

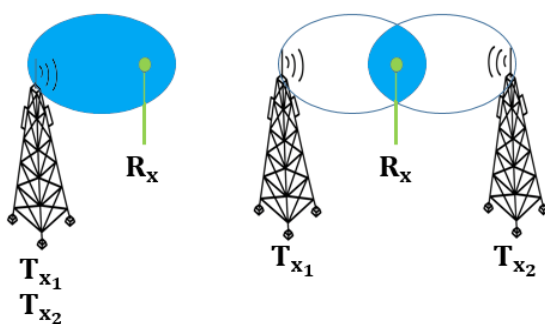
# TECHNIQUES MISO CO-LOCALISEE ET DISTRIBUEE DANS LES RESEAUX MONOFREQUENCE DVB-T2

*Abdoul-Warris Gbadamassi, Anne-Carole Honfoga, Véronique Moeyaert, Michel Dossou.*

*Laboratoire d'Électronique, de Télécommunication et d'Informatique Appliquée (Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi ; Bénin) & Département d'Electromagnétisme et des Télécommunications (Université de Mons ; Belgique). Contacts : (00229)61687224/97542744 ; email : [abdoulwarrisgbadamassi@gmail.com](mailto:abdoulwarrisgbadamassi@gmail.com)*

## I. INTRODUCTION

Le consortium DVB (Digital Video Broadcasting) a développé la seconde version de sa norme de télévision numérique terrestre sous l'acronyme DVB-T2 (DVB - Terrestrial Second Generation) répondant aux exigences techniques modernes (flexibilité, haut débit, évolutivité et efficacité spectrale). Plusieurs pays du monde dont le Bénin l'ont adopté. Cette norme a prévu le déploiement des topologies de diversité spatiale co-localisée et distribuée via la technique MISO (Multiple Input Single Output) chacune apportant un gain spécifique. Alors que la première topologie utilise des émetteurs localisés sur le même site, la seconde se sert d'émetteurs situés sur des sites distants (Fig. 1). Cette technique MISO est optionnelle et intégrée dans cette norme afin d'améliorer ses performances en fonction de l'environnement de propagation particulièrement dans un réseau mono-fréquence (Single Frequency Network : SFN). La technique MISO a été principalement étudiée dans la littérature scientifique pour mettre en évidence ses performances conjointement avec la technique de rotation de constellation. Certains travaux présentent les performances de la technique MISO en simulation en utilisant la rotation de constellation avec un démappeur itératif [1]. D'autres travaux s'attaquent aux défauts du SFN en proposant un SFN avec plus de deux émetteurs, ce qui permet à la technique de diversité spatiale de donner de bonnes performances [2]. Cependant, à notre connaissance, aucune étude antérieure n'a été faite sur la comparaison entre le MISO distribué et le MISO co-localisé. L'avantage de la MISO co-localisée est que les gains de diversité sont observés sur l'ensemble de la zone de couverture, et pas seulement dans les zones de chevauchement comme dans le cas de la MISO distribuée. L'avantage de la topologie MISO distribuée est qu'aucun nouvel équipement radio n'est requis dans le SFN existant, alors que celle co-localisée nécessite la duplication des émetteurs [3].



**Fig. 1 Topologies MISO co-localisée et distribuée**

En effet, comme la technique de rotation de constellation présente une meilleure performance [4] en présence d'un canal sélectif en fréquence mais induit en contrepartie une complexité de détection élevée [5], de nombreux radiodiffuseurs n'exploitent pas les avantages de cette technique dans le réseau. En outre, il y a une lacune dans la comparaison du gain de performance en utilisant les topologies MISO distribuée et MISO co-localisée. Cet article donne des détails complémentaires sur les performances de la technique MISO lorsque la rotation de constellation n'est pas utilisée. Les performances sont mises en

évidence dans le cas des topologies co-localisée et distribuée. Outre le Taux d'Erreurs Binaire (TEB) utilisé pour évaluer les performances du système, le Taux d'Erreur de Modulation (TEM) est utilisé.

## II. REVUE DE LITTERATURE

Cette section fait le point sur les divers travaux relatifs à la DVB-T2 et au MISO. En général, certains travaux liés au SFN et à la MISO dans la DVB-T2 sont discutés.

Une comparaison de la qualité de la couverture radio due à un système de télédiffusion numérique terrestre (DTTB) basé sur le MFN et le SFN a été effectuée [6]. Il a été montré que la couverture radioélectrique élevée obtenue avec le "SFN pour une couverture maximale" est raisonnablement plus élevée que celle obtenue avec le MFN. Les avantages de la technique MISO sur un réseau DVB-T2-SFN ont été identifiés [7]. Il a été conclu que la technique MISO permet d'améliorer le Rapport Signal à Bruit (RSB) reçu et garantit également que les ondulations et les encoches ne se produisent pas dans un SFN. Ce travail n'a concerné que la topologie MISO distribuée. Les performances des techniques MISO et SISO ont été comparées dans un système DVB-T2 en utilisant un scénario de réception fixe [1]. Il a été démontré que de meilleures performances sont obtenues avec la technique MISO par rapport à la technique SISO. La technique MISO vise à réduire les interférences destructives et à améliorer la couverture du réseau SFN. Aucune distinction n'a été faite entre les différentes topologies MISO-SFN, c'est-à-dire co-localisée et distribuée. Les performances de la DVB-T2 utilisant MISO avec des scénarios de transmission fixes spéciaux ont été étudiées. Les résultats ont montré que les conditions de transmission ont une influence différente sur la performance globale du système DVB-T2 basé sur la technique MISO [8]. Seul le réseau DVB-T2 SFN-MISO distribué a été considéré.

## III. MATERIEL ET METHODES

La simulation du système de transmission DVB-T2 a été réalisée à l'aide du simulateur CSP-DVB-T2 (Common Simulator Platform – DVB-T2). Le CSP est une implémentation logicielle utilisant MATLAB (Matrix Laboratory) du modulateur, du démodulateur et des modèles de canal DVB-T2.

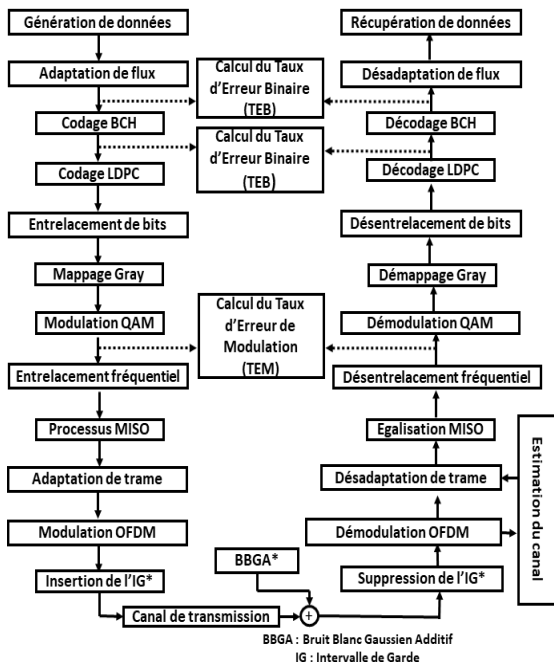


Fig. 2. Système implémenté

La méthodologie de simulation est résumée comme suit:

- 1- validation de notre simulateur par comparaison des résultats obtenus avec ceux présentés dans la norme DVB-T2 [9] en présence du Bruit Blanc Gaussien Additif (BBGA),
- 2- simulation du système DVB-T2 en présence des canaux F1, P1 (Rayleigh) et 0 dB écho (canal simulant un SFN) avec la technique SISO (Single Input Single Output),
- 3- simulation d'une transmission DVB-T2 avec la technique MISO dans les cas co-localisé et distribué en présence des deux canaux les plus sélectifs en fréquence (les canaux P1 et 0 dB écho).

#### IV. RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats ont montré que la technique MISO co-localisée est meilleure que celle SISO (Single Input Single Output) de 2,18 dB tandis que la technique MISO distribuée est meilleure que la SISO de 5,37 dB à un taux d'erreur binaire de  $10^{-5}$  en présence d'un canal P1 de Rayleigh. Pour un réseau SFN, la technique MISO co-localisée est meilleure que la SISO de 2,58 dB tandis que la technique MISO distribuée est meilleure que celle SISO de 15,24 dB pour un taux d'erreur binaire de  $10^{-5}$ . Les valeurs de Taux d'Erreur de Modulation (TEM) confirment l'amélioration des performances du système DVB-T2 lorsque le mode MISO distribué est exploité.

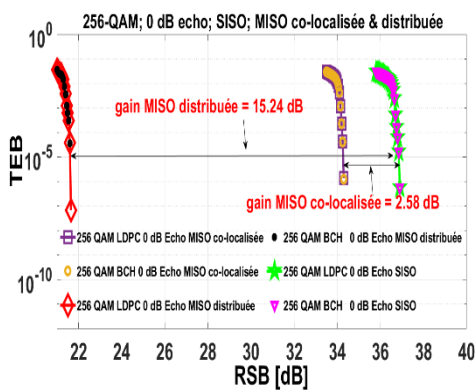


Fig. 3. Évolution du TEB en fonction du RSB après décodage LDPC et BCH pour une constellation 256-QAM pour le canal 0 dB écho avec les techniques SISO, MISO co-localisée et MISO distribuée

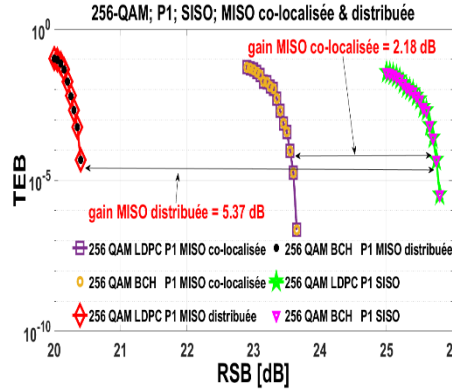


Fig. 4. Évolution du TEB en fonction du RSB après décodage LDPC et BCH pour une constellation 256-QAM pour le canal P1 avec les techniques SISO, MISO co-localisée et MISO distribuée.

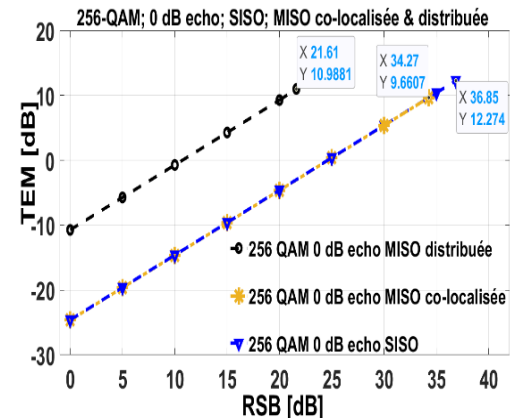


Fig. 5. Évolution du TEM en fonction du RSB avant démodulation QAM pour la constellation 256-QAM pour le canal 0 dB écho avec les techniques SISO, MISO co-localisée et MISO distribuée.

#### V. CONCLUSION

Dans cet article, l'impact de la technique MISO a été évalué lorsque la rotation de constellation n'est pas utilisée. Il est prouvé que la technique MISO avec la topologie distribuée présente une meilleure performance dans le cas du canal P1 (Rayleigh) et dans un environnement SFN. Ce travail vient aider les radiodiffuseurs dans le déploiement du réseau DVB-T2 pour optimiser la couverture du réseau. Pour obtenir ces résultats, une revue de littérature a été réalisée sur cette technique. Ensuite, le simulateur CSP-DVB-T2 a été étudié et les performances du système DVB-T2 ont été mises en évidence. Le simulateur a été modifié afin d'évaluer l'impact de MISO dans le système DVB-T2. En plus du Taux d'Erreurs Binaires (TEB) qui est utilisé pour évaluer performance du système, le Taux d'Erreur de Modulation (TEM) a été intégré dans le simulateur. Pour évaluer la performance du système, nous avons implémenté une version légère du système DVB-T2 et nous avons évalué la performance du système en présence du Bruit Blanc Gaussien Additif (BBGA) et des canaux sélectifs en fréquence en utilisant le BER. En outre, diverses modifications ont été apportées au simulateur pour simuler le système DVB-T2 pour simuler le système DVB-T2 MISO en présence d'un canal d'écho de 0 dB.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] L. Polak, O. Kaller, and T. Kratochvil, "SISO/MISO Performances in DVB-T2 and Fixed TV Channels," 38th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP), Prague, Czech Republic, July 2015
- [2] M. Tormos, C. Tanougast, A. Dandache, D. Masse and P. Kasser, "Modeling and performance evaluations of Alamouti technique in a single frequency network for DVB-T2," EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, pp.1-12, 2013.
- [3] J. L. Schadler, "ATSC 3.0 Boosting the Signal Strength – MISO," BEIT Proceedings, 2017.
- [4] N. Suwansukho and S. Promwong, "Evaluation of Rotated Constellation in DVB-T2 Based on Measurement Data," 5th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST), Luang Prabang, Laos, July 2019.
- [5] T. Kratochvil and R. Stukavec, "DVB-T Digital Terrestrial Television Transmission over Fading Channels," Radioengineering, vol.17, no. 3, pp. 96-102, September 2008.
- [6] S. Nepal et al., "A Comparative Study on Radio Coverage Due to DVBT2 Multi-Frequency Network (MFN) and Single Frequency Network (SFN)", Proc. of Int. Symp. BMSB, pp. 1-6, 2020.
- [7] L. Andoni and A. Biberaj, "Multi-Antenna Systems in DVB-T2/SFN Networks," International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES), ISSN (Online) 2319-183X, (Print) 2319-1821, vol.8, Issue 1, PP. 66-70, January 2019.
- [8] L. Polak, J. Kufa, R. Sotner and T. Kratochvil, "On the Performance of DVB-T2 MISO System: Special Fixed Transmission Scenarios, 31<sup>st</sup> International Conference Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA), pp. 1-4, April 2021.
- [9] EN 302 755 V1.4.1 (2015-07). Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2), European Standard ETSI, 2015.