Les réseaux massifs : une solution pour la 5G ?

CHALLITA Frédéric, LIENARD Martine, GAILLOT Davy

frederic.challita, martine.lienard, davy.gaillot (@univ-lille1.fr) TELICE-IEMN (Cité Scientifique)

Résumé :

L'objectif du document actuel est de présenter un aperçu des travaux de la thèse qui s'intéresse aux réseaux MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) massifs connus sous le nom de *Massive MIMO*. Cette technologie émergente se présente comme l'une des méthodes les plus prometteuses pour les systèmes révolutionnaires de la cinquième génération des réseaux mobiles (5G) et de l'internet des objets.
De nombreuses études indiquent qu'en 2020, nous aurons 10^18 Hexa-octets / mois en matière de données à transmettre, le nombre d'équipements connectés atteindra trois fois la population et les avancements technologiques exigeront des systèmes de communication puissants et fiables [1]. Toutes ces évolutions nécessitent de nombreux progrès sur les systèmes de télécommunications actuels. Dans le cadre des améliorations possibles s'inscrit le *Massive MIMO.*
Massive MIMO, comme son nom l'indique, est une augmentation importante du nombre d'antennes d'émission dans une cellule de communication. Ce nombre d'antennes dépasse de loin le nombre de terminaux servis ou *UE (User Equipement)* et la géométrie de disposition des antennes à l'émission peut varier d'une application à une autre (linéaire, rectangulaire, cylindrique, etc.) comme illustré dans la ***figure 1***.
Dans les environnements multi-trajets, de nombreux auteurs ont montré que l'utilisation d'un grand nombre d'antennes en émission apporte de nombreux avantages par rapport aux réseaux proposés dans la LTE (Long *Term Evolution)* [2], citons l'augmentation de la fiabilité (diminution du taux d'erreurs binaires) et la réduction drastique des interférences entre les canaux, ce qui permet d'avoir un bon compromis entre efficacité spectrale et efficacité énergétique.
Cependant, de nombreux verrous technologiques nous affrontent. Si l'on considère qu'un groupe d'antennes transmet à un utilisateur, il est possible de définir une géométrie optimale des sous-réseaux formant l'ensemble du réseau d'antennes. Dans cette thèse, nous allons étudier en premier temps la caractérisation expérimentale des propriétés principales du canal dans le domaine des fréquences, de l'espace et du temps (STF) dans des environnements variés. La compréhension du canal de propagation permet de concevoir des stratégies d'allocations optimales d'antennes ce qui permet de réduire la complexité des systèmes massifs qui est notre but principal. Les critères d'optimisation seront, d'une part, minimiser la quantité d'informations à transmettre (vu le grand nombre de chaînes communicantes) et, d'autre part, maximiser le débit binaire des utilisateurs dans une cellule.

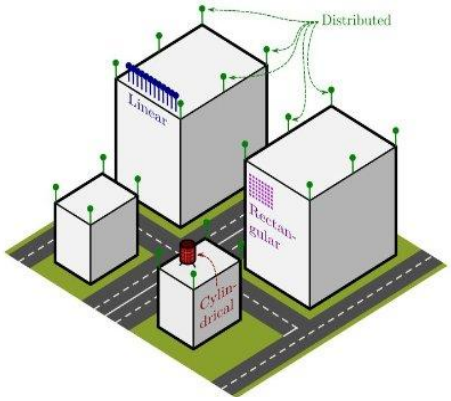

Figure 1 : Différentes architecture types de réseaux massifs

Pour atteindre cet objectif, le groupe IEMN / Telice, en collaboration avec le Iminds / groupe WICA de l'Université de Gand, a développé un sondeur de canal qui permet la gestion de 16 sorties et 16 entrées simultanées (jusqu'à maintenant) sur une bande passante de 100 MHz et à une fréquence centrale de 1,35 GHz. Le sondeur permet le traitement en temps réel des matrices de transfert qui sont mesurées en 200 μs. Il est envisagé de modifier l'architecture du sondeur afin de basculer entre les blocs de sous-réseaux d'antennes d'un réseau complet de N antennes pour simuler un réseau massif. Les caractéristiques du canal millimétrique combinées avec les systèmes *Massive MIMO* seront également exploitées dans ce projet. L'Université de Carthagène en Espagne qui a un sondeur de canal virtuel (une antenne qui se déplace pour simuler un réseau massif) est capable d'effectuer des mesures dans la bande de 94 GHz, une bande non exploitée encore. C'est donc dans un contexte international riche que cette thèse se déroule. En particulier, l'utilisation des fréquences millimétriques ainsi que les larges blocs de spectre disponible à ces fréquences permet un transfert de données à des taux de plus en plus élevés. Les caractéristiques des réseaux massifs dans les bandes millimétriques ont été étudiées durant la première année de la thèse et des résultats intéressants ont été trouvés tels que la capacité des réseaux massifs dans les bandes millimétriques de séparer les utilisateurs (réduire les interférences) en utilisant des sous-blocs d'un réseau principal.

[1] «Ericsson,» June 2013. [En ligne]. Available: https://www.ericsson.com/res/docs/whitepapers/wp-5g.pdf}. [Accès le June 2016].

[2] T. L. Marzetta, «Noncooperative Cellular Wireless with Unlimited Numbers of Base Station Antennas,» 2010.