الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

École Nationale Supérieure de Technologie
Département : Génie Électrique et Informatique Industrielle.

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master en Télécommunication

Spécialité : Systèmes de Télécommunication et Réseaux

Étude comparative entre les standards DVB-S/DVB-S2 et DVB-S2X pour l'optimisation d'une chaîne d'émission-réception satellite au profit de TDA-Algérie

---

Réalisé par

BEN ABDERRAHMANE Kamelia

Soutenu publiquement : le 6 juillet 2022

Composition du Jury :

Président : M. HARAOUBIA Brahim,	Professeur	ENST
Promoteur : Mme. BOUTERFAS Malika,	Maître de Conférences	ENST
Co-promoteur : M. BOUTEKEDJIRT Taha,	Ingénieur	TDA
Examinateur1 : Mme. CHIALI Imane,	Maître de Conférences	ENST
Examinateur2 : M. BEGHAMI Sami,	Maître de Conférences	ENST

Année universitaire 2021-2022

Étude comparative entre les standards DVB-S/DVB-S2 et DVB-S2X pour l'optimisation d'une chaîne d'émission-réception satellite au profit de TDA-Algérie

BEN ABDERRAHMANE Kamelia[†], BOUTEKEDJIRT Taha[‡], BOUTERFAS Malika[*]
[*] Département Génie Électrique et Informatique Industrielle.
[†] École Nationale Supérieure de Technologie (ENST).
[‡] TéléDiffusion d'Algérie (TDA).
[‡] k_ben-abderrahmane@enst.dz.

***Abstract*—Avec l'exigence croissante de la communication par satellite, une nouvelle norme de diffusion par satellite (DVB-S2X) est proposée pour atteindre une plus grande efficacité. DVB-S2X fournit plusieurs modes de codage et de modulation adaptatifs pour obtenir une efficacité élevée. Cet article représente une étude de cette nouvelle norme DVB-S2X ainsi qu'une étude comparative entre les standards de diffusion satellite de la télévision qui sont DVB-S, DVB-S2 et DVB-S2X. Dans cet article nous nous sommes intéressés aux standards DVB-S/S2 et leur évolution DVB-S2X, une comparaison entre les trois standards (DVB-S/S2/S2X) de diffusion satellite de la télévision a été réalisée en terme de bande passante et d'autre paramètres qui les caractérises.**

***Index Terms*—DVB-S, DVB-S2, DVB-S2X, débit binaire, efficacité spectrale.**

I. Introduction

Ces dernières années, la nécessité de satisfaire la demande croissante pour les débits élevés a poussé l'investigation vers le développement de nombreuses techniques visant à augmenter le spectre des systèmes satellite. La norme DVB-S2 (Digital Video Broadcasting-Satellite) a d'abord été mise avant en 2003, qui a joué un rôle important dans l'augmentation des débits binaires [1]. Cependant, avec l'exigence croissante de la communication par satellite, une nouvelle norme a été proposée pour atteindre une plus grande efficacité. En 2014 l'Institut Européen des Normes de Télécommunication (ETSI) a approuvé les extensions optionnelles du système S2 identifiées par la dénomination DVB-S2 extension (DVB-S2X), qui maintient la structure principale de DVB-S2. Ce standard a apporté des améliorations aux standards précédents : DVB-S et DVB-S2. En effet, ces améliorations sont dédiées, en particulier, à l'augmentation de l'efficacité spectrale. Grâce à ce standard, les opérateurs de la télévision numérique peuvent agréger deux ou trois canaux de transmission par satellite pour offrir aux clients des débits de transmission élevés [2].

Dans cet article nous nous sommes intéressés aux standards DVB-S/S2 et leur évolution DVB-S2X, une comparaison entre les trois standards (DVB-S/S2/S2X) de diffusion satellite de la télévision a été réalisée en terme de bande passante et d'autres paramètres qui les caractérisent.

II. DVB-S2 et son évolution à DVB-S2X

Après quelques années de DVB-S, de nouveaux problèmes et possibilités sont apparus, ce qui a conduit au développement de la norme de deuxième génération de diffusion vidéo sur satellites DVB-S2. La modulation QPSK, qui était la seule utilisée par la norme DVB-S, était une énorme restriction concernant le débit de données, la nouvelle norme DVB-S2 (figure 1) a donc été conçue de manière plus efficace en améliorant la performance de l'ancienne d'environ 30% en utilisant les modulations: QPSK, 8-PSK, 16-APSK et 32-APSK (figure 2) [3].

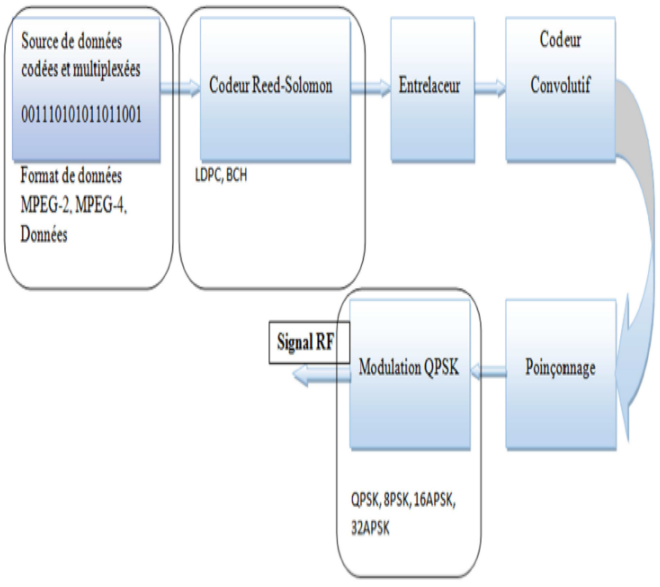


Fig. 1. La chaîne de transmission DVB-S2 [4].

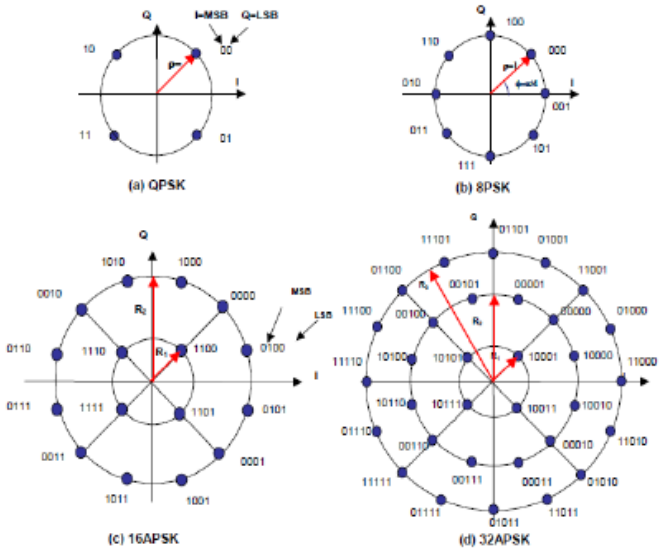


Fig. 2. Schémas de constellations pour QPSK, 8-PSK, 16-PSK, 32-PSK [4].

Les codages de canal utilisés en DVB-S2 sont les codes LDPC et BCH qui remplacent le codage reed Solomon utilisé en DVB-S.
Le roll off disponible pour le filtre cosinus surélevé à racine carrée sur la transmission, est de (0.2, 0.25) en DVB-S2 au lieu de 0.35 en DVB-S [4].

La nécessité de disposer de plus de ressources pour améliorer les services existants et de soutenir les nouvelles technologies, conduit au développement de l'extension de la norme DVB-S2 : DVB-S2X. Cette nouvelle norme permet d'augmenter les performances du débit de données, il sera donc possible d'ajouter de nouveaux utilisateurs, recevant plus de chaînes de télévision, et il rendra possible la diffusion de la nouvelle UHDTV (Ultra-high-definition television), ce qui était faisable avec DVB-S2 également, mais avec cette extension, cela aurait un impact plus important. DVB-S2X pourrait être utilisé dans différents domaines comme les contributions de diffusion, accès professionnel IP. Les technologies impliquées dans la norme sont variés, par exemple; différentes valeurs de roll off sont utilisées, comme 5%, 10% et 15% . Afin d'utiliser la bande passante de manière plus efficace de nombreux nouveaux MODCOD ont été introduits avec l'ajout des modulations d'ordres supérieurs telle que 64-APSK, 128-APSK et 256-APSK qui peuvent conduire à une amélioration de l'efficacité spectral proche de 51% par rapport au DVB-S2 [4].

III. La chaîne de transmission DVB-S2X

La chaîne de transmission DVB-S2X est basée sur la chaîne DVB-S2 bien établie dans la figure 1, utilise comme pour la DVB-S2, le code interne LDPC, schéma de correction d'erreur directe (FEC) en combinaison avec BCH comme code externe, mais avec des ordres de modulations supérieurs (64-APSK, 128-APSK et 256-APSK) et des valeurs améliorées de roll off (5%, 10% et 15%).

La trame en bande de base est traitée par l'encodeur BCH externe et l'intérieur LDPC. Ensuite, le mot de code est soumis à une modulation (64-APSK, 128-APSK et 256-APSK). La modulation, ainsi que le taux de code LDPC, sont choisi en fonction des conditions et du type de service. EN fin, le signal est filtré au moyen d'un filtre par le filtre cosinus surélevé roll off 5%, 10%, 15% [3].

IV. Débit binaire pour DVB-S2X

Le débit binaire en DVB-S2X se calcule par la même formule de débit binaire pour DVB-S2 qui dépend du nombre de bits par symbole (n) et la largeur de bande effective du canal radio (B) et est calculé par la formule $Db = n \times B$ [2].
Le paramètre B (expression (1)) dépend de la bande passante du canal BW, les bits d'information (K_{bch}) et les bits de bloc codés LDPC (n_{ldcp}) (Le taux des codes LDPC en DVB-S2X varie de (1/4) à (11/15) et le taux de codage BCH varient en fonction du taux de code LDPC).Il dépendent aussi du facteur de réduction du filtre numérique α. Le débit binaire pour le standard DVB-S2 est obtenu à l'aide de l'expression (2) [2].

$$B = BW \times (\frac{1}{1+\alpha}) \times (\frac{K_{bch}}{n_{ldcp}}) \quad (1)$$

$$Db = n \times BW \times (\frac{1}{1+\alpha}) \times (\frac{K_{bch}}{n_{ldcp}}) \quad (2)$$

V. Optimisation de la bande passante

Afin d'effectuer une comparaison entre DVB-S/DVB-S2 et DVB-S2X en terme de bande passante, et de l'efficacité spectrale, on cherche à minimiser la capacité de la bande passante (24 MHz) définiE pour assurer les transmissions télévisuelles des jeux méditerranéens d'Oran prévus du 25 juin au 06 juillet 2022, en gardant le même objectif qui est de diffuser quatre programmes HD en parallèle, avec un signal le plus robuste tout en occupant le maximum de la bande passante allouée. Pour cela, une étude est conduite sur la bande passante défini pour assurer les transmissions télévisuelles des jeux méditerranéens d'Oran (JM-Oran2022) (24 MHz) en utilisant le standard DVB-S2, avec un MODCOD (8-PSK, 3/4), en utilisant le standard DVB-S, avec un MODCOD (8-PSK, 3/4) et sur la bande passante de capacité 9 MHz, avec un MODCOD (256-APSK, 3/4) en utilisant le standard DVB-S2X. Cette étude exige le calcul des débits binaires (pour DVB-S2X on utilise la formule 1), puis le nombre de programmes HD (9 Mbits) et SD (6 Mbits) qu'on peut transmettre ainsi que la bande passante (BW) non utilisée, en utilisant les MODCODs cités. Les résultats de cette étude sont représentés sous forme des tableaux I, II, III.

- **Étude de la bande passante 24 MHz en utilisant les deux standards DVB-S/DVB-S2**

TABLE I
TABLEAU DES DÉBITS BINAIRES EN FONCTION DES PARAMÈTRES DE LA CHAÎNE DVB-S.

La modulation QPSK	
FEC	**3/4**
Le débit binaire brut (Mbit/s)	24.5752
le nombre de programmes HD/SD	**2 HD** et **1 SD**
La BW perdue (Mbit/s)	0.5752

TABLE II
TABLEAU DES DÉBITS BINAIRES EN FONCTION DES PARAMÈTRES DE LA CHAÎNE DVB-S2.

La modulation 8-PSK	
FEC	**3/4**
Le débit binaire brut (Mbit/s)	42.8083
le nombre de programmes HD/SD	**4 HD** et **1 SD**
La BW perdue (Mbit/s)	0.8083

- **Étude de la bande passante 24 MHz en utilisant le nouveau standard DVB-S2X**

TABLE III
TABLEAU DE DÉBITS BINAIRES EN FONCTION DES PARAMÈTRES DE LA CHAÎNE DVB-S2X.

La modulation 256-PSK	
FEC	**3/4**
Le débit binaire brut (Mbit/s)	46.1801
le nombre de programmes HD/SD	**5 HD**
La BW perdue (Mbit/s)	1.1801

OBSERVATION

En observant les valeurs des débits binaires obtenus dans les tableaux (I,II, III), il est à remarquer qu'en minimisant la largeur de la bande passante à une capacité de 9 MHz en utilisant la nouvelle norme DVB-S2X (256-APSK), des valeurs des débits binaire proches à celle obtenue avec une capacité de 24 MHz en utilisant les normes DVB-S (QPSK)/DVB-S2 (8-PSK) ont été obtenue.

INTERPRÉTATION

L'utilisation de la nouvelle norme DVB-S2X par rapport à la DVB-S2, garantit un gain en terme de bande passante jusqu'à plus de 50%. Alors, DVB-S2X permet d'optimiser la bande passante. Dans cet exemple, l'utilisation de la bande passante de capacité 9 MHz nous a donné les même résultats obtenus en utilisant une bande passante de capacité 24 MHz, tout en fixant le FEC à (3/4).

On en conclue, la solution optimale (bande passante 24 MHz, MODCOD (8-PSK, 3/4)) qui satisfait aux besoins de l'entreprise obtenus en utilisant le standard DVB-S2, peut être optimisée à une capacité de bande passante de 9 MHz, avec le MODCOD (256-APSK, 3/4) en utilisant la nouvelle norme DVB-S2X, en gagnant en terme de bande passante, ce qui porte un avantage considérable pour l'entreprise, surtout en terme de coûts.

Ainsi on peut transmettre le même nombre de programmes (jusqu'à cinq programme HD) en utilisant la DVB-S2X avec un bande passante de 9 MHz, qu'avec la DVB-S2 en utilisant la bande passante 24 MHz.

VI. COMPARAISON ENTRE LES STANDARDS DVB-S/DVB-S2 ET LA DVB-S2X

- Lors de la comparaison des normes DVB-S et DVB-S2 actuelle avec la mise en oeuvre complète des extensions S2 (activation de plus petits roll-offs, filtrage avancé et 256-APSK) des gains d'efficacité jusqu'à 51% (figure 3)peuvent être réalisés pour les applications par satellite.
- Options de roll-off plus petites de 5% et 10% par rapport aux valeurs 20, 25 et 35% utilisé en DVB-S/S2,
- Une extension du nombre de modes de modulation et de codage en DVB-S2X par rapport au DVB-S/S2,
- Schémas de modulation d'ordre supérieur (64/128/256APSK), par rapport au DVB-S/S2 qui utilisent les schémas modulations QPSK/8-PSK/16-APSK/32-APSK) ,
- La liaison de canaux peut combiner plusieurs porteuses différentes, augmentant ainsi l'efficacité des applications DTH,
- Le processus de mise à niveau de DVB-S2X est difficile car des millions d'appareils avec les normes DVB-S/S2 ont déjà été déployés dans le monde entier,
- Les appareils avec DVB-S2X sont plus chers que DVB-S/S2 [4].

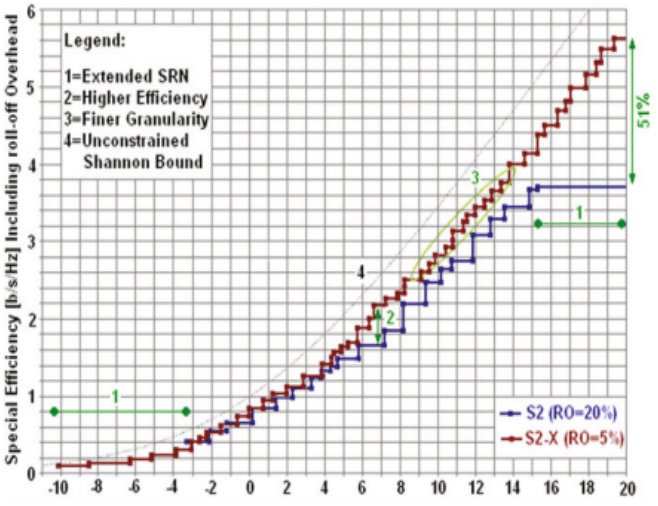


Fig. 3. Efficacité du DVB-S2X par rapport au DVB-S2 [4].

VII. Conclusion

Dans cet article, une nouvelle norme de diffusion par satellite (DVB-S2X), et une étude comparative entre les trois standards DVB-S, DVB-S2, DVB-S2X ont été établies. La nouvelle norme DVB-S2X permet une optimisation significative de la bande passante et un gain d'efficacité spectrale allant jusqu'à 51% par rapport aux norme DVB-S/DVB-S2 grâce à l'utilisation des ordres de modulations supérieurs (64-APSK, 128-APSK et 256-APSK) et des valeurs améliorées de roll off (5%, 10% et 15%).

References

[1] G. D. Broi and T. Erseghe, "Performance evaluation of DVB-S2X over satellite channels," p. 104.

[2] L. T. Jordanova, L. B. Laskov, and D. M. Dobrev, "Investigation on DVB-S2 Channel Characteristics," p. 4, 2014.

[3] C. Wang, D. Bian, F. Li, Y. Li, and J. Hu, "Subset Optimization of Adaptive Coding and Modulation Modes According to DVB-S2X," in Proceedings of the 2018 International Workshop on Bioinformatics, Biochemistry, Biomedical Sciences (BBBS 2018), (Hangzhou City, China), Atlantis Press, 2018.

[4] S. D. Ilcev, Global Mobile Satellite Communications Applications. Cham: Springer International Publishing, 2018.