

THESE

présentée devant

L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE RENNES

en vue de l'obtention du

DOCTORAT

spécialité : Electronique

Optimisation de systèmes OFDM CDMA pour la voie montante des futures générations de réseaux cellulaires

par

Laurent Cariou

Directeur de Thèse : Jean-François Hélard

Date, heure et lieu de soutenance : 8/12/2006, 10h30,

INSA Rennes, Amphi Bonnin

Membres du jury :

Rapporteurs

Sari Hikmet,

Professeur à SUPELEC

Terré Michel,

Professeur au CNAM

Examineurs

Vandendorpe Luc,

Professeur à l'Université catholique de Louvain

Roviras Daniel,

Professeur à l'ENSEEIH

Legouable Rodolphe,

Docteur-Ingénieur à France Télécom R&D

Hélard Jean-François,

Professeur à l'INSA de Rennes

RESUME DE LA THESE

Les travaux de recherche présentés dans ce document ont pour but l'étude de l'optimisation d'une combinaison spécifique des techniques OFDM, CDMA et MIMO pour la voie montante des futurs réseaux cellulaires sans fil.

La première partie est consacrée à une présentation des spécifications du système de communication. Après avoir développé le contexte des futurs réseaux cellulaires de communications numériques sans fil, les principes des techniques multiporteuses, d'étalement de spectre et des techniques multi-antennes sont rappelés. L'étude des principales caractéristiques du canal de propagation étendu à la dimension spatiale conduit enfin au dimensionnement des paramètres du système proposé.

Dans la deuxième partie du document, l'étude porte dans un premier temps, dans un contexte monocellulaire, sur l'optimisation pour la voie montante de la forme d'onde reposant sur la combinaison des techniques OFDM, CDMA et MIMO afin de profiter de la diversité offerte par les dimensions fréquentielle, temporelle et spatiale. La technique SS-MC-MA est étudiée et étendue à la dimension spatiale par la combinaison avec des codes temps-espace orthogonaux. Un nouveau schéma d'allocation de fréquence basé sur des sauts de fréquence est alors proposé. Dans un second temps, deux techniques innovantes d'estimation de canal MIMO adaptées à la forme d'onde proposée sont étudiées. S'appuyant sur la transmission d'une séquence de symboles pilotes simultanément avec les symboles de données d'information, ces deux techniques, appelées estimation par pilote étalé et par pilote superposé, offrent une grande flexibilité, une faible complexité et de très bonnes performances même pour des vitesses du terminal mobile très élevées.

Enfin, la troisième partie de l'étude a porté sur l'optimisation du système proposé dans un contexte multicellulaire. La caractérisation de l'interférence intercellulaire, présentée en premier lieu, permet de modéliser cette interférence dans le but d'évaluer les performances par simulation. Le système peut alors être optimisé en prenant en compte les contraintes mono et multicellulaires. Différentes techniques d'allocation de fréquence sont proposées et ouvrent une discussion sur le traitement de l'interférence par l'étalement de spectre ou le codage de canal. Une généralisation des conclusions est déduite du calcul de la probabilité d'erreur théorique du système multicellulaire complet à partir d'un nouveau modèle de canal théorique et démontre l'efficacité du schéma étudié. Ainsi, ces différents travaux montrent la pertinence des solutions proposées pour la voie montante des futurs réseaux cellulaires.