

## L'algorithme ATM-CFAR pour les systèmes de communication à spectre étendu

Présenté Par: Ilyes BELBEY et Ismail CHBOUAT

Encadré par: Sabra BENKRINAH

### INTRODUCTION

Dans un environnement d'évanouissement par trajets multiples, le signal transmis est généralement réfléchi par une variété des obstacles tels que les bâtiments, les terrains, la mobilité ...etc.

Dans la communication à spectre étalé, l'étape la plus importante qui représente le problème le plus important affectant la performance du système, est la synchronisation des codes pseudo-bruits (PN) reçu et localement généré. La synchronisation est effectuée en deux phases, l'acquisition et la poursuite du code. Dans ce travail, nous considérons l'acquisition de code PN en utilisant le seuillage adaptatif ATM-CFAR qui a pour principe la détermination des valeurs aberrantes (prévenants des trajets multiples) existants dans la fenêtre de référence du détecteur CFAR et les censurées afin de donner une meilleure estimation de la puissance du bruit. Ce qui peut améliorer la probabilité de détection et réduire la probabilité de fausse alarme.

L'idée de base de l'algorithme CFAR, est de calculer le seuil à partir de la pdf du signal de sortie du corrélateur. Ainsi, le seuil sera une fonction de la probabilité de fausse alarme préalablement fixée, et de la puissance du bruit estimée. Il existe plusieurs procédés de détection CFAR (CA, OS, ODV, ATM...). Dans notre travail, nous allons travailler sur le détecteur ATM CFAR, Alors que leurs résultats permettent de détecter des signaux noyés dans des signaux parasites dont les puissances sont inconnues tout en maintenant un taux de fausse alarme constant contrairement à la détection classique à seuil fixe.

### MÉTHODES PROPOSÉES

#### ➤Système proposé:

Le système étudié peut être schématisé par la figure 1.

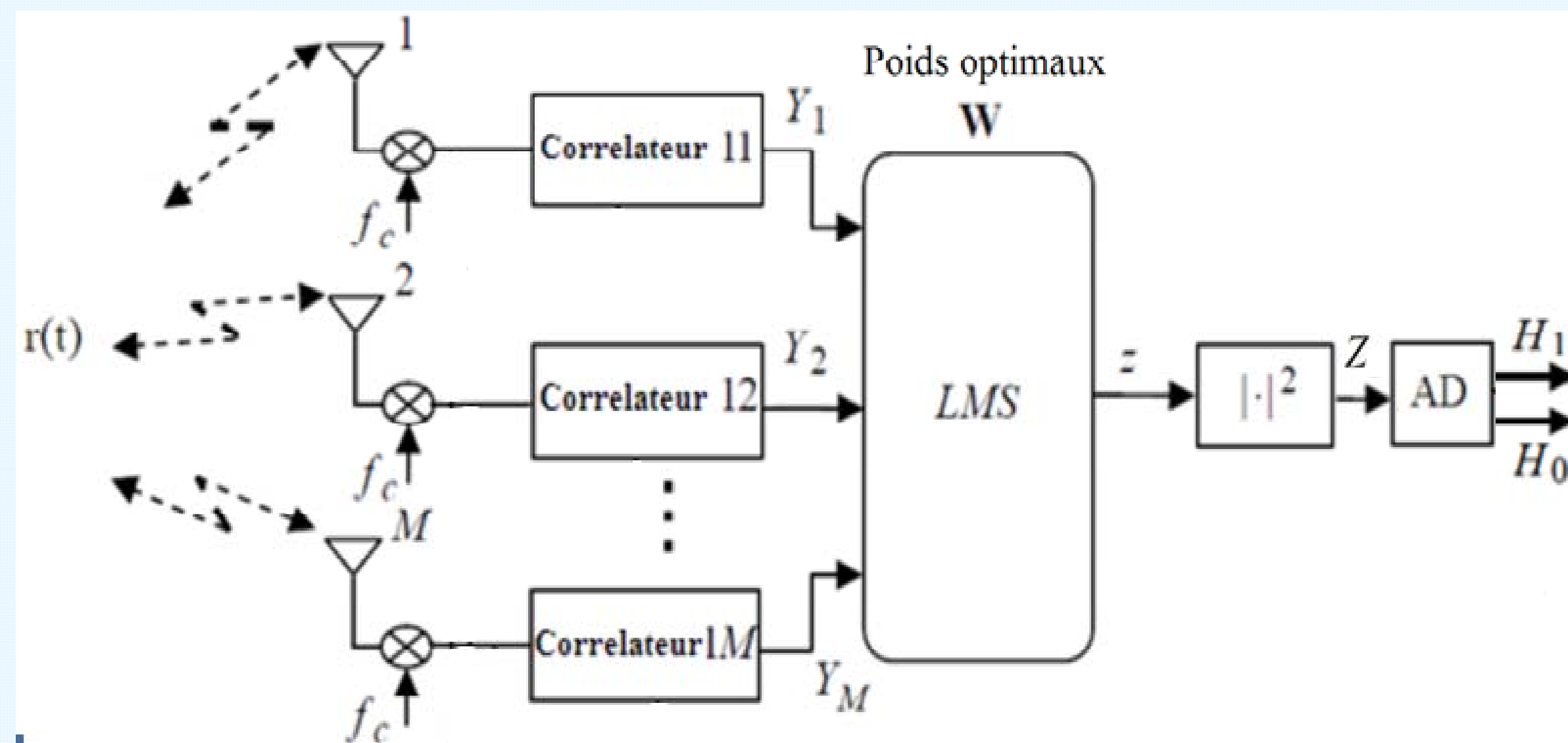


Figure 1: Acquisition adaptative série à antenne intelligente.

Les variables de décision à l'entrée du détecteur adaptatif (AD) sont données par:

$$f_z(Z/H_1) = \int_{-\infty}^{\infty} f_z(Z/H_1, x) f_{z_{opt}}(x) dx = \frac{1}{M^2 \sigma_0^2 + M^2 \nu} \exp\left(\frac{-z}{M^2 \sigma_0^2 + M^2 \nu}\right), Z_i \geq 0 \quad (1)$$

où,  $\nu = N E_c \sigma^2$  et  $\sigma^2$  est la puissance de l'évanouissement du canal.

$$f_z(z/H_0) = \frac{1}{M^2 \sigma_0^2} \exp\left(\frac{-z}{M^2 \sigma_0^2}\right), Z_i \geq 0 \quad (2)$$

#### ➤Le détecteur adaptatif (AD) ATM-CFAR:

Le détecteur ATM-CFAR (Automatic Trimmed-mean-CFAR) est proposé et appliqué, pour la première fois dans le contexte de l'acquisition adaptative des séquences PN, par Sofwan et al. Son objectif est de minimiser les fausses alarmes et améliorer les performances en détection, dans le cas de la présence des phénomènes des trajets multiples et des utilisateurs multiple «présence des MAI (Multiple Access Interference)», dans le canal de transmission.

D'après la figure 2, le processeur ATM-CFAR censure  $k_1$  cellules de la frontière basse et  $k_2$  cellules de la frontière haute pour éliminer l'effet des signaux interférents. Par conséquent, les frontières, comme points de démarcation de la détermination des valeurs aberrantes (atypiques, exceptionnelles, extrêmes ou outliers en anglais), sont situées aux positions  $k_1$  et  $M-k_2$ , qui sont obtenus en utilisant la technique de «la boîte à moustaches» ou «Box plot». L'intervalle interquartile (IQR) mesure la dispersion statistique qui est égale à la différence entre le troisième ( $Q_3$ ) et le premier ( $Q_1$ ) quartiles. Une valeur aberrante est une variable aléatoire qui réside dans la région des valeurs aberrantes situées au-dessous de la frontière basse LF (Lower Fence) ou au-dessus de la frontière haute UF (Upper Fence), telles que :

$$\begin{aligned} LF &= Q_1 - \rho(IQR) \\ UF &= Q_3 + \rho(IQR) \end{aligned} \quad (3)$$

avec,  $\rho$  est une valeur multiplicative utilisée pour déterminer les frontières des valeurs aberrantes. Les valeurs  $k_1$  et  $k_2$  sont obtenues automatiquement, en temps réel, en utilisant l'algorithme suivant :

- Ranger les cellules de référence dans l'ordre croissant selon leur puissance pour former les échantillons ordonnés, puis calculer les valeurs LF et UF selon la valeur multiplicative  $\rho$  donnée.
- Définir la valeur initiale de  $k=1$  comme un indice de cellules pour l'exploration des contenues des cellules de référence.
- Pour déterminer la valeur de  $k_1$ , faire la comparaison suivante. Tend que cette condition est vraie augmenter  $k$ ; Sinon, obtenir.
- Pour obtenir la valeur de  $k_2$ , évaluer la condition et faire augmenter la valeur de  $k$ . Si cette condition est vraie, donc on peut mettre. Sinon, répéter cette étape en incrémentant  $k$ .
- Une fois les valeurs  $k_1$  et  $k_2$  sont obtenues en utilisant l'algorithme ci-dessus, on censure  $k_1$  cellules de l'extrémité inférieure et  $k_2$  cellules de l'extrémité supérieure. Ensuite, on effectue une transformation de variable aléatoire sur les cellules restantes pour obtenir :

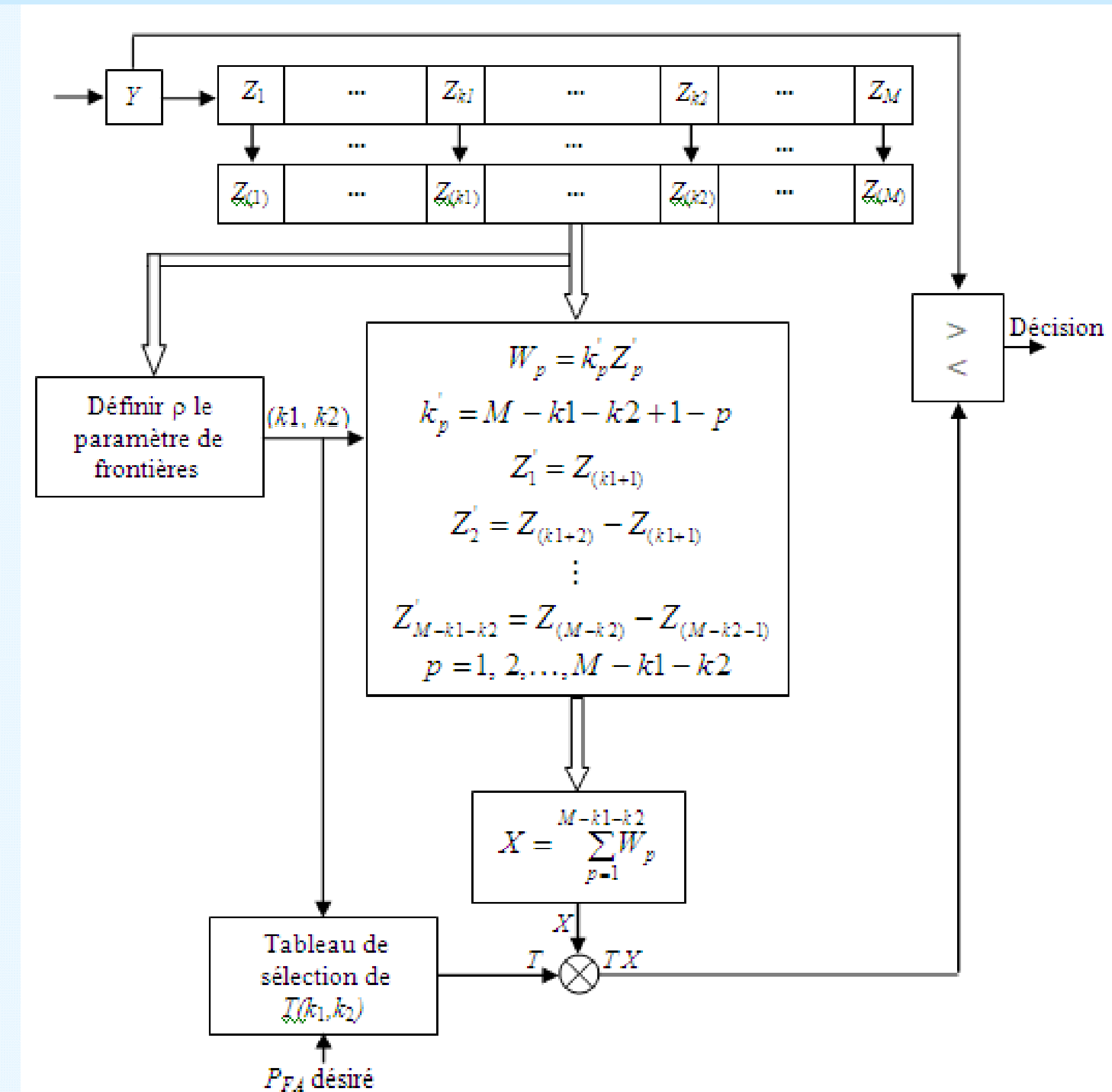


Figure 2: Schéma fonctionnel du détecteur ATM-CFAR.

$$\begin{aligned} W_p &= k_p Z_p \\ \text{avec } k_p &= M - k_1 - k_2 + 1 - p, p = 1, 2, \dots, M - k_1 - k_2 \text{ et} \\ Z_1 &= Z_{(k_1-1)} \\ Z_2 &= Z_{(k_1+2)} - Z_{(k_1+1)} \\ &\vdots \\ Z_{M-k_1-k_2} &= Z_{(M-k_2)} - Z_{(M-k_2-1)} \end{aligned} \quad (4)$$

La valeur estimée de la puissance du bruit  $X$  est obtenue par les cellules restantes (non censurées), comme suit :

$$X = \sum_{p=1}^{M-k_1-k_2} W_p \quad (5)$$

La valeur estimée de la puissance du bruit  $X$  est ensuite multipliée par la constante  $T$  afin de réaliser la probabilité de fausse alarme désirée.

Les probabilités de détection et de fausse alarme sont données par:

$$P_f = \prod_{p=1}^{N_c - k_1 - k_2} \Omega_{W_p} \left( \frac{\gamma}{\eta} \right) \quad (6)$$

et

$$P_d = \prod_{p=1}^{N_c - k_1 - k_2} \Omega_{W_p} \left( \frac{\gamma}{\eta(1 + M_w \nu)} \right) \quad (7)$$

Et le temps d'acquisition moyen par :

$$\bar{T}_{acq} \approx \frac{(2 - P_D)(1 + KP_{FA})}{2P_D} \cdot (qRT_C) \quad (8)$$

Avec:  $K$  le temps de pénalité associé à une fausse alarme et  $R$  la longueur de corrélation partielle.

### CONCLUSION

#### ➤REMARQUE

Il est important de vous informer que le travail n'est pas complet.

L'objectif est l'amélioration de l'acquisition adaptative série des séquences PN. Plusieurs comparaisons vont alors présenter afin d'évaluer les performances de la méthode, à travers deux mesures de performance, qui sont la probabilité de détection et le temps d'acquisition moyen. Les résultats vont être obtenus en effectuant des simulations dans l'environnement MATLAB.

### RÉFÉRENCES

- A. Aissaoui, Synchronisation adaptative du code PN dans les systèmes de communication DS/SS, thèse de doctorat, Université Mentouri Constantine, 2008.
- L. Hacini, Schemas hybrides d'acquisition adaptative de codes PN pour des communications DS-CDMA dans un canal Rayleigh, thèse de doctorat, Université Mentouri Constantine, 2012.
- A. Sofwan, M. Barkat and S. A. AlQahtani, "PN code acquisition using smart antennas and adaptive thresholding for spread spectrum communications," Wireless Networks, Vol. 22, N°1, pp.223-234, 2016.
- A. Sofwan and M. Barkat, "PN code acquisition using smart antennas and adaptive thresholding trimmed-mean CFAR processing for CDMA communication," Spring World Congress on Engineering and Technology, SCET, 2012.