



Rapport de la deuxième partie du projet

Eliott Rousset Picard Arthur

Département Sciences du Numérique - Première année
2022-2023

Table des matières

1	Introduction	3
2	Implantation de la transmission avec transposition de fréquence	3
3	Implantation de chaîne passe-bas équivalente à la chaîne de transmission sur porteuse	7
4	Comparaison du modulateur DVB-S avec un des modulateurs proposés par le DVB-S2	11
4.1	Implantation de la modulation DVB-S2	11
4.2	Comparaison des modulateurs DVB-S et DVB-S2	14

Table des figures

1	Tracé des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature	3
2	Tracé du signal transmis sur fréquence porteuse	4
3	Tracé de la densité spectrale de puissance des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature	4
4	Tracé de la densité spectrale du signal transmis sur fréquence porteuse	5
5	Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique	6
6	Tracé des signaux générés en phase et en quadrature de phase .	7
7	Tracé de la densité spectrale de puissance du signal transmis sur porteuse.	8
8	Constellation en sortie de mapping.	8
9	Constellations en sortie de l'échantillonneur pour $\frac{E_b}{N_0}$ valant 0.1, 1, 3 et 6 dB	9
10	Comparaison du taux d'erreur binaire des deux chaînes de transmission	10
11	Constellation en sortie de mapping.	11
12	Constellations en sortie de l'échantillonneur pour $\frac{E_b}{N_0}$ valant 0.1, 1, 3 et 6 dB	12
13	Comparaison du TEB simulé de la chaîne de transmission sur porteuse et de la chaîne DVB-S2	13
14	Comparaison des deux modulateurs en termes d'efficacité spectrale	14
15	Comparaison des deux modulateurs en termes d'efficacité en puissance	15

1 Introduction

Cette deuxième partie du projet a pour objectif d'étudier différents modulateurs qui nous permettront de comprendre le fonctionnement des chaînes de transmission sur fréquence porteuse ; en particulier les normes DVB-S et DVB-S2.

2 Implantation de la transmission avec transposition de fréquence

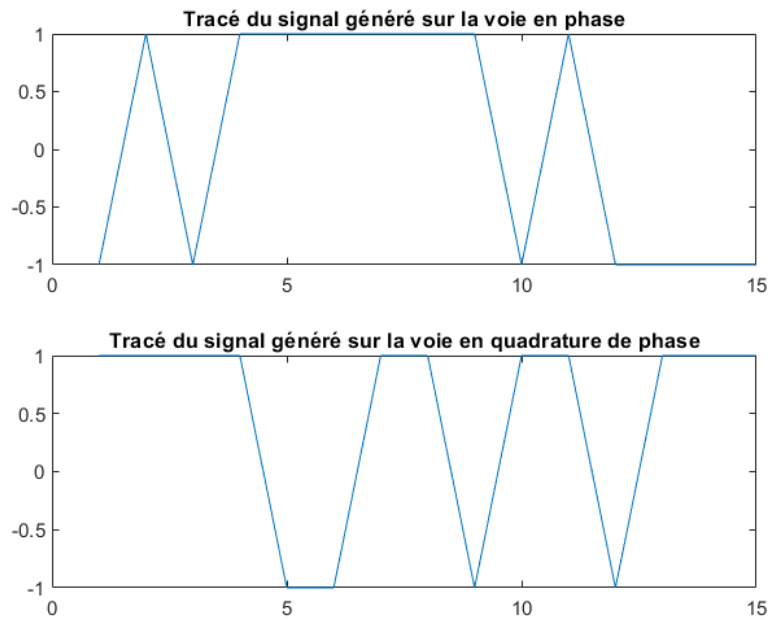


FIGURE 1 – Tracé des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature

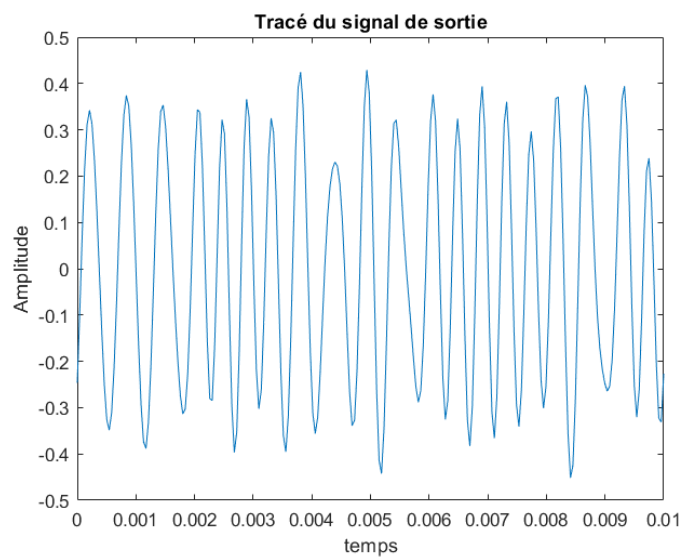


FIGURE 2 – Tracé du signal transmis sur fréquence porteuse

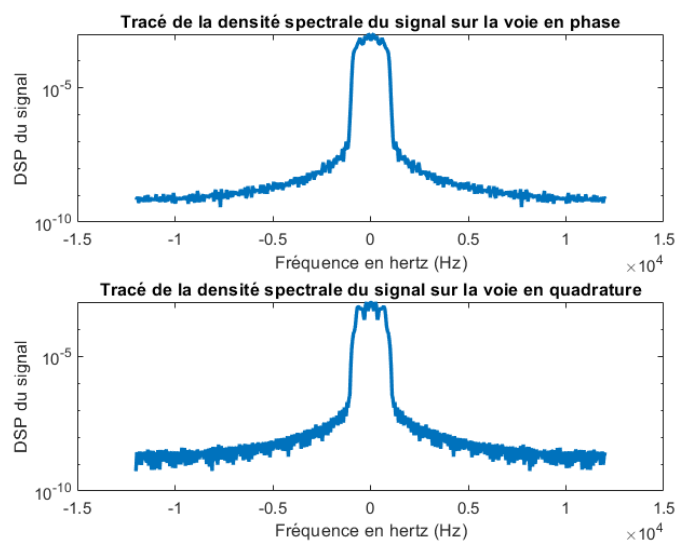


FIGURE 3 – Tracé de la densité spectrale de puissance des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature

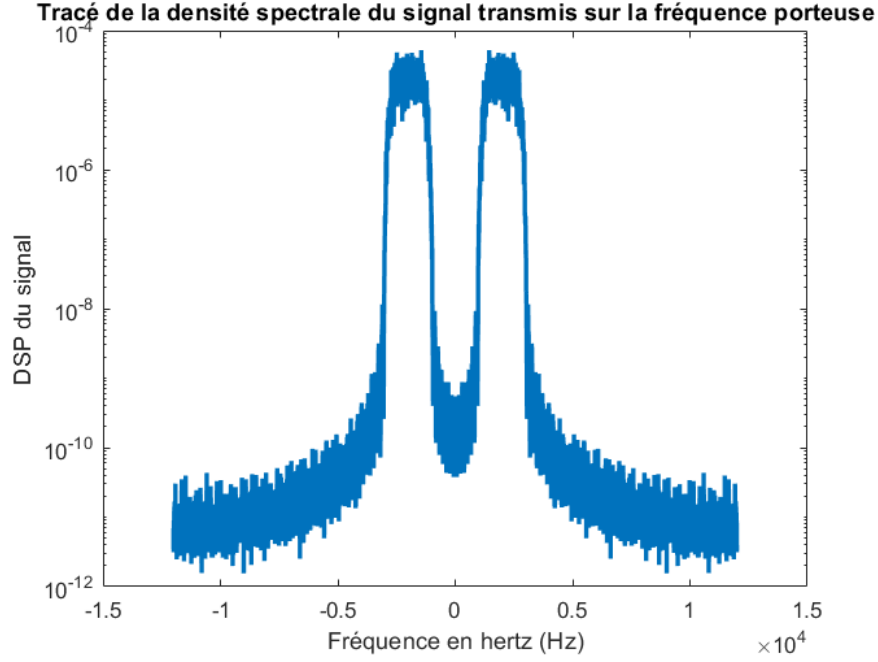


FIGURE 4 – Tracé de la densité spectrale du signal transmis sur fréquence porteuse

Le tracé de cette densité spectrale est directement relié aux caractéristiques de la chaîne de transmission. En effet les deux pics que l'on peut observer sont centrés sur ± 2000 qui est la fréquence porteuse qui a été choisie. De plus, en regardant de plus près, on observe que chaque pic présente une bande passante de ≈ 2000 ; ce qui correspond à la bande passante théorique pour une chaîne avec un filtre de mise en forme en racine de cosinus surélevé avec un roll-off de 0.35 : $B = \frac{1+\alpha}{\log_2(M)} R_b = 2025$

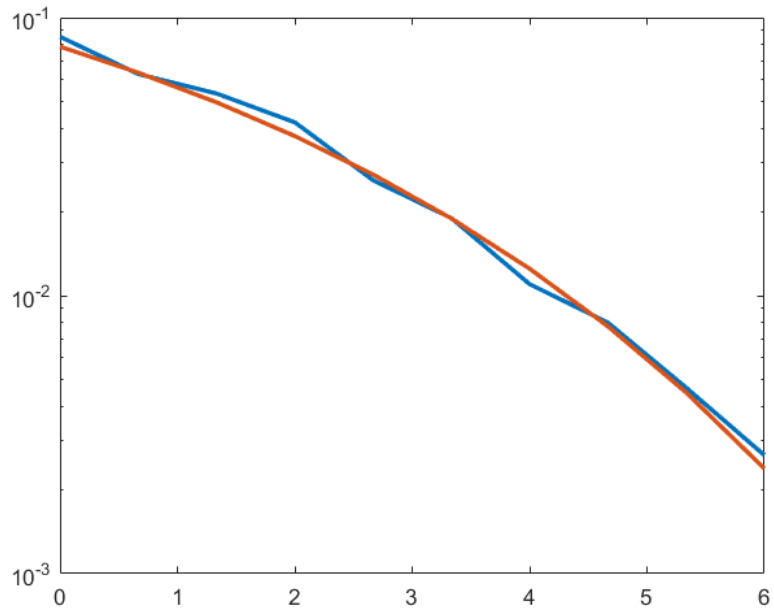


FIGURE 5 – Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique

D'après le graphique ci-dessus, on remarque que le taux d'erreur binaire simulé (en bleu) est quasiment superposé au théorique ce qui nous permet de valider le bon fonctionnement de la chaîne de transmission.

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

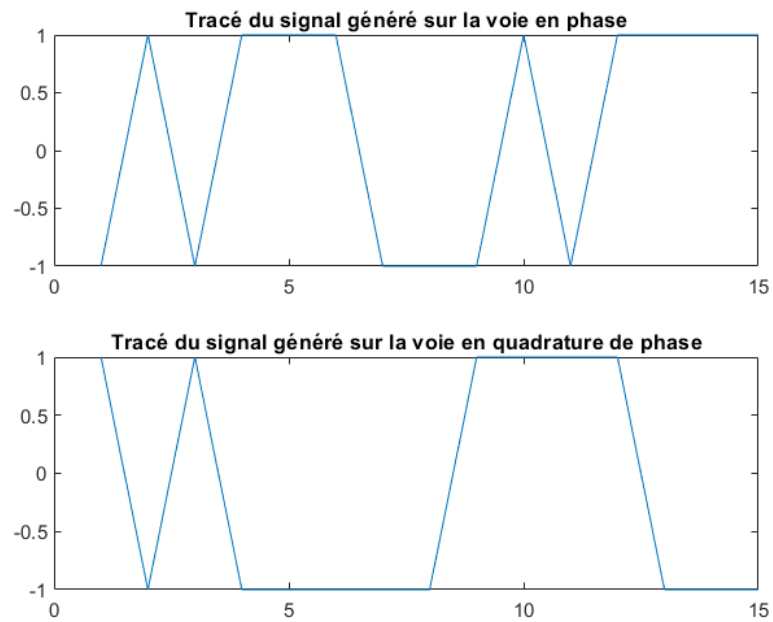


FIGURE 6 – Tracé des signaux générés en phase et en quadrature de phase

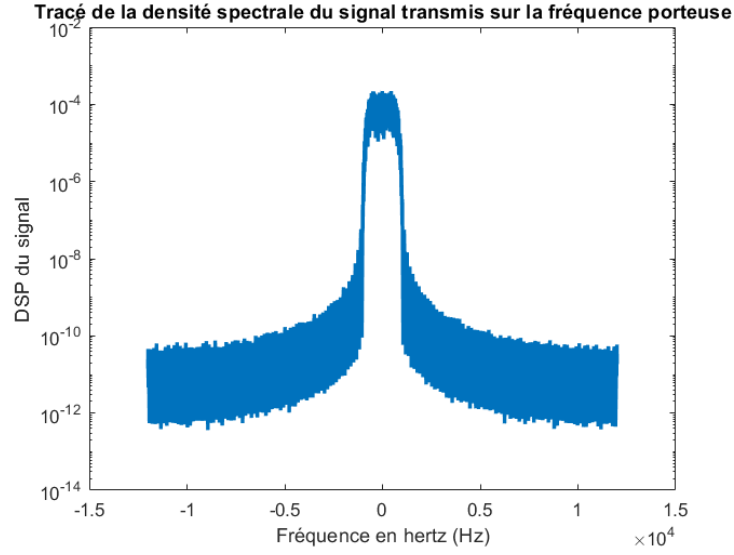


FIGURE 7 – Tracé de la densité spectrale de puissance du signal transmis sur porteuse.

Contrairement à la première chaîne de transmission, on observe ici un seul pic centré en 0. Cela s'explique par le fait que la chaîne équivalente ne prend pas en compte la transposition de fréquence et les autres étapes comme c'était le cas dans la section précédente et remplace ces étapes par un passage dans un canal complexe passe-bas. On obtient donc qu'un seul pic de bande spectrale de ≈ 2000 pour les mêmes raisons que précédemment mais aussi d'amplitude 4 fois plus importante car les densités spectrales des signaux avec et sans transposition de fréquences sont liées par la relation suivante : $S_{be}(f) = 4S_b^+(f + f_p)$

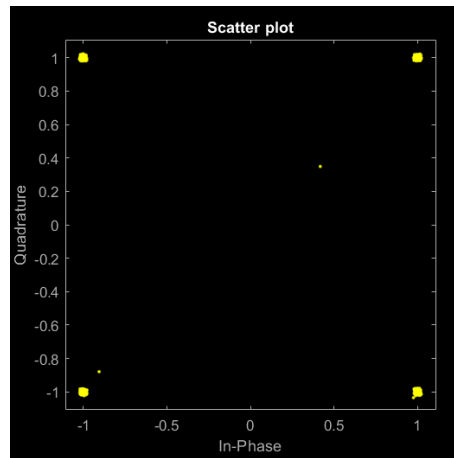
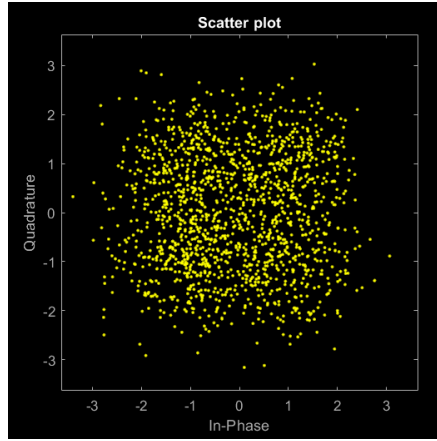
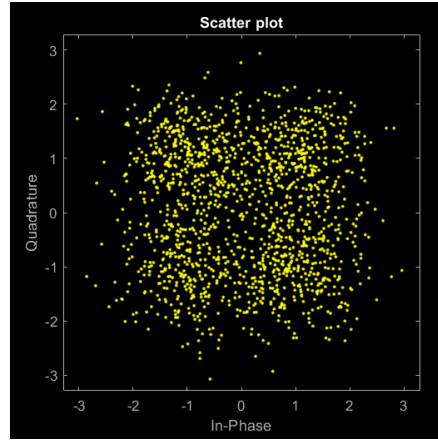


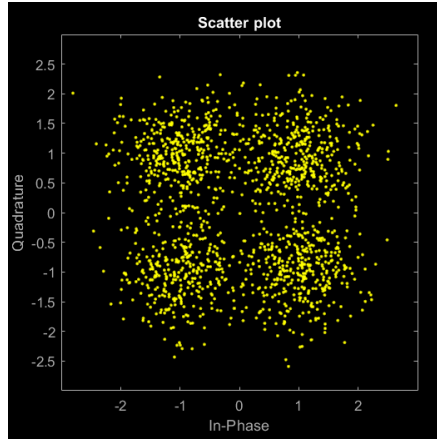
FIGURE 8 – Constellation en sortie de mapping.



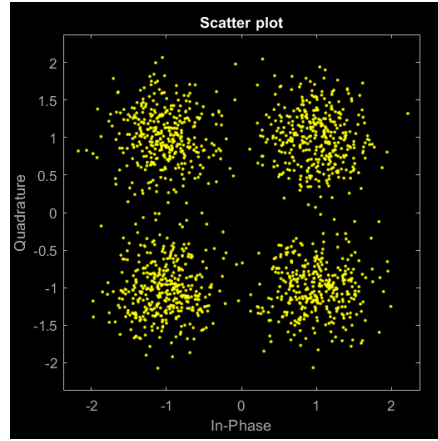
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURE 9 – Constellations en sortie de l'échantillonneur pour $\frac{E_b}{N_0}$ valant 0.1, 1, 3 et 6 dB

Ces constellations nous montrent que l'on arrive à distinguer de mieux en mieux les différents points du mapping à mesure que l'on augmente $\frac{E_b}{N_0}$ qui est le rapport signal à bruit (et donc que l'on réduit l'influence du bruit sur le signal). En continuant d'augmenter ce rapport on se rapprocherait ainsi de la constellation en sortie de mapping (figure 8).

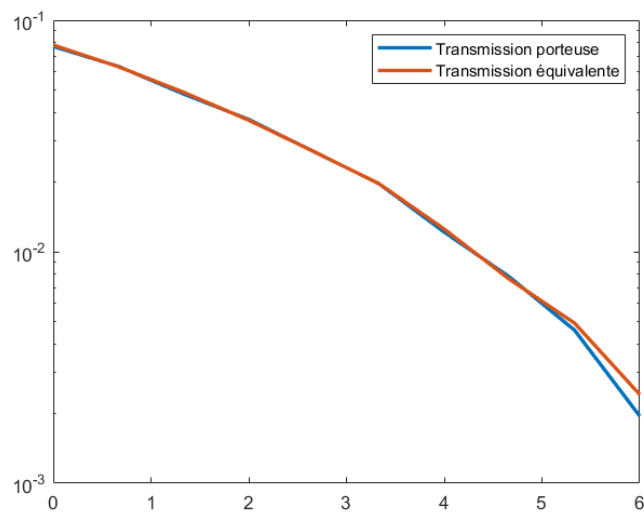


FIGURE 10 – Comparaison du taux d'erreur binaire des deux chaînes de transmission .

Ce tracé nous permet de valider l'interchangeabilité des deux méthodes étant donné qu'elles nous fournissent des résultats extrêmement similaires. La chaîne passe-bas équivalente est cependant plus intéressante car elle nous permet d'éviter des étapes coûteuses en calcul.

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

4.1 Implantation de la modulation DVB-S2

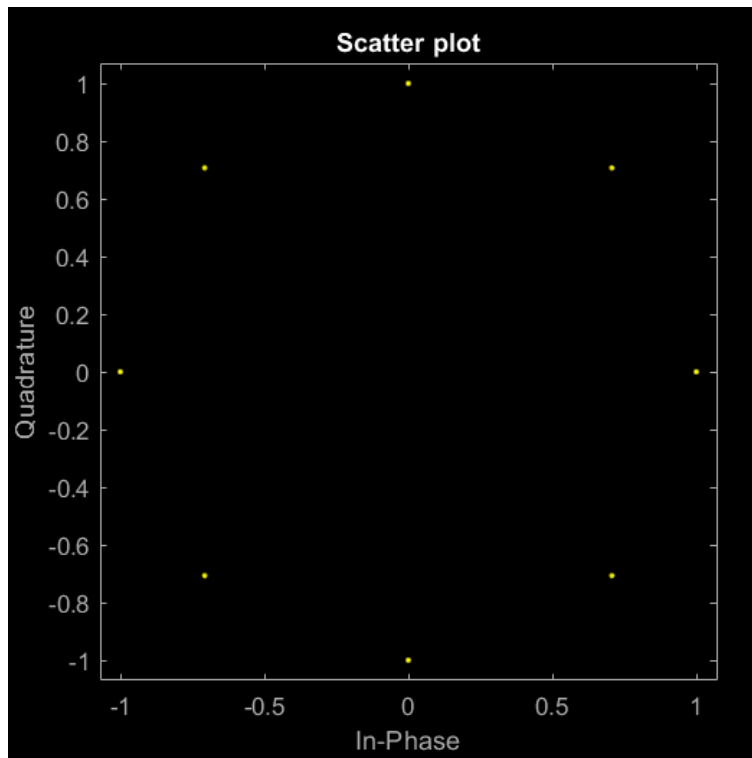
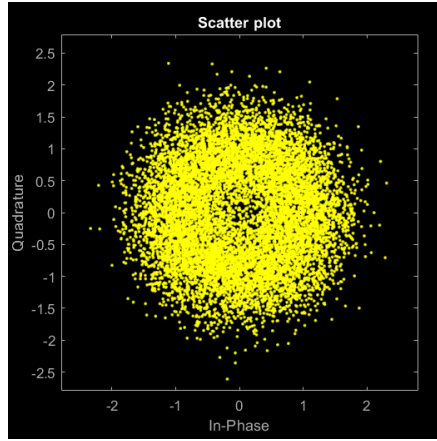
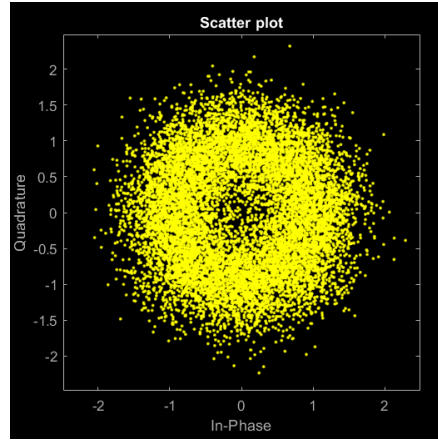


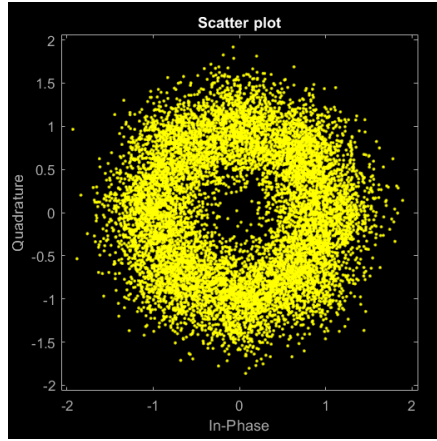
FIGURE 11 – Constellation en sortie de mapping.



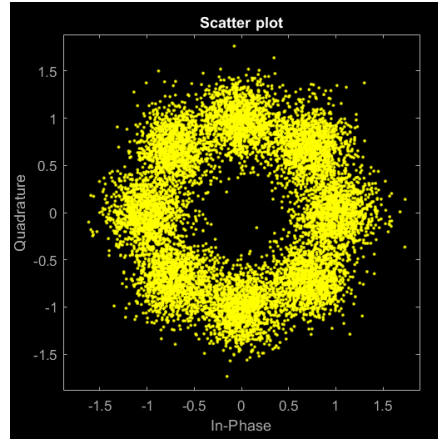
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURE 12 – Constellations en sortie de l'échantillonneur pour $\frac{E_b}{N_0}$ valant 0.1, 1, 3 et 6 dB

De même que pour les constellations précédentes, on remarque que les constellations se rapprochent de plus en plus de celle en sortie de mapping lorsque l'on augmente $\frac{E_b}{N_0}$

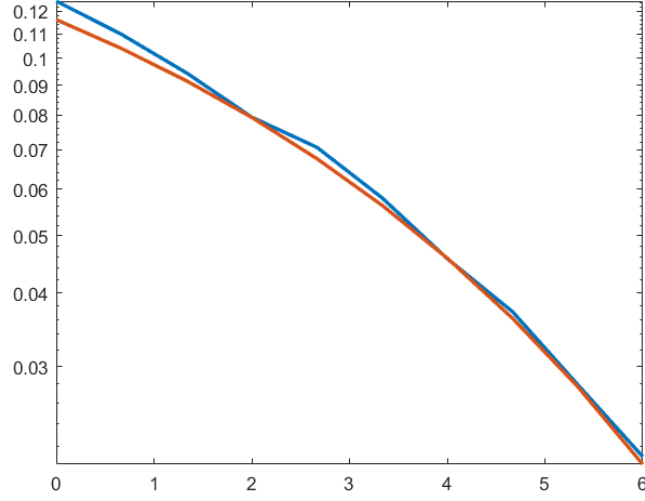


FIGURE 13 – Comparaison du TEB simulé de la chaîne de transmission sur porteuse et de la chaîne DVB-S2

Les taux d'erreur binaire théorique ($TEB = \frac{2}{\log_2(M)} Q(\sqrt{2 \log_2(M) 10^{\frac{R}{10}} \sin(\frac{\pi}{M})})$) et simulés se superposent ce qui valide l'implémentation de la chaîne DVB-S2.

4.2 Comparaison des modulateurs DVB-S et DVB-S2

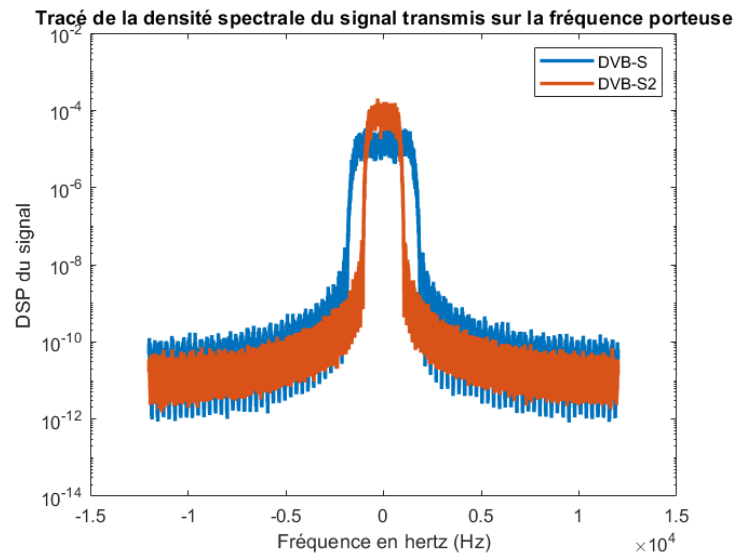


FIGURE 14 – Comparaison des deux modulateurs en termes d'efficacité spectrale

La chaîne DVB-S2 est plus efficace spectralement (de l'ordre de 30%) car le pic sur sa densité spectrale est moins large et son amplitude est plus importante.

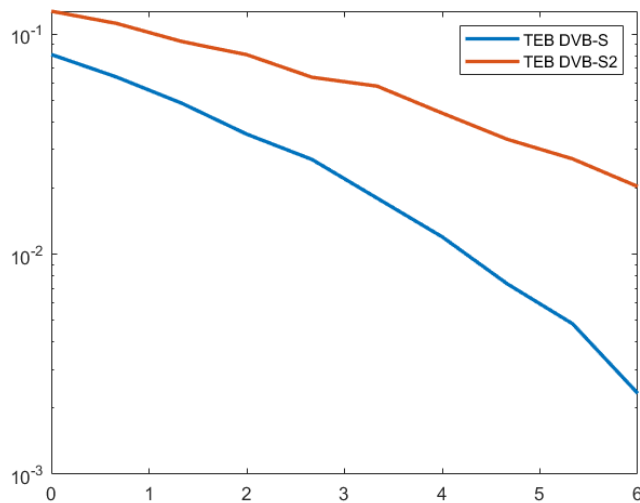


FIGURE 15 – Comparaison des deux modulateurs en termes d'efficacité en puissance

Malgré une efficacité spectrale plus importante, en termes d'efficacité en puissance le DVB-S est meilleur car on peut voir sur les constellations que la distance minimum entre deux points du mapping est plus grande pour cette chaîne, ce qui laisse moins de place à l'erreur en présence de bruit. Chaque chaîne présente donc ses avantages et ses inconvénients qu'il faut prendre en compte pour en choisir une adaptée à ses besoins.