

Offre de Thèse Orange Labs – 2018

Sujet de thèse : Scénarios d'usage et évolutions de la 5G dans les nouvelles bandes millimétriques

Site : Orange Labs - Clos Courtel - Cesson-Sévigné

Encadrants: Marie LE BOT Marie (marie.lebot@orange.com)

Contexte

La prochaine génération de réseaux mobiles, la 5G, est en cours de préparation dans les instances de standardisation et de réglementation. L'accélération des débits permettra d'élargir le panel d'applications et usages multimédia (enhanced Mobile BroadBand, eMBB); la 5G devra donc être particulièrement flexible pour garantir un grand nombre de services soumis à des contraintes très diverses. Parmi les innovations envisagées pour atteindre les ambitions de la 5G, l'utilisation de nouvelles bandes de fréquences, notamment les bandes dites millimétriques, constitue une nouveauté majeure. Plusieurs bandes de fréquences ont été identifiées par l'ITU lors de la conférence mondiale des radiocommunications (World Radiocommunication Conference) WRC-15, allant de 24 à 90 GHz; et les travaux se poursuivent jusqu'à la prochaine conférence WRC-19 afin de déterminer les bandes de fréquences qui seront retenues pour la 5G. Les bandes millimétriques offrent des opportunités très intéressantes en termes de disponibilité spectrale; mais impliquent en contrepartie de vrais défis techniques, les ondes étant fortement atténuées dans ces régions du spectre. Les transmissions sont susceptibles d'avoir une faible portée, et une grande sensibilité aux obstacles pouvant mener à des coupures de communications.

Les études et des expérimentations menées ces dernières années sur les bandes millimétriques portent essentiellement sur la bande des 28 GHz, pour des services fixes. La Release 15 (R15) du standard 3GPP sur la 5G porte sur des bandes allant jusqu'à 40 GHz. Ces premières étapes fournissent de précieuses indications sur le potentiel des bandes millimétriques; il reste cependant de nombreuses questions sur le déploiement de services dans ces bandes. Le système défini par les spécifications 5G New Radio du 3GPP sera-t-il performant dans les nouvelles bandes de fréquences, entre 40 et 90 GHz, et au-delà? Quels scénarios, services, et déploiements peut-on envisager dans ces bandes? Quelles améliorations peut-on proposer dans le cadre des prochaines releases? Par exemple, les techniques multi-antennes sont particulièrement prometteuses, car elles apportent d'excellentes performances, et leur encombrement est très réduit dans les bandes à hautes fréquences.

La thèse devra répondre à ces questions, par une analyse des couches PHY et MAC de la 5G; une étude des canaux de propagation des ondes radio dans les bandes millimétriques; des évaluations de la couverture via des bilans de liaisons et des simulations système.

Objectifs

L'objectif de la thèse est d'évaluer les performances de la 5G dans les nouvelles bandes millimétriques non encore étudiées (par exemple 39 GHz, 70 GHz...), pour divers scénarios d'usage (outdoor, indoor, mobile, fixe...); et de proposer des améliorations du design de l'interface radio pour les cas d'usage adaptés à ces bandes. L'état de l'art s'appuie essentiellement sur l'étude des bandes 28 et 40 GHz, pour les services fixes. La thèse analysera les scénarios d'usage 5G dans les bandes allant de 24 à 90 GHz dans un premier temps, puis au-delà des 100 GHz.

Les spécifications de la norme 5G seront étudiées de manière approfondie. Les caractéristiques de la propagation des ondes radio dans les hautes fréquences seront analysées en collaboration avec l'équipe qui réalise des expérimentations sur ce sujet. Les contributions scientifiques de la thèse seront des évaluations des performances de l'interface radio (débits, couverture, qualité de service, ...) dans les bandes qui n'ont pas encore été testées. Pour cela, le doctorant bénéficiera des modèles de canaux Orange; et pourra

proposer des améliorations. Il peut s'agir d'optimiser certaines briques technologiques, telles que l'algorithme d'adaptation du lien radio, ou les techniques multi-antennaires. D'autres solutions sont également à envisager, telles que l'ajout de mécanismes visant à reconfigurer de manière flexible les paramètres de l'interface radio.

Ce travail permettra à Orange de déterminer les bandes les plus appropriées aux exigences des futurs scénarios d'usage 5G. Les résultats seront également exploitables pour les études tech-écho sur la 5G. Enfin, les analyses et les éventuelles solutions susceptibles d'apporter des gains en performance permettront à Orange d'être force de proposition en standardisation des prochaines releases de la 5G.

Le principal verrou provient du fait que la propagation des ondes radio est difficile dans les fréquences élevées. Il est donc nécessaire de rechercher des améliorations adaptées à ce contexte particulier, afin de bénéficier au mieux de la ressource fréquentielle. La thèse répond à cette problématique en proposant diverses solutions et en les comparant via des simulations.

Approche méthodologique-planning

La thèse comprend une analyse du standard 5G; et une étude bibliographique des solutions d'amélioration des performances des couches PHY et MAC. Les canaux radio dans les bandes millimétriques seront étudiés en parallèle.

Dans un second temps, le doctorant devra prendre en main les outils de simulation permettant d'évaluer les performances des scénarios d'usage 5G.

La troisième partie de la thèse consiste à rechercher des solutions pour adapter l'interface radio aux scénarios d'usage 5G dans les bandes millimétriques. Les briques technologiques susceptibles d'améliorer les transmissions des signaux seront analysées; et des solutions innovantes capables de satisfaire les critères de qualité seront développées.

La quatrième partie consiste à sélectionner les solutions les plus prometteuses, et à les implémenter dans les outils de simulation afin d'évaluer leurs performances dans les différentes bandes de fréquences.

La dernière partie comprend une analyse comparative des solutions proposées, ainsi que des recommandations sur le choix des fréquences les mieux adaptées aux scénarios d'usage 5G.

Votre profil

Vous êtes titulaire d'un diplôme d'ingénieur et/ou d'un master de recherche. Un stage ou une expérience dans le domaine des systèmes cellulaires serait un plus.

Les compétences requises correspondent à une formation approfondie en communications numériques, traitement du signal et la maîtrise des outils logiciels de base (C/C++). Une bonne connaissance de la couche PHY et MAC de systèmes cellulaires et des schémas MIMO serait appréciée. La maîtrise de l'anglais est indispensable (anglais technique). Les principales qualités personnelles demandées sont la motivation, la curiosité, et l'autonomie.

Entité

Vous intégrerez l'équipe Connectivity Research and Modeling (CREM) du département Alternative Wireless technology Evolution (AWE) de la direction Radio Networks et Microwaves d'Orange Labs. Le département AWE a pour mission d'étudier l'évolution des technologies sans fils et contribue à la normalisation de la 5G au 3GPP. L'équipe CREM est très active dans les projets européens de recherche sur la 5G.

Dans les Orange Labs, vous serez entièrement intégré à nos équipes d'ingénieurs de recherche, et bénéficierez d'un cadre tout à fait favorable au développement de nouveaux concepts. Vos travaux seront valorisés par des publications scientifiques, et intégrés à nos programmes de recherche.