

# RADIO ANALOGIQUE SUR FIBRE AVEC PLAN DE CONTRÔLE POUR LIEN FIWI

M. Wang<sup>1,2</sup>, D. Chevalier<sup>1</sup>, L. Anet Neto<sup>1</sup>, S. Barthomeuf<sup>1</sup>, G. Simon<sup>1</sup>, P. Chancelou<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Orange Labs, 2 avenue Pierre Marzin, 22300 Lannion, France

<sup>2</sup> IMT Atlantique, 655 Avenue du Technopôle, 29280 Plouzané

[minqi.wang@orange.com](mailto:minqi.wang@orange.com)

## RÉSUMÉ

Une transmission d'un signal radio LTE et d'un signal de contrôle en A-RoF est expérimentalement réalisée. L'évaluation de l'EVM LTE et les pertes paquets du signal de contrôle par rapport au budget optique sont présentées. Nous démontrons aussi l'optimisation en temps réel de paramètres LTE grâce au plan de contrôle.

**MOTS-CLEFS :** réseau d'accès optique ; A-RoF ; AMCC ; FiWi

## 1. INTRODUCTION

La fibre optique est devenue un élément clé des réseaux d'accès y compris pour apporter des très hauts débits sur les antennes 5G dans la prochaine génération mobile [1]. Dans le cadre du projet européen 5G-PHOS [2], la technologie FiWi (*Fiber-Wireless networks*) est proposée afin permettre la transmission de signaux radio sur deux segments du réseau, à savoir, un réseau optique d'accès et un réseau radio à fréquence millimétriques (mmW), comme montré dans la Fig. 1. En effet, le projet se centre sur une nouvelle technologie consistant à implémenter l'orientation de faisceaux mmW par voie optique, grâce à un réseau interférométrique accordable à base d'anneaux résonateurs. Cette approche est désignée *Optical Beamforming Network* (OBFN).

L'OBFN impose une transmission A-RoF (*Analog Radio Over Fibre*) entre les têtes radio mobiles (*Rooftop/Lamp post remote radio head*) et les éléments responsables de la création du signal FiWi (*Master/slave flexbox*) dans la Fig. 1. A l'entrée et à la sortie du système 5GPHOS (boîtes fonctionnelles en couleur orange dans la Fig. 1), nous avons des interfaces du réseau d'accès mobile 5G (S1, V1/F1, eCPRI) [1]. Ces interfaces sont ensuite transformées dans un signal A-RoF pour la propagation sur la chaîne FiWi en passant par le lien optique et les antennes mMIMO. Les interfaces 5G doivent être transportées de façon transparente et indépendamment de la découpe protocolaire LTE ainsi que des nœuds fonctionnels qui y résultent (CU, DU et RU, en bleu dans la Fig. 1) [1], [3]. De plus, les FlexBoxes doivent être programmables via un contrôleur SDN (*Software-Defined Network*) permettant d'optimiser la transmission FiWi et d'automatiser l'allocation de ressources selon l'utilisation. Dans ce cadre, différents paramètres pourront être réglés tels que la fréquence radio intermédiaire de signaux A-RoF, leur modulation ou les paramètres de l'OBFN correspondant à une orientation spécifique des faisceaux mmW.

Ici nous nous concentrons sur le segment fibre du lien FiWi 5GPHOS. Nous démontrons le transport d'un signal de contrôle AMCC (*Auxiliary Management and Control Channel*) responsable de la gestion de l'optimisation du lien FiWi ainsi que des signaux radio LTE (*Long Term Evolution*) correspondant au plan données de notre système. Le signal AMCC est encapsulé dans une trame Ethernet bas débit (<<100MEth) transposée en fréquence intermédiaire avant d'être émis dans la fibre. Nous évaluons les performances de plans de contrôle et de données et nous démontrons l'optimisation de la liaison fibre A-RoF en temps réel grâce au plan de contrôle.

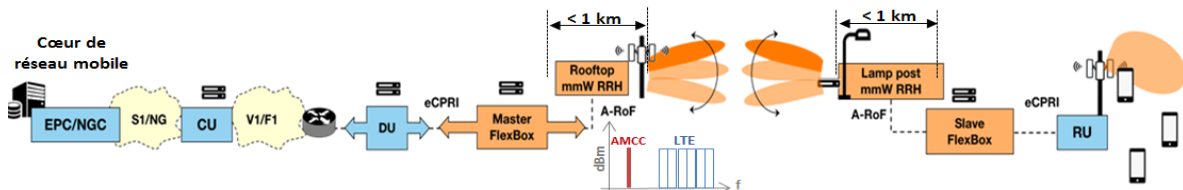


Fig. 1. Architecture FiWi proposée dans le cadre du projet 5G-PHOS



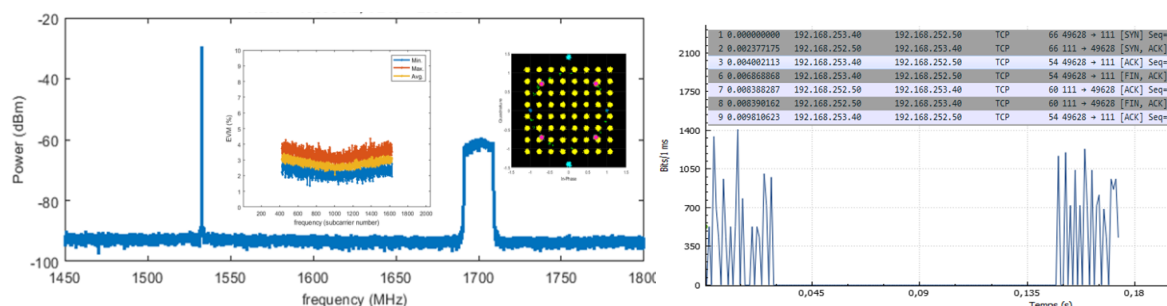


Fig. 4 : Spectre AMCC et LTE 64QAM avec l'EVM et la constellation LTE reçue (gauche). Capture des flux TCP sur port Ethernet de la Raspberry Pi (droite).

### 3. EXPERIENCES ET RESULTATS

Pour évaluer le signal de contrôle, des transmissions TCP/UDP sont réalisées avec l'outil 'iperf' dans un premier temps. Le signal AMCC est centré sur 1.542 GHz et le signal LTE de 20 MHz est centré sur 2.5 GHz avec modulation 16QAM sur les *resource elements* de type PDSCH (*Physical Downlink Shared CHannel*). L'EVM est donc mesuré par rapport à la puissance optique à l'entrée de la photodiode sans et avec le signal AMCC de 1 Mb/s et avec des distances de transmission optique de 0km et 1km (Fig. 3, gauche). La Fig. 3 (gauche) montre que l'EVM diminue asymptotiquement en augmentant la puissance d'entrée de photodiode. L'impact du signal de contrôle sur les performances du plan de données est relativement faible et des sensibilités de -10.5 dBm et -9.5 dBm sont atteintes à 0 km et 1 km respectivement pour un EVM de 12.5%. Les pertes de paquet Ethernet du signal de contrôle restent en moyenne inférieures à 4% et 5% à 0 km et 1 km respectivement.

Suite aux mesures précédentes, un script est appliqué pour automatiser et optimiser le mode de modulation du signal LTE (64QAM, 16QAM ou QPSK). Ceci est fait en paramétrant le générateur et l'analyseur LTE avec un signal TCP/IP. Le script initialise la modulation LTE à 64QAM (Fig. 4) et puis envoie une demande de mesure d'EVM à l'analyseur. Cette demande est encapsulée dans la trame Ethernet AMCC transposée en fréquence et traverse le lien A-RoF (Fig. 4). Si la valeur d'EVM mesurée est supérieure à certain seuil, un message de contrôle qui rétrograde la modulation à 16QAM sera envoyée au générateur et analyseur LTE. De plus, la Fig. 3 (droite) montre l'évolution de l'EVM avec la fréquence centrale du signal LTE (64QAM, bande de 20MHz). Notre script peut aussi être paramétré de sorte à optimiser la fréquence LTE par rapport à l'EVM. Typiquement, autour de 1,85 GHz, l'EVM LTE 64QAM est inférieur à 5% quand le signal AMCC est transmis en même temps et se stabilise à 3% sans signal de contrôle. Cette dernière approche permet de maximiser le débit des utilisateurs qui veulent avoir la meilleure performance.

### CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Nous démontrons expérimentalement la transmission d'un signal A-RoF avec plans de contrôle et de données. Les performances des signaux LTE (EVM) et AMCC Ethernet (perte de paquets UDP) transposés en fréquence sont évaluées par rapport à la puissance à l'entrée de la photodiode. Nous démontrons aussi l'optimisation de la fréquence centrale et du niveau de modulation LTE en temps réel grâce au signal AMCC. Un contrôleur SDN pourra être utilisé prochainement rendant possible l'abstraction du réseau 5G-PHOS et l'automatisation de paramètres.

### REFERENCES

- [1] P. Chanclou et al., "Mobile fronthaul architecture and technologies: A RAN equipment assessment," *Journal of Optical Communications and Networking*, 10(1), A1-A7, 2018.
- [2] Projet 5G-PHOS, H2020-ICT-2016-2, ICT-8-2016 (<http://www.5g-phos.eu/>).
- [3] A. El Ankouri et al., "Experimental Assessment of Real-time PDCP-RLC V-RAN Split Transmission with 20 Gbit/s PAM4 Optical Access." 2018 European Conference on Optical Communication (ECOC), 2018.
- [4] IEEE 802.3u, "Media Access Control (MAC) Parameters, Physical Layer, Medium Attachment Units, and Repeater for 100Mb/s Operation, Type 100BASE-T", 1995.