

Ma Thèse en Synthèse

"Towards Low Latency in 5G-NR RAN"

Ronteix--Jacquet Flavien / 13-Fév 2020 / Discord "le Vortex"



Introduction

- > Ingénieur en Sécurité Informatique (spécialisé sur les systèmes embarqués et non filaires)
- > Thèse débutée en **Octobre 2019**
- > **Orange Labs Networks** à Lannion (22)
- > Dirigée par l'**IMT Atlantique** de Rennes (pr. X. Lagrange)
- > Ecole Doctorale **MathSTIC**
- > Laboratoire **IRISA**

Le sujet

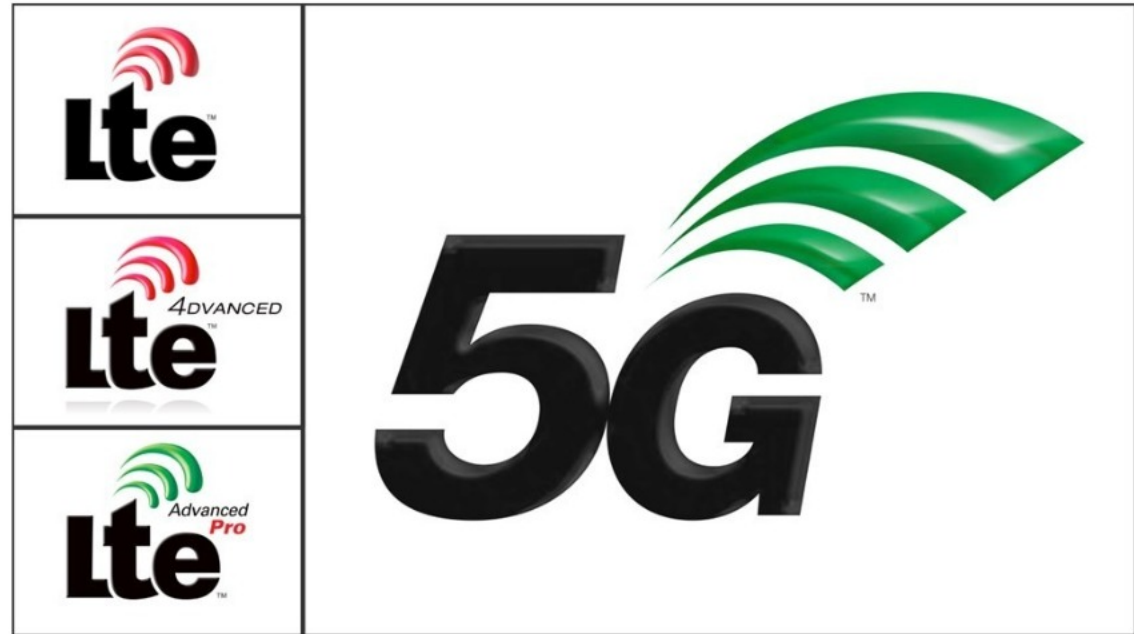
> 5G ?

Réf : [1]

“

Towards Low Latency in 5G-NR RAN

”



Le sujet

> 5G ?

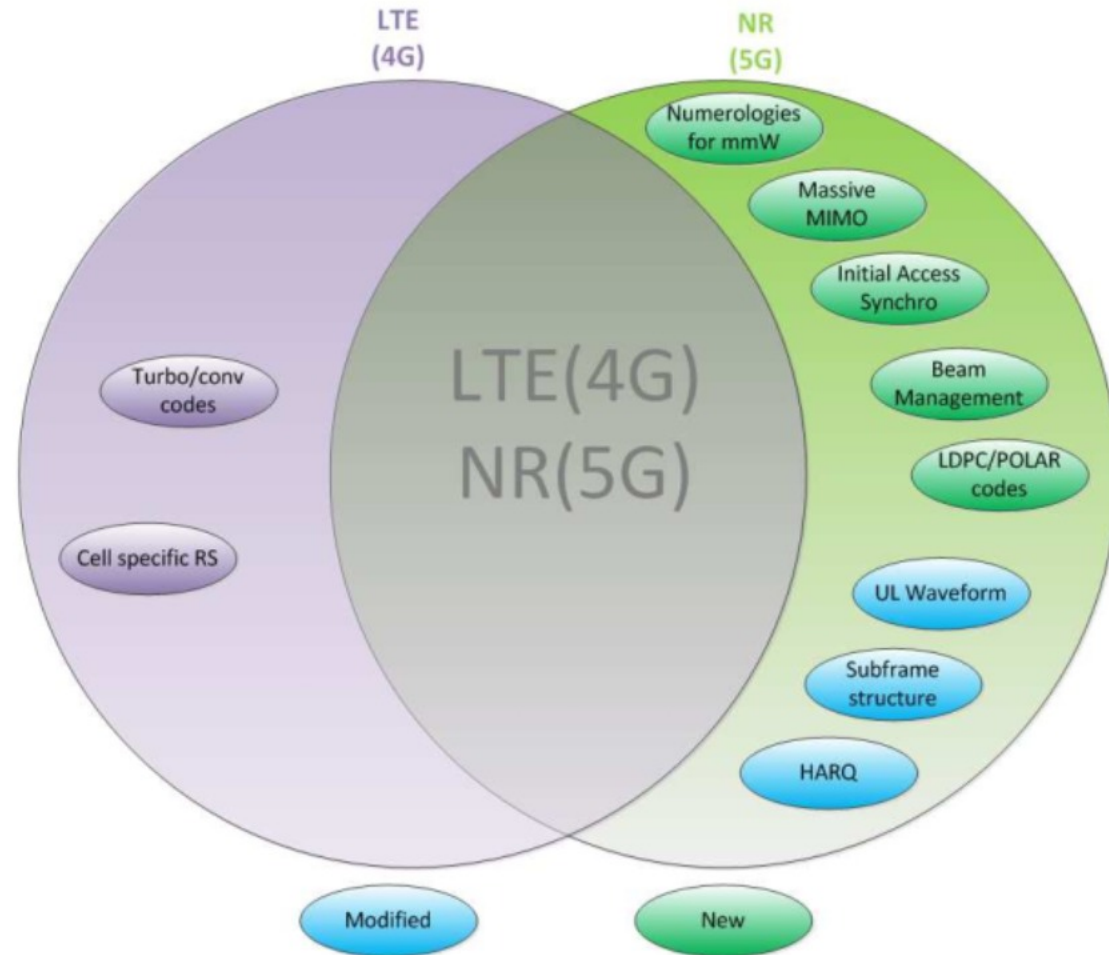
> NR (New-Radio) ?

Réf : [12]

“

Towards Low Latency in 5G-NR RAN

”



Le sujet

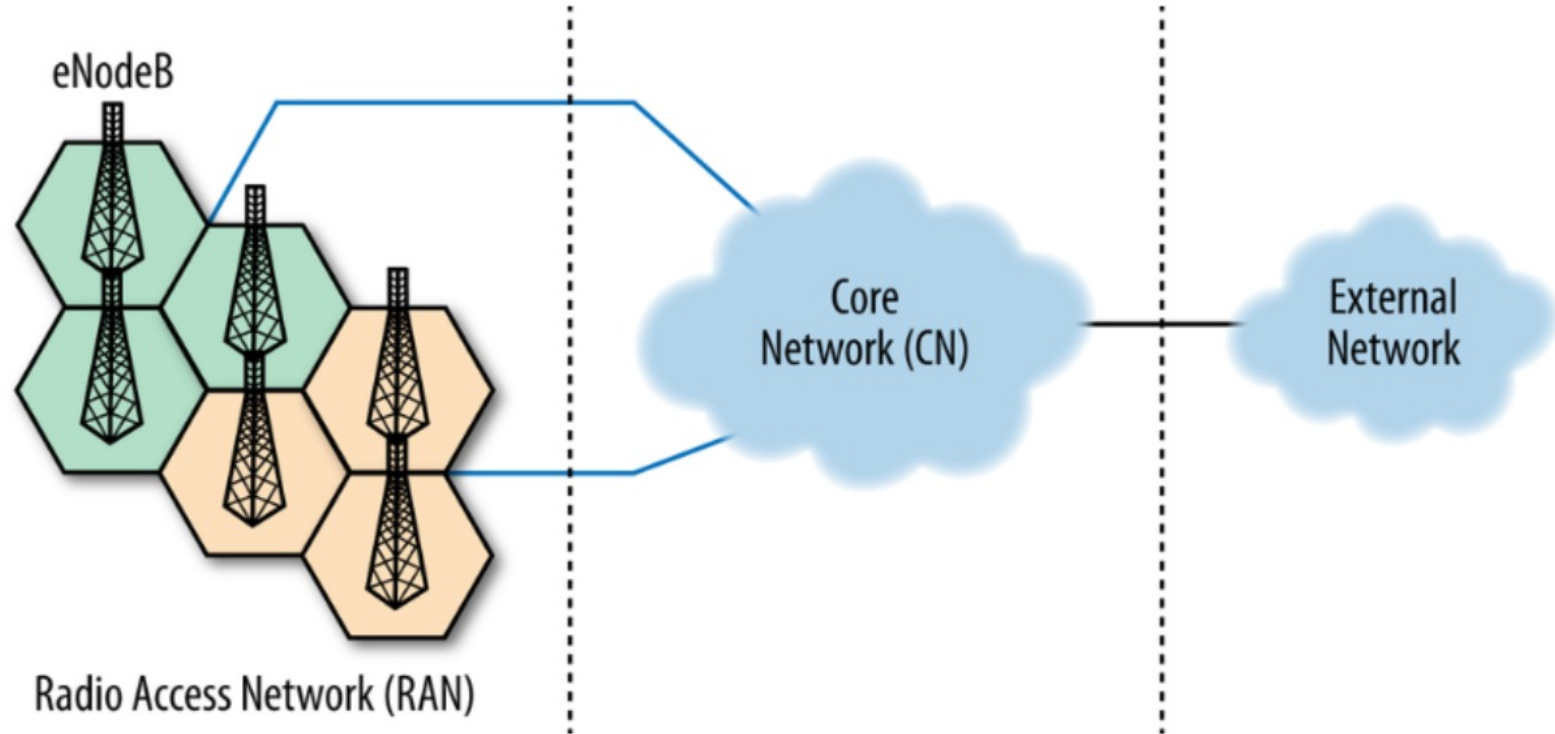
- > **5G** ?
- > **NR** (New-Radio) ?
- > **RAN** (Radio Access Network)?

Réf : [13]

“

Towards Low Latency in 5G-NR RAN

”



Le sujet

> **5G** ?

> **NR** (New-Radio) ?

> **RAN** (Radio Access Network)?

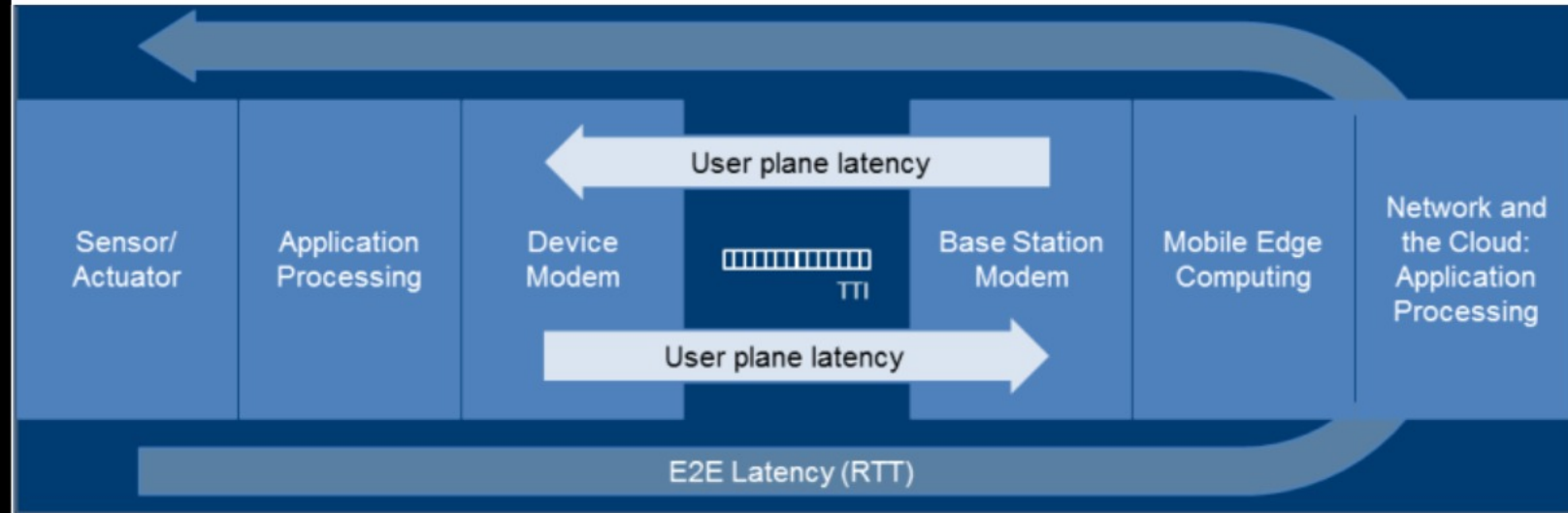
> **Low Latency**
(Faible Latence) ?

Réf : [6],[12]

“

Towards Low Latency in 5G-NR RAN

”



Quelques notions de réseau

Internet ?

| | Couche | Protocole |
|---|--|------------------|
| 7 | Application + Présentation + Session + = Application | HTTP |
| 6 | | |
| 5 | | TLS / SSL |
| 4 | Transport | UDP / TCP / QUIC |
| 3 | Réseau | IPv4/IPv6 |
| 2 | Liaison + Physique = Network Interface | MAC |
| 1 | | 5G-NR |

Où sont les latences dans le RAN ?

> Physique

- Temps de propagation
- Les réflexions

> Matériel

- Codage de l'information
- Les traitements

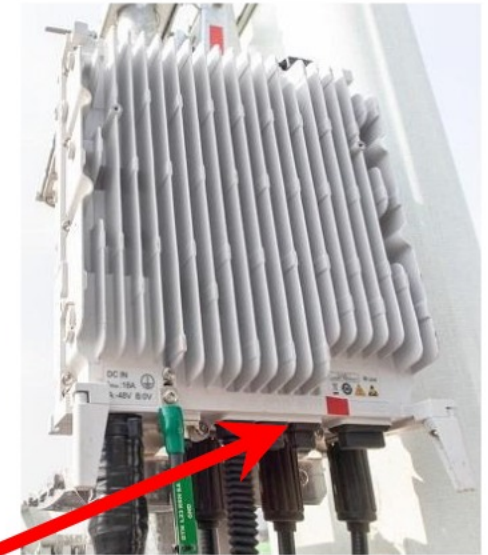
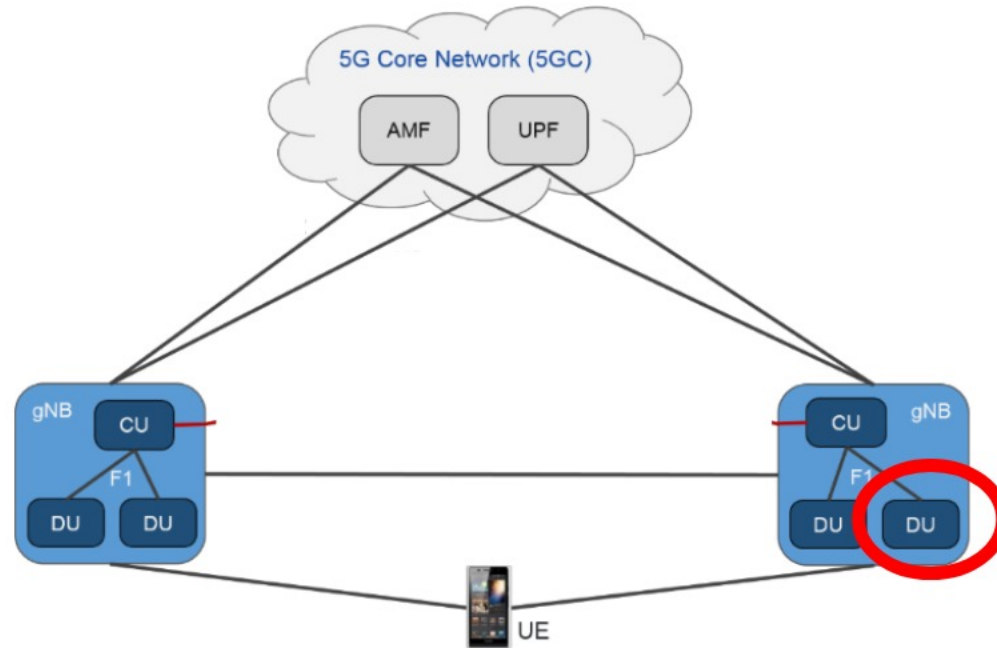
> Logiciel et Configurations

- Dans les buffers et files d'attente
- A l'allocation efficace des ressources
- Dans la retransmission des paquets perdus

Réf : [4],[5],[14]

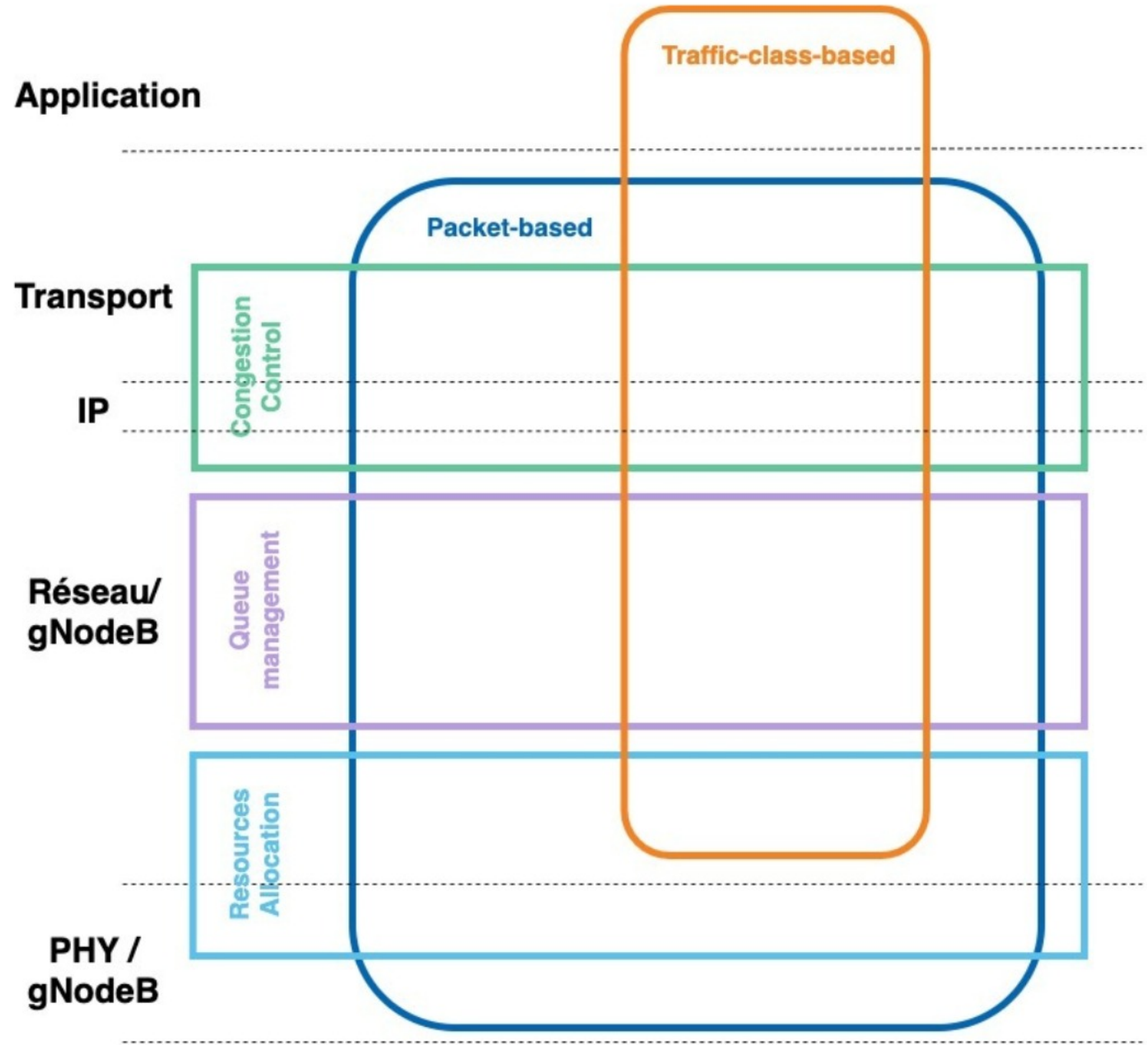
Au centre du RAN : La gNodeB

= 1 antenne MIMO +
1 Unité Distribuée +
1 Unité Décentralisée



Réf : [13]

Le Plan de Recherche



L'Allocation des Ressources Radio

> l'Ordonnanceur MAC

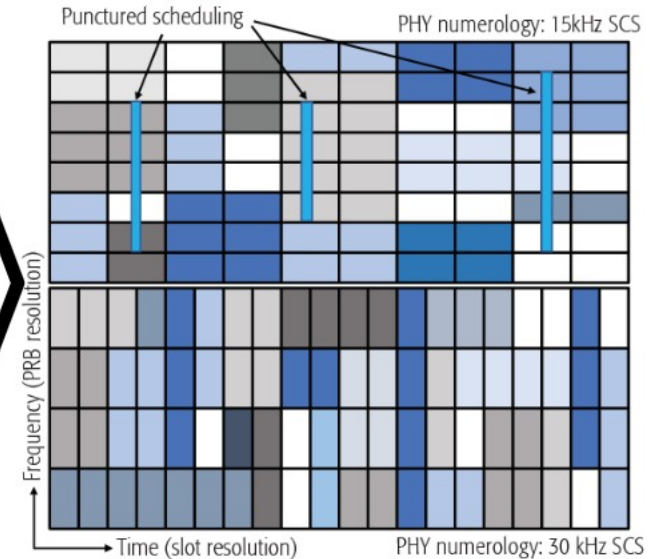
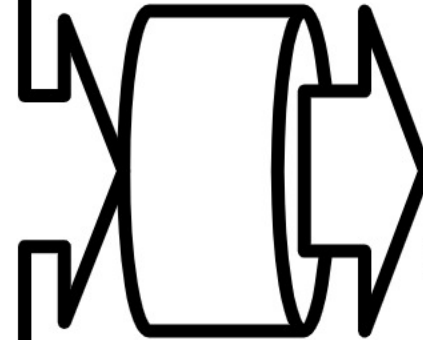
Réf : [1],[2],[5],[8],[12]



Comment partager et utiliser l'accès au medium radio ?



- Caractéristiques QoS
- Qualité du canal
- Besoins en transmission
- Remplissage des buffers
- ...

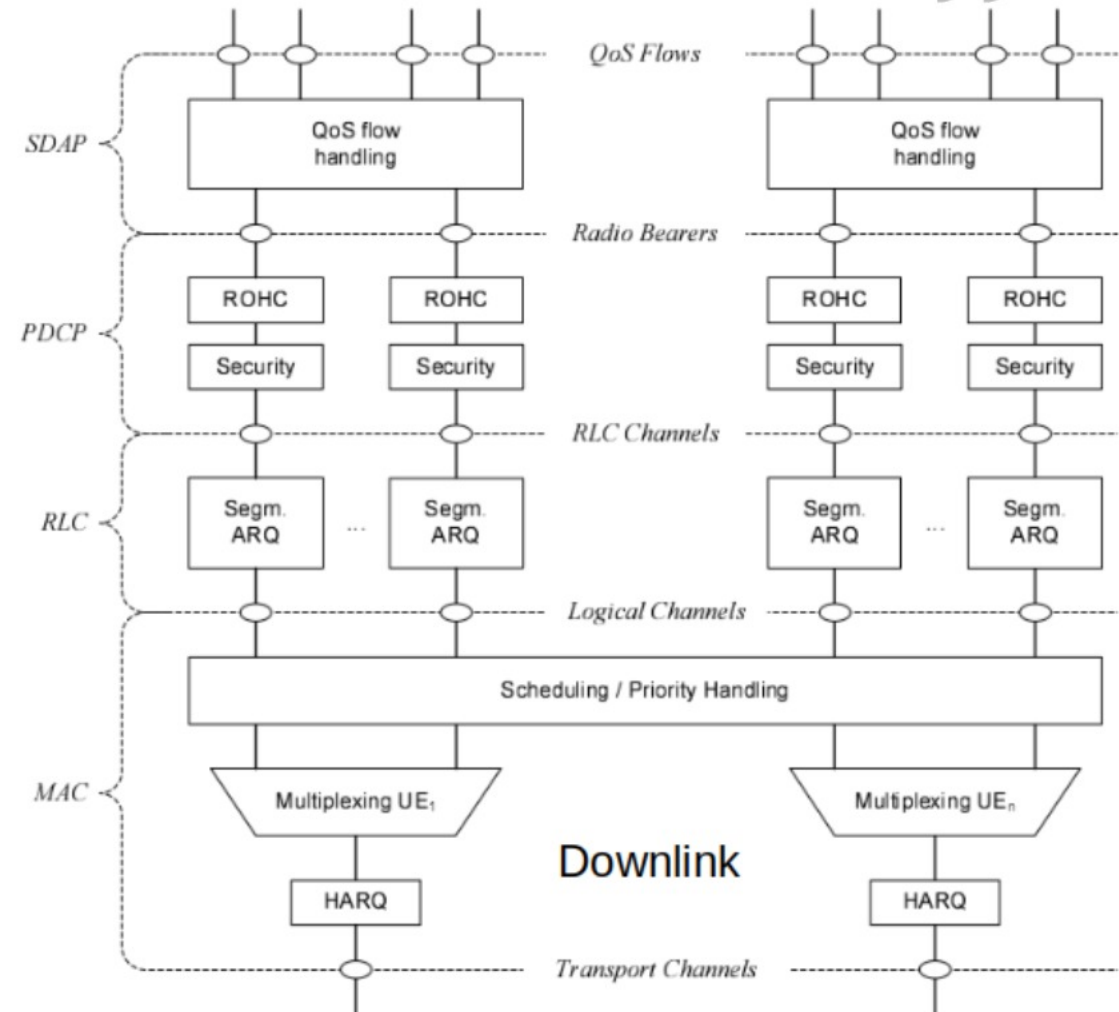


La Gestion Intelligente des buffers

- > PDCP
- > RLC
- > MAC

Réf : [1]

Comment fluidifier le voyage
des paquets dans le gNodeB ?



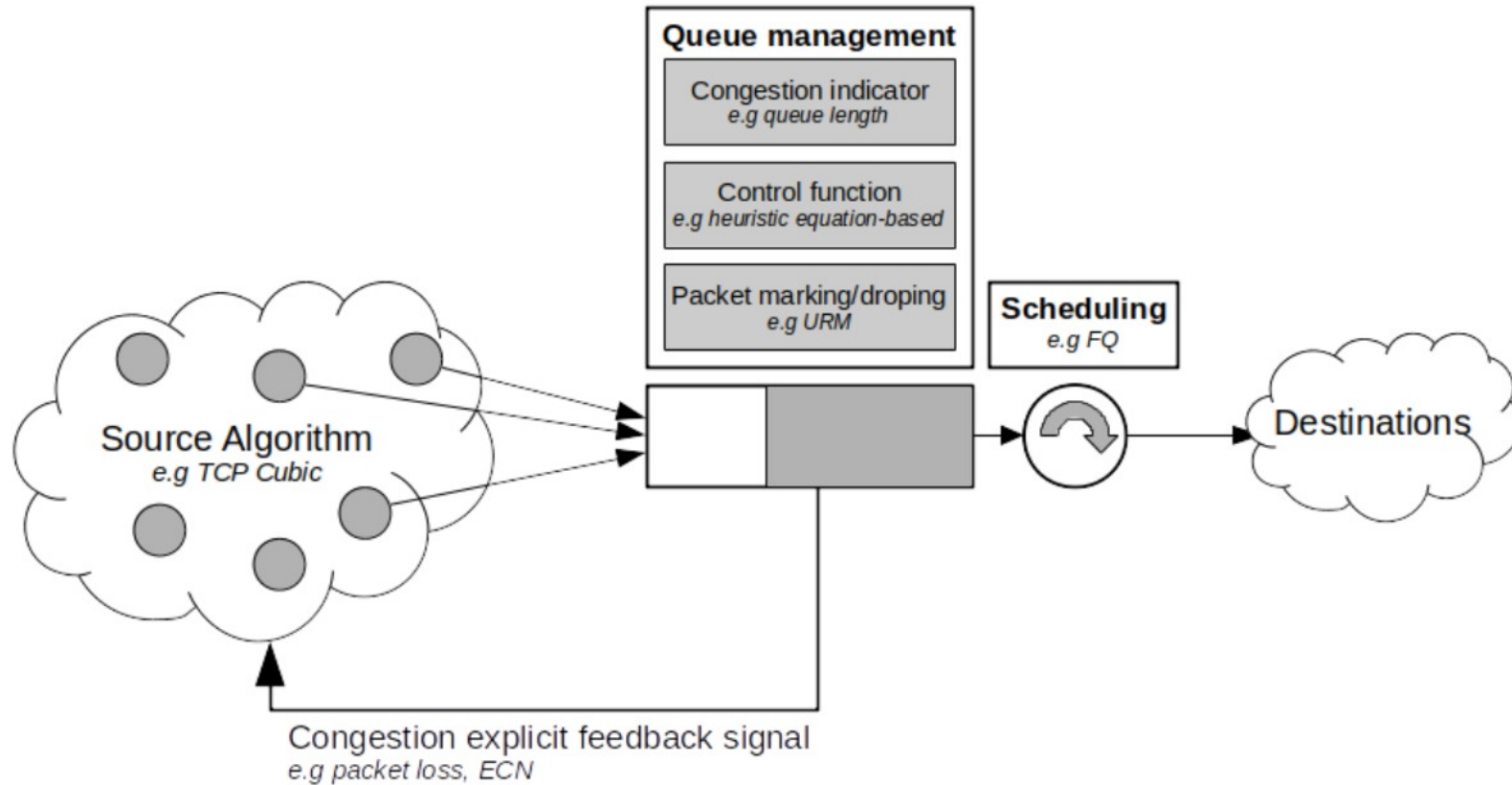
La Gestion Intelligente des buffers

> Méthodes "Active
Queue Management"

Réf : [3],[7],[8]



Toujours garder la longueur de
la file d'attente stable et courte

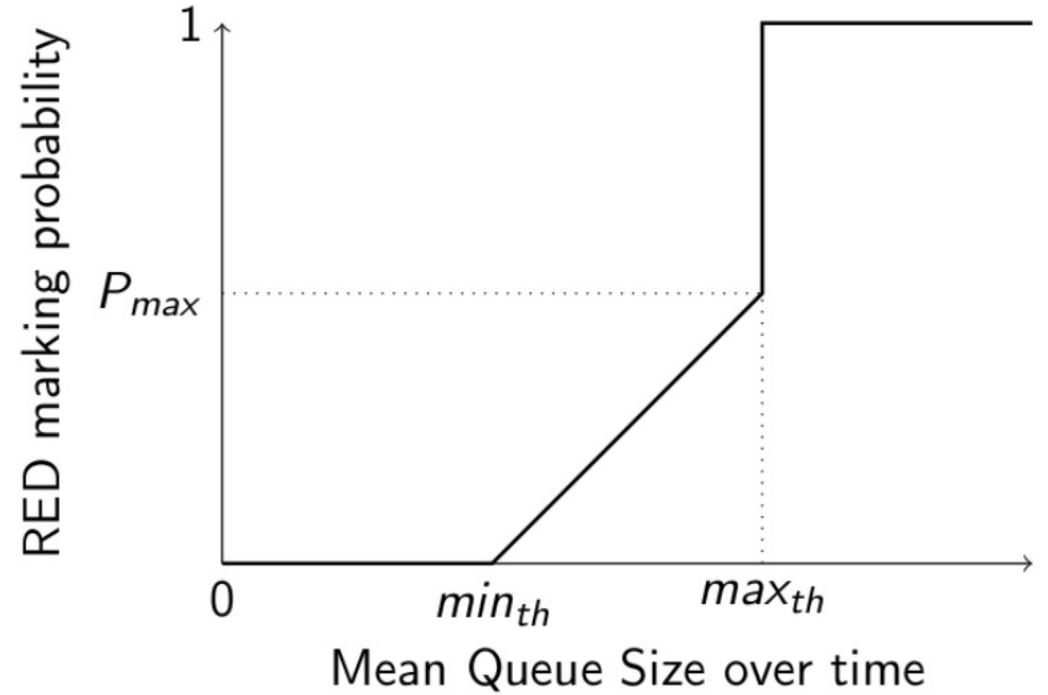


La Gestion Intelligente des buffers

> Exemple de Méthodes

Réf : [11]

RED



Codel (Controlled Delay)

La Gestion Intelligente des buffers

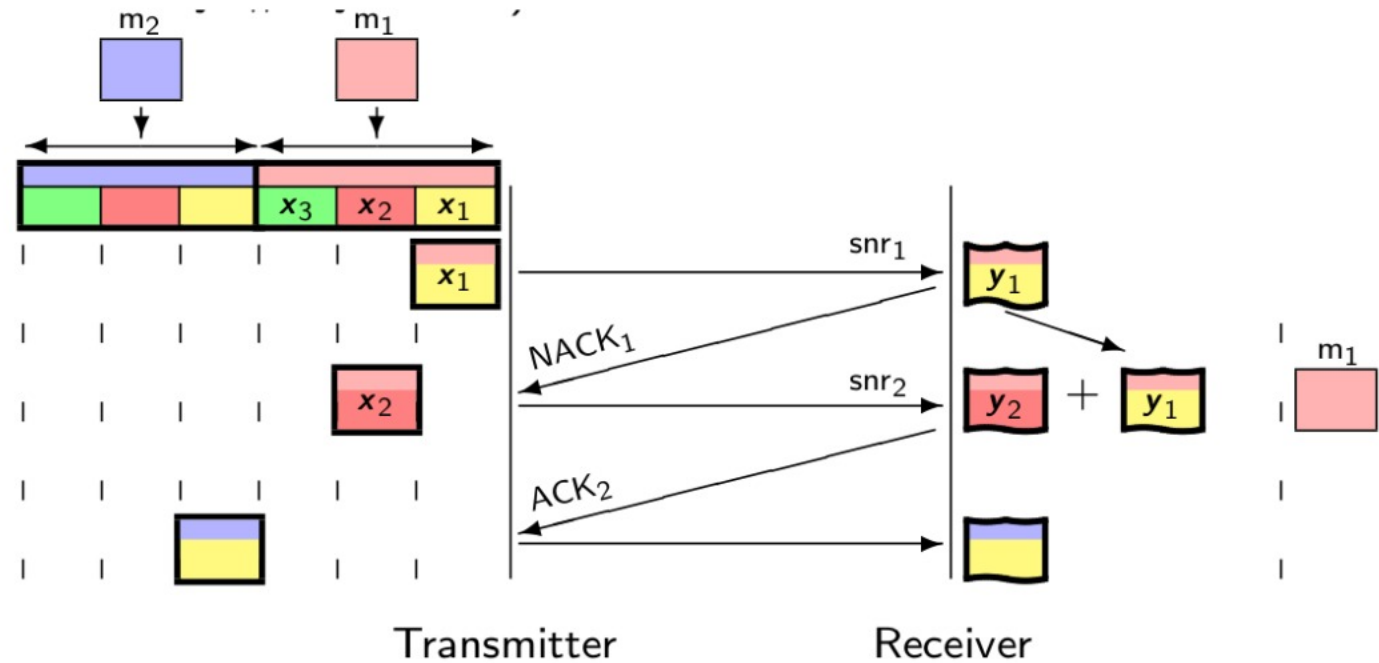
> Buffer de
retransmission HARQ
(Hybrid Automatic
Repeat reQuest)

Réf : [9]

“

Fluidifier les retransmissions ?

”

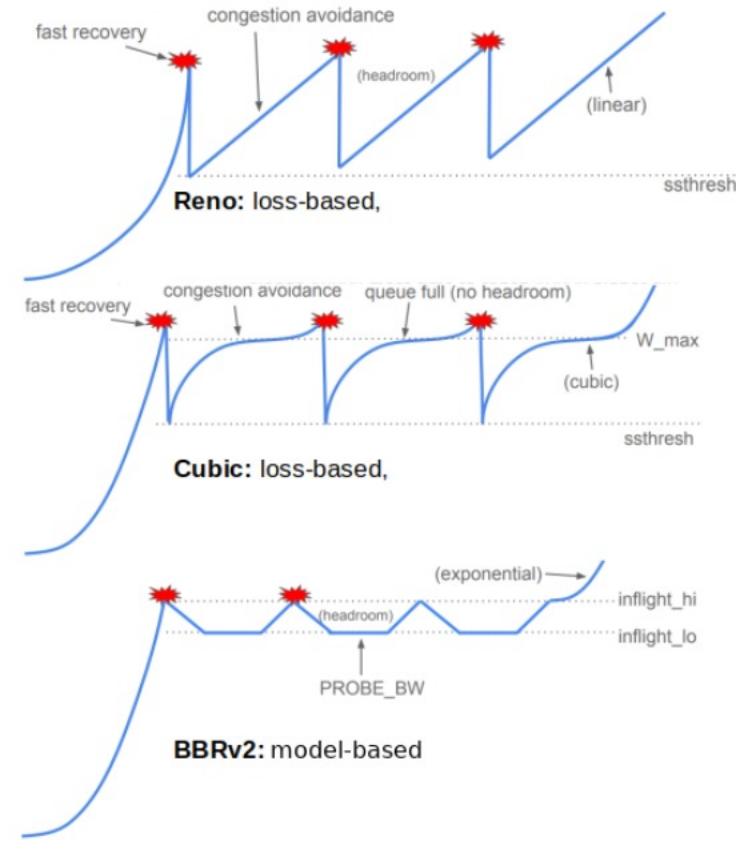


Le Contrôle actif de la Congestion

“

Comment remplir au mieux le tuyau ?

”



Le problème avec le medium Radio ?
> La vitesse d'adaptation qui conduit à une sous-utilisation du canal (68% en LTE, 22% en NR)

Réf : [14]

L'idée principale: Cross Layer Design (CLD)

- > Sortir (un peu) du modèle stricte "OSI" des couches imperméables
- > permettre une plus grande coopération entre les couches
- > Optimiser la latence de bout-en-bout

Réf : [10]

Le Projet OAI : Implémentation de mes recherches



- > Initié par Eurocom (Sophia-Antipolis) en 2014
- > Projet **Open Source** (Open Software Alliance)
- > Fournir des solutions logiciels pour les réseaux d'accès et coeurs réseaux pour la LTE et la 5G
- > Orange, Nokia, Fujitsu, TCL, bcom,...
- > <https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g>

Pour quels usages ?

- > Le Streaming vidéo sans délais
- > L'Internet Tactile
- > Le Cloud Gaming
- > L'Internet décentralisé
- > Les tâches "latency-critical"
 - Usine 4.0
 - Coopération en Robotique
 - Télé-chirurgie,...
- > ...

Conclusion

- > La recherche d'une solution intégrée de réduction des latences dans le RAN 5G
- > De la théorie à l'implémentation pratique
- > Développement d'une solution open-source pour la 5G

- > Parlons 5G ? Parlons recherche en informatique ? Questions techniques ?

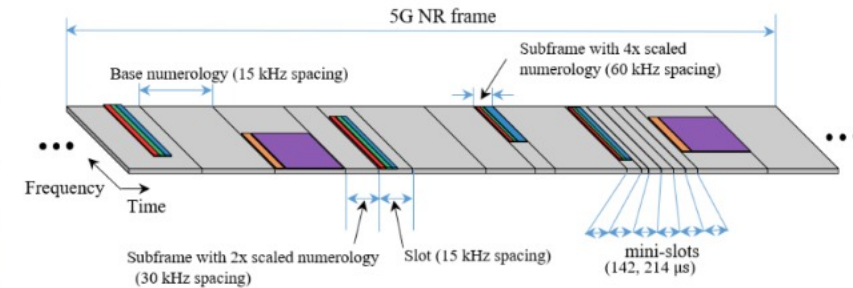
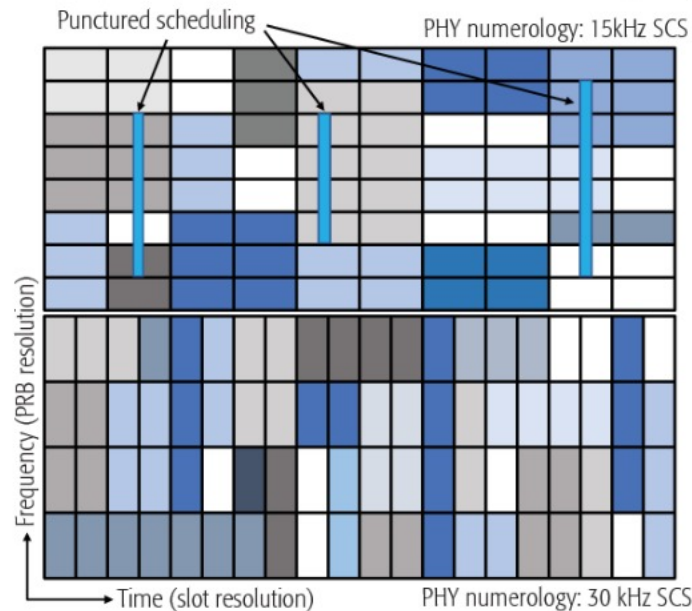
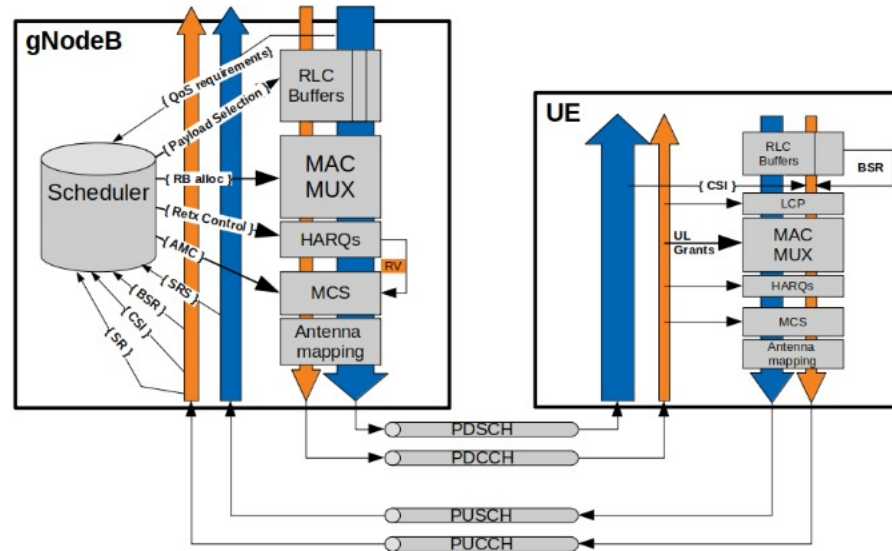
Références

1. "5G NR, The next generation of wireless access technology", Dahlman, 2018.
2. "A review of MAC Scheduling algorithms in LTE system", Balakrishnan, 2017.
3. "Active Queue Management: A survey", Adams, 2013.
4. "Bufferbloat: Dark buffers in the Internet", Gettys, 2011.
5. "Fundamental tradeoffs among reliability, latency and throughput in cellular networks", Soret, 2014.
6. "New services and applications with 5G uRLLC", 5G Americas consortium, 2018,
7. "On Active Queue Management in cellular networks", Beshay, 2017.
8. "QoS-enabled networks", Barreiros, 2016.
9. "Recent advances in HARQ communications", Duhamel, 2019.
10. "Resource Allocation and Cross-Layer Control in Wireless Networks", Georgiadis, 2006.
11. "The new AQM kids on the block: An experimental evaluation of CoDel and PIE", Khademi, 2014.
12. "Ultra-Reliable and Low-Latency Communications in 5G Downlink: Physical Layer Aspects", Ji, 2017.
13. "View on 5G Architecture", 5G 3GPP consortium, 2019.
14. "XLR8: Accelerating beyond 5G", 2016.

L'Allocation des Ressources Radio

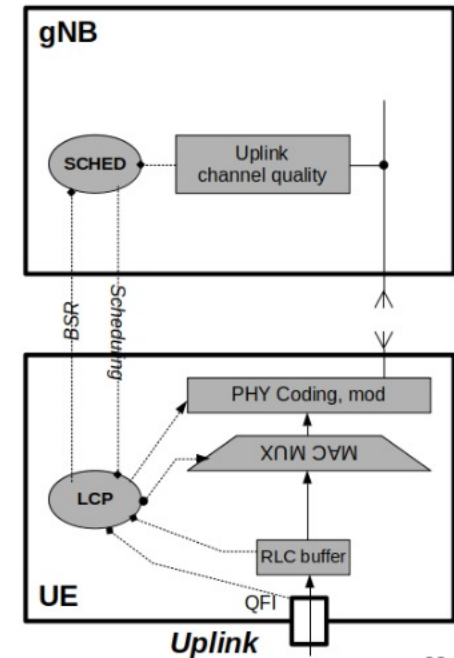
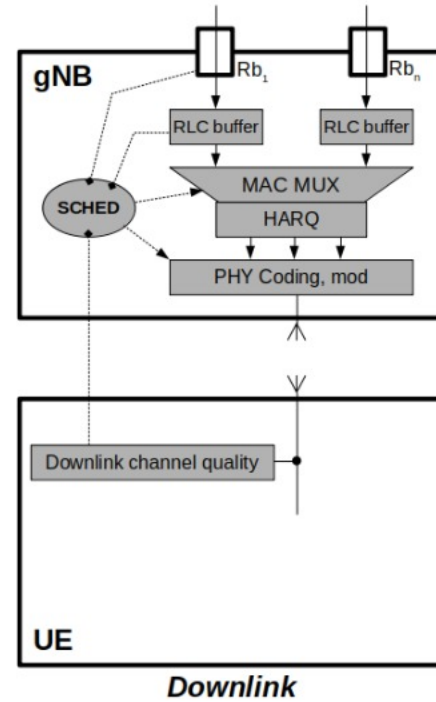
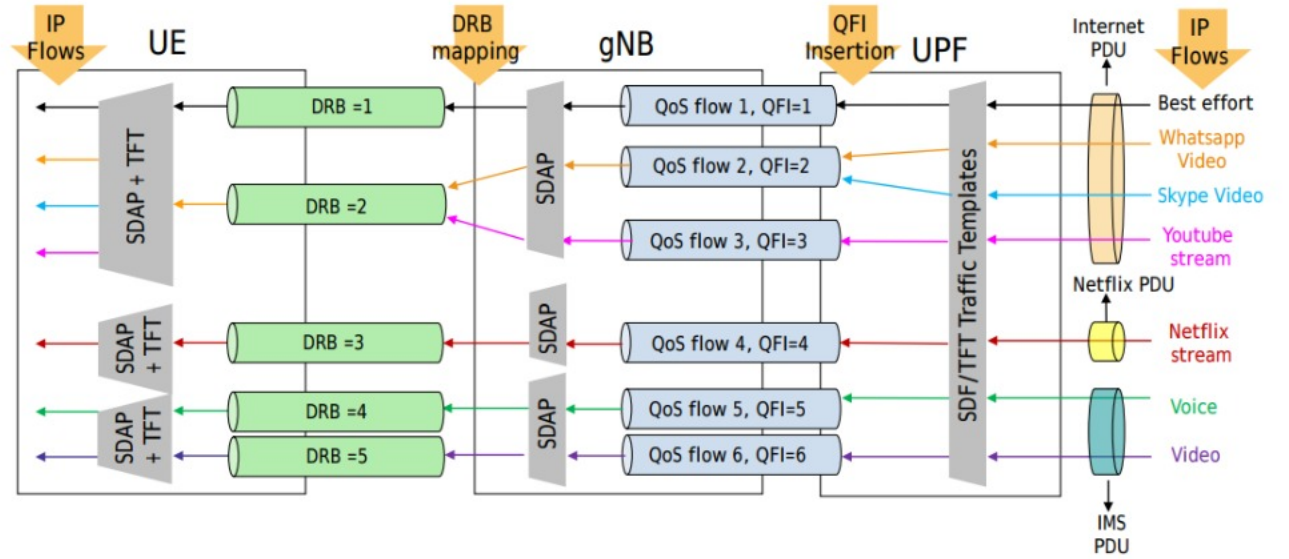
- > les classes de QoS
- > le Scheduler MAC

Un Problème d'optimisation multidimensionnel en temps contraint



L'Allocation des Ressources Radio

- > les classes de QoS
- > le Scheduler MAC



La Gestion Intelligente des buffers

- > PDCP
- > RLC
- > MAC.HARQ

