



---

# Rapport de télécommunication

MARTIN Nolann

ARRIX Baptiste

Projet de première année de SN

---

## Table des matières

Introduction .....	3
I : Implantation d'une transmission avec transposition de fréquence .....	3
Tracé des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature et tracé du signal transmis ..	3
Tracé de la densité spectrale de puissance du signal transmis sur fréquence porteuse. ....	4
Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique de la chaine étudiée .....	4
II : Implantation de la chaine passe-bas équivalente à la chaine de transmission sur porteuse précédente .....	4
Tracé des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature et tracé du signal transmis ..	4
Tracé de la densité spectrale de puissance du signal transmis en bande de base. ....	5
Tracé des constellation pour des $\frac{E_b}{N_0}$ différents .....	6
Comparaison du TEB sur porteuse avec le TEB en bande de base .....	6
III : Comparaison du modulateur DVS-S avec un modulateur 4-ASK .....	6
Implantation de la modulation 4-ASK .....	6
Tracé des constellation pour différentes valeurs de $E_b/N_0$ .....	7
Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique .....	7
Comparaison du modulateur QPSK du DVB-S avec le modulateur 4-ASK .....	7
Comparaison de l'efficacité spectrale et en puissance .....	7
IV : Comparaison du modulateur DVS-S avec un des modulateurs proposés par le DVB-S2 .....	8
Implantation de la modulation DVB-S2 .....	8
Tracé des constellation pour différentes valeurs de $E_b/N_0$ .....	8
Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique .....	9
Comparaison de l'efficacité spectrale et en puissance .....	10
avantages et inconvénients des deux modulations .....	11

## Introduction

Ce document est le rapport du projet de télécommunication de première année de l'ENSEEIH. Nous avons pour objectif construire et comparer différents modulateurs numériques. Nous avons donc construit un modulateur DVB-S, DVB-S2. Nous allons donc dans ce rapport, vous présenter les différentes étapes de construction de ces modulateurs, et les comparer entre eux. Nous avons utilisé dans ce rapport un nombre de bits de 90000, un span de 8 pour le cosinus surélevé, et pour les TEB théorique les formules du cours de télécommunication.

## I : Implantation d'une transmission avec transposition de fréquence

### Tracé des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature et tracé du signal transmis

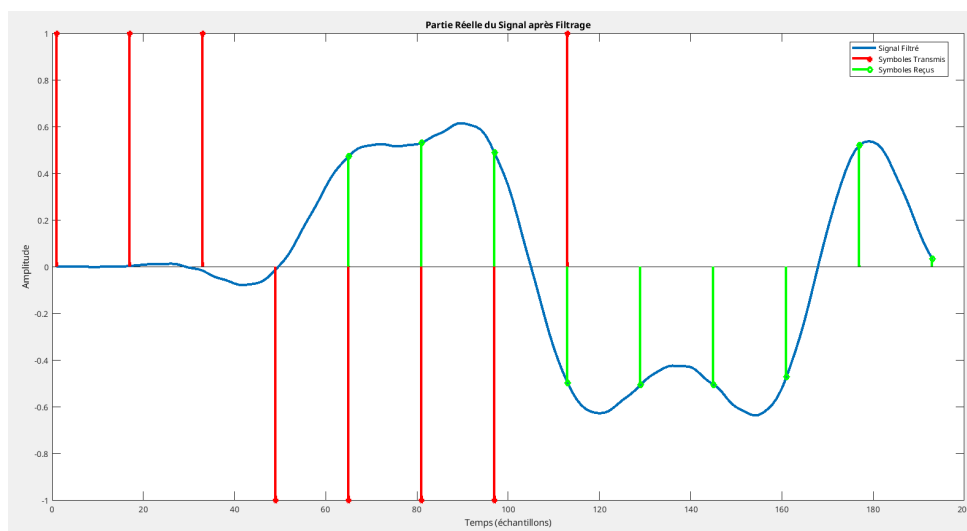


Fig. 2. – Tracé de la voie en phase avec 16 bits et un span de 4.

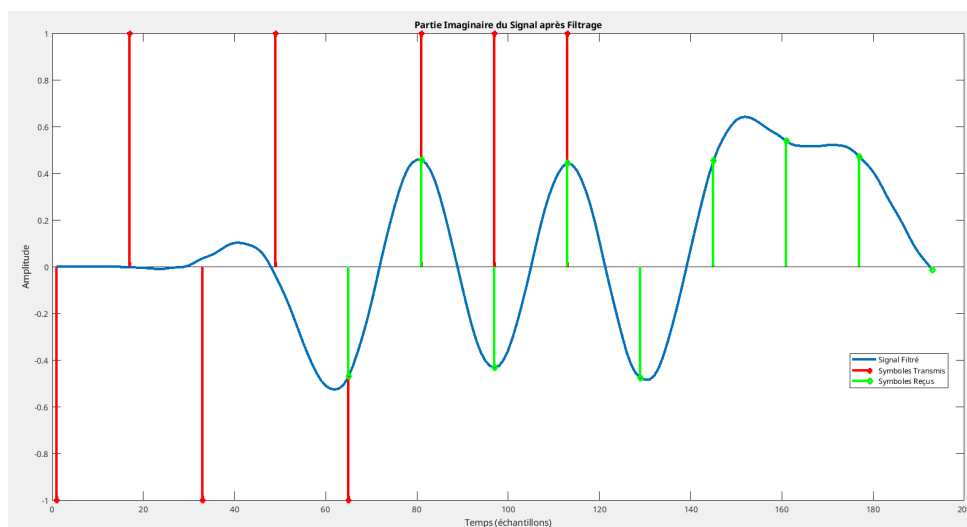


Fig. 3. – Tracé de la voie en quadrature du signal avec 16 bits et un span de 4.

On voit sur les deux illustrations, les bits transmis ont un retard dû au span du cosinus surélevé. Nous voyons que l'amplitude entre les symboles reçus et transmis est différente, cela vient de la fréquence porteuse et du retour en bande de base.

## Tracé de la densité spectrale de puissance du signal transmis sur fréquence porteuse.

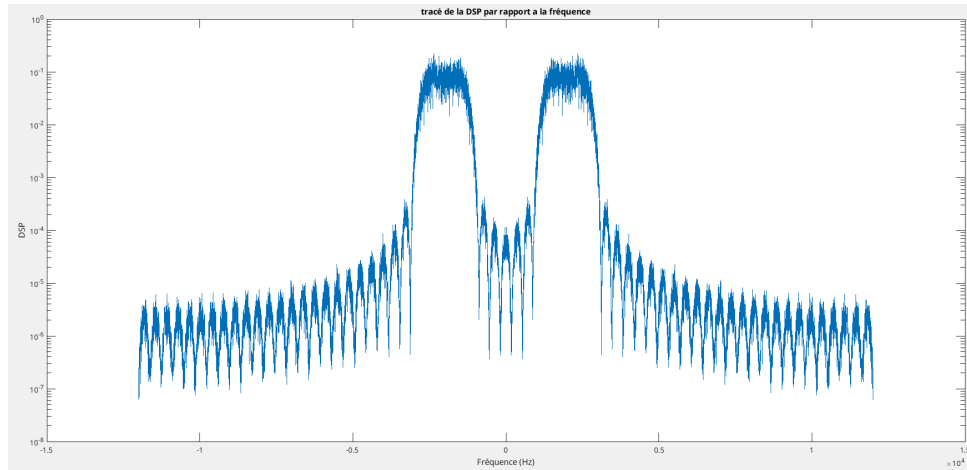


Fig. 4. – Densité spectrale de puissance du signal transmis sur fréquence porteuse avec 10000 bits.

Nous pouvons voir deux pics, qui sont dus au fait que nous passons sur porteuse, ce qui augmente la fréquence de notre densité spectrale de puissance initialement centré autour de 0, la densité spectrale de puissance étant symétrique, un deuxième pic apparaît bien sur notre Fig. 4. La forme étant due au fait que nous utilisons pour le filtrage un cosinus surélevé.

## Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique de la chaîne étudiée

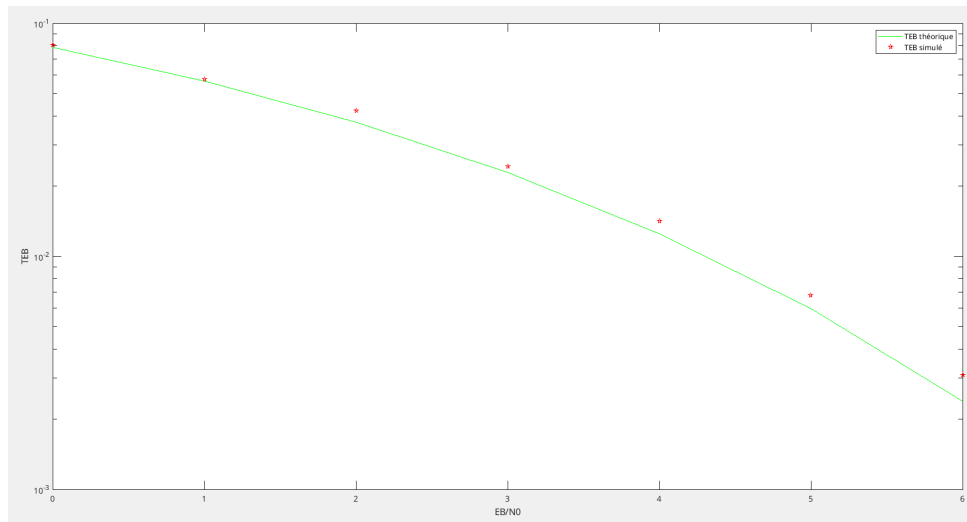


Fig. 5. – TEB théorique et simulé

Nous voyons que le TEB simulé est proche du TEB théorique, ce qui est une bonne nouvelle, cela signifie que notre chaîne de transmission est bien implantée.

Nous avons pour équation du TEB théorique :  $Q\left(\sqrt{2\frac{E_b}{N_0}}\right)$

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

Tracé des signaux générés sur les voies en phase et en quadrature et tracé du signal transmis

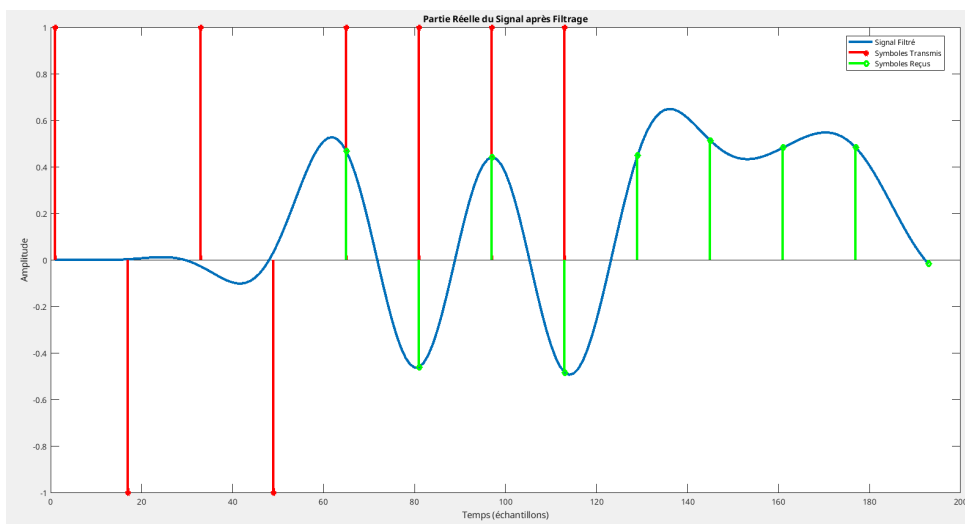


Fig. 6. – Tracé de la voie en phase avec 16 bits et un span de 4.

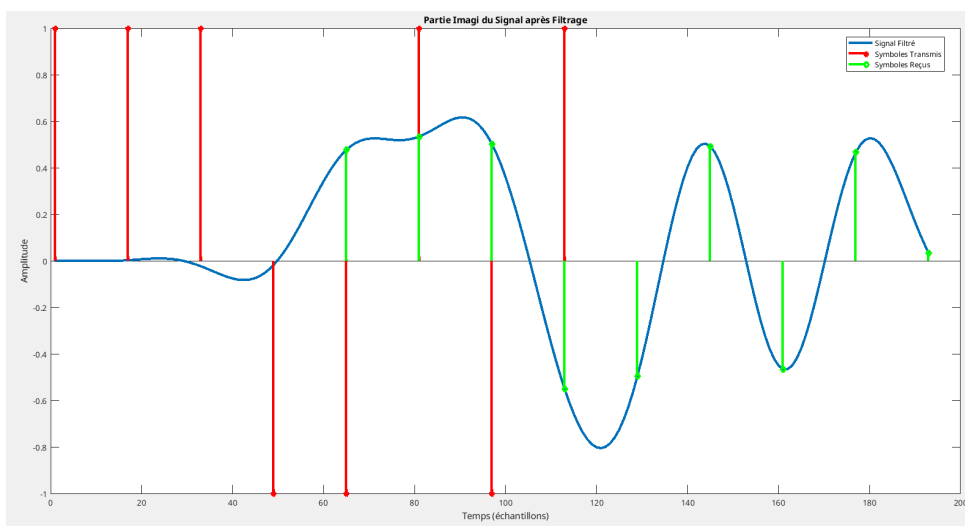


Fig. 7. – Tracé de la voie en quadrature du signal avec 16 bits et un span de 4.

On voit ici que les signaux ont une amplitude plus faible que sur la porteuse, cela est dû au fait que nous sommes en bande de base, et que nous avons un filtrage passe-bas. De plus le span est toujours présent, d'où ce décalage encore présent.

### Tracé de la densité spectrale de puissance du signal transmis en bande de base.

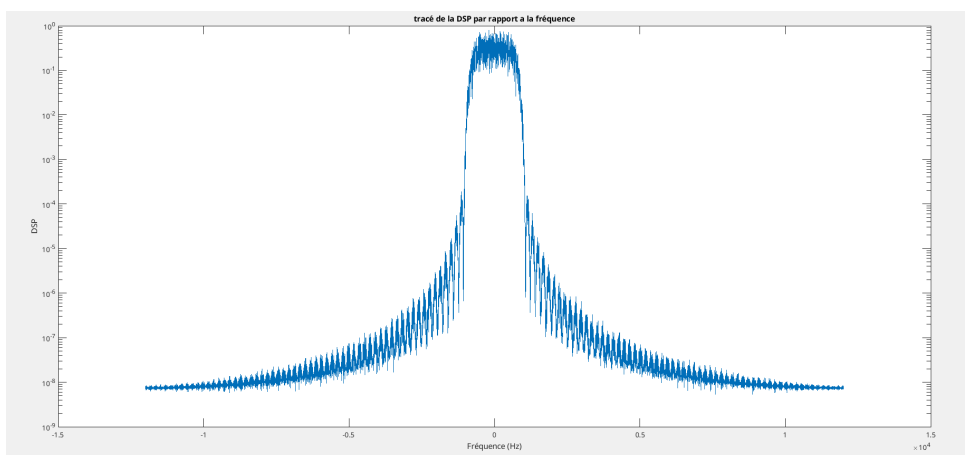


Fig. 8. – Densité spectrale de puissance du signal transmis sur fréquence porteuse avec 10000 bits.

Nous voyons maintenant que notre densité spectrale de puissance est centrée autour de 0, ce qui est normal, car nous sommes en bande de base. Nous voyons aussi que la forme est similaire à celle de la porteuse, dû au fait que nous utilisons un cosinus surélevé pour le filtrage.

### Tracé des constellation pour des $\frac{E_b}{N_0}$ différents

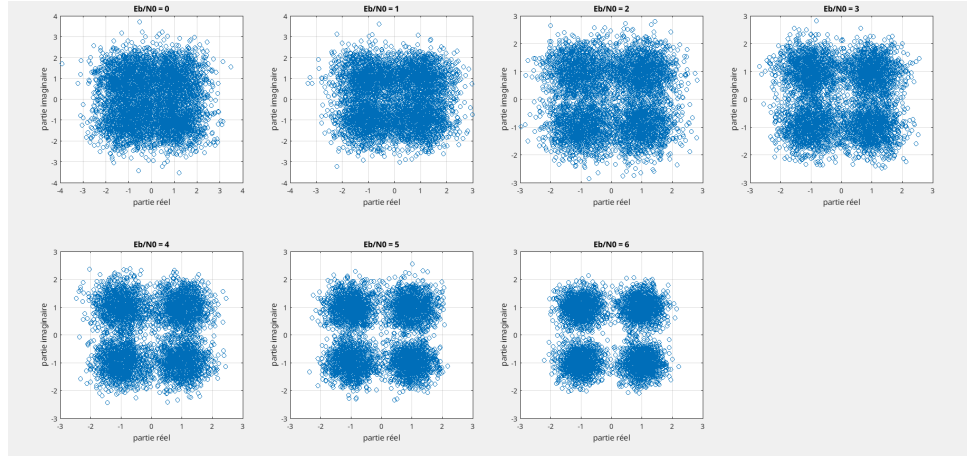


Fig. 9. – Constellation pour différents  $\frac{E_b}{N_0}$

Nous voyons que pour un  $\frac{E_b}{N_0}$  faible, les points sont très proches, et donc difficilement déchiffrable, alors que pour un  $\frac{E_b}{N_0}$  élevé, les points sont bien espacés, et donc facilement déchiffrable. Plus le  $\frac{E_b}{N_0}$  est élevé, plus la qualité de la transmission est bonne car nous aurons un TEB meilleur.

### Comparaison du TEB sur porteuse avec le TEB en bande de base

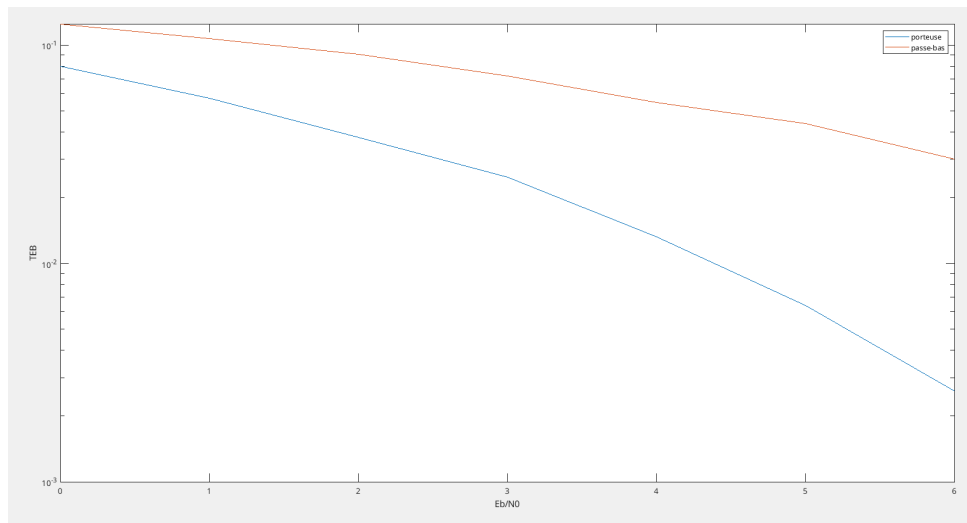


Fig. 10. – Comparaison du TEB sur porteuse avec le TEB en bande de base

Nous voyons que l'efficacité en puissance est meilleure pour la porteuse, ce qui montre que la transmission sur porteuse aura un meilleur TEB pour un même  $\frac{E_b}{N_0}$ . Mais la transmission en bande de base a une meilleure efficacité spectrale, ce qui fait que nous aurions besoin d'une bande plus petite pour transmettre le même nombre de bits.

## III : Comparaison du modulateur DVS-S avec un modulateur 4-ASK

### Implantation de la modulation 4-ASK

## Tracé des constellation pour différentes valeurs de $E_b/N_0$

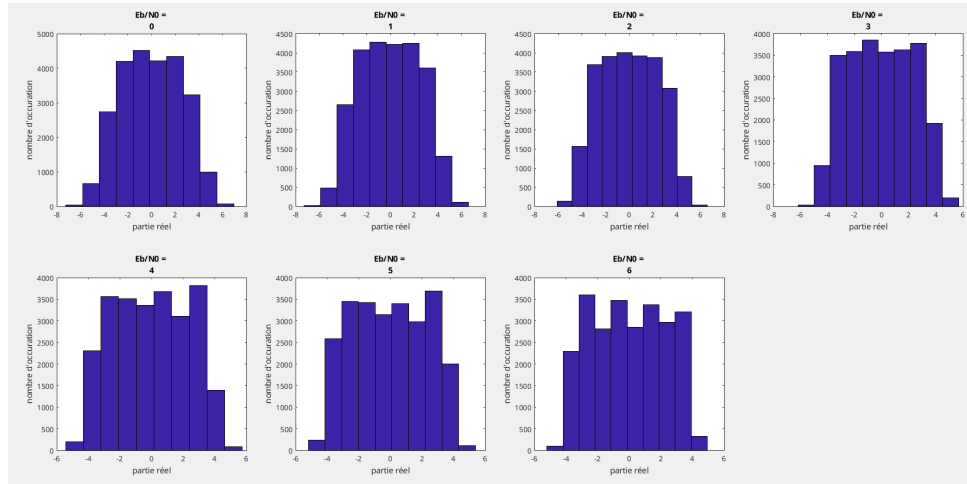


Fig. 11. – Constellation pour différents  $\frac{E_b}{N_0}$

Nous voyons que pour un  $E_b/N_0$  élevé, les répartitions du nombre d'occurrences nous montre bien les différentes valeurs de la constellation. Alors que pour un  $E_b/N_0$  faible, les points sont plus aléatoires, et donc le nombre d'occurrences de nos valeurs sont beaucoup plus difficiles à distinguer. Le bruit étant Gaussien, nous voyons que pour le TEB à 0, nous suivons plus une loi normale de notre répartition.

## Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique

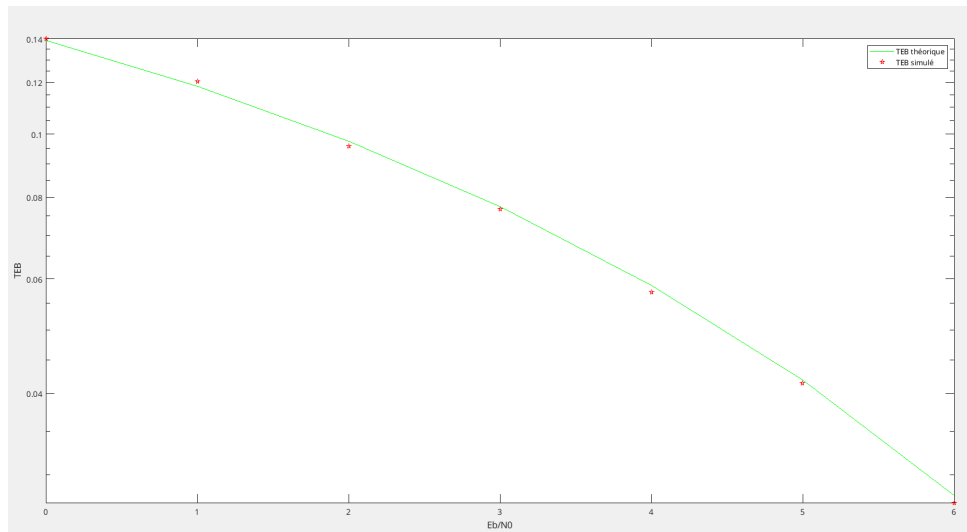


Fig. 12. – Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique

Nous voyons que le TEB simulé est proche du TEB théorique, ce qui est une bonne nouvelle, cela signifie que notre chaîne de transmission est bien implantée.

Nous avons pour équation du TEB théorique :  $\frac{3}{4}Q\left(\sqrt{\frac{12}{15}\frac{E_b}{N_0}}\right)$

## Comparaison du modulateur QPSK du DVB-S avec le modulateur 4-ASK

### Comparaison de l'efficacité spectrale et en puissance

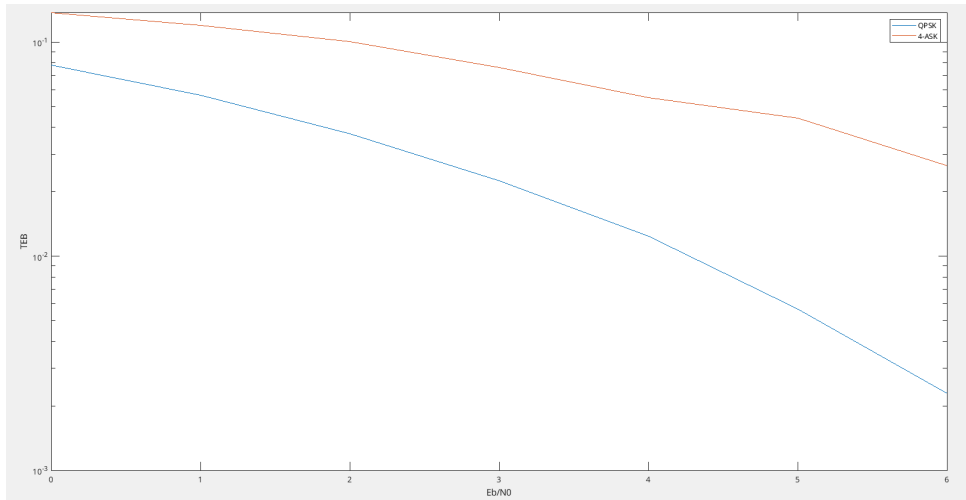


Fig. 13. – Comparaison de l'efficacité spectrale et en puissance

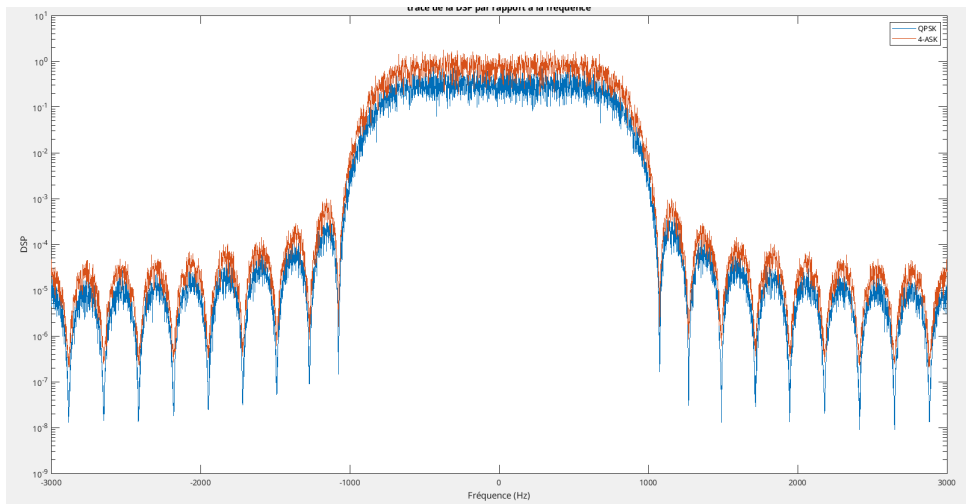


Fig. 14. – Comparaison de l'efficacité spectrale et en puissance

Nous voyons que le QPSK est beaucoup plus performante, nous voyons que la densité spectrale de puissance est plus centrée autour de 0, et que l'efficacité en puissance est meilleure. Aussi, nous voyons que l'efficacité spectrale est semblable pour les deux modulations. En effet, pour l'efficacité spectrale, nous avons la formule  $\eta = \frac{R_b}{B}$  sachant que  $R_b$  est fixe, et que B est le même aussi, nous avons donc la même efficacité spectrale. Pour l'efficacité en puissance, nous voyons que pour un même  $\frac{E_b}{N_0}$ , le BER est meilleur pour QPSK, ce qui fait que l'efficacité en puissance est meilleure pour QPSK.

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

### Implantation de la modulation DVB-S2

Tracé des constellation pour différentes valeurs de  $E_b/N_0$



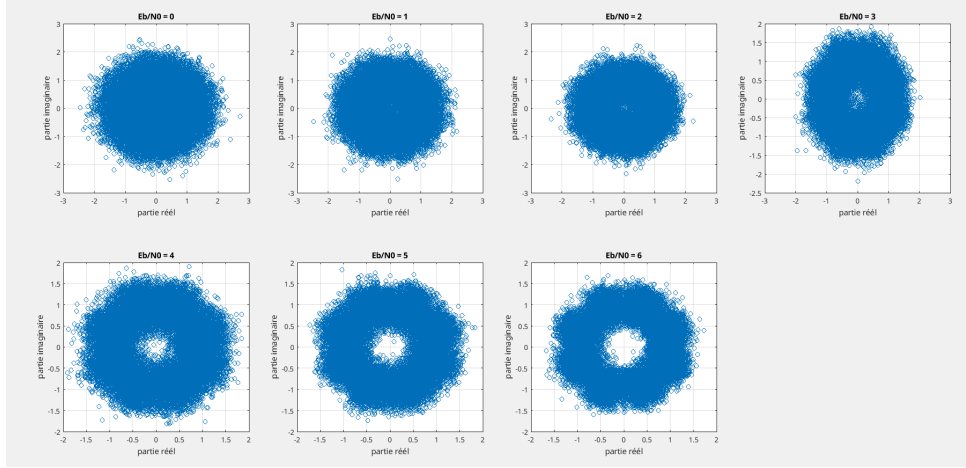


Fig. 15. – Constellation pour différents  $\frac{E_b}{N_0}$

Nous voyons que pour un  $\frac{E_b}{N_0}$  élevé, les répartitions du nombre d'occurrences nous montre bien les différentes valeurs de la constellation. Alors que pour un  $\frac{E_b}{N_0}$  faible, les points sont plus aléatoires, et donc le nombre d'occurrences de nos valeurs sont beaucoup plus difficiles à distinguer. Le bruit étant Gaussien, nous voyons que pour le TEB à 0, nous suivons plus une loi normale de notre répartition.

### Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique

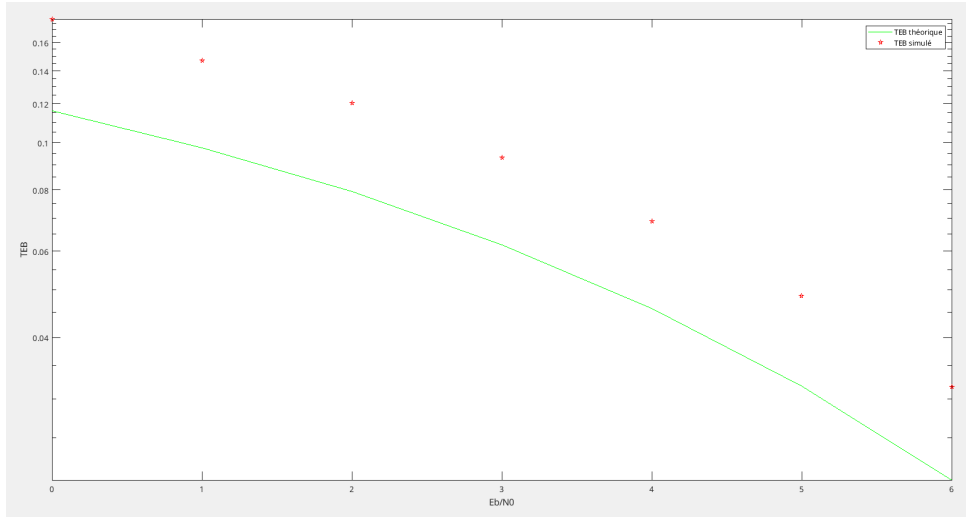


Fig. 16. – Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique

Nous voyons que la courbe du TEB simulé ne suit pas la courbe du TEB théorique, nous n'avons pas réussi à identifier l'origine du problème. Nous avons quand même réussi à obtenir deux courbes correspondantes en modifiant la valeur du TEB théorique d'un facteur  $\frac{3}{2}$ .

Nous avons pour équation du TEB théorique :  $\frac{2}{3}Q\left(\sqrt{6\frac{E_b}{N_0}}\right)$

Voici la nouvelle courbe en utilisant un facteur  $\frac{3}{2}$  :

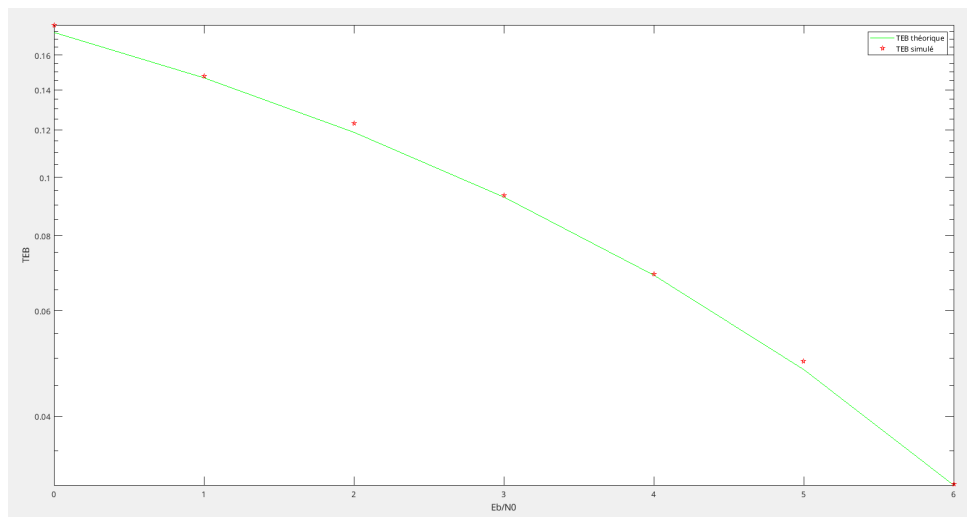


Fig. 17. – Comparaison du TEB simulé avec le TEB théorique

Nous garderons notre courbe avec une petite erreur en gardant en tête que notre courbe est décalée de  $\frac{2}{3}$ .

### Comparaison de l'efficacité spectrale et en puissance

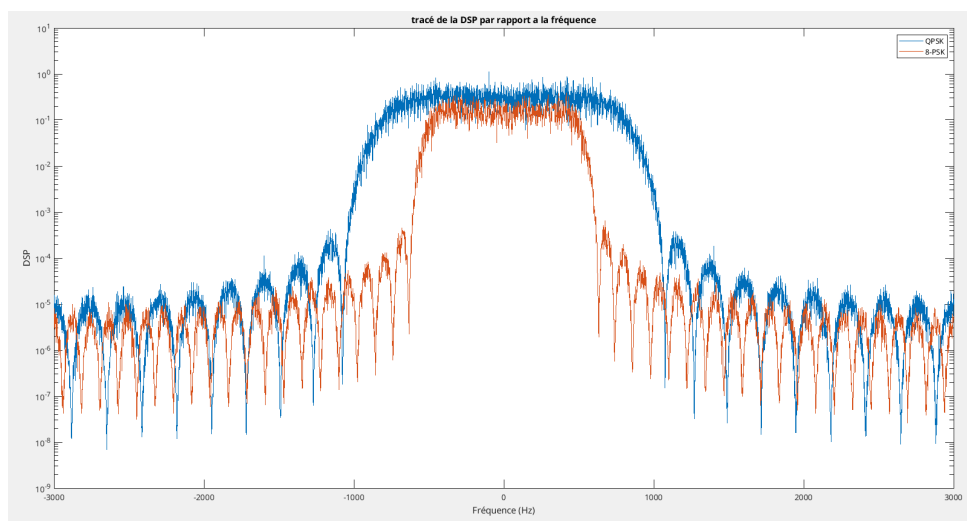


Fig. 18. – Comparaison de l'efficacité spectrale et en puissance

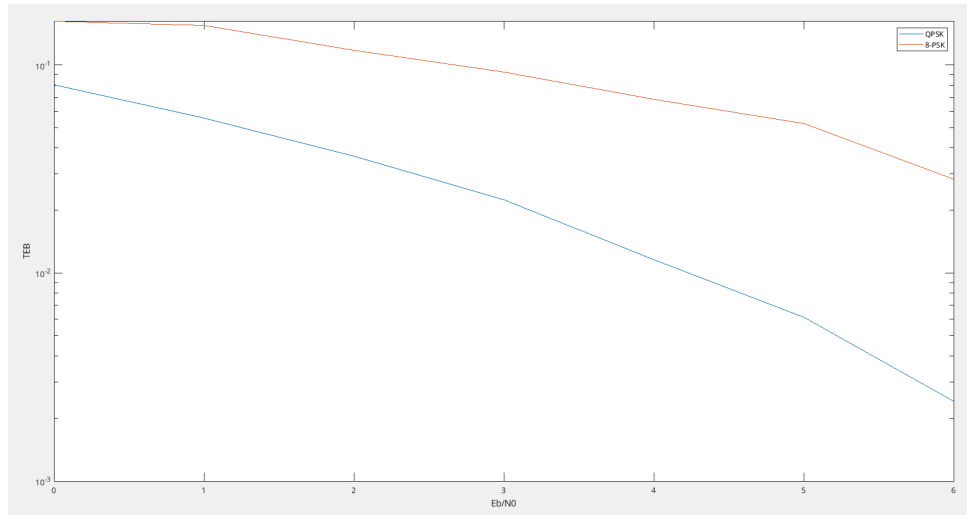


Fig. 19. – Comparaison de l'efficacité spectrale et en puissance

Nous voyons que l'efficacité spectrale est meilleur pour 8-PSK car nous avons la formule  $\eta = \frac{R_b}{B}$  sachant que  $R_b$  est fixe, seule la bande B peut différencier, hors dans 8PSK, nous avons un ordre de 8, alors que dans QPSK, nous avons un ordre de 4. Nous voyons aussi que l'efficacité en puissance est meilleur pour QPSK, car nous avons plus de bits par symbole, et donc un meilleur TEB pour un même  $\frac{E_b}{N_0}$ .

#### avantages et inconvénients des deux modulations

Nous voyons que 8-PSK a une meilleure efficacité spectrale, pour une même bande il transmet plus efficacement que QPSK. Mais QPSK a une meilleure efficacité en puissance, pour un même  $\frac{E_b}{N_0}$ , le TEB est meilleur pour QPSK. Nous pouvons donc dire que QPSK est plus performant que 8-PSK.

Nous pourrions donc choisir 8-PSK qui est un bon compromis si l'on est prêt à avoir un peu de bruit dans ce que l'on transmet afin de pouvoir le transmettre plus efficacement.