

Rapport

Étude de chaines de transmission sur porteuse : modulateurs DVB-S, DVB-S2

réalisé par

Samy Afker & Maxime Moshfeghi



Table des matières

I	Introduction	2
II	Implantation de la transmission avec transposition de fréquence	4
III	Implantation de chaine passe-bas équivalente à la chaine de transmission sur porteuse	10
IV	Comparaison du modulateur DVB-S avec un des modulateurs proposés par le DVB-S2	16
1	Implantation de la modulation DVB-S2	17
2	Comparaison des modulateurs DVB-S et DVB-S2	19
V	Conclusion	21
	Bibliographie	23

Première partie

Introduction

Le but de ce TP est d'implanter plusieurs chaînes de transmission sur fréquence porteuse. Le schéma ci-dessous représente les chaînes que nous allons implanter :

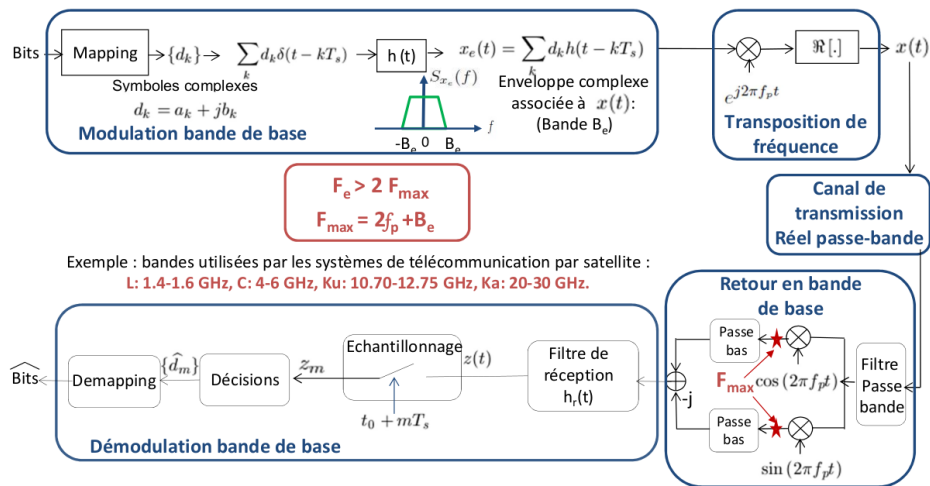


FIGURE 1 – Schéma de la chaîne de transmission sur fréquence porteuse

En effet, nous allons implanter et comparer deux chaînes avec les modulations DVB-S et DVB-S2.

Deuxième partie

Implantation de la transmission avec transposition de fréquence

Dans un premier temps, on implante une transmission au format DVB-S avec mapping QPSK, filtre de mise en forme en racine de cosinus surélevé de roll off 0.35 et transposition de fréquence.

La constellation associé à un tel mapping est la suivante :

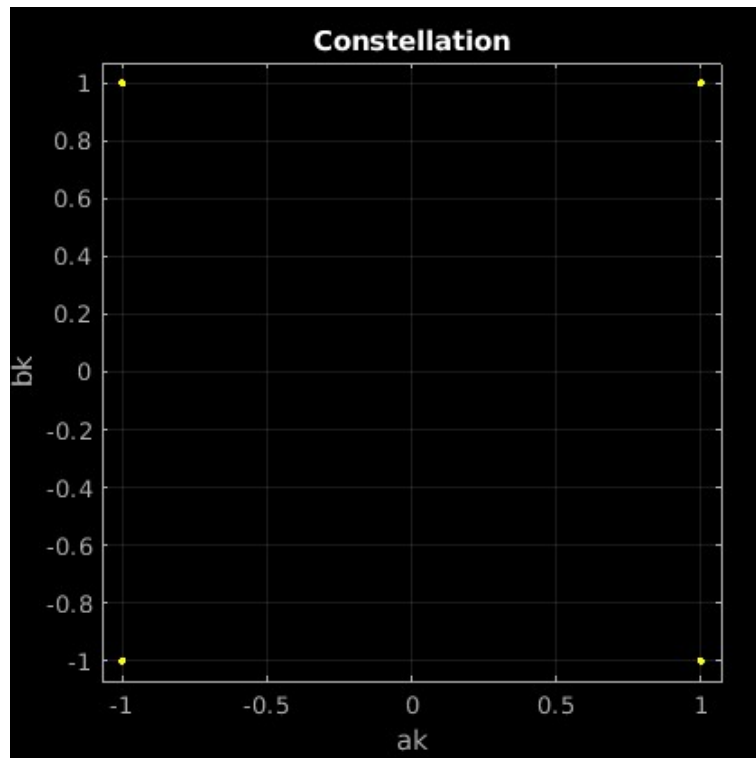


FIGURE 1 – Constellation associé au mapping QPSK

On observe bien les quatres symboles de la modulations QPSK.

Après modulation, on génère le signal $x_e(t)$ et on peut donc tracer les signaux en phase et en quadrature :

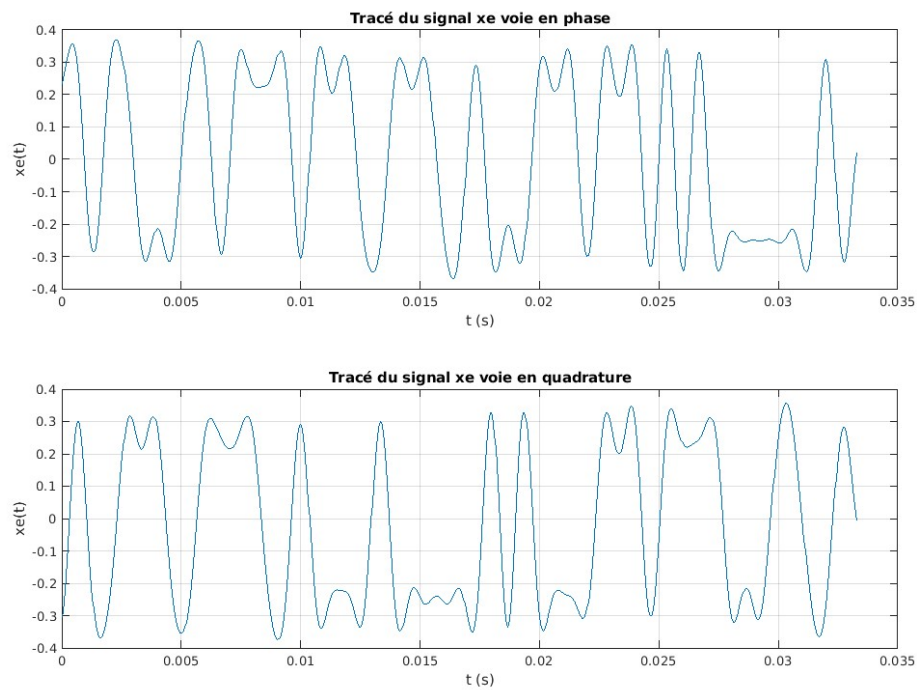


FIGURE 2 – Tracé des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature

Le tracé du signal transmis sur fréquence porteuse quant à lui est le suivant :

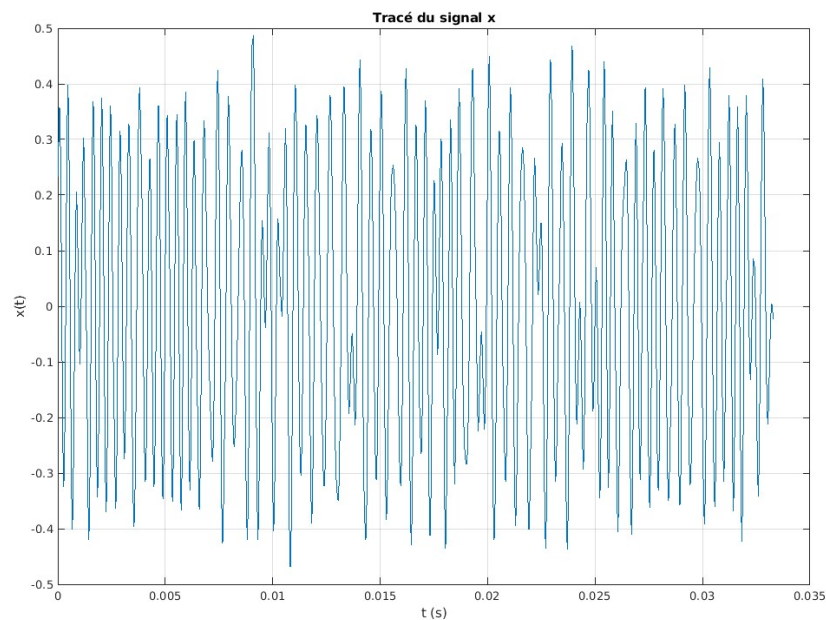


FIGURE 3 – Tracé du signal transmis sur fréquence porteuse

Ensuite, on trace (en échelle linéaire puis logarithmique) les DSP en phase et en quadrature du signal $x_e(t)$:

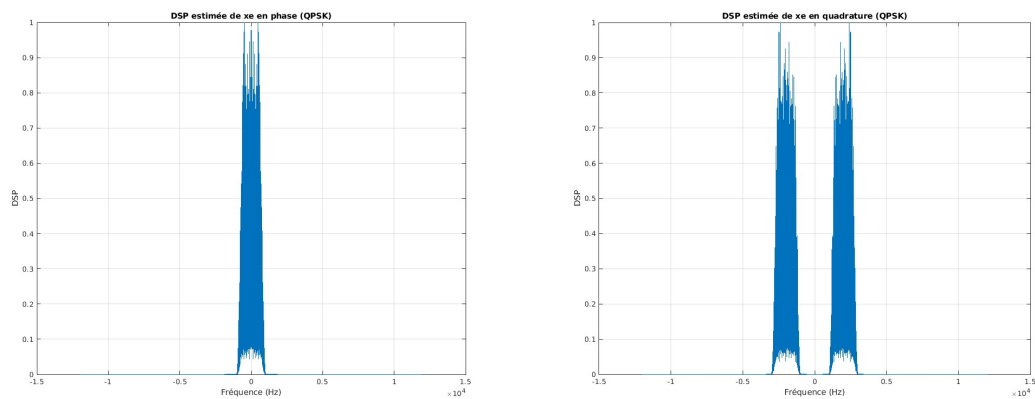


FIGURE 4 – Tracé linéaire des DSP en phase et en quadrature

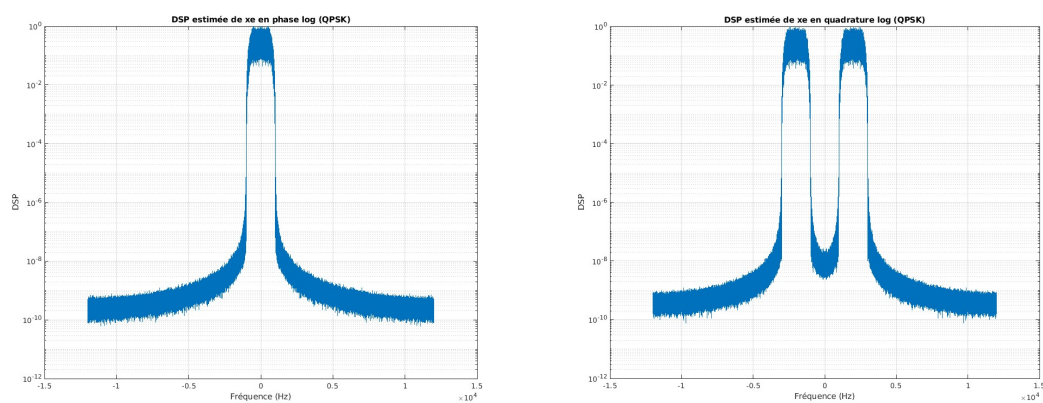


FIGURE 5 – Tracé logarithmique des DSP en phase et en quadrature

De même, on trace la DSP du signal transmis sur fréquence porteuse en linéaire puis logarithmique :

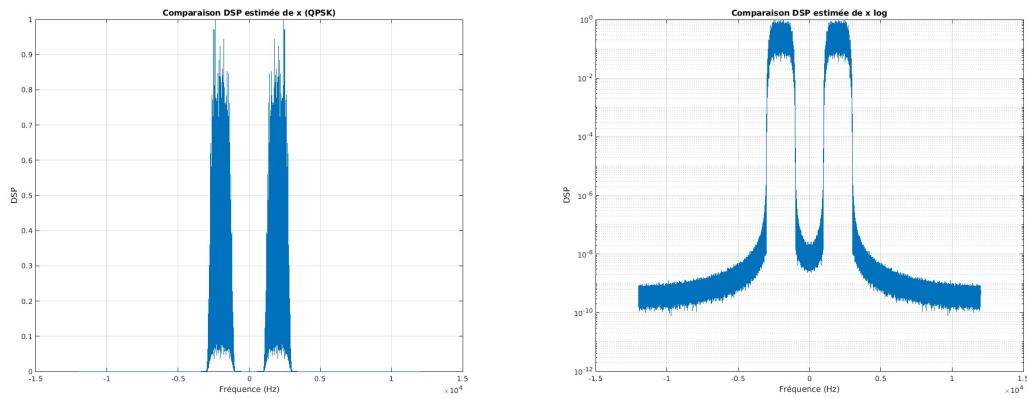


FIGURE 6 – Tracés de la DSP du signal transmis sur fréquence porteuse

On remarque que la DSP du signal $x_e(t)$ sur la voie en phase prend la forme du cosinus surelevé et est centré en 0. La voie en quadrature ainsi que la DSP du signal $x(t)$, présentent deux pics à -2 kHz et 2 kHz, ce qui correspond à la fréquence d'échantillonnage.

On peut alors tracer le taux d'erreur binaire en fonction du rapport signal sur bruit :

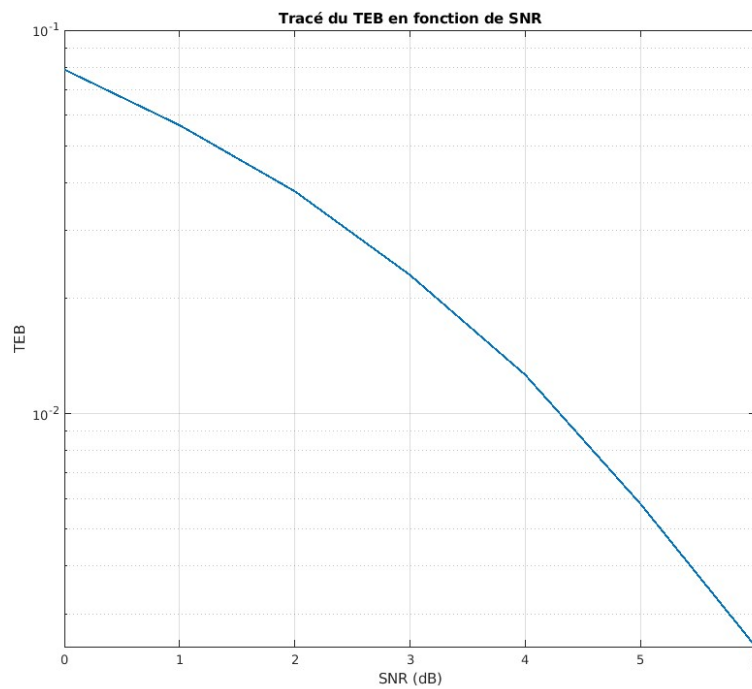


FIGURE 7 – Tracé du TEB pour des RSB allant de 0 à 6 dB

Pour le taux d'erreur binaire théorique, on a la formule suivante :

$$\text{TEB} = 2 \frac{Q \left(\sin \left(\frac{\pi}{M} \right) \times \sqrt{2 \log_2(M) \frac{E_b}{N_0}} \right)}{\log_2(M)}$$

On trace alors sur la même figure les TEB estimé et théorique :

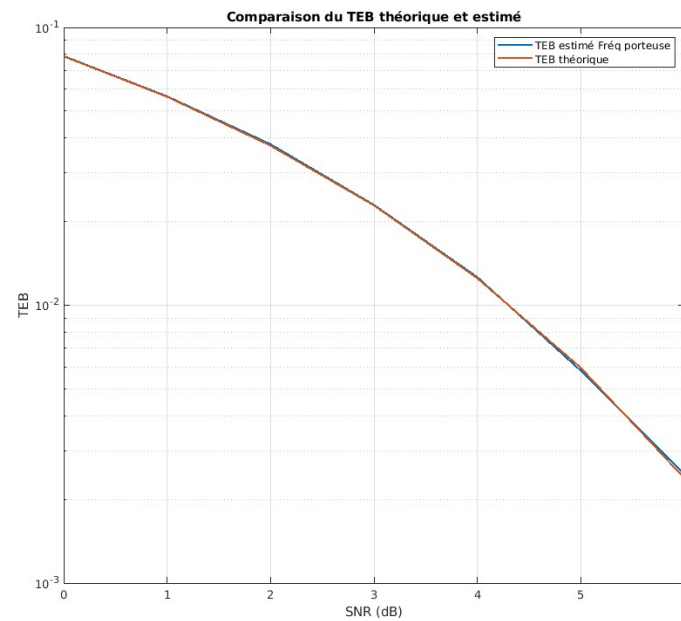


FIGURE 8 – Comparaison du TEB estimé et théorique

On remarque que les deux courbes se superposent. Ceci permet de valider nos résultats du TEB estimé.

Troisième partie

Implantation de chaine passe-bas équivalente à la chaine de transmission sur porteuse

On rappelle que la constellation associé au mapping QPSK est la suivante :

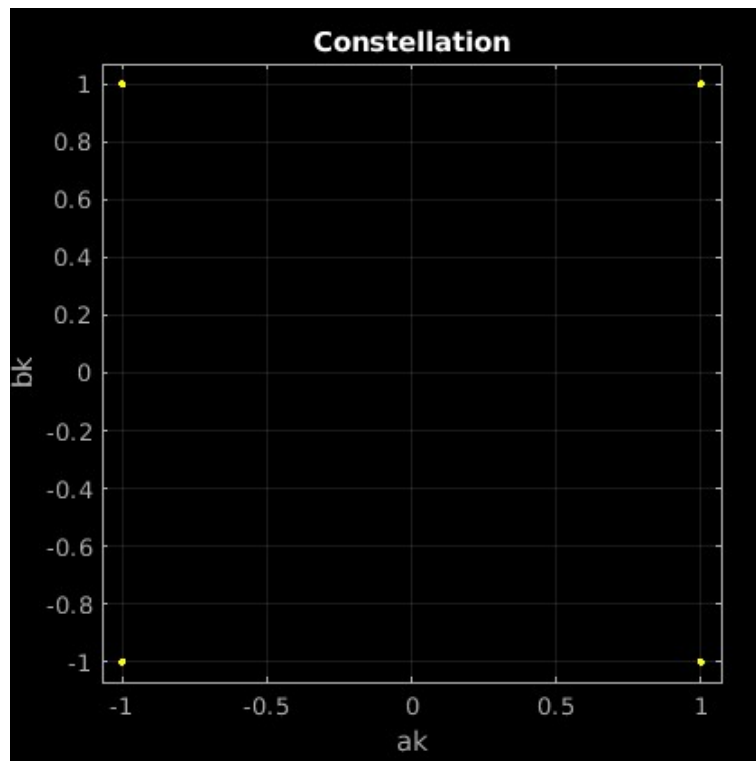


FIGURE 1 – Constellation associé au mapping QPSK

Après modulation, on génère le signal $x_e(t)$ et on peut donc tracer les signaux en phase et en quadrature :

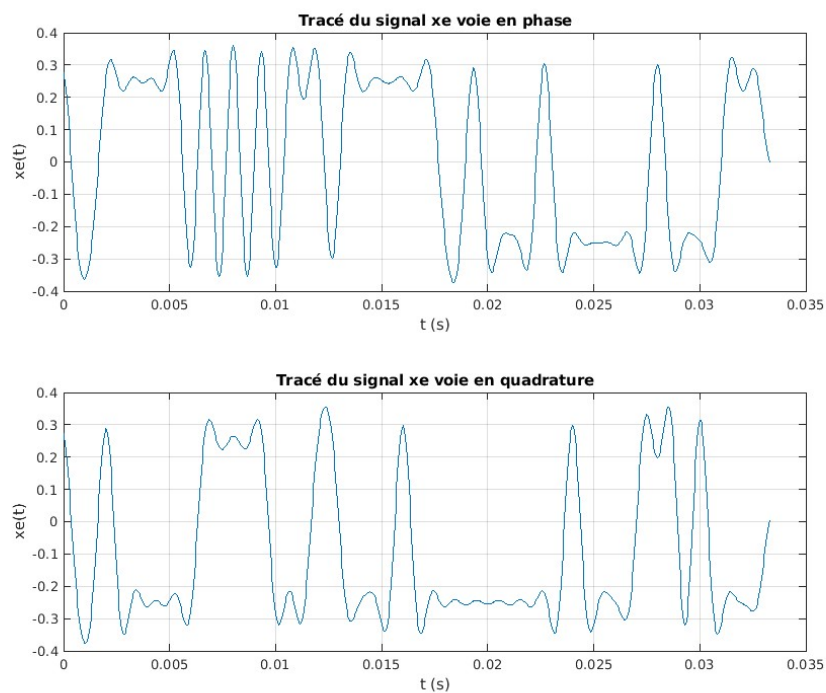


FIGURE 2 – Tracé du signal sur voie de phase et en quadrature

Ensuite, on trace en échelle linéaire puis logarithmique la DSP de l'enveloppe complexe :

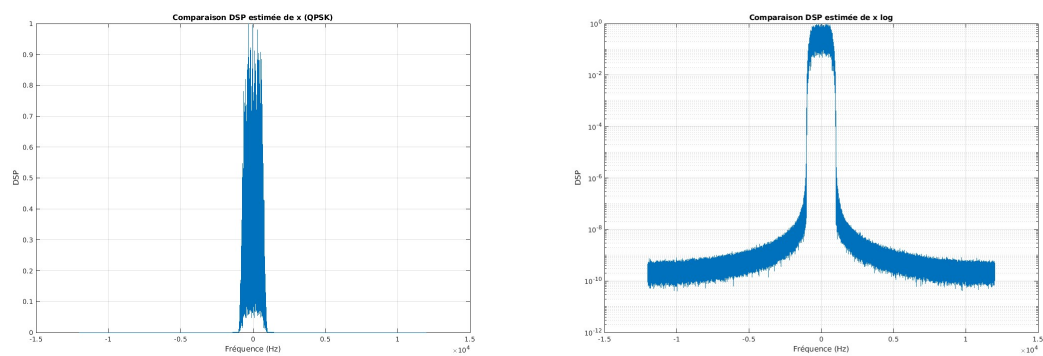


FIGURE 3 – Tracé des DSP de l'enveloppe complexe en échelle linéaire et logarithmique

Enfin, on peut comparer les DSP de l'enveloppe complexe et celle du signal sur fréquence porteuse :

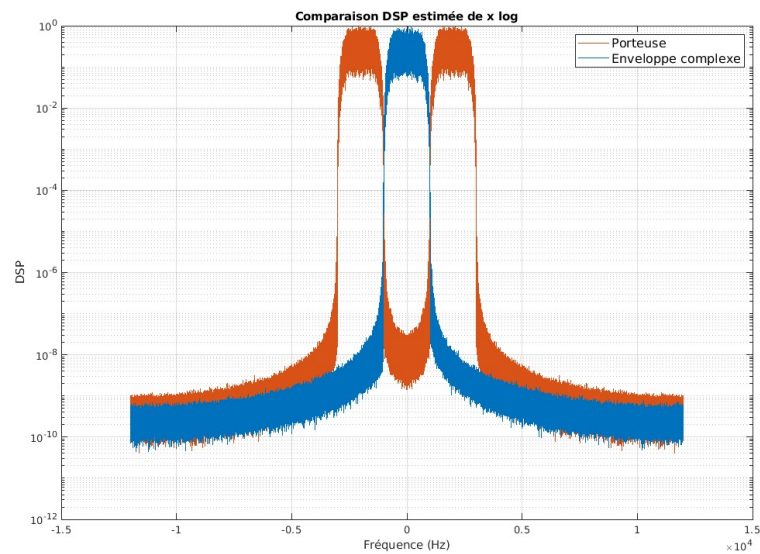


FIGURE 4 – Comparaison de la DSP de l’enveloppe complexe à celle du signal transmis sur porteuse

On remarque que la DSP du signal sur fréquence porteuse est décalé au niveau des fréquences $\pm 2000\text{Hz}$ (la fréquence de la porteuse). La DSP qui est en bande de base est par contre centrée autour de 0.

Ensuite, on trace la constellation en sortie du mapping ainsi que celles en sortie de l’échantillonnage pour différentes valeurs du TEB :

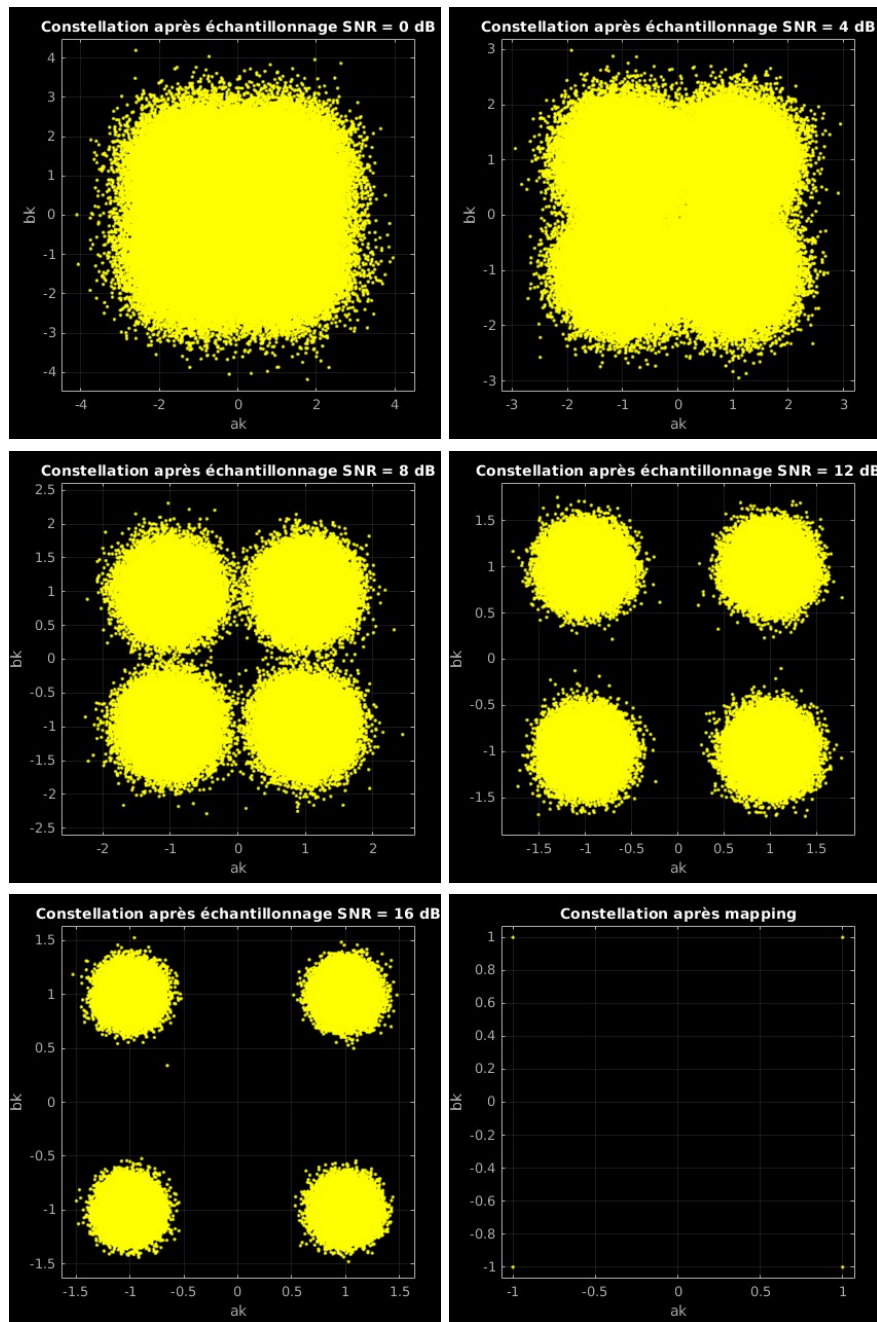


FIGURE 5 – Tracés des constellations après échantillonnage pour différentes valeurs de rapport signal à bruit et après mapping

On peut donc observer l'incidence du bruit sur les constellations.

Enfin, on trace le TEB pour des valeurs de SNR allant de 0 à 6 dB :

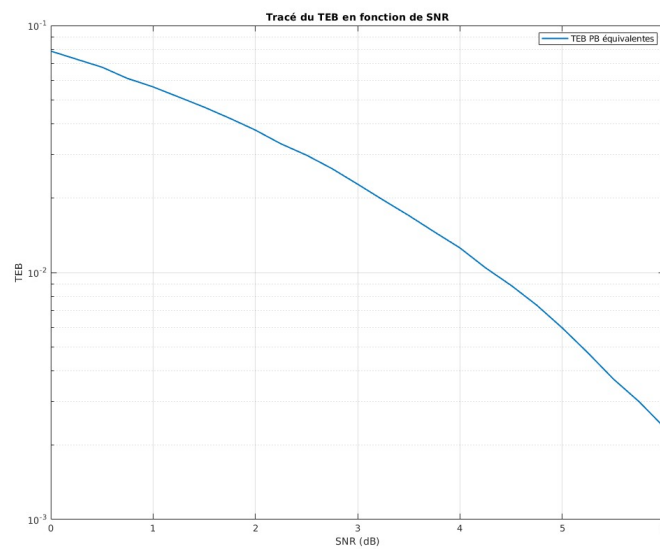


FIGURE 6 – Tracé du TEB pour des RSB allant de 0 à 6 dB

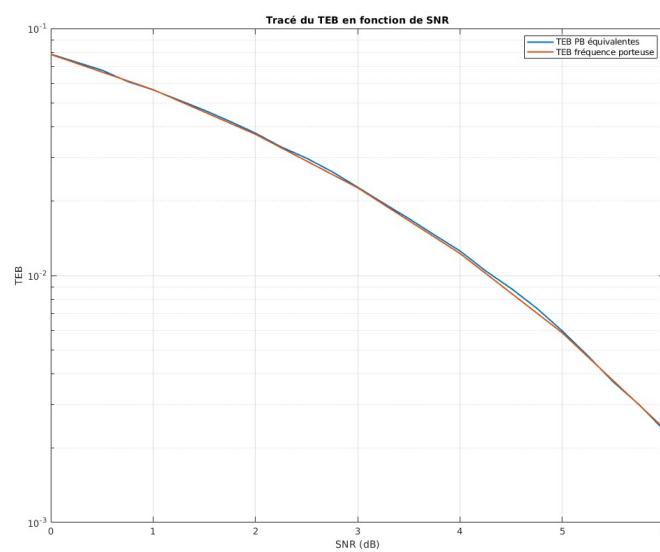


FIGURE 7 – Comparaison des TEB de la transmission avec transposition de fréquence et avec chaîne passe-bas équivalente en fonction du RSB

En comparant les deux tracés de TEB, on conclut donc que nos résultats sont compatibles avec la théorie.

Quatrième partie

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

1 Implantation de la modulation DVB-S2

Ici, nous allons comparer le modulateur DVB-S précédent à un des modulateurs proposés dans le DVB-S2 : mapping 8-PSK et filtre de mise en forme en racine de cosinus surélevé avec roll off égal à 0.20. Pour cela, nous utiliserons les chaines passe-bas équivalentes associées, avec une fréquence d'échantillonnage $F_e = 6$ kHz pour transmettre un débit binaire $R_b = 3$ kbps.

Les constellations associées à la modulation 8-PSK après mapping et après échantillonnage pour des valeurs de rapport sur bruit variables sont les suivantes :

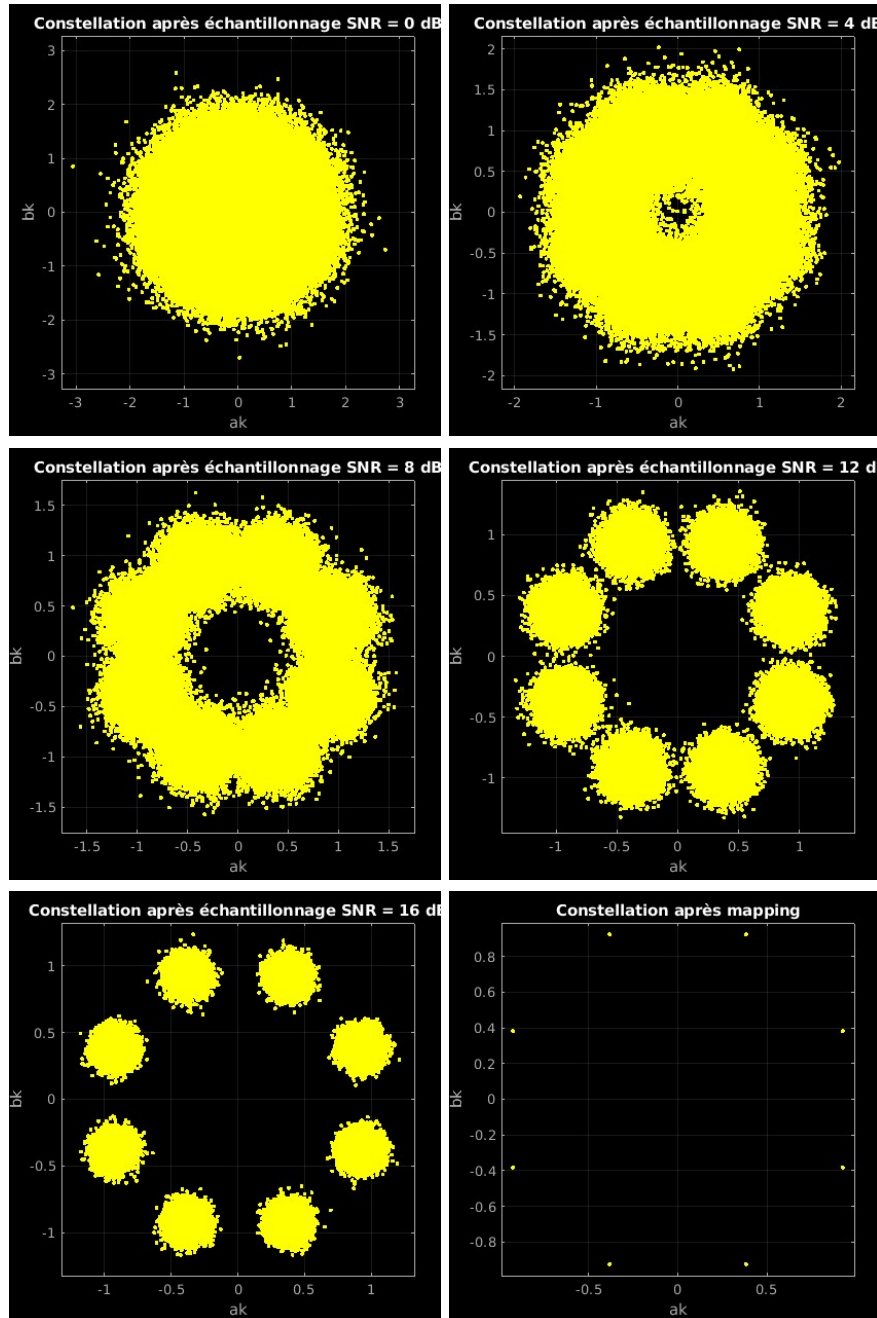


FIGURE 1 – Tracés des constellations après échantillonnage pour différentes valeurs de rapport signal à bruit et après mapping

On peut facilement observer l'incidence du bruit sur les constellations en sortie de l'échantillonneur.

Enfin, on trace le TEB pour des valeurs de SNR allant de 0 dB à 6 dB :

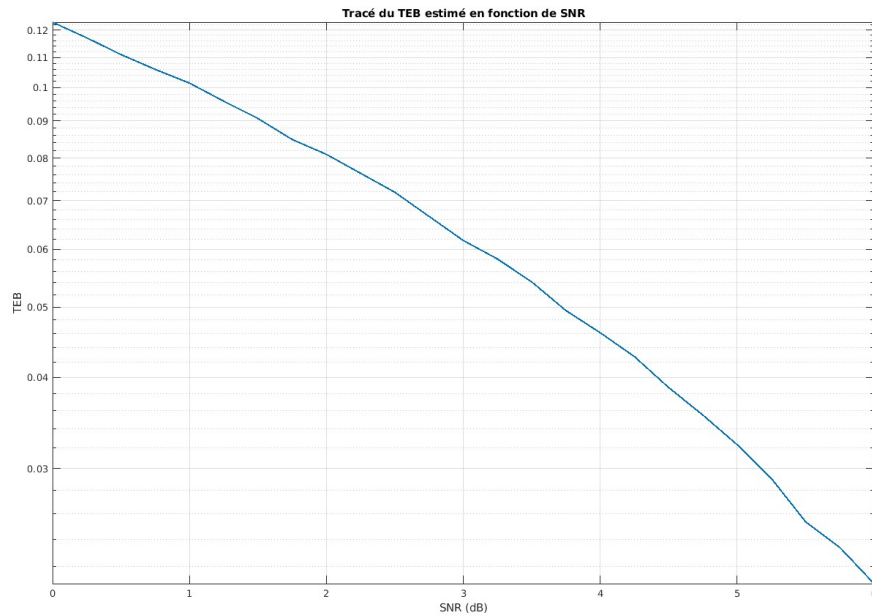


FIGURE 2 – Tracé du TEB pour des RSB allant de 0 à 6 dB

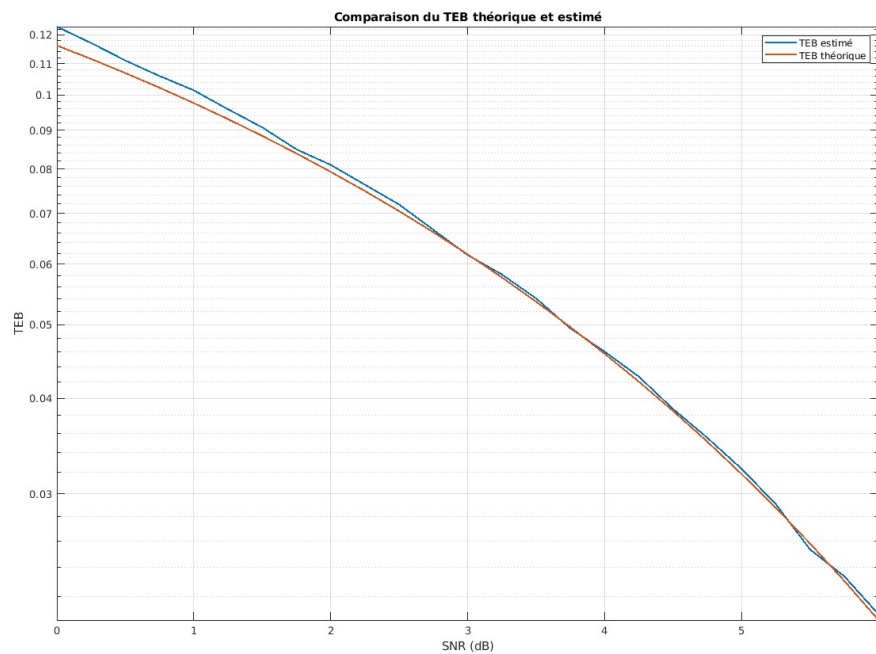


FIGURE 3 – Comparaison des TEB estimé et théorique

On remarque que les deux tracés sont quasiment superposés. Ceci permet de valider nos résultats expérimentaux.

2 Comparaison des modulateurs DVB-S et DVB-S2

Afin de comparer les deux modulateurs en termes d'efficacité en puissance, on trace sur le même graphe le TEB en fonction de SNR :

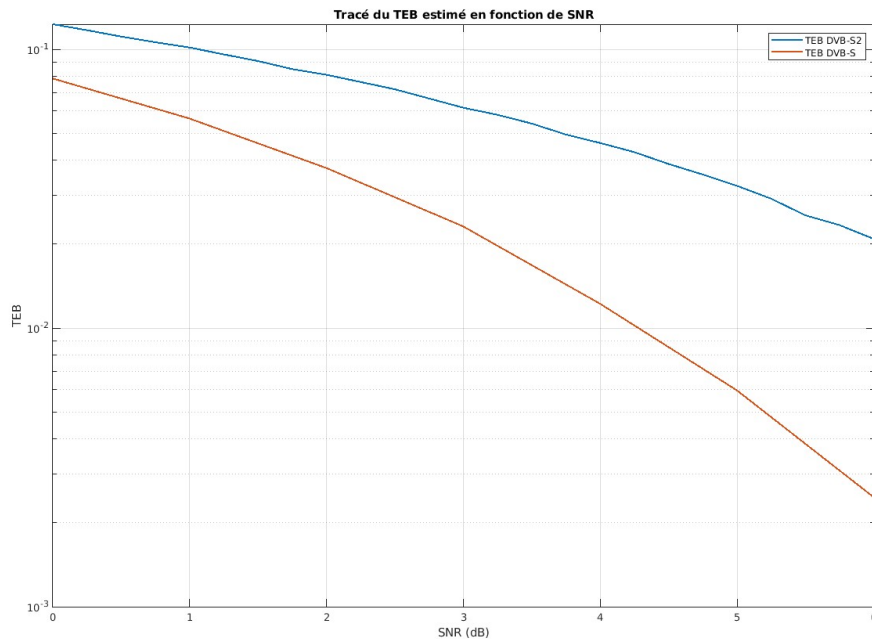


FIGURE 4 – Comparaison des TEB expérimentaux pour les modulateurs DVB-S et DVB-S2

On remarque que pour une même valeur de TEB, le modulateur DVB-S nécessite une valeur de SNR plus petite que le modulateur DVB-S2. On en conclut donc que le modulateur DVB-S est plus efficace en puissance.

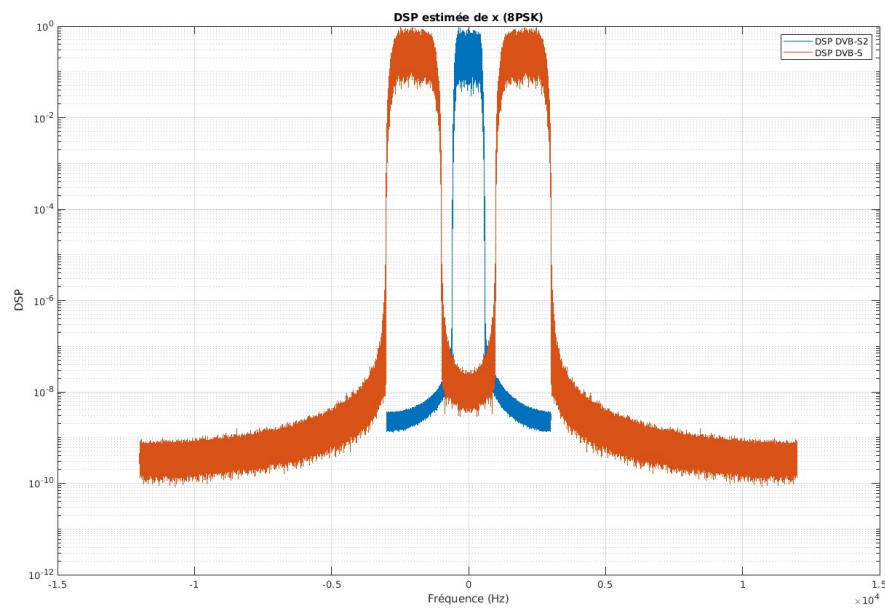


FIGURE 5 – Comparaison des DSP expérimentales pour les modulateurs DVB-S et DVB-S2

On remarque que la DSP du modulateur DVB-S est plus large que celle du modulateur DVB-S2. On en conclut donc que le modulateur DVB-S2 est meilleur en terme d'efficacité spectrale.

Cinquième partie

Conclusion

Ce projet nous a permis de mettre en pratique les différents acquis en ce qui concerne la transmission sur fréquence porteuse. Nous avons également pu comparer les deux normes DVB-S et DVB-S2 en terme d'efficacité en puissance ainsi qu'en efficacité spectrale.

Bilan :**Comparaison des deux modulateurs**

Le modulateur **DVB-S2** est spectralement plus efficace que le modulateur **DVB-S**.

Le modulateur **DVB-S2** est moins efficace en puissance que le modulateur **DVB-S**.

Bibliographie

- [1] Equipe pédagogique - Télécommunications (2023), *TP2 de Télécommunications - Étude de chaînes de transmissions sur porteuse : modulateurs DVB-S, DVB-S2*.
- [2] Nathalie Thomas - Télécommunications (2023), *Transmissions sur fréquence porteuse (modulations linéaires)*.