

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المدرسة العليا للإعلام الآلي - 08 ماي 1945 - بسبدي بلعباس  
École Supérieure en Informatique -08 Mai 1945- Sidi Bel Abbès



**Mémoire de Fin d'étude**  
Pour l'obtention du diplôme de **Master**  
Filière : **Informatique**  
Spécialité : **Ingénierie des Systèmes Informatiques (ISI)**  
**Thème**

---

**State of the Art of Machine Learning-Driven  
Self-Organizing Networks for 5G  
Coverage and Capacity Optimization**

---

Présenté par :  
**ABID Mohamed Abd Essatar**

Soutenu le : **28/06/2026**

Mme ANANI Djihed  
Mlle Maria Bouchair  
M. Fayssal Bendaoud  
M. BENDELLA Mohammed Salih

Devant le jury composé de :

Présidente  
Encadreur  
Encadreur  
Examineur

*Année universitaire : 2025/2026*

## ملخص

مع التوسع المستمر لشبكات الجيل الخامس، 5G أصبح توفير اتصال سريع وموثوق عبر النشرات فائقة الكثافة مع الحفاظ على تغطية وسعة شبكة مثلى تحدياً بالغ الأهمية. تعجز أساليب إدارة الشبكات التقليدية اليدوية عن مواكبة التعقيد والحجم المتزايد للبنية التحتية الحديثة لشبكات الجيل الخامس. في مواجهة هذه التحديات، تُستدعى الشبكات ذاتية التنظيم (SON) المدعومة بالذكاء الاصطناعي بوصفها حلاً واعدًا. يهدف هذا العمل إلى تصميم وتطبيق إطار عمل SON مدفوع بتعلم الآلة لتحسين تغطية وسعة شبكات 5G من خلال توظيف التعلم المعزز العميق، (DRL) والشبكات العصبية العميقة، (DNNs) والتعلم بالمكافأة النشطة: بهدف معالجة الأسباب الجذرية لضعف أداء الشبكة، مع تقليص التدخل البشري والتكاليف التشغيلية إلى أدنى حد.

الكلمات المفتاحية: تعلم الآلة، التعلم المعزز العميق، الشبكات العصبية العميقة، الشبكات ذاتية التنظيم، (SON) الجيل الخامس، 5G تحسين التغطية، إدارة السعة.

## Abstract

As 5G networks continue to expand, delivering fast and reliable connectivity through ultra-dense deployments while maintaining optimal coverage and capacity has become a critical challenge. Traditional manual network management struggles to keep up with the complexity and scale of modern 5G infrastructure. Faced with these challenges, Self-Organizing Networks (SON) powered by artificial intelligence are called upon as a promising solution. The aim of this work is to design and implement a Machine Learning-driven SON framework for 5G coverage and capacity optimization, leveraging Deep Reinforcement Learning (DRL), Deep Neural Networks (DNNs), and active reward learning: in order to autonomously address root causes of poor network performance such as coverage holes, signal overshooting, and undershooting, while minimizing human intervention and operational costs.

**Keywords:** Machine Learning, Deep Reinforcement Learning, Deep Neural Networks, Self-Organizing Networks (SON), 5G, Coverage Optimization, Capacity Management.

## Résumé

Avec l'expansion continue des réseaux 5G, assurer une connectivité rapide et fiable à travers des déploiements ultra-denses tout en maintenant une couverture et une capacité optimales est devenu un défi majeur. La gestion manuelle traditionnelle des réseaux peine à faire face à la complexité et à l'échelle croissante de l'infrastructure 5G moderne. Face à ces défis, les réseaux auto-organisés (SON) alimentés par l'intelligence artificielle s'imposent comme une solution prometteuse. L'objectif de ce travail est de concevoir et d'implémenter un framework SON piloté par l'apprentissage automatique pour l'optimisation de la couverture et de la capacité 5G, en exploitant l'apprentissage par renforcement profond (DRL), les réseaux de neurones profonds (DNNs) et l'apprentissage par récompense active : afin de traiter de manière autonome les causes profondes des mauvaises performances réseau, tout en minimisant l'intervention humaine et les coûts opérationnels.

**Mots-clés :** Apprentissage Automatique, Apprentissage par Renforcement Profond, Réseaux de Neurones Profonds, Réseaux Auto-Organisés (SON), 5G, Optimisation de la Couverture, Gestion de la Capacité.