



Stage Bac+5

Analyse d'une liaison radio près du sol dans le cadre d'un milieu stratifié ou à gradient d'indice

Contexte :

La conception et la planification de systèmes de communication sans-fil nécessitent une caractérisation précise de la propagation des ondes dans leur environnement. Une demande de modélisation concerne les systèmes sans-fil fonctionnant près ou dans un milieu à pertes qui deviennent aujourd'hui une partie intégrante de nombreuses infrastructures. Différents exemples d'application peuvent être mentionnés, tels que les réseaux de capteurs près du sol pour la surveillance de l'environnement ou les réseaux de capteurs souterrains pour l'agriculture de précision ou la surveillance sous-marine. La présence du milieu à pertes crée un certain nombre de nouveaux problèmes dans la modélisation de la propagation des ondes qui doivent être compris, modélisés, simulés et validés.

Dans le cadre de la thèse de doctorat de Hocine Belaid (2021-2025), des avancées théoriques corroborées par des résultats expérimentaux concernant une liaison radio près du sol ont été réalisées. Dans ces études, le sol est considéré comme un milieu semi-infini, homogène à pertes.

Dans le cadre de ce stage, nous souhaitons explorer l'impact d'un sol stratifié ou d'un milieu à gradient d'indice sur la liaison radio près de l'interface. Il s'agit d'évaluer la transmission radio entre deux antennes situées proches du sol en fonction des caractéristiques géométriques et électriques de l'interface et des paramètres de la liaison radio (hauteurs d'antennes, fréquence de fonctionnement, polarisation de l'onde).

Ces travaux pourraient s'appliquer à la surveillance des structures de génie civile par contrôle non destructif. L'étude sera effectuée dans le cadre d'une collaboration avec les chercheurs de l'université Gustave Eiffel basés à Nantes.

Objectifs :

Les travaux menés au laboratoire ESYCOM ont proposé des avancées théoriques concernant une liaison radio près du sol et/ou enfouie. Les résultats théoriques du modèle proposé ont été publiés dans 2 revues internationales [1], [2]. Des premiers résultats empiriques, corroborant le modèle théorique, ont fait l'objet d'une publication dans une conférence internationale [3]. Ces travaux antérieurs traitent de la modélisation du problème direct d'une liaison proche d'une interface. Dans le cadre de ce stage, nous ouvrons un nouveau volet scientifique avec une modélisation du problème inverse à proximité d'une interface complexe. Cette interface représente un sol stratifié ou à gradient d'indice suivant les cas. Les étapes de travail seront orientées sur deux axes : modélisations et mesure.

- Modélisations EM
 - Problème directe en tenant compte d'une interface complexe

- Problème inverse en tenant compte de l'interface simple puis de l'interface complexe.
- Mesure de la liaison près du sol pour les différentes interfaces et comparaisons avec les modèles

Profil du candidat :

- La rigueur scientifique et un intérêt pour l'expérimentation sont demandés.
- Le goût pour l'électromagnétisme et la propagation des ondes est nécessaire.
- Des compétences en mesures hyperfréquences sont les bienvenues.

Encadrement :

Le stage de 4 à 6 mois sera réalisé au laboratoire ESYCOM, université Gustave Eiffel sous l'encadrement de deux enseignants chercheurs :

- Benoit Poussot, Maître de conférences, ESYCOM/UGE
- Shermila Mostarshedi, Maîtresse de conférences, ESYCOM/UGE

Candidature :

Pour candidater, envoyer le CV, la lettre de motivation et les résultats académiques par courrier électronique à : Benoit Poussot (benoit.poussot@univ-eiffel.fr) et Shermila Mostarshedi (shermila.mostarshedi@univ-eiffel.fr).

Références :

- [1] H. Belaid, S. Mostarshedi, B. Poussot, J.-M. Laheurte, "On the Validity of the Asymptotic Near-Ground Propagation Model of Hertzian Dipole for Finite-Length Dipole Antennas," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, no. 12, vol. 21, pp. 2357-61, 2022.
- [2] H. Belaid, S. Mostarshedi, B. Poussot, J.-M. Laheurte, "Accurate Estimation of the Lateral Wave's Contribution to the Radiated Fields of a Vertical Electric Dipole Embedded in a Lossy Half-Space," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 2024 Sep 9.
- [3] H. Belaid, S. Mostarshedi, B. Poussot, J.-M. Laheurte, "A Preliminary Experimental Demonstration of the Norton Surface Wave in a Radio Link," *International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA)*, 2024 Sep 2-6.