



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr **FAKCHICH Abdeslam**
Soutiendra : le **Lundi 21/07/2025 à 10H00**
Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

« **Wireless Optical MIMO Channel Modeling in the Presence of Turbulence and Pointing Errors** »

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication**
Spécialité : **Génie Electrique**

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
ABDI Farid	Faculté des Sciences et Techniques, Fès	PES	Président
EL ALAMI Ali	Faculté des Sciences et Techniques, Errachidia	MCH	Rapporteur & Examineur
EL KADDOUHI Samir	Ecole Normale Supérieure, Meknès	MCH	Rapporteur & Examineur
EL-KASRI Chakir	Faculté Polydisciplinaire, Taza	MCH	Rapporteur & Examineur
EL GHZAOUI Mohammed	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	PES	Examineur
EL YAAKOUBI Ali	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	MCH	Examineur
EL ALAMI Rachid	Faculté des Sciences Dhar EL Mahraz, Fès	MCH	Directeur de thèse



Résumé :

Les systèmes de communication optique sans fil (WOC) offrent des débits de données considérablement plus importants que ceux qui se servent des fréquences radio. Néanmoins, les perturbations atmosphériques ou océaniques et les erreurs de pointage peuvent altérer la performance de ces dispositifs de communication, diminuant significativement leur fiabilité et la qualité du service qu'ils offrent. Dans ce cadre, nous avons analysé les effets de l'évanouissement, provoqué par les turbulences dans l'atmosphère et sous l'eau, sur les performances des liaisons optiques sans fil. L'expression analytique de l'effet de la turbulence a été dérivée grâce au modèle Gamma-Gamma. De plus, en combinant les conséquences d'erreur de pointage avec l'évanouissement, nous avons mis au point un modèle complet pour le BER moyen. Nous avons analysé les techniques de diversité pour augmenter la robustesse et la performance des systèmes WOC, en particulier les configurations MIMO (Input Multiple Output Multiple). Selon la simulation, l'augmentation du nombre d'émetteurs et de récepteurs entraîne une diminution du BER moyen, qui atteint en moyenne 10^{-9} sans nécessiter un SNR moyen important (ce qui signifie une baisse de la puissance du faisceau). De plus, on estime que le mécanisme WOC-MIMO, où $M = N = 3$, est la technique optimale pour la transmission d'informations dans des conditions atmosphériques et marines. Afin d'améliorer la performance BER moyenne des liaisons WOC, nous avons réalisé une comparaison entre diverses méthodes de détection et de modulation employées dans les systèmes WOC. Cette recherche analyse les résultats de chaque méthode de modulation et de détection face aux impacts de la turbulence ambiante et d'erreur de pointage.

Mots clés : WOC, UNWOC, MIMO, BER, SNR, Power Penalty, Gamma-Gamma.



WIRELESS OPTICAL MIMO CHANNEL MODELING IN THE PRESENCE OF TURBULENCE AND POINTING ERRORS

Abstract :

Wireless optical communication (WOC) systems enable the transmission of very high data rates compared to systems using radio frequencies. However, the effects of atmospheric or oceanic turbulence and pointing errors can degrade the performance of these communication systems, significantly reducing their reliability and quality of service. In this context, we studied the impact of fading, caused by atmospheric and oceanic turbulence, on the performance of wireless optical communication links. We derived the analytical expression for the average bit error rate (BER) using the Gamma-Gamma model. Additionally, we combined the effects of pointing errors with fading, resulting in a comprehensive model for the average BER. To further enhance the robustness and efficiency of WOC systems, we investigated diversity techniques, specifically Multiple Input Multiple Output (MIMO) configurations. The simulation results indicate that as the number of transceivers increases, the average BER decreases, reaching the reference average BER value of 10^{-9} without requiring a large value of average SNR (which means reducing the beam power). Moreover, the WOC-MIMO system with $M = N = 3$ is identified as the optimal choice for data transmission in both atmospheric and oceanic media. To optimize the average BER performance of WOC links, we conducted a comparative study of different detection and modulation techniques used in WOC systems. This study evaluates the performance of each modulation and detection technique under the effects of atmospheric turbulence and pointing errors.

Key Words : WOC, UNWOC, MIMO, BER, SNR, Power Penalty, Gamma-Gamma.