



REPUBLIQUE DU CAMEROUN

*Paix – Travail – Patrie*

Université de Douala

ECOLE NORMALE SUPERIEURE D'ENSEIGNEMENTS TECHNIQUE  
ENSET DE DOUALA



Redige et presente par  
**BALOGOG MANDACK Georges Lemuel**  
en vue de l'obtention du  
DIPET II

Devant le jury constitué de :

**Président :** Pr Jean M. NYOBE

**Rapporteur :** M. IHONOCK Luc

**Membre:** Dr Jacques MATANGA

# OPTIMISATION DES RESEAUX D'ANTENNES PLANAIREES PAR LES RESEAUX DE NEURONES (RNA)

# PLAN

INTRODUCTION

CAHIER DES  
CHARGES  
ET  
OBJECTIFS

ETAT DE  
L'ART SUR  
LE SUJET  
TRAITE

MODELES

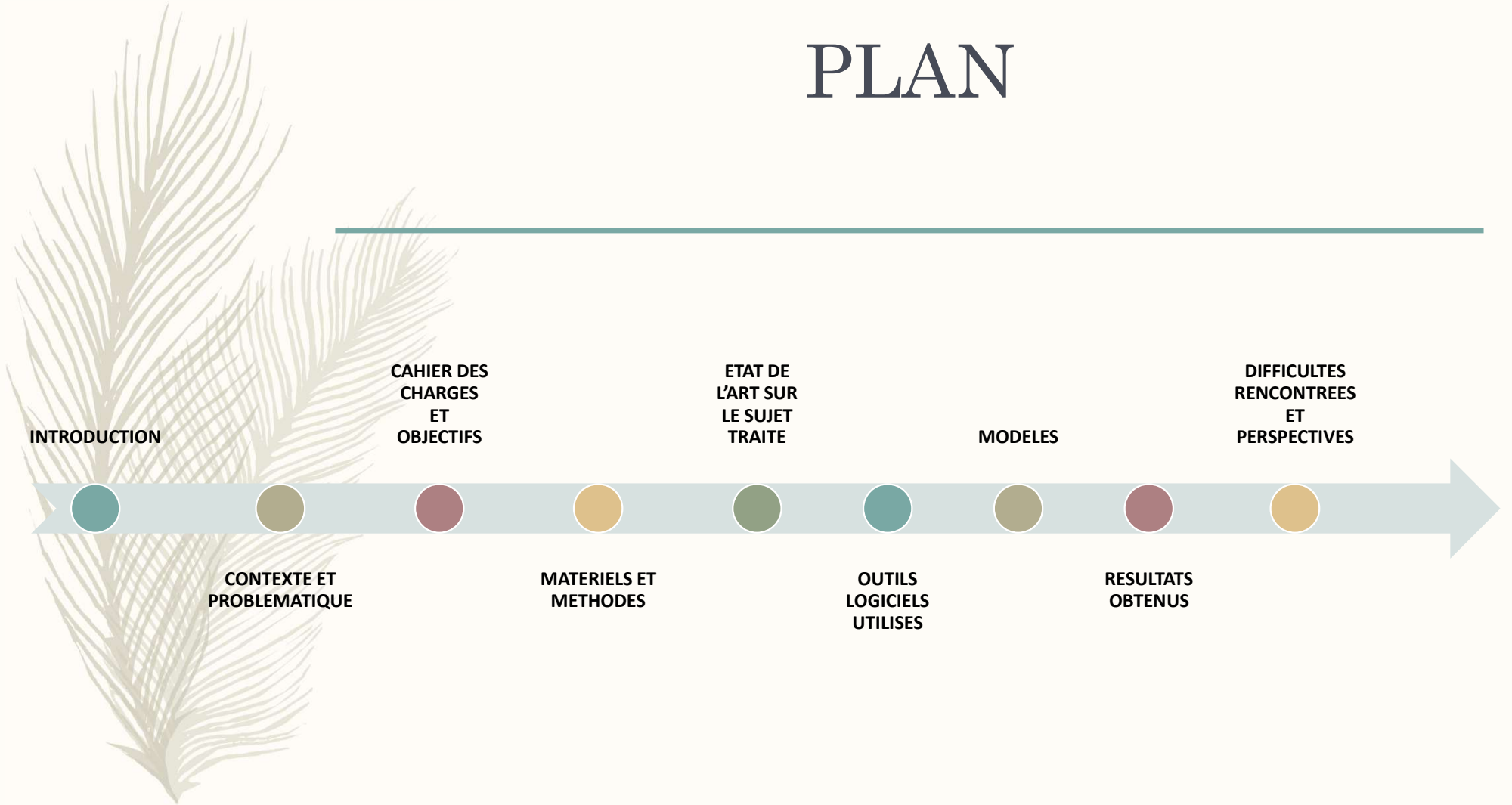
DIFFICULTES  
RENCONTREES  
ET  
PERSPECTIVES

CONTEXTE ET  
PROBLEMATIQUE

MATERIELS ET  
METHODES

OUTILS  
LOGICIELS  
UTILISES

RESULTATS  
OBTENUS





# INTRODUCTION

---

Dans toutes les régions du globe, les télécommunications sont d'une priorité majeure pour le développement d'une nation.

La transmission fiable des données.

# CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Le monde en 2020:

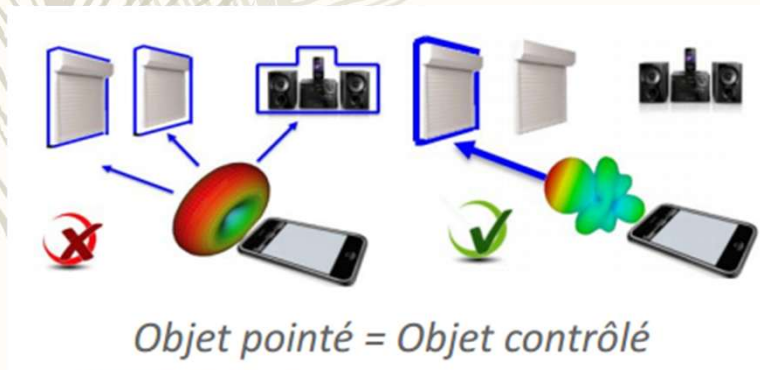
50 000 000 000 objets connectés

50 000 000 001 antennes *au moins*

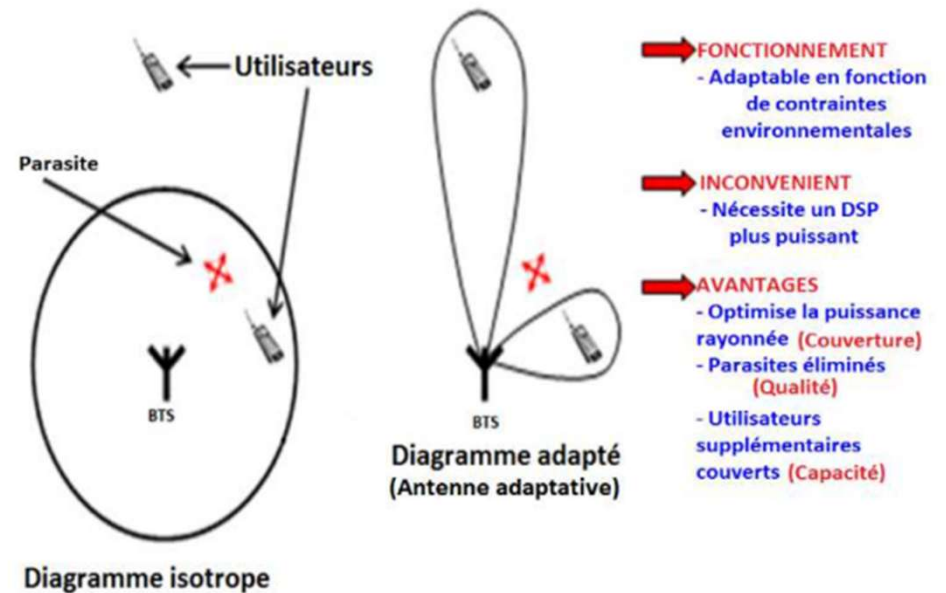


# CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

## STATION MOBILE



## STATION DE BASE



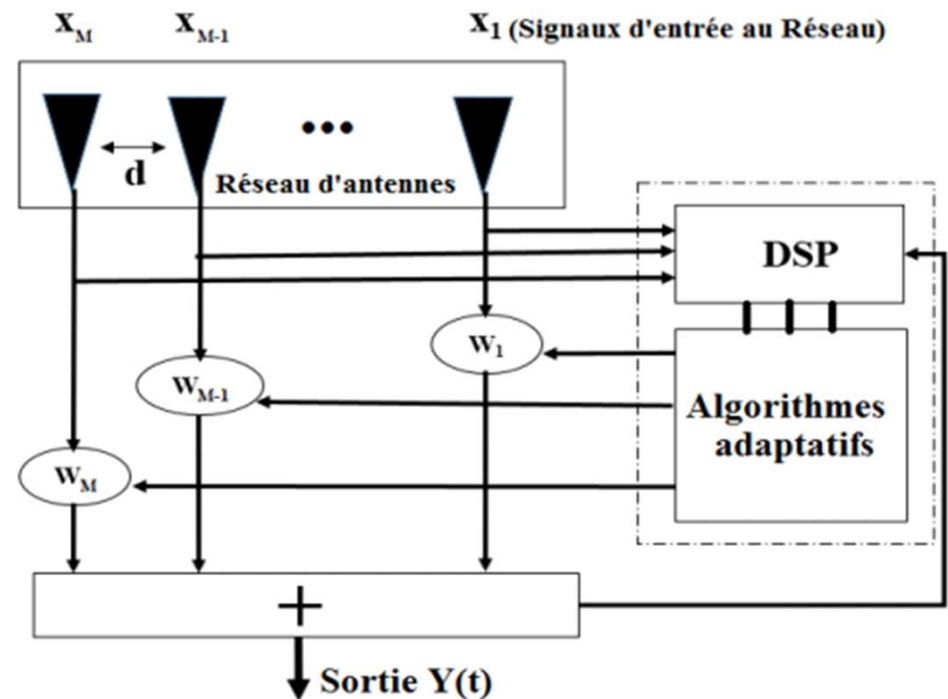


# CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Les **antennes intelligentes** : systèmes constitués d'une **série linéaire, planaire, circulaire ou volumique** d'antennes élémentaires et d'un **processeur de signaux numériques** (DSP : Digital Signals Processor) implémentant des **algorithmes adaptatifs** permettant de piloter en temps réels leurs diagrammes de rayonnement.

## ENJEUX:

- optimiser la couverture,
- la capacité,
- la qualité,
- la sécurité dans les réseaux

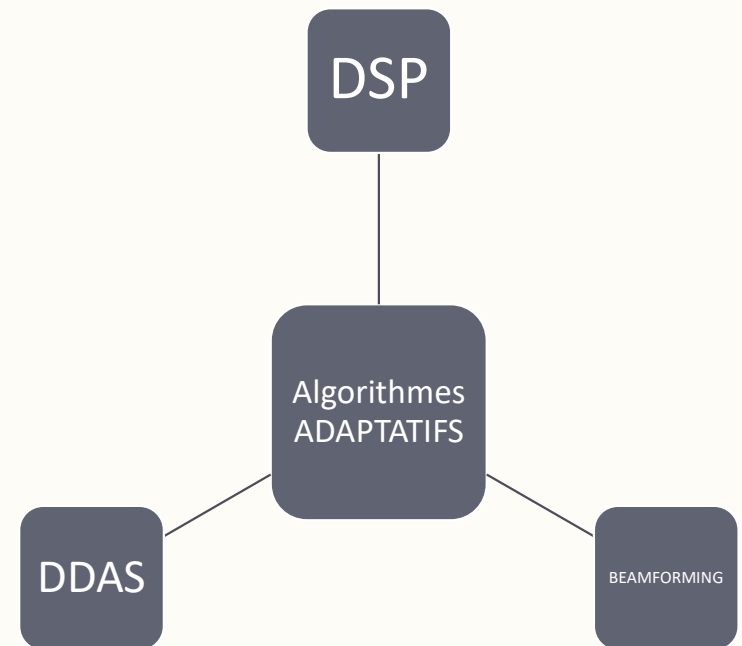


# CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

Les **antennes intelligentes** sont des systèmes constitués d'une **série linéaire, planaire, circulaire ou volumique** d'antennes élémentaires et d'un **processeur de signaux numériques** (DSP : Digital Signals Processor) implémentant des **algorithmes adaptatifs** permettant de piloter en temps réels leurs diagrammes de rayonnement.

## ENJEUX:

- optimiser la couverture,
- la capacité,
- la qualité,
- la sécurité dans les reseaux



# CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

---

Les **antennes intelligentes** sont des systèmes constitués d'une **série linéaire, planaire, circulaire ou volumique** d'antennes élémentaires et d'un **processeur de signaux numériques** (DSP : Digital Signals Processor) implémentant des **algorithmes adaptatifs** permettant de piloter en temps réels leurs diagrammes de rayonnement.

## ENJEUX:

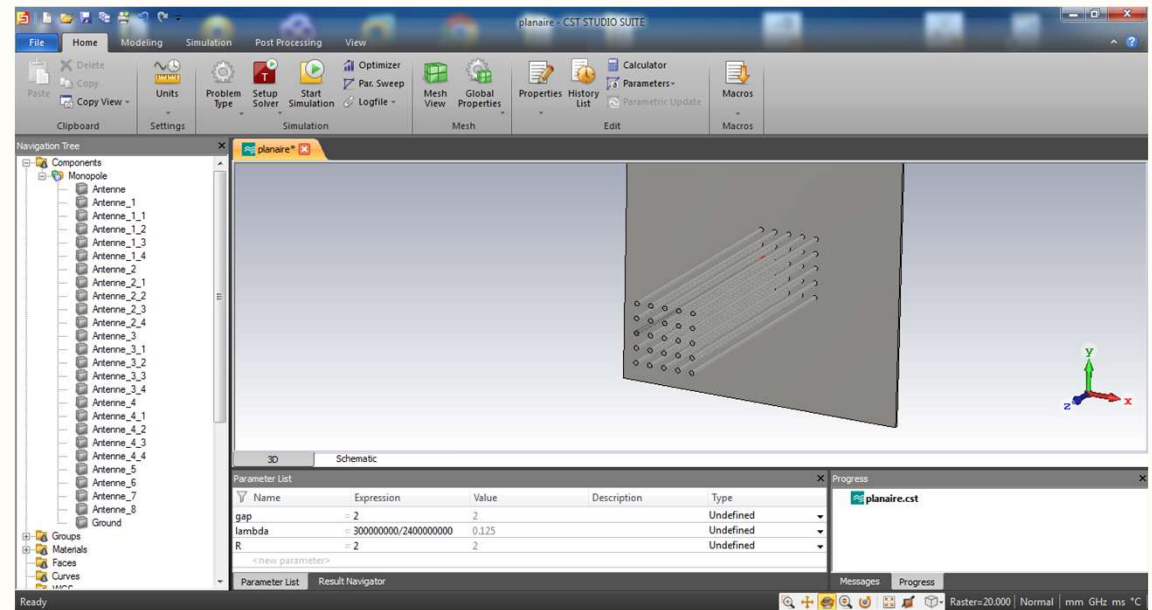
- optimiser la couverture,
- la capacité,
- la qualité,
- la sécurité dans les réseaux

Le défi majeur réside alors dans le développement d'algorithmes efficaces de pilotage.



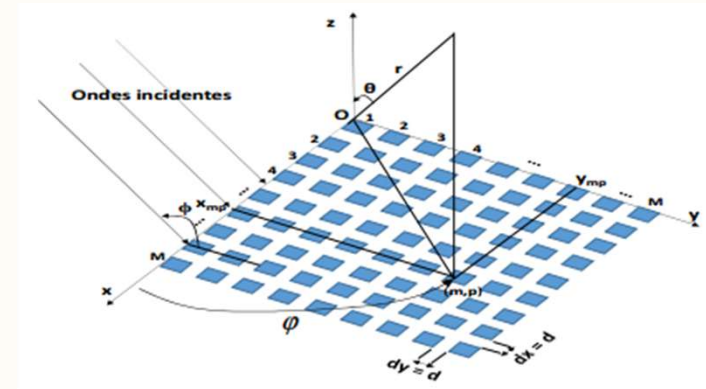
# CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

- Réseau planaire 4\*5 elements
- Frequence  $\approx 2.4$  Ghz
- Minimum d'encombrement
- Directions des sources connues
- Maximum de gain
- Meme niveau des lobes secondaires
- Synthese analytique par le polynome de Dolph CHEBYSHEV
- Structure a monopoles



# CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

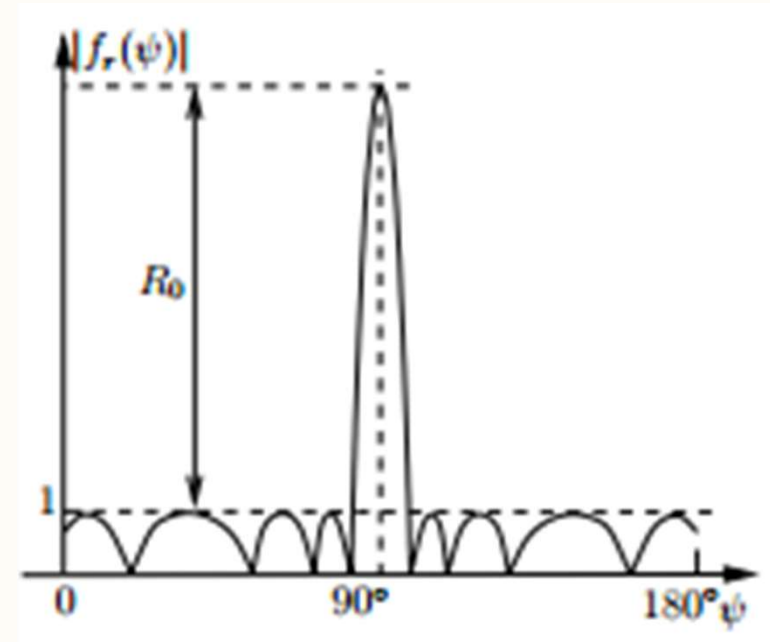
- Reseau planaire 4\*5 elements
- Frequence  $\approx 2.4$  Ghz
- Minimum d'encombrement
- Directions des sources connues
- Maximum de gain
- Meme niveau des lobes secondaires
- Synthese analytique par le polynome de Dolph CHEBYSHEV
- Structure a monopoles



$$\begin{aligned}
 f_a &= F_e(\theta, \phi) \left| \underbrace{\sum_{n=1}^{N_y} i_{1n} e^{j(n-1)(\beta d_y \sin \phi \sin \theta - \alpha_y)}}_{\tilde{f}_{r_{lin-uni y}}(\theta, \phi)} \right| \left| \underbrace{\sum_{m=1}^{N_x} i_{m1} e^{j(m-1)(\beta d_x \cos \phi \sin \theta - \alpha_x)}}_{\tilde{f}_{r_{lin-uni x}}(\theta, \phi)} \right| \\
 &= F_e(\theta, \phi) \left| \tilde{f}_{r_{plan.uni}}(\theta, \phi) \right|.
 \end{aligned}$$

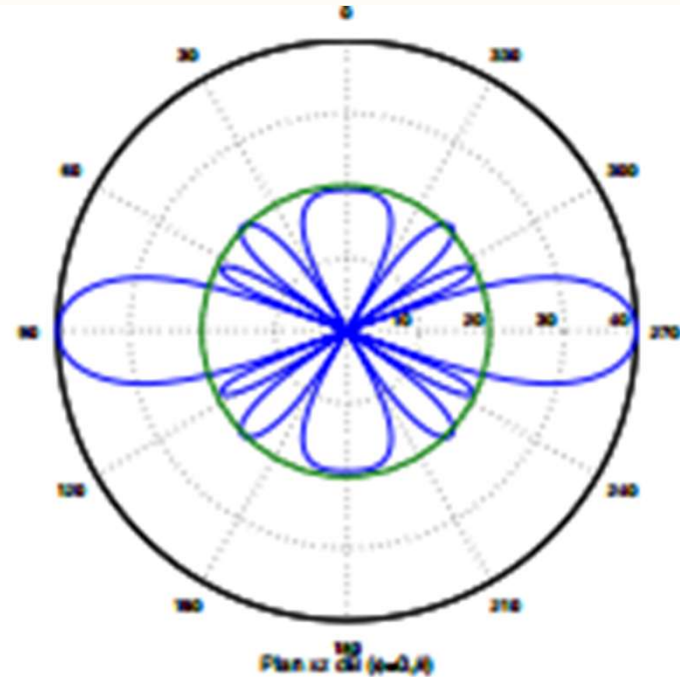
# CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

- Reseau planaire 4\*5 elements
- Frequence  $\approx 2.4$  Ghz
- Minimum d'encombrement
- Directions des sources connues
- Maximum de gain
- Meme niveau des lobes secondaires
- Synthese analytique par le polynome de Dolph CHEBYSHEV
- Structure a monopoles



# CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

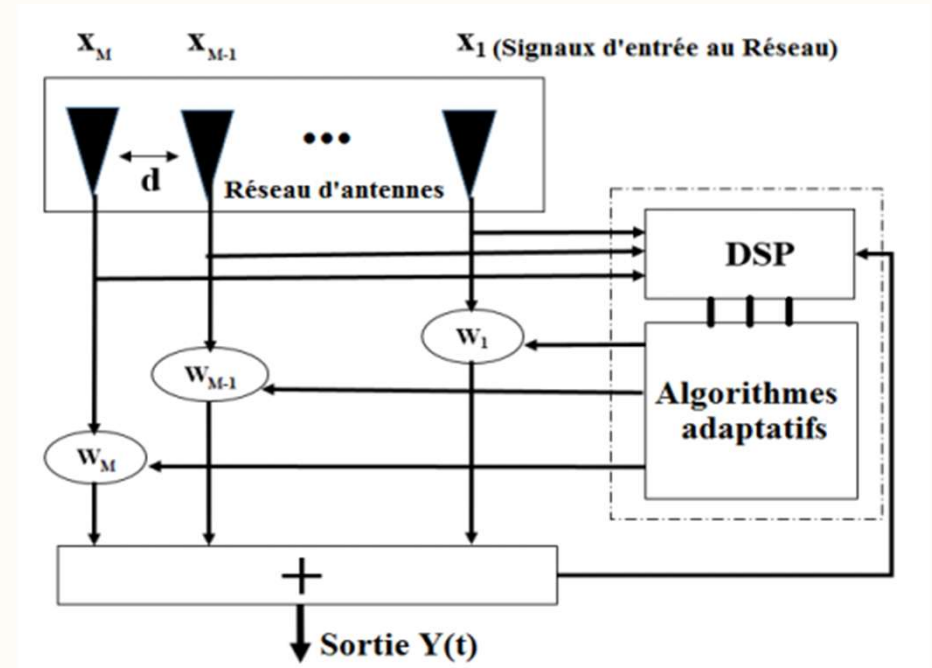
- Reseau planaire 4\*5 elements
- Frequence  $\approx 2.4$  Ghz
- Minimum d'encombrement
- Directions des sources connues
- Maximum de gain
- Meme niveau des lobes secondaires
- Synthese analytique par le polynome de Dolph CHEBYSHEV
- Structure a monopoles



# CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

## OBJECTIF

DETERMINER DE MANIERE ADAPTATIVE LES **LOIS D'ALIMENTATION** (Les Poids Amplitude-Phase De Chaque Element Du Reseau Permettant De Modifier Le Diagramme A Souhait)







# MATERIELS ET METHODES

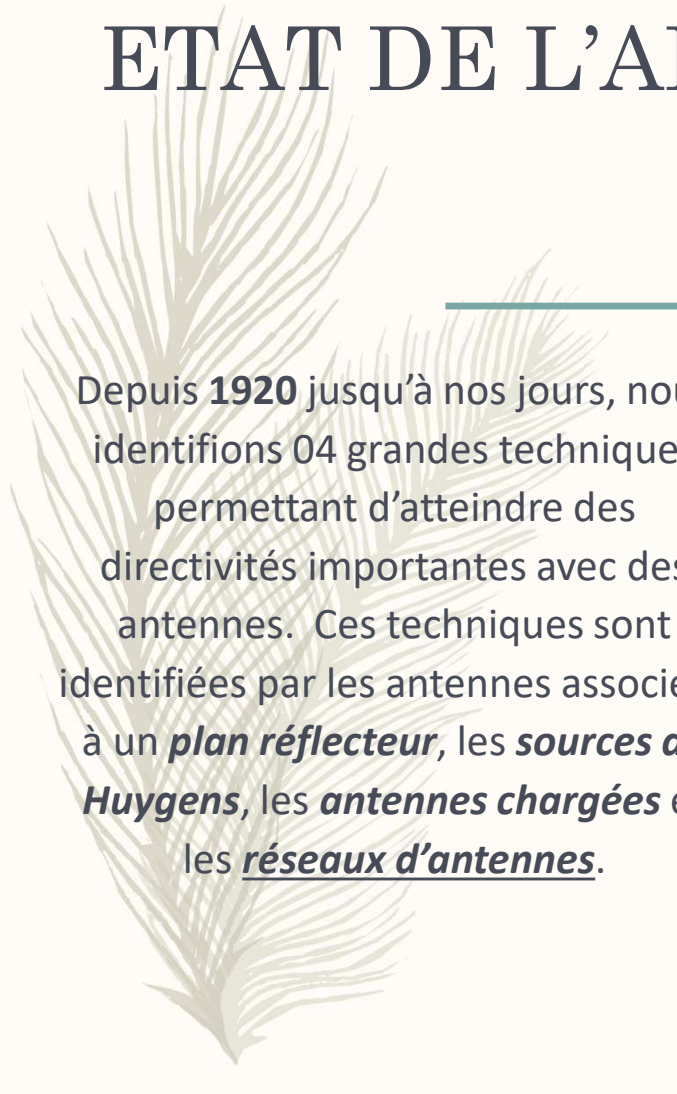
---

Polynomes de DOLPH TCHEBYSHEV

Reseaux de neurons artificielles - RNA

# ETAT DE L'ART SUR LE SUJET TRAITE

---



Depuis **1920** jusqu'à nos jours, nous identifions 04 grandes techniques permettant d'atteindre des directivités importantes avec des antennes. Ces techniques sont identifiées par les antennes associées à un ***plan réflecteur***, les ***sources de Huygens***, les ***antennes chargées*** et les ***réseaux d'antennes***.

## METHODES OPTIMISATION

- Analytique [1]
- Deterministes [2]
- Stochastiques [3]

# ETAT DE L'ART SUR LE SUJET TRAITE

## METHODES OPTIMISATION

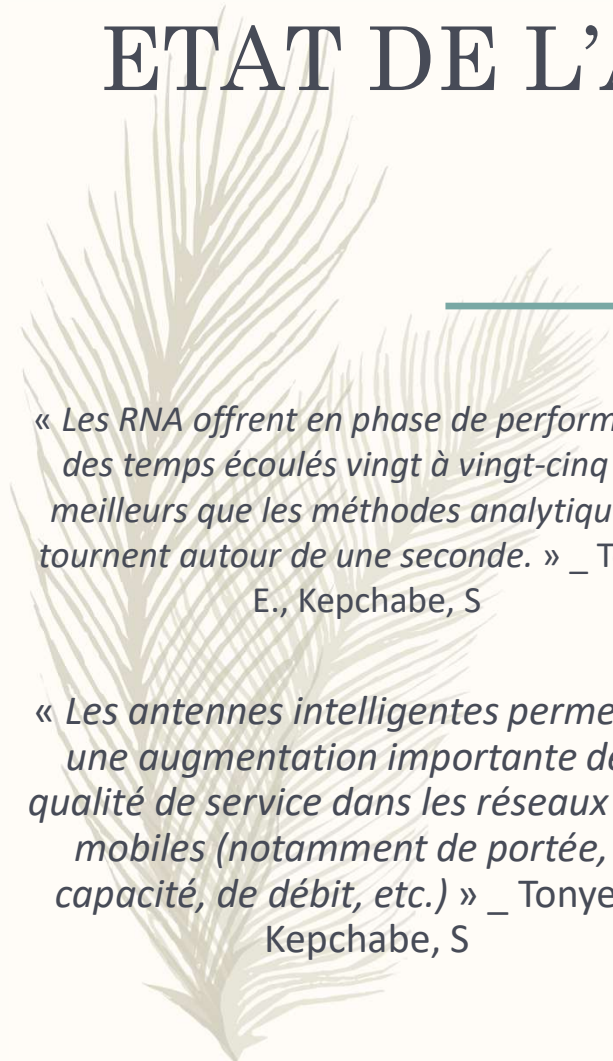
- Analytique [1]
- Deterministes [2]
  - MVDR
  - LMS...
- Stochastiques [3]
  - RNA
  - ALGORITHME GENETIQUE...

		LINEAIRE				PLANAIRE				CIRCULAIRE			
Nombre de lobes	Méthode analytique	Temps écoulé (analy)	AG	MLP	RBF	Temps écoulé (analy)	AG	MLP	RBF	Temps écoulé (analy)	AG	MLP	RBF
1 lobe N = 100	Conv	0.160	0.571	21.09 0.978	/	0.236	0.711	43.355 0.666	/	0.161	0.674	18.452 0.193	/
	MVDR	2.624	0.649	46.882 0.381	44.941 0.194	3.912	0.759	53.792 0.206	0.366 0.622	2.931	0.700	13.056 0.201	0.364 0.638
	LMS	2.676	0.657	44.941 0.194	/	3.736	0.745	2.920 0.207	/	2.772	0.670	7.865 0.652	/
1 lobe1zero N = 200	MVDR	5.170	0.284	52.484 0.199	44.941 0.194	7.785	0.399	78.860 0.219	0.403 0.250	5.598	0.303	6.677 0.202	0.375 0.316
	LMS	5.211	0.286	52.633 0.220	/	7.812	0.364	23.895 0.212	/	5.591	0.313	56.703 0.215	/
1 lobe3zeros N = 200	MVDR	5.167	0.348	52.193 0.206	44.941 0.194	7.869	0.367	46.641 0.216	0.412 0.251	6.134	0.321	13.379 0.201	0.441 0.238
	LMS	5.166	0.278	52.590 0.208	/	7.491	0.373	44.206 0.209	/	5.570	0.299	53.306 0.211	/
2lobes N = 100	MVDR	2.5	Methode de Schelkunof										
	LMS	2.7											
3 lobes N = 100	MVDR	2.6	Methode de Schelkunof										
	LMS	2.712											

Fig. 15. Comparaison des temps écoulés par méthodes analytiques, les AG et les RNA

# ETAT DE L'ART SUR LE SUJET TRAITE

---



« Les RNA offrent en phase de performance, des temps écoulés vingt à vingt-cinq fois meilleurs que les méthodes analytiques et tournent autour de une seconde. » \_ Tonye, E., Kepchabe, S

« Les antennes intelligentes permettent une augmentation importante de la qualité de service dans les réseaux radio mobiles (notamment de portée, de capacité, de débit, etc.) » \_ Tonye, E., Kepchabe, S

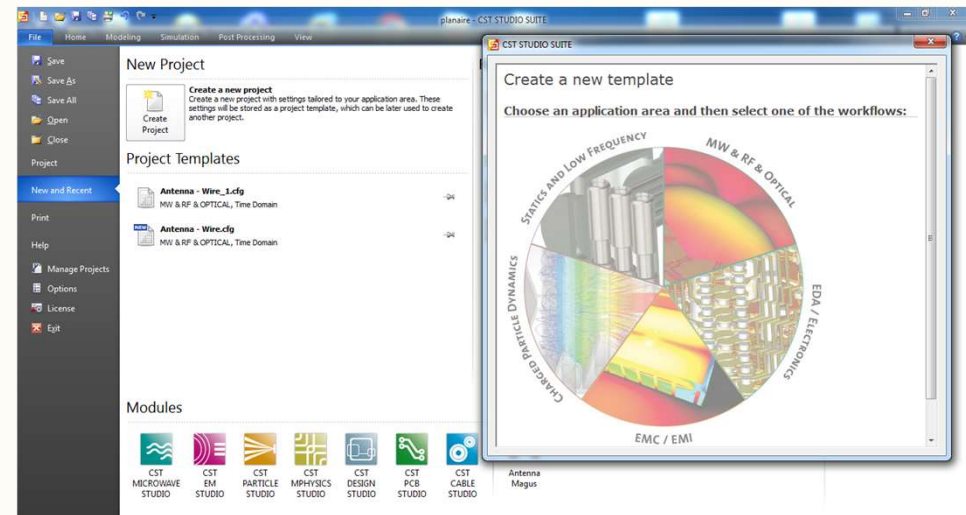
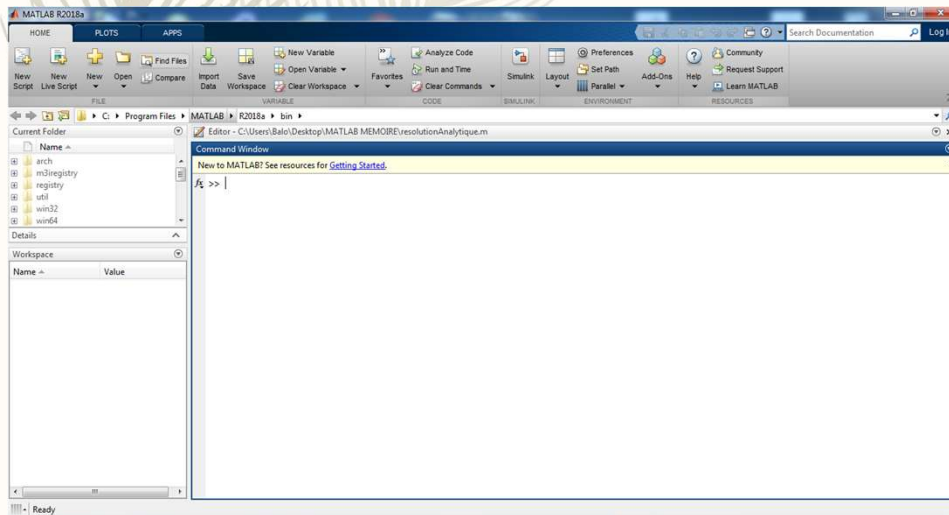
« L'application du concept d'antennes intelligentes à un réseau de communication permet d'optimiser le diagramme de rayonnement dans toutes les directions de l'espace. L'économie de puissance rayonnée dans certaine direction autorise des **communications avec des mobiles lointains** qui ne seraient pas joignable dans le cas d'une antenne isotrope pour une puissance totale rayonnée donnée. L'annulation de certaines directions permet d'**éliminer des émissions parasites** qui sinon perturberaient les autres communications ou diminueraient le débit de transmission de données. Enfin, le fait d'être capable de ne rayonner que dans certaines directions **évite d'interagir avec d'autres systèmes** ou d'endommager certains équipements et "préserve« l'environnement. » \_ R.Ghayoula

# OUTILS LOGICIELS UTILISES

MATLAB



CST MICROWAVE Studio





# OUTILS LOGICIELS UTILISES

MATLAB

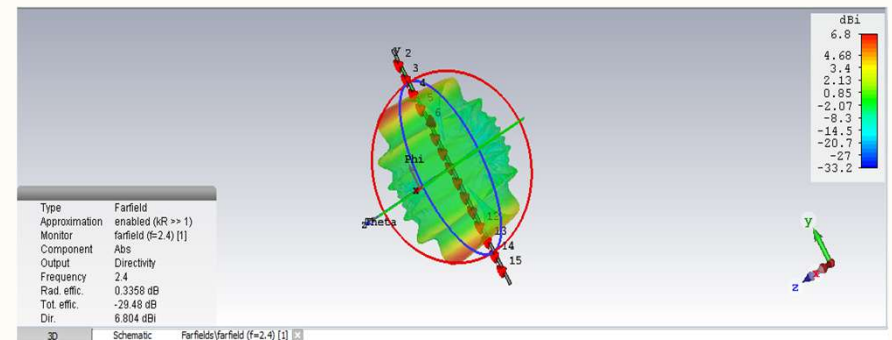


CST MICROWAVE Studio

Editor - resolutionAnalytique.m

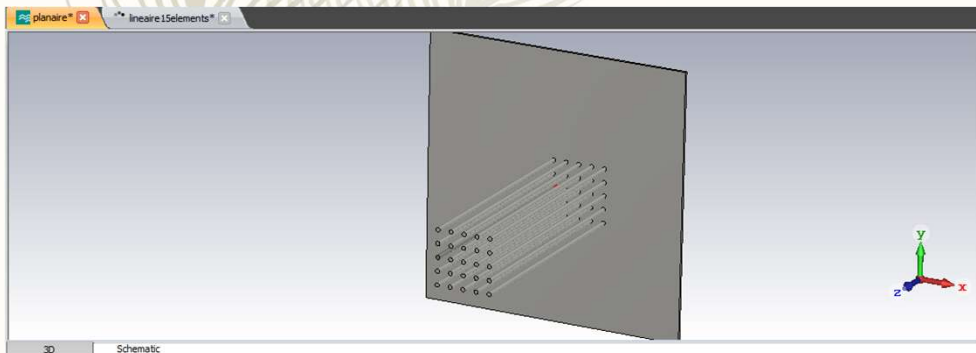
5x4 complex double

	1	2	3	4	5	6
1	-0.4785 + 0.6411i	-0.5886 - 0.5418i	0.5993 - 0.5299i	0.4656 + 0.6505i		
2	-0.7911 + 0.1189i	-0.0371 - 0.7991i	0.7987 + 0.0451i	-0.1268 + 0.7899i		
3	-0.6458 - 0.4721i	0.5359 - 0.5940i	0.5359 + 0.5940i	-0.6458 + 0.4721i		
4	-0.1268 - 0.7899i	0.7987 - 0.0451i	-0.0371 + 0.7991i	-0.7911 - 0.1189i		
5	0.4656 - 0.6505i	0.5993 + 0.5299i	-0.5886 + 0.5418i	-0.4785 - 0.6411i		
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

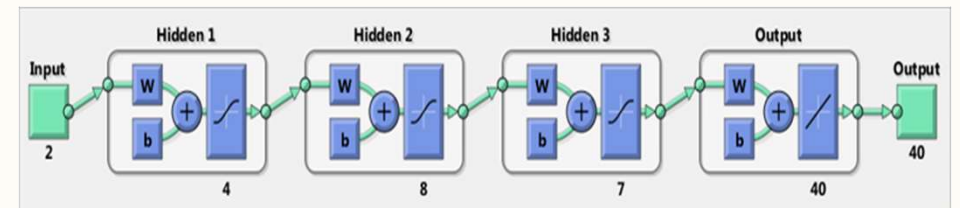


# MODELES

PLANAIRE 4\*5



RNA



# RESULTATS OBTENUS

DIAGRAMME DE RAYONNEMENT – DOLPH  
TCHEBYSHEV

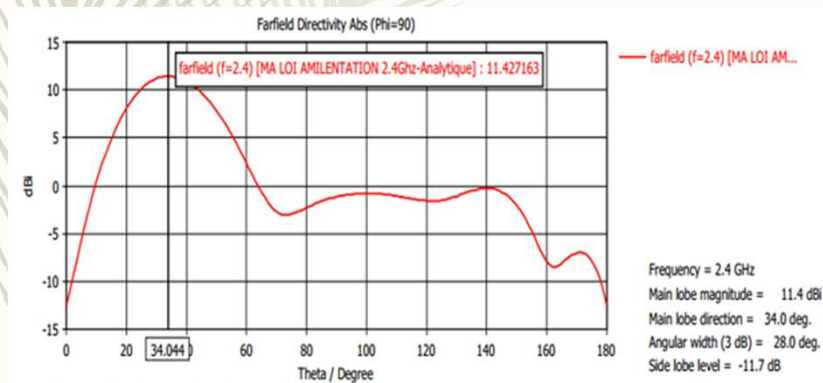
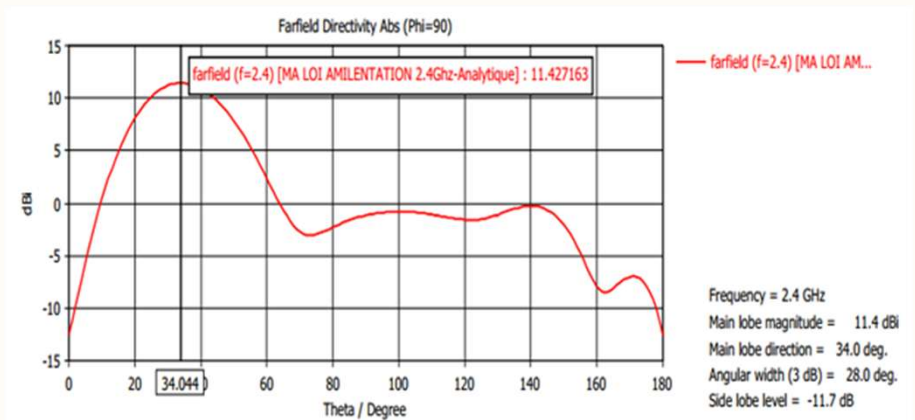


DIAGRAMME DE RAYONNEMENT - RNA



# RESULTATS OBTENUS

DIAGRAMME DE RAYONNEMENT – DOLPH  
TCHEBYSHEV

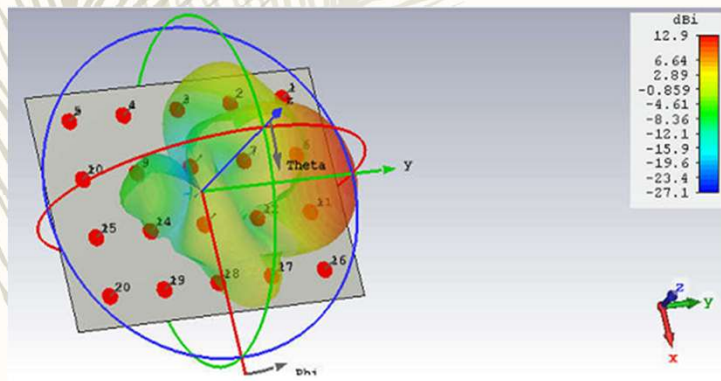
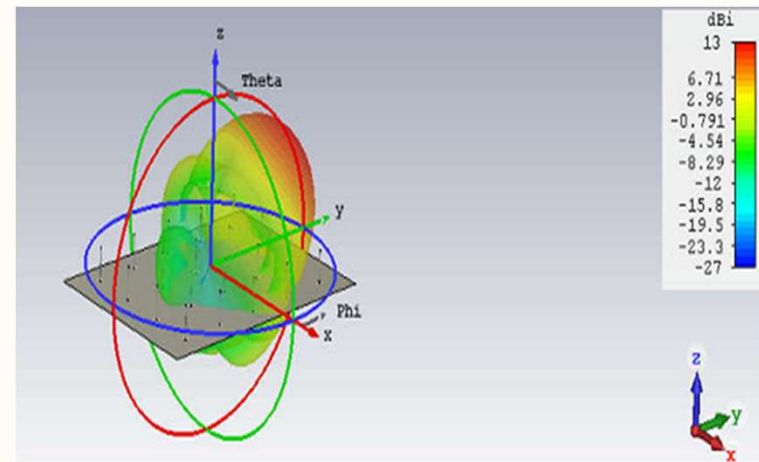


DIAGRAMME DE RAYONNEMENT - RNA



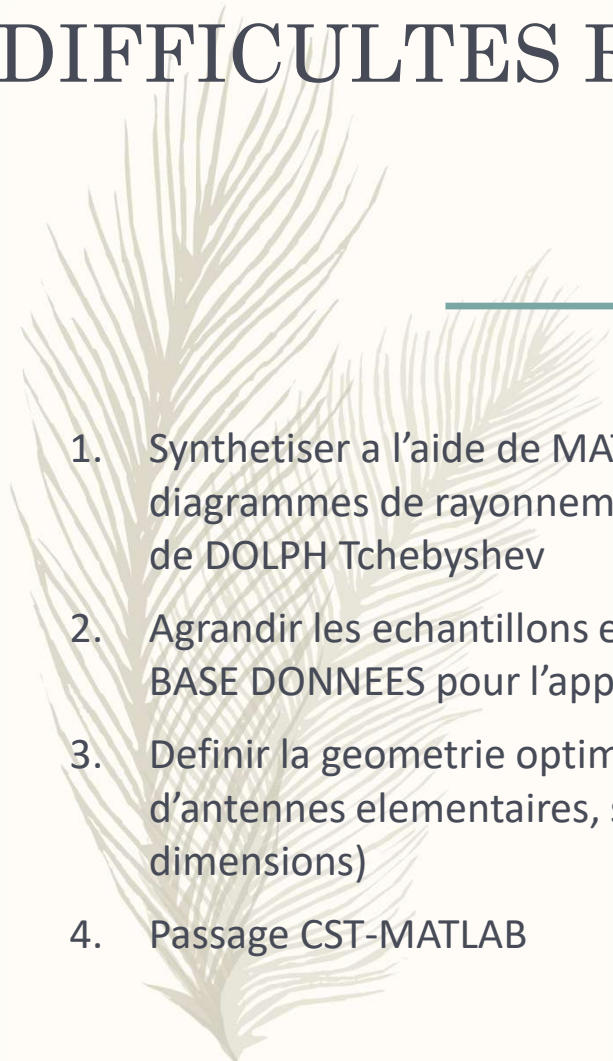
# RESULTATS OBTENUS

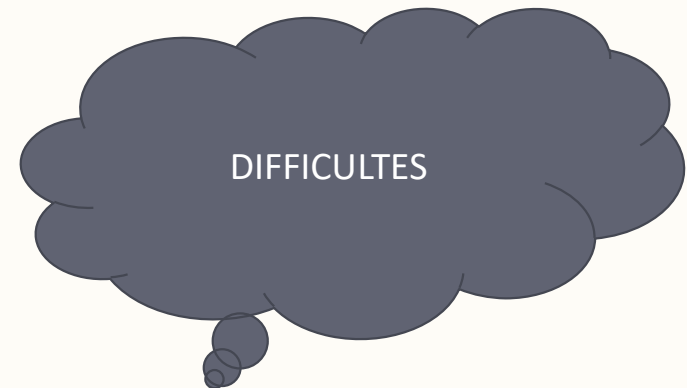
Caractéristiques du faisceau (Diagramme de rayonnement)	Résultats par Méthode Analytique (Polynôme de Dolph Tchebychev)	Résultats par Méthode de Réseaux de neurone
Angle d'arrive	$\varphi = 30^\circ$	$\varphi = 30^\circ$
	$\vartheta = 330^\circ$	$\vartheta = 330^\circ$
Angle de pointage du faisceau	$\varphi = 34,044^\circ$	$\varphi = 35,034^\circ$
	$\vartheta = 330^\circ$	$\vartheta = 330^\circ$
Directivité	$D_{dB} = 12.89 \text{ dB}$	$D_{dB} = 12.96 \text{ dB}$
Niveau des lobes secondaires	$SLL_{dB} = -11.70 \text{ dB}$	$SLL_{dB} = -10.6 \text{ dB}$



# DIFFICULTES RENCONTREES ET PERSPECTIVES

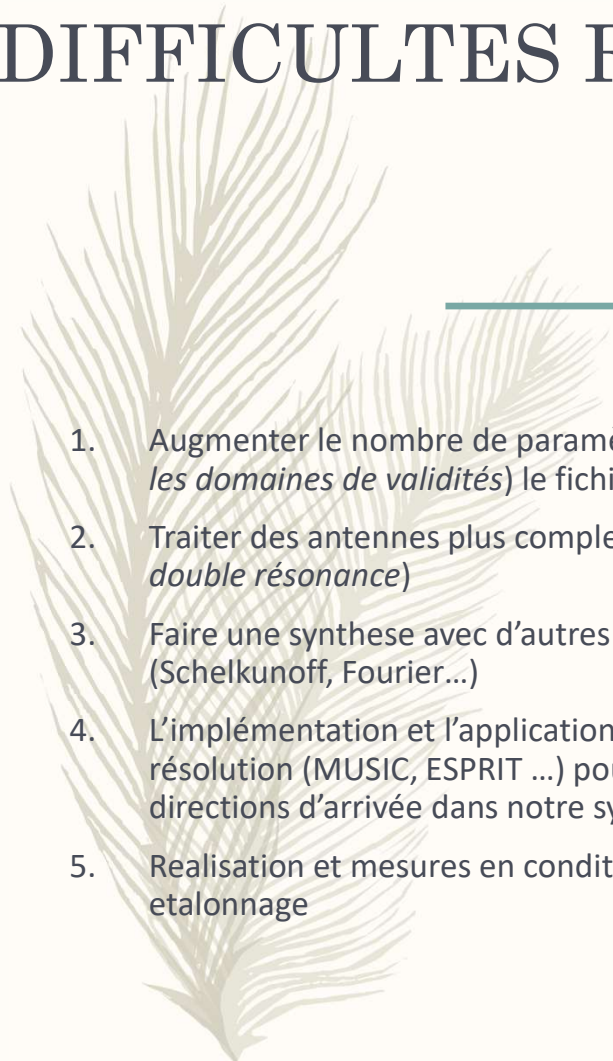
---

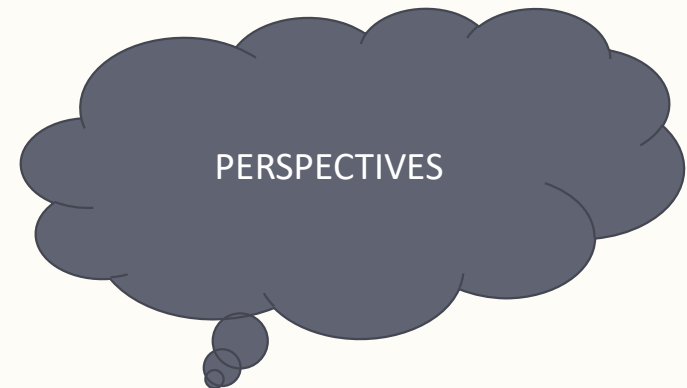
- 
1. Synthetiser a l'aide de MATLAB les diagrammes de rayonnement par le polynome de DOLPH Tchebyshev
  2. Agrandir les echantillons enfin d'enricher la BASE DONNEES pour l'apprentissage du RNA
  3. Definir la geometrie optimale (Nombres d'antennes elementaires, structure physique, dimensions)
  4. Passage CST-MATLAB



# DIFFICULTES RENCONTREES ET PERSPECTIVES

---

- 
1. Augmenter le nombre de paramètres et enrichir (*élargir les domaines de validités*) le fichier d'apprentissage
  2. Traiter des antennes plus complexes (*antenne satellite, double résonance*)
  3. Faire une synthèse avec d'autres méthodes analytiques (Schelkunoff, Fourier...)
  4. L'implémentation et l'application des algorithmes à haute résolution (MUSIC, ESPRIT ...) pour l'estimation des directions d'arrivée dans notre système
  5. Réalisation et mesures en conditions réelles et/ou étalonnage



# MERCI POUR VOTRE AIMABLE ATTENTION !!



**VOS QUESTIONS !!!**

---

## **References bibliographiques:**

- [1] Tonye, E., Kepchabe, S. Performance analysis of analytical approaches to smart antennas modeling, International Journal of Engineering and Management Research, vol. 5, issue 4, 320-331, August 2015
- [2] Tonye, E., & Kepchabe, S. (2015). Performance Analysis of Analytical Approaches to Smart Antennas Modeling. International Journal of Engineering and Management Research. Vol. 5 N° 4: 320 – 331
- [3] Kepchabe S., Tonye E., Optimisation des performances des antennes intelligentes par synthèse au moyen des algorithmes génétiques, colloque IUTENT, Université de Douala, Cameroun, Novembre 2015