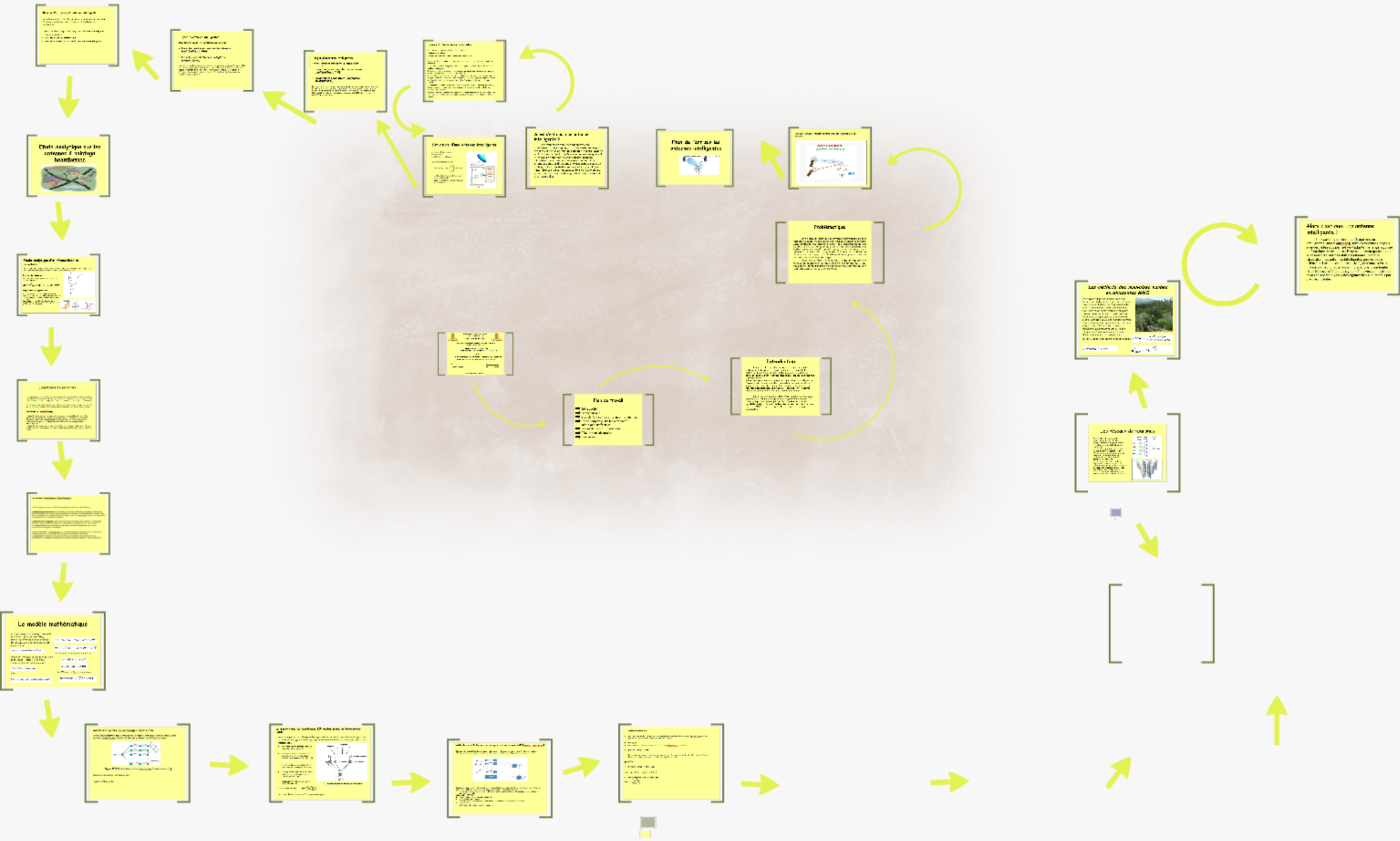
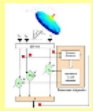

Etude analytique sur les carrefours à sorting beamforming
Le modèle mathématique
Problématique
Plan de travail
Introduction
Plan de travail sur les voitures intelligentes

Types d'antennes intelligentes

- Les antennes à commutation de faisceaux (SIMO, MISO, MIMO)
- Les antennes adaptatives (adaptatives ou reconfigurables)

Concept d'antennes intelligentes

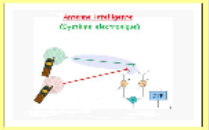
Structure d'une antenne intelligente



Alors c'est quoi une antenne intelligente ?

Etat de l'art sur les antennes intelligentes





Problématique



Plan de travail

- Introduction
- Problématique
- Etat de l'art sur les antennes intelligentes
- Etude analytique sur les algorithmes à apprentissage bio-informatique
- Les méthodes d'optimisation
- Résultats et discussion
- Conclusion

Introduction

Prezi



Université Mohamed Boudiaf de M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTERE EN ELECTRONIQUE

DOMAINE : SCIENCE ET TECHNOLOGIE
OPTION : SYSTEMES DE TELECOMMUNICATIONS NUMERIQUES

Thème

Etude et conception d'un réseau d'antennes à pointage en utilisant les réseaux de neurones apprenti par IWO.

Présenté par :

TALEB HACINE Atiqa

Proposé et dirigé par :

Mr. KENANE EL HADI

Année universitaire : 2014-2015

Prezi

Plan de travail

- Introduction
- Problématique
- Etat de l'art sur les antennes intelligentes
- Etude analytique sur les antennes à pointage beamformer
- Les méthodes d'optimisations
- Résultats et discussion
- Conclusion

Prezi

Introduction

L'analyse et la conception des réseaux d'antennes sont des problèmes très importantes dans le domaine des communications mobile. Jusqu'à présent, plusieurs techniques ont été étudiées et développées afin de concevoir des réseaux qui répondent aux besoins de l'environnement .
Suivant les besoins des applications de communications modernes, le diagramme de rayonnement d'un réseau d'antenne (embarqué à la station de base) doit être changé d'une manière dynamique afin de répondre à ces exigences. On utilise un réseau d'antennes linéaires appelé réseau d'antennes intelligents *(smart antennas).*

Plus précisément, afin de déterminer les poids d'alimentation optimaux pour produire le diagramme de rayonnement privilégié il est nécessaire que le lobe principal doit être dirigé vers la direction d'un signal désiré (signal d'intérêt), et les voies des zéros vers les directions d'arrivée (DOA) des interférences et les directions des signaux indésirables.

Prezi

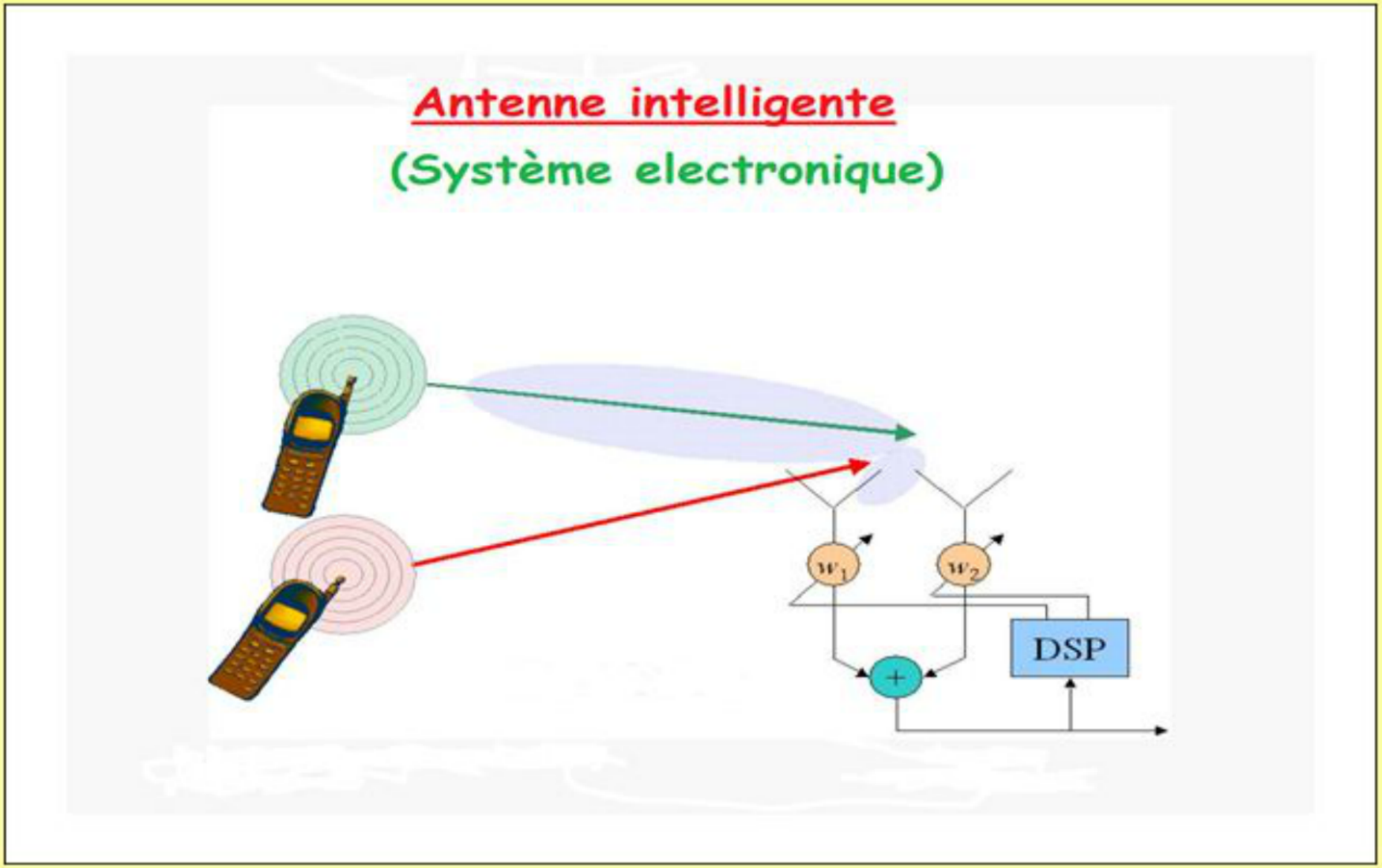
Problématique

Une nouvelle technique de synthèse convenable pour la formation adaptative des lobes d'un réseau d'antennes linéaire. Cette méthode est inspiré à partir des comportements des plantes dans la nature et connue par la méthode des Mauvaises Herbes *(Invasive weeds optimisation)*, cette méthode prend beaucoup de temps afin d'augmenter la vitesse on va utiliser les réseaux de neurones, mais il nécessite une grande base de donnée pour faire l'apprentissage .

Donc on va faire un compromis entre la rapidité des réseaux de neurones et la robustesse de la méthode MHO ,qui nous aide a remplir la base de donnée et nous permet de faire l'apprentissage du réseau de neurones.

Prezi

On peut schématiser l'objectif de notre étude par l'exemple indiqué ci-dessous



Alors c'est quoi une antenne intelligente ?

Les systèmes à antennes adaptatives ou intelligentes (*smart antennas*) sont les systèmes les plus avancés , elle nous permet de d'adapter l'énergie rayonné en fonctions de besoins de l'environnement quelques soit le réseaux d'antennes utilisées (linéaire, planaire ,circulaire). les antennes intelligentes peuvent être orientées dans des directions privilégiées pour suivre un mobile tout au long de la communications, pour limiter l'interférence créé par les signaux émis vers ce mobile et pour réduire les niveaux des signaux brouilleurs émis par d'autres mobiles.

Prezi

Concept d'antennes intelligentes

Pour dire que un système d'antennes est intelligent :

1-Réseaux d'antennes

2-Les algorithmes de traitement de signal numérique DSP

Le principe de fonctionnement d'une antenne intelligente peut se résumer aux étapes suivantes :

1- La station de base intelligente focalise sur un signal ; capter les signaux provenant de toutes les directions.

2-Former des faisceaux d'énergie vers un usager sans avoir à connaître son emplacement (chaque téléphone cellulaire de sa propre liaison) .

3- une réduction des bruits ambiants, et élimination des interférences provenant d'autres usagers et obstacles. Ce qui nous aide à améliorer la qualité de signal et l'augmentation du nombre d'utilisateurs peuvent se partager le même canal à l'intérieur de la même cellule **.**

4- les techniques d'accès multiples, et le découpage en cellule (le RTM consiste à diminuer le nombre de cellules par motif, cette réduction est possible grâce à l'annulation des interférences Co-canal .

l'AMRS permettre à plusieurs utilisateurs d'exploiter le même (canal, temps fréquence, ou code à l'intérieur de la même cellule) La séparation des sources est réalisée par filtrage spatial.

Prezi

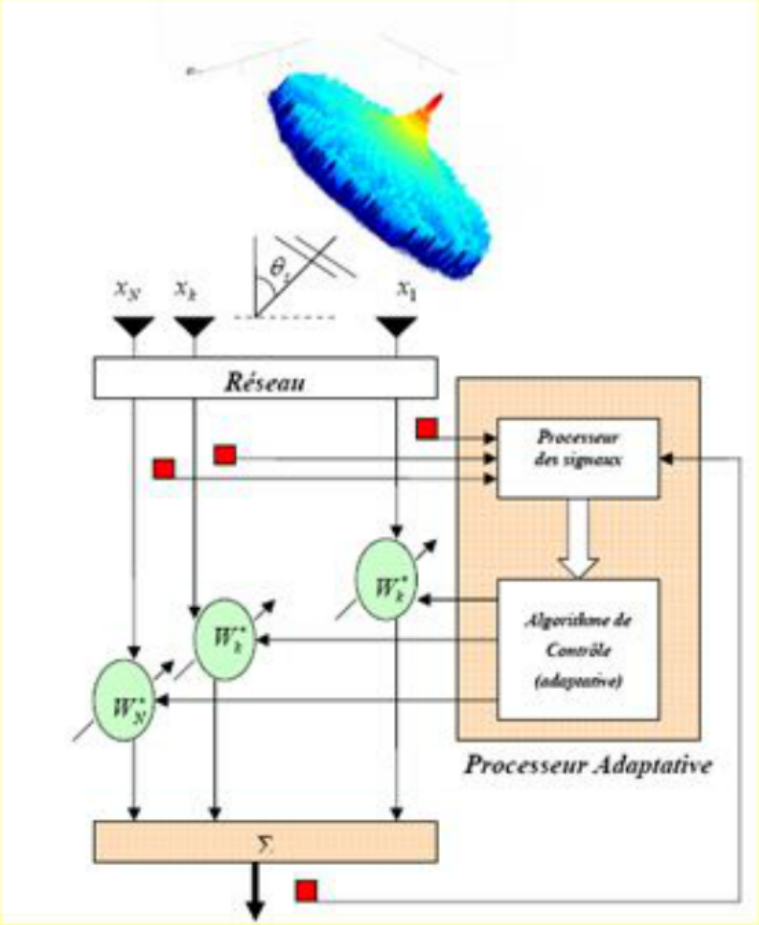
Structure d'une antenne intelligente

un réseau de **M** antennes élémentaires
pondérées complexe $\boldsymbol{\omega}$

La sortie du réseau s'écrit

- $$y(t) = [W_1, W_2, \ldots\ldots W_N] \begin{bmatrix} X_1(t) \\ X_2(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ X_N(t) \end{bmatrix} = W^H(t)X(t)$$

- Où $W_H(t)$ est la pondération du vecteur de poids
- et $X_i(t)$ désigne le signal reçu par les antennes.



Prezi

Types d'antennes intelligentes

Deux catégories d'antennes intelligentes existent :

- **Les antennes à commutation de faisceaux (*switchedBeam, SBA*).**
- **Les antennes adaptatives (*adaptative arrayantennas*).**

Les deux types de systèmes permettent d'augmenter le gain en fonction de la localisation de l'usager, leurs applications sont nombreuses (à des réseaux locaux *Bluetooth,* ou de téléphonie numérique sans fils , ou encore à des réseaux cellulaires plus vastes tel que le réseau GSM (*Global System for MobileCommunications*).

Prezi

Réseau d'antennes et antenne intelligente

Une antenne intelligente est généralement constituée par un réseau d'antennes équidistantes dont la phase et l'amplitude sont contrôlables.

On peut spécifier trois grandes catégories de l'antenne intelligente :

- le réseau déphasé
- le réseau à faisceau commutable
- le réseau adaptatif qu'on appelle aussi l'antenne intelligente.

Prezi

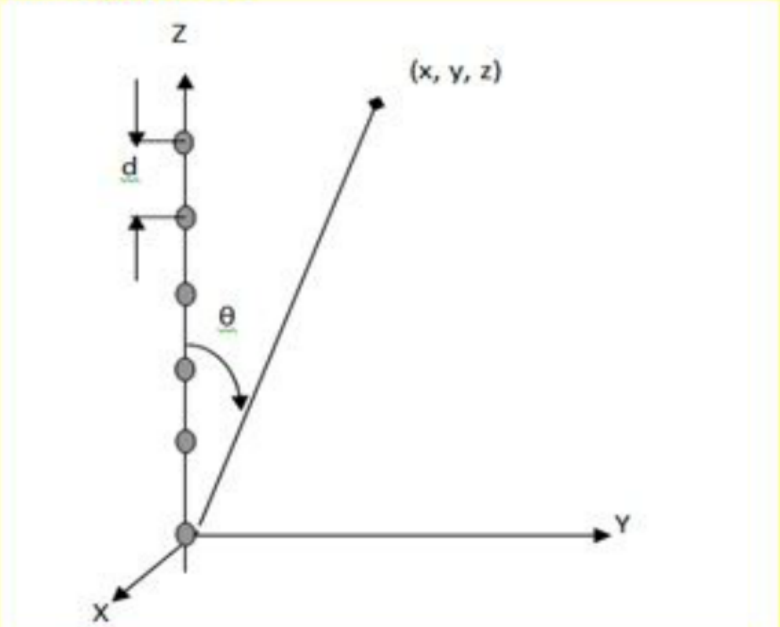
Etude analytique sur les antennes à pointage beamformer



Etude analytique d'un réseau linéaire

Réseau linéaire :

Afin de faciliter notre étude, on a choisi un réseau linéaire constitué de ***N*** élément équidistants, avec un espacement ***d***, disposés le long de l'axe ***Z***, selon la figure II.2



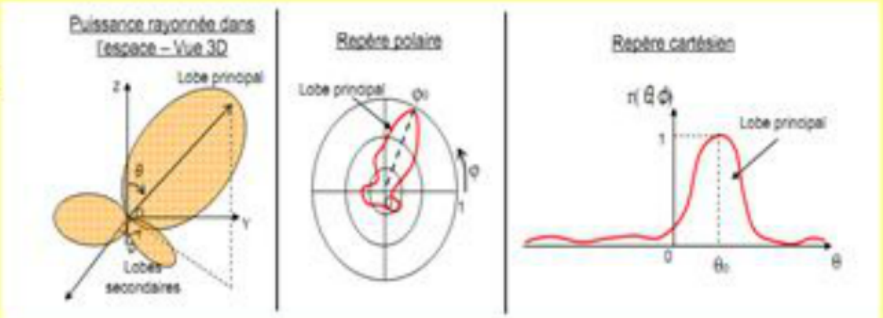
Facteur de réseau AF :

Le facteur de réseau dépendre que de θ, on peut réduire l'équation:

$$AF = \sum_{n=1}^{N} I_n \, exp(j(n-1)kd\, cos\theta)$$

Diagramme de rayonnement :

il est généralement difficile de représenter (et même de calculer) la surface de rayonnement d'une antenne, donc on représente des coupes de cette surface.
Ces coupes, sont appelées Diagrammes de Rayonnement (ou de directivité) sont généralement planes passant par l'origine.



(Beamformer) à poids fixes

Un beamformer à poids fixe est une antenne intelligente dans laquelle les poids sont fixés utilisés pour étudier le signal arrivant d'une direction spécifique et fait l'atténuation des signaux qui arrivent d'autres directions.

Pour les poids fixe d'un beamforming les angles d'arrivée ne change pas avec le temps, c'est pour cela que les poids optimal n'auraient pas besoin d'être ajustée.

Technique du beamforming

Le beamforming est une technique de traitement de signal et fait partie des techniques de traitement d'antennes utilisée par les réseaux d'antennes pour modifier la directivité et la sensibilité du diagramme de rayonnement et de commander le signal a la réception ou la transmission et la suppression d'interférences.

Le beamformer augmente le gain dans la direction désirée et place des nuls dans la direction des interférences, on peut considérer que le beamformer est un filtre spatial.

Prezi

Les antennes beamformer (beamforming)

il existe deux façons pour réaliser le beamformer: numérique et analogique.

Le beamformer numérique : est constitué par un réseau d'antennes où chaque élément est directement relié à un convertisseur analogique à numérique, en affectant a la réception, des poids complexes pour chaque antenne, les algorithmes du beamformer adaptent le diagramme de rayonnement en optimisant ces poids.

Le beamformer analogique : utilise des déphaseurs analogique pour générer le déphasage nécessaire pour les éléments d'antenne afin d'adapter le diagramme de rayonnement.
Les signaux déphasés sont combinés a une seule sortie qui est convertie par un seul convertisseur analogique à numérique.

Une façon de réaliser ce beamformer est la matrice de Butler qui permet la conception de l'antenne à faisceau commutable qui a un nombre prédéfini de faisceaux.
Le beamformer numérique est surtout utilisé dans le domaine des radars alors que le beamformer analogique est plutôt utilisé par les stations de base des réseaux cellulaires .

Prezi

Le modèle mathématique

On suppose qu'on a un réseau linéaire de ***M*** éléments qui va recevoir ***(N+1)*** signaux qui arrivé à partir des directions θ_n ***(n= 0,1,... , N)*** la sortie du réseau est donnée par :

$$y(k)=\bar{w}^H \bar{x}(k)=\bar{w}^H \bar{d}(k)+\bar{w}^H \bar{u}(k)$$

Avec w est le vecteur des poids d'excitation du réseau et *H* indique les conjugué transposé et le *X(k)* est donnée par

$$X(t)=\sum_{i=1}^{k} s_i(t) A_i + N(t)$$

avec

$$X(t) = [x_{11}(t)\, x_{21}(t) \dots x_{M1}(t)\, x_{12}(t) \dots x_{MN}(t)]^T$$

$$N(t) = [n_{11}(t)\, n_{21}(t) \dots n_{M1}(t)\, n_{12}(t) \dots n_{MN}(t)]^T$$

$$X(t) = [x_{11}(t)\, x_{21}(t) \dots x_{M1}(t)\, x_{12}(t) \dots x_{MN}(t)]^T$$

Tel que A et S sont définis comme suit

$$A = [A(1)\ A(2) \dots\ A(M)]^T$$

$$S = [S(1)\ S(2) \dots\ S(M)]^T$$

les éléments de S(i) est donnée par

$$S(i)=exp\left\{j(m-1)\frac{2\pi d}{\lambda} sin\,\theta_i\ cos\,\phi_i\right\}$$

Prezi

Modèle d'un système (beamforming) à bande étroite

Nous allons présenter dans cette section le modèle connu par le nom de modèle d'un système beamforming a bande étroite est présenté par la figure suivante :

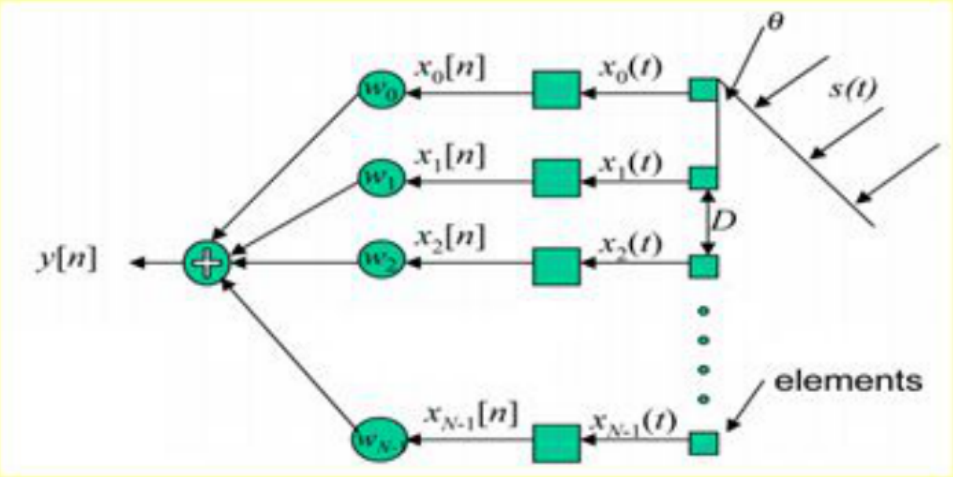


Figure II.5 Modèle d'un système beamforming à bande étroite **[1]**.

L'équation de modèle est donnée par :

$$y[n] = \sum_{k=0}^{N-1} w_k \, x_k \, [n]$$

Le rapport signal sur interférence SIR maximal (signal-to-interference Ration)

Dans cette partie, Un critère peut être appliquée et qui consiste à améliorer le signal reçu et minimiser les signaux parasites, et qui maximise directement le *SIR (*rapport signal sur interférence).

- Le but est d'optimiser les poids **w** qui maximisent le rapport **SIR.**
- Un signal désiré est incident de la direction $\boldsymbol{\theta_0}$ et *N* interférant sont incident de la direction $\boldsymbol{\theta_1}$, $\boldsymbol{\theta_2}$,.., $\boldsymbol{\theta_N}$.
- Le réseau d'antennes est constitué par ***M*** éléments et ***w*** poids associent.
- On suppose que le nombre de signaux incidents est inférieur au nombre d'antennes ***N+1*** $\leq$ ***M*** .
- le bruit sur chaque élément est un bruit blanc gaussien.

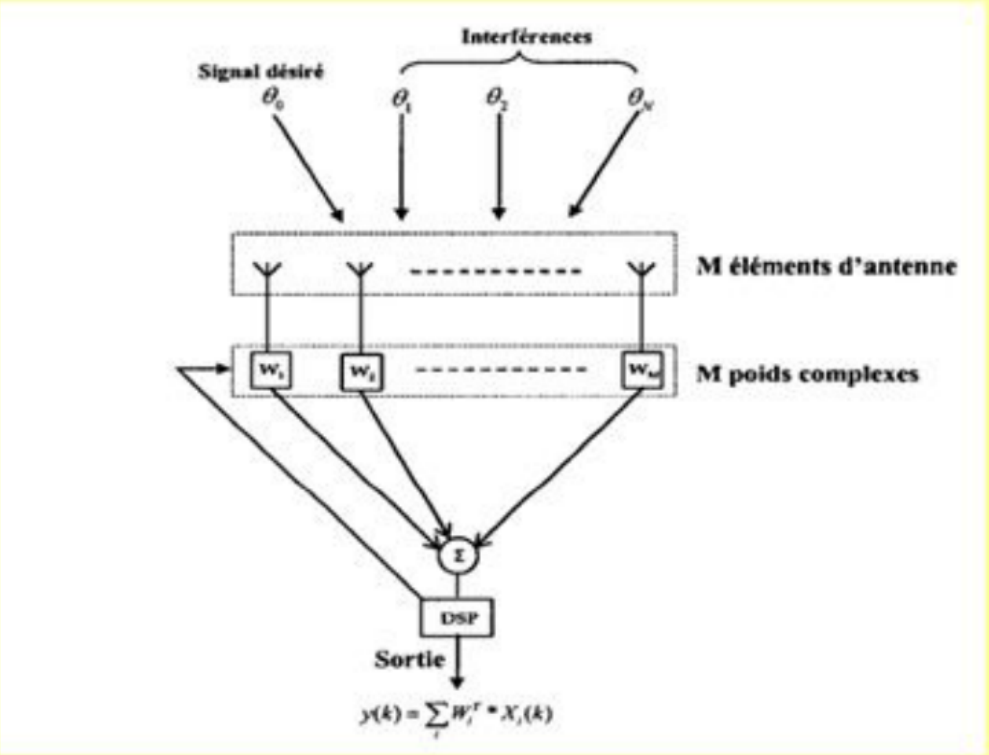


fig **beamformer numérique classique**

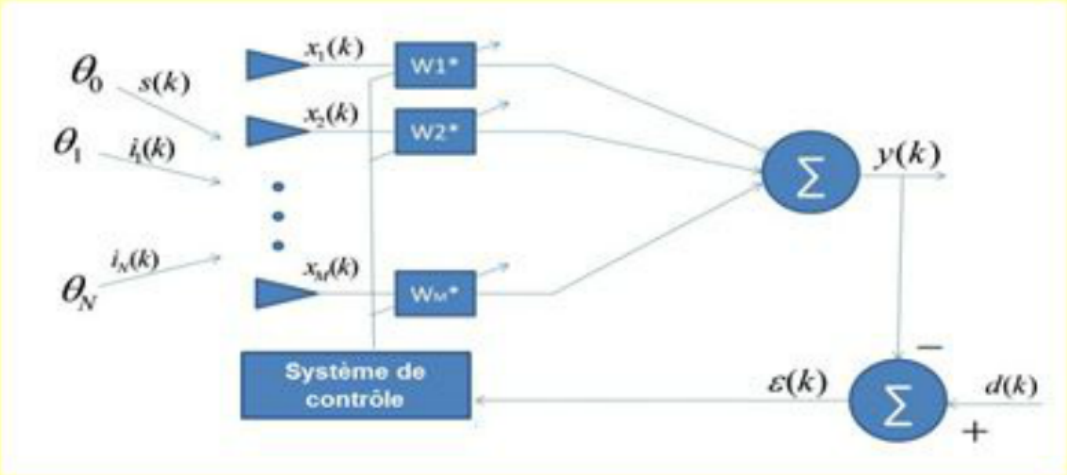
le SIR est donnée par : $\boldsymbol{SIR = \frac{\sigma_s^2}{\sigma_u^2} = \frac{\bar{w}^H . \bar{R}_{ss}\, \bar{w}}{\bar{w}^H . \bar{R}_{uu}\, \bar{w}}}$

Le SIR peut être maximisé par l'optimisation des poids .

Prezi

méthode de minimisation d'erreur quadratique moyenne *MSE (mean squar error)*

Pour que cette méthode fonctionne il faut ajouté un signal de référence à la sortie, le signal de référence doive être identique au signal désiré et soit aussi différent des signaux d'interférences. MSE peut être présenté comme suit



la génération d'un signal de référence ***d(k)*** proche du signal utile est possible. Il suffit alors de chercher le beamformer $\boldsymbol{w}$ qui minimise **MSE** entre sa sortie et ce signal de référence, ainsi on définit le critère suivant :

- L'erreur de signal $\boldsymbol{\varepsilon(k)}$ est définit par la différence entre le signal désiré ou de référence ***d(k)*** et le signal de sortie du beamformer ***y(k)*** :

$$\boldsymbol{\varepsilon(k) = d(k) - \bar{w}^H . \bar{x}(k)}$$

- L'erreur quadratique moyenne est donnée par :
- $\boldsymbol{|\varepsilon(k)|^2 = |d(k)|^2 - 2.d(k).\bar{w}^H.}$
  Donc l'erreur quadratique moyenne pour les poids optimal est donnée par le filtre de Wiener
- $\boldsymbol{\bar{w}_{MSE} = \bar{R}_{xx}^{-1}\,\bar{r}}$
- Où le vecteur $\boldsymbol{\bar{r}}$ désigne la corrélation moyenne.

Prezi

Variance minimale

- Le but de cette méthode est de minimiser la variance du bruit à la sortie du beamformer tout en gardant le signal désiré indéformé. Cela s'exprime par

- $\boldsymbol{w^T . \bar{a}_0 = 1}$
- En substituant cette équation dans la sortie du beamformer on obtient

- $\boldsymbol{y=\bar{w}^H . \bar{x} = \bar{w}^H \bar{a}_0 s + \bar{w}^H \bar{u}}$

- Par la suite, on suppose que la valeur moyenne des signaux indésirable soit nulle. Par conséquent, l'espérance mathématique de la sortie du beamformer est :

$\boldsymbol{y=s+\bar{w}^H \bar{u}}$

- Donc la variance est donnée par

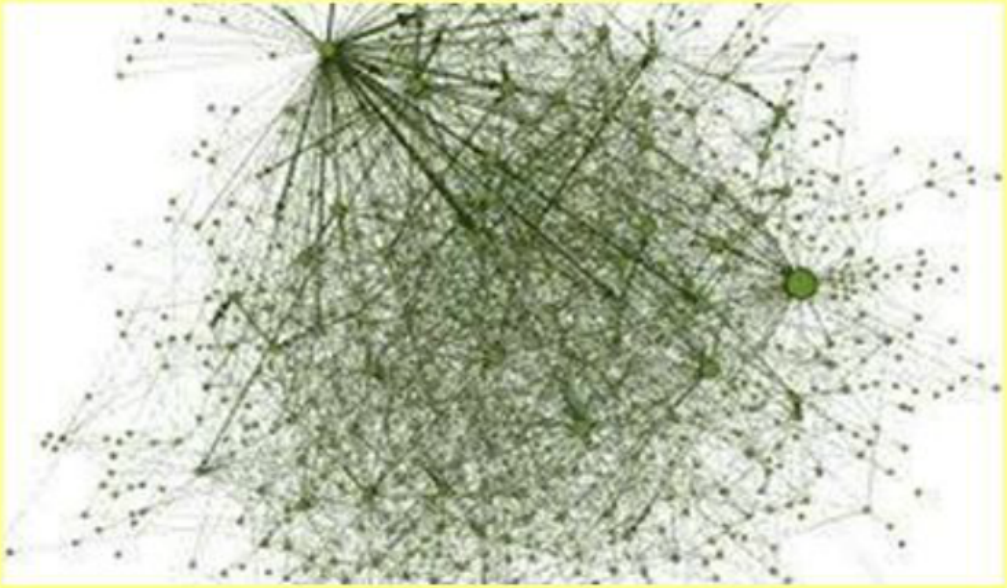
$$\boldsymbol{\sigma^2_{MV} = E\left[\left|\bar{w}^H \bar{x}\right|^2\right] = E\left[\left|s + \bar{w}^H \bar{u}\right|^2\right]}$$

- la variance minimale est donnée par

$$\boldsymbol{\bar{w}_{MV} = \frac{\bar{R}_{uu}^{-1} \bar{a}_0}{\bar{a}_0 \bar{R}_{uu}^{-1} \bar{a}_0}}$$

Prezi

Les méthodes d'optimisations



Prezi

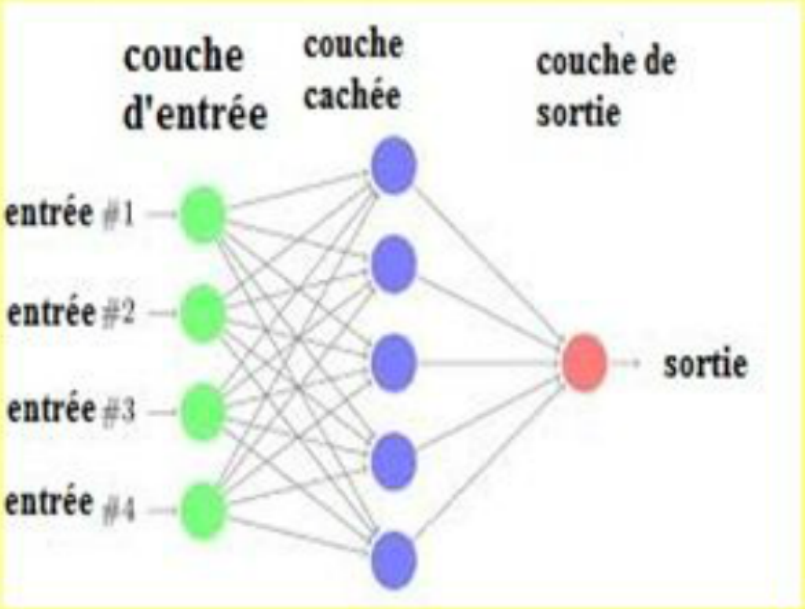
L'objectif de cette partie est multiple, on a utiliser deux méthodes d'optimisations :

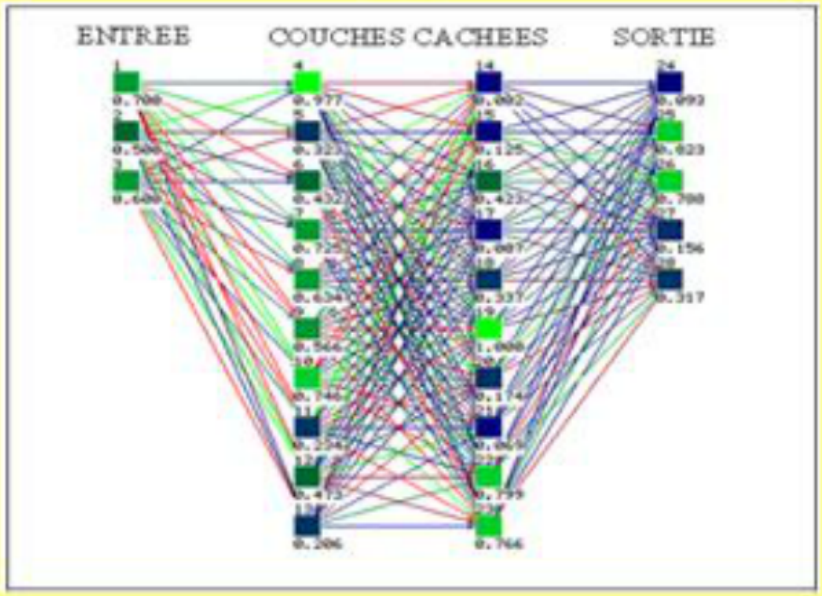
- Les réseaux de neurones.
- La méthode des mauvaises herbes envahissantes MHO **(IWO) .**

Prezi

Les réseaux de neurones

On va utiliser les réseaux de neurones vu de leur capacité d'apprentissage, afin que le réseau remplisse au mieux la tache qui lui est affecté.
La phase d'apprentissage est une phase du développement d'un réseau de neurones durant laquelle le comportement du réseau est modifie jusqu'à l'obtention du comportement désiré .
Les variables modifies pendant l'apprentissage sont les poids de connexions pour accorder la réponse du réseau aux résultats trouvés par la méthode d'optimisation. La structure des réseaux de neurones est montrée dans la figure suivante :





Prezi

Les méthode des mauvaises herbes envahissantes MHO

MHO est une méthode d'optimisation non linéaire récente très utilisée dans la résolution des problèmes EM tels que l'optimisation des poids d'alimentation d'un réseau d'antennes dans notre étude , Cette méthode est inspiré des mauvaises herbes dans la nature où les herbes vont occuper un espace donné et va produire des grains qui se devient des nouveaux plante à la génération suivante et ainsi de suite jusqu'à une condition d'arrêt atteinte, la méthode des mauvaises herbes est la plus utilisée dans l'optimisation à cause de sa simplicité et sa vitesse de convergence.



La fonction de cout utilisé est donnée par :

$$SINR = \frac{S\,\bar{w}^H\,\bar{a}_0\,\bar{a}_0^H\,\bar{w}}{\bar{w}^H\bar{A}\bar{R}_{ii}\bar{A}^H\bar{w}+\sigma^2\bar{w}^H\bar{w}}$$

$$F = SINR^{-1} + SLL$$

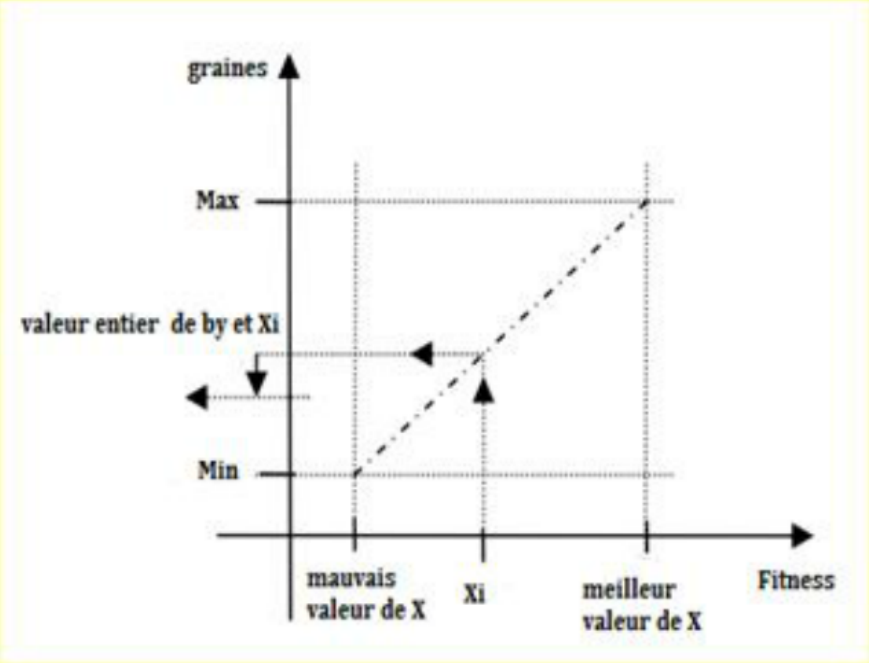
$$\sigma^2_{noise} = 10^{-\frac{SNR}{10}}$$

Prezi

Mécanisme de recherche des mauvaises herbes

Pour modéliser et simuler le comportement colonisé des mauvaises herbes certaines propriétés sont considérées pour introduire un algorithme optimisé, l'algorithme peut être résumé comme le suit :

- **Initialisation**
- **Evaluation**
- **Reproduction**
- **La répartition spatiale**
- **Exclusion compétitive**



Prezi

Résultats et discussions

Prezi

Résultats et discussions

Dans cette partie, on va faire la synthèse d'un réseau d'antenne linéaire qui concerne d'orienter le lobe principal vers la direction d'un signal utile et produire des voies nulles (zéros) vers les directions des interférences.

- les réseaux de neurones sont très rapides mais ils présentent un inconvénient majeur nécessite une grande base de données pour la phase d'apprentissage.

- Un compromis entre les méthodes (réseaux de neurones & une méthode d'optimisation) donne une idée pour augmenter les deux caractéristiques à la fois (temps de réponse et qualité de résultats).

- on va utiliser la méthode d'optimisation MHO (IWO) pour remplir la base de données consacrée à l'apprentissage des réseaux de neurones artificiels (RNA).

- On va prendre en considération la variation de l'amplitude et la phase des poids d'alimentation.

Prezi

La fonction de cout utilisée pour faire l'optimisation prenne en considération deux caractéristiques dans le diagramme de rayonnement (le niveau de lobes secondaire NLS (*sidelobe level*) et le rapport signal à bruit plus interférence (SNIR).

La fonction de cout utilisé est donnée par

$$F = \alpha_1 SINR^{-1} + \alpha_2 SLL$$

Où

$$SINR = \frac{S\,\bar{w}^H \bar{a}_0 \bar{a}_0^H \bar{w}}{\bar{w}^H \overline{AR}_{ii} \bar{A}^H \bar{w} + \sigma^2\, \bar{w}^H \bar{w}}$$

avec

$$\bar{w} = [w_1\ w_2 \dots\ w_M]^T$$

$$\bar{A} = [\bar{a}_1\ \bar{a}_2\ \dots\ \bar{a}_N\ ]$$

et

$$\bar{a}_n = [1\ e^{j\frac{2\pi}{\lambda} q \sin\theta_n} \dots \quad e^{j(M-1)\frac{2\pi}{\lambda} q \sin\theta_n}\ ]^T \text{ avec : } \quad n=0,1,\dots,N$$

(IV.4)

Donc

$$\sigma^2_{noise} = 10^{-\frac{SNR}{10}}$$

α_1 & α_2 Présentent la pondération entre les deux caractéristiques à optimiser, dans notre cas, on fixe α_1 à 0.6 et α_2 à 0.4 ce qui donne une idée sur notre guise.

Prezi

Les paramètres de la méthode MHO sont configurés, après des centaines d'essai, comme suit:

- Le nombre des plantes, dans la population initiale, est fixé à 320 plantes
- Le nombre des graines maximales est 5 (pour la meilleure plante)
- Le nombre des graines minimales est 0 (pour la mauvaise plante)
- La valeur initiale de l'écart type est donnée par SD_ini =10^{-5}et la valeur finale est fixée à 10^{-7}.
- La population maximale doit être double de la population initiale.
- L'index de modulation introduit dans le calcul du sigma est donné par 3.
- Le nombre d'itération est fixé à 500 itérations.

Prezi

Tableau IV.1 Les poids d'alimentation complexe trouvé

$[\theta_0\theta_1\theta_2\theta_3\theta_4\theta_5\theta_6\theta_7\theta_8]$	Les poids optimaux	SNR dB
θ_0=32.6 θ_1 =-67.2 θ_2=-57 θ_3 =-41.9 θ_4 =-22 θ_5=-11 θ_6 =10 θ_7=42.2 θ_8 =58.2	-0.0344-j*0.1235 +0.0635-j*0.1328 +0.0651+j* 0.0701 -0.0950+j*0.0829 -0.1850-j*0.1399 -0.0089-j*0.2318 +0.1223-j*0.0305 +0.0202+j*0.0935 -0.1452-j*0.0239 -0.0816-j*0.0989	SINR_dB = 20.9833

On a obtenu le diagramme de rayonnement indiquée ci-dessus

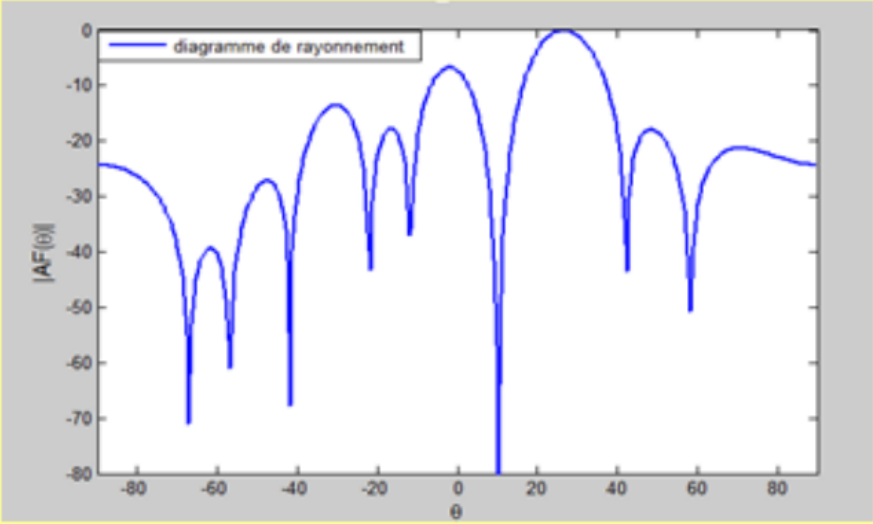


Figure IV.1 Le diagramme de rayonnement en bleu de pour **N=10** éléments pour le cas de $\boldsymbol{\theta_0}$ vers 32.6° et les[$\boldsymbol{\theta_0\theta_1\,\theta_2\theta_3\,\theta_4\,\theta_5\theta_6\,\theta_7\theta_8}$] prendront les valeurs respectivement -57°,-41.9°, -22°, -12.65°,-11°, 10°, 42.2°, 58.2°.

Prezi

Les réseaux de neurones sous MATLAB

Les commandes MATLAB utilisées dans cette procédure sont : ***feed forwardnet***, ***train*** et ***sim.***

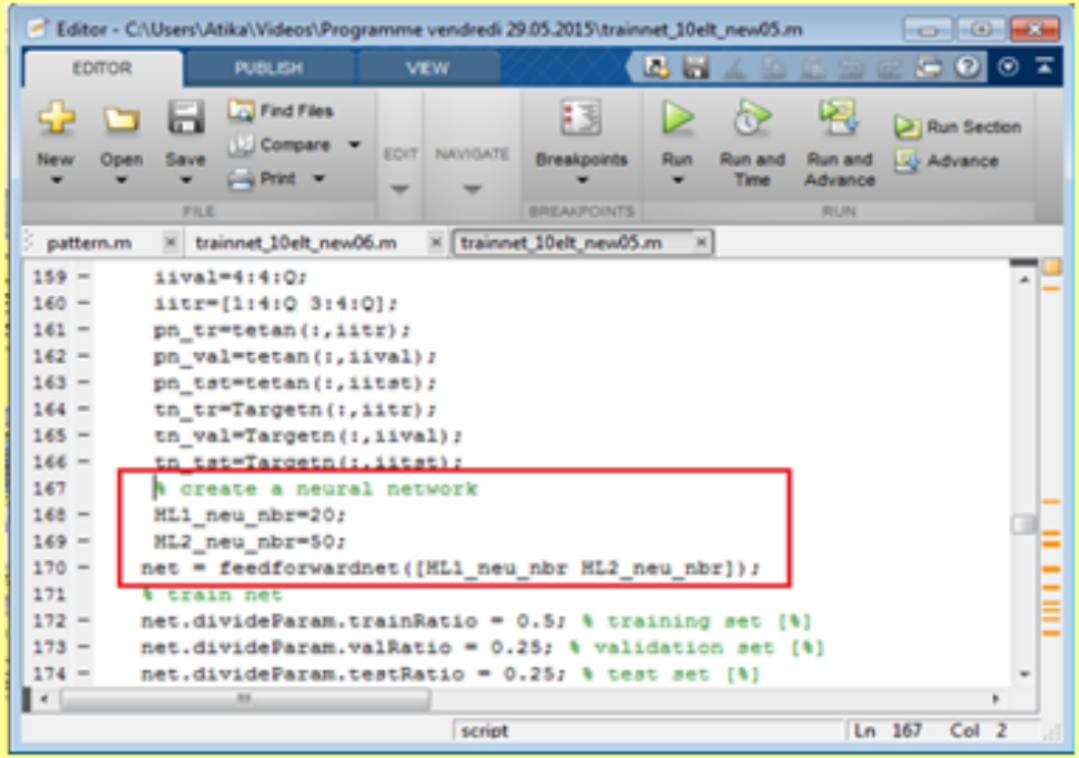
La commande ***feed forwardnet*** génère un réseau de neurones, qui est appelé ***net***

Apres l'initialisation du réseau, l'apprentissage du réseau est applique en utilisant la commande ***train***, le réseau est appelé ***net.***

net = *feedforwardnet([HL1_neu_nbr HL2_neu_nbr])*

HL1_neu_nbr couche cachée 1.

HL2_neu_nbr couche cachée 2.



Prezi

Pour résumer, on peut schématiser tout cela en :

SCHEMA DE BASE

{**CREER UN RESEAU ET L'INITIALISER**
Utiliser la commande ***feedforwardnet***}

↓

{***L'APPRENTISSAGE***
Utiliser la commande ***train***}

↓

{***COMPARER LES RESULTATS AVEC LES DONNEES DE VALIDATION***}

Prezi

Sélection de la structure de réseau neurones

On a sélectionné, pour notre étude, le réseau de neurones avec type retro-propagation *(The Feed-Forward back propagation)* où notre réseau est constitué de Couche d'entrée de***N+1*** neurone sous forme des vecteurs d'angles $\bar{\boldsymbol{\theta}}$.

Deux couches cachées avec fonction d'activation Tangente Sigmoid *(Hyperbolic Tangent Sigmoid transfer function HTS).*

Couche de sortie de ***M*** neurones sous forme des vecteurs des poids d'excitation $\bar{\boldsymbol{w}}$*(weight)* qui maximise le SINR et minimise les niveaux de lobes secondaires *(SLL).*

Pour choisir la meilleure configuration de réseau de neurones on a traité plusieurs structure pour faire la comparaison, tout les configurations utilisées ont 9 entrées considérant 8 signaux d'interférences et un signal désiré (N+1= 9) reçu par 10 éléments M=10.

Donc on a 9 entrées et 10 sorties, on a deux couches cachées, la 1er couche cachée avec 20 neurones, et la 2eme couche cachée avec 50 neurones.

Prezi

Tableau IV.2 Optimisation de L'architecture.

Nombre de neurones dans les couches cachées	L'erreur
Pour : 9 – 5 – 35 – 20	53.2724
Pour : 9 – 6 – 22 – 20	39.4506
Pour : 9 – 10 – 40 – 20	25.5312
Pour : 9 – 20 – 50 – 20	14.5447
Pour : 9 – 40 – 50 – 20	28.1500

Après avoir testé plusieurs possibilités d'architecture, notre choix est porté sur l'architecture **(9-20-50-20)** où les paramètres de sélection sont les meilleures performances possibles.

après avoir trouvé l'architecture optimale, les figures de IV.2 jusqu'à IV.8 Montrant respectivement les résultats obtenus et ce sont présentés ci-dessus :

Prezi

perspectives

A partir des résultats obtenus il est souhaitable que ce thème puisse être un axe de recherche dans l'avenir tels que:

- Le choix d'une autre méthode d'apprentissage rapide.
- L'implémentation de programme développé dans les circuits FPGA afin de rendre notre travail faisable.

Prezi

Conclusion

Dans notre etude, on a fait la synthèse d'un diagramme de rayonnement d'un réseau d'antennes linéaire par le RNA à cause de sa rapidité de réponse par rapport à d'autres méthodes d'optimisations classiques tel qu'algorithme PSO et GA. Les résultats trouvés sont très satisfaisante prennent en considération un compromis entre la vitesse de réponse et la qualité du diagramme souhaité et la taille de la base de donnée.

Prezi

Modèle finale

Apres avoir modélisé notre réseau et faire les optimisations nécessaires, nous avons pu choisir la meilleure structure qui est représenté dans le tableau suivant :

Tableau IV.10 Les paramètres optimisés pour le modèle final

Architecture	Feed-Forwardnet	
Couche cachée	2	
Algorithme d'apprentissage	Rétro propagation des erreurs (avec configurations de réseau en utilisant la fonction LM – (levenberg-Marquardt)	
Nombre de neurones	Couche d'entrée	9
	1er Couche cachée	20
	2eme Couche cachée	50
	Couche de sortie	20
la fonction de transfert	Couche d'entrée	Tangent Sigmoid
	1 er couche cachée	Tangent Sigmoid
	2 eme couche cachée	Tangent Sigmoid
	Couche de sortie	Linéaire
Base de données	Apprentissage	150
	Test	50
	Validation	50

Prezi

Comme illustré dans la figure IV.2, le diagramme estimé par le RNA suit avec une grande fidélité le diagramme proposé par IWO, Le 1er zéros attient avec une profondeur moins de **– 53 dB.**

Le lobe principal est orienté vers **($\theta_0 = 19.43\ ^\circ$)** et le zéro est placé dans sa position voulue **(19.43°)** avec une profondeur moins de **-53dB**, la même chose pour le 2eme zéros attient avec une profondeur de **-40 dB** et le 3 eme zéros attient avec une profondeur de **-58dB**.

Prezi

Tableau IV.3 Les poids d'alimentation complexe trouvés par IWO et RNA avec le rapport SNR = 30 dB et le nombre d'éléments N=10

$[\theta_0\theta_1\theta_2\theta_3\theta_4\theta_5\theta_6\theta_7\theta_8]$	IWO (Target)	Réseaux de neurones	SNR dB (IWO)	SNR dB (NN)
θ_0=19.4300 θ_1 = -67.6500 θ_2 = -14.9400 θ_3 = -1.1900 θ_4 = 8.5400 θ_5 =32.6100 θ_6 =48.02 θ_7=69.2800 θ_8 =77.8700	-0.0536-j*0.1491 -0.1363-j*0.1671 +0.0462+j*0.0596 +0.1533+j*0.0683 -0.0453+j*0.1013 -0.0770+j*0.0799 -0.1206-j*0.1166 -0.0716-j*0.0206 +0.2060+j*0.0640 +0.1591-j*0.0041	-0.0660-j*0.1478 -0.1259-j*0.1610 +0.0269+j*0.0614 +0.1585+j*0.0682 -0.0405+j*0.0992 -0.0657+j*0.0752 -0.1267-j*0.1113 -0.0664+j*0.0243 +0.2033+j*0.0671 +0.1583+j*0.0129	SINR_dB = 30	SINR_dB = 16.6216

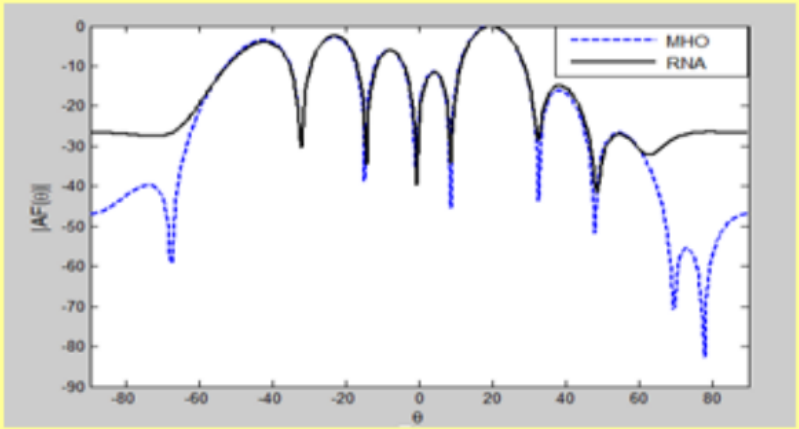


Figure IV.2 Le diagramme de rayonnement d'un **N=10** éléments pour RNA en noir et MHO discontinue en bleu tel que $\boldsymbol{\theta_0}$ vers 19.43° les[$\boldsymbol{\theta_0\theta_1\,\theta_2\theta_3\,\theta_4\,\theta_5\theta_6\,\theta_7\theta_8}$] prendront les valeurs respectivement vers -67.65°, -14.94°, -1.19° , 8.54°, 32.61°, 48.02°, 69.28°, 77.87°.

Prezi

Références

- [1] Zaharias D. Zaharis, Christos Skeberis, Thomas D. Xenos, Pavlos I. Lazaridis, and John Cosmas,Senior Member, IEEE.2013
  [2] Narrowband Direction of Arrival Estimation for Antenna Arrays by Morgan & Claypool ISBN: 9781598296518 ebook.2008
  [3] Linear Antenna Array Synthesis with Invasive Weed Optimization Algorithm IEEE Computer Society Washington, DC, USA article .2009

Prezi

Merci de votre attention

Prezi