



**Télécommunications - TPs**  
**Étude de chaines de transmissions sur**  
**porteuse :**  
**modulateurs DVB-S, DVB-S2**

Bauriaud Laura  
Jeanvoine Achille

Département Sciences du Numérique - Première année  
2022-2023

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Implantation de la transmission avec transposition de fréquence</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Implantation de chaine passe-bas équivalente à la chaine de transmission sur porteuse</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Comparaison du modulateur DVS-S avec un des modulateurs proposés par le DVB-S2</b>	<b>11</b>
4.1	Implantation de la modulation DVB-S2 . . . . .	11
4.1.1	Constellation sortie du mapping et de l'échantillonneur . .	11
4.2	Comparaison des modulateurs DVB-S et DVB-S2 . . . . .	14
4.2.1	Comparaison en terme d'efficacité en puissance . . . . .	14
4.2.2	Comparaison en terme d'efficacité en spectrale . . . . .	14
<b>5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>15</b>

## Table des figures

1	Tracé des diagrammes de l'oeil des parties réelles et imaginaires.	4
2	Tracé des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature.	5
3	Tracé du signal transmis sur fréquence porteuse. . . . .	5
4	Tracé de la densité spectrale de puissance des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature de phase. . . . .	6
5	Tracé de la densité spectrale de puissance du signal transmis sur fréquence porteuse. . . . .	6
6	Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique de la chaine étudiée. . . . .	7
7	Tracé des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature avec la chaine équivalente. . . . .	8
8	Tracé de la densité spectrale de puissance de l'enveloppe complexe associée au signal transmis sur fréquence porteuse. . . . .	8
9	Tracé de la densité spectrale de puissance du signal transmis sur fréquence porteuse. . . . .	9
10	Tracé des constellations en sortie de mapping et en sortie de l'échantillonneur. . . . .	9
11	Tracé du TEB estimé. . . . .	10
12	Tracé du TEB estimé avec celui obtenu précédemment. . . . .	10
13	Tracé des constellations en sortie de mapping . . . . .	11
14	Tracé des constellations en sortie de l'échantillonneur pour la modulation DVB-S2 avec $E_b/N_0 = 0$ . . . . .	12
15	Tracé des constellations en sortie de l'échantillonneur pour la modulation DVB-S2 avec $E_b/N_0 = 2$ . . . . .	12

16	Tracé des constellations en sortie de l'échantillonneur pour la modulation DVB-S2 avec $E_b/N_0 = 6$ . . . . .	12
17	Comparaison du TEB simulé au TEB théorique de la chaine étudiée.	13
18	Tracé des DSP en fonction du rapport $E_b/N_0$ . . . . .	14
19	Comparaison des TEB. . . . .	15

## 1 Introduction

Le DVB-S est une norme ETSI (European Telecommunication Standard Institute) pour la diffusion de flux numériques multimédias (son, vidéo, données) en utilisant un lien satellite. La première version a été publiée en 1994 et se base sur un modulateur QPSK avec une mise en forme en racine de cosinus surélevé de roll off égal à 0.35. Une deuxième version (DVB-S2), parue en 2005, propose la possibilité d'utiliser un modulateur 8-PSK avec une mise en forme en racine de cosinus surélevé de roll off égal à 0.2 (plusieurs modulateurs sont définis dans cette deuxième version). Via l'implantation et l'étude de ces modulateurs, notre objectif va être de nous initier à l'étude de chaînes de transmission sur fréquence porteuse : le rôle des différents éléments, l'implantation et l'utilisation de la chaîne passe-bas équivalente, notamment pour évaluer l'efficacité spectrale et l'efficacité en puissance, la comparaison de chaînes de transmission sur fréquence porteuse en utilisant les chaînes passe-bas équivalentes associées.

## 2 Implantation de la transmission avec transposition de fréquence

Afin de choisir  $n_0$ , nous avons tracé les diagrammes de l'oeil des parties réelles et imaginaires. Nous avons ainsi estimé que  $n_0 = 1$ .

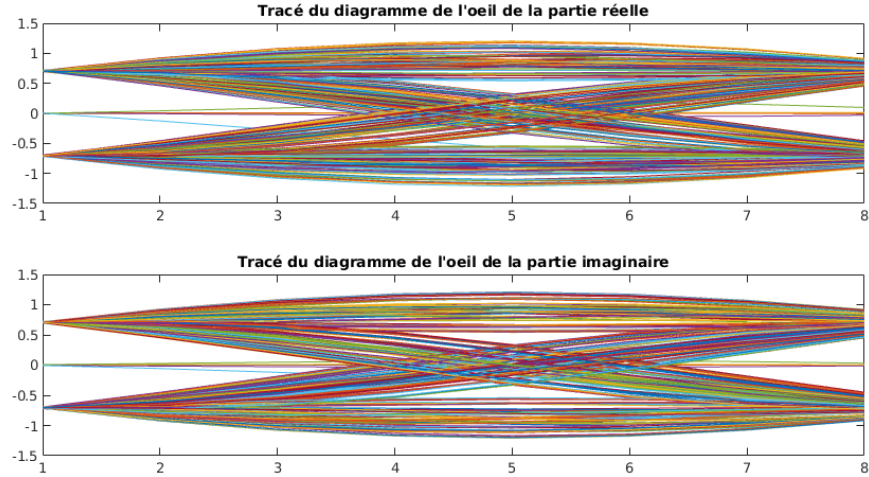


FIGURE 1 – Tracé des diagrammes de l'oeil des parties réelles et imaginaires.

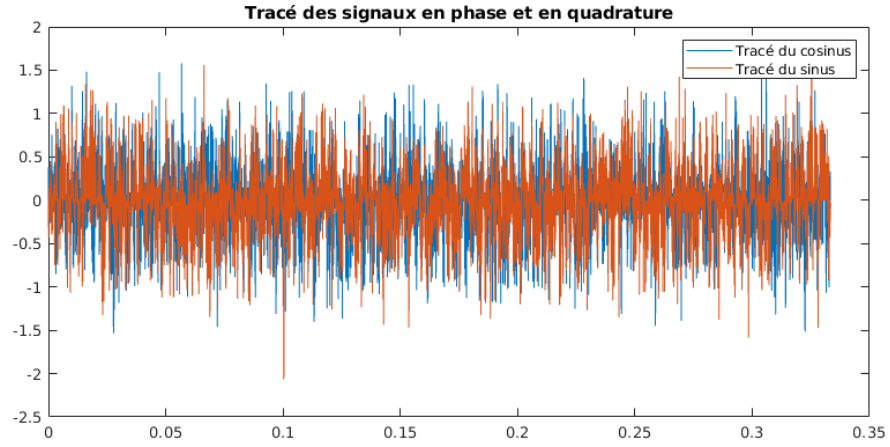


FIGURE 2 – Tracé des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature.

Nous observons bien un pic centré en 0, ce qui est cohérent avec la théorie. De plus la DSP est nul en  $-1/Ts$  et  $1/Ts$  et deux pics plus petits en  $-1/2Ts$  et  $1/2Ts$ . Ce résultat est cohérent car le signal n'est passé que par le premier filtre.

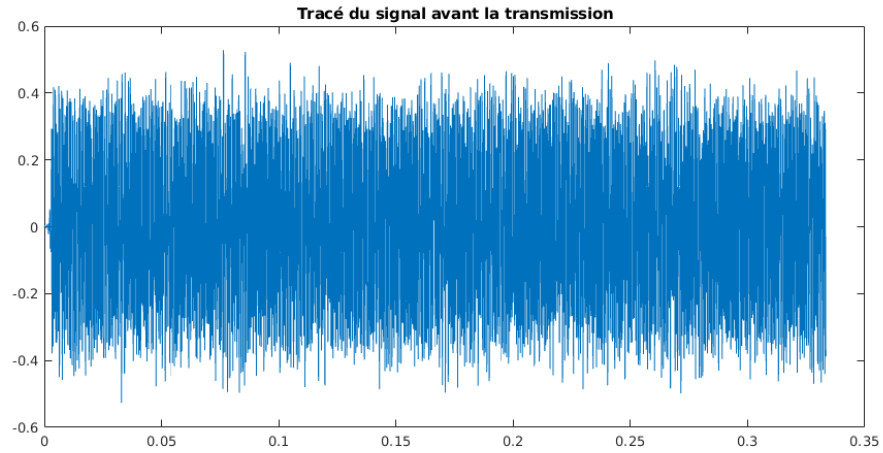


FIGURE 3 – Tracé du signal transmis sur fréquence porteuse.

Nous traçons la DSP du signal transmis sur fréquence porteuse, on observe bien le pic qui nous intéresse, celui centré en 0 et nul ensuite. Ce qui est cohérent avec la théorie

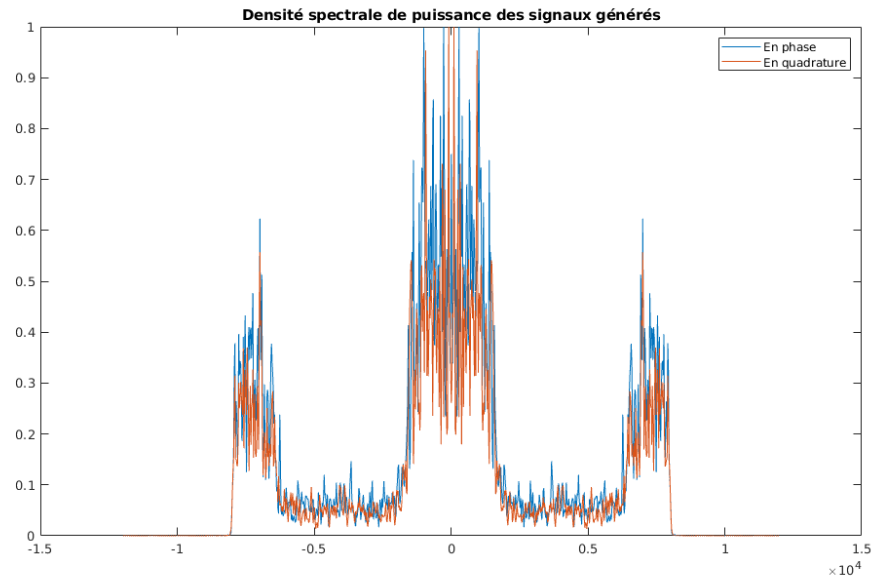


FIGURE 4 – Tracé de la densité spectrale de puissance des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature de phase.

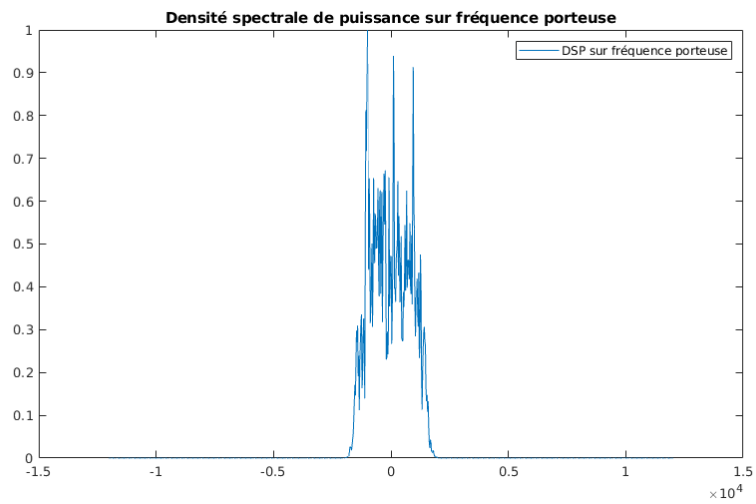


FIGURE 5 – Tracé de la densité spectrale de puissance du signal transmis sur fréquence porteuse.

Nous pouvons comparer le TEB théorique et estimé, ils se superposent. Ce qui confirme le bon fonctionnement de notre chaîne de transmission

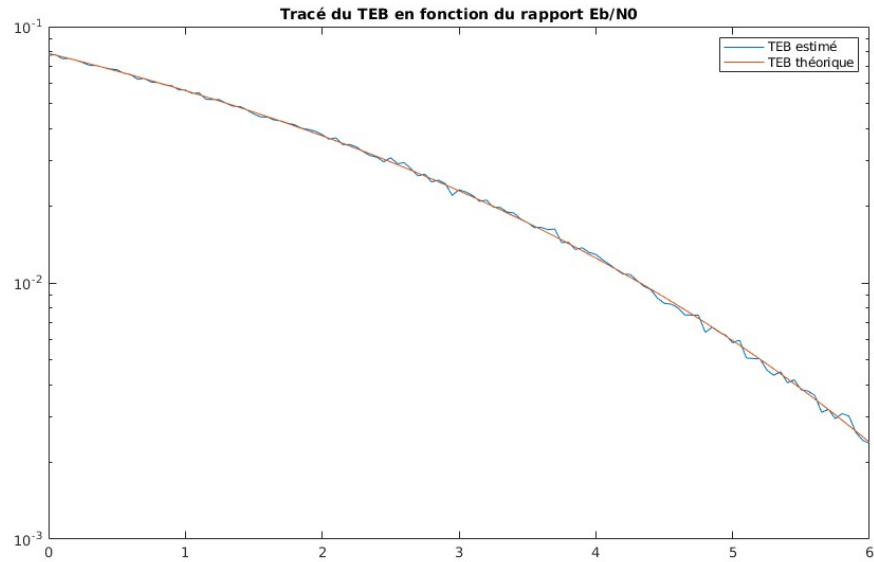


FIGURE 6 – Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique de la chaîne étudiée.

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

Dans cette section, nous implanterons la chaîne de transmission passe-bas équivalente à la chaîne de transmission sur fréquence porteuse réalisée dans la partie précédente.

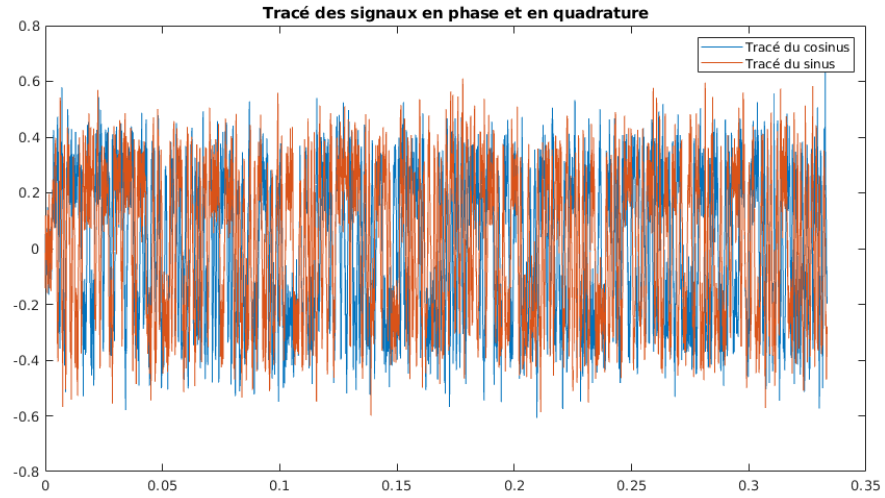


FIGURE 7 – Tracé des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature avec la chaîne équivalente.

Nous allons maintenant commenter la DSP observée. Nous n'observons qu'un seul pic centré en 0. En effet l'implantation de la chaîne équivalente permet d'enlever les pics "inutiles" en  $-1/2Ts$  et en  $1/2Ts$  qui de toute manière ne sont pas utilisées et sont enlevés avec le deuxième filtre. Nous ne conservons que la partie utile de la DSP.

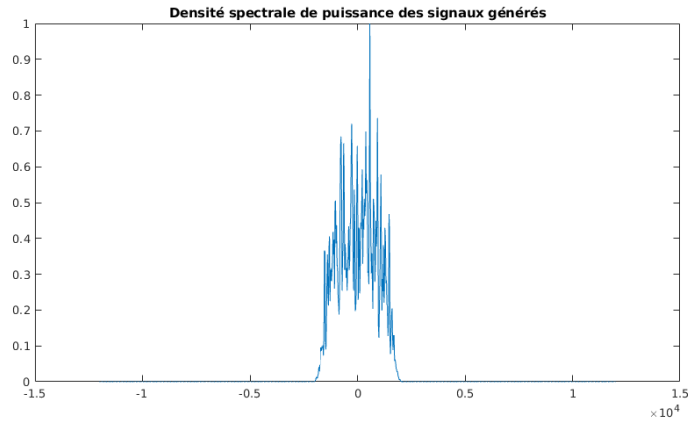


FIGURE 8 – Tracé de la densité spectrale de puissance de l'enveloppe complexe associée au signal transmis sur fréquence porteuse.



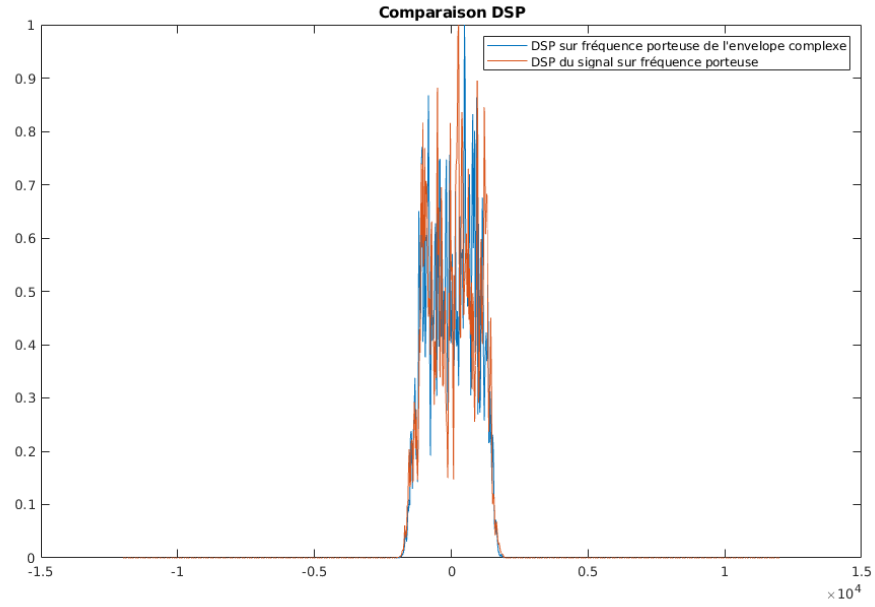


FIGURE 9 – Tracé de la densité spectrale de puissance du signal transmis sur fréquence porteuse.

Nous avons ensuite tracé les constellations. On constate bien que plus  $E_b/N_0$  est grand plus la circonférence des points est petite.

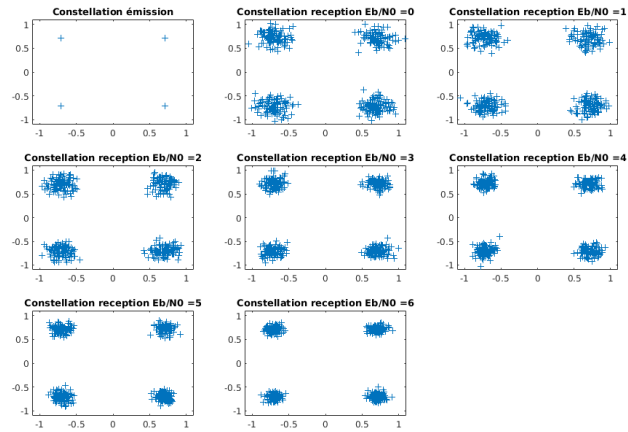


FIGURE 10 – Tracé des constellations en sortie de mapping et en sortie de l'échantillonneur.

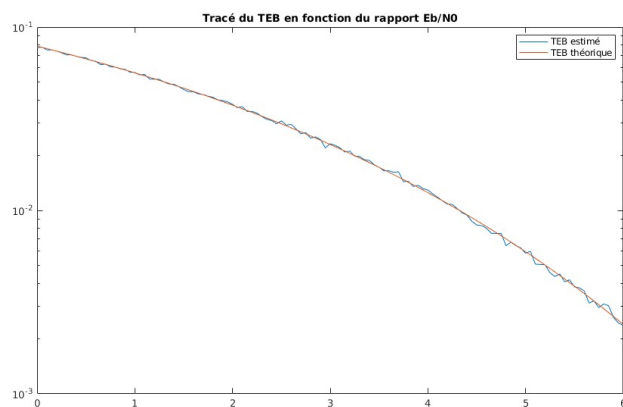


FIGURE 11 – Tracé du TEB estimé.

Nous allons maintenant pouvoir comparer les TEB, celui obtenu à partir de la chaîne implantée avec transposition de fréquence et celui que l'on vient d'obtenir.

Nous observons que les DSP se superposent. L'intérêt d'implanter la chaîne de transmission équivalente est que celle-ci est beaucoup plus simple à mettre en place.

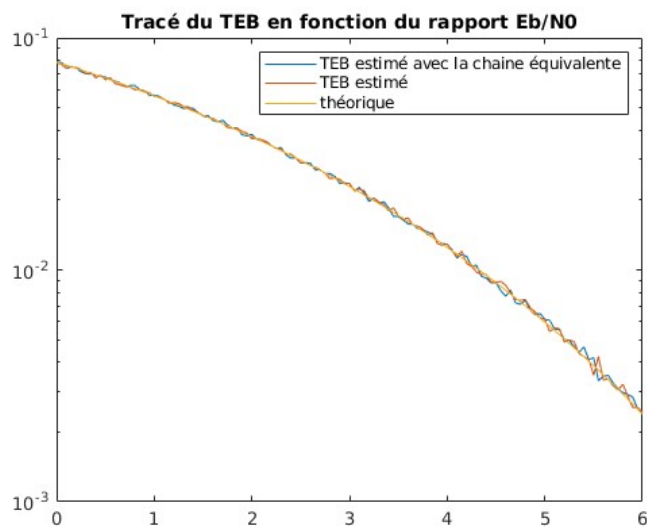


FIGURE 12 – Tracé du TEB estimé avec celui obtenu précédemment.

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

Dans cette section, nous allons comparer le modulateur DVB-S à un des modulateurs proposés dans le dvb-S2. Nous utiliserons les chaînes passe-bas équivalentes, ce qui ne changera pas le résultat comme montré précédemment.

### 4.1 Implantation de la modulation DVB-S2

#### 4.1.1 Constellation sortie du mapping et de l'échantillonneur

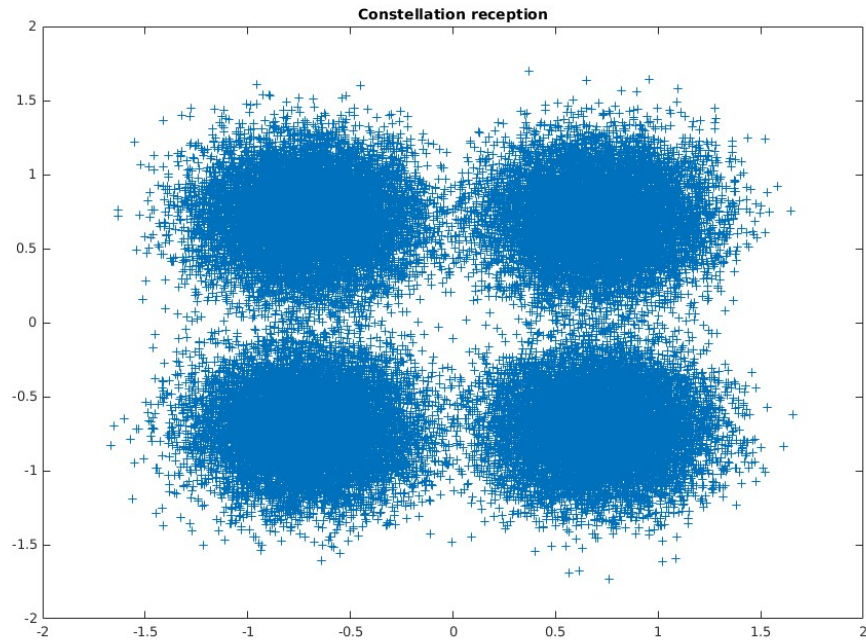


FIGURE 13 – Tracé des constellations en sortie de mapping

En comparant les différentes constellations, nous voyons que plus  $E_b/N_0$  est grand plus il est simple de séparer les points, de retrouver facilement les bits.

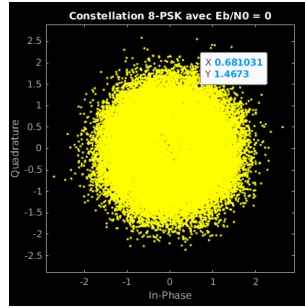


FIGURE 14 – Tracé des constellations en sortie de l'échantillonneur pour la modulation DVB-S2 avec  $E_b/N_0 = 0$ .

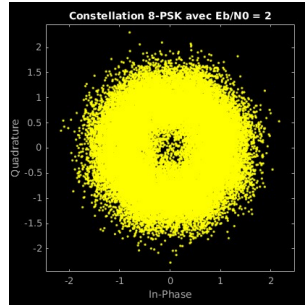


FIGURE 15 – Tracé des constellations en sortie de l'échantillonneur pour la modulation DVB-S2 avec  $E_b/N_0 = 2$ .

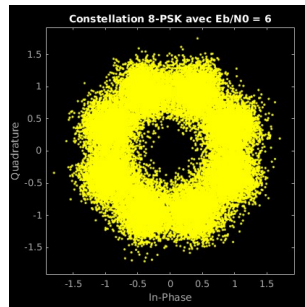


FIGURE 16 – Tracé des constellations en sortie de l'échantillonneur pour la modulation DVB-S2 avec  $E_b/N_0 = 6$ .

Les deux tracés du TEB se superposent ce qui permet de valider le bon fonctionnement de notre chaîne de transmission.

**Calcul théorique du TEB pou rune modulation 8-PSK :**

$$TES = 2Q(\sqrt{\frac{2E_s}{N_0}} \sin(\frac{\pi}{M}))$$

$$\text{D'où, avec : } TEB \approx \frac{TES}{\log_2(M)} \quad (1)$$

$$\text{Et : } E_s = \log_2(M)E_b$$

$$TEB = \frac{2}{3}Q(\sqrt{\frac{6E_b}{N_0}} \sin(\frac{\pi}{8}))$$

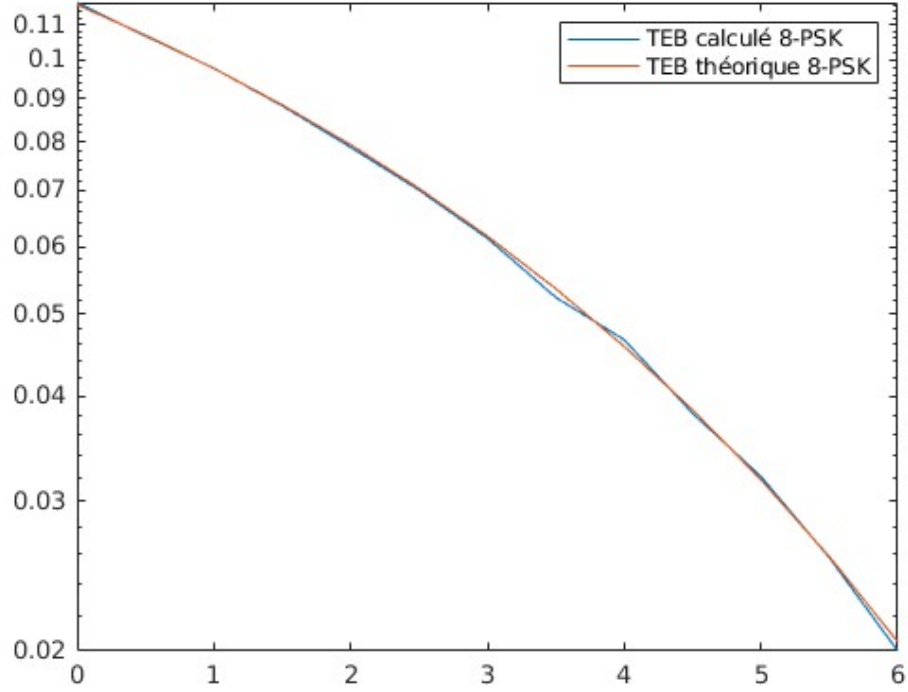


FIGURE 17 – Comparaison du TEB simulé au TEB théorique de la chaîne étudiée.

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

### 4.2.1 Comparaison en terme d'efficacité en puissance

L'efficacité en puissance du Q-PSK est meilleure que celle du 8-PSK. Comme nous pouvons le voir sur le graphique ci-joint. En effet la puissance nécessaire pour le QPSK est plus faible que pour le 8-PSK.

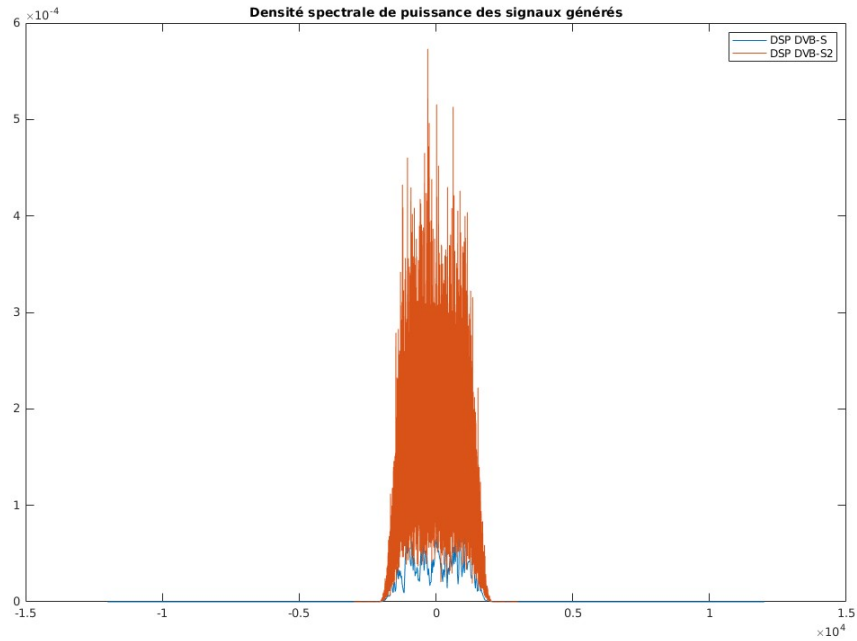


FIGURE 18 – Tracé des DSP en fonction du rapport  $E_b/N_0$ .

### 4.2.2 Comparaison en terme d'efficacité en spectrale

L'efficacité spectrale du 8-PSK est meilleure que la Q-PSK. Cela s'explique par l'ordre du mapping, en effet on transmet plus d'information avec du 8-PSK qu'avec du 4-PSK. Le TEB du 8-PSK est meilleure que celle du Q-PSK à  $E_b/N_0$  fixé.

À  $E_b/N_0$  fixé, on constate que le BER du 8-PSK est plus élevé que celui du QPSK. En effet l'efficacité en puissance du QPSK est meilleure sur celle du 8-PSK.

Nous ne pouvons pas à la fois avoir un modulateur très efficace spectralement et en puissance. Il s'agit de trouver le bon compromis.

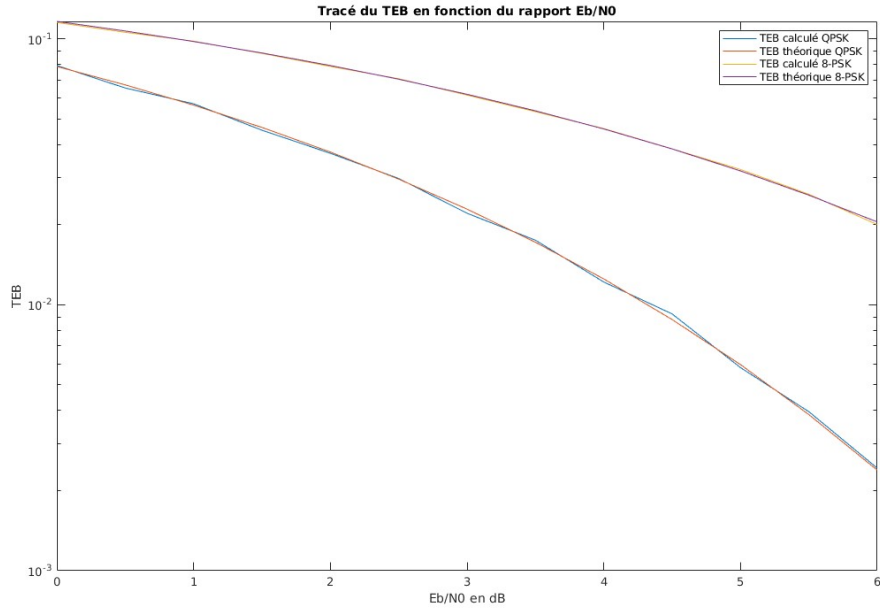


FIGURE 19 – Comparaison des TEB.

## 5 Conclusion

Pour conclure, nous avons eu l'opportunité d'implanter la transmission avec transposition de fréquence et en chaîne passe-bas équivalente. Nous observons que la chaîne passe-bas équivalente à la chaîne de transmission sur porteuse est plus simple à implanter et reprend bien tous les éléments de l'originale. Enfin la dernière partie a mis en lumière ce que nous savions déjà à savoir que nous ne pouvons pas transmettre vite et bien. En effet un modulateur ne peut pas être très efficace spectralement et en puissance, il s'agit de trouver le bon compromis.