

P61 Transmission sur fibre optique en modulations multi-porteuses avec traitement numérique différé

Encadrant 1 : Michel Morvan

Département : OPT

Encadrant 2 : Raphaël Le Bidan

Département : SC

Encadrant 3 : Philippe Gravey

Département : OPT

Partenaire extérieur : Erwan Pincemin, erwan.pincemin@orange.com, Orange Labs

Mots clés : Télécommunications optiques, Détection cohérente, Traitement du signal

● CONTEXTE

Ces dernières années, les télécommunications optiques ont opéré un changement de cap majeur pour répondre à la très forte demande en débit de transmission, avec l'usage de systèmes à multiplexage en longueurs d'onde basés sur des formats de modulation d'ordre supérieur et une réception cohérente. Dans ce contexte, les modulations multi-porteuses s'avèrent particulièrement pertinentes pour leur efficacité spectrale élevée et leur tolérance accrue aux phénomènes de dispersion. Parmi celles-ci, l'OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), présentant une propriété intrinsèque d'orthogonalité entre fréquences sous-porteuses et une grande flexibilité d'implémentation, est une solution largement étudiée pour les futurs réseaux optiques. Cette approche présente toutefois deux inconvénients notables, à savoir la présence d'un préfixe cyclique et un support spectral non borné pour chaque sous-porteuse. Parmi les différentes alternatives, l'OQAM-OFDM (Offset Quadrature Amplitude Modulation - OFDM), permet de lever ces contraintes et d'améliorer l'efficacité spectrale. Cette évolution de l'OFDM s'est déjà révélée pertinente pour de futurs standards radio et est étudiée depuis peu dans le cadre des communications optiques.

● DESCRIPTIF SUCCINCT DU PROJET :

L'application à la transmission optique du format OQAM-OFDM a fait l'objet d'une étude théorique préliminaire dans le cadre d'un stage de master en 2014/15. Les simulations réalisées ont confirmé l'intérêt à approfondir cette étude, notamment pour comparer en détail ce format et l'OFDM. Le projet proposé porte sur l'assemblage d'une chaîne de transmission optique comprenant un émetteur laser, un modulateur électro-optique I&Q (c'est-à-dire des composantes en phase et en quadrature), un générateur de formes d'onde arbitraires (désigné généralement par l'acronyme anglais AWG, pour « Arbitrary Waveform Generator »), un tronçon de fibre optique monomode, un récepteur cohérent avec un oscillateur local suivi d'un oscilloscope temps réel et d'un ordinateur pour le traitement différé des signaux reçus. Il faudra notamment déterminer suivant les caractéristiques de ces différents éléments les paramètres des signaux à générer et transmettre, prendre en main les équipements et savoir les mettre en œuvre en respectant les procédures relatives à leurs accès optiques et électriques. Il faudra également comprendre et implémenter, en s'appuyant sur les travaux antérieurs, les algorithmes nécessaires au traitement des données en réception. Ensuite il faudra faire fonctionner la chaîne de transmission, acquérir les résultats, les comparer aux simulations théoriques et, si besoin, effectuer des simulations complémentaires avec un programme déjà disponible.

● **LIVRABLES :**

- étude bibliographique sur la détection cohérente et les modulations multi-porteuses en transmission optique 15% ;
- réalisation d'une liaison directe en électrique entre AWG et oscilloscope (10%);
- prise en main du modulateur optique I&Q et mise en place de celui-ci (25%) ;
- mise en place du récepteur cohérent et du traitement de signal en réception (30%) ;
- assemblage et caractérisation de la chaîne de transmission, comparaison avec les résultats de modélisation (20%).

● **OBJECTIFS PEDAGOGIQUES :**

A l'issue de ce projet les élèves devraient être capables de :

- Maîtriser les principaux équipements d'un laboratoire de transmission optique ;
- Comprendre les évolutions des technologies de transmission optique et modéliser un système de transmission moderne avec le logiciel de simulation VPI™ ;
- Bien appréhender les algorithmes de base utilisés en communication numérique sur une fibre optique monomode.

● **PRE-REQUIS:**

- majeure MTS
- majeure ou mineure ELP