

AVIS DE SOUTENANCE D'UNE THESE DE DOCTORAT

Le Directeur de l'Ecole Nationale des Sciences Appliquées a le plaisir d'informer le public
qu'une soutenance de thèse de Doctorat en

«Sciences et ingénierie»

aura lieu le 06/02/2026 à l'ENSA, Kénitra

La Thèse sera présentée par Mr FALLOUN ABDELBARI

Sous le thème :

**Performance Analysis and Enhanced Energy Efficiency of Non- Orthogonal Multiple
Access for 5G Networks Setup: Power Allocation, and Successive Interference
Cancellation**

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Titre	Etablissement
ZOUINE YOUNES	Président	ENSA, Kénitra
EL KHAILI MOHAMED	Rapporteur	ENSET, Mohammedia
ADDAIM ADNANE	Rapporteur	EMI, Rabat
MAZRI TOMADER	Rapporteur	ENSA, Kénitra
NHAILA HASNA	Examineur	ENSET, Mohammedia
MADINI ZHOUR	Examineur	ENSA, Kénitra
AIT MADI ABDESSALAM	Directeur de thèse	ENSA, Kénitra

Nom et Prénom : FALLOUN ABDELBARI
Date de soutenance : 06/02/2026
Directeur de Thèse : AIT MADI ABDESSALAM

Sujet de thèse :

Performance Analysis and Enhanced Energy Efficiency of Non- Orthogonal Multiple Access for 5G Networks Setup: Power Allocation, and Successive Interference Cancellation

Résumé:

Les réseaux de cinquième génération (5G) représentent un changement majeur de paradigme dans les communications sans fil par rapport aux systèmes cellulaires précédents, principalement parce que les réseaux modernes doivent prendre en charge un nombre considérablement plus élevé d'utilisateurs et d'applications. Pour satisfaire ces exigences, il est nécessaire de disposer de mécanismes d'accès capables d'offrir des débits plus élevés, une meilleure efficacité spectrale et une allocation des ressources plus équitable. Cette nécessité motive la comparaison entre les techniques traditionnelles d'accès multiple orthogonal (OMA) et une approche plus avancée, l'accès multiple non orthogonal (NOMA). Les méthodes OMA classiques, telles que le FDMA, l'OFDMA ou les schémas basés sur le multiplexage temporel, attribuent des ressources séparées à chaque utilisateur. Bien que cette stratégie ait suffi pour les générations précédentes, elle ne peut pas s'adapter à l'augmentation de la densité d'utilisateurs. En imposant des ressources temporelles ou fréquentielles strictement distinctes, OMA limite le nombre d'utilisateurs pouvant être pris en charge et réduit la capacité totale du système. Cela constitue une limite importante pour la 5G, qui vise à offrir un haut débit mobile, une connectivité massive pour l'IoT (Internet des objets) et des communications ultra-fiables à faible latence. C'est pourquoi l'idée selon laquelle la 5G doit offrir un « accès élargi à un plus grand nombre d'utilisateurs » est pertinente. NOMA apparaît comme une solution prometteuse puisqu'elle permet à plusieurs utilisateurs de partager simultanément les mêmes ressources temps-fréquence. Contrairement aux canaux orthogonaux, NOMA distingue les utilisateurs selon leur niveau de puissance. Les signaux sont superposés à l'émetteur, puis décodés au récepteur grâce à la technique SIC (Successive Interference Cancellation). Les utilisateurs annulent d'abord l'interférence du signal le plus faible avant de décoder leurs propres données. Cette stratégie améliore l'efficacité spectrale et permet d'obtenir un débit système plus élevé, notamment lorsque les utilisateurs présentent des conditions de canal différentes. Ces avantages montrent que NOMA constitue une option viable pour les réseaux 5G. Une attention particulière est accordée à l'étude de paramètres de performance essentiels, tels que la capacité atteinte, la probabilité de coupure (OP) et le taux d'erreur binaire (BER) pour les utilisateurs ayant des canaux forts ou faibles. Ces métriques sont largement utilisées dans l'analyse des systèmes de communication, car elles évaluent précisément les performances d'un réseau en termes de débit, de fiabilité et de précision. Par ailleurs, comme la répartition de la puissance entre les utilisateurs influence fortement les performances de NOMA, il est nécessaire d'utiliser des schémas d'allocation fixe et équitable. Grâce à une allocation équitable, même les utilisateurs ayant de mauvaises conditions de canal peuvent maintenir des performances acceptables. La simulation des systèmes NOMA et OMA sous MATLAB (version R2021a) s'inscrit dans les pratiques d'ingénierie usuelles. Ce travail montre comment la technologie NOMA peut être associée au MIMO (Multiple Input Multiple Output) pour modéliser différents scénarios de communication et évaluer des techniques telles que le SIC. En exploitant simultanément les dimensions spatiale et de puissance, la combinaison MIMO-NOMA améliore la capacité globale du réseau. La plupart des recherches indiquent que MIMO-NOMA peut augmenter le nombre d'utilisateurs pris en charge et réduire la probabilité d'interruption. L'argumentation est renforcée par l'apparition de variantes avancées, telles que le NOMA coopératif ou le SWIPT-NOMA (transfert simultané d'énergie et d'information sans fil associé au NOMA). Ces technologies montrent comment NOMA améliore la couverture, la résilience du réseau et l'efficacité énergétique, trois aspects essentiels pour les réseaux sans fil du futur. Comparé aux méthodes traditionnelles comme le TDMA, NOMA peut offrir une meilleure utilisation du spectre, une répartition plus équitable et une prise en charge plus flexible des utilisateurs. Lorsqu'il est associé au SIC, au MIMO et à des stratégies d'allocation de puissance adaptées, NOMA devient un élément essentiel des futurs systèmes de communication. L'étude des métriques de performance, des stratégies de contrôle de puissance et des variantes avancées de NOMA reflète clairement son importance dans les recherches actuelles sur la 5G et les réseaux post-5G.

Abstract:

Fifth-generation (5G) networks represent a significant paradigm shift in wireless communication from previous cellular systems, simply because modern cellular networks need to support orders-of-magnitude more users and applications. Meeting these requirements requires access mechanisms that can provide higher data rates, improved spectral efficiency, and more equitable resource allocation. This requirement motivates the comparison of traditional orthogonal multiple access (OMA) with a more advanced candidate of non-orthogonal multiple access (NOMA). Traditional OMA methods, for example FDMA, OFDMA or time multiplexing based schemes assign separate resources to users. This can be good enough for previous generations, but will not scale with user density. OMA limits the number of users that can be supported, and reduces the total capacity of a system, by requiring users to use entirely distinct frequency or time resources. This is one of the limitations for 5G, which targets at providing high-speed mobile broadband; massive IoT connectivity (the connection of large number of devices); and ultra-reliable/low-latency communications. That's why the assertion that 5G should provide "greater access from more users" makes a lot of sense. NOMA is a promising solution as it supports multi-user access to the same time-frequency space resources. Unlike orthogonal channels, NOMA separates users based on power transmission. Signals are over-layered in transmitter, and they are decoded by SIC technique at the receiver side. The users firstly cancel the weaker user interference and decode their own data. This technique is a spectrum efficient and achieves higher system throughput, particularly in heterogeneous users, i.e., different channel states among the users. These benefits imply that NOMA is a viable option for 5G networks. Studying critical performance metrics, such as capacity achieved, outage probability OP, and bit error rate (BER) for users with strong and weak channels, is given special attention. Since they accurately gauge a network's performance in terms of data throughput, dependability, and accuracy, these metrics are commonly employed in communication system analysis. Since the distribution of electricity among users can significantly affect NOMA's performance, fixed and equitable power allocation mechanisms should also be implemented. Additionally, even consumers with bad channel conditions can still receive satisfactory performance thanks to equitable allocation. Simulating NOMA and OMA systems with MATLAB (Version R2021a) is in line with normal engineering practices. This thesis explains how NOMA technology may be used in conjunction with Multiple Input Multiple Output (MIMO) to simulate different communication circumstances and assess techniques such as SIC. By capturing both power and spatial dimensions, combining MIMO with power-domain multiplexing boosts the system's overall capacity. The MIMO-NOMA may enhance the number of users and lessen the likelihood of an outage, according to most research. The argument is further strengthened by contemporary developments such as cooperative NOMA and SWIPT-NOMA (Simultaneous Wireless Information and Power Transfer coupled with NOMA). These cutting-edge technologies show how NOMA improves system coverage, network resilience, and energy efficiency—three crucial elements for future wireless networks. NOMA deployment can only outperform traditional TDMA in terms of greater spectrum utilization, more equity, and flexible user support. When paired with known interference cancellation (SIC), MIMO (multiple input multiple output technology), and appropriate power control techniques, NOMA will undoubtedly become a crucial component of future communication systems. Performance metrics, power allocation strategies, and advanced NOMA variant research all strongly represent this idea when looking at current 5G and future-5G research avenues.