



N° d'ordre 15 / 2016

## THESE DE DOCTORAT

Présentée par

**Mr : Younes BALBOUL**

Spécialité : **Informatique et télécommunications**

Sujet de la thèse : **Optimisation de l'interface radio du LTE : Gestion des interférences intercellulaires en lien descendant**

Thèse présentée et soutenue le 2 Avril 2016 devant le jury composé de

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
Pr. AKNIN Noura	PES	UAE, Présidence	Présidente
Pr. Hassane EL MARKHI	PES	FST-Fès	Rapporteur
Pr. Seddik BRI	PES	EST-Meknès	Rapporteur
Pr. Mohamed HABIBI	PES	FS Kénitra	Rapporteur
Pr. Mestapha MRABTI	PES	ENSA-Fès	Examineur
Pr. EL AMRANI EL IDRISSE Najiba	PES	FST-Fès	Directrice de thèse

Laboratoire d'accueil : *Laboratoire Signaux, Systèmes et Composants*

Etablissement : *Faculté des Sciences et Techniques- Fès*



## Résumé

En concurrence avec la technologie filaire illustrée dans le développement des techniques de transmission sur la fibre optique, les systèmes de communication sans fils contemporains dits de 4<sup>ème</sup> génération présentent un grand pas vers des hauts débits similaires aux débits DSL. Ceci permet de subvenir aux besoins de mobilité des utilisateurs tout en restant connectés, productifs et bénéficiant de services personnalisés. Ceux-ci sont très consommateurs en bande passante et à grande qualité de service QoS. Pour préparer le terrain à un déploiement réel aux systèmes 4G, le 3G UMTS Long Term Evolution LTE apporte une nouvelle vision, de nouvelles technologies et une nouvelle architecture plate tout-IP. Ainsi, les opérateurs télécom comme les utilisateurs finaux seront satisfaits respectivement par la réduction des coûts du réseau et par un accès rapide, et efficace au réseau sans fil.

Lorsque la 3GPP a lancé les premiers tests de déploiement des systèmes 4G en 2011, notre thèse a pris pour objet d'évaluer les difficultés imposées par les interférences intercellulaires pour optimiser l'interface radio LTE en sens descendant. Le contexte était celui d'un environnement multicellulaire urbain plus réaliste par rapport au modèle de la 3GPP en termes de nombres et tailles des cellules, de distribution et vitesse des utilisateurs et en prenant comme référentiel les exigences du modèle de simulation de la 3GPP. Les résultats des simulations effectuées montrent que l'impact des interférences entre les cellules ne doit pas être sous-estimé. Ceci est particulièrement déterminant pour les zones de forte densité de population. La dégradation du débit de la transmission en sens descendant peut aller à 70% en zone interne et 96% en bordure par rapport à la capacité totale de la cellule. Les solutions récentes en matière de réduction des interférences dans le LTE sont basées sur les techniques de distribution de la bande passante et la gestion de la transmission de la puissance. Cependant si elles peuvent réduire l'impact des interférences, ces techniques ne fournissent pas une solution radicale.

Le travail de recherche mené sur l'optimisation radio a permis la proposition d'une nouvelle technique inter-couche pour gérer les interférences entre les cellules. Les résultats obtenus en simulation montrent une amélioration du débit de la transmission en sens descendant pour la zone interne avec un gain de 3dB et aussi en bordure des cellules avec un gain de 6dB ainsi qu'une augmentation du taux d'exploitation de la capacité de la cellule en sens descendant.

**Mots clés** : Réseaux de quatrième génération, environnement multicellulaire, interférences intercellulaires, optimisation Radio LTE.

## Table des matières

<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>5</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>6</b>
<b>Liste des abréviations .....</b>	<b>10</b>
<b>Introduction générale .....</b>	<b>13</b>
<b>Chapitre.I.....</b>	<b>16</b>
I.1- Introduction.....	17
I.2- Motivations et Normalisation de la « Long Term Evolution » LTE.....	18
I.3- L'architecture du système de paquets évolué "EPS" :.....	30
I.4- Technologies d'accès Radio introduites par la spécification 8 (LTE). ....	37
I.5- Evolution des technologies d'accès radio de la spécification 9 à la spécification 13.....	48
I.6- Conclusion. ....	58
<b>Chapitre.II .....</b>	<b>59</b>
II.1- Introduction. ....	60
II.2- Etude théorique de l'impact des interférences intercellulaires en lien radio descendant LTE. ....	61
II.3- Simulateur de l'interface radio LTE et analyse de l'impact du SNR et du facteur « $\alpha$ » sur les interférences intercellulaires. ....	63
II.4- Simulations des interférences intercellulaires en lien radio descendant LTE dans un environnement multicellulaire Urbain. ....	84
II.5- Analyse des résultats des simulations détaillées. ....	97
II.6- Conclusion .....	103
<b>Chapitre.III.....</b>	<b>104</b>
III.1- Introduction.....	105
III.2- Les techniques de gestion des interférences intercellulaires.....	105
III.3- Proposition d'une nouvelle technique de gestion des interférences intercellulaires en sens descendant. ....	111
III.4- Conclusion .....	125
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>126</b>
<b>Les références .....</b>	<b>128</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>132</b>