

# Première partie

## Les différents égaliseurs

### Objectif de l'étude

Lors d'une transmission hertzienne (GSM, Faisceaux Hertiens, WIFI, etc.) ou par câble (ADSL) le signal transmis est déformé par le canal de transmission.

L'égaliseur est un dispositif permettant de compenser les déformations introduites par le canal de transmission. Dans le cadre des communications numériques, ce canal peut être modélisé par sa réponse impulsionnelle sous la forme :

$$h_c(t) = \sum_{k=0}^{N-1} h_k \delta(t - kT)$$

Le récepteur est chargé de compenser les distorsions apportées par le canal ; cette compensation porte le nom d'égalisation.

Il existe plusieurs algorithmes d'égalisation : linéaire, DFE<sup>1</sup>, MLSE<sup>2</sup>, etc. Ce rapport présente différents algorithmes (linéaire, DFE, calcul indirect) et les compare du point de vue des performances et de la complexité.

### Déroulement de l'étude

Dans un premier temps, nous allons établir une présentation du problème et des la solutions proposées. On s'orientera ensuite vers la présentation des algorithmes permettant de simuler le fonctionnement du système. Pour cela, il sera nécessaire de faire appel à des notions vues en cours de *Signaux et Systèmes 2* telles que l'algorithme des moindres carrés.

- 
1. Decision Feedback Equalizer
  2. Maximum Likelihood Sequence Estimator

6

4

### Mise en place du problème

Une chaîne de transmission se présente de la manière suivante :  
Le signal  $s(t) = \sum_i s_i \delta(t - iT_s)$  est envoyé en entrée de la chaîne, dans un premier filtre de réponse  $g_c(t)$  permettant d'augmenter sa puissance. Le signal résultant est admis dans un filtre de réponse impulsionnelle  $h_c(t)$ . Le signal reçu, auquel s'ajoute du bruit, est ensuite traité par le système de réception.

La chaîne de transmission est présentée dans la figure suivante :

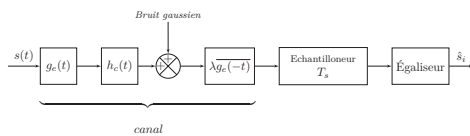


FIGURE 1 – Schéma d'une chaîne de transmission

Afin de réaliser une chaîne de transmission la plus optimale possible, il faut :

- Réduire autant que possible les IES<sup>3</sup>.
- Minimiser l'influence du bruit aux instants de décisions.

On parle ici de *récepteur sous optimal* car on ne connaît pas  $h_c(t)$ .

Des IES apparaissent à cause des différents chemins que peut emprunter le signal émis avant d'être reçu par le récepteur. Les interférences créées peuvent être destructive (par exemple, sur un canal  $H(z) = 1 + z^{-1}$ , si le signal émis est de la forme  $[1 \ -1 \ 1]$ , le signal reçu sera  $[1 \ 0 \ 0]$ . Il y a une perte d'information qui empêche d'effectuer une réception correcte.)

## Chapitre 1

### Égaliseur linéaire

#### 1.1 Principe du LE

Le dispositif traité dans cette section est celui du *Linear Equalizer*. Le canal est modélisé par sa fonction de transfert  $H(z)$ . Du bruit gaussien<sup>1</sup> s'ajoute au signal reçu par l'égaliseur linéaire, de fonction de transfert  $C(z)$ .

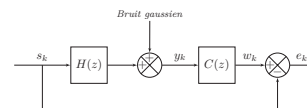


FIGURE 1.1 – Le filtre LE

Le canal étant inconnu, il est nécessaire de déterminer les coefficients de  $C(z)$  afin d'obtenir un décodage du signal reçu le plus proche de la réalité possible. (Minimisation de l'erreur  $e_k$ ).

La fonction de transfert est déterminée lors d'une séquence d'apprentissage envoyée par l'émetteur et comme du récepteur. Cette séquence permet au système de s'adapter au canal.

#### 1.2 Exemple sur un canal

On considère à titre d'exemple le canal suivant :

$$H(z) = 1 + 0.5z^{-1}$$

La séquence d'apprentissage choisie est la suivante :

$$S = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

---

3. Interférences entre symboles

---

1. Bruit blanc, suivant une loi normale