

# Rapport Télécommunications et Traitement du Signal

DUROLLET Pierre et GILAS Thomas

Mai 2024

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Implémentation d'une transmission avec une transposition de fréquence</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Implantation de la chaîne passe-bas équivalente à la chaîne de transmission sur porteuse précédente</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Comparaison avec un modulateur 4-ASK</b>	<b>7</b>
4.1	Implantation du module 4-ASK . . . . .	7
4.2	Comparaison des modulateurs QPSK et 4-ASK . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Comparaison du modulateur DVB-S avec un des modulateurs proposés par le DVB-S2</b>	<b>10</b>
5.1	Implémentation de la modulation DVB-S2 . . . . .	10
5.2	Comparaison des modulateurs DVB-S et DVB-S2 . . . . .	10
<b>6</b>	<b>Conclusion</b>	<b>12</b>

# **1 Introduction**

L'objectif de ce rapport est d'initier, via différents modulateurs, à une compréhension approfondie d'une chaîne de transmission et de ses composants. Permettant alors de déterminer l'influence de chacun des éléments dans celle-ci. Cela nous permettra également d'utiliser des techniques numériques du traitement de signal.

## 2 Implmentation d'une transmission avec une transposition de fréquence

Le premier objectif sera de générer une transmission au format DVB-S, de lui affecter un mapping QSPK et de passer le résultat dans un filtre de mise en forme racine à cosinus surélevé avec un roll-off de 0.35, et avec une transposition de fréquences.

Cependant, à cela, nous ajouterons un bruit. Ce bruit sera généré avec la fonction *randn* de matlab, et avec une puissance  $\sigma_n^2$  telle que :

$$\sigma_n^2 = \frac{P_x N_s}{2 \log_2(M) \frac{E_b}{N_0}}$$

Où M représente l'ordre de la modulation, Ns le facteur de suréchantillonnage et Px la puissance du signal à bruite (en sortie du modulateur). Et où  $\frac{E_b}{N_0}$  est le rapport signal à bruit par bit que l'on veut à l'entrée du récepteur.

Ce premier modulateur nous permet de obtenir les tracés suivants :

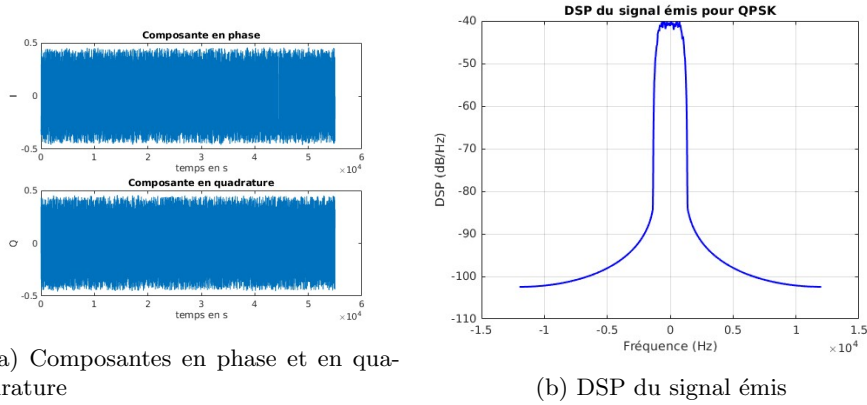


FIGURE 1 – Tracés du premier modulateur

Le tracé de notre DSP correspond bien au tracé théorique attendu. En effet, le filtre en forme de racine à cosinus surélevé façonne le signal de manière à limiter la largeur de bande utilisée et nous nous trouvons bien centré autour de la fréquence porteuse qui est de 2000 Hz.

Ci-dessous nous retrouvons la comparaison entre le TEB théorique et estimé qui confirme donc le bon fonctionnement de notre chaîne.

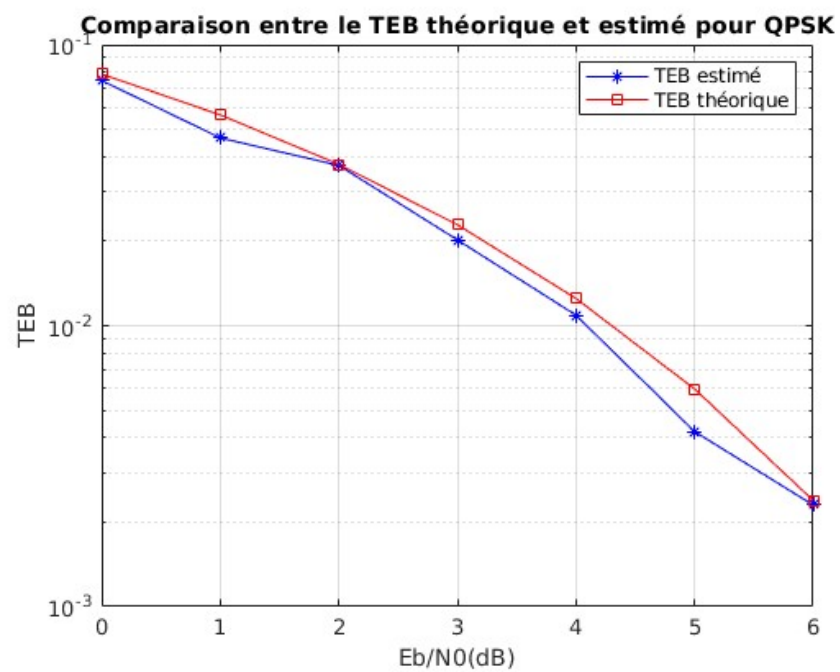


FIGURE 2 – Comparaison TEB théorique et estimé

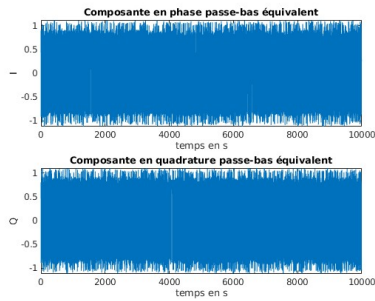
### 3 Implantation de la chaîne passe-bas équivalente à la chaîne de transmission sur porteuse précédente

Maintenant nous utilisons une chaîne de transmission passe-bas équivalente à la chaîne de transmission sur fréquence porteuse réalisée précédemment, et un bruit complexe de la forme  $n_e(t) = n_I(t) + jn_Q(t)$ . Il est ajouté sur la bande  $F_e$  et a la même puissance sur la voie imaginaire et la voie réelle. Donc on a  $\sigma_{n_I}^2 = \sigma_{n_Q}^2$  où :

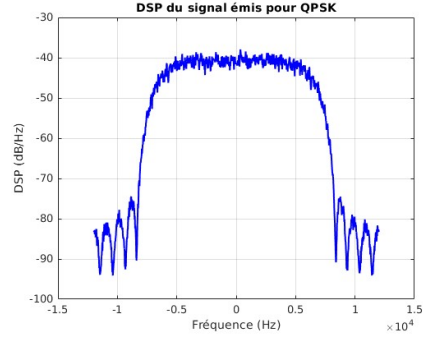
$$\sigma_{n_I}^2 = \sigma_{n_Q}^2 = \frac{P_{xe} N_s}{2 \log_2(M) \frac{E_b}{N_0}}$$

Avec  $P_{xe}$  la puissance de l'enveloppe complexe associée au signal à bruite (en sortie du modulateur).

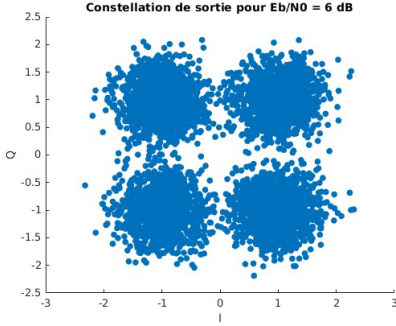
Ainsi, nous avons les tracés suivants :



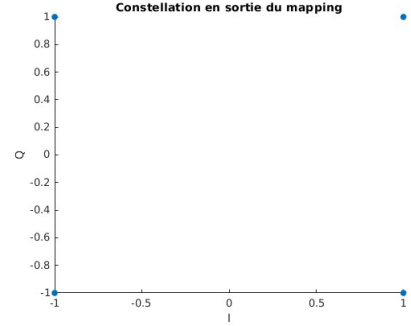
(a) Composantes en phase et en quadrature



(b) DSP du signal émis



(c) Constellation de sortie



(d) Constellation sortie du Mapping

FIGURE 3 – Tracés de la chaîne équivalente avec filtre passe-bas

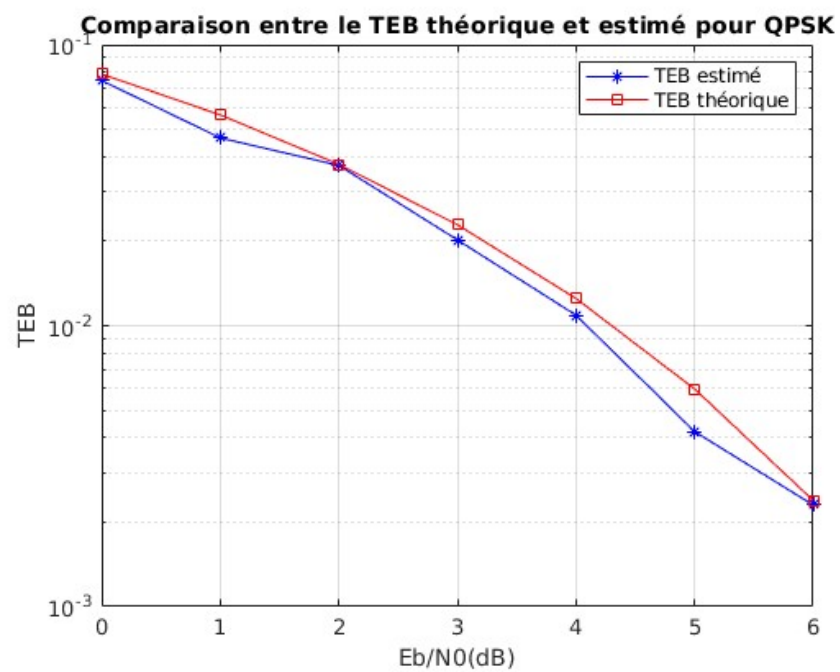


FIGURE 4 – Comparaison TEB théorique et estimé

## 4 Comparaison avec un modulateur 4-ASK

Nous voulons ici de voir la comparaison entre le modulateur proposé par le DVB-S vu précédemment et un modulateur 4-ASK, le tout avec le même filtre.

### 4.1 Implantation du module 4-ASK

Afin de faire la comparaison entre les deux modulateurs, il faut d'abord implémenter le nouveau modulateur.

Ce nouveau modulateur nous permet d'effectuer les tracés suivants :

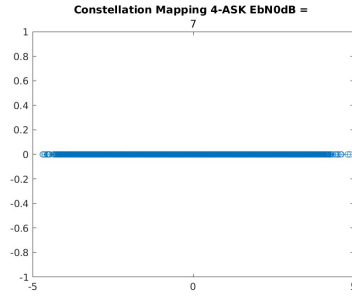


FIGURE 5

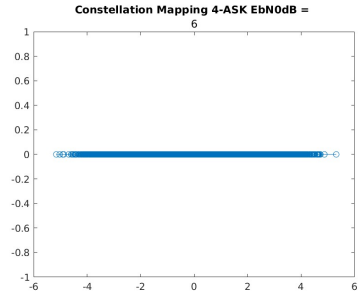


FIGURE 6

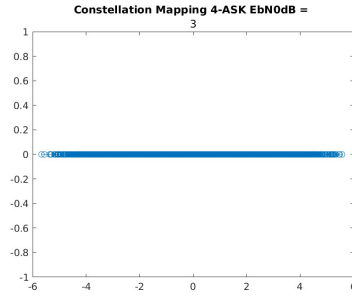


FIGURE 7

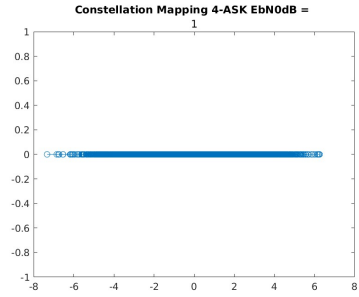


FIGURE 8

On remarque alors que plus la valeur de  $E_b/N_0$  est faible et plus la constellation est saturée. Cela s'explique car cette valeur est liée au bruit. Ainsi, plus la valeur est élevée et moins le bruit a d'impact.

Ci-dessous nous retrouvons la comparaison entre le TEB théorique et estimé qui confirme donc le bon fonctionnement de notre chaîne.

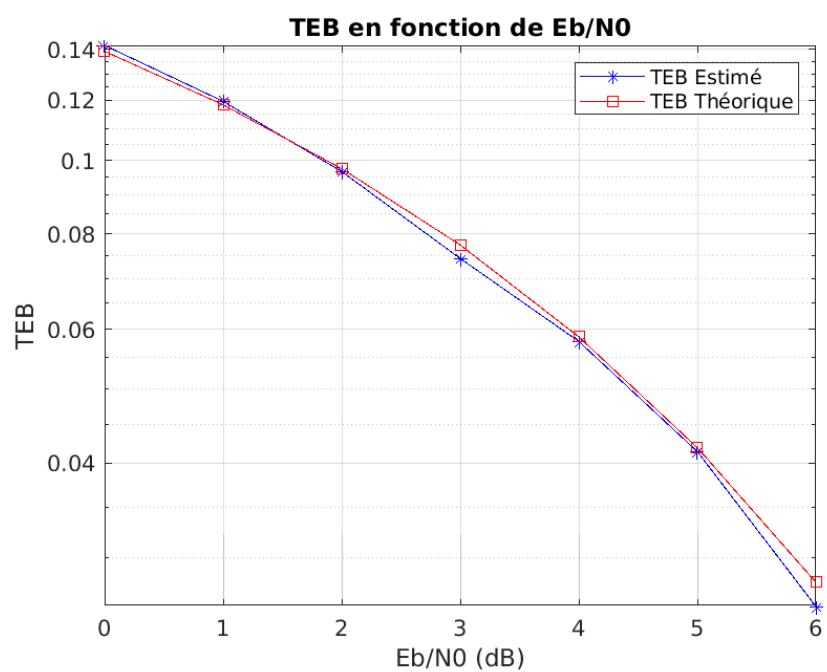
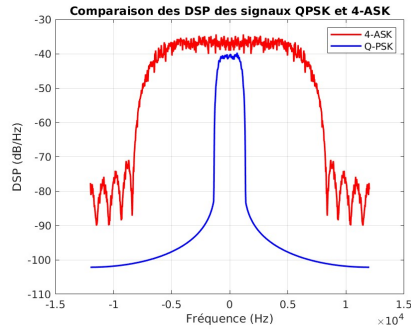


FIGURE 9 – Comparaison TEB théorique et estimé

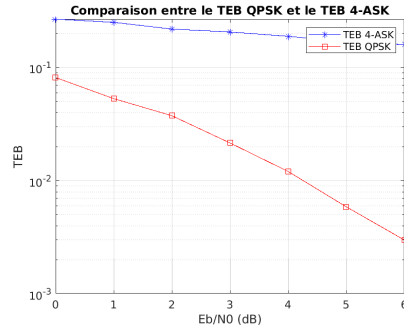


## 4.2 Comparaison des modulateurs QPSK et 4-ASK

Maintenant que les deux modulateurs sont implémentés avec le même filtre, nous pouvons concaténer les courbes afin de les comparer facilement.



(a) Comparaison des DSP



(b) Comparaison des TEB

FIGURE 10 – Tracés du premier modulateur

Grâce à l'image (a) on peut clairement voir que le modulateur en QPSK a une meilleure efficacité spectrale car elle occupe une bande de fréquence très inférieure à celle en 4-ASK. L'image (b) nous montre que la modulation QPSK a également une meilleure efficacité en puissance. Ainsi, il est donc préférable d'utiliser une modulation en QPSK dans le DVB-S.

## 5 Comparaison du modulateur DVB-S avec un des modulateurs proposés par le DVB-S2

Maintenant, nous voulons comparer le modulateur implanté à l'origine et un modulateur ayant un mapping 8-PSK, et avec un filtre de mise en forme en racine de cosinus surélevé, dont le roll-off est 0.20.

### 5.1 Implémentation de la modulation DVB-S2

De nouveau, avant de faire la comparaison, il faut d'abord implémenter le nouveau modulateur. Celui-ci nous donne les tracés :

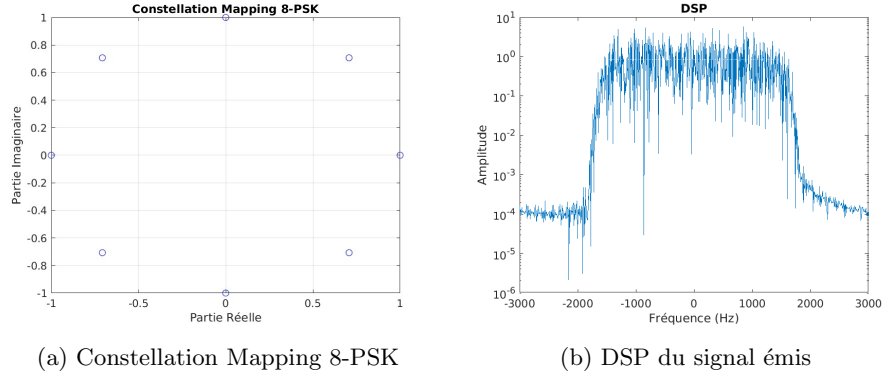


FIGURE 11 – Tracés de la modulation DVB-S2

### 5.2 Comparaison des modulateurs DVB-S et DVB-S2

Une fois le modulateur implémenté, nous pouvons les comparer.

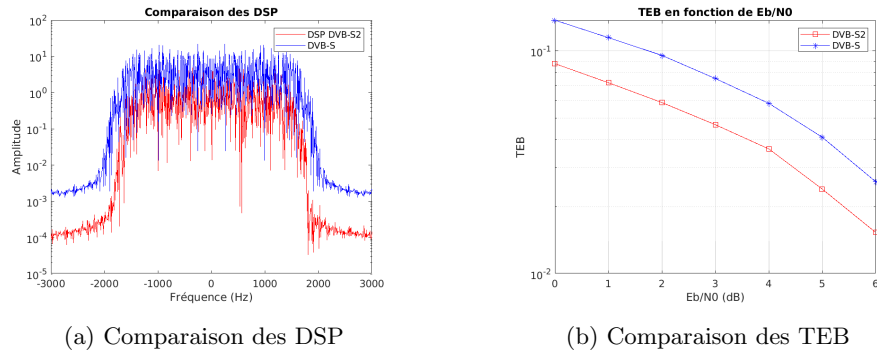


FIGURE 12 – Tracés du premier modulateur

Grâce à l'image (a) on peut clairement voir que le modulateur DVB-S2 a une meilleure efficacité spectrale car elle occupe une bande de fréquence plus fine que celle du DVB-S. L'image (b) nous montre que la modulation DVB-S2 a également une meilleure efficacité en puissance.

## 6 Conclusion

Ce rapport a permis de développer une compréhension approfondie des chaînes de transmission et de leurs composants grâce à l'utilisation de différents modulateurs. Nous avons pu comparer leurs performances et donc déterminer leurs avantages et inconvénients. Cette étude met en évidence la nécessité d'une conception soignée pour garantir une communication efficace et fiable.