

## ÉLÉMENT DE PORTFOLIO 06



### Publication

## 1 DÉFINITION DE CET ÉLÉMENT

**Titre de l'élément :** Modélisation et analyse des performances de la cohabitation entre les réseaux Wi-Fi et LTE-U.

**URL de l'élément :** <https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-01526206/>

## 2 MOTIVATIONS DU CHOIX DE CET ÉLÉMENT

Il s'agit d'une publication à la prestigieuse conférence internationale très sélective IEEE INFOCOM. Ce travail a permis une collaboration avec Nokia Bell Labs aux Etats-Unis (entre 2017 et 2019). L'article est un précurseur dans le domaine et il a plus de 30 citations.

## 3 PRÉSENTATION DE CET ÉLÉMENT

Les opérateurs mobiles poursuivent l'augmentation de la capacité de leurs réseaux cellulaires pour faire face aux défis de la croissance des données mobiles. Les performances des nouvelles technologies (LTE, LTE-A, etc.) sont de plus en plus proches de la limite de Shannon en termes d'efficacité du spectre. Les opérateurs mobiles s'orientent vers l'extension du fonctionnement du LTE dans le spectre sans licence (LTE-U), principalement dans la Bande 5 GHz en raison de sa large disponibilité de spectre.

Cependant, l'extension exige non seulement que LTE partage le spectre avec d'autres systèmes comme le Wi-Fi, mais il faut aussi partager le spectre de manière équitable ce qui ne fait pas partie de sa conception d'origine. En effet, le LTE fonctionne généralement dans un spectre sous licence où le spectre est exclusivement réservé à son exploitation. C'est précisément là que le défi se présente. Donc, dans les scénarios de coexistence, LTE-U doit adopter un nouveau protocole de contrôle d'accès (MAC) qui devrait avoir deux principes caractéristiques : (i) Il s'agit d'une couche MAC appropriée pour le fonctionnement LTE-U y compris le fonctionnement ininterrompu et synchrone du canal. (ii) Il offre une coexistence équitable avec le Wi-Fi. La clé du défi est de répondre *simultanément* aux exigences ci-dessus ce qui rend la conception d'une nouvelle couche MAC LTE assez complexe et reste ouverte à d'autres recherches. 3GPP propose principalement deux nouvelles catégories de protocoles MAC pour LTE.

Le premier est Listen Before Talk (LBT) où LTE-U accède au canal chaque fois qu'il est détecté inactif après avoir attendu une période d'inactivité du canal suivie éventuellement par une période d'attente.

Le second est un MAC basé sur le multiplexage temporel TDM, appelé également Duty Cycled LTE ou simplement LTE-U, où l'accès se fait directement au canal sans effectuer une détection d'activité du canal.

Cependant, dans un cycle de service, LTE-U doit libérer le canal pendant un certain temps pour offrir des possibilités de transmission aux utilisateurs Wi-Fi. Notre travail a consisté à examiner la question fondamentale : Comment LTE-U peut adopter efficacement un protocole basé sur TDM afin de cohabiter équitablement avec le Wi-Fi ? Nous répondons à cette question par une analyse sophistiquée qui quantifie l'impact négatif sur les performances Wi-Fi en adoptant un protocole MAC basé sur TDM. Nous calculons analytiquement la probabilité de collision entre les deux systèmes et nous dérivons le débit de saturation Wi-Fi. Les contributions de ce travail sont donc multiples :

- ▶ Nous combinons plusieurs modèles analytiques et des raffinements pour un réseau Wi-Fi.
- ▶ Nous nous appuyons sur nos modèles raffinés de réseaux Wi-Fi pour étudier la coexistence entre LTE-U et Wi-Fi en utilisant deux approches de modèles analytiques complémentaires.
- ▶ Nous introduisons la notion de marche aléatoire dans l'étude des performances du MAC 802.11. Notre analyse analytique est suffisamment général pour être utilisé afin d'analyser d'autres scénarios de coexistence. D'ailleurs, nous avons étudié en collaboration avec Nokia Bell Labs USA l'approche LBT Frame Based Equipment (LBT-LBE) pour la coexistence [1].

- ▶ Nous incluons l'effet de capture dans le modèle pour permettre la prise en compte des standards 802.11 PHY classiques et récents qui introduisent un certain nombre de nouvelles fonctionnalités.
- ▶ Nous validons notre analyse analytique grâce à une vaste étude de simulation à l'aide de NS3. Nous développons également un nouveau module dans le simulateur NS3 pour simuler la coexistence de LTE-U avec le réseau Wi-Fi.
- ▶ Nous montrons que l'impact négatif du LTE-U sur les performances Wi-Fi pourrait être compensé en s'appuyant sur notre modèle. Nous mettons aussi en évidence l'impact de la taille des paquets Wi-Fi et les paramètres de TDM-LTE-U sur les performances.

## 4 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Amr Abdelfattah, Naceur Malouch, and Jonathan Ling. Analytical evaluation and potentials of frame based equipment for lte-laa/wi-fi coexistence. In *2019 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*, pages 1–7, 2019.