

# Réseaux adaptatifs pour signaux à large bande

*Mostafa Hefnawi, étudiant 3<sup>e</sup> cycle,*

*Dr G.-Y. Delisle, directeur de recherche*

*Abstract: Most adaptive array systems proposed for rejecting multipath fading and additive interference in indoor wireless communication are significantly deteriorated when the bandwidth of the received signal exceeds a few percent of the center frequency. Our work consists in developing a new approach which minimizes the effect of the bandwidth. The array structure is based on the constant power algorithm (CPA) used with a focalization technique. Simulation and experimental results show that the technique achieves satisfactory performances up to a bandwidth of 30 percent of the intermediate frequency.*

*Résumé: Les performances des réseaux adaptatifs conçus pour combattre l'effet du phénomène des évanouissement dans les communications sans fil à l'intérieur des édifices sont sévèrement dégradées lorsque la largeur de bande du signal reçu dépasse un certain pourcentage de la fréquence centrale. L'objectif de notre projet est de concevoir un nouvel algorithme pour minimiser les effets de la largeur de bande. La structure du réseau proposé est basée sur l'algorithme à puissance constante utilisé avec une technique de focalisation. Des résultats théoriques et expérimentaux montrent des performances satisfaisantes jusqu'à une largeur de bande de 30% de la fréquence intermédiaire.*

La plupart des réseaux adaptatifs conçus pour combattre les effets de la propagation à trajets multiples et l'interférence additive sont incapables d'accomplir les performances désirées lorsque le signal reçu est à large bande [1]-[2]. En effet, le déphasage entre les éléments devient fonction de la fréquence, et sa valeur varie à travers toute la largeur de bande du signal reçu.

Pour minimiser les effets de la largeur de bande sur les performances du réseau, le traitement après chaque élément doit être capable de fournir un déphasage qui varie en fonction de la fréquence. Autrement dit, il faut assurer la dépendance en fréquence des pondérations.

Parmi les techniques de compensation en fréquence proposées, on trouve celles qui utilisent les lignes à retard à longueur variable (Tapped Delay Line - TDL) [3] et celles qui sont basées sur la décomposition spectrale (DS)[4].

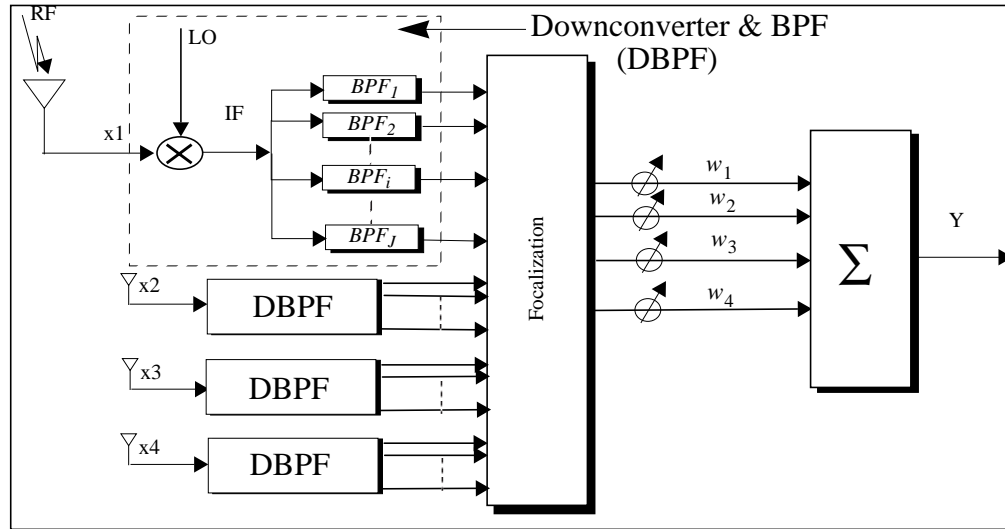


Fig. 1 Wideband Adaptive CPA with focusing technique

Dans le cadre des communications sans fil à l'intérieur des édifices, ces traitements rencontrent des inconvénients qui sont dus au coût de l'implantation des TDL et à l'augmentation du nombre de données à pondérer suite à la DS.

Pour palier à ce problème, nous avons proposé un pré-traitement qui permet la focalisation des sorties du réseau avant la pondération. La focalisation est assurée par une technique initialement proposée par Wang et Kaveh pour la localisation des signaux à large bande [6] et la pondération est effectuée par l'algorithme à puissance constante. Le schéma d'implantation d'une telle structure est montré à la figure 1.

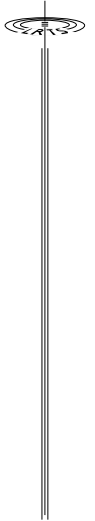
Le principe de fonctionnement est le suivant: après la translation en fréquence de la partie RF à la partie IF, des filtres passe bande analogiques sont placés derrière chaque élément pour effectuer la décomposition spectrale. La sortie de chaque filtre est ensuite passée dans un bloc qui fournit les données focalisées à pondérer.

La sortie  $Y$  du filtre est dans ce cas donnée par:

$$Y = \mathbf{W}^T \sum_{v_j} \mathbf{T}(v_j) \mathbf{X}(v_j) = \mathbf{W}^T \mathbf{Z} \quad (1)$$

où  $\mathbf{T}(v_j)$  est la matrice de focalisation proposée par [2].

Les paramètres utilisés pour les simulations et les mesures sont illustrés au tableau 1. Le montage utilisé est composé de quatre antennes de type cornet, disposées selon une géométrie linéaire avec un espacement entre les antennes de 22 mm à 18.6 GHz ( $1.36 \lambda$ ).



La figure 2 montre les résultats de simulation obtenus avec le CPA avant et après la focalisation. Les figures 2(a) et 2(b) représentent respectivement la puissance à la sortie du filtre et le diagramme de rayonnement du réseau pour le cas de signaux à bande étroite. Les figures 2(c) et 2(d) montrent respectivement l'effet de la largeur de bande (30% de la fréquence intermédiaire) sur la sortie du CPA et sur le diagramme de rayonnement du réseau lorsqu'aucune compensation en fréquence n'est utilisée. La puissance à la sortie du filtre subit des fluctuations d'environ 15 dB. Le nul du diagramme de rayonnement pointant dans la direction de l'interférence se dégrade de 13 dB (passage de -20 dB à -7 dB). Les figures 2(e) et 2(f) montrent les performances du CPA après la focalisation. On note une bonne réduction des fluctuations causées par les variations de fréquence (fig. 2(e)) et un nul d'environ -15 dB dans la direction de l'interférence (fig. 2(f)).

Table 1  
Link parameters

Parameter	value
Center frequency	18.6 GHz
DOA of signal source (Wideband FM)	$0^0$
DOA of interference source (bandlimited White Gaussien noise)	$25^0$
Signal-to-noise ratio	20 dB (simulation) 10 dB (experience)
Interference-to-signal ratio	20 dB

La figure 3 présente les résultats expérimentaux qui valident clairement l'approche utilisée pour adapter l'antenne réseau en présence de signaux à large bande.

- [1] R.T. Compton, "The Performance of an LMS Adaptive Array with Frequency Hopped Signals", IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems. Vol. AES-21, No.3 Mai 1985.
- [2] K. Bakhru, "Maximin algorithm for adaptive arrays", IEEE Trans. Antennas and Propagation, Vol. AP-32, N0. 9 September 1984.
- [3] W.E. Roggers & R.T. Compton, "Adaptive Array Bandwidth With Tapped Delay-Line Processing", IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems. Vol. AES-15, No.1 January 1979.
- [4] D. Torrieri and K. Bakhru, "Frequency Compensation in an Adaptive Antenna System", IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems. Vol. AES-23, No.4 July 87
- [5] Wang H. & Kaveh M., "Coherent Signal-Subspace Processing for the Detection and Estimation of Angles of Arrival of Multiple Wide-Band Sources", IEEE Trans. Acous. Speech. Signal Proc., vol. 37, No. 4, August 1985.

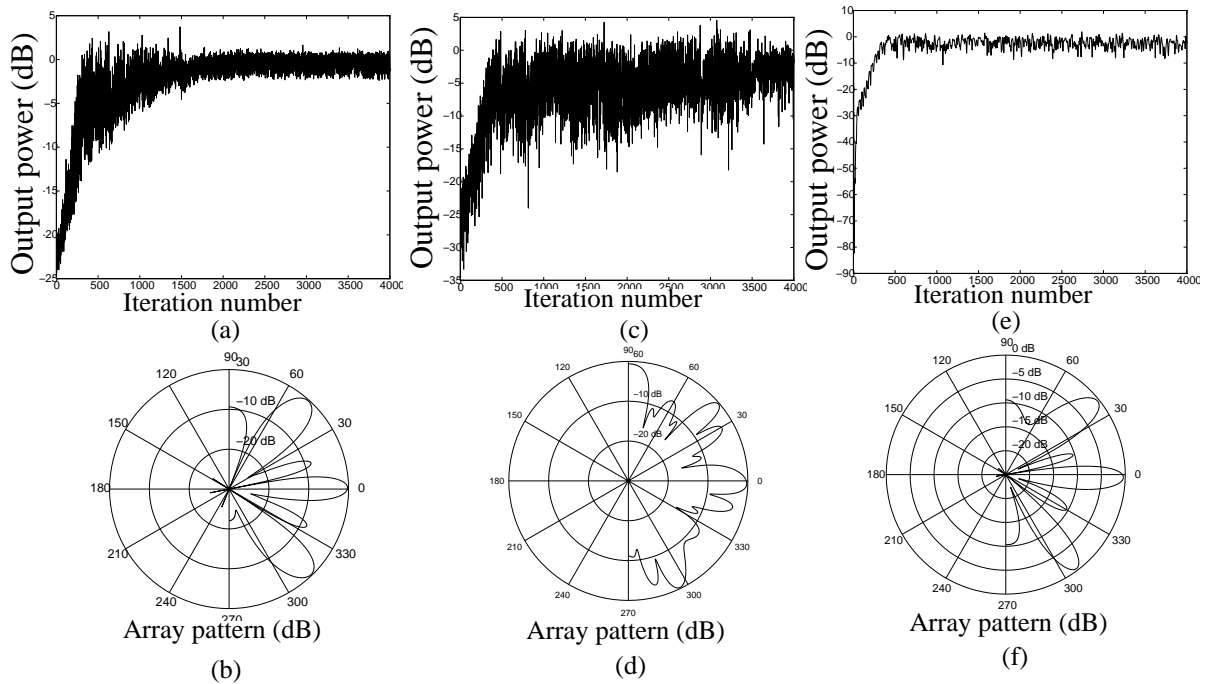


Fig. 2 Simulation results of Wideband Adaptive CPA before and after focalization

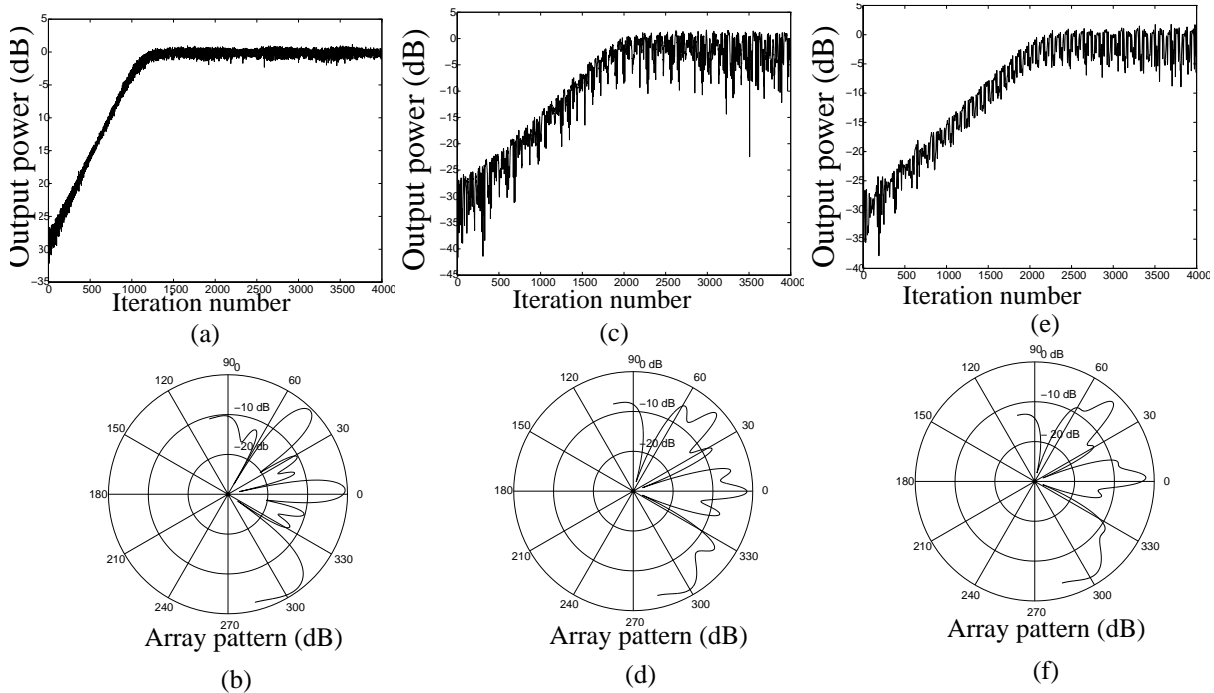


Fig. 3 Experimental results of Wideband Adaptive CPA before and after focalization