

# Egalisation Non Linéaire à base de Filtres

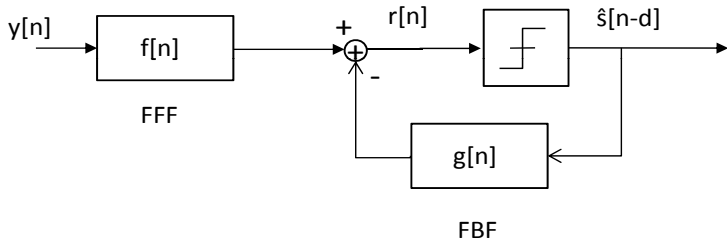
5 novembre 2023

# Plan

## 1 Structures d'égalisation non linéaire à base de filtres

# Egalisation non linéaire

Decision feedback Equalization (DFE) : principe



## DFE : data-aided equalization

- **Motivation** : Le filtrage linéaire classique peut laisser de l'IES résiduelle,
- **Idée** : Utiliser les *décisions* précédentes pour éliminer en partie cette IES résiduelle,
- **Structure** : Egaliseur non linéaire par nature.
- **Question** : comment choisir les filtres  $f[n]$  et  $g[n]$

# Egalisation non linéaire

Decision feedback Equalization(DFE) : principe

## Block DFE : Modélisation matricielle pour critère MMSE

$$r[n] = \mathbf{F}^\top \mathbf{Y}_n - \mathbf{G}^\top \hat{\mathbf{S}}_{n-d-1} = \mathbf{w}^\top \tilde{\mathbf{Y}}_n$$

$$\mathbf{F} = [f_0, \dots, f_{N-1}]^\top$$

$$\mathbf{G} = [g_1, \dots, g_{M-1}]^\top$$

$r[n]$  ne dépend que des symboles passés  $\hat{s}_{(n-d-k)}$

$$\mathbf{Y}_n = [y[n], \dots, y[n-N+1]]^\top, \hat{\mathbf{S}}_{n-d-1} = [\hat{s}[n-d-1], \dots, \hat{s}[n-d-M+1]]^\top$$

$$\tilde{\mathbf{Y}}_n = [\mathbf{Y}_n^\top, -\hat{\mathbf{S}}_{n-d-1}^\top]^\top$$

## Optimisation avec critère MMSE

Trouver les filtres optimaux  $f_{opt}[n]$  et  $g_{opt}[n]$  qui minimisent la fonction de coût

$$J(\mathbf{w}) = \mathbb{E} (|e[n]|^2), \quad e[n] = s[n-d] - r[n]$$

# Egalisation non linéaire

Decision feedback Equalization (DFE) : principe

## Optimisation avec critère MMSE, suite

- **Résolution** : Le problème initial revient au problème classique de Wiener consistant à optimiser le filtre  $\mathbf{w}$  avec comme vecteur d'observations étendu  $\tilde{\mathbf{Y}}_n$  :

$$\mathbf{R}_{\tilde{\mathbf{Y}}} \mathbf{w} = \mathbf{r}_{s\tilde{\mathbf{Y}}}$$

avec

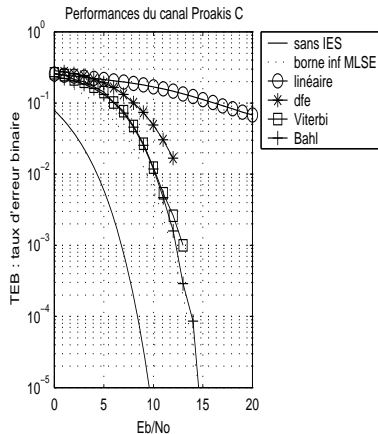
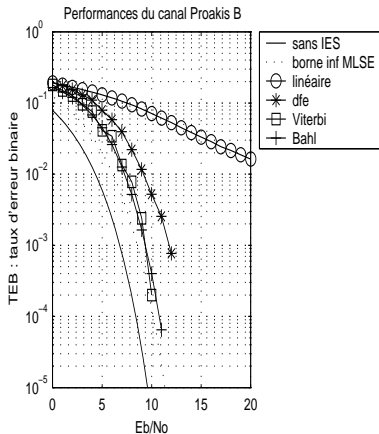
$$\mathbf{R}_{\tilde{\mathbf{Y}}} = \mathbb{E}(\tilde{\mathbf{Y}}_n^* \tilde{\mathbf{Y}}_n^T), \mathbf{r}_{s\tilde{\mathbf{Y}}} = \mathbb{E}(s[n-d] \tilde{\mathbf{Y}}_n^*)$$

- **Problème** :  $\tilde{\mathbf{Y}}_n$  dépend de  $\hat{\mathbf{S}}_{n-d-1}$  dont on connaît difficilement les propriétés statistiques du fait de la non linéarité,
- **Hypothèse de travail (approx. Fort SNR)** : les symboles décidés sont tous corrects,

$$\hat{\mathbf{S}}_{n-d-1} = \mathbf{S}_{n-d-1}$$

⇒ dans ce cas on peut expliciter les différents termes et on peut résoudre (voir TD).

# Performances



# Bibliographie

- B. P. Lathi and Zhi Ding, Modern Digital and Analog Communication Systems, Oxford University Press, 2009.
- John Barry, Edward Lee, David Merserschnitt, Digital Communications, Kluwer Academic Publisher, Third edition.
- Andreas F. Molisch, Wireless Communications, 2nd Edition, IEEE Press-Wiley, 2010.
- Digital Communications, 4th edition, John G. Proakis, Mc Graw-Hill.
- J. Choi, Adaptive and Iterative Signal Processing in Communications, Cambridge University Press, 2006.
- Zhi Ding and Ye Li, Blind Equalization and Identification , Marcel Dekker, New York, 2001.