

Saif Eddine Hadji
Doctorat en ingénierie

MEMBRES DU JURY

Président
Monsieur Nahi Kandil, ing., Ph. D.
Professeur
École de génie, UQAT

Directeur de recherche
Monsieur Mourad Nedil, ing., Ph. D.
Professeur
École de génie, UQAT

Membres externes
Monsieur Halim Boutayeb, ing., Ph. D.
Professeur, Département d'informatique et d'ingénierie
UQO

Monsieur Khelifa Hettak, Ph. D.
Chercheur - Centre de recherches sur les communications

SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

ÉCOLE DE GÉNIE

Soutenance de thèse de
Saif Eddine Hadji
Doctorat en ingénierie

Programme offert en extension en vertu
d'une entente avec l'UQAC

« Caractérisation et modélisation d'un
canal minier souterrain MIMO massif à
des ondes millimétriques en utilisant les
techniques d'intelligence artificielle »

Le vendredi **2 mai 2025**
à 8 h 30 au local C-200 du campus
de l'UQAT à Rouyn-Noranda

HUMAINE
>>> CRÉATIVE
AUDACIEUSE



UQAT

Saif Eddine Hadji

Doctorat en ingénierie

2020-Présent

Doctorat en ingénierie*

École de génie

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Québec, Canada

2016

Master en génie

Université de Technologie de Malaisie (UTM)

Johor, Malaisie

2009

Diplôme d'ingénieur d'état en génie électrique | Télécommunications

École Polytechnique, Alger, Algérie.

Caractérisation et modélisation d'un canal minier souterrain MIMO massif à des ondes millimétriques en utilisant les techniques d'intelligence artificielle

La transformation numérique de l'industrie minière favorise l'émergence du concept de « mine intelligente », où les communications sans fil jouent un rôle essentiel pour améliorer la durabilité et la compétitivité des opérations. Les réseaux 5G privés sont particulièrement stratégiques dans les régions éloignées, où les infrastructures de communication restent limitées. Leur déploiement requiert une optimisation de la bande passante et de l'efficacité spectrale, notamment par l'utilisation des ondes millimétriques et des technologies MIMO massives. Toutefois, en environnement souterrain, marqué par des surfaces irrégulières, des espaces confinés et des structures complexes, une compréhension approfondie des mécanismes de propagation des ondes est indispensable pour assurer une intégration efficace de ces réseaux.

La première contribution de cette thèse consiste en une étude expérimentale novatrice du canal MU-MIMO massif en ondes millimétriques dans un environnement minier souterrain. Une campagne de mesures a été menée à 28 GHz en exploitant une liaison radio sur fibre 'RFoF' pour étendre la portée. L'analyse a porté sur l'atténuation du trajet, la dispersion temporelle, la sélectivité fréquentielle et la capacité du canal. Les résultats obtenus mettent en évidence des caractéristiques spécifiques de propagation en milieu souterrain et offrent une comparaison approfondie avec d'autres environnements.

La seconde contribution concerne la modélisation du canal à l'aide de l'intelligence artificielle. Un modèle de réseau neuronal profond (DNN) a été développé pour prédire l'affaiblissement du trajet à 28 GHz, puis étendu à d'autres fréquences (26 GHz et 38 GHz) grâce à un modèle multi-source. Ce dernier combine l'atténuation en espace libre, des mesures expérimentales et un modèle cGAN pour générer des données synthétiques, réduisant ainsi le besoin de campagnes de mesure supplémentaires. Les résultats montrent que le modèle DNN offre une précision supérieure aux approches classiques, tandis que le modèle multi-source permet une prédition efficace de l'atténuation à différentes fréquences. Cette étude contribue à l'optimisation de la conception des réseaux sans fil en milieu minier et pourrait accélérer l'intégration des technologies avancées pour des opérations plus sécurisées et efficaces.

*Programme offert en extension à l'UQAT en vertu d'une entente avec l'UQAC

