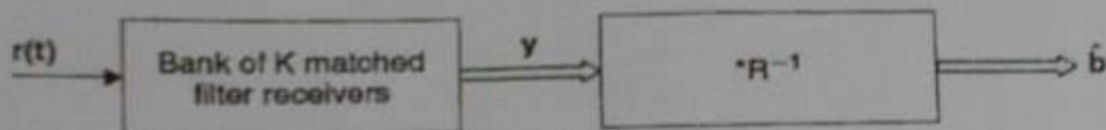


# EXAMEN FINAL

## Exercice 1

Un système CDMA avec trois ( $K=3$ ) utilisateurs ; chacun transmettant trois symboles, utilise un récepteur décorrelateur dont le schéma est donné par :



Où  $y$  est le vecteur des sorties des matched filters. Les données transmises par les  $K$  utilisateurs peuvent être représentées par la matrice  $b$ . Où  $R$  est la matrice d'inter-corrélation normalisée ( $K \times K$ ) des codes d'étalements ; La matrice des énergies des données  $A$  est normalisée à 1 ( $A=\text{diag}[1]$ ). La matrice des données  $b$ , du bruit  $n$  et les codes d'étalement sont respectivement :

$$b = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}; \quad n = \begin{bmatrix} 0.2 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0.5 & 0.1 \\ 0.6 & 0.2 & -0.2 \end{bmatrix}; \quad \begin{aligned} C_1 &= [1 \ -1 \ -1 \ -1 \ 1 \ -1 \ 1 \ -1] \\ C_2 &= [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1] \\ C_3 &= [1 \ -1 \ -1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ 1] \end{aligned}$$

1- Donner la forme matricielle  $y$  de sortie des récepteurs décorrelateur en fonction de  $R$ ,  $A$ ,  $b$  et  $n$ .

2- Expliquer comment obtenir la matrice  $R$  définie par :

$$R = \begin{bmatrix} 1 & -0.25 & 0 \\ -0.25 & 1 & 0.25 \\ 0 & 0.25 & 1 \end{bmatrix}$$

3- Sachant  $R^{-1}$  définie par :  $R^{-1} = \begin{bmatrix} 1.071 & 0.285 & -0.071 \\ 0.285 & 1.143 & -0.285 \\ -0.071 & -0.285 & 1.071 \end{bmatrix}$

Calculer  $y$  et les symboles estimés  $\hat{b}$ .

## Exercice 2

1- Donner l'expression du signal reçu  $r(t)$  d'un modèle de propagation réel combinant trajet multiple et fading.

2- Quelle est la conséquence de l'existence de trajets multiples sur la fonction de transfert  $C(f)$  du canal.

3- Définir un canal sélectif en fréquence.

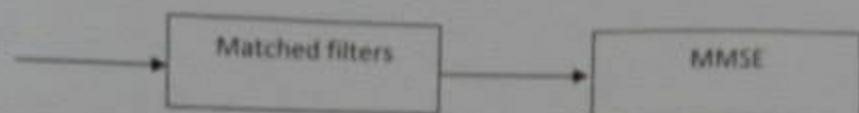
4- Définir la bande de cohérence d'un canal.

## Exercice 3

Expliquer en détail le comportement d'un système multi antennes ( $2 \times 1$ ) avec codage spatio-temporel (STBC) utilisant le code Alamouti.

## Exercice 1

Un système CDMA avec trois ( $K=3$ ) utilisateurs ; chacun transmettant trois symboles, utilise un récepteur MMSE.



Où  $\mathbf{y}$  est le vecteur des sorties des matched filters. Les données transmises par les  $K$  utilisateurs peuvent être représentées par la matrice  $\mathbf{b}$ . Où  $\mathbf{R}$  est la matrice d'inter-corrélation normalisée ( $K \times K$ ) des codes d'étalements ; La matrice des énergies des données  $\mathbf{A}$  est normalisée à 1 ( $\mathbf{A}=\text{diag}[\mathbf{1}]$ ). La matrice des données  $\mathbf{b}$ , du bruit  $\mathbf{n}$  ( $\sigma^2 = 1$ ) et les codes d'étalement sont respectivement :

$$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}; \quad \mathbf{n} = \begin{bmatrix} 0.2 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0.5 & 0.1 \\ 0.6 & 0.2 & -0.2 \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{C}_1 = [-1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1]$$

$$\mathbf{C}_2 = [1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad -1]$$

$$\mathbf{C}_3 = [1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]$$

1- Donner la forme matricielle  $\mathbf{y}$  de sortie des matched filters.

2- Expliquer comment obtenir la matrice  $\mathbf{R}$  définie par :

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 & -0.25 & 0 \\ -0.25 & 1 & 0.25 \\ 0 & 0.25 & 1 \end{bmatrix}$$

3- Donner l'expression des symboles estimés  $\hat{\mathbf{b}}$ .

## Exercice 2

- 1- Les déplacements de l'émetteur et du récepteur impliquent des conséquences lesquelles ?
- 2- Définir les types de fading et la façon de les compenser.
- 3- Quel est l'intérêt d'un canal AWGN ?
- 4- Quelles sont les caractéristiques désirées dans les systèmes MIMO ?
- 5- Quelles sont les différentes formes de la diversité ?
- 6- Donner l'expression de la puissance émise et celle reçue par chaque antenne dans un système MIMO

## Exercice 3

Expliquer en détail le comportement d'un système multi antennes ( $2 \times 2$ ) avec codage spatio-temporel (STBC) utilisant le code Alamouti.