

# Antennes Intelligentes

Mauricio Caceres

November 19, 2016

# Contents

<b>I</b>	<b>Front-end Radio et Traitement Numérique d'antennes</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Introduction aux antennes intelligentes</b>	<b>3</b>
1.1	Description des applications . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Notions fondamentales</b>	<b>4</b>
2.1	Exercice Personnel 2.1 - Conditions de repliement spatial . . . . .	4
2.2	Exercice Personnel 2.2 - Diagramme de rayonnement . . . . .	4
2.3	Exercice Personnel 2.3 - Analyse du bruit . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Première Optimisation</b>	<b>8</b>
3.1	Exercice Personnel 3.11 - Solution Optimale . . . . .	8
3.2	Exercice Personnel 3.2 - Analyse de la solution . . . . .	8

## Part I

# Front-end Radio et Traitement Numérique d'antennes

# Chapter 1

## Introduction aux antennes intelligentes

### 1.1 Description des applications

## Chapter 2

# Notions fondamentales

### 2.1 Exercice Personnel 2.1 - Conditions de repliement spatial

Ainsi, par analogie au théorème de Shannon établi pour l'échantillonnage dans le domaine temporel, il existe certaines contraintes sur la fréquence d'échantillonnage spatial pour éliminer le repliement spatial (et non plus spectral).

Sachant que les fréquences spatiales normalisées sont non-ambiguës pour  $-1/2 \leq u \leq +1/2$  et que l'angle d'arrivée de l'onde est compris entre  $-\pi/2 \leq \phi \leq +\pi/2$ .

### 2.2 Exercice Personnel 2.2 - Diagramme de rayonnement

On considère une antenne formée de  $M = 16$  capteurs identiques linéairement espacés avec une pondération uniforme c'est à dire  $\omega_m = 1/\sqrt{M}$ ,  $m = 1, 2, \dots, M$

Avec le programme suivant obtenir le diagramme de rayonnement sur une échelle logarithmique.

Le paramètre sera l'espace inter-élément sur lambda en forme de ratio parce qu'on ne connaît pas à priori la magnitude de les deux.

Listing 2.1: Code pour initialisation des variables

```
1 %% VARIABLES GLOBALES
2
3 clc
4 clear all; % effacement de toutes les variables de l'espace travail
5 close all; % fermeture de tous les fichiers (éventuellement) ouverts
6 global NOMBRE_ANTENNES; % nombre total de capteurs de l'antenne
7 global BINARY_DATA_RATE; % débit de la source binaire transmise
8 global FACTEUR_SURECH; % facteur de sur-échantillonnage au récepteur
9 global ROLL_OFF_FACTOR; % facteur de retombée des filtres en cosinus sur-élevé
10 global SAMPLING_FREQ; % fréquence d'échantillonnage du signal au récepteur
11 global BAUD_RATE; % rapidité de modulation des données transmises
12
13 %% INIT PARAMETRES
14
15 %=====
16 % 1- Exemple d'initialisation des ces paramètres
17 %=====
18 ROLL_OFF_FACTOR=0.3;
19 NOMBRE_ANTENNES=16;
20 FACTEUR_SURECH=2;
21 BANDWIDTH=200e3;
22 DUREE_SYMBOLE=1/BANDWIDTH;
23 BAUD_RATE=1/DUREE_SYMBOLE;
24 SAMPLING_FREQ=FACTEUR_SURECH*BAUD_RATE;
25 d_sur_lambda = [.125 .25 .5];
26 M = 16;
```

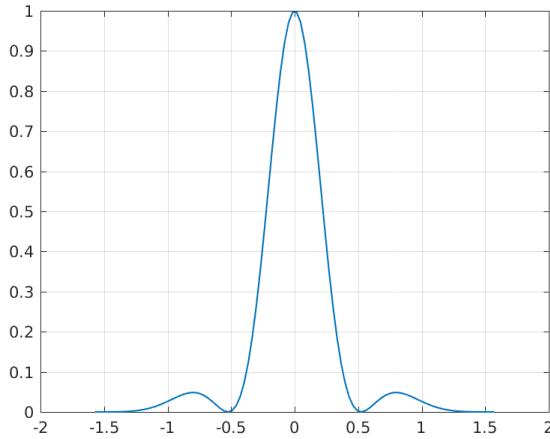
Listing 2.2: Code pour le calcul du diagramme de rayonnement

```

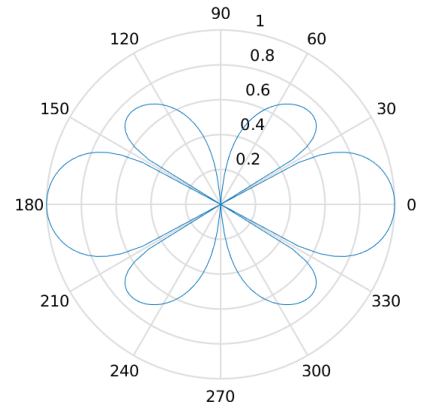
1 nombre_points = 100;
2 phi = linspace(-pi/2,pi/2,nombre_points);
3 v = zeros(M,1);%
4
5 M_const = 1/M^0.5;
6 w = ones(16,1)*M_const;
7 for j = 1:3
8     for i = 1:size(phi,2)
9         for m = 1:size(v,1)
10            v(m) = M_const*exp(-1i*2*pi*d_sur_lambda(j)*(m-1)*sin(phi(i)));
11        end
12        C(i) = w'*v;
13    end
14
15 C = abs(C).^2;
16 figure();
17 plot(phi,(C),'LineWidth',1);
18 grid on
19 figure();
20 TracePolar(phi,(C), -50);
21 end

```

D'après ce code on obtien



(a) Diagramme de rayonnement polaire en scale logarithmique



(b) Diagramme de rayonnement en escale linéaire

Figure 2.1: Diagrammes correspondantes au parametrage de  $d/\lambda = 1/2$ 

On voit dans que la valeur maximale de ces réponses est obtenue pour un angle égal à  $\phi_s = 0$  parce que l'amplitude de la signal bruité reçu pour chaque capteur est affecté pour un facteur exponentiel qui depend de l'angle d'incidence de l'onde reçu.

$$\tilde{x}_m = \tilde{x}_1(t) e^{-j \frac{2\pi}{\lambda} (D_m - D_1) \sin(\phi)} \quad (2.1)$$

Ce qui est logique parce que c'est le cas ou la signal a une incidence directe et perpendiculaire ou capteurs.

Une fois que vous avez analysé les conditions de repliement spatial, il faut que vous ayez dans vos Théoriquement, en programmant la formule (2.8) du poly. Faire l'analyse sous Matlab du diagramme de l'Expérimentalement (exercice 2.3). Utiliser le programme GeneSignaux.m (cf. figure ci-dessous) pour obtenir

```
>> [MatriceIB,MatriceS,Sig,BinaireIn,PenteSCurve]=GeneSignaux(Phis,Phi1,Phi2,RSB,RSI1,RSI2)
```

Je vous expliquerai ultérieurement comment on introduit des interférents dans la simulation. Pour l'instant on choisit le niveau de bruit (relativement à celui du signal utile):

donc on fixe le rapport signal-à-bruit RSB à une valeur voulue (entre 30 et 0 dB)

il n'y a pas d'interférent n°1 :

donc le rapport signal-à-interférent n°1 RSI1 ---> infini (300 dB suffira)

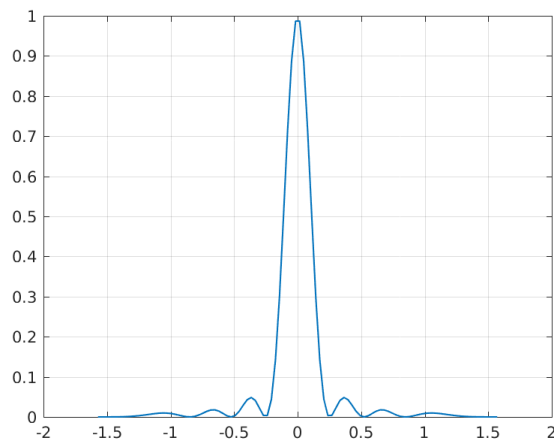
on met n'importe quelle direction d'arrivée de l'interférent n°1 : Phi1 = -30 degrés \*(pi/180)

il n'y a pas d'interférent n°2 :

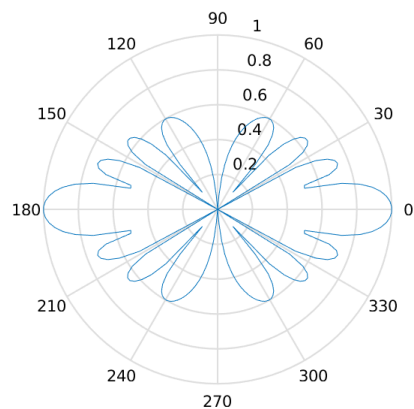
donc le rapport signal-à-interférent n°2 RSI2 ---> infini (300 dB suffira)

on met n'importe quelle direction d'arrivée de l'interférent n°2 : Phi2 = +60 degrés \*(pi/180)

on choisit la direction de la source utile S :

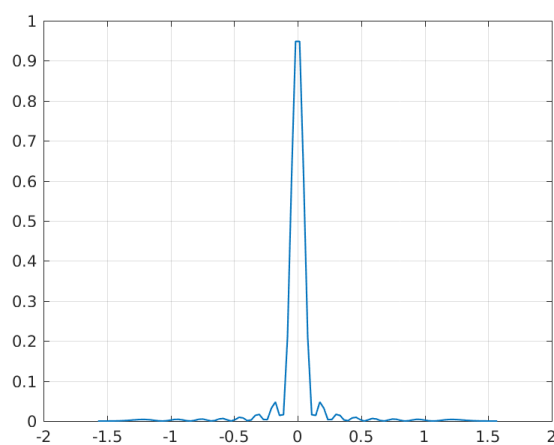


(a) A subfigure

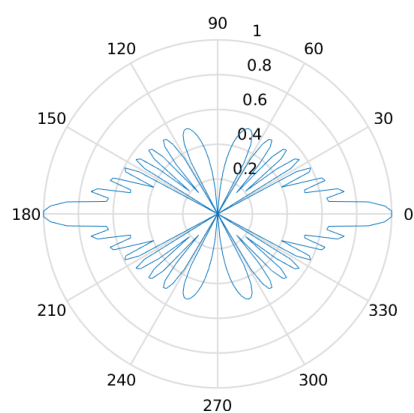


(b) A subfigure

Figure 2.2: A figure with two subfigures



(a) A subfigure



(b) A subfigure

Figure 2.3: A figure with two subfigures

donc on fixe  $\Phi_{\text{his}}$  à une valeur dans l'intervalle  $[-90^\circ, +90^\circ] * (\pi/180)$

Pour cela , on fixera :

le facteur de retombée du filtre d'émission/réception (1/2 Nyquist) : `ROLL_OFF_FACTOR` entre 0 et 1

le nombre d'antennes `NOMBRE_ANTENNES`

le facteur de sur-échantillonnage (cf. EII2) : `FACTEUR_SURECH` a une valeur paire 2, 4, 6, 8, 10, 16.

la bande passante du signal à `BANDWIDTH=200e3` soit 200kHz (ceci est fixé arbitrairement!)

et donc, on aura toujours (cf. EII2)

```
DUREE_SYMBOLE=1/BANDWIDTH;
BAUD_RATE=1/DUREE_SYMBOLE;
SAMPLING_FREQ=FACTEUR_SURECH*BAUD_RATE;
```

On obtien depuis notre code les diagramme de l'oeil qui nous permet de voir comment les signaux son..

## 2.3 Exercice Personnel 2.3 - Analyse du bruit

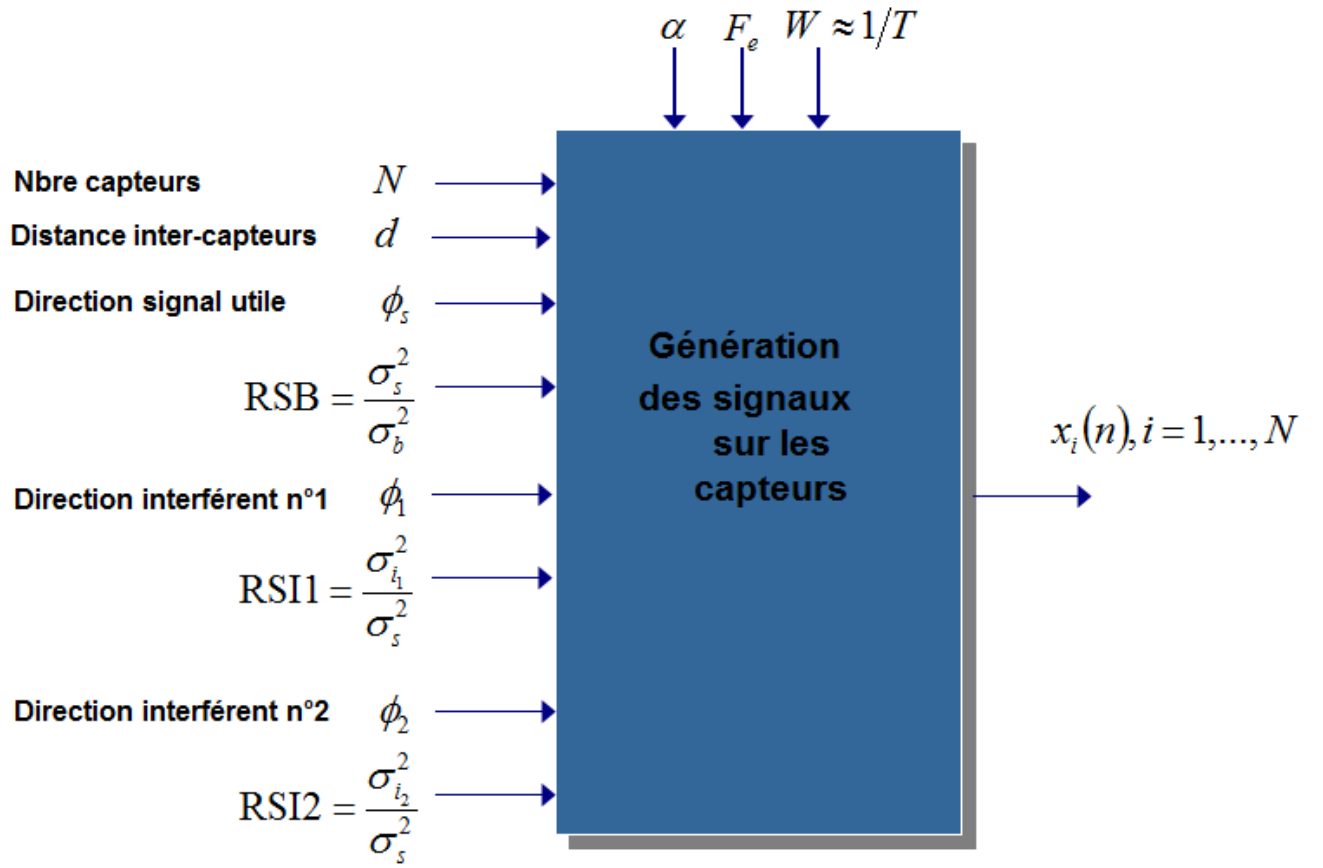
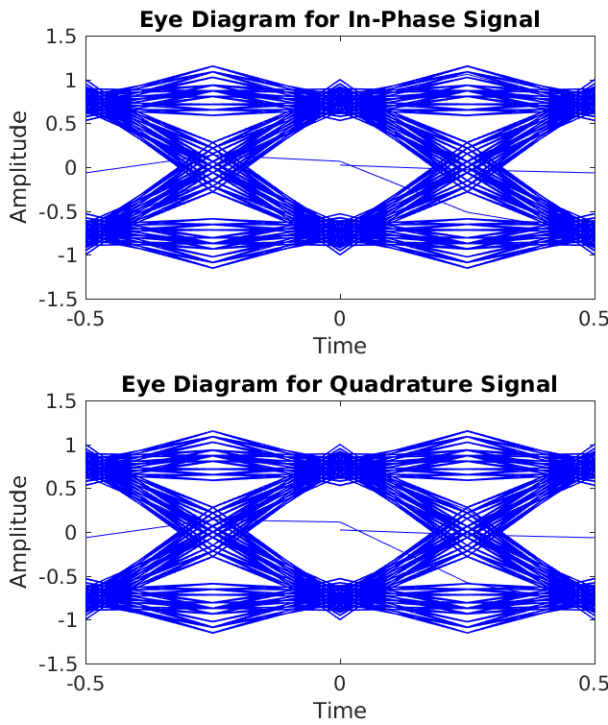
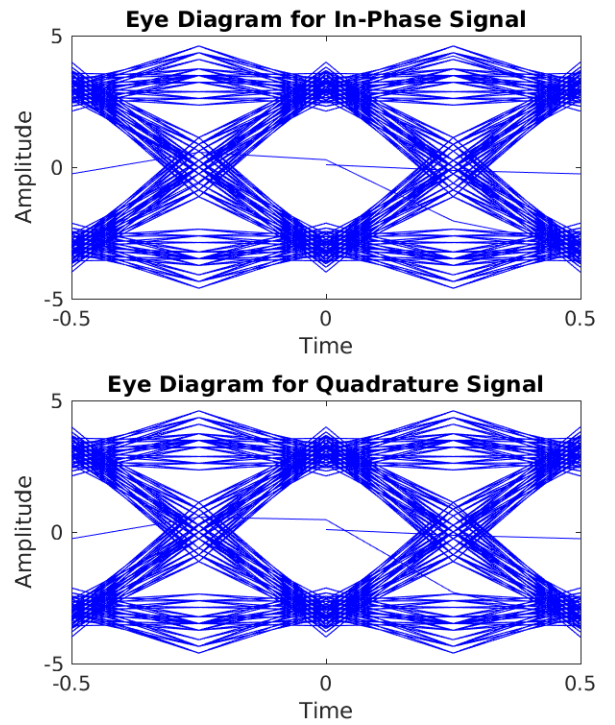


Figure 2.4: A subfigure



(a) A subfigure



(b) A subfigure

Figure 2.5: A figure with two subfigures



## Chapter 3

# Première Optimisation

**3.1 Exercice Personnel 3.11 - Solution Optimale**

**3.2 Exercice Personnel 3.2 - Analyse de la solution**