



Proposition de sujet de stage recherche – PFE – Master 2

Année 2025-2026

Titre : Caractérisation du canal radio G2A/A2G pour des communications 5G/6G : Simulation et Validation des mesures

Lieu de stage : XLIM – Futuroscope / LIAS

Durée du stage : 4 à 6 mois

Responsable : BOEGLÉN Hervé / LAUNAY Frédéric

Contacts : frederic.launay@univ-poitiers.fr, herve.boeglen@univ-poitiers.fr

Contexte : Les communications UAV (Unmanned Aerial Vehicle)-sol via les réseaux 5G représentent un enjeu majeur pour l'intégration des véhicules aériens dans l'espace aérien civil et les applications IoT aéroportées. Les canaux air-sol (A2G) présentent des caractéristiques spécifiques liées au mouvement 3D des plateformes aériennes, créant des environnements de propagation non-stationnaires avec des variations temporelles et spatiales importantes.

Objectifs : L'étudiant devra développer une méthodologie d'estimation de canal exploitant les mesures 4G/5G réelles collectées par un sondeur de canal embarqué (drone/montgolfière) équipé d'un GPS haute précision. Le travail s'articule autour de trois axes principaux :

1. Exploitation des signaux de référence 4G LTE/5G NR par simulation :

- Utilisation des signaux PSS (Primary Synchronization Signal) et SSS (Secondary SS) pour la synchronisation temps-fréquence et l'estimation initiale du canal.
- Analyse des signaux PBCH-DMRS (Demodulation Reference Signals) pour l'estimation fine du canal.
- Exploitation du préfixe cyclique (CP) pour l'estimation du décalage Doppler sans pilotes additionnels.

2. Défis techniques spécifiques au canal aérien par simulation:

- Compensation du décalage Doppler important (jusqu'à plusieurs kHz) lié à la vitesse relative élevée entre l'UAV et la station de base.
- Gestion de la dominance du trajet LoS (Line-of-Sight) et de l'augmentation des pertes de propagation avec l'altitude due à l'inclinaison des antennes des stations de base.

3. Modélisation du canal : A partir de mesure réalisée sur site

- **Choix du modèle :** A partir de la littérature et des modèles développés à XLIM, l'étudiant déterminera les paramètres à évaluer.
- **Caractérisation du canal :** A partir des mesures, l'étudiant devra affiner son modèle.

Approche méthodologique proposée :

1. Génération du signal en 4G et 5G (Matlab/Python/GNU Radio)

2. Simulation de la transmission (Matlab/Python/GNU Radio)

- **Paramètres de la transmission :**
 - **Station de base :** Localisée à une position fixe avec un certain PCI.
 - **Récepteur :** Positionnée à 800 m au-dessus de la station de base, sa trajectoire et sa vitesse sont déterminées par les paramètres d'entrée.
 - **Modèle de propagation :** Le canal est modélisé comme un canal à bruit blanc additif gaussien (AWGN) prenant en compte l'atténuation de propagation et l'effet Doppler dû à la vitesse du récepteur.
- **Simulation de la chaîne de transmission :** L'étudiant doit simuler la chaîne complète de transmission incluant la génération des signaux, l'application du canal, et la réception des signaux après le passage par ce canal idéal.

3. Conception du récepteur

4. Mesures sur site

- **Préparation des mesures :** Effectuer des mesures sur site avec une station de base réelle 4G/5G et un récepteur mobile. L'étudiant disposera des équipements nécessaires (récepteur, analyseur de spectre, etc.) pour capturer les signaux PSS/SSS ou SSB en fonction de l'environnement.
- **Mesure des paramètres :** Localiser à tout instant la position du récepteur.

5. Comparaison des résultats simulés et mesurés

- **Analyse des résultats simulés :** Les résultats obtenus dans Matlab/Python/GNU Radio à partir de la simulation doivent être comparés avec les mesures réelles collectées sur site. Cette comparaison peut inclure des paramètres comme le rapport signal sur bruit (SNR), le taux de transmission, et la qualité de la synchronisation.
- **Proposition d'un modèle de propagation :** En fonction des différences observées, l'étudiant proposera un modèle de propagation réaliste pour les communications G2A/A2G. Ce modèle pourrait prendre en compte les facteurs tels que la perte de propagation due à la distance, les effets de la météo, ou d'autres facteurs environnementaux.

Technologies et Outils utilisés :

- **Matlab/Python/GNU Radio** pour la simulation de la chaîne de transmission, la génération des signaux, et la conception du récepteur.
- **Matériel :** récepteur mobile SDR (Software Defined Radio) de type Ettus Research USRP et équipements de mesure pour effectuer des tests sur site.

Livrables du Projet :

- **Rapport de simulation :** Incluant la description des signaux générés, du récepteur conçu, et des résultats simulés.
- **Rapport de mesure :** Incluant les résultats des tests sur site et la comparaison avec la simulation.
- **Proposition d'un modèle de canal :** Basé sur les données expérimentales et simulées, et justifiant les choix du modèle proposé.

Compétences Développées :

- Modélisation des systèmes de communication sans fil.
- Conception et simulation de chaînes de transmission complexes.
- Analyse des performances des réseaux 4G/5G et proposition de modèles de propagation.
- Expérience en mesure et validation expérimentale dans des environnements réels.

Compétences attendues de l'étudiant

- Compétences en Télécommunications et Réseaux Sans Fil
- Compétences en Traitement du Signal
- Compétences en Simulation et Modélisation Numérique (Logiciel MATLAB)

Candidature : Envoyer un C.V., vos notes de Master ou Ecole d'Ingénieur et une lettre de motivation.
Un entretien de 10 mn aura lieu en visio

Envoyez votre candidature à : frederic.launay@univ-poitiers.fr et herve.boeglen@univ-poitiers.fr

Calendrier de recrutement

- Envoi de candidature avant **le 18 novembre 2025**
- Retour des candidatures retenues le 19 novembre 2025
- Soutenance le 24 novembre entre 14h et 17h (Heure en France) pour les candidats retenus

Rémunération : Réglementaire à 4,35 € de l'heure

<https://www.service-public.gouv.fr/particuliers/vosdroits/F32131>