



Gestion de la mobilité

- Vidéo 1 : Gestion de la localisation (Tracking Area)
- Vidéo 2 : Equilibrage de la charge de mise à jour de localisation (TA list)
- Vidéo 3 : Gestion de la mobilité d'un terminal en veille
- Vidéo 4 : Autre cas de Gestion de la mobilité d'un terminal en veille
- Vidéo 5 : Gestion de la mobilité en cours de transmission, le handover
- Vidéo 6 : Déroulement du X2 Handover
- Vidéo 7 : Autres cas de handover

Xavier Lagrange



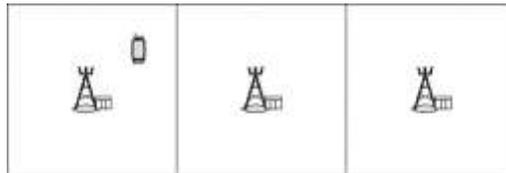
Vidéo 1 : Gestion de la localisation

Comment joindre le terminal à tout moment sans qu'il consomme trop d'énergie ?



Rappel sur le concept cellulaire

- Chaque station de base (eNodeB) couvre une cellule
- Pour simplifier les calculs, on considère que la cellule est carrée
 - Raisonement identique possible sur des cellules hexagonales



- Le terminal peut se trouver dans n'importe quelle cellule
 - Comment le joindre ? Comment établir une liaison là où il se trouve ?



3

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G

Principe de la mise à jour de localisation



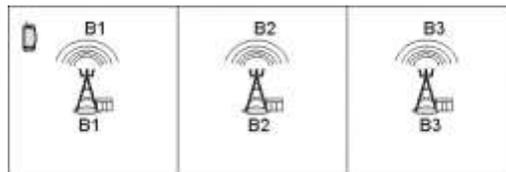
4

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G

Nécessité d'une voie balise

- Chaque eNodeB diffuse régulièrement son identité sur la voie balise (typiquement toutes les 1 à 5 secondes)



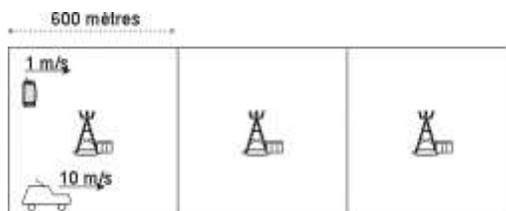
5

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Estimation du nombre de mises à jour de localisation par seconde et par terminal



6

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Concept de zone de suivi ou tracking area



- Identité d'une zone de suivi ou TAI, *Tracking Area Identity*
 - MCC, Code Pays
 - MNC, Code Opérateur
 - TAC, *Tracking Area Code*
- *L'identité TAI de la zone de suivi est régulièrement diffusée par chaque eNodeB*

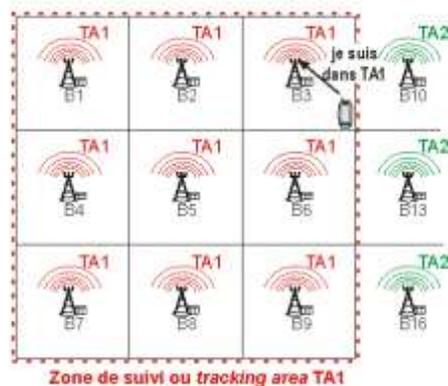
7

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Principe de la mise à jour de localisation



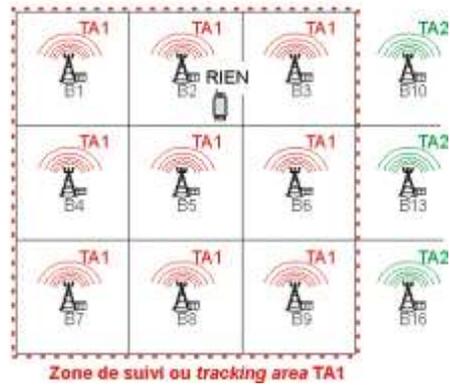
8

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Principe de la mise à jour de localisation



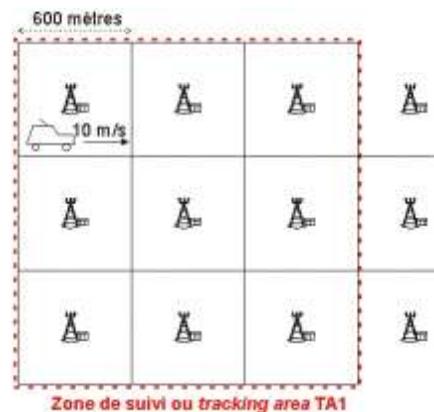
9

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Estimation du nombre de mises à jour de localisation par seconde et par terminal



10

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Imprécision de la localisation



11

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Imprécision de la localisation



12

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Principe du paging



- Le **paging** consiste à diffuser l'identité (TMSI, Temporary Mobile Subscriber Identity) sur toutes les cellules de la zone de tracking (TAI)

13

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Conclusion

- Une zone de suivi ou tracking area regroupe plusieurs cellules
- Plus la zone est grande
 - Plus la fréquence avec laquelle un terminal fait une mise à jour de localisation est petite
 - Plus la charge de messages de paging est grande
- En première approximation, une zone de suivi à N cellules permet de diviser le nombre de mises à jour faites par unité de temps par \sqrt{N}

14

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Vidéo 2 : Equilibrage de la charge de mise à jour de localisation

Comment éviter qu'une cellule n'ait à écouler un fort taux de signalisation de mobilité ?

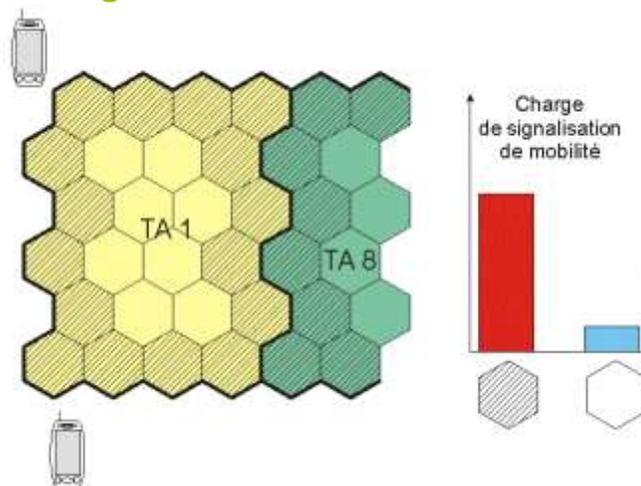
15

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Charge de signalisation sur les cellules de bordures



- Les mises à jour de localisation se font dans les cellules de bordures de la zone de suivi

16

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Principe des listes de zones de suivi ou *TA lists*

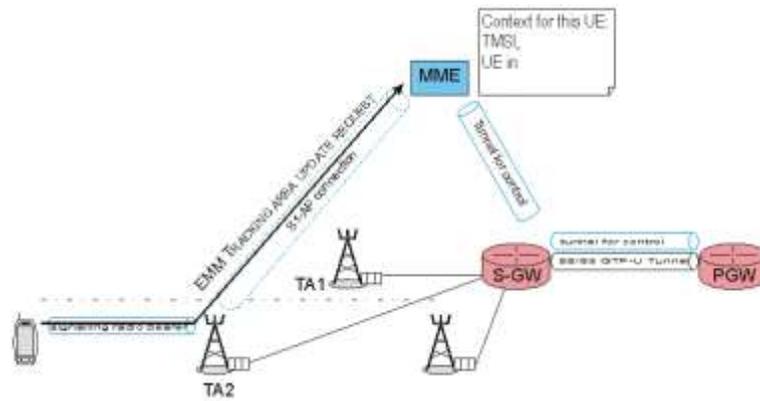


- A chaque mise à jour, le réseau fournit une liste de zones de suivi
 - *Tracking Area List* ou *TA List*
- Deux terminaux dans la même cellule peuvent avoir des listes différentes
- Le paging doit être fait sur toutes cellules de la liste du mobile
- Optimisations possibles

Vidéo 3 : Gestion de la mobilité d'un terminal en veille

Comment la mise à jour de localisation est-elle traitée dans le réseau ?

Exemple de mise à jour de localisation



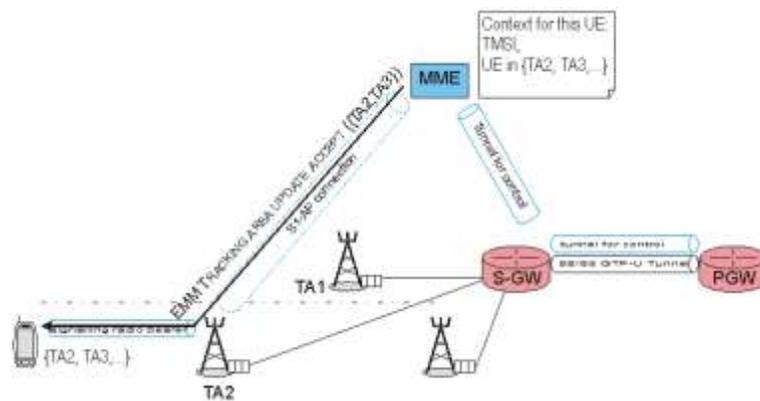
21

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Exemple de mise à jour de localisation



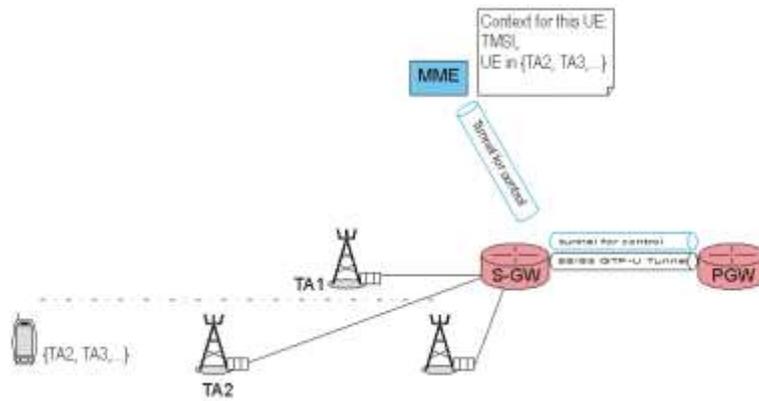
22

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Exemple de mise à jour de localisation



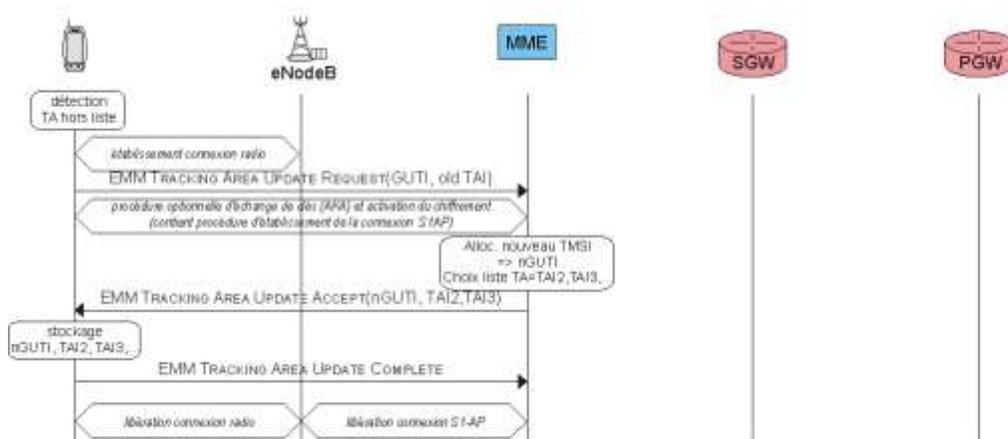
23

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Chronogramme de la mise à jour de localisation



24

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Vidéo 4 : Gestion de la mobilité d'un terminal en veille avec changement de SGW et MME

Comment est gérée la mobilité lorsque le terminal change de SGW, de MME ?

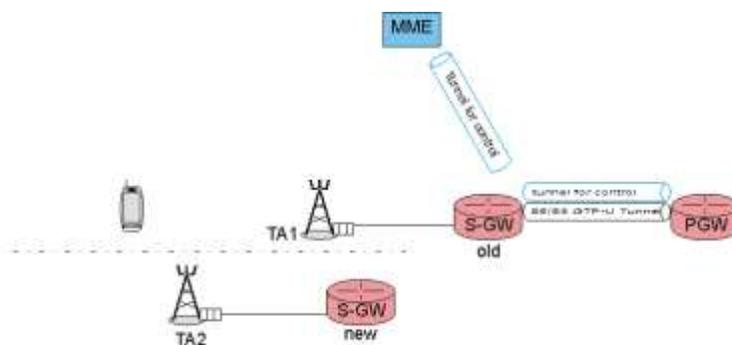
25

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Exemple de mise à jour de localisation avec changement de SGW



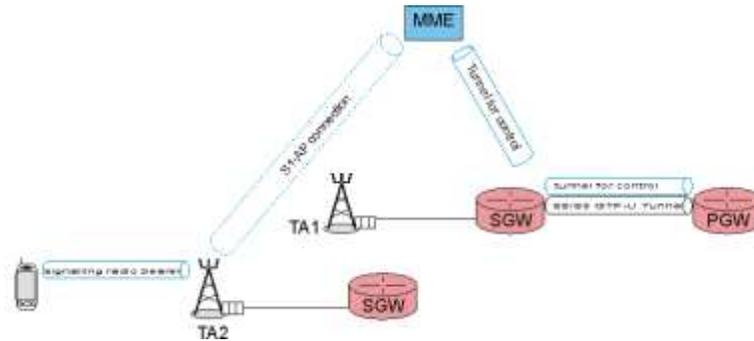
26

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Exemple de mise à jour de localisation avec changement de SGW



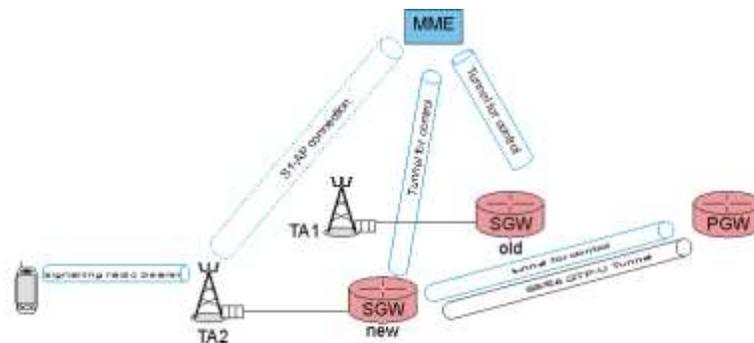
27

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Exemple de mise à jour de localisation avec changement de SGW



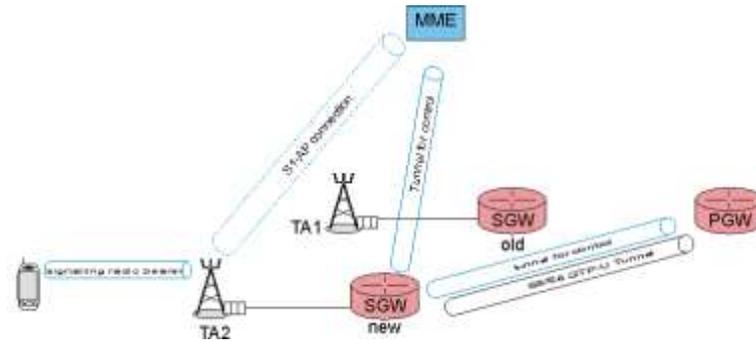
28

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Exemple de mise à jour de localisation avec changement de SGW



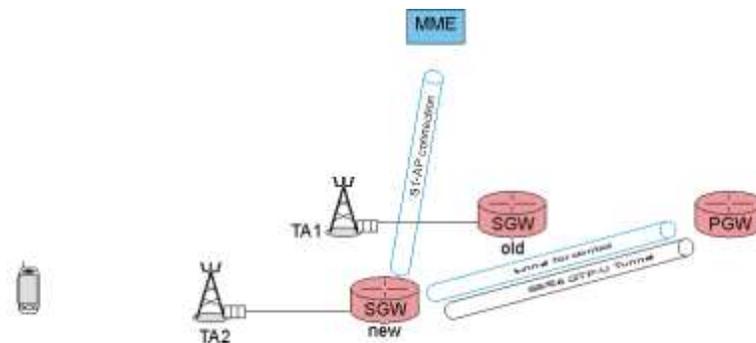
29

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Exemple de mise à jour de localisation avec changement de SGW



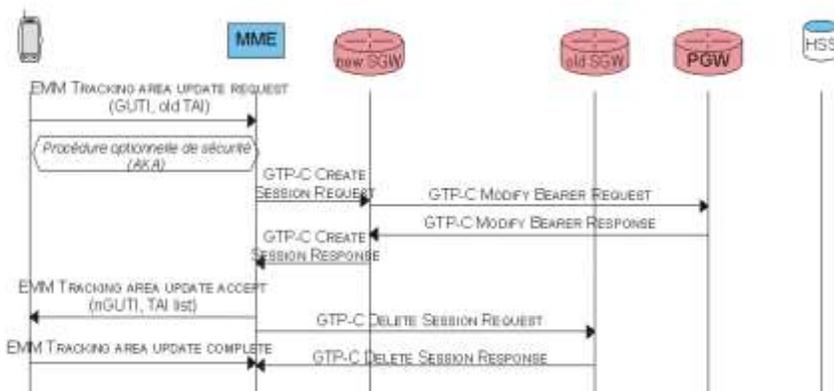
30

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Chronogramme du mise à jour avec changement de SGW



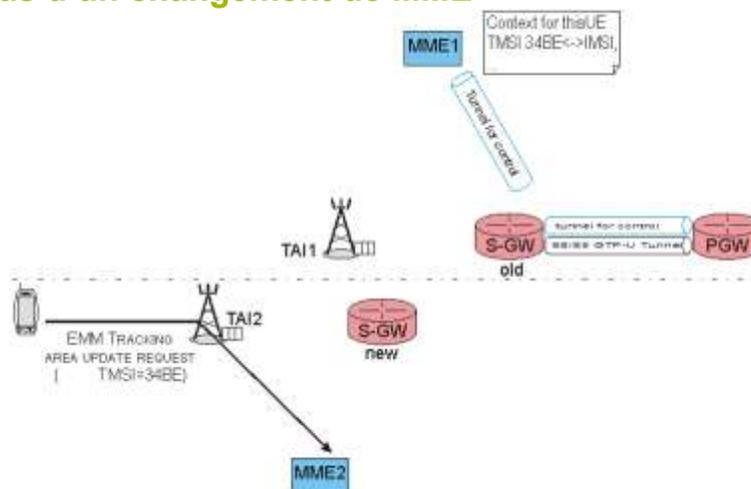
31

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Cas d'un changement de MME



32

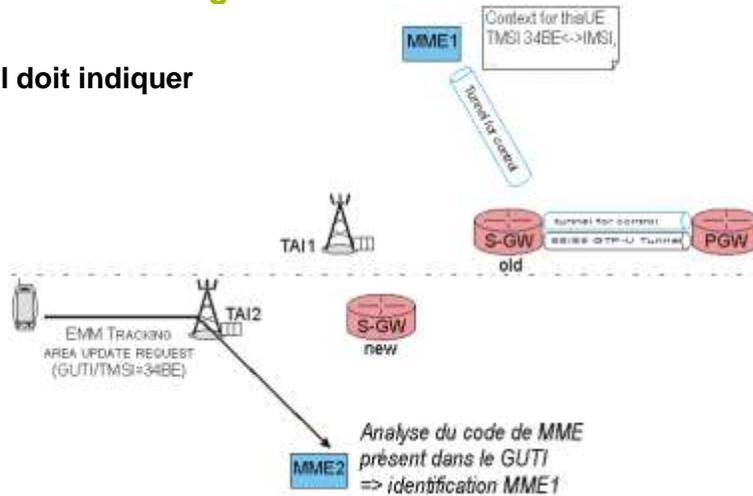
Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



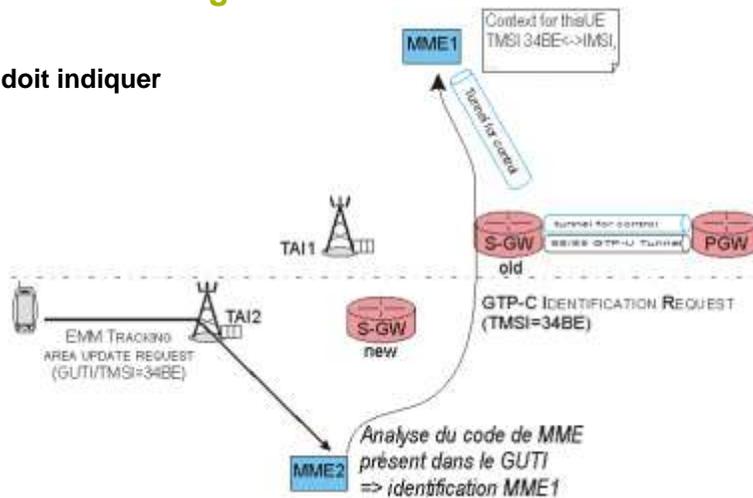
Cas d'un changement de MME

- Le terminal doit indiquer son GUTI



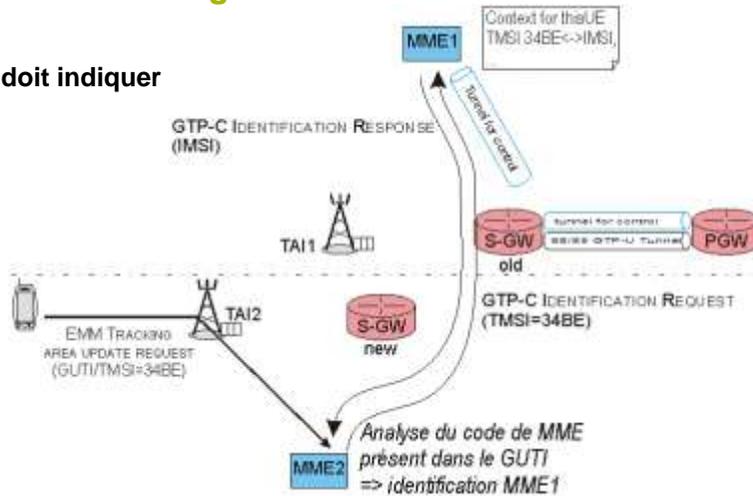
Cas d'un changement de MME

- Le terminal doit indiquer son GUTI



Cas d'un changement de MME

- Le terminal doit indiquer son GUTI



35

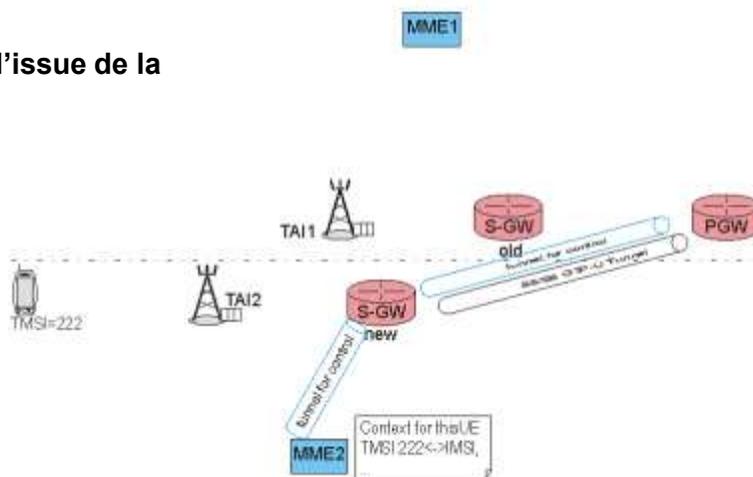
Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Cas d'un changement de MME

- Tunnels à l'issue de la procédure



36

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Synthèse

- **Le réseau cellulaire est découpé en zones de suivi ou TA, *tracking areas***
- **Chaque TA est identifiée de manière unique au monde**
- **A chaque mise à jour de localisation**
 - le réseau fournit au terminal une liste de TA
- **Le terminal fait une mise à jour de localisation s'il passe dans une cellule dont la TA ne fait pas partie de sa liste**
- **Plus la liste est grande**
 - Moins les mises à jour de localisation sont fréquentes
 - Plus le nombre de message de paging est grand quand il faut joindre le terminal

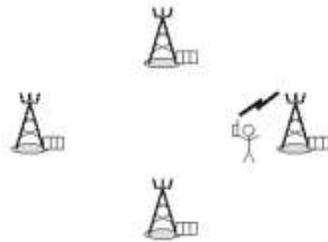


Vidéo 5 : Présentation générale du handover

Comment puis-je continuer à utiliser un service sur mon terminal alors que je me déplace ?



Nécessité et complexité du handover



■ Un utilisateur peut avoir une session active tout en se déplaçant

- Transmission du terminal vers l'eNodeB et de l'eNodeB vers le terminal

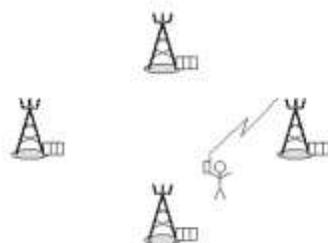
39

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Nécessité et complexité du handover : identification de la ou des cellules cibles



■ Plus l'utilisateur s'éloigne de l'eNodeB, plus le signal radio devient faible

- Baisse du débit, risque de perte de la connexion
- Il faut transférer la connexion radio sur un autre eNodeB

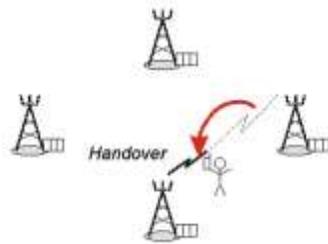
40

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Nécessité et complexité du handover



- Handover : transfert d'une connexion (active) d'un eNodeB vers un autre eNodeB

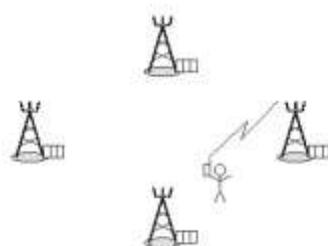


41

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G

Nécessité et complexité du handover



- Handover : transfert d'une connexion (active) d'un eNodeB vers un autre eNodeB
 - Vers **quel eNodeB ?**
 - Baisse du débit, risque de perte de la connexion

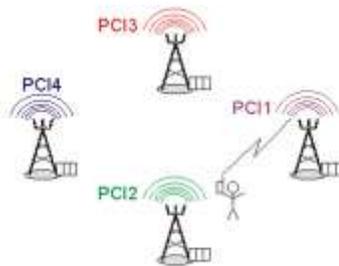


42

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G

Nécessité et complexité du handover : identification de la ou des cellules cibles



- Transmission par chaque eNodeB d'un signal de référence spécifique (en lien avec une identité appelé PCI, Physical Channel Identity)

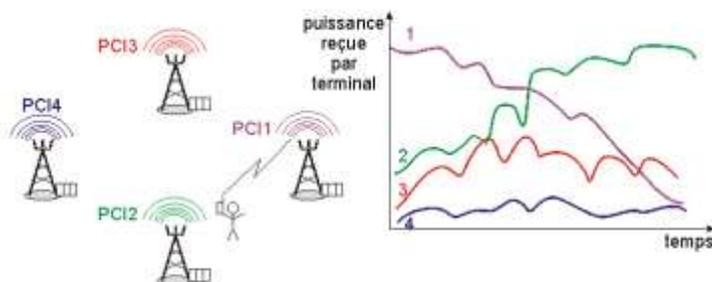
43

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Nécessité et complexité du handover : identification de la ou des cellules cibles



- Mesure par le terminal des niveaux de puissance reçue des (typiquement) 6 stations de base les mieux reçues

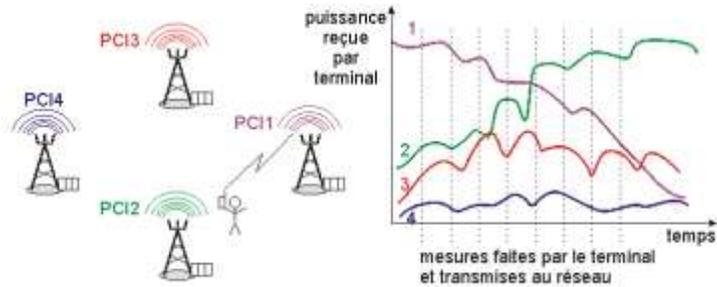
44

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Nécessité et complexité du handover : identification de la ou des cellules cibles



■ Remontée régulière vers l'eneodeB des mesures faites

- UE-assisted Network-triggered Handover
 - Handover déclenchée par le réseau avec l'aide du terminal

■ Identification par l'eNodeB de la cellule cible

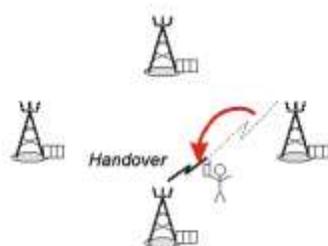


45

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G

Nécessité et complexité du handover : actions dans le réseau

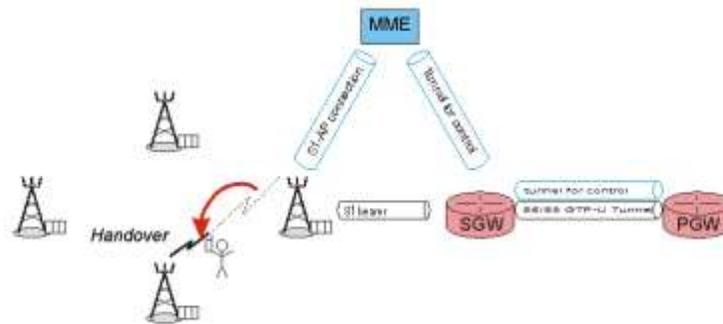


46

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G

Nécessité et complexité du handover : actions dans le réseau



- Bearer entre l'eNodeB et SGW
- Connexion S1-AP entre l'eNodeB et le MME

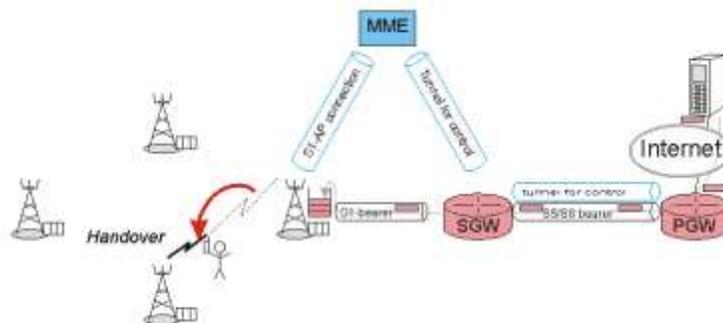
47

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Nécessité et complexité du handover : actions dans le réseau



- Réseau à commutation de paquets
 - Buffer contenant des paquets dans les équipement intermédiaires : PGW, SGW et surtout eNodeB
 - Plus le terminal est loin de l'eNodeB, plus le débit sur la voie radio est faible => forte probabilité d'avoir des paquets en attente

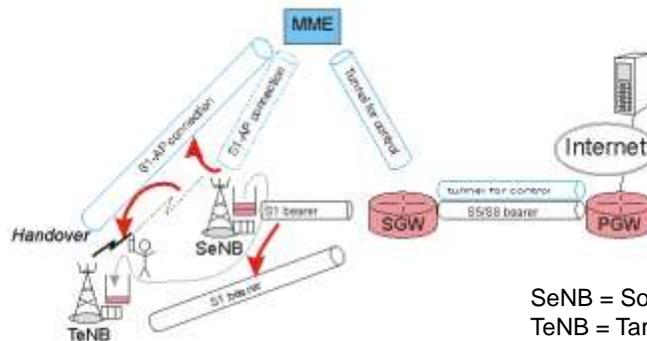
48

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Nécessité et complexité du handover : actions dans le réseau



SeNB = Source eNodeB
TeNB = Target eNodeB

■ Handover, une opération complexe

- Pas trop tôt, pas trop tard
- Transfert de la connexion radio, des tunnels ou connexions, des paquets en attente (si possible)
- Nécessité que l'eNodeB cible ait suffisamment de ressource pour accueillir le terminal

49

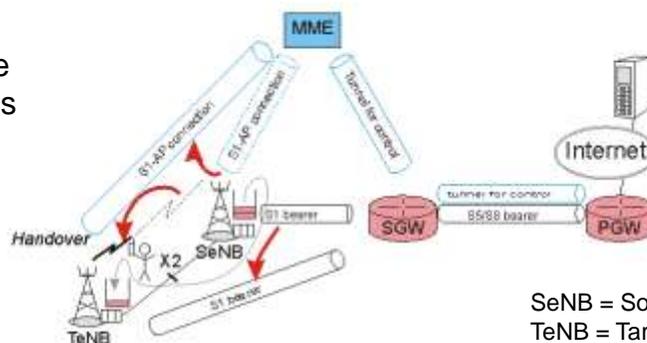
Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Nécessité et complexité du handover : actions dans le réseau

X2 = Interface
entre eNodeBs



SeNB = Source eNodeB
TeNB = Target eNodeB

■ A l'intérieur du réseau, deux types de handover

- X2 handover,
 - Quasiment pas de coupure de la connectivité dans le réseau cœur
 - transfert des paquets en attente de SeNB vers TeNB
- S1 handover
 - Coupure de connectivité
 - possibilité de re-routage des paquets mais plus complexe

50

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Phases du handover

■ Préalablement au handover

- Activation de la transmission des mesures par le terminal lorsque la puissance reçue de la station de base est inférieure à un seuil
- Analyse par l'eNodeB des niveaux de puissance indiqués par le terminal pour l'eNodeB courant et les eNodeB voisins

■ Handover en 3 phases

- Préparation du handover (*Handover Preparation*)
 - Réserve des ressources dans le réseau (eNodeB cible)
- Exécution du handover (*Handover Execution*)
 - Envoi de l'ordre de handover au terminal, reroutage des paquets, modification des tunnels et des connexions, établissement de la connexion radio avec l'eNodeB cible
- Terminaison du handover (*Handover Completion*)

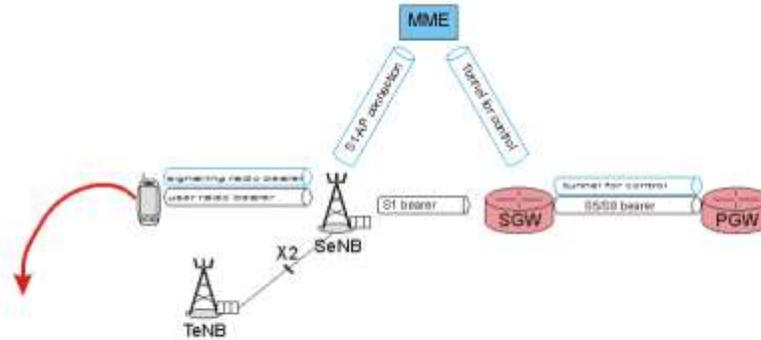


Vidéo 6 : Déroulement du X2-Handover

Finalement, comment marche vraiment le handover ?



Scénario du handover X2 considéré



- eNodeB cible contrôlé par le même MME et connecté au même SGW que l'eNodeB source

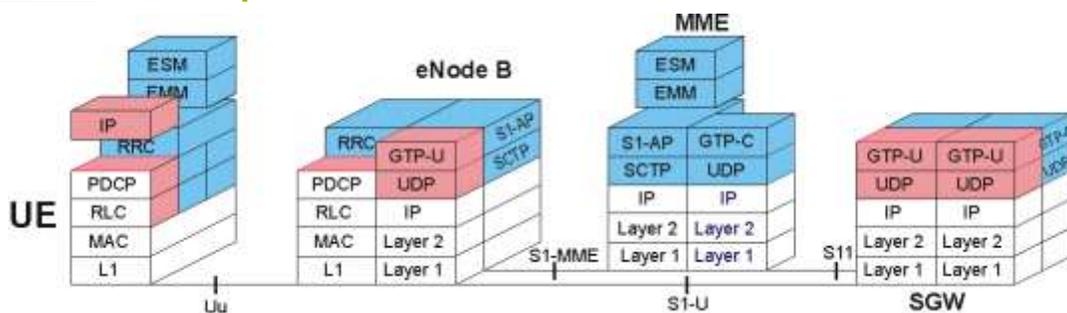
53

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Pile de protocole sur X2



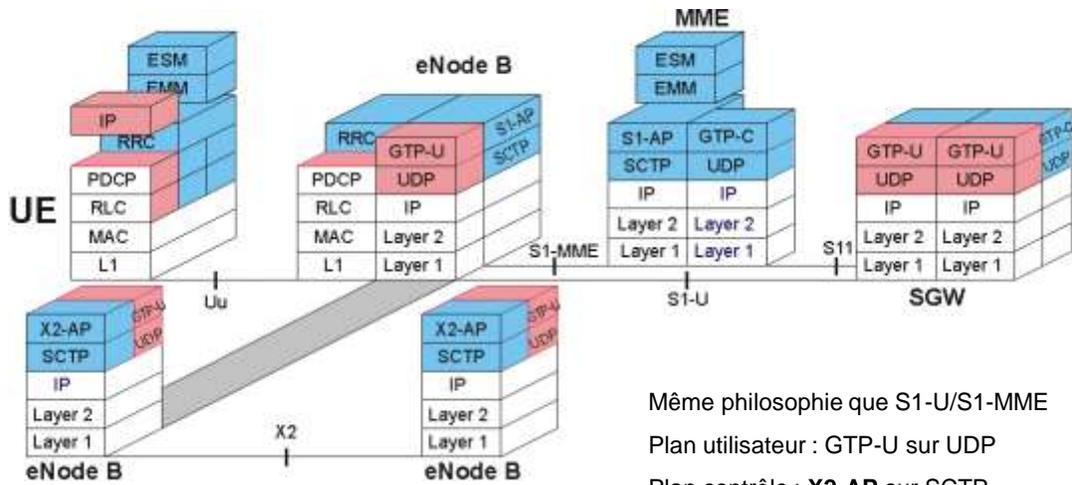
54

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Pile de protocole sur X2



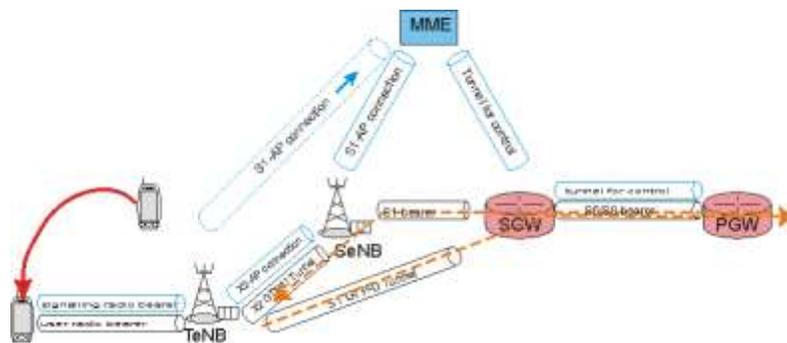
55

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Handover basé sur X2



■ Connexion X2-AP

- Utilisée par le SeNB pour demander le TeNB d'accueillir le terminal

■ Tunnel GTP-U

- Utilisé temporairement pour rerouter les paquets à destination du mobile

56

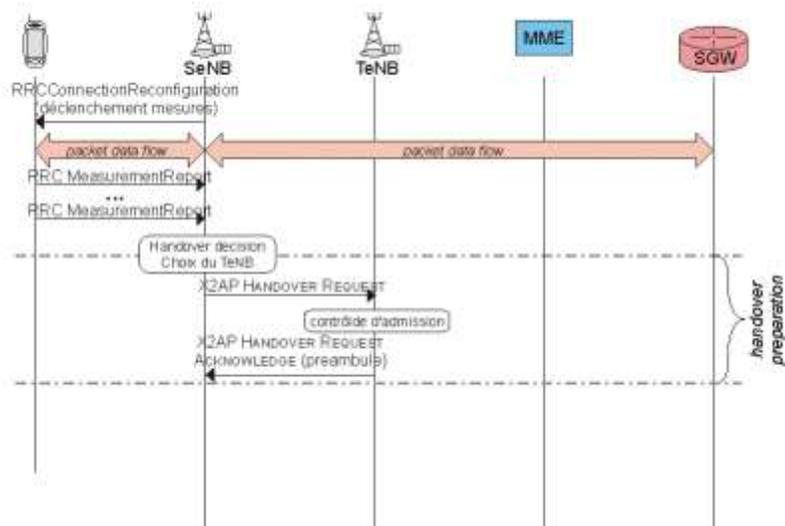
Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Chronogramme du handover X2 sans changement de SGW ni de MME (1/2)

Choix et échange des TEID et des identités de connexion sur X2



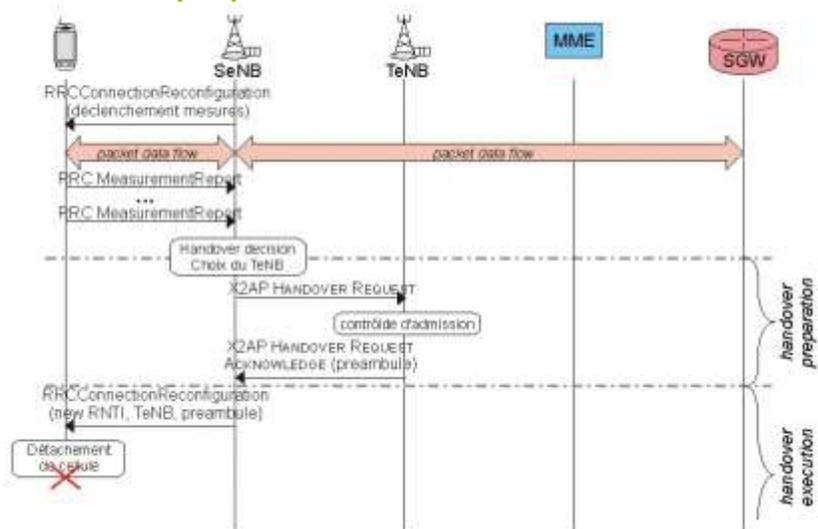
57

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Chronogramme du handover X2 sans changement de SGW ni de MME (1/2)



58

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Vidéo 7 : Autres cas de handover

Faut-il absolument une interface X2 pour que le handover fonctionne ?

Le handover est-il possible quand le terminal change de MME, de SGW ?

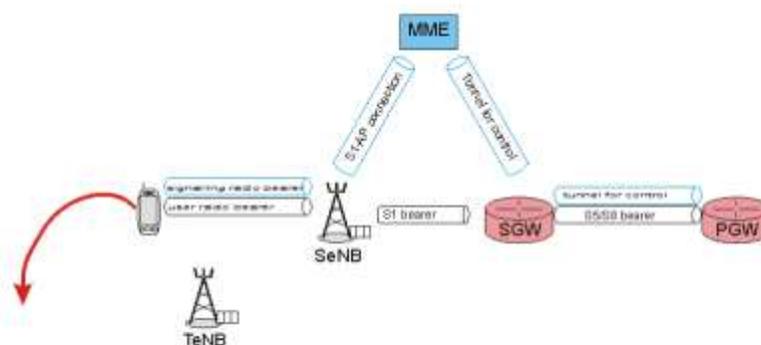
61

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Handover basé sur S1 sans changement de SGW ni de MME



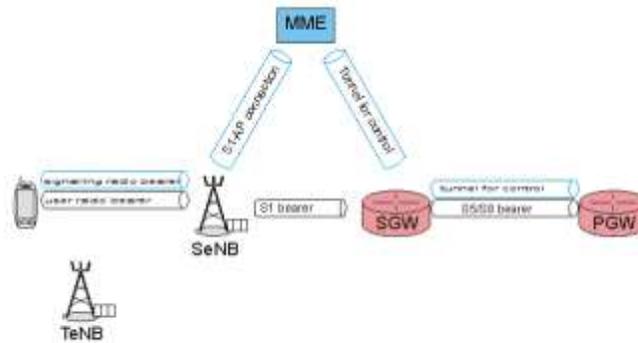
62

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Handover basé sur S1 sans changement de SGW ni de MME



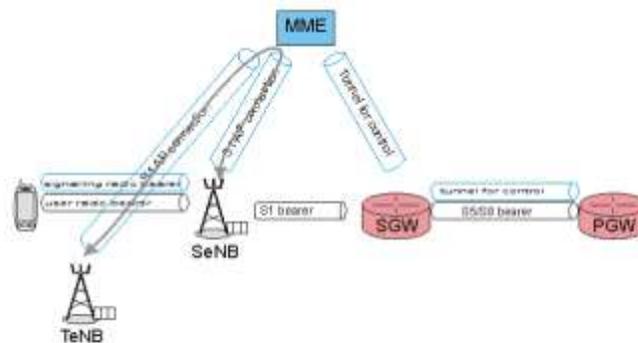
63

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Handover basé sur S1 sans changement de SGW ni de MME



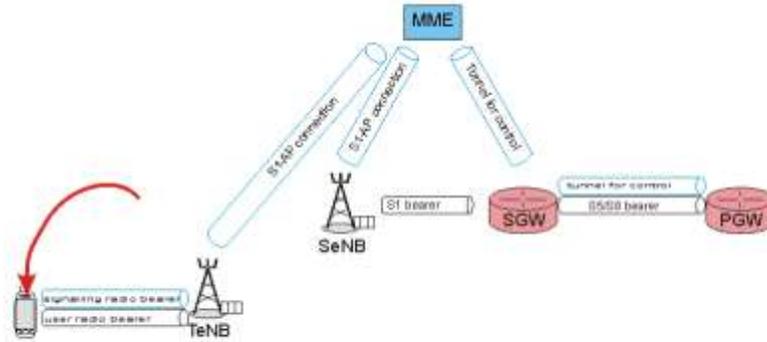
64

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Handover basé sur S1 sans changement de SGW ni de MME



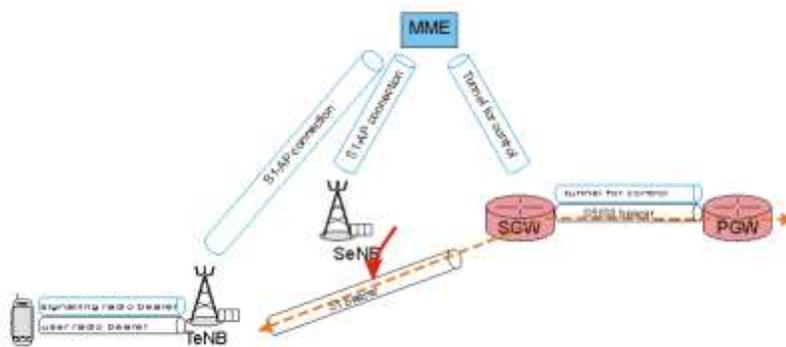
65

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Handover basé sur S1 sans changement de SGW ni de MME



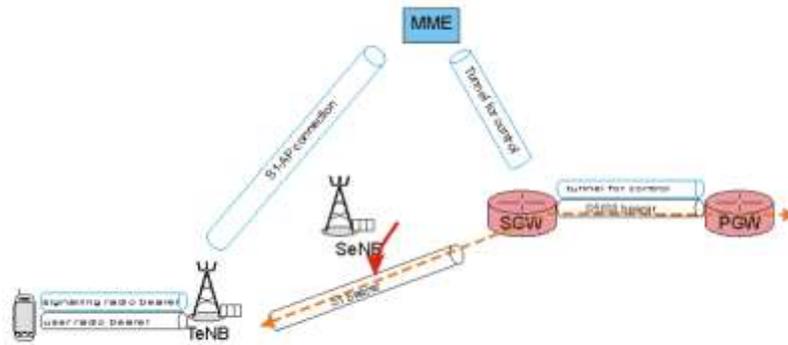
66

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Handover basé sur S1 sans changement de SGW ni de MME



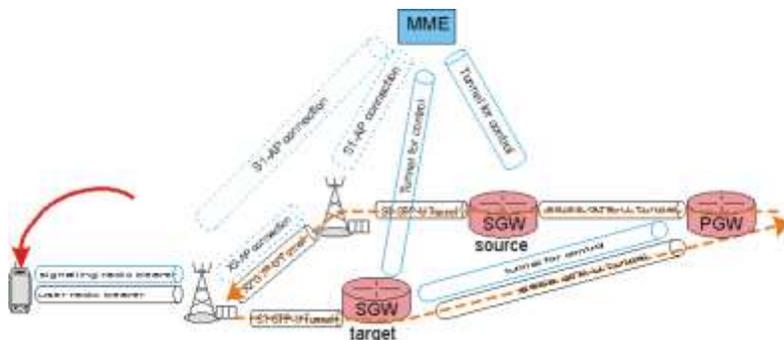
67

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Handover basé sur X2 avec changement de SGW



- Le handover basé sur X2 avec changement de MME est prévu
 - Cas rare

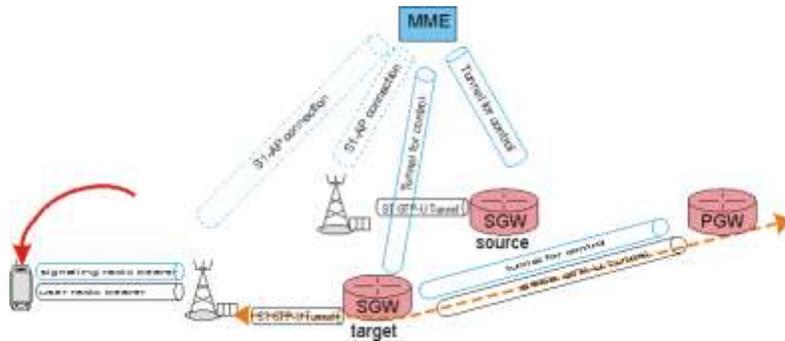
68

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G



Handover basé sur X2 avec changement de SGW



- Le handover basé sur X2 avec changement de MME est prévu
 - Cas rare

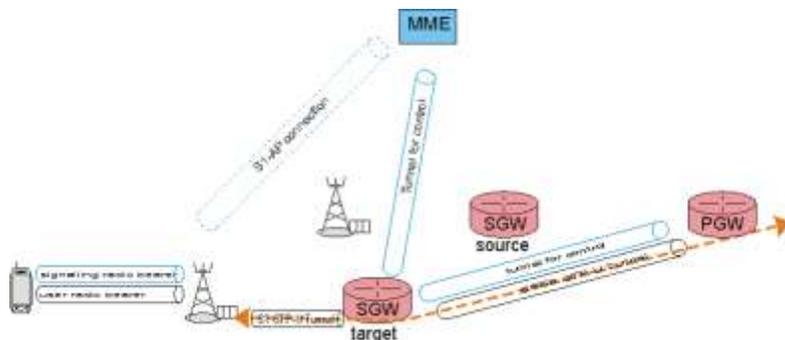


69

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G

Handover basé sur X2 avec changement de SGW



- Le handover basé sur X2 avec changement de MME est prévu
 - Cas rare



70

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Gestion de la mobilité dans les réseaux 4G

