

## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

**Monsieur Taha ESSALIH** est autorisé(e) à présenter ses travaux en vue de l'obtention du diplôme national de DOCTORAT délivré par l'école CENTRALE MARSEILLE

**Le 12 mars 2021, à 10h00**

à : Salle Pierre Cotton  
Institut Fresnel, 52 avenue escadrille Normandie Niemen, 13013 Marseille

**Titre: Schémas de transmission à haute efficacité spectrale pour les systèmes de communication optique sans fil sous-marins.**

Ecole doctorale : ED 352 Physique & Sciences de la Matière

Spécialité : Optique, Photonique et Traitement d'Image

Rapporteurs :

Monsieur Éric SIMON, Maitre de Conférences, Université de Lille I, France.  
Monsieur Laurent ROS, Professeur, Université de Grenoble-Alpes, France.

Membres du Jury

Monsieur Éric SIMON, Maitre de Conférences, Université de Lille I, France.  
Monsieur Laurent ROS, Professeur, Université de Grenoble-Alpes, France.  
Monsieur Stanislav ZVANOVEC, Professeur, Czech Technical University, Prague Tchèque, République.  
Madame Muriel ROCHE, Maitre de Conférences, Institut Fresnel /école Centrale de Marseille, France  
Monsieur Mohammad-Ali KHALIGHI, Maitre de Conférences, Institut Fresnel / école Centrale de Marseille, France.  
Monsieur Hassan AKHOUAYRI, Professeur, Institut Fresnel / école Centrale de Marseille, France.

**Abstract:**

Emerging maritime applications such as ecological monitoring, natural resource discovery, and port security have an inherent need for high data-rate underwater wireless links. Underwater wireless optical communications (UWOCs) are recognized as a cost-effective and energy-efficient alternative or complementary technology to acoustic and radiofrequency underwater communication systems. To extend the transmission range of UWOC systems, there has been a growing interest in employing silicon photo-multipliers (SiPMs) at the receiver, which ensure high sensitivity in addition to several implementation and operational advantages, as compared with photo-multiplier tubes, for instance.

This thesis studies SiPM-based UWOC links and focuses on the appropriate signalling schemes that offer high spectral efficiency in order to overcome the bandwidth limitation of SiPMs and/or emitting devices. We consider, in particular, optical orthogonal frequency-division multiplexing (O-OFDM) schemes and investigate their advantages and limitations by taking into account the limited dynamic range of the transmitter and the receiver, as well as the constraint on the transmit electrical power.

We start by studying the performance of the two popular schemes of DC-biased and asymmetrically-clipped O-OFDM (DCO- and ACO-OFDM), and show the advantage of the former in terms of link range flexibility. We further consider a few recently-proposed spectrally-enhanced schemes including the hybrid ACO and the layered ACO (HACO- and LACO-OFDM) and show the good compromise that they make between energy efficiency and operational range flexibility, at the cost of a higher computational complexity and a longer delay latency at the receiver.

## **Résumé :**

Les applications maritimes émergentes ont un besoin inhérent de liaisons sans-fil à haut débit. Les communications optiques sans-fil sous-marines (UWOC) permettent d'atteindre des débits très élevés et sont reconnues comme une technologie alternative ou complémentaire aux systèmes de communication sous-marine acoustiques et radiofréquences avec les avantages indéniables en termes d'efficacité énergétique et de coût. Pour étendre la portée des liaisons UWOC, il y a eu un intérêt croissant depuis quelques années pour l'utilisation des photomultiplicateurs en silicium (SiPM) au récepteur, qui permettent une sensibilité élevée, en plus d'une mise en œuvre moins complexe comparé aux tubes photomultiplicateurs, pour exemple.

Cette thèse est consacrée à l'étude des liaisons UWOC utilisant des SiPMs et se concentre sur les schémas de transmission qui offrent une efficacité spectrale élevée afin de surmonter les limitations de bande passante des composants optoélectroniques. En particulier, nous considérons les schémas optiques de multiplexage orthogonal par répartition en fréquence (O-OFDM) et étudions leurs avantages et limites en tenant compte de la dynamique limitée de l'émetteur et du récepteur et de la contrainte sur la puissance à l'émission. Dans un premier temps, nous étudions les performances des deux schémas populaires de DCO-OFDM et ACO-OFDM et démontrons l'avantage du premier en termes de flexibilité de la portée de liaison UWOC. Ensuite, nous nous intéressons à plusieurs schémas d'O-OFDM récemment proposés pour améliorer leurs efficacités spectrales, tels que le HACO-OFDM et le LACO-OFDM. Nous montrons, entre autres, le bon compromis qu'ils font entre l'efficacité énergétique et la flexibilité de la portée, au prix d'une complexité calculatoire plus élevée et d'une latence plus importante au niveau du récepteur.