



Egalisation vectorielle pour signaux OFDM

RIGAUD MICHAËL et COULMY THOMAS

Table des matières

Table des matières	1
Introduction	2
1 Egalisation OFDM	4
2 Rôle du préfixe cyclique dans le signal OFDM	5
2.1 Principe du préfixe cyclique	5
2.2 Rôle du préfixe cyclique	5
Conclusion	7
Table des figures	8
Bibliographie	9

Introduction

Avant de répondre précisément aux questions du projet donné par M ROSTAING, nous souhaitons tout d'abord expliquer quelques problématiques des communications sans-fils et ce qu'est le principe de l'OFDM () dans cette introduction. Ensuite, dans les deux premières questions, nous nous intéresserons au protocole OFDM avec intervalle de garde entre symboles. Puis, pour aller plus loin, nous étudierons l'article[1] avec des simulations MATLAB afin de mieux comprendre. Ce dernier consiste à mettre en place un système permettant de se passer de l'intervalle de garde, et ainsi, de ne pas perdre de débit à cause des temps d'attentes entre symboles.

Problèmes généraux des transmissions de données sans-fils

ous allons présenter ici les deux principaux problèmes rencontrés lors du passage du signal transmis dans le canal de propagation. Ceux-ci sont liés à la réponse fréquentielle du canal de propagation, mais ont des phénomènes physiques différents.

Le premier problème est l'interférence entre symbole. Cela est dû à la dispersion des symboles dans le temps lorsque nous en envoyons plusieurs à la suite.

L'autre problème est l'affaiblissement par multi-trajets, aussi appelé Fading. Cela arrive lorsque le même signal à l'émissions parcourt des trajets différents avec réflexions et diffractions, puis arrive sur le récepteur avec un décalage dans le temps et des variations de phases par rapport au signal reçu en trajet direct.

Les signaux OFDM

Comme nous pouvons le voir, les signaux OFDM résultent d'une modulation multi-porteuses. C'est-à-dire que nous répartissons l'information sur une bande de fréquence, autour de plusieurs porteuses de fréquences centrales également réparties. Puis, à chaque sous-fréquences porteuses, on envoie des symboles répartis dans le temps espacé par des intervalles de garde.

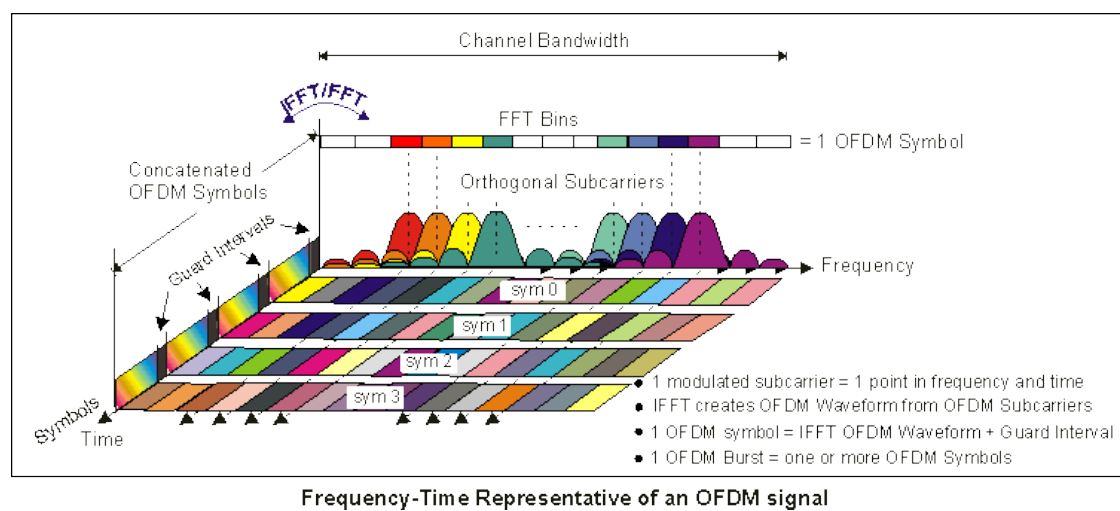


FIGURE 0.1 – Temps-Frequence : representation d un signal OFDM

Egalisation OFDM

L'égalisation sert à réduire fortement, voir annuler, les interférences dues au multi-trajets dans le canal de propagation. Dans le domaine temporel, elle se fait en cherchant les coefficients d'atténuation modélisant l'effet du canal. Mais, dans le cas de transmission à haut débit, nous avons trop de recouvrement entre symbole à cause des retards lors de la réception des différents multi-trajets, ainsi le système devient complexe et donc le coût des terminaux devient élevé.

L'idée de l'égalisation OFDM est de transformer l'égalisation faite dans le domaine temporel dans le domaine fréquentiel. En passant dans le domaine fréquentiel, et en envoyant le signal sur plusieurs porteuses, on est capable d'évaluer la réponse fréquentielle du canal de propagation sur la bande de fréquence du signal total. Ce qui est important, c'est que la bande associée à chaque sous-porteuses doit être dans une zone de cohérence du canal, c'est-à-dire que la fonction de transfert du canal soit à peu près plat dans la bande. Sur l'image ci-dessous, on peut comprendre comment on estime la réponse fréquentielle du canal par morceaux grâce aux différentes porteuses :

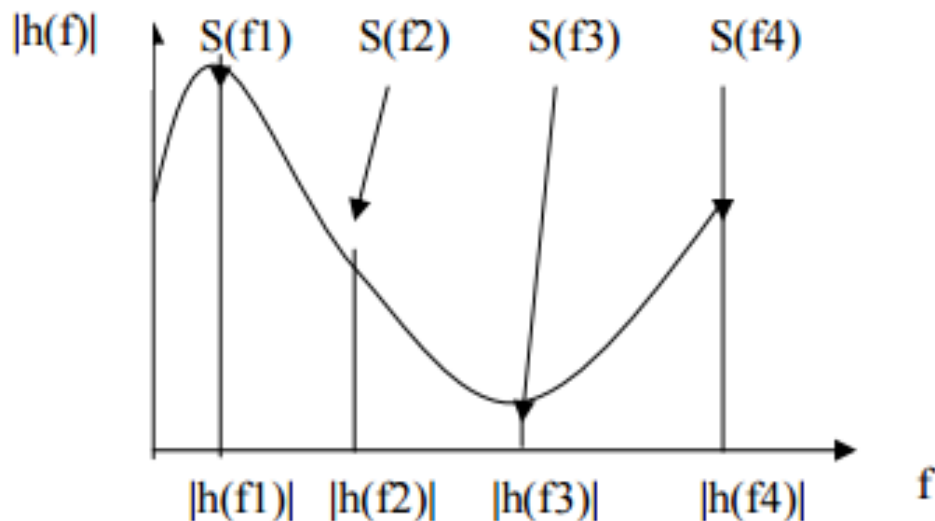


FIGURE 1.1 – Porteuses

Pour égaliser le signal, il suffit de diviser chaque signal reçu par le gain associé au canal de propagation estimé.

Rôle du préfixe cyclique dans le signal OFDM

2.1 Principe du préfixe cyclique

Avant de répondre à cette question, nous détaillerons ici le principe d'un préfixe cyclique et nous expliciterons sa construction. Il est à noter dans un premier temps qu'un préfixe cyclique est un intervalle de garde particulier.

Définition 2.1 : *Intervalle de garde*

Un intervalle de garde est un signal de durée Δ que l'on place avant chaque blocs que nous souhaitons transmettre. L'intérêt d'un intervalle de garde est de réduire l'interférence inter-symboles (voir section 2.2). Deux types d'intervalles de garde sont couramment utilisés : le préfixe cyclique et le bourrage de zéros.

Le préfixe cyclique est donc

2.2 Rôle du préfixe cyclique

Interférence inter-symboles (ISI)

Définition 2.2 : *Interférence inter-symboles*

« En télécommunications, une interférence inter-symbole est une forme de distorsion d'un signal qui a pour effet que le symbole transmis auparavant affecte le symbole aujourd'hui reçu »[2]

Le préfixe cyclique étant un intervalle de garde permet de se prémunir des interférences entre symboles (ISI).

Les symboles que nous envoyons subissent des échos. Les échos correspondent aux signal initialement envoyé mais atténué et retardé. Ils se superposent au signal reçu de tel façon qu'à un instant t il est possible de recevoir à la fois par le signal principal le symbole S_i et par l'écho le symbole S_{i-1} : c'est l'ISI.

Si on suppose connu le temps T_{max} maximal d'un écho (en pratique il est possible de déterminer les propriétés du canal), et qu'on émet un intervalle de garde pendant un temps $\Delta > T_{max}$ alors on recevra entre Δ et $T_s + \Delta$ uniquement le symbole S_i et l'intervalle de garde qui est connue. Une illustration est présentée à la figure 2.1.

Il n'y a donc plus d'ISI, on est capable d'extraire facilement l'information.

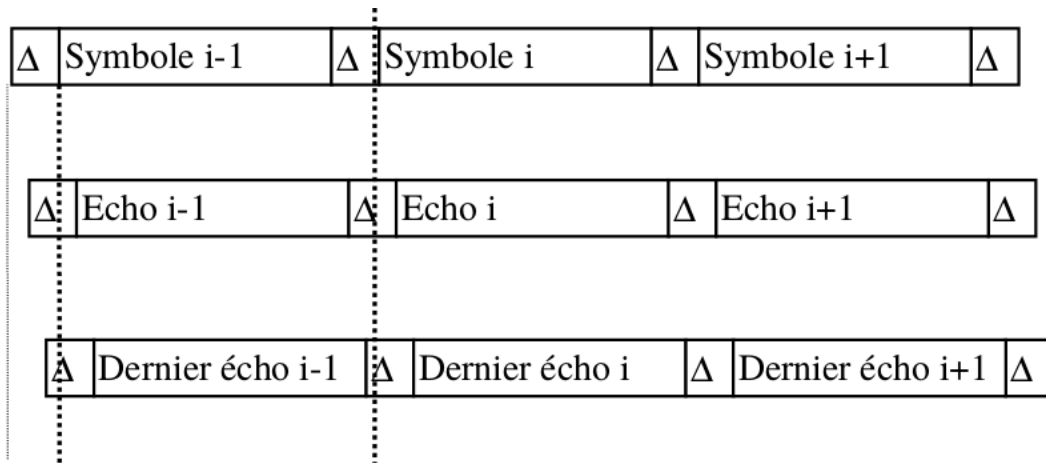


FIGURE 2.1 – Intervalle de Garde

Interférence entre porteuses (ICI)

Définition 2.3 : *Interférence entre porteuses*
Interférence due au recouvrement des sous-porteuses en OFDM

Dans ce cas-ci c'est bien le caractère cyclique du préfixe qui permet d'éliminer l'interférence entre porteuses (ICI).

Conclusion

Table des figures

0.1	Temps-Frequence	3
1.1	Porteuses	4
2.1	Intervalle de Garde	6

Bibliographie

- [1] Michel Pecot VINCENT DEMOULIN. « Egalisation vectorielle pour signaux OFDM sans intervalle de garde ». In *Seizième colloque Grets*, Grenoble, 1997.
- [2] WIKIPÉDIA. « Interférence inter-symbole ».