

Département Génie des Communications et Réseaux

# Compte Rendu

## TP1

---

### *Simulation de processus AR, MA et ARMA*

### *Traitement de Signal*

---

Elaborés par :

Wissem Bagga

Génie des communications et Réseaux GCRA2 - Grp1

*Date: 11/11/2024*

Année Universitaire: 2023/2024

### I. Objectifs

Les principaux objectifs de ce TP sont :

- Simuler des processus AR, MA et ARMA avec MATLAB.
- Analyser les caractéristiques spectrales et temporelles de ces processus.
- Visualiser les chronogrammes, les fonctions d'autocorrélation et les DSP.
- Comprendre l'application des modèles AR, MA, et ARMA.

### II. Bruit Blanc (Génération et Analyse)

#### 1. Génération du Bruit Blanc

Nous générons un signal de bruit blanc de distribution gaussienne, composé de 5000 échantillons de moyenne nulle et de variance.

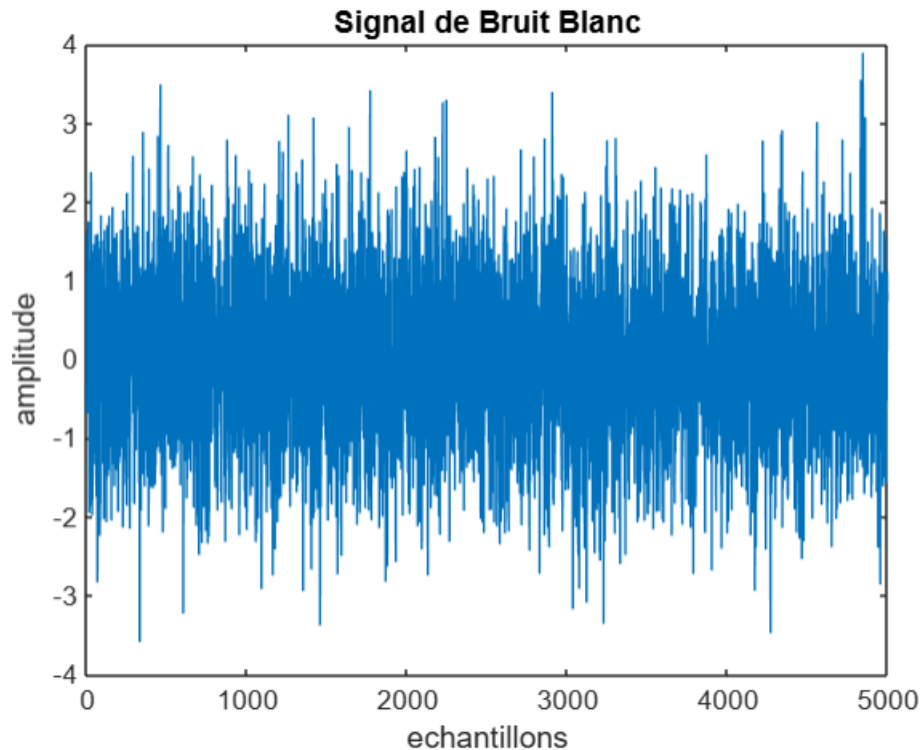
- **Code :**

```
clear all;  
clc  
close all;  
% 1. Génération du Bruit Blanc  
n = 5000;  
sigma = 1;  
bruit_blanc=sigma*randn(1,n);  
% Affichage du signal de bruit blanc  
figure;  
plot(bruit_blanc);  
title('Signal de Bruit Blanc');  
xlabel('echantillons');  
ylabel('amplitude');
```

- **Représentation :**

---

Affichage de la série temporelle du bruit blanc.



- **Interprétation :**

Le bruit blanc généré est un signal aléatoire de moyenne nulle, destiné à être l'entrée de nos filtres.

## **2. Vérification du Bruit Blanc**

Nous calculons la fonction d'autocorrélation et la densité spectrale du bruit blanc pour vérifier ses propriétés statistiques.

- **Code :**

**%2. l'Autocorrélation du bruit blanc**

**autocorr\_bruit = xcorr(bruit\_blanc, 'unbiased');**

**figure;**

**plot(autocorr\_bruit);**

**title('Autocorrélation du Bruit Blanc');**

**%DSP du bruit blanc**

**[Pxx,f]=periodogram(bruit\_blanc, [], [], 1);**

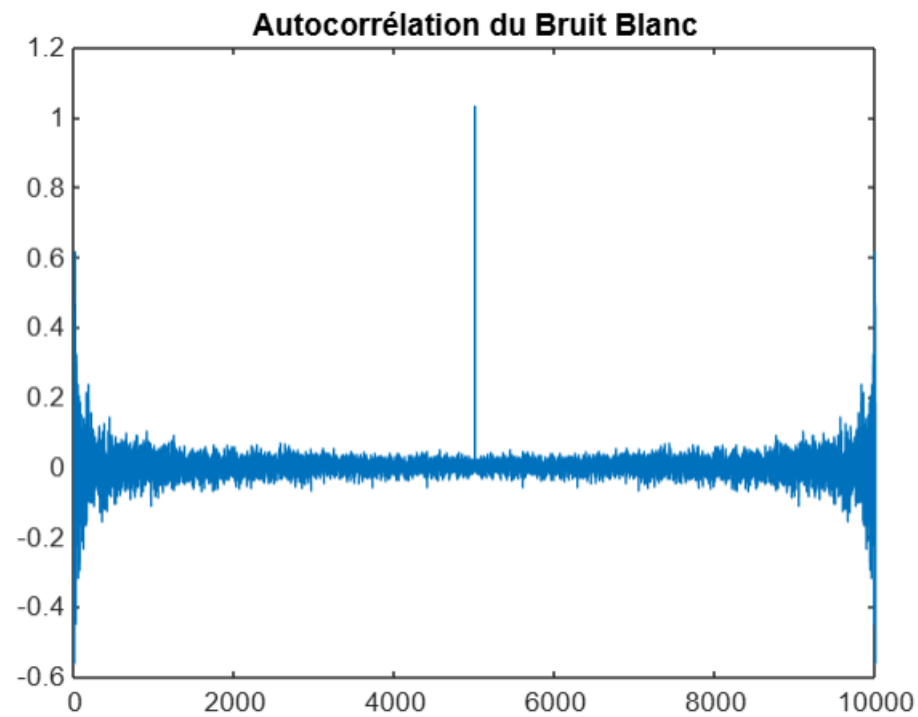
---

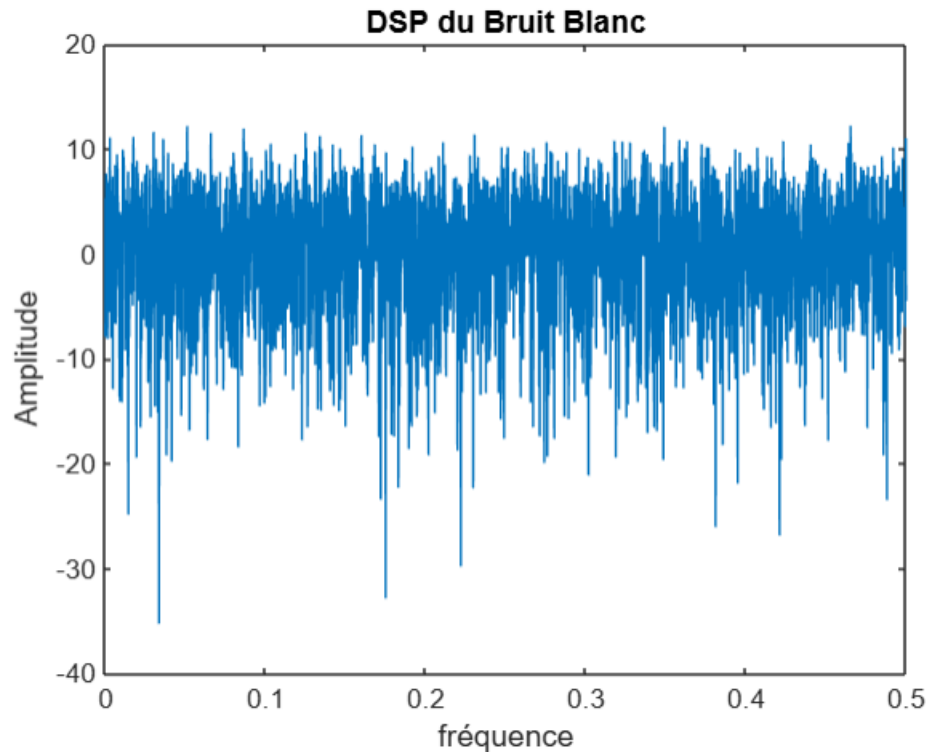
```
figure;  
plot(f,10*log10(Pxx));  
title("DSP du Bruit Blanc");  
xlabel("fréquence");  
ylabel("Amplitude");
```

- **Représentation :**

Affichage de l'autocorrélation.

Affichage de la DSP du bruit blanc.





- **Interprétation :**

- La fonction d'autocorrélation est une impulsion au temps zéro, confirmant que le bruit est blanc (absence de corrélation entre les échantillons).
- La DSP est constante, confirmant un spectre de puissance uniforme.

### **III. Processus AR**

#### **1. Fonction de Transfert du Filtre AR**

On considère le filtre de transfert  $H(z)$ . Nous calculons et traçons sa réponse fréquentielle.

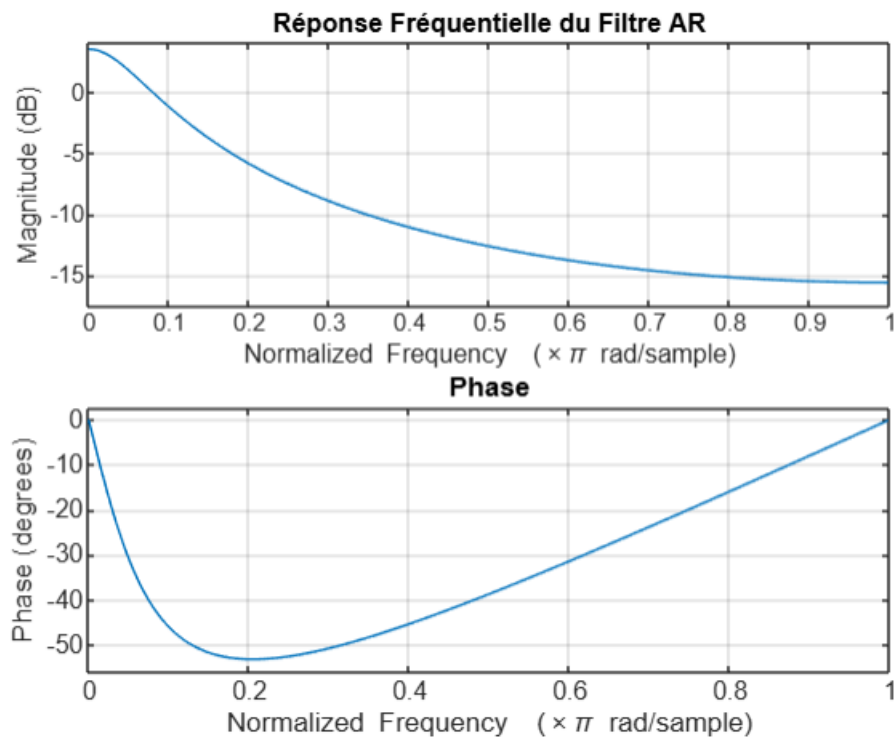
- **Code :**

```
a=[1 -0.8];  
b=0.3;  
figure;  
freqz(b,a);  
title('Réponse Fréquentielle du Filtre AR');
```

---

- **Représentation:**

Tracé de la réponse fréquentielle du filtre AR.



- **Interprétation :**

La réponse fréquentielle montre les fréquences amplifiées par le filtre, ce qui aidera à comprendre la structure spectrale du signal de sortie.

## 2. Réponse du Filtre AR au Bruit Blanc

Nous passons le bruit blanc généré dans le filtre AR, puis calculons la fonction d'autocorrélation et la DSP du signal de sortie.

- **Code :**

**%3. Filtrage du bruit blanc avec le filtre AR**

**signal\_AR=filter(b,a,bruit\_blanc);**

**%4. l'Autocorrélation du signal AR**

**autocorr\_AR=xcorr(signal\_AR,'unbiased');**

**figure;**

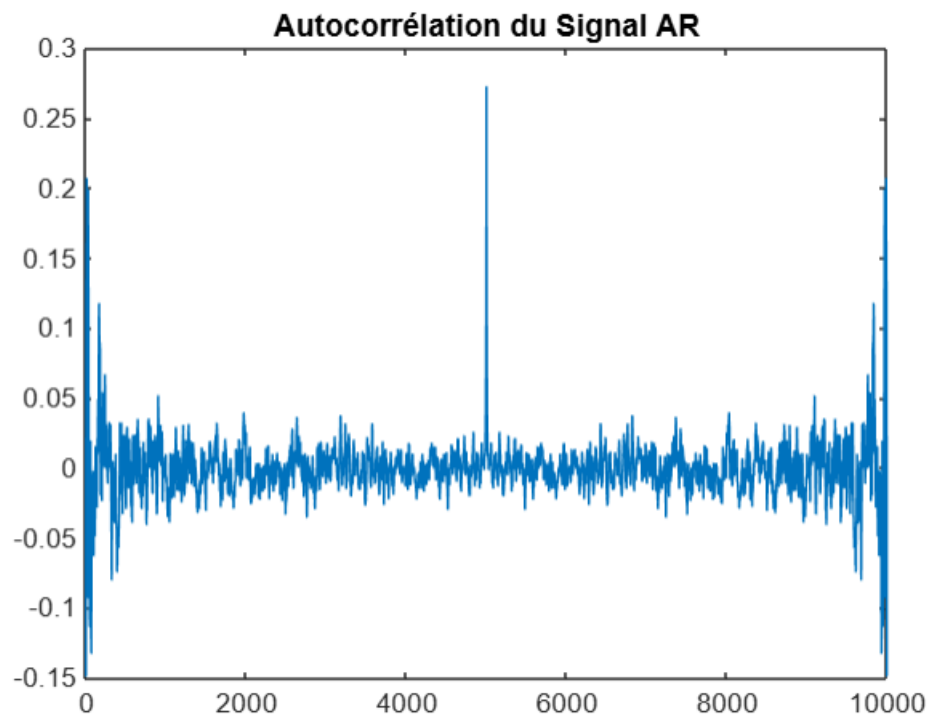
---

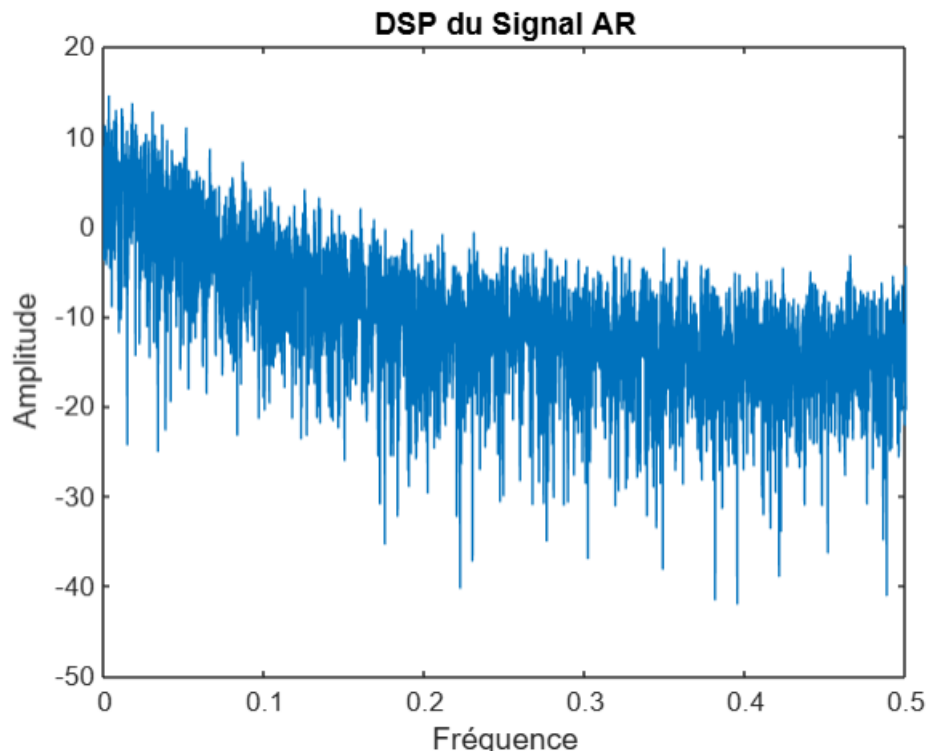
```
plot(autocorr_AR);  
title("Autocorrélation du Signal AR");  
%4.DSP du signal AR  
[Pxx_AR,f_AR]=periodogram(signal_AR,[],[],1);  
figure;  
plot(f_AR,10*log10(Pxx_AR));  
title("DSP du Signal AR");  
xlabel("Fréquence");  
ylabel("Amplitude");
```

- **Représentation :**

Tracé de la fonction d'autocorrélation du signal AR.

Tracé de la DSP du signal AR.





- **Interprétation :**

Le signal de sortie présente une structure spectrale spécifique avec une amplification des basses fréquences. Ce type de signal est appelé "bruit blanc coloré".

#### **IV. Processus MA**

##### **1. Fonction de Transfert du Filtre MA**

Le filtre MA est défini par  $HMA(z)$ . Nous traçons le spectre de sa fonction de transfert.

- **Code :**

```
%Filtre MA  
b_MA=[1 2 5];  
%Réponse fréquentielle du filtre MA  
figure;
```



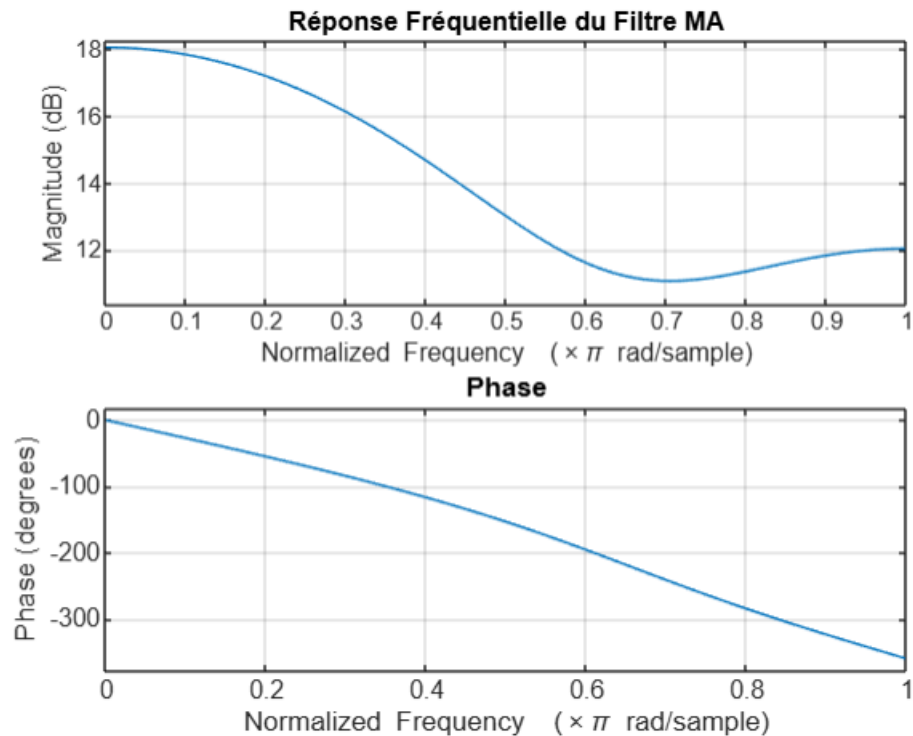
---

```
freqz(b_MA,1);
```

```
title("Réponse Fréquentielle du Filtre MA");
```

- **Représentation :**

Tracé de la réponse fréquentielle du filtre MA.



- **Interprétation:**

La réponse fréquentielle du filtre MA montre une amplification spécifique des fréquences, influençant le spectre du signal de sortie.

## 2. Réponse du Filtre MA au Bruit Blanc

En passant le bruit blanc dans le filtre MA, nous calculons la fonction d'autocorrélation et la DSP du signal de sortie.

- **Code :**

```
% Filtrage du bruit blanc avec le filtre MA
```

```
Xn=filter(b_MA,1,bruit_blanc);
```

```
%3. l'Autocorrélation du signal MA
```

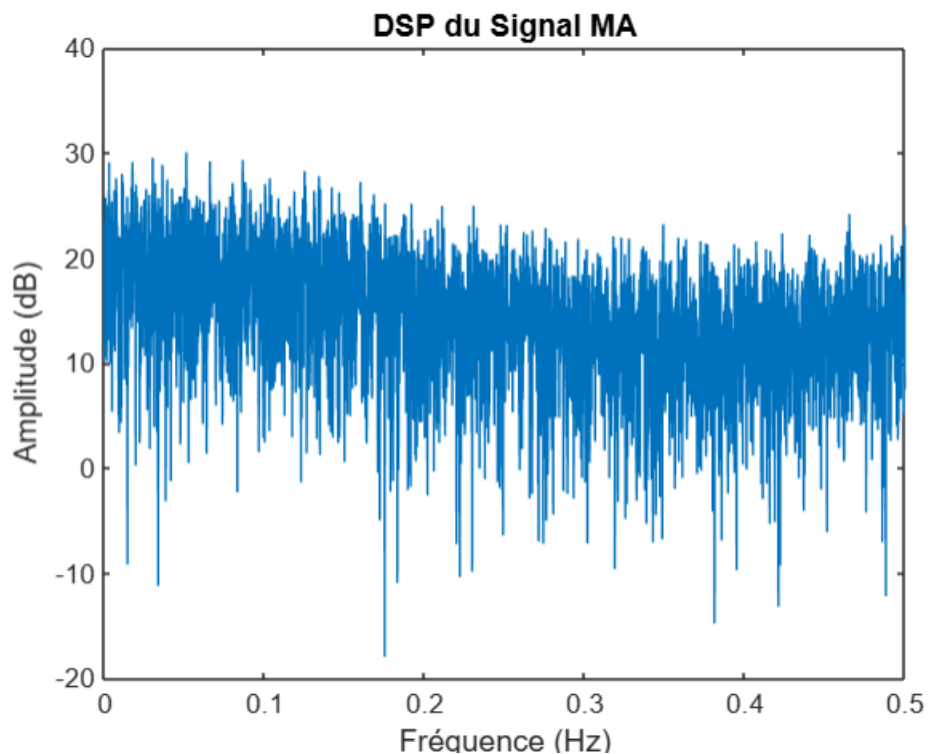
---

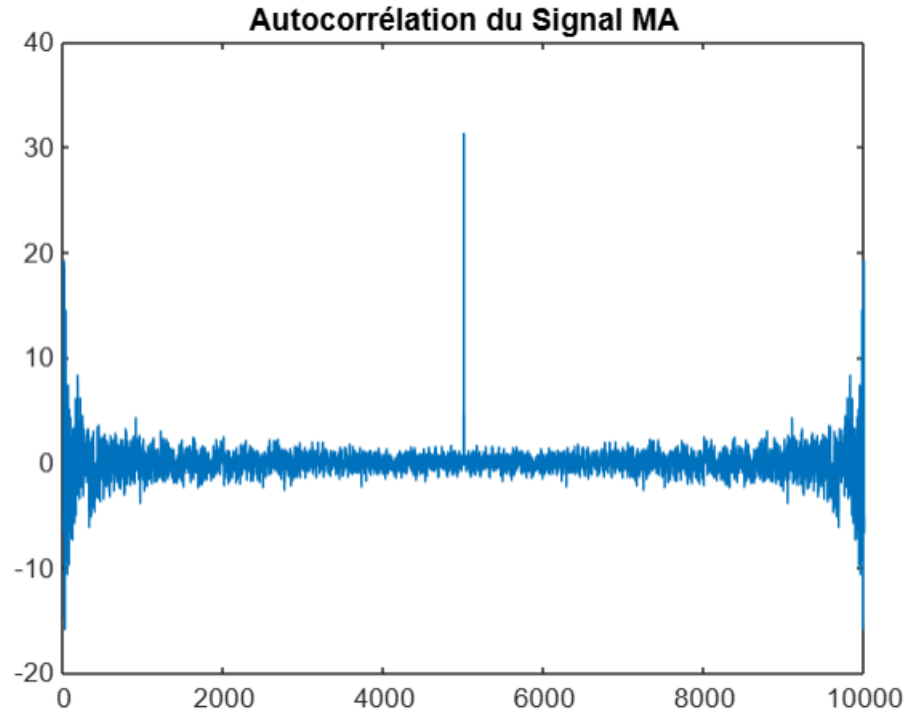
```
autocorr_MA_Xn = xcorr(Xn,'unbiased');  
figure;  
plot(autocorr_MA_Xn);  
title("Autocorrélation du Signal MA");  
%4. DSP du signal MA  
[Pxx_MA, f_MA] = periodogram(Xn,[],[],1);  
figure;  
plot(f_MA, 10*log10(Pxx_MA));  
title("DSP du Signal MA");  
xlabel("Fréquence");  
ylabel("Amplitude");
```

- **Représentation :**

Tracé de la fonction d'autocorrélation du signal MA.

Tracé de la DSP du signal MA.





- **Interprétation :**

La DSP du signal MA montre des pics à certaines fréquences, résultant de la réponse du filtre MA au bruit blanc.

## **V. Processus ARMA**

### **1. Fonction de Transfert du Filtre ARMA**

Nous combinons les fonctions de transfert des filtres AR et MA pour obtenir la fonction de transfert d'un filtre ARMA.

- **Code :**

**%1. ARMA: Combinaison des filtres AR et MA**

**b\_ARMA=conv(b\_MA, b);**

**a\_ARMA=conv(a,1);**

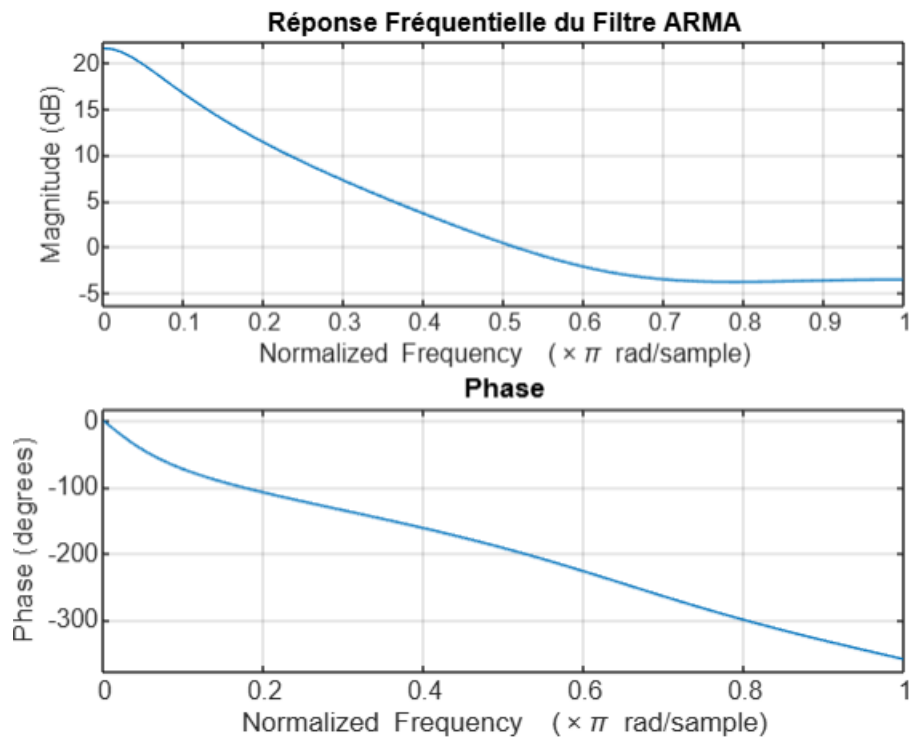
**%1. Réponse fréquentielle du filtre ARMA**

---

```
figure;  
freqz(b_ARMA,a_ARMA);  
title("Réponse Fréquentielle du Filtre ARMA");
```

- **Représentation :**

Tracé de la réponse fréquentielle du filtre ARMA.



- **Interprétation :**

Le filtre ARMA combine les effets des filtres AR et MA, créant une réponse fréquentielle plus complexe.

## 2. Réponse du Filtre ARMA au Bruit Blanc

- **Description :** En passant le bruit blanc à travers le filtre ARMA, nous obtenons la fonction d'autocorrélation et la DSP du signal de sortie.
- **Code :**

```
%Filtrage du bruit blanc avec le filtre ARMA  
signal_ARMA = filter(b_ARMA, a_ARMA, bruit_blanc);
```

---

**%1'Autocorrélation du signal ARMA**

**autocorr\_ARMA = xcorr(signal\_ARMA, 'unbiased');**

**figure;**

**plot(autocorr\_ARMA);**

**title("Autocorrélation du Signal ARMA");**

**%2. DSP du signal ARMA**

**[Pxx\_ARMA, f\_ARMA] = periodogram(signal\_ARMA, [], [], 1);**

**figure;**

**plot(f\_ARMA, 10\*log10(Pxx\_ARMA));**

**title("DSP du Signal ARMA");**

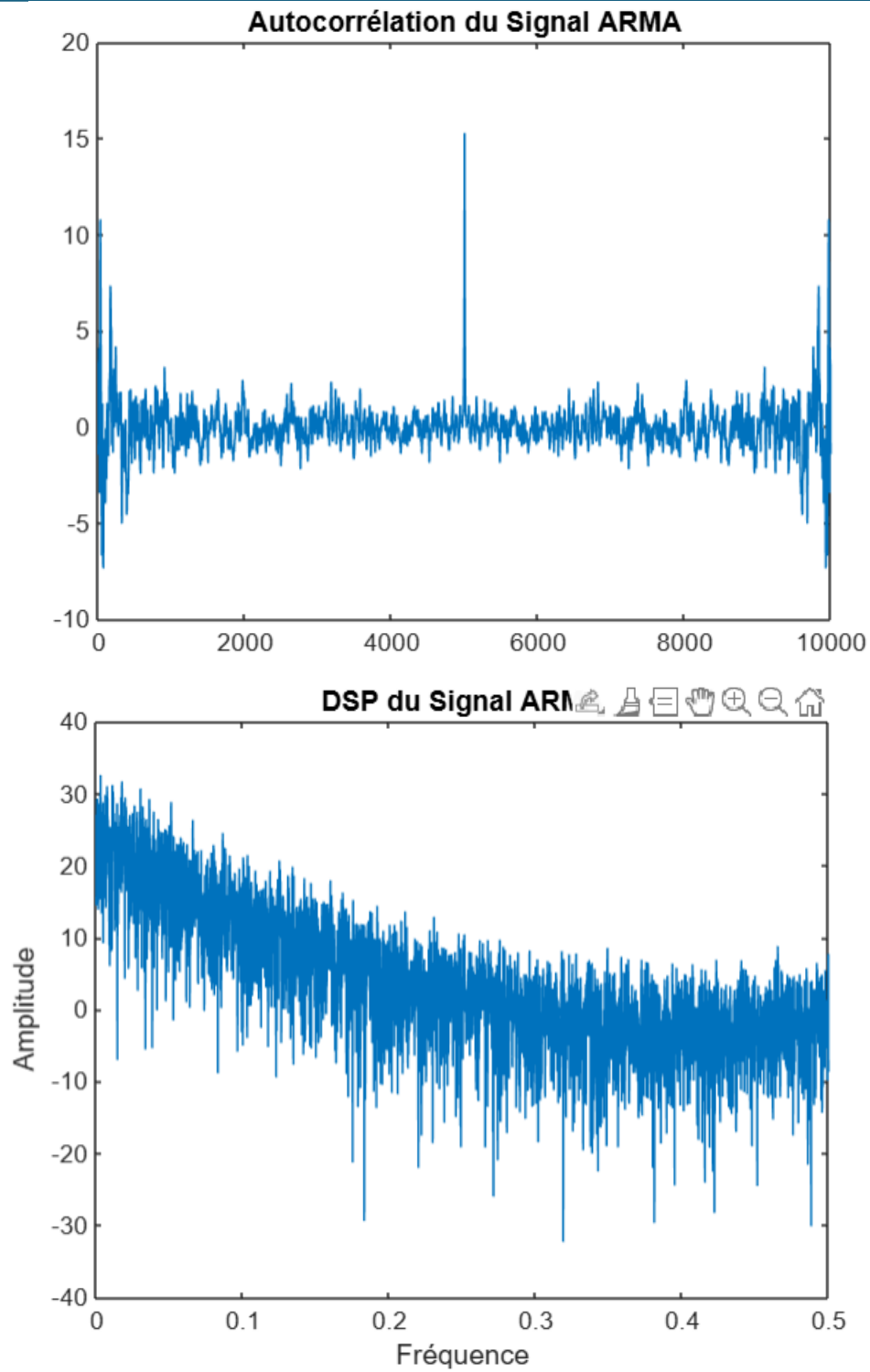
**xlabel("Fréquence");**

**ylabel("Amplitude");**

- **Représentation :**

Tracé de la fonction d'autocorrélation du signal ARMA.

Tracé de la DSP du signal ARMA.



- **Interprétation :**

---

La DSP montre un mélange des caractéristiques spectrales AR et MA, résultant en une distribution de puissance plus variée.

## **VI. Conclusion**

- Chaque filtre (AR, MA, ARMA) possède une réponse fréquentielle et une structure spectrale distinctes.
- Ces différences influencent la forme du signal de sortie et ses propriétés statistiques.
- Le filtre ARMA combine les caractéristiques des processus AR et MA, permettant de modéliser des séries temporelles plus complexes