
stem(n(1:nb_echantillons), s2(1:nb_echantillons), 'r');
title('200 premiers échantillons de s2(n)');
xlabel('n');
ylabel('Amplitude');
```



```
sgtitle('Représentation des 200 premiers échantillons de s1(n) et s2(n)');
```

## Représentation des 200 premiers échantillons de s1(n) et s2(n)



En comparant les graphiques de fréquence des 200 premiers échantillons de  $s1(n)$  et  $s2(n)$ , nous pouvons voir que  $s1(n)$  a une fréquence plus basse (200 Hz) que  $s2(n)$  (3000 Hz). Ceci est conforme à nos spécifications initiales, qui prévoyaient que  $F1$  soit à 200 Hz et  $F2$  à 3 000 Hz. Les sinusoïdes  $S1(n)$  et  $S2(n)$  ont des amplitudes identiques ( $A = 4$ ).

### R9/ Écouter (jouer) les deux signaux audio générés en 8

```
% Jouer le premier signal s1(n)
sound(s1, Fe);

pause(3);

% Jouer le premier signal s2(n)
sound(s2, Fe);
```

La principale distinction audible réside dans la tonalité des signaux. Le signal  $s1(n)$ , du fait de sa fréquence plus basse, est perçu comme un son grave, tandis que le signal  $s2(n)$ , avec une fréquence plus élevée, est perçu comme un son aigu. Cette perception de la tonalité est directement corrélée à la fréquence du signal audio.

## R10/ Sauvegarder le signal $s_1(n)$ dans un fichier (.wav)

```
nomFichierAudiS1 = 'Résolution/signal_s1.wav';  
audiowrite(nomFichierAudiS1, s2, Fe, 'BitsPerSample', 8); % Utilisation de 8 bits  
par échantillon
```

Warning: Data clipped when writing file.

```
% Vérifier les informations du fichier obtenu  
audioinfo(nomFichierAudiS1);
```

Le message d'erreur « Avertissement : données écrêtées lors de l'écriture du fichier » indique que certaines données du signal ont été effacées ou écrêtées lors de l'enregistrement du fichier audio. Cela peut entraîner une perte de qualité audio et une distorsion du signal. La cause principale de cette erreur est que les amplitudes du signal sont supérieures à la plage autorisée par le format du fichier audio, dans ce cas, 8 bits par échantillon.