

PLAN BENIN PROGRAMME DES JS_ISRADD 2021 AUF-CNFC



JOURNÉES SCIENTIFIQUES
" SCIENCES, CULTURE, ÉDUCATION ET DEVELOPPEMENT "
(PREMIÈRE ÉDITION JS_ISRADD 2021)

Lieu : CAMPUS /UAC, BÉNIN

SECRETARIAT : E-mail. contact@isradd-cfr.com
Tél. : +229 - 97 98 08 01 ; +229 - 90 50 74 35 ; +229 - 96 84 84 89 ; +229 - 66 28 43 23



M. SOHOUNHLOUÉ D.C.K.,
Prof. Titulaire Émérite., UAC, Bénin



M. DONARD O.F.X. Olivier,
Directeur de Recherche, CNRS, France

THÈME GÉNÉRAL :

RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES POUR LE DÉVELOPPEMENT
DU SECTEUR PRIVÉ : QUELLE INTERFACE POUR QUELLES APPLICATIONS DES RESULTATS ?



Mme PANNIER Florence,
Prof. Titulaire UPPA- France



M. KOUPHIN Charles
Président de l'UNEPES, Bénin

ORGANISATION DES COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES



ACTES DU COLLOQUE

JS-ISRADD 2021

**JOURNÉES SCIENTIFIQUES INTERNATIONALES
DE L'INSTITUT SCIENTIFIQUE DE RECHERCHE
APPLIQUÉE POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE**

Thème général :

Recherche scientifique et innovations technologiques
pour le développement du secteur privé : quelle interface
pour quelles applications des résultats ?

Actes du colloque

*Amphi Idris Déby Itno - Abomey-Calavi
du 25 Au 27 Janvier 2022*



SECRETARIAT: E-mail. contact@isradd-cfr.com
Tél.: + 229 - 97 98 08 01 ; + 229 - 90 50 74 35 ; +229 - 96 84 84 89 ; +229 - 66 28 43 23

ETUDE D'UNE BASE DE DONNÉES ISSUE DE L'OPÉRATEUR DE DIFFUSION RTBF (RADIO TÉLÉVISION BELGE FRANCOPHONE) SUR LA MOBILITÉ EN DVB-T.

Anne-Carole HONFOGA anne-carole.honfoga@umons.ac.be , Benoit VITRY bev@rtbf.be, Franco FANTUZZI ffa@rtbf.be, Michel DOSSOU michel.dossou@epac.uac.bj, Véronique MOEYAERT Veronique.MOEYAERT@umons.ac.be

Anne-Carole HONFOGA (Benin/UAC/EPAC/PHORAN, Belgique/UMONS), Benoit VITRY (Belgique/RTBF), Franco FANTUZZI (Belgique/RTBF), Michel DOSSOU (Benin/UAC/EPAC/PHORAN), Véronique MOEYAERT (Belgique/UMONS)
Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) / UAC
ATELIER GT1/ GT A21

Résumé :

Dans le cadre de l'augmentation du nombre des enseignants et des chercheurs dans les établissements d'enseignement supérieur du continent africain, en particulier le Bénin et d'une mise à disposition sur le marché d'un personnel qualifié en PHotonique et en Radiodiffusion Numérique, PHORAN a été mis en place en 2017 à l'Université d'Abomey-Calavi (UAC). Il s'agit d'un projet de formation en master, conçu dans le cadre d'une collaboration Nord-Sud de plusieurs universités telles que l'UAC, l'Université de Mons (UMONS), l'Université Catholique de Louvain (UCL) et de l'ARES (Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur) en Belgique. Pour répondre aux besoins des universités du Bénin en termes d'enseignants chercheurs en photonique et en radiodiffusion numérique, trois bourses de formation doctorale ont été octroyées. Je représente l'une des boursières actuellement en dernière année de thèse en Radiodiffusion numérique à l'UMONS. Dans le cadre de mes séjours à l'UMONS, j'ai eu la possibilité de collaborer avec deux ingénieurs de la Radio Télévision Belge Francophone (RTBF) sur les informations techniques du système Digital Video Broadcasting – Terrestrial First generation (DVB-T) actuellement opérationnel en Belgique. En effet, DVB-T (sa récente version DVB-T2 adoptée et déployée au Bénin) est une norme européenne de télévision numérique conçue normalement pour la réception fixe (réception avec antenne posée sur le toit) et la réception portable (réception à l'intérieur des bâtiments avec antenne posée sur le poste téléviseur). Cependant, plusieurs recherches menées dans la littérature ont abouti à une conception des récepteurs pouvant recevoir les signaux en réception mobile avec plusieurs antennes (récepteurs en diversité). Ce papier présente les résultats de l'étude des données obtenues par la RTBF dans le cadre des mesures de champs effectuées en réception mobile. Les résultats ont montré que la réception mobile est possible en DVB-T avec une vitesse allant jusqu'à 84km/h et une couverture du réseau de 94.34%.

Mots clés : Réception mobile, récepteurs en diversité, mesure de champ, DVB-T

Abstract

In the context of increasing the number of teachers and researchers in higher education institutions on the African continent, in particular Benin, and making available on the market qualified personnel in PHotonics and Digital Radiodiffusion, PHORAN has been created in 2017 at the University of Abomey-Calavi (UAC). It is a master training project, designed within the framework of a North-South collaboration of several universities such as UAC, University of Mons (UMONS), Catholic University of Louvain (UCL) and ARES (Academy for Research and Higher Education) in Belgium. To meet the requirements of Benin's universities in terms of research teachers in photonics and digital broadcasting, three doctoral training grants were awarded. I represent one of the scholarship holders currently in the last year of my thesis in

Digital Broadcasting at UMONS. During my stay at the UMONS, I had opportunity to collaborate with two engineers from Radio Television Belge Francophone (RTBF) on the technical information of the Digital Video Broadcasting - Terrestrial_First generation (DVB-T) system currently operational in Belgium. Indeed, DVB-T (its recent version DVB-T2 adopted and deployed in Benin) is a European digital television standard normally designed for rooftop antenna reception and portable indoor reception. However, several investigations in the literature have led to a design of receivers that can receive signals in mobile reception with several antennas (diversity receivers). This paper presents the results from study of the data obtained by the RTBF in the context of field strength measurements carried out in mobile reception. The results showed that mobile reception is possible in DVB-T with a speed of up to 84km/h and a network coverage of 94.34%.

Introduction :

La télévision numérique représente l'un des progrès phares du domaine de l'audiovisuel ayant été appliquée dans les années 1990 grâce à l'avènement du numérique. A cet effet, plusieurs normes de télévision ont été développées. Il s'agit des normes européennes, chinoise, japonaise et américaine. Les normes européennes sont celles adoptées ou déployées dans la plupart des pays de l'Afrique ou de l'Europe. Pendant que les pays européens ont migré tôt vers le numérique en adoptant la première génération de la norme de télévision numérique terrestre Digital Video Broadcasting – Terrestrial First generation (DVB-T), les pays africains ont pris du retard dans le processus de migration de l'analogique au numérique, ceci ayant conduit à l'utilisation de la norme DVB-T2 (Digital Video Broadcasting Second generation) lors de leurs déploiements. En Belgique, deux opérateurs de diffusion existent : l'opérateur Radio Télévision Belge Francophone (RTBF) et l'Organisme de Radiodiffusion Flamande (VRT). Le système DVB-T (publié par l'ETSI (European Telecommunication Standard Institute) en 1997) est opérationnel pour les deux opérateurs et dans la partie francophone, la migration vers DVB-T2 (publié par l'ETSI en 2009) est prévue.

En effet, le système DVB-T est conçu pour permettre la réception fixe et la réception portable. Le cas de la réception mobile n'ayant pas été pris en compte, plusieurs recherches effectuées dans la littérature scientifique ont permis toutefois de rendre possible la réception mobile en DVB-T. Depuis son développement en 1997, plusieurs recherches ont été effectuées dans le cadre d'une succession de projets européens. Il s'agit des projets VALIDATE (1998) [1], MOTIVATE (1999) [1], MCP (Multimedia Car Platform) (2000) [2], CONFLUENT (2002) [3] et CAVITE (Caractérisation du canal de propagation DVB-T appliquée à la réception en mobilité) (2009) [4]. Parmi ces différents projets, les projets MCP et CONFLUENT ont abouti à la conception des récepteurs en diversité pouvant permettre de recevoir le signal DVB-T en mobilité. Dès lors, plusieurs récepteurs DVB-T en diversité ont été mis sur le marché. Des mesures de champs ont été effectuées par l'opérateur RTBF en utilisant ces récepteurs en diversité afin d'évaluer la couverture du réseau et la vitesse maximale atteignable dans le cas de la réception mobile en DVB-T. Une base de données de 6925 points de mesures a été constituée, contenant les paramètres de transmission, la vitesse de réception mobile et les outils d'évaluation des performances tels que le niveau de champs reçu, le rapport signal sur bruit plus interférence.

Cet article présente l'étude de la base de données contenant les valeurs issues de 6925 points de mesures effectuées par l'opérateur RTBF. L'objectif a été d'étudier les résultats obtenus lors des mesures et de les comparer aux résultats issus de la norme et de la littérature scientifique afin d'identifier la couverture maximale et la vitesse maximale atteintes avec le récepteur en diversité DVB-T utilisé par la RTBF. Dans ce but, nous présentons dans une première partie la revue de littérature sur la réception mobile en DVB-T, dans une deuxième partie le schéma

synoptique et les caractéristiques d'un récepteur en diversité, dans une troisième partie les résultats issus du traitement et les discussions et en dernière partie la conclusion.

1. Revue de littérature sur la mobilité en DVB-T

Plusieurs études ont été menées afin de rendre effective la réception mobile dans le système DVB-T. En 1998, le projet VALIDATE a permis de confirmer une bonne réception du signal en DVB-T [1]. Ensuite, en 1999, le projet MOTIVATE a eu pour but d'identifier les paramètres du système DVB-T permettant d'assurer la réception mobile en DVB-T. Le projet MCP a ensuite suivi en 2000 ayant pour finalité la découverte des récepteurs en diversité pour la réception mobile des signaux DVB-T. Cet objectif a été poursuivi par le projet CONFLUENT qui a permis de caractériser les récepteurs en diversité, d'effectuer des mesures de champs dans le cas de la réception mobile et d'identifier la vitesse de 150 km/h atteignable avec les récepteurs en diversité. Ensuite, le projet CAVITE a été mis en place en 2009 afin de caractériser le canal de propagation en mobilité. Des recherches avancées ont été effectuées permettant ainsi d'exploiter d'autres techniques de traitement du signal DVB-T pour augmenter la vitesse du mobile en réception mobile. Il s'agit de la combinaison de 3 techniques : la technique de réception en diversité, la technique de modulation hiérarchique et la technique 'Application Layer-Forward Error Correction' (AL-FEC) permettant d'augmenter la vitesse du mobile jusqu'à 280km/h [5].

2. Caractéristiques d'un récepteur en diversité

Le phénomène fondamental de propagation gouvernant les caractéristiques d'un canal mobile est l'effet Doppler. Il se manifeste sur le signal par une modification de la fréquence porteuse : en effet, la fréquence du signal reçu diffère de la fréquence du signal transmis d'une valeur correspondant au décalage Doppler. Le principe de fonctionnement d'un récepteur en mobilité est présenté à la figure 1. Cette figure présente l'évolution du rapport porteuse à bruit, C/N (Carrier to Noise Ratio), en fonction de la fréquence Doppler. Plus la vitesse du mobile augmente, plus la fréquence Doppler ou le décalage Doppler augmente. Les différents points de cette courbe sont présentés comme suit :

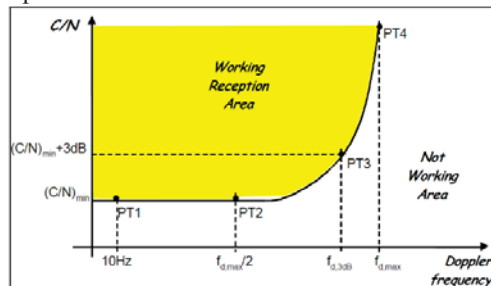


Figure 1 : Domaine de fonctionnement d'un récepteur DVB-T mobile [3]

- PT1 : Valeur du C/N à une fréquence Doppler très faible (par exemple 10Hz)
- PT2 : La valeur minimale du C/N qui caractérise le bruit maximal acceptable par le récepteur mobile
- PT3 : La valeur minimale du C/N + 3 dB qui donne l'indication de la vitesse limite en tenant compte d'une marge
- PT4 : La fréquence Doppler maximale qui caractérise la vitesse maximale qu'on peut atteindre quand le bruit n'est pas ajouté au signal ($C \gg N$).

3. Résultats et discussion

Les mesures sur le terrain se sont déroulées dans le cadre d'un réseau SFN constitué de 6 émetteurs situés à Bruxelles, Wavre, Profondeville, Tournai, Anderlues et Namur a été considéré. Lors des mesures, les paramètres tels que la vitesse du mobile avec la fréquence Doppler correspondante, le rapport porteuse à bruit (y compris l'interférence), le niveau de champ reçu et le MER (Modulation Error Ratio - rapport d'erreur de modulation) ont été considérés. La figure 2 présente le chemin parcouru pour la prise et les 6 sites émetteurs (représentés en couleur jaune). Les points de réception sont représentés en couleurs verte, jaune et orange. Les points en couleur verte montrent une bonne réception du signal, les points en couleur jaune montrent une réception du signal de qualité moyenne et les points en couleur rouge montrent une mauvaise réception du signal.

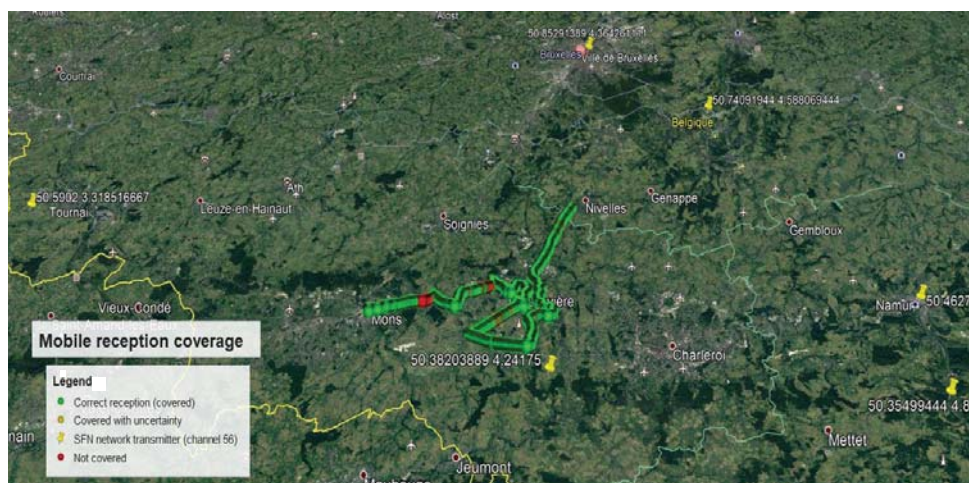


Figure 2 : Chemin des points de mesure du réseau avec indication de qualité

Les paramètres du signal tels que la largeur de bande du canal de 8MHz, le mode 8K (8192 sous-poteuses de l'Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)), la modulation 16-QAM (Quadrature Amplitude Modulation), le rendement de code (CR - Code Rate) $\frac{3}{4}$ et l'intervalle de garde (CP - Cyclic Prefix) $\frac{1}{4}$. La fréquence d'émission (fréquence porteuse) correspondante au canal 56 est de 754MHz. Deux critères de couverture ont été utilisés : le critère du rapport signal à bruit (y compris les interférences) et le critère du niveau de champs. Pour l'ensemble des données, le pourcentage de réception ont été calculés en suivant le critère de qualité ($C/N+i \geq 16\text{dB}$). Pour l'ensemble des données, le pourcentage des points correspondant à une bonne réception correspondant à une bonne couverture (points en couleur verte) est de 90,37%, le pourcentage correspondant à une incertitude de couverture (points en couleur jaune) est de 3,71% et le pourcentage lié à une mauvaise couverture (points en couleur rouge) est de 5,92%. La figure 3 présente l'évolution de l'occurrence des classes de points en fonction du $C/N+i$ et l'évolution de la fréquence Doppler. La fréquence Doppler maximale atteinte dans les échantillons de la base est de 58Hz correspondante à une vitesse maximale de 84km/h. D'après la figure 1, le domaine de fonctionnement du récepteur montre qu'un rapport C/N élevé n'implique pas directement une augmentation de la vitesse du mobile. Ce comportement s'observe sur la figure 3 où de faibles fréquences Doppler sont obtenues pour des valeurs de $C/N+i$ élevées. Lorsque le critère de niveau du champ reçu est utilisé, le pourcentage de couverture obtenu est de 94,39%.

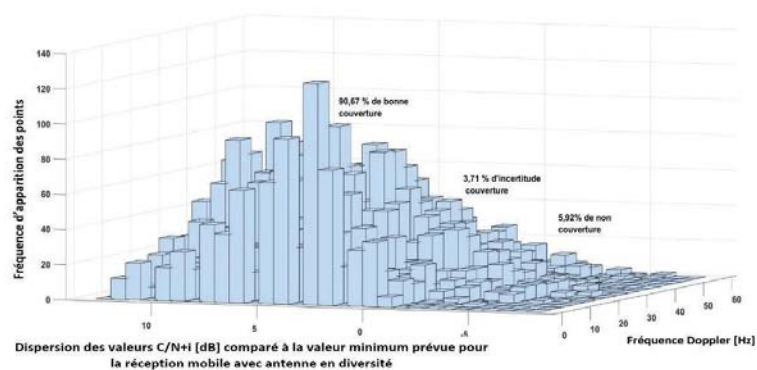


Figure 3 : Evolution du rapport signal à bruit plus interférence et de la fréquence Doppler

4. Conclusion

Les résultats issus de l'étude de la base de données de la RTBF ont montré que la réception mobile en DVB-T est possible grâce à l'utilisation des récepteurs intégrant une technique de diversité. La vitesse maximale atteinte dans le cas des mesures est de 84 km/h avec une couverture réseau de 94,64% en termes de niveau de champs et de 90,37% en termes de rapport signal sur bruit minimum. Ces résultats confirment les résultats obtenus dans la littérature scientifique. En outre, d'autres techniques de traitement du signal sont insérées dans le système DVB-T pour augmenter la vitesse maximale du véhicule comme la technique AL-FEC (Application Layer - Forward Error Correction).

Remerciements :

Les auteurs voudraient remercier Maurel AZAN-GNANDJI pour son assistance durant le traitement des données avec les fonctions de Matlab (Matrix Laboratory).

Références bibliographiques :

- [1] DVB project office, Validate and Motivate Partners, Facts, Australia & the Singapore Broadcasting Authority. DVB-T Field Trials Around the World. In June 1999 Geneva, Switzerland.
- [2] U. Schiek & F.Klinkenberg. The MCP terminal: A future platform for mobile services, Workshop on Multiradio Multimedia Communications. Berlin. Nov.2001.
- [3] Report on enhancements to receiver architecture and the limits of a real demodulator and processor chip in a portable and mobile environment. EU Confluent project. Deliverable 2.3. Nov. 2003.
- [4] Nivole, F., Brousseau, C., Avrillon, S., Lemur, D., Marie, F., & Bertel, L. (2009, March). Caractérisation du canal de propagation DVB-T appliquée à la réception en mobilité. In Journées Scientifiques 2009 d'URSI-France" Propagation et Télédétection" (p. 1).
- [5] López-Sánchez, J., Gomez-Barquero, D., Gozávez, D., & í s Cardona, N. (2012). On the provisioning of mobile digital terrestrial TV services to vehicles with DVB-T. IEEE transactions on broadcasting, 58(4), 642-647