

## Contrat doctoral – ED Galilée

**Titre du sujet :** Autonomisation de l'allocation et de la reconfiguration des ressources dans les infrastructures 5G/6G

- Unité de recherche : Laboratoire L2TI (UR 3043), Equipe Réseaux
- Discipline : Réseaux informatiques
- Direction de thèse : Mohand Yazid Saidi (directeur) et Mohamed Amine Ouamri (encadrant)
- Contact : [saidi@univ-paris13.fr](mailto:saidi@univ-paris13.fr) et [mohamedamine.ouamri@univ-paris13.fr](mailto:mohamedamine.ouamri@univ-paris13.fr)
- Domaine de recherche : Réseaux informatiques et télécoms
- Mots clés : Allocation de ressources, slicing, puncturing, SDN/NFV, apprentissage profond, réseaux 5G/6G

### Contexte et objectifs du travail

La gestion des ressources radio au sein des réseaux 5G, et plus encore dans les perspectives de la 6G, repose sur un paradigme de Network Slicing dont l'efficacité est aujourd'hui limitée par un cloisonnement souvent trop rigide. Si l'isolation des flux (eMBB, URLLC, mMTC) garantit une certaine étanchéité des services, elle engendre mécaniquement un gaspillage spectral dès lors que la demande d'une tranche ne sature pas ses capacités réservées.

L'objectif central de cette thèse est de dépasser cette allocation statique par la conception d'un moteur d'arbitrage capable d'ajuster dynamiquement les blocs de ressources (Resource Blocks) entre les tranches. Cette optimisation doit impérativement s'appuyer sur une utilisation proactive du *puncturing*, non plus comme une simple mesure d'urgence pour le trafic URLLC, mais comme un levier de régulation fine permettant de maximiser l'efficacité globale sans compromettre la QoS des flux affectés par le puncturing.

### Problématique et verrous scientifiques

Le principal verrou scientifique de ce travail réside dans la synchronisation des décisions d'allocation face à la volatilité du canal radio. Il s'agit de résoudre le compromis entre la latence stricte des services critiques et la dégradation induite sur le débit des services à large bande. En premier lieu, la recherche se focalisera sur le développement d'algorithmes d'arbitrage inter-slices capables de redistribuer les capacités en fonction de l'état instantané du signal et de la charge du réseau. Par ailleurs, la thèse explorera la résilience du système face à des instabilités majeures, telles que la saturation brutale d'un nœud ou sa mise hors service partielle. Dans ces scénarios de crise, le système doit orchestrer une reconfiguration immédiate des politiques de puncturing pour préserver les services prioritaires tout en limitant l'effondrement de la qualité d'expérience globale [1][2].

L'approche méthodologique privilégiera le *Deep Reinforcement Learning* (DRL) pour transformer les métriques de monitoring en décisions d'allocation temps réel, surpassant ainsi les limites de complexité des modélisations linéaires classiques [3][4].

## Méthodologie et Validation

Les travaux porteront sur le développement d'algorithmes d'apprentissage (type renforcement ou prédictif) intégrés aux contrôleurs réseau. La validation s'appuiera sur des campagnes de simulation et d'émulation permettant de mesurer l'efficacité des allocations de ressources.

## Plan

- M1 - M6 : État de l'art sur l'orchestration SDN/NFV et la modélisation du puncturing inter-slices.
- M7 - M18 : Développement des algorithmes de scheduling et de puncturing basés sur le DRL, avec application inter-slices.
- M19 - M30 : Campagnes d'expérimentation pour valider les algorithmes d'allocation dynamique de ressources proposés et mesurer leur performances.
- M31 - M36 : Valorisation des résultats et rédaction du manuscrit.

## Références

- [1] M. A. Ouamri and M. Y. Saidi, "Towards Efficient eMBB and URLLC Puncturing in Single MIMO Cell: DRL Study," IEEE MeditCom 2025, pp. 1-6.
- [2] H. E. Benmadani, M. A. Ouamri, M. Azni, and T. E. Alharbi, "Dynamic eMBB scheduling strategy for GBR and NGBR in Non Standalone 5G NR: A deep reinforcement learning approach," Computer Networks (Elsevier), vol. 272, 111692, 2025.
- [3] K. Boutiba, M. Bagaa, and A. Ksentini, "Optimal radio resource management in 5G NR featuring network slicing," Computer Networks, vol. 234, 109937, 2023.
- [4] M. Al-Ali and E. Yaacoub, "Resource allocation scheme for eMBB and uRLLC coexistence in 6G networks," Wireless Networks, vol. 29, pp. 2519–2538, 2023.

## Profil des candidats

- Connaissances en IA nécessaire (plus spécifiquement en apprentissage profond).
- Connaissances des réseaux 5G/6G est un plus.
- Anglais nécessaire.