



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 PLANAIRES 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

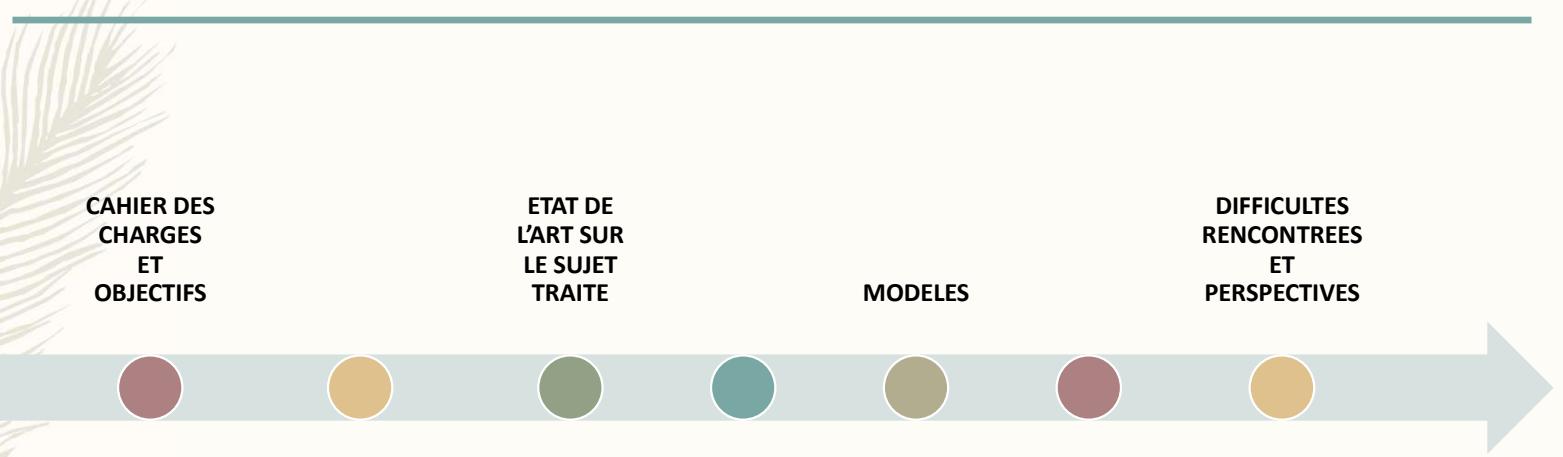


CONTEXTE ET
PROBLEMATIQUE

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*



INTERFERENCES & BRUIT !!!

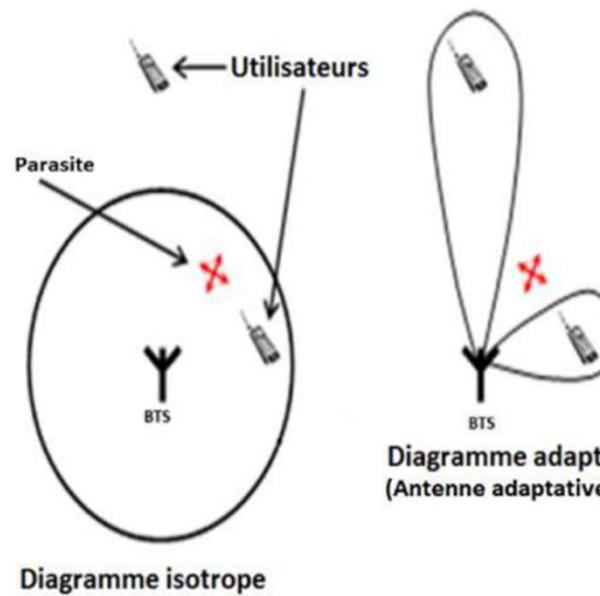
CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

STATION MOBILE



Objet pointé = Objet contrôlé

STATION DE BASE



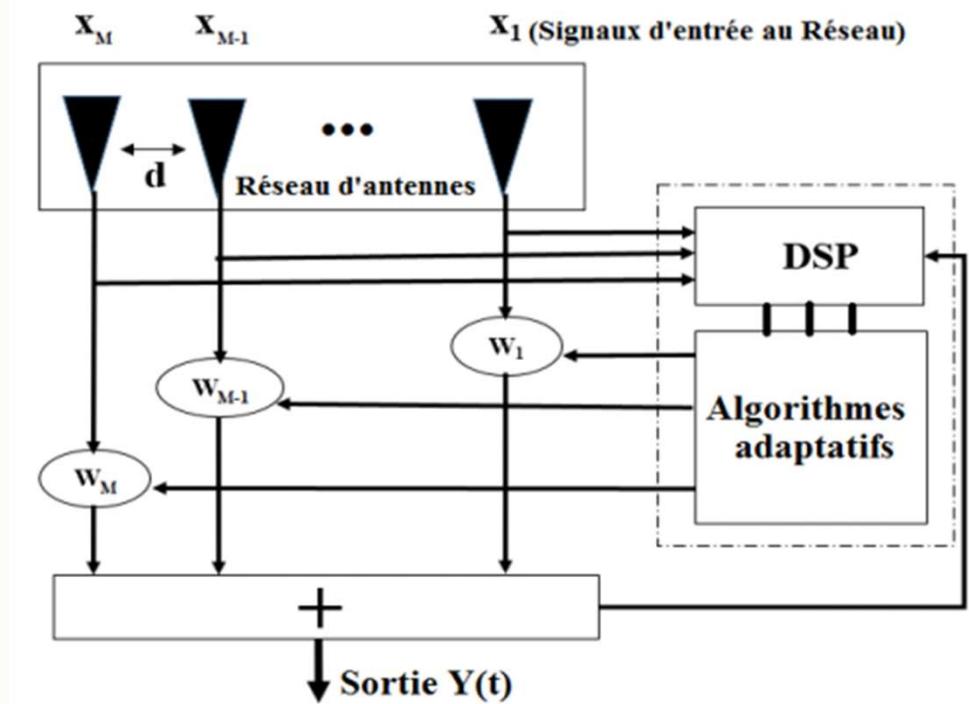
- **FONCTIONNEMENT**
 - Adaptable en fonction de contraintes environnementales
- **INCONVENIENT**
 - Nécessite un DSP plus puissant
- **AVANTAGES**
 - Optimise la puissance rayonnée (**Couverture**)
 - Parasites éliminés (**Qualité**)
 - Utilisateurs supplémentaires couverts (**Capacité**)

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

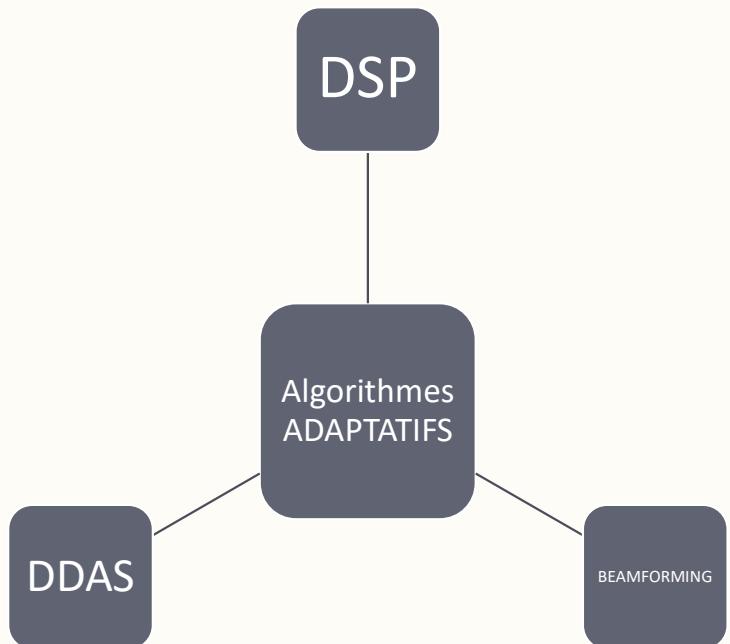


CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE

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 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.

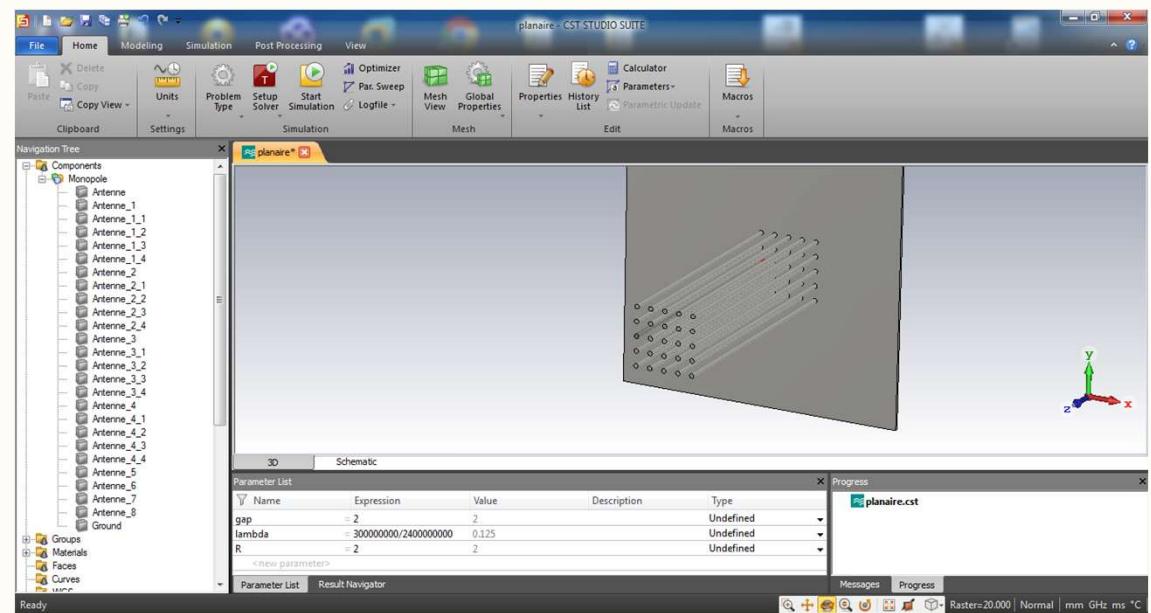
ENJEUX:

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

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

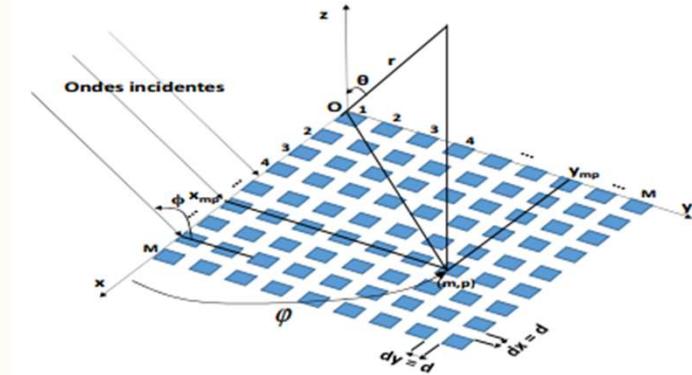
CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

- Réseau planaire 4*5 éléments
- Fréquence ≈ 2.4 GHz
- Minimum d'encombrement
- Directions des sources connues
- Maximum de gain
- Même niveau des lobes secondaires
- Synthèse analytique par le polynôme de Dolph CHEBYSHEV
- Structure à monopoles



CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

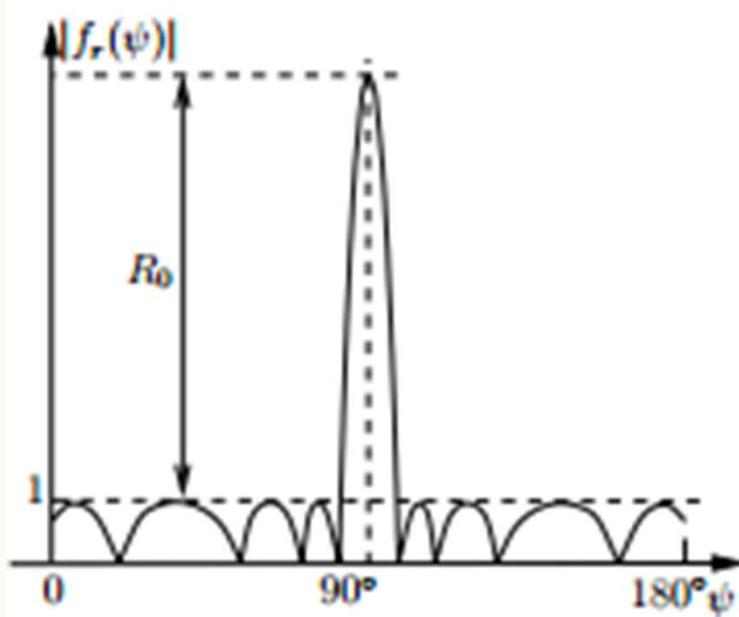
- Réseau planaire 4*5 éléments
- Fréquence ≈ 2.4 GHz
- Minimum d'encombrement
- Directions des sources connues
- Maximum de gain
- Même niveau des lobes secondaires
- Synthèse analytique par le polynôme de Dolph CHEBYSHEV
- Structure à monopoles



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

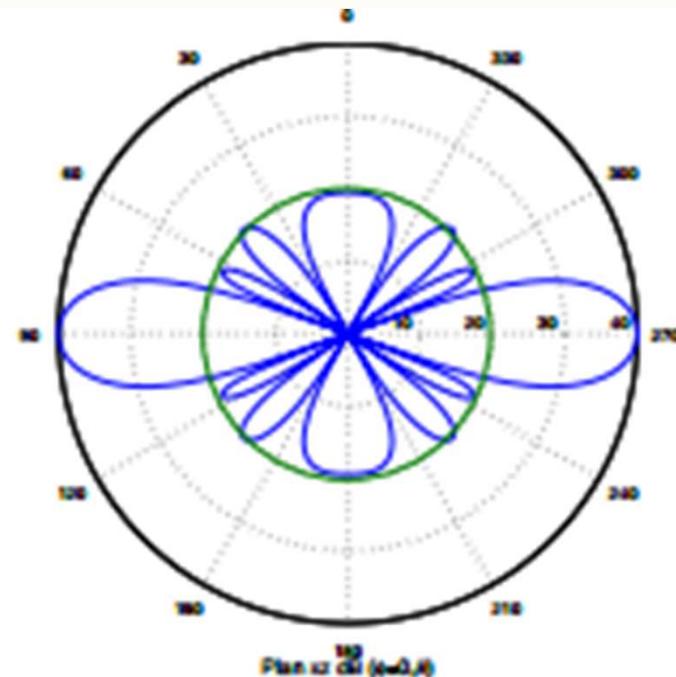
CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

- Réseau planaire 4*5 éléments
- Fréquence ≈ 2.4 GHz
- Minimum d'encombrement
- Directions des sources connues
- Maximum de gain
- Même niveau des lobes secondaires
- Synthèse analytique par le polynôme de Dolph CHEBYSHEV
- Structure à monopoles



CAHIER DES CHARGES ET OBJECTIF

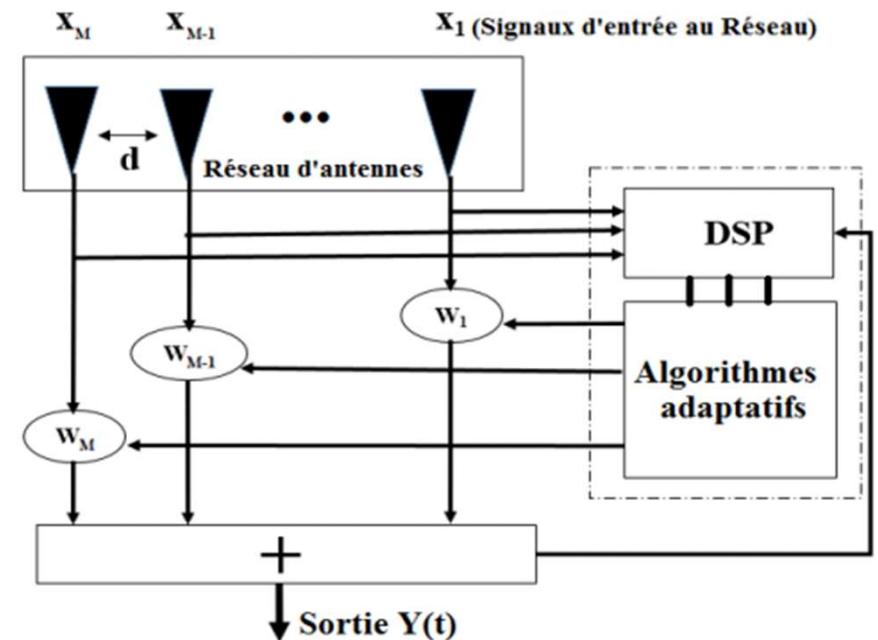
- Réseau planaire 4*5 éléments
- Fréquence ≈ 2.4 GHz
- Minimum d'encombrement
- Directions des sources connues
- Maximum de gain
- Même niveau des lobes secondaires
- Synthèse analytique par le polynôme de Dolph CHEBYSHEV
- Structure à monopoles



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)



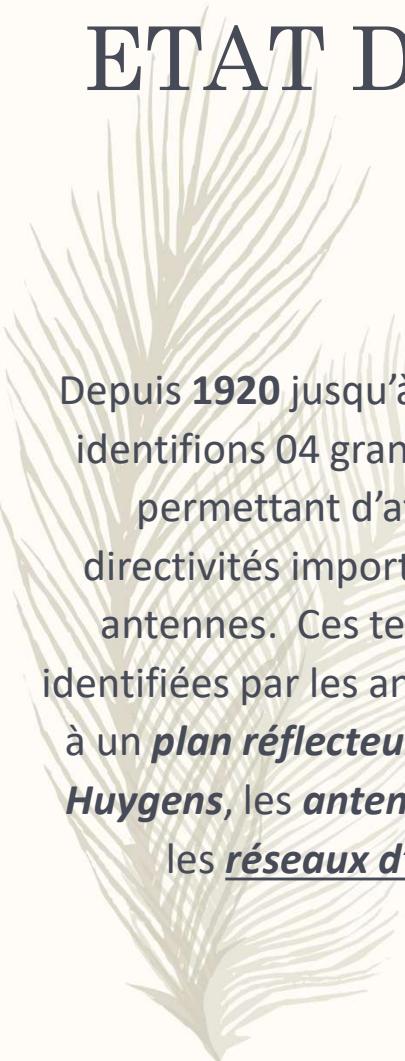


MATERIELS ET METHODES

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

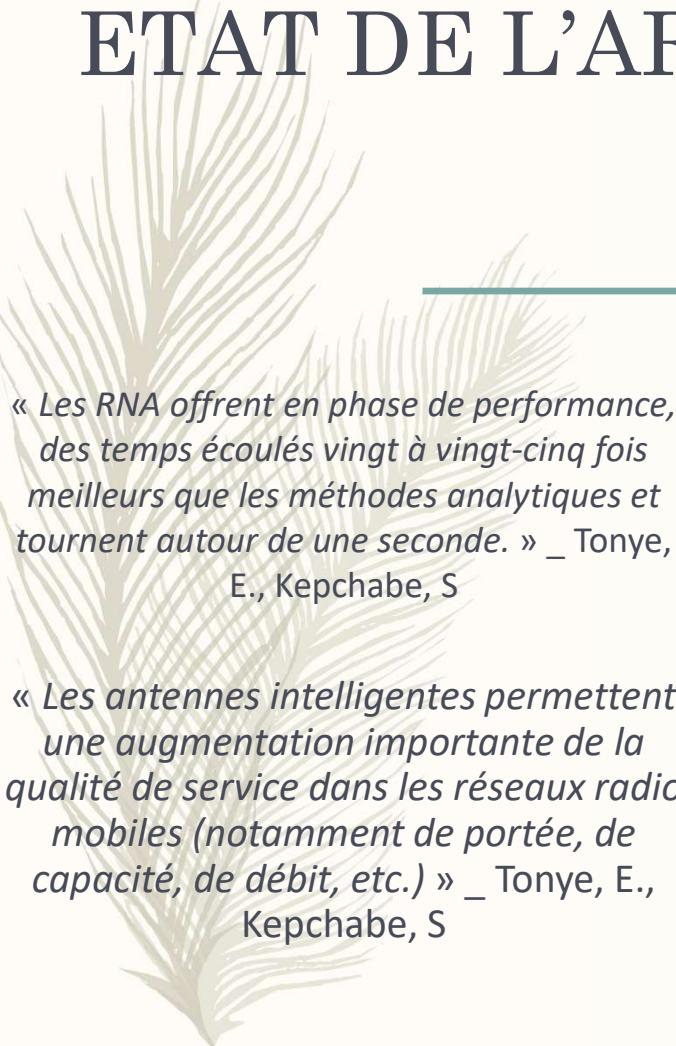
METHODES OPTIMISATION

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

Nombre de lobes	Méthode analytique	LINEAIRE			PLANAIRE			CIRCULAIRE					
		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 0.978	21.09 0.381	/	0.236	0.711 0.666	43.355 0.206	/	0.161	0.674 0.193	18.452 0.201	/
	MVDR	2.624	0.649 0.381	46.882 0.194	44.841	3.912	0.759 0.206	53.792 0.622	0.366	2.931	0.700 0.201	13.056 0.638	
	LMS	2.676	0.657 0.194	44.941 0.194	/	3.736	0.745 0.207	2.920 0.207	/	2.772	0.670 0.652	7.865 0.652	/
1 lobe1zero N = 200	MVDR	5.170	0.284 0.199	52.484 0.199	44.841 0.194	7.785	0.399 0.219	78.860 0.250	0.403	5.598	0.303 0.202	6.677 0.316	
	LMS	5.211	0.286 0.220	52.633 0.220	/	7.812	0.364 0.212	23.895 0.212	/	5.591	0.313 0.215	56.703 0.215	/
1 lobe3zeros N = 200	MVDR	5.167	0.348 0.206	52.193 0.206	44.841 0.194	7.869	0.367 0.216	46.641 0.251	0.412	6.134	0.321 0.201	13.379 0.238	
	LMS	5.166	0.278 0.208	52.590 0.208	/	7.491	0.373 0.209	44.206 0.209	/	5.570	0.299 0.211	53.306 0.211	/
2lobes N = 100	MVDR	2.5	Methode de Schelkunof						267 263	2.846	0.312 0.199	50.546 0.238	
	LMS	2.7	Methode de Schelkunof						/	2.800	0.383 0.211	50.545 0.211	/
3 lobes N = 100	MVDR	2.6	Methode de Schelkunof						266 247	2.994	0.278 0.202	50.480 0.241	
	LMS	2.7	0.270 0.208	48.773 0.208	/	3.910	0.281 0.208	7.065 0.208	/	2.788	0.336 0.193	44.413 0.193	/

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

ETAT DE L'ART SUR LE SUJET TRAITE



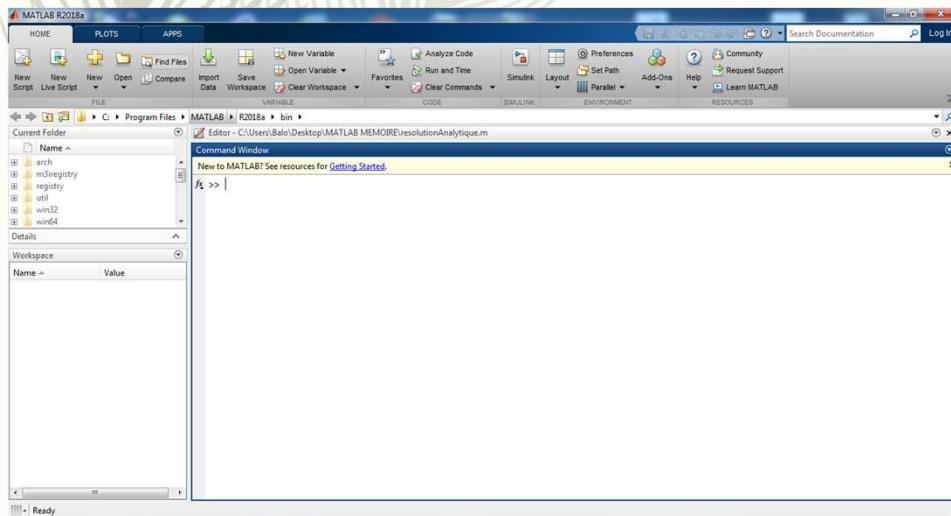
« Les RNA offrent en phase de performance, des temps écoulés vingt à vingt-cinq fois meilleurs que les méthodes analytiques et tournent autour de une seconde. » _ Tonye, E., Kepchabe, S

« 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

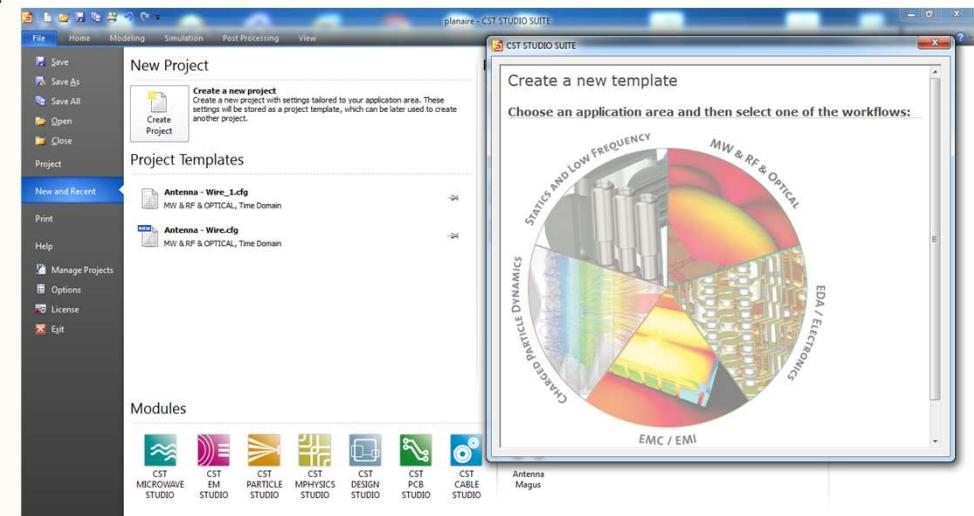
« L'application du concept d'antennes intelligentes à un réseau de communication permet d'optimiser le diagramme de rayonnement dans toutes les directions de l'espace. L'économie de puissance rayonnée dans certaine direction autorise des **communications avec des mobiles lointains** qui ne seraient pas 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 UTILISÉS

MATLAB

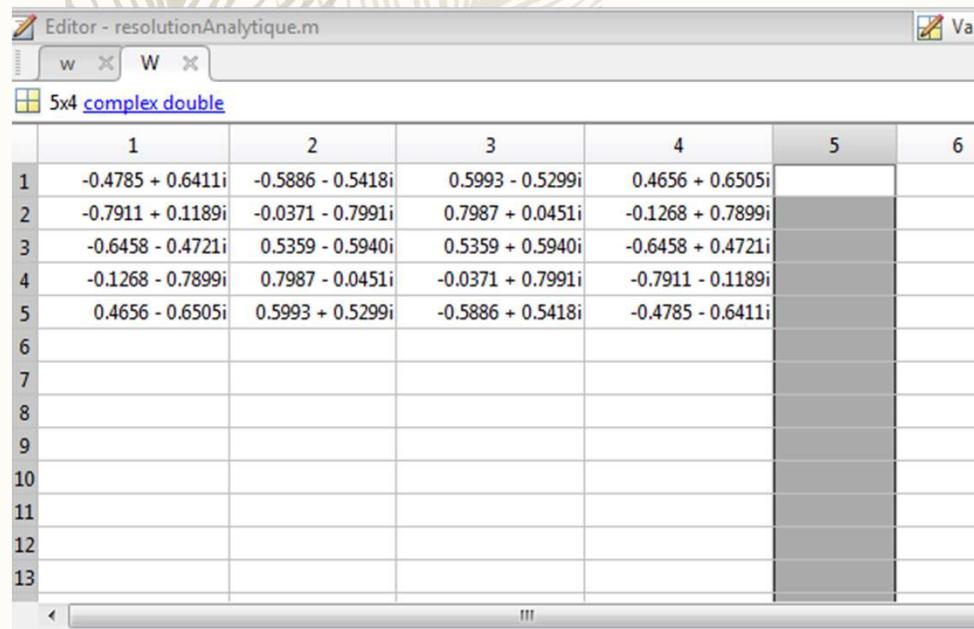


CST MICROWAVE Studio



OUTILS LOGICIELS UTILISÉS

MATLAB



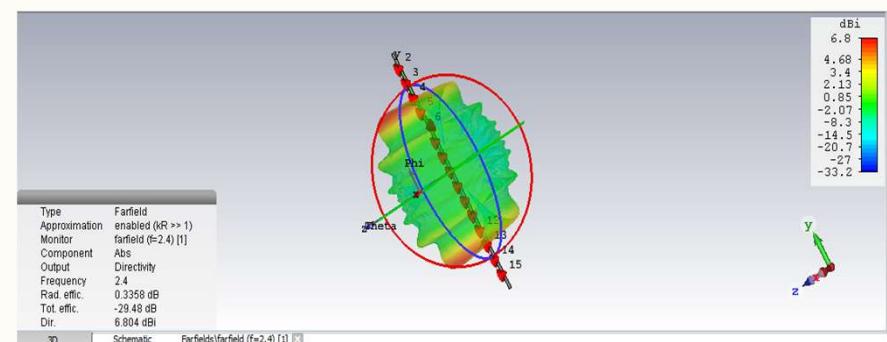
Editor - resolutionAnalytique.m

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						

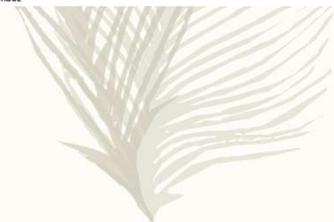
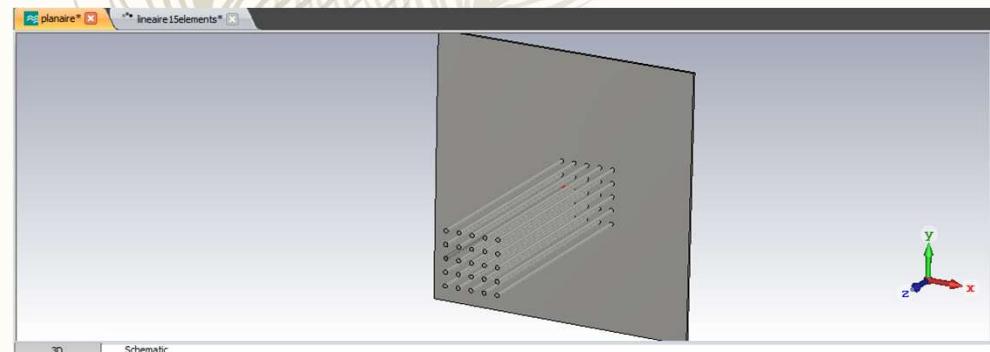


CST MICROWAVE Studio

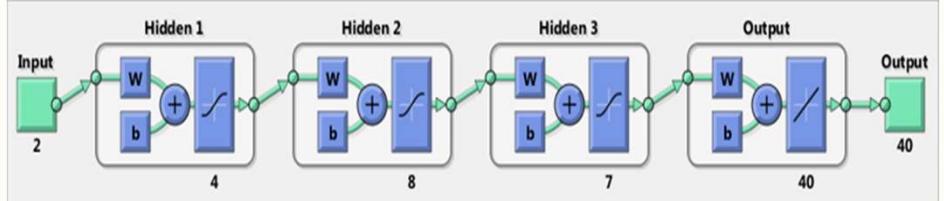


MODELES

PLANAIRE 4*5



RNA



RESULTATS OBTENUS

DIAGRAMME DE RAYONNEMENT – DOLPH
TCHEBYSHEV

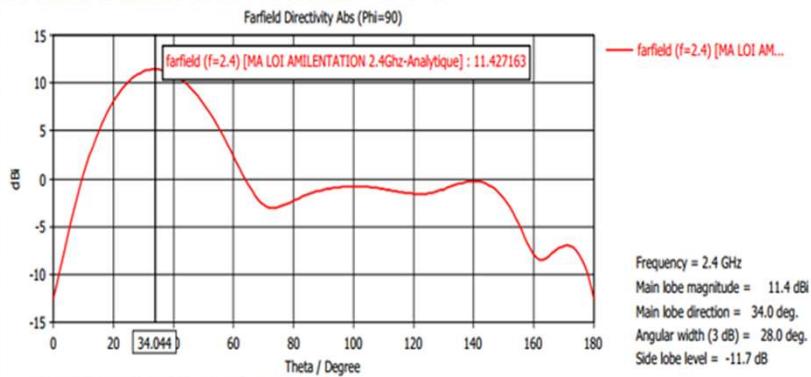
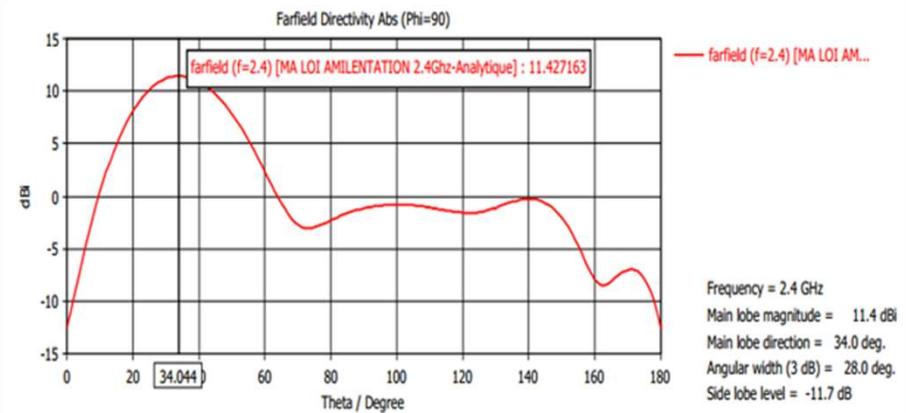


DIAGRAMME DE RAYONNEMENT - RNA



RESULTATS OBTENUS

DIAGRAMME DE RAYONNEMENT – DOLPH
TCHEBYSHEV

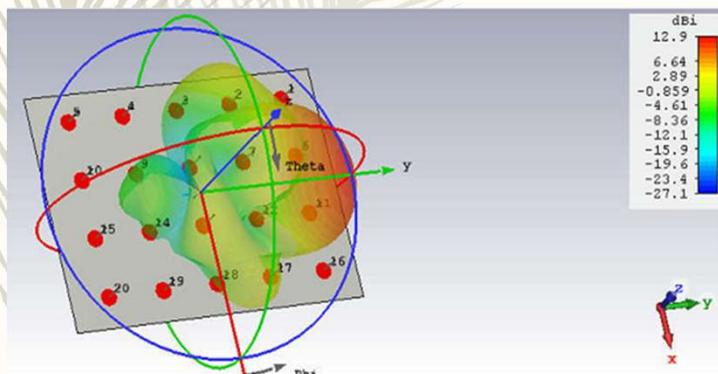
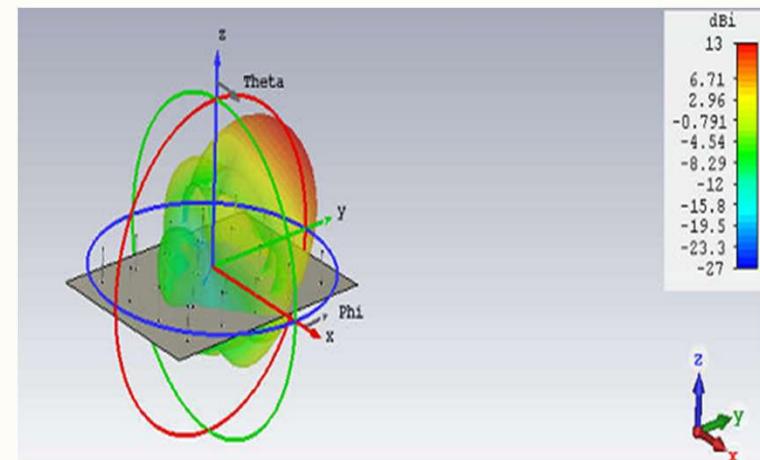


DIAGRAMME DE RAYONNEMENT - RNA

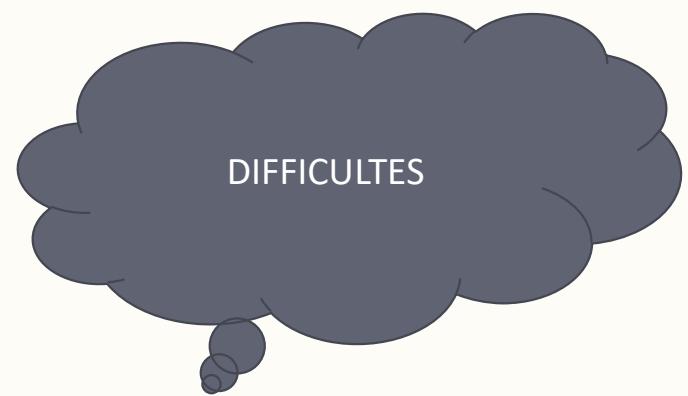


RESULTATS OBTENUS

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

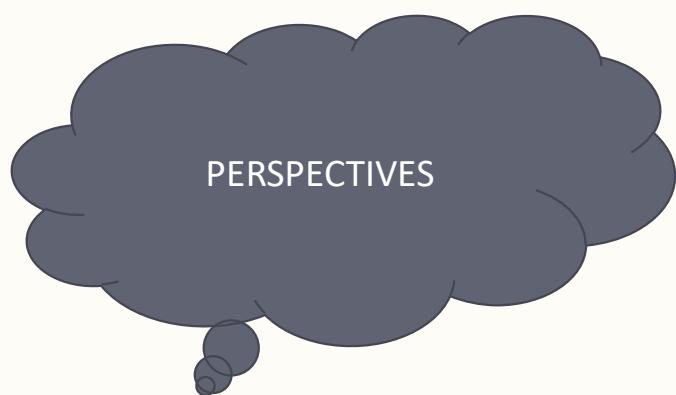
DIFFICULTES RENCONTREES ET PERSPECTIVES

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 synthese avec d'autres methodes analytique (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. Realisation et mesures en conditions reeles et/ou etalonnage



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