

# Building the bridge between QoS and QoE for network control mechanisms

Adlen Ksentini

Habilitation à Diriger des Recherches

03/07/2013



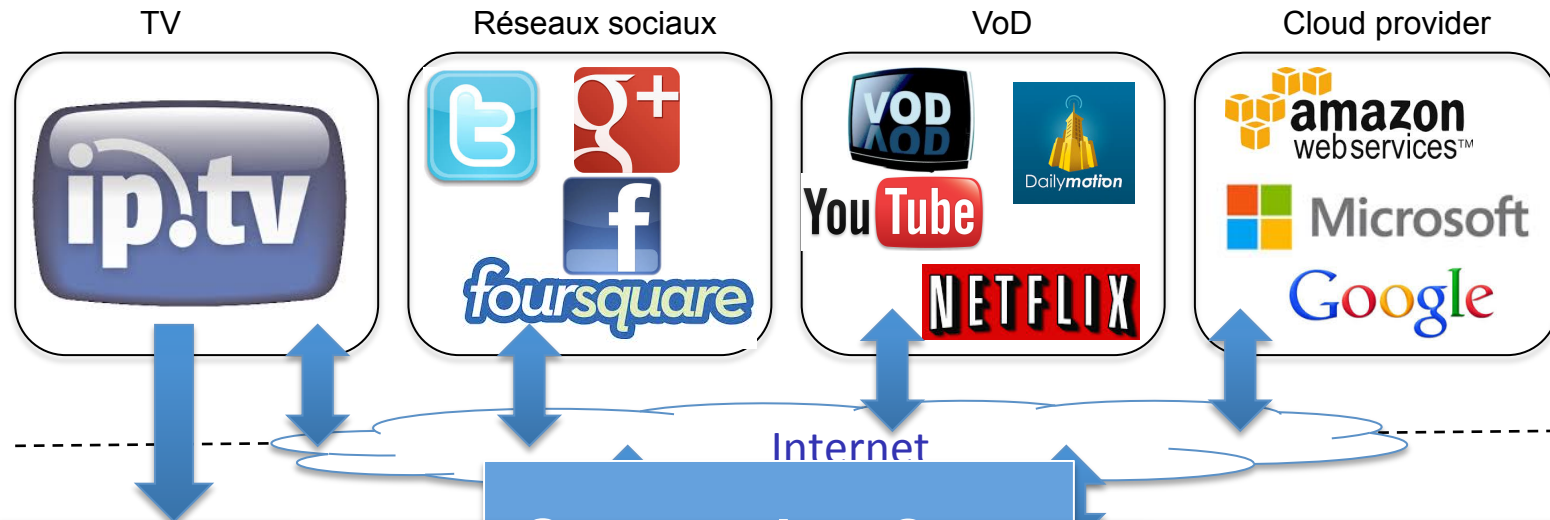
# Sommaire

- Contexte
  - Problématiques
  - Approche proposée
- Solutions centrées sur le réseau
  - Contrôle de congestion dans les réseaux LTE
  - Résumé
- Solutions centrées sur l'utilisateur
  - Un outil de mesure de la QoE pour SVC
  - Décodage adaptative de contenu SVC dans les réseaux DVB-T2
  - Résumé
- Conclusion et perspectives

# Sommaire

- Contexte
  - Problématiques
  - Approche proposée
- Solutions centrées sur le réseau
  - Contrôle de congestion dans les réseaux LTE
  - Résumé
- Solutions centrées sur l'utilisateur
  - Un outil de mesure de la QoE pour SVC
  - Décodage adaptative de contenu SVC dans les réseaux DVB-T2
  - Résumé
- Conclusion et perspectives

# Problématiques de recherche



Chaque réseau d'accès a ses particularités

- WiFi, distribué non opéré
- 3GPP, centralisé et opéré
- DVB, centralisé opéré et unidirectionnel



# Verrous

## Réseaux locaux sans fil (WLAN ou WiFi)

- Difficulté pour garantir la QoS, même avec le 802.11e !!
- Conditions du canal physique impactent directement les applications

Adaptation du contenu (qualité, dimensions, etc.) au contexte de l'utilisateur

- Gestion d'énergie efficace, particulièrement pour les applications temps-réel

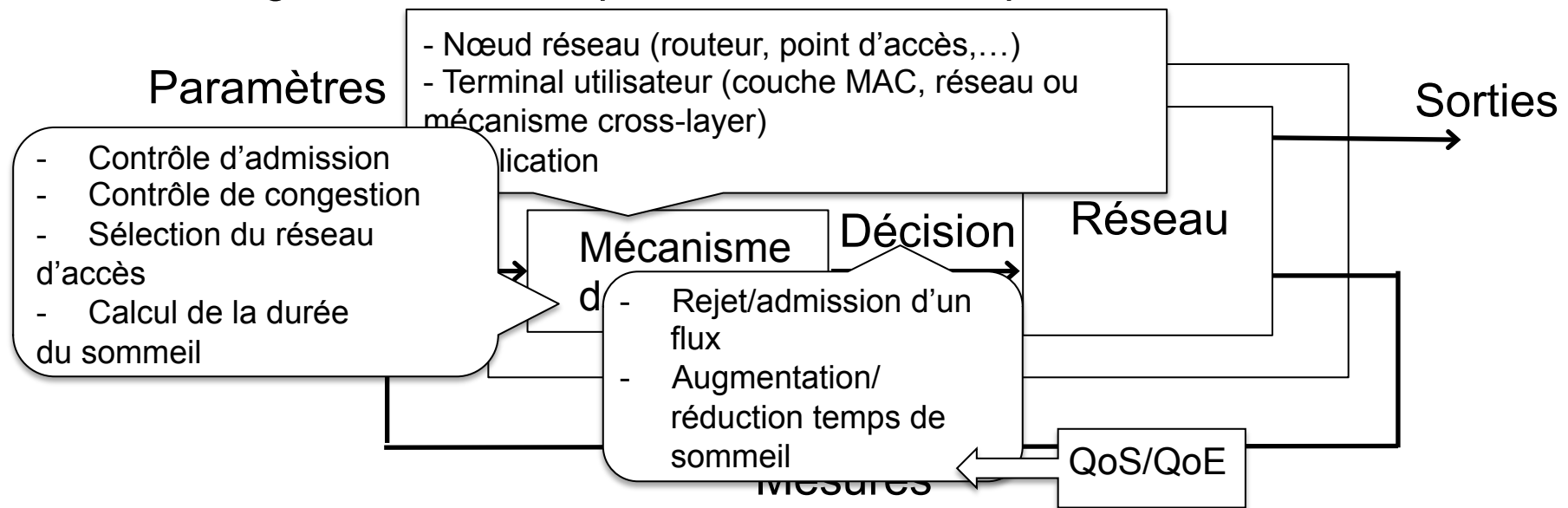
Sélection du réseau d'accès

## Reseaux cellulaires 3GPP

- Trafics émergents (M2M, réseau social) ont changé la donne
- Congestion apparaît au niveau du cœur du réseau

# Approche utilisée

- Protocoles et mécanismes de contrôle de réseau dynamiques et adaptatifs
  - Changement de l'état du canal sans fil (dégradation/amélioration du canal physique),
  - Changement de l'état du réseau (niveau de la charge/contention),
  - Augmentation ou réduction du trafic d'une application,
  - Dégradation de la qualité de service/expérience de l'utilisateur.



# Classification - mesure

## Solutions centrées sur le réseau (QoS)

- Contrôle d'admission dans les réseaux 802.11
- Contrôle de congestion dans les réseaux LTE
  - Trafic M2M ou MTC
  - Trafic du réseau social.
- Amélioration des performances des réseaux 802.11 et VoIP dans les environnements bruités

## Solutions centrées sur les utilisateurs (QoE)

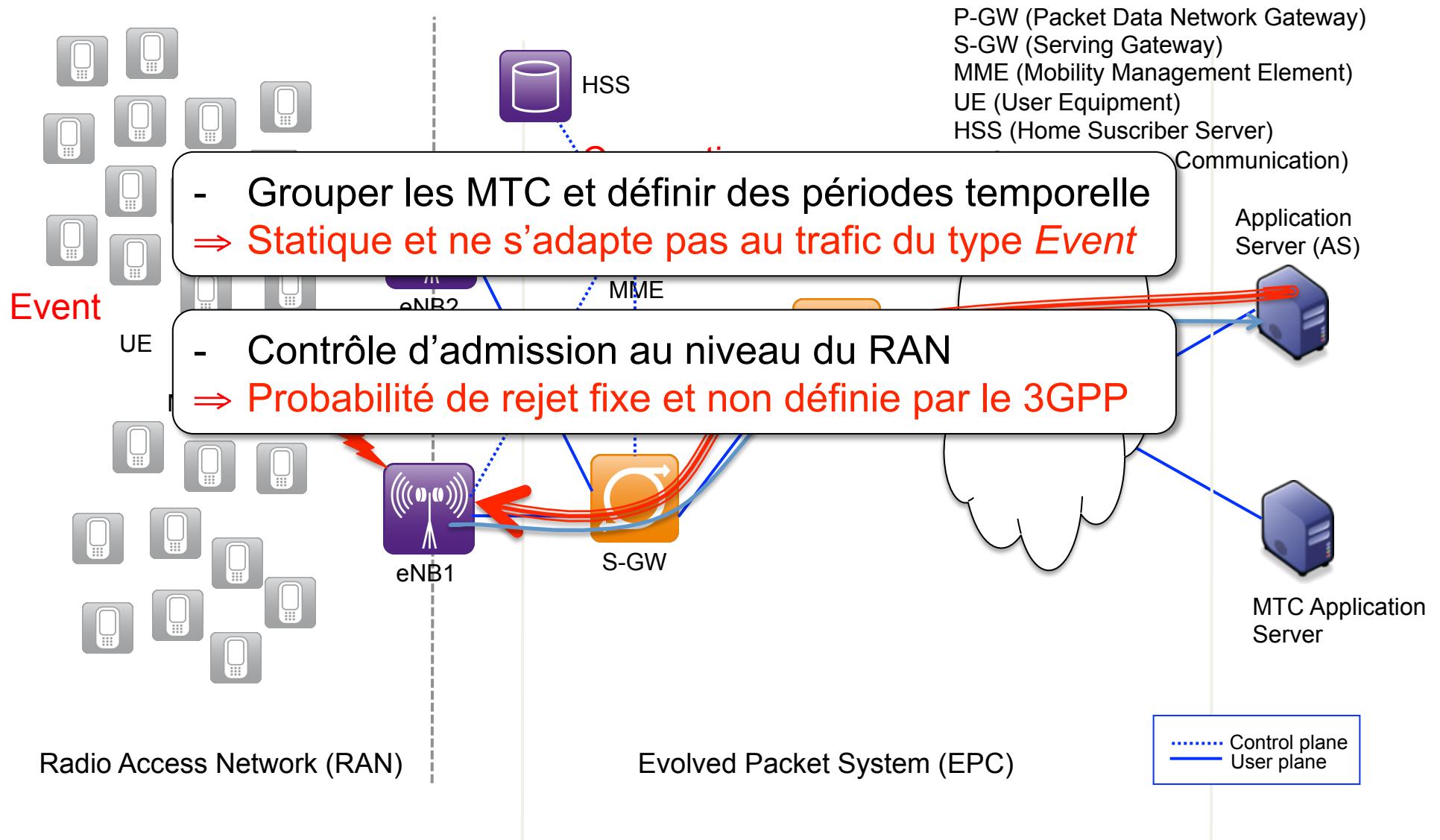
- Définition de modules de mesure de la QoE,
- Transport efficace de communication multicast sur les réseaux 802.11
- Gestion d'énergie pour les applications VoIP dans les réseaux 802.11
- Ordonnancement dans les réseaux 3G
- Sélection de réseau d'accès sans fil
  - Terminal mono-interface 802.11
  - Terminal multi-interfaces 802.11 et cellulaire (3G ou LTE)
- Décodage adaptative de contenu SVC dans les réseaux DVB-T2

# Sommaire

- Contexte
  - Problématiques
  - Approche proposée
- Solutions centrées sur le réseau
  - Contrôle de congestion dans les réseaux LTE
  - Résumé
- Solutions centrées sur l'utilisateur
  - Un outil de mesure de la QoE pour SVC
  - Décodage adaptative de contenu SVC dans les réseaux DVB-T2
  - Résumé
- Conclusion et perspectives



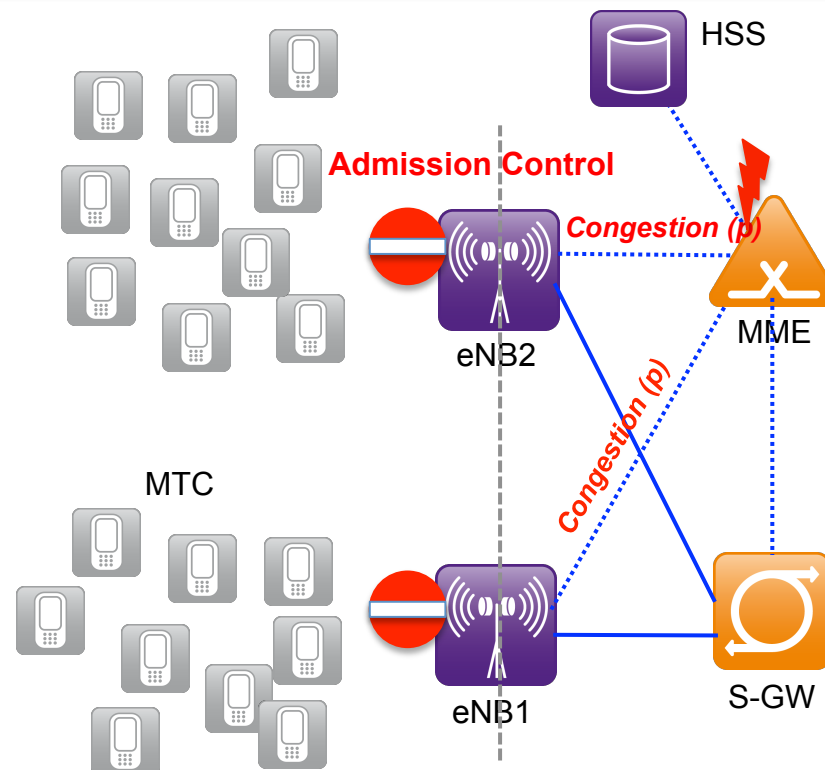
# Contrôle de congestion dans LTE



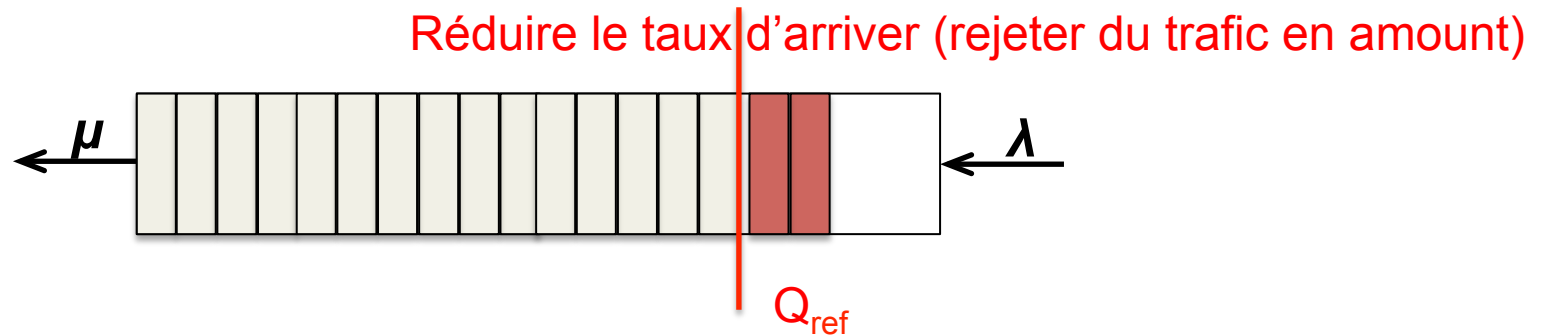
# Contrôle de congestion dans LTE

## Contribution (IEEE Network 2012 et IEEE ICC'12)

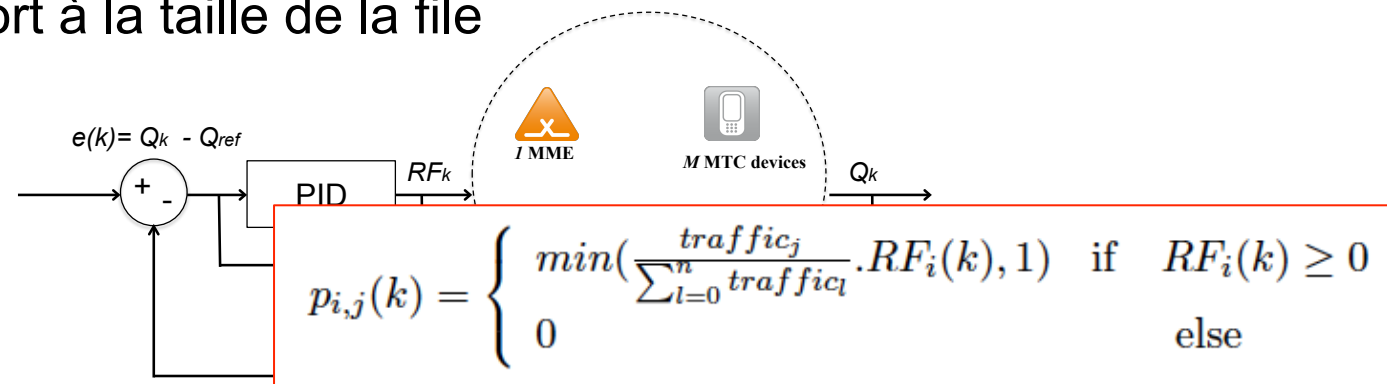
- Un mécanisme de contrôle de congestion au niveau du MME
- Obtenir d'une manière dynamique et adaptative la probabilité de rejet ( $p$ ) à appliquer au niveau des eNodeB



# Contrôle de congestion dans LTE



- Facteur de rejet (*Reject Factor* - RF)
- $RF = \text{Fonction}(\text{Taille de la file})$
- Contrôler la taille de la file autour de  $Q_{ref}$
- PID (*Proportional Integrative Derivative*) contrôleur définit la valeur de RF par rapport à la taille de la file



# Résumé

- Adapter le débit dans le cas du trafic VoIP sur 802.11
    - La détérioration du canal physique
  - Contrôle d'admission dans les réseaux 802.11
    - Limiter l'accès au canal pour garantir la QoS des flux admis
- => QoS ne reflète pas la perception de l'utilisateur

## En collaboration

- Abdelhamid Nafaa, UCD Dublin
- Tarik Taleb, NEC Europe
- Yassine Hadjadj-Aoul, UR1
- Ahmed Amokrane, Ex. stagiaire UR1

# Sommaire

- Contexte
  - Problématiques
  - Approche proposée
- Solutions centrées sur le réseau
  - Contrôle de congestion dans les réseaux LTE
  - Résumé
- Solutions centrées sur l'utilisateur
  - Un outil de mesure de la QoE pour SVC
  - Décodage adaptative de contenu SVC dans les réseaux DVB-T2
  - Résumé
- Conclusion et perspectives

# Outil de mesure QoE pour SVC

## **QoS (ITU-T E.800)**

*'The collective effect of performance which determines the degree of satisfaction of a user of the service'*

## **QoE (ITU-T SG12)**

*'The overall acceptability of an application or service, as perceived subjectively by end user'*

- La QoE est généralement définie par un score MoS (*Mean opinion Score*), entre 0 (très mauvais) et 5 (excellent)

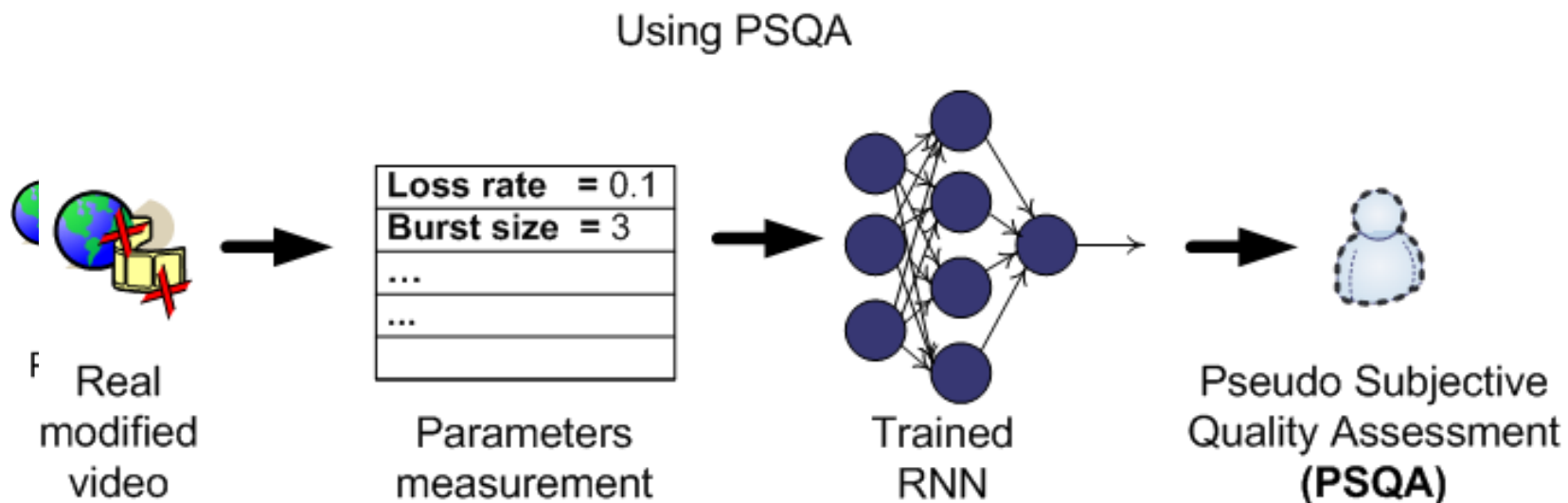
# Outil de mesure QoE pour SVC

- PSQA (Pseudo-Subjective Quality Assessment)

- Développé par l'EPI Dionysios
- Hybride entre méthodes subjectives et objectives,
- Un réseau de neurone aléatoire est entraîné pour trouver une relation entre un ensemble de paramètres affectant la qualité de la vidéo et le MoS.

Algorithmes et formules (*Full Reference, Reduced Reference, No-Reference*)

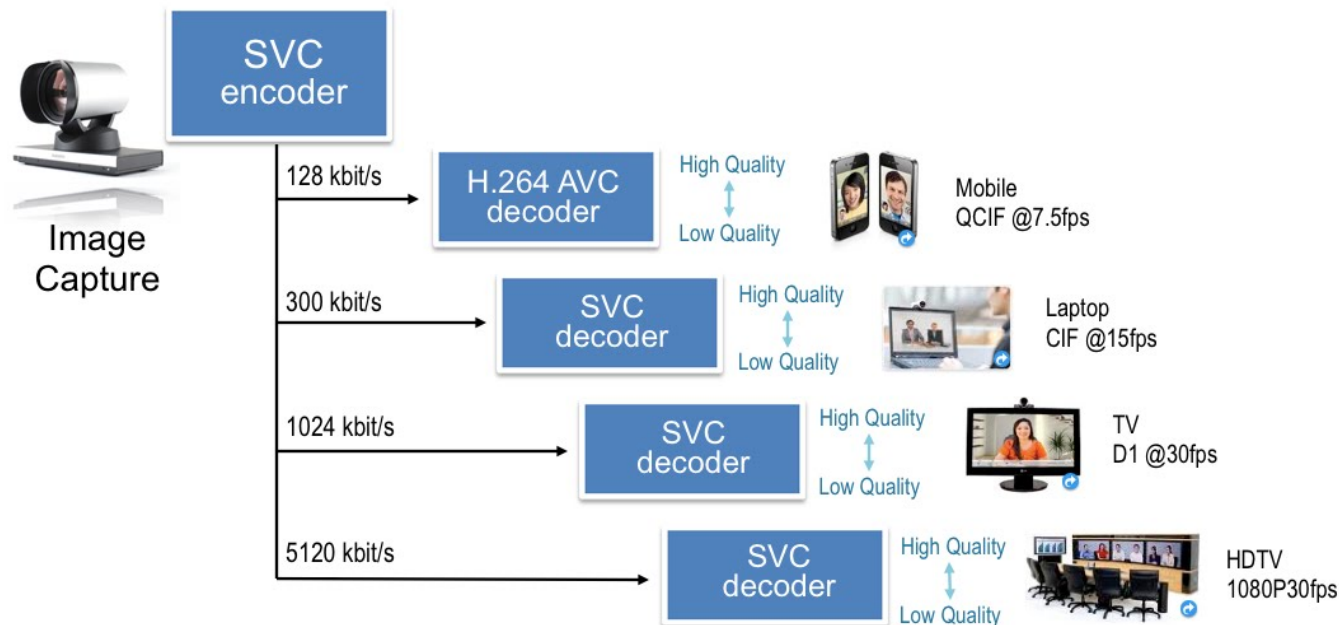
Panel d'utils



# Outil de mesure QoE pour SVC

## Scalable Video Coding (SVC)

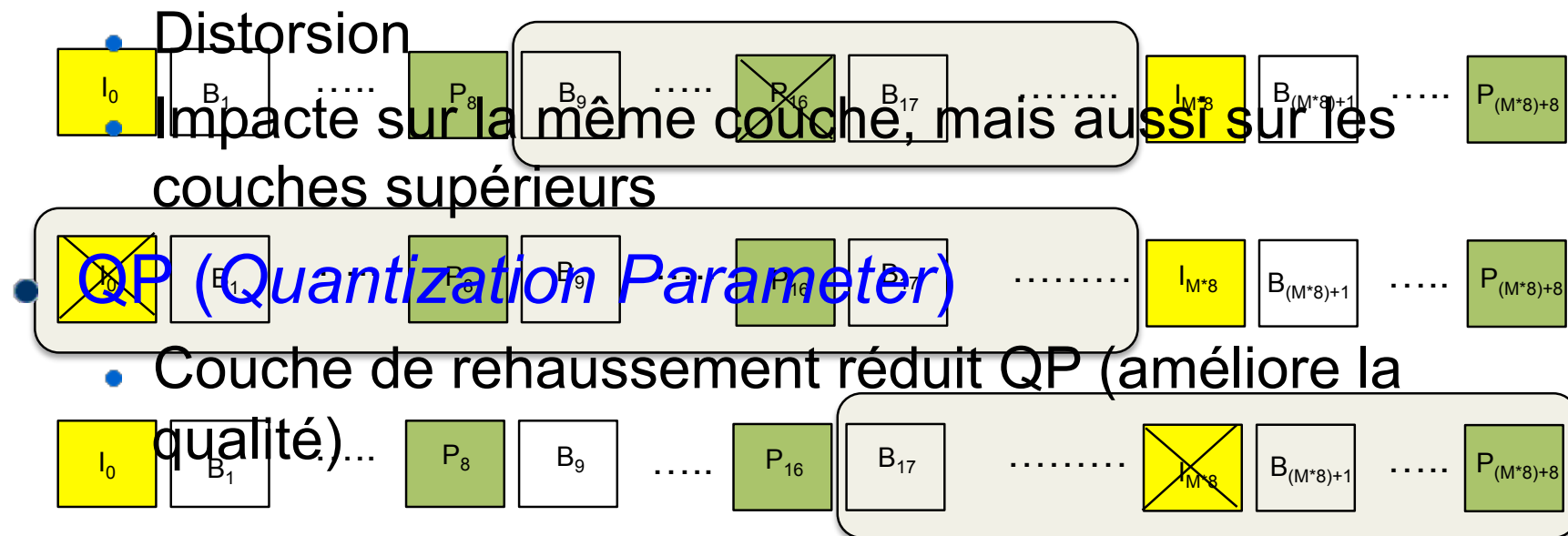
- Version hiérarchique du codage H.264
- Encode une vidéo en couches complémentaires
  - 1 couche de base et plusieurs couches de rehaussement (amélioration)
  - Scalabilité spatiale, temporelle et qualité



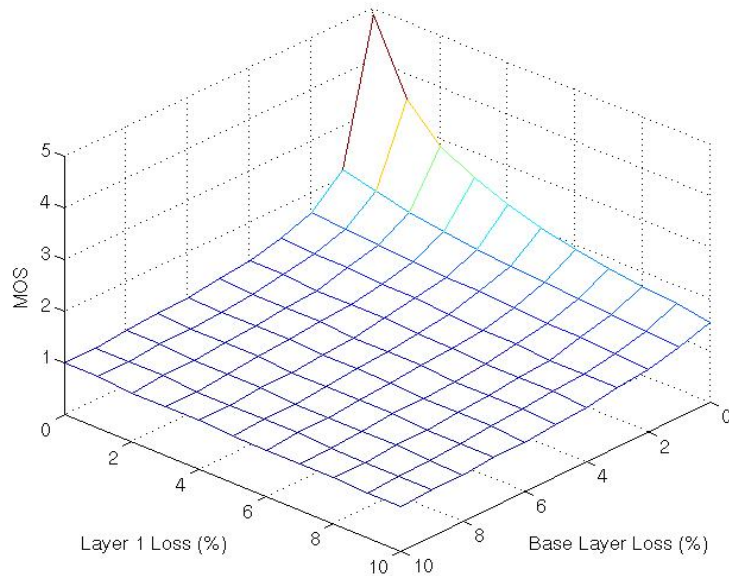


# Outil de mesure QoE pour SVC

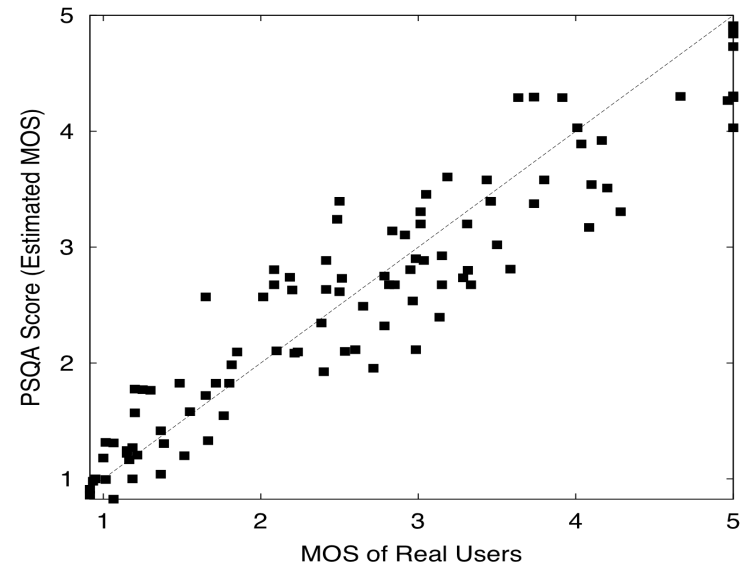
- Paramètres affectant la qualité des vidéos SVC ?
- Fréquence des trames I ou IDR
- Perte de paquets de chaque couche



# Outil de mesure QoE pour SVC



PSQA scores vs. LBL and fIDR with L1 = 0% and L2= 0%



PSQA scores vs. scores given by real users  
*Pearson Correlation (0,94)*

- IEEE ICC'11 et GC'12 workshop
- Travaux de thèse de Wael Cherif

# Décodage adaptative de contenu SVC dans les réseaux DVB-T2

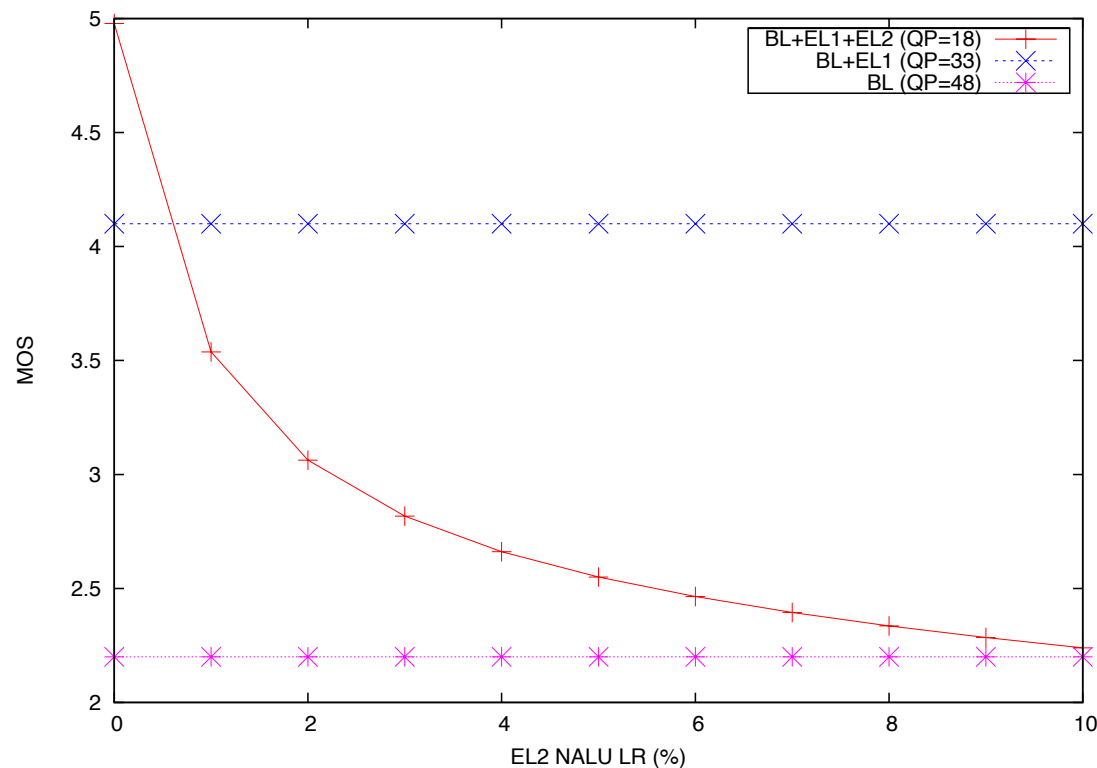
- DVB-T2 est le nouveau standard pour la transmission de la télévision numérique terrestre
- Canal unidirectionnel
- Codage physique hiérarchique - PLP (*Physical Layer Pipe*)
  - PLP0 plus robuste aux erreurs physique mais faible débit
  - PLP1 moins robuste que PLP0 mais plus de débit
  - PLP2, ...

## **SVC sur DVB-T2 (IEEE Globecom 2012)**

- Couche de base sur PLP0, et couches de rehaussement sur les autres PLP
- Terminaux avec un mauvais canal physique peuvent décoder une vidéo avec une faible qualité
- Terminaux avec un très bon canal physique peuvent décoder une vidéo de très haute qualité

# Décodage adaptative de contenu SVC dans les réseaux DVB-T2

- Les conditions du canal physique sans fil sont très changeantes,
- Décoder l'ensemble des couches SVC maximise la QoE ?



=> Décoder l'ensemble des couches ne maximise pas automatiquement la QoE

# Décodage adaptative de contenu SVC dans les réseaux DVB-T2

- Contribution : algorithme adaptatif au niveau du terminal utilisateur (IEEE Transactions on Broadcasting 2013)
  - Choix des couches SVC à décoder

## Principe

- Grâce à PSQA-SVC, calculer le MoS de toutes les combinaisons possibles des couches SVC
  - Ex. BL, BL+EL1, BL+EL1+EL2,...
- Sélectionner la combinaison qui maximise la QoE, et afficher ces couches à l'utilisateur

# Résumé

- QoE peut remplacer la QoS pour contrôler les mécanismes réseau
- Multicast dans les réseaux 802.11
- Sélection de réseau d'accès (réseaux hétérogènes) (Wifi et LTE)
- Contrôle de la transmission SVC sur réseau overlay multi-chemins
- ⇒ Plus on descend bas dans les couches OSI, plus il devient difficile de transporter les valeurs de la QoE
- ⇒ Plus efficace au niveau applicatif (Impl. SVC4QoE, p2pimages et FP7 Alicante)

## Thèses

- Kandaraj Piamrat, Majd Ghareeb, Wael Cherif

## En collaboration

- César Viho, UR1
- Jean-Marie Bonnin, Télécom Bretagne
- Kamal-Deep Singh, Télécom Bretagne
- Gerardo Rubino, INRIA (père de PSQA)

# Sommaire

- Contexte
  - Problématiques
  - Approche proposée
- Solutions centrées sur le réseau
  - Contrôle de congestion dans les réseaux LTE
  - Résumé
- Solutions centrées sur l'utilisateur
  - Un outil de mesure de la QoE pour SVC
  - Décodage adaptative de contenu SVC dans les réseaux DVB-T2
  - Résumé
- Conclusion et perspectives

# Conclusion et perspectives

- Mes travaux de recherche ont été largement motivés par le manque de maturité du standard IEEE 802.11 (et de son extension 802.11e) pour garantir la QoS et la QoE
- Les mécanismes de contrôle du réseau basés sur une approche adaptative et utilisant les mesures QoS ou QoE ont montré
  - Une adaptation efficace aux changements des conditions du réseau sans fil
  - Une amélioration de la QoE coté utilisateur
  - Une optimisation des ressources réseau coté opérateur

## IEEE 802.11

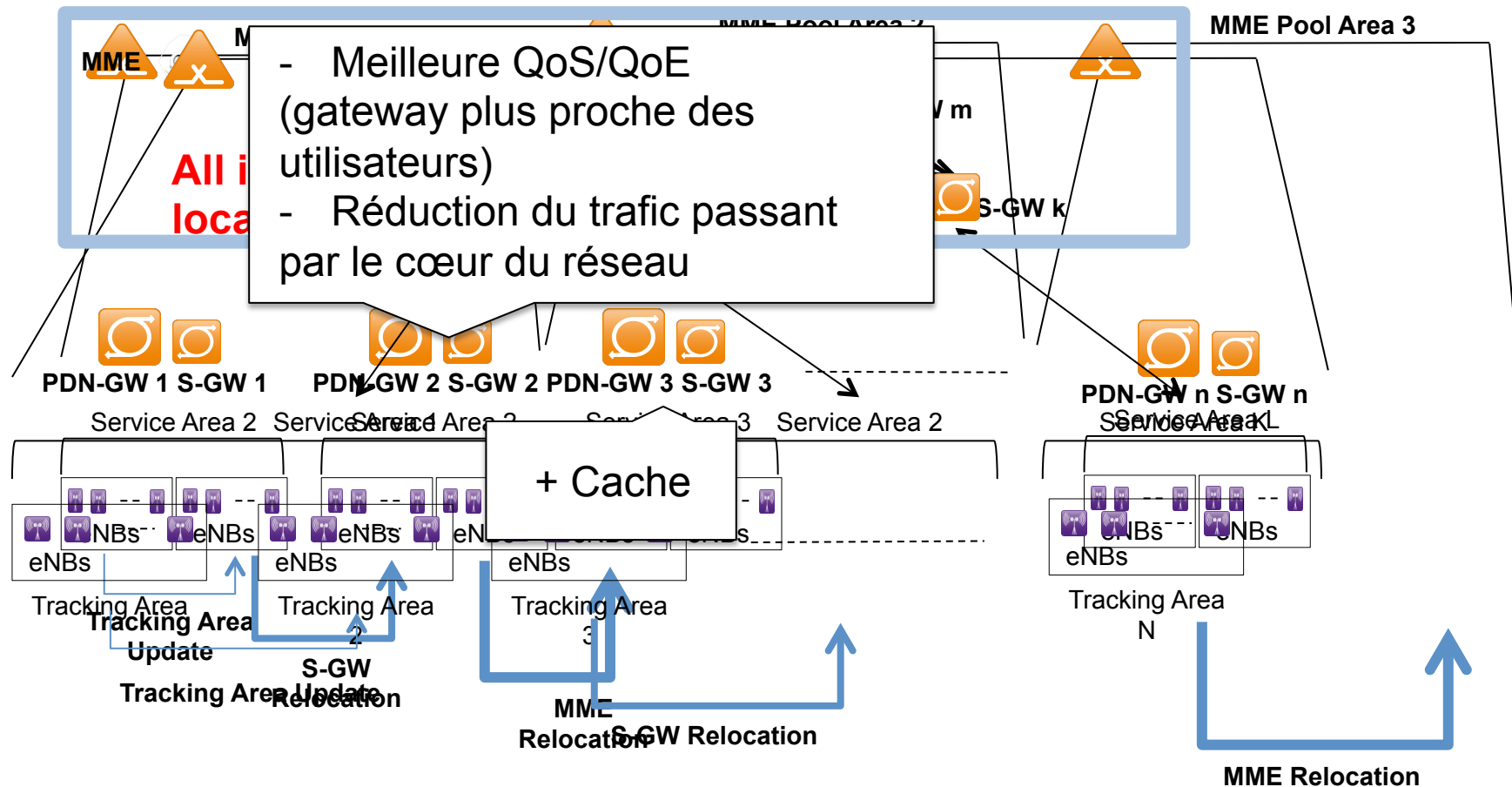
- Un ensemble de spécifications et de standards qui couvrent un spectre assez important et améliorent fortement la version de 1999
- 11e, 11f, 11n, 11k et les nouveaux 11aa (streaming vidéo) et 11ad (très haut débit)

Futur : m'orienter vers les réseaux cellulaires LTE et nouvelle génération



# Architecture du réseau mobile

Architecture centralisée  
Architecture décentralisée



# Cloud

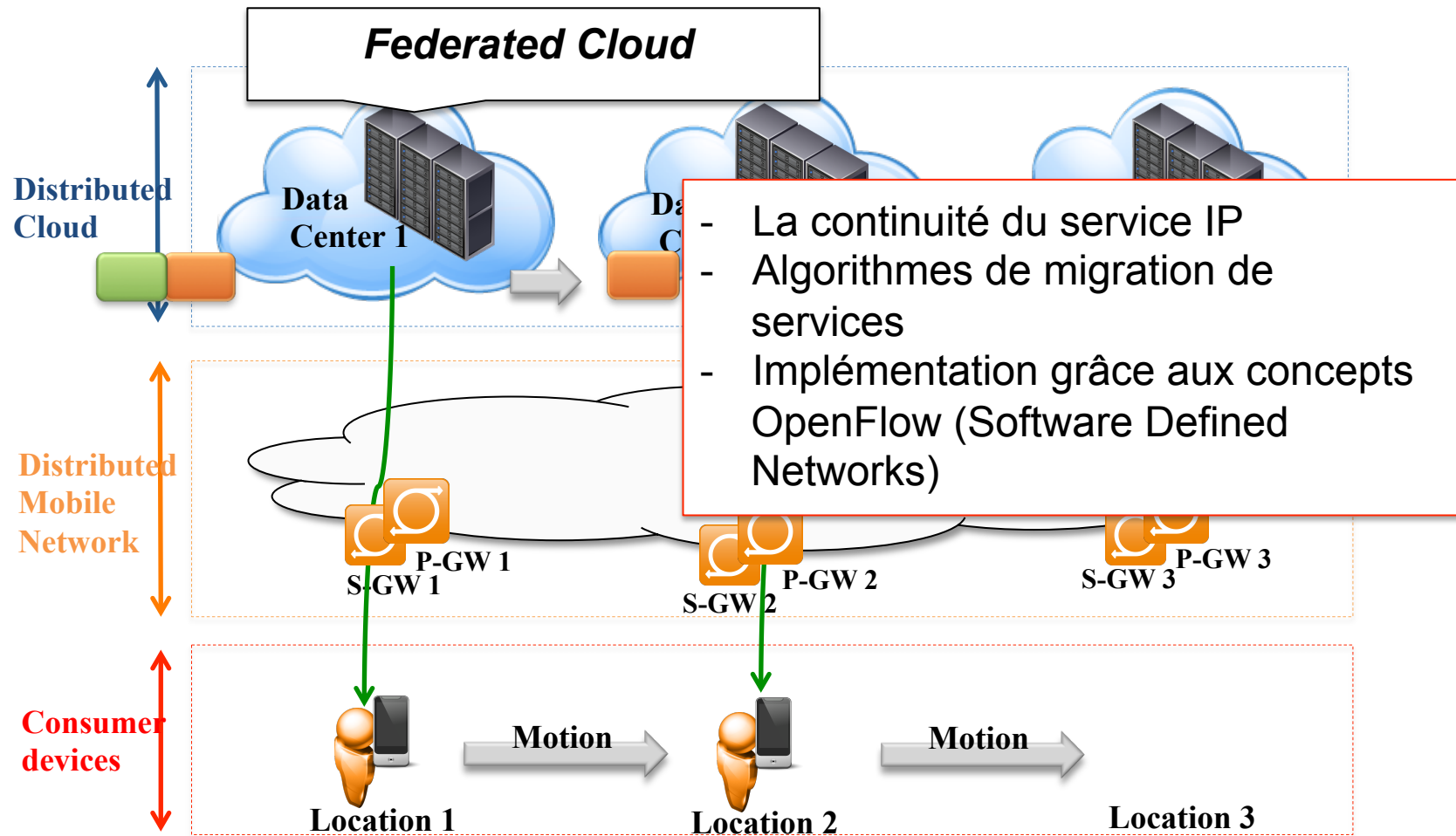
- Différents avantages (service à la demande, coût, ...)
- Infrastructure – Platform – Software as Service

Utiliser le Cloud pour faciliter la décentralisation du réseau mobile ou *Mobile Cloud*

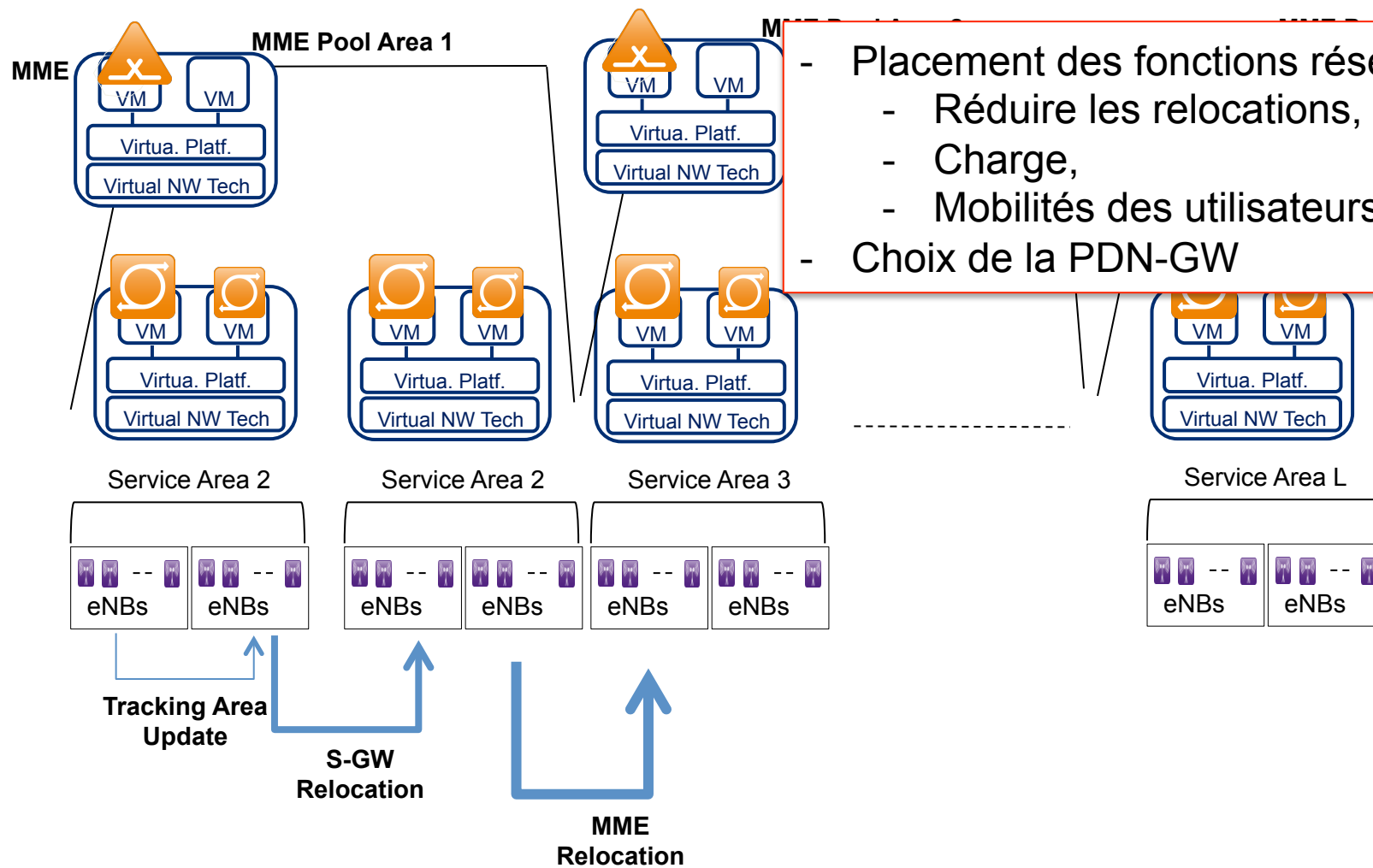
**Follow Me Cloud**

**EPC as Service**

# Follow Me Cloud



# EPC as Service





Merci pour votre attention

# Publications (significatives)

## ***Contributions orientées réseau***

“Cellular-based Machine-to-Machine (M2M): Overload Control”, A. Ksentini, Y. Hadjadj-Aoul, T. Taleb. In IEEE Network, November 2012.

“On Sustained Cross-layer QoS Guarantees in Operated IEEE 802.11 Wireless LANs”, A. Nafaa and A. Ksentini, in IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (TPDS), August 2008.

“ETXOP: A Resource Allocation Protocol for QoS-Sensitive Services Provisioning In 802.11 Networks”, A. Ksentini, A. Nafaa, A. Gueroui, M. Naimi, ELSEVIER’s Performance Evaluation (PEVA), June 2007.

## ***Contributions orientées utilisateur***

“QoE-Oriented Adaptive SVC Decoding in DVB-T2”, A. Ksentini, T. Taleb. In IEEE Transactions on Broadcasting (TBC), June 2013.

“A\_PSQA: PESQ-like non-intrusive tool for QoE prediction in VoIP services”, W. Cherif, A. Ksentini, D. Negru, M. Sidibé, In Proc. IEEE ICC 2012, Ottawa, Canada.

“Q-DRAM: QoE-based Dynamic Rate Adaptation Mechanism for Multicast in Wireless Networks”, K. Piamrat, A. Ksentini, C. Viho, J-M. Bonnin, In Proc. IEEE GLOBECOM 2009. Hawaii, USA.