



# RAPPORT BE OFDM

Réalisé par : Hamza OTMANI  
Groupe : Telecom T2

## Introduction :

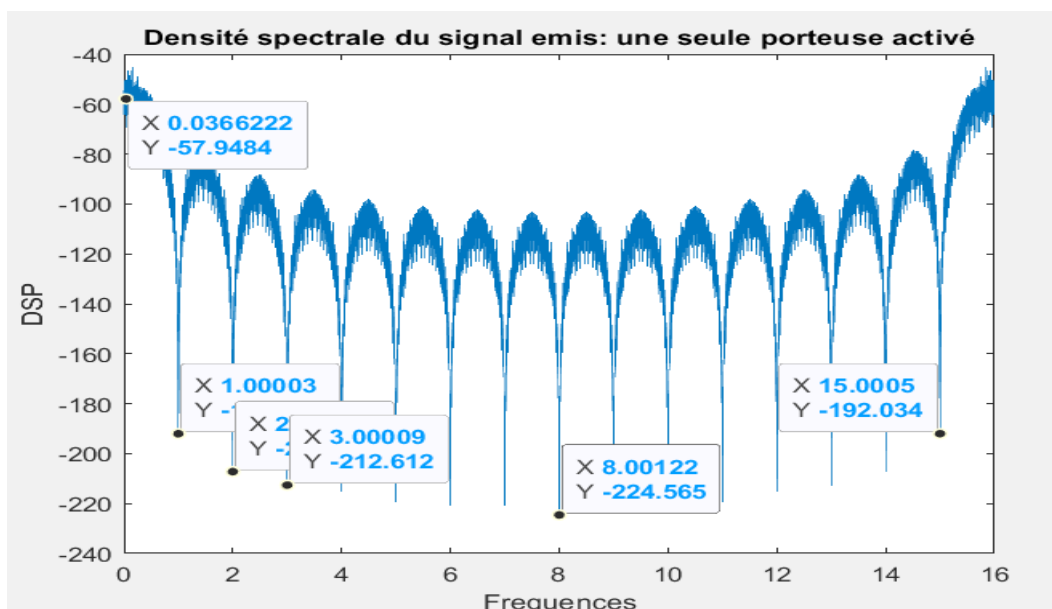
Ce BE sera effectué sur matlab, se composant de plusieurs parties pour objectif d'implémenter la chaîne de transmission OFDM, en utilisant les notions des porteuses orthogonales, d'intervalle de gardes, de préfixe cyclique, d'égalisation et de l'estimation de canal.

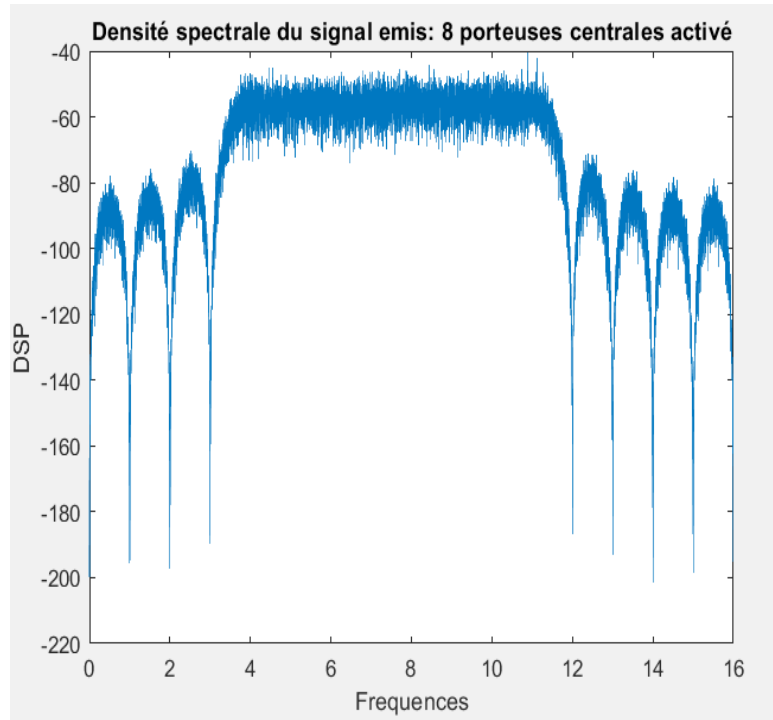
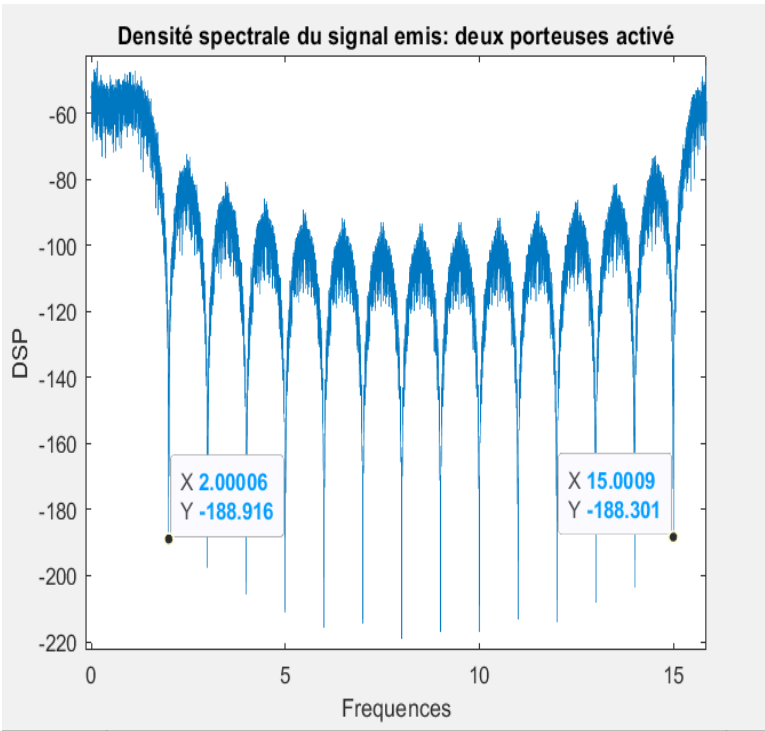
## Implémentation de la chaîne de transmission OFDM sans canal :

### Emission sur porteuses :

Dans cette partie on va faire 3 émissions, l'une sur la première porteuse, la deuxième sur deux porteuses et la troisième sur les 8 porteuses centrales.

On obtient pour la DSP du signal émis les figures suivantes :





On voit sur la première figure la première porteuse forte et les 15 restantes sont tous négligeables (Après la 17 ième liée au phénomène périodique de FFT, c'est la première en faite ! )

Sur la deuxième figure on voit qu'il y a deux porteuses activée et la dernière on voit les 8 porteuses centrales

→ A la reception de ces trois emissions on récupère un TEB nul.

TEB1 =

0

TEB2 =

0

TEB3 =

0

## Implantation de la chaine de transmission OFDM avec canal multi-trajets, sans bruit :

### Implantation sans intervalle de garde

Dans cette partie on va introduire le canal suivant :

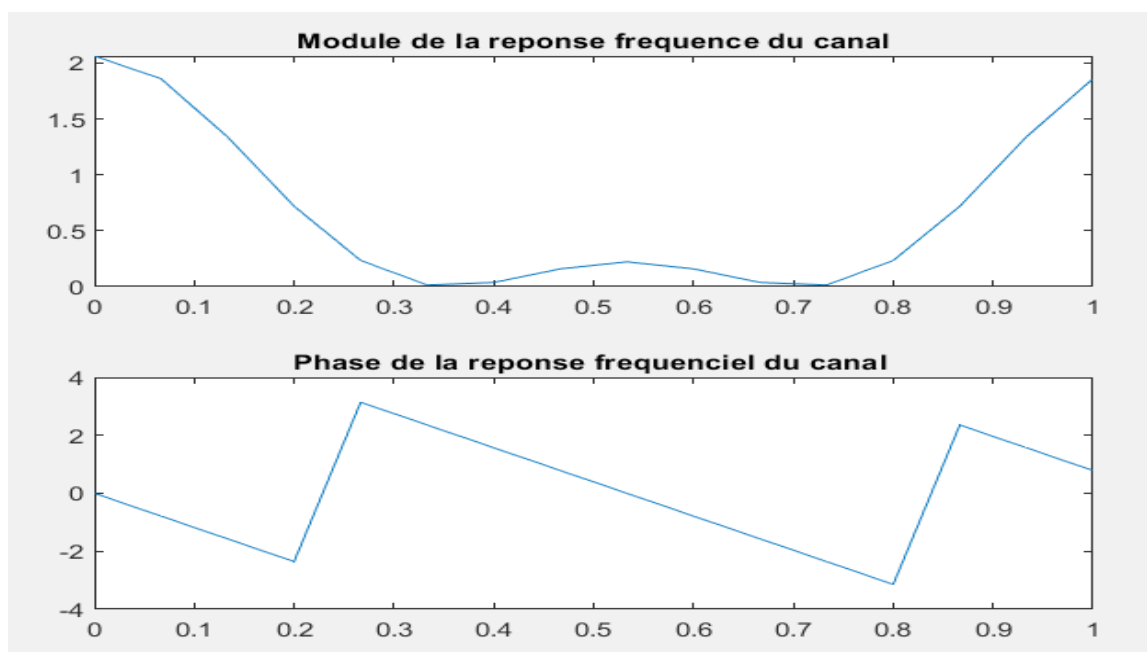
$$y(t) = 0.227x(t) + 0.46x(t - T_s) + 0.688x(t - 2T_s) + 0.460x(t - 3T_s) + 0.227x(t - 4T_s)$$

Sous les conditions suivantes :

Durée PC  $\geq \tau_{\max}$   
Perte acceptée : 20 à 25 % du débit utile => dimensionnement de N

on doit ajouter au moins 4 échantillon des Zéros dans chaque symbole, prenons 4 par exemples, alors il faudra N=16 porteuses pour que la perte en débit (ou en bande) soit entre 20 % et 25 %

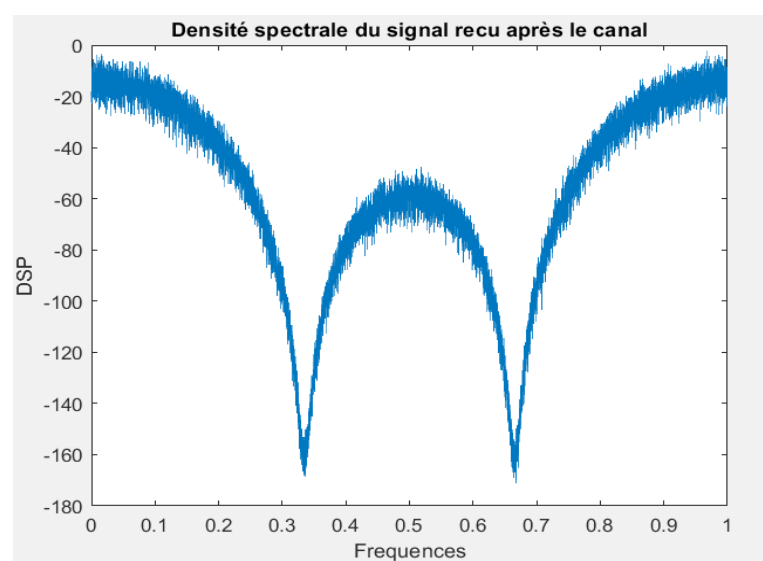
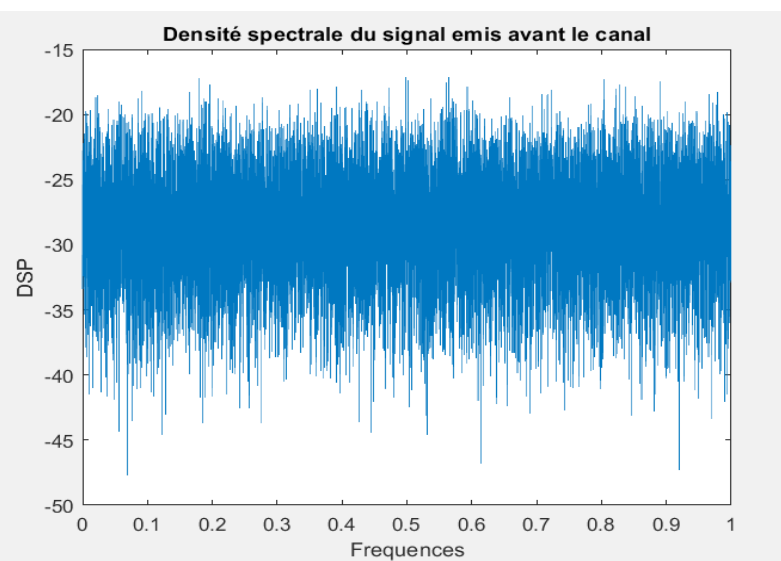
Trançons maintenant le filtre h en frequence et en phase :



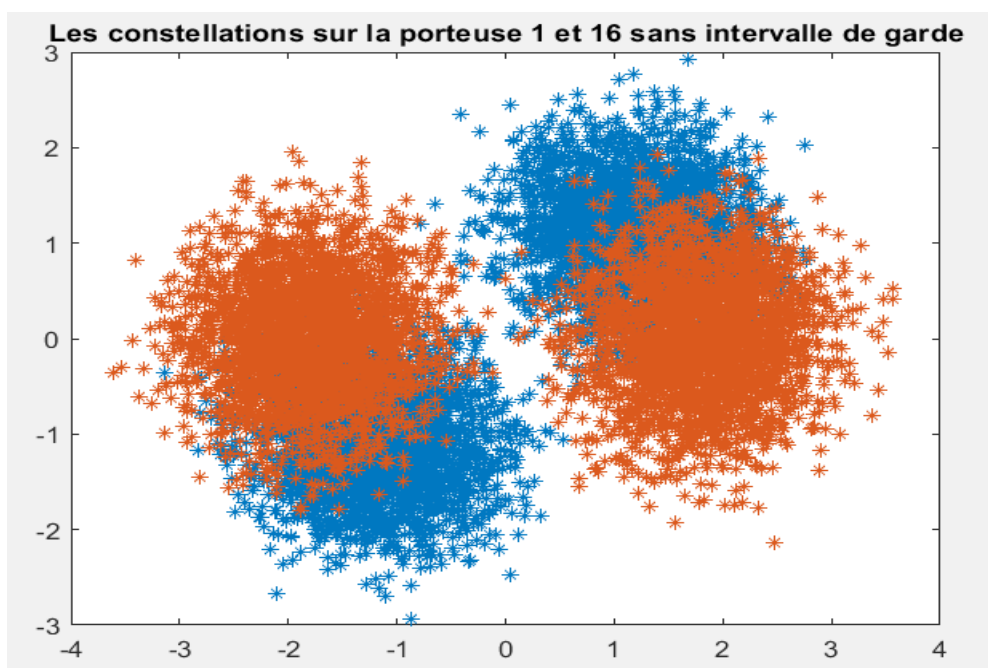
→ c'est un filtre coupe bande (qui annule la puissance sur une bande centrale)

Comparons la DSP avant et après ce canal :

les signal avant le filtre contenait toute les fréquence (16 porteuses), après le filtre, il ne va garder que les fréquence aux extrémités .



Visualisons les constellations à la reception :



On voit un schéma de l'interférence inter-symbole et entre symboles, on peut remarquer aussi deux taches rouges liées aux rotations du filtre des symboles de la 1<sup>ère</sup> porteuse et la tache blue pour les symboles de la 16<sup>ième</sup> porteuse.

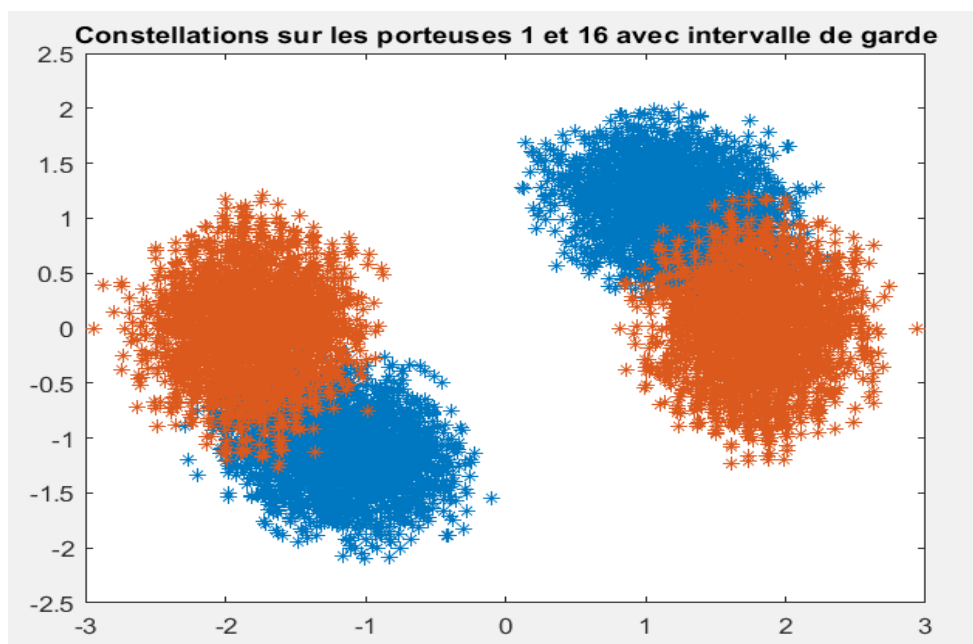
→ Le TEB dans ce cas sera grande à cause de ces interferences.

```
teb =  
  
0.4213
```

### Implantation avec intervalle de garde :

Dans cette partie on va introduire un intervalle de garde de longueur 4.

On obtient les constellations suivantes :



Avec ne permet pas d'éliminer les interferences inter-symbole, il ne supprime que les interferences entre symboles, raison pour laquelle on voit les taches un peu plus éloignées.

→ le TEB dans ce cas ne s'évolue pas.

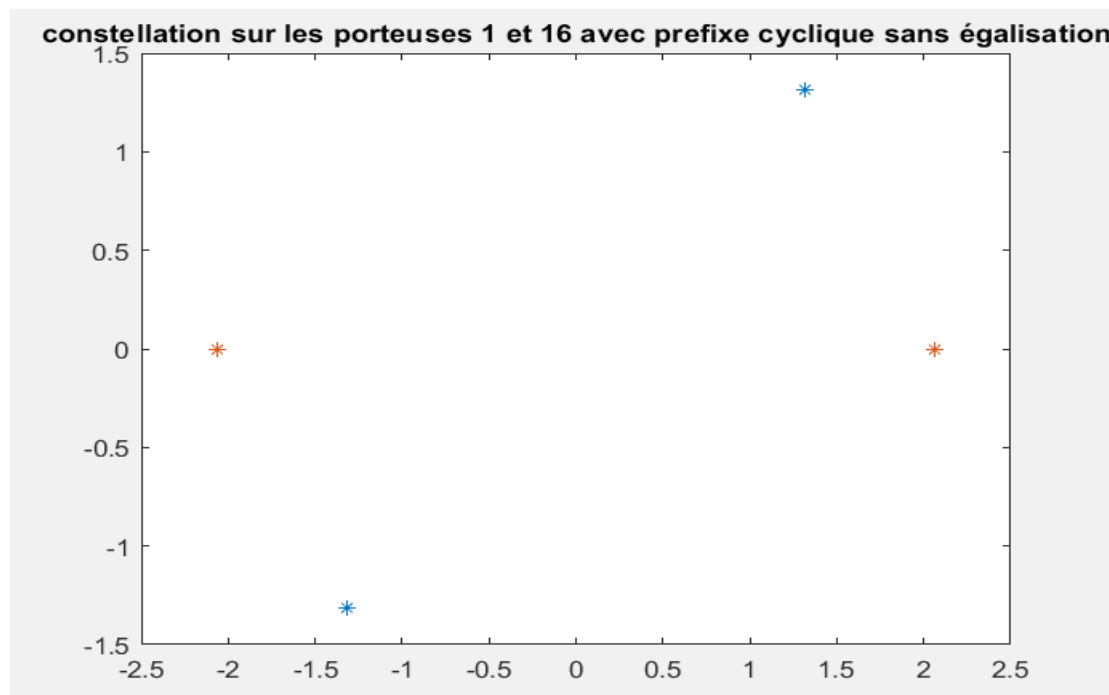
teb =

0.4270

### Implantation avec préfixe cyclique :

Dans cette partie on va introduire le préfixe cyclique, on va ajouter également 4 échantillons, des derniers symboles de chaque colonnes .

On obtient les colnstellations suivantes :



→ les interférences sont totalement supprimées, mais la rotation des symboles liée au canal est toujours présente, ce qui aboutit à un TEB toujours important.

teb =

0.5099

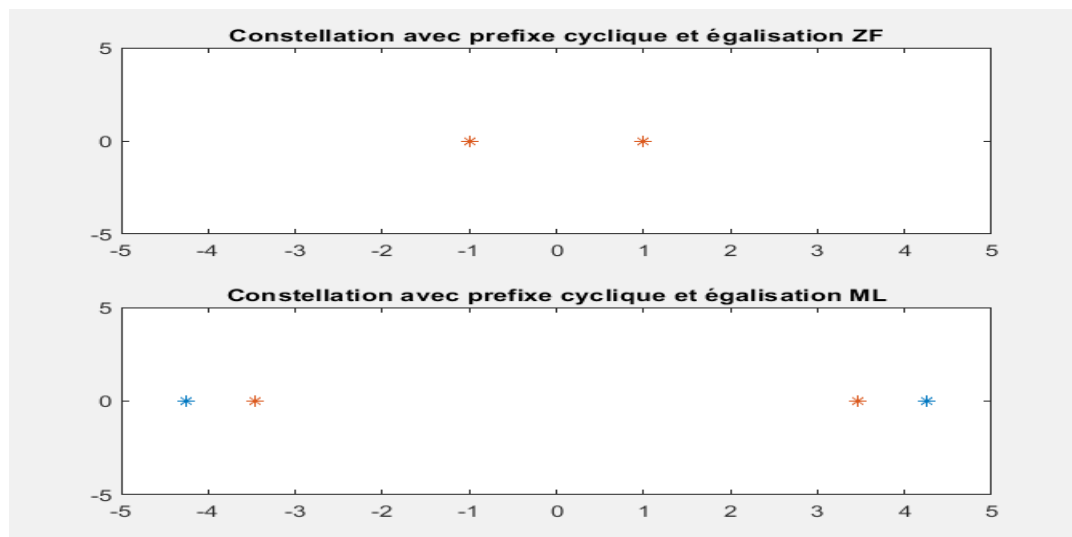
## Implantation avec préfixe cyclique et égalisation :

Pour résoudre le problème de rotation des symboles, il faut faire l'égalisation par rapport à chaque porteuse.

Il existe deux types d'égaliseurs :

Un égaliseur ML (Maximum de vraisemblance) : qui multiplie chaque ligne (symboles sur une même porteuse) par le conjugué de l'impact du canal, cet égaliseur règle le problème de la rotation mais il biaise les symboles par des constantes  $|H_k|^2$ .

Un égaliseur ZF (Zero Forcing) : cet égaliseur ne biaise pas les symboles, car il divise chaque ligne des symboles émis sur une même porteuse par l'impact du canal, mais au cas d'un impact nul ou faible, et à la présence du bruit, cet égaliseur peut causer l'explosion du bruit à des valeurs très élevées.



Dans les deux cas on obtient dans notre cas  $TEB=0$

$$teb =$$

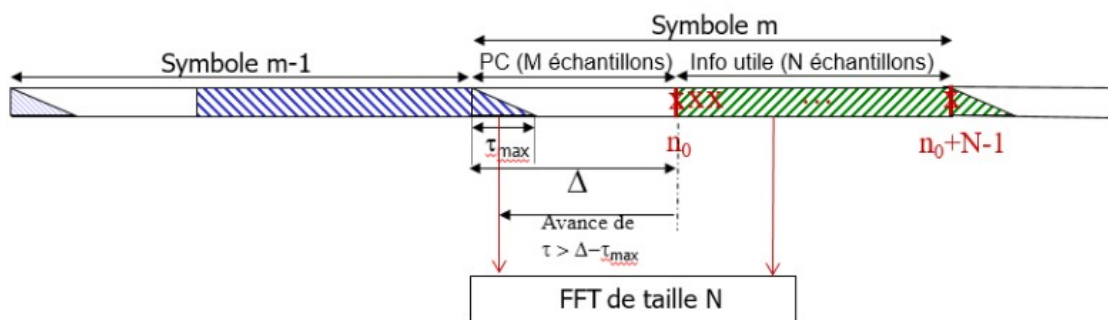
$$0$$



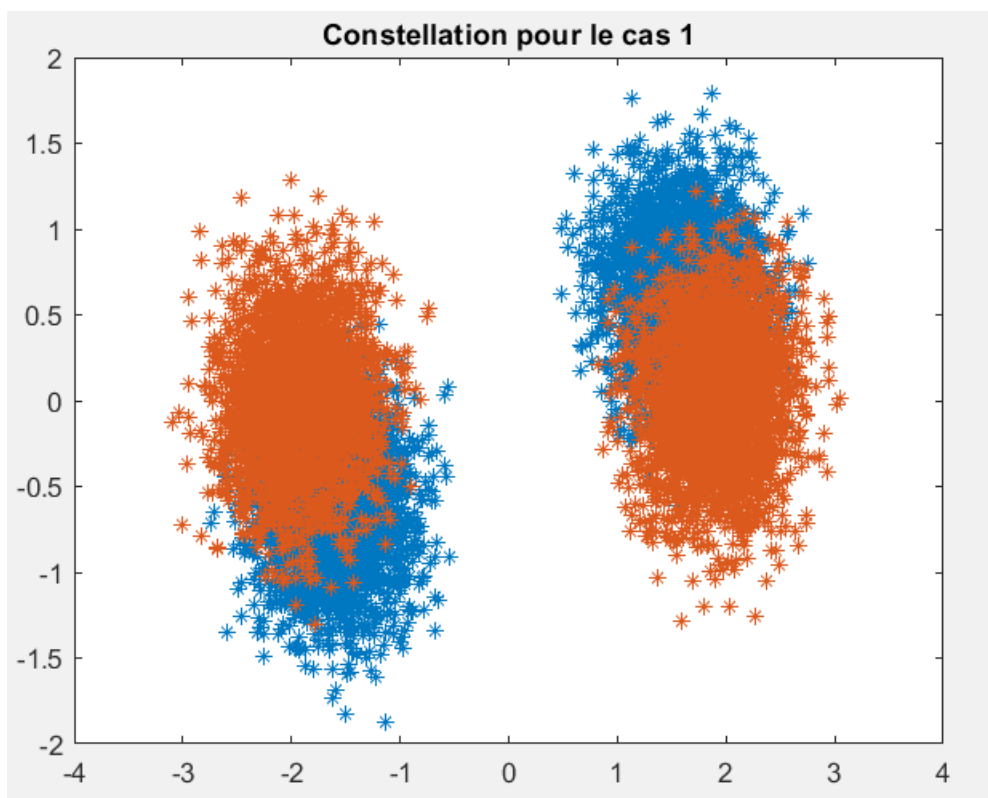
## Impact d'une erreur de synchronisation horloge :

On va s'intéresser dans cette partie à l'impact d'une erreur de synchronisation horloge, pour cela on va étudier 3 cas d'erreur, et voir l'impacte sur deux porteuses .

### Cas1 :

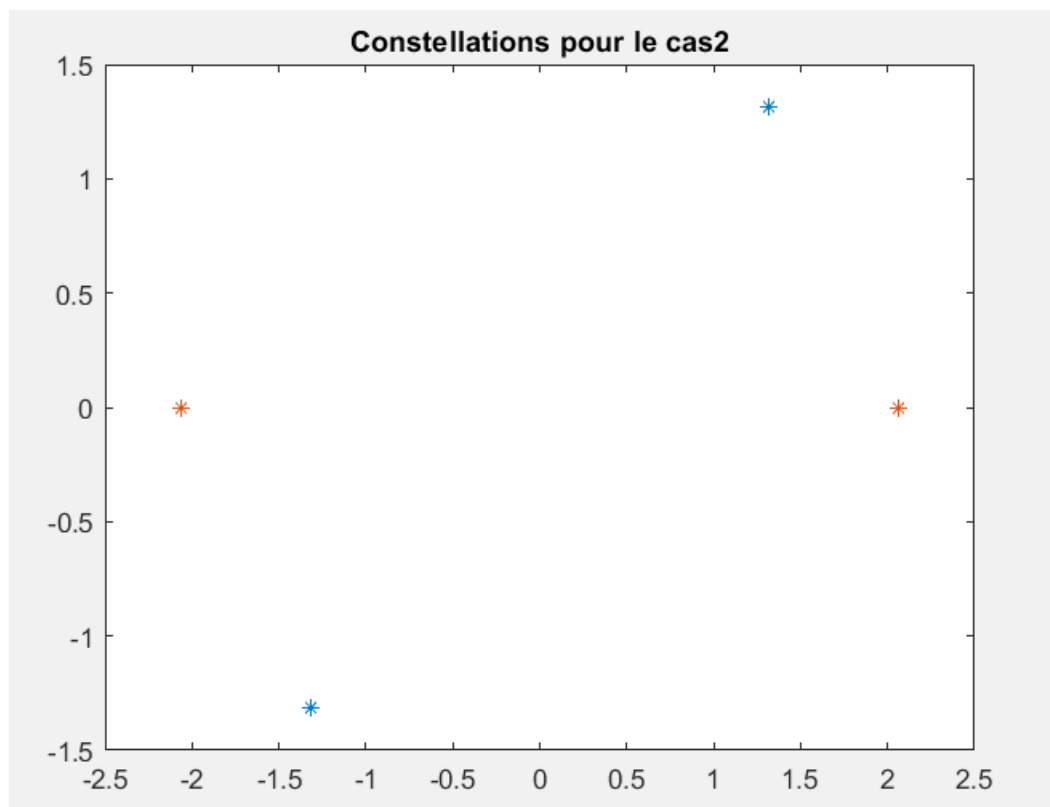
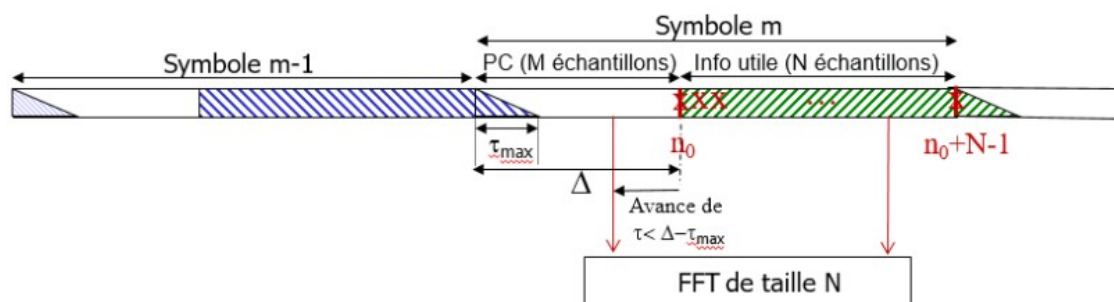


Dans ce cas l'erreur d'horloge introduit l'interference .  
On obtient alors les constellations suivantes :



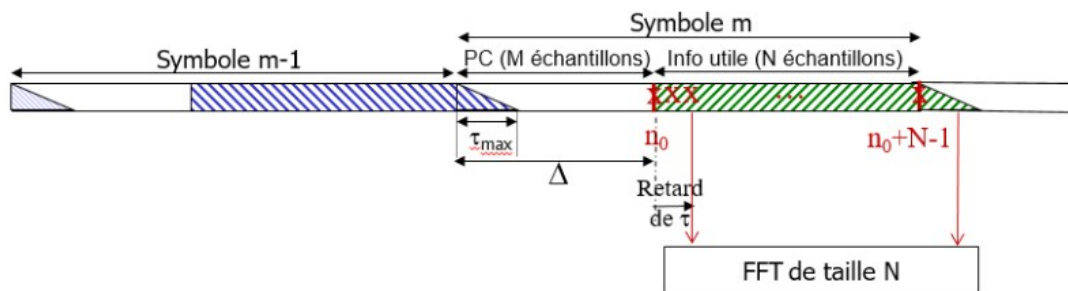
## Cas2 :

C'est le seul cas erreur qui n'introduit pas d'interférence, c'est parce que on ne sélectionne que à chaque étape que le symbole 'm'. non interférer avec le retard du symbole qui précède ou avec le symbole suivant.

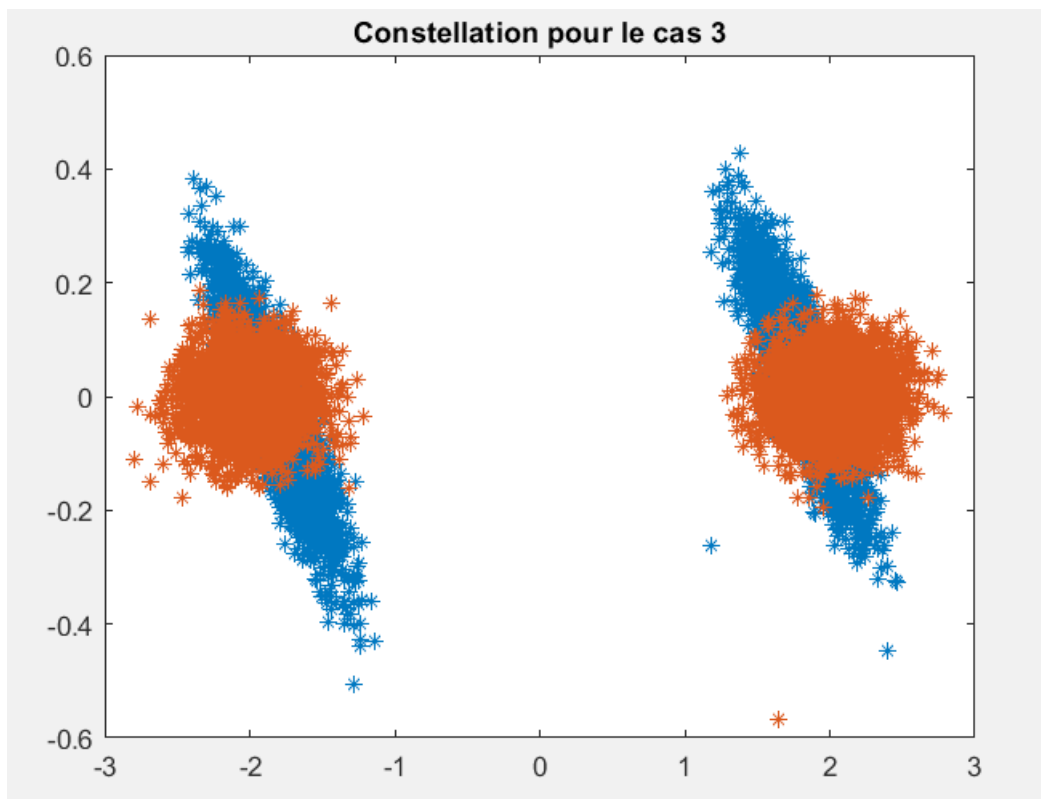


cas3 :

Ce cas est une autre figure d'erreur d'horloge.



On obtient alors les constellation suivantes :



## Estimation de canal pour le cas2 :

Dans le cas de l'erreur d'horloge 2, on obtient des constellations avec des symboles influencés par la rotation du filtre .

Pour résoudre ce problème il faut mettre des symboles pilotes pour estimer le canal.

Dans notre système, prenons la première colonne comme un ensemble des symboles pilote qu'on suppose connaître ses valeurs .

Alors obtient les constellations suivantes :

