

N° d'ordre : D -

THESE

présentée

devant l'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes

en vue de l'obtention du

DOCTORAT

spécialité : Électronique et télécommunications

par M Nicolas Cornillet

Intitulé : Convergence des réseaux de télécommunications mobiles et de télédiffusion : modélisation et évaluation des performances d'un réseau hybride LTE/DVB-T2

Directeur de Thèse : Jean-François Hélard

Date, heure et lieu de soutenance : 18/12/2013 à 10h30, en amphithéâtre Bonnin, INSA de Rennes

Membres du jury :

Guillaume Gelle, professeur à l'Université de Reims, rapporteur.
Vahid Meghdadi, maître de conférences HDR à l'ENSIL, rapporteur.
Catherine Douillard, professeur à Télécom Bretagne, examinateur.
Christian Gallard, ingénieur à Orange Labs, examinateur.
Matthieu Crussière, maître de conférences à l'INSA de Rennes, co-encadrant de thèse.
Jean-François Hélard, professeur à l'INSA de Rennes, Directeur de thèse.

RESUME DE LA THESE

Ces dernières années, la popularité croissante de terminaux mobiles de plus en plus intelligents a provoqué une hausse considérable du trafic supporté par les réseaux de télécommunications cellulaires. Dans ce contexte, le déploiement de réseaux dits de quatrième génération basés sur le standard LTE (Long Term Evolution) et offrant des capacités significativement plus élevées que les réseaux de générations précédentes peut sembler être une solution idéale. Cependant, dans le cas d'un service à délivrer à un très grand nombre d'utilisateurs, ce standard, malgré la disponibilité de la technologie eMBMS (Evolved Multimedia Broadcast Multicast Services), n'est pas forcément le plus adapté. Dans le même temps, la télévision a achevé dans de nombreux pays sa transition vers le numérique. L'abandon de la transmission analogique a permis non seulement d'améliorer la qualité du service mais aussi d'occuper moins de spectre. En France, une partie du spectre libéré a déjà été attribué au déploiement de réseaux LTE. Une autre méthode permettant d'exploiter ce spectre au profit des réseaux de communications mobiles est proposée dans cette thèse : le réseau hybride.

Le réseau hybride est constitué d'un réseau cellulaire au standard LTE accompagné d'un émetteur DVB-T2 (Digital Video Broadcasting – Second Generation Terrestrial). Les aires de couverture de ces deux composantes se superposent et un service peut être transmis aux utilisateurs présents dans ces aires indifféremment par l'une ou l'autre des composantes. Ce concept permet de pallier un point faible du standard LTE, c'est-à-dire la capacité à délivrer efficacement un même service à un grand nombre d'utilisateurs simultanément. Après une étude approfondie des deux standards utilisés, un modèle mathématique du réseau hybride est proposé. Ce modèle se base sur les propriétés géométriques du réseau hybride, les performances des deux types de signaux utilisés, et sur plusieurs types de répartition des utilisateurs pour évaluer les performances du réseau hybride selon différents critères.

Le premier critère étudié est un critère énergétique. Le modèle proposé permet de comparer les efficacités énergétiques des deux composantes pour transmettre un service en fonction de son nombre d'utilisateurs. L'efficacité de la composante DVB-T2 dépasse celle de la composante LTE à partir d'un seuil dont la valeur varie avec les propriétés géométriques du réseau et le type d'affaiblissement de propagation auquel sont soumis les signaux. Il est de plus possible, dans certaines circonstances, d'améliorer encore l'efficacité énergétique du système en utilisant conjointement les deux composantes. Le second critère étudié est celui de l'encombrement du réseau cellulaire. En effet, un service consommé par un grand nombre d'utilisateurs peut avoir un impact conséquent sur le trafic à transmettre par un réseau LTE. Utiliser la composante DVB-T2 pour distribuer un tel service permet de réduire la charge du réseau cellulaire, et ceci même dans le cas où la composante DVB-T2 ne couvre pas l'ensemble de la zone à desservir globalement.

Ces différentes études ont permis de bien mettre en évidence les avantages et inconvénients des deux types de réseaux broadcast et unicast. En particulier, l'intérêt d'une approche reposant sur l'utilisation d'un réseau hybride exploitant la complémentarité des deux composantes broadcast et unicast a été démontré.