

# Un Modèle Générique pour les Réseaux de Capteurs

B. Benadda, F.T. Bendimerad

Laboratoire de Télécommunications, Département d'Electronique  
Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Université Abou-Bakr Belkaïd-Tlemcen  
BP 230, Pôle Chetouane, 13000 Tlemcen, Algérie  
E-mail : benadda@hotmail.com

**Résumé** – l'un des problèmes le plus fréquent en acquisition et télécommunication, consiste en l'élimination des perturbations et des phénomènes indésirables. D'autant qu'ont assiste ces derniers temps à un véritable encombrement spectral. Les méthodes de filtrage classique se sont révélées inefficaces. La mesure des signaux par des réseaux de capteurs et le filtrage spatial est une alternative efficace pour la résolution du problème précédent. Dans cet article nous présentons les réseaux de capteurs et la façon avec laquelle nous les avons étudiés et implémentés afin de permettre leurs applications de façon générique.

**Mots clés**– Réseaux de capteurs, acquisition, filtrage spatial.

## I. INTRODUCTION

Le monde est observé à travers des capteurs. Ces derniers ont pour tâche la transformation d'une grandeur physique quelconque en signal électrique.

La mesure d'une grandeur physique est souvent masquée par la perception d'autres phénomènes indésirables, on bruits. La connaissance des caractéristiques temporelles est un critère de choix qui est utilisé pour la discrimination entre signal utile et bruits [1] (Fig.1.).

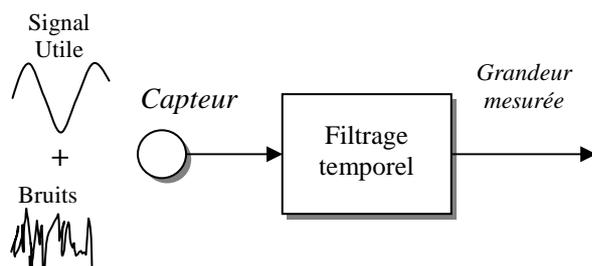


Fig.1. Synoptique de l'acquisition temporelle

Toutefois, cette technique ne s'avère efficace que si le signal utile et les bruits possèdent des bandes fréquentielles distinctes [2]. Cette condition n'est pas vérifiée dans tous les cas. Souvent signal utile et bruits possèdent des bandes fréquentielles qui s'empêtent (Fig.2.).

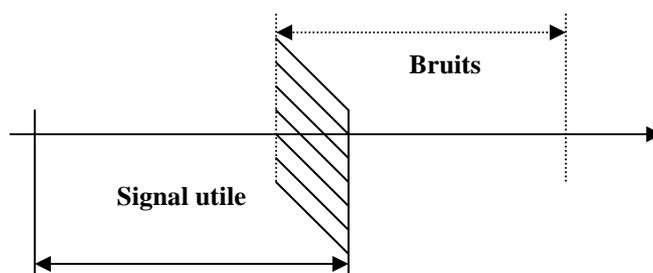


Fig.2. Limitation de l'acquisition temporelle

Cependant, si dans un environnement, les signaux partagent la même bande de fréquence, ils possèdent certainement, pour un observateur donné, des directions incidentes dissemblables.

## II. RESEAUX DE CAPTEURS

Il est pratiquement impossible que deux sources d'informations opèrent dans une seule bande de fréquence et possèdent les mêmes coordonnées géométriques.

L'utilisation d'un ensemble de capteurs élémentaires, chacun occupant une position quelconque dans l'espace et considéré comme observateur indépendant par rapport à une origine bien définie, va exploiter les caractéristiques spatiales des différents signaux et par conséquent nous permet de localiser de manière précise

l'information (Fig.3.), ont parle alors de réseau de capteurs.

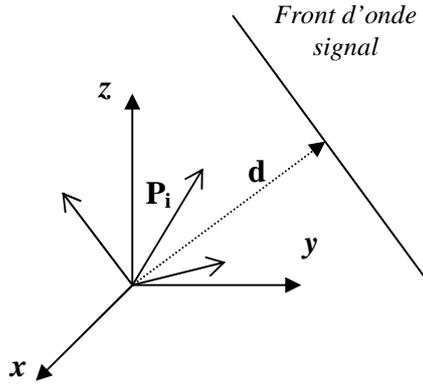


Fig.3. disposition spatiale d'un réseau de capteur

Chaque capteur fournit une réponse propre. Si le réseau est composé d'un nombre de « N » capteurs alors la réponse globale du réseau sera notée sous la forme vectorielle (1).

$$X(t) = \begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \vdots \\ x_N(t) \end{pmatrix} \quad (1)$$

Cette réponse  $X(t)$  n'est rien d'autre qu'une composition linéaire des réponses dues au signal d'intérêt et des autres signaux indésirables (2).

$$X(t) = S(t) + B(t) \quad (2)$$

Pour un signal donné, les différentes sorties des capteurs sont identiques, à l'exception d'un certain retard qui correspond au temps de propagation du front d'onde (3).

$$S(t) = \begin{pmatrix} s(t-\tau_1) \\ s(t-\tau_2) \\ \vdots \\ s(t-\tau_N) \end{pmatrix} \quad (3)$$

Si la direction incidente du signal  $s(t)$  est spécifiée par le vecteur unitaire «  $\mathbf{d}$  » (Fig.3.), les différents retards de propagation sont déterminés par (4).

$$\tau_i = \frac{\mathbf{d} \cdot \mathbf{P}_i}{c} \quad (4)$$

Où «  $c$  » dénote la vitesse de propagation et «  $\mathbf{P}_i$  » le vecteur position du vecteur d'ordre  $i$ .

### III. TRAITEMENT DES REPONSES

Les réponses des différents capteurs du réseau doivent être combinées par une méthode de traitement appropriée afin de pouvoir extraire le signal d'intérêt. La technique la plus simple et la plus couramment utilisé consiste en une combinaison linéaire des différentes réponses pondérés par des coefficients complexes [3] (Fig.4.). La réponse globale du réseau est formulée par (5).

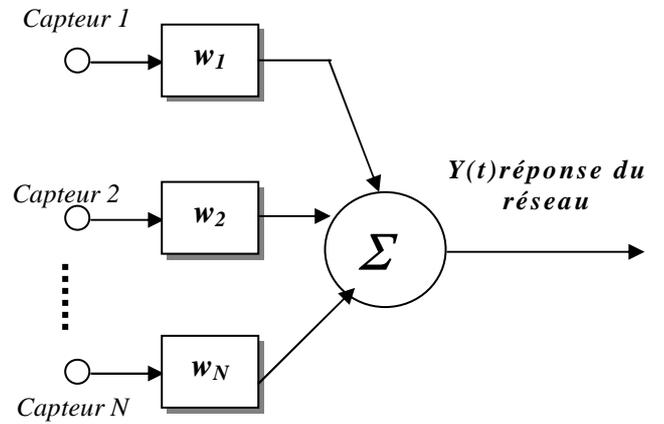


Fig.4. Pondération complexe des réponses

$$y(t) = \sum_{i=1}^N w_i x_i(t) \quad (5)$$

Toute variation des coefficients de pondération «  $w_i$  » entraîne une nouvelle réponse «  $y(t)$  » du réseau. En effet le gain du réseau fonction de la direction peut être facilement adapté en ajustant l'amplitude et la phase des signaux en provenance des différents capteurs avant de les sommer.

La réponse du réseau de capteurs dépend également de sa configuration spatiale. Le lieu des capteurs procure des degrés de liberté supplémentaires.

#### IV. INFLUENCE DU NOMBRE DE CAPTEURS

La taille du réseau de capteurs définit sa résolution. Cette dernière augmente avec la taille du réseau.

Par le biais d'un réseau de capteurs linéaire et uniforme la (Fig.5.) montre l'effet du nombre de capteurs nous montrons que la directivité du réseau.

L'analyse des figures de directivité (Fig.5.) nous fait remarquer, que le nombre de lobes augmente avec le nombre de capteurs. De même la largeur du lobe dominant, dit principal, diminue avec l'augmentation du nombre de capteurs.

#### V. INFLUENCE DE L'ESPACEMENT

L'espacement entre les éléments du réseau va agir sur sa sensibilité. Pour élucider cette caractéristique, nous avons représenté sur la (Fig.6.) plusieurs diagramme de directivité pour un réseau rectiligne uniforme et régulier.

Nous avons remarqué que si l'espacement est faible, le réseau possède un comportement identique à un capteur isolé.

De même si un espacement important est introduit entre les éléments, nous remarquons une périodicité sur le gain du réseau fonction de la direction.

En général un espacement d'une demi-longueur d'onde du signal d'intérêt présente les performances les mieux appropriées.

#### VI. CONCLUSION :

L'étude que nous avons présenté dans cet article nous a permis de réaliser un simulateur numérique modélisant un fonctionnement global et générique des réseaux de capteurs. Les procédures du simulateur sont représentées sur la Figure-7-.

Par un tel simulateur nous avons montré :

- Que si le nombre de capteurs dans un réseau est faible alors il n'est pas possible d'éliminer un nombre important d'interférences.
- Un nombre important se soldera par une augmentation appréciable du temps de calculs et de la complexité du réseau.

- Qu'il est possible d'améliorer la puissance maximale de réception, ainsi que la directivité en augmentant le nombre de capteurs.

#### Bibliographie

[1] F.Coulon, Théorie et traitement des signaux, PPUR 1996.

[2] M.Kunt, Techniques modernes du traitement des signaux, PPUR1991.

[3] H.Krim, V.Viberg, Two decades of array signal processing, IEEE signal processing magazine, pp.67-94, july 1996.

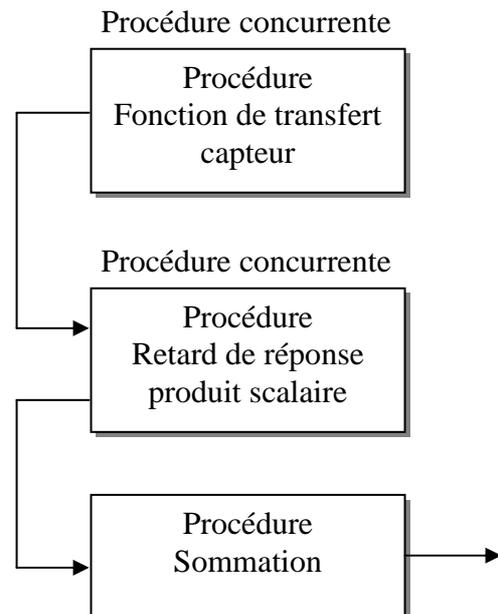


Fig.7. schéma fonctionnel du Simulateur des réseaux de capteurs

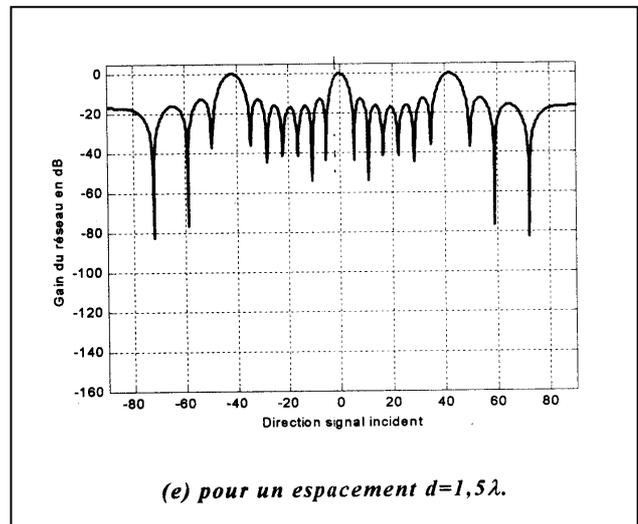
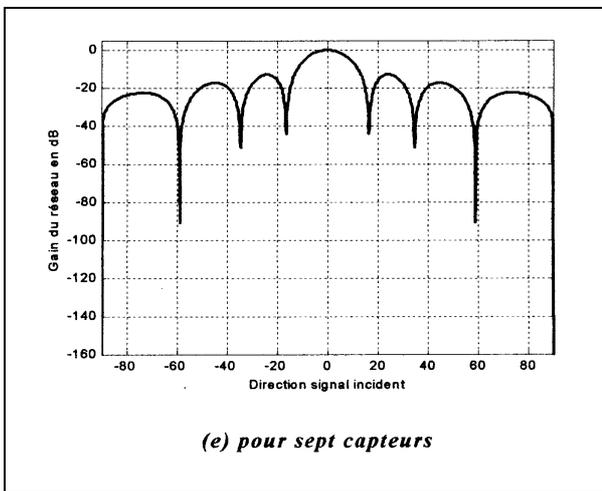
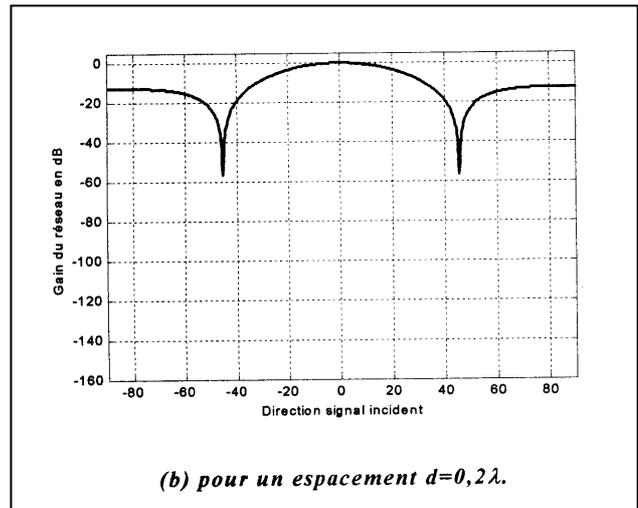
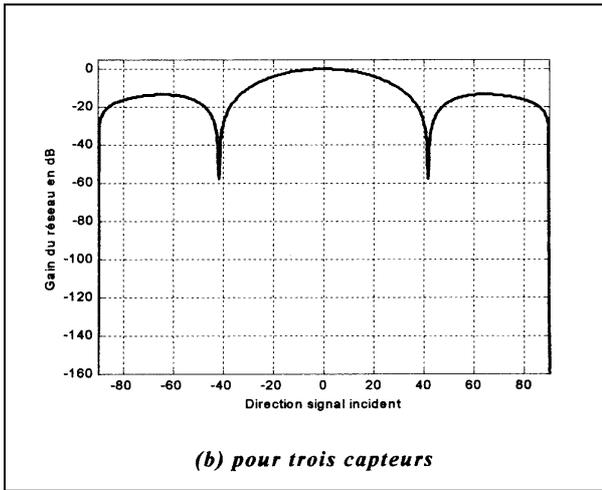
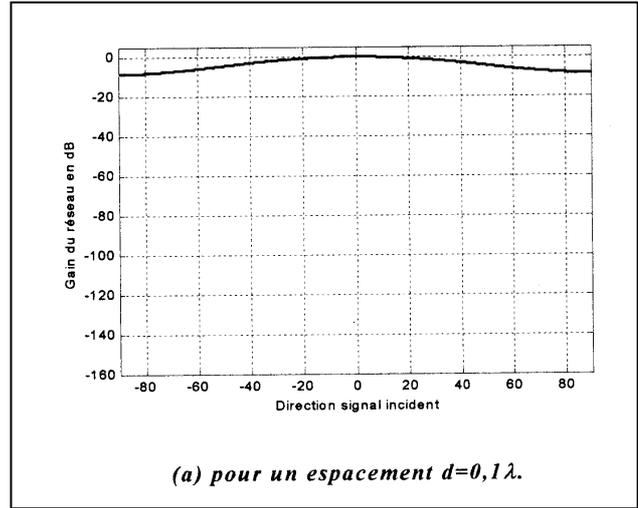
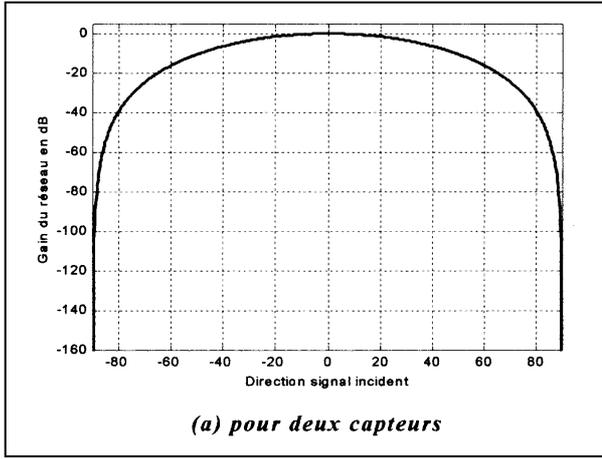


Fig-5. Influence du nombre sur la réponse globale du réseau

Fig.6. effet de l'espacement sur la réponse.