



## Architecture et principes généraux, Semaine 1

**Vidéo 1 : Eléments visibles d'un réseau mobile et sous-réseaux (UE, carte SIM, antennes et eNodeB, EPC, eUTRAN)**

**Vidéo 2 : Concept cellulaire**

**Vidéo 3 : Equipements du réseau cœur acheminant les données (SGW, PGW)**

**Vidéo 4 : Equipements de contrôle dans le réseau cœur (HSS, MME)**

**Vidéo 5 : Synthèse sur l'architecture et les interfaces (S1, S5/S8, S6a, S11, X2)**

**Vidéo 6 : Plan du cours**

**Vidéo 7 : Services et différentes générations**



**Vidéo 1 : Eléments visibles d'un réseau mobile et sous-réseaux (UE, carte SIM, antennes et eNodeB, EPC, eUTRAN)**

**Qu'est ce que je vois d'un réseau mobile ?  
Y-a-t-il d'autres éléments ?**



## Le terminal

- le terminal s'appelle **UE, User Equipment**
- pour fonctionner il doit être muni d'une **carte SIM, *Subscriber Identity Module***
  - la carte SIM contient les données d'abonnement (e.g. identité d'abonnement unique au monde)
  - elle est fournie par l'opérateur
  - Pour les mobiles 3G/4G, la carte s'appelle précisément **USIM, *Universal Subscriber Identity Module***

**Dans le cours : UE = Terminal = Mobile**

3

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



### Un exemple de station de base



Source : Télécom Bretagne



Source : Alcatel-Lucent

4

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Les antennes des stations de base

- **Station de base : ensemble d'émetteurs-récepteurs placé en un lieu**
- **Chaque station de base est munie d'antennes**
- **Les terminaux autour de la station de base peuvent communiquer avec la station de base par voie radio**
- **En technologie 4G, une station de base s'appelle un eNB ou eNodeB**
  - e pour « evolved » (évolution par rapport à la 3G)
  - *Node* pour nœud car la station de base est insérée dans un réseau
  - *B* pour Base station

5

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Autres exemples d'eNodeBs



Sources : Alcatel-Lucent

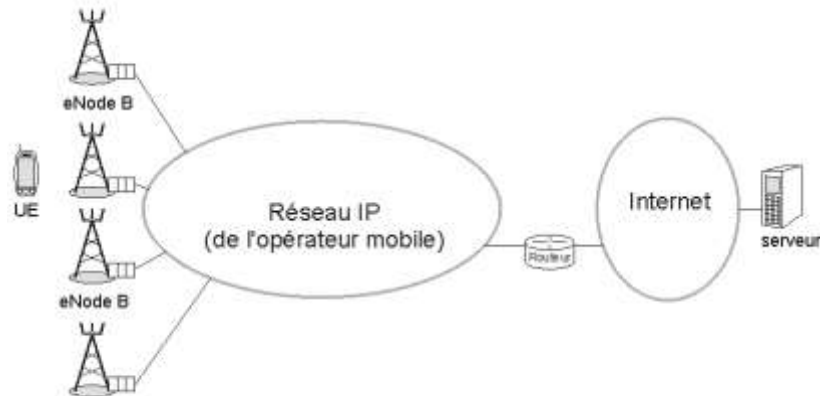
6

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Réseau d'accès



- Les stations de base sont reliées à un réseau IP, déployé par l'opérateur mobile
- Ce réseau est interconnecté au réseau Internet (aux réseaux IP des autres opérateurs)

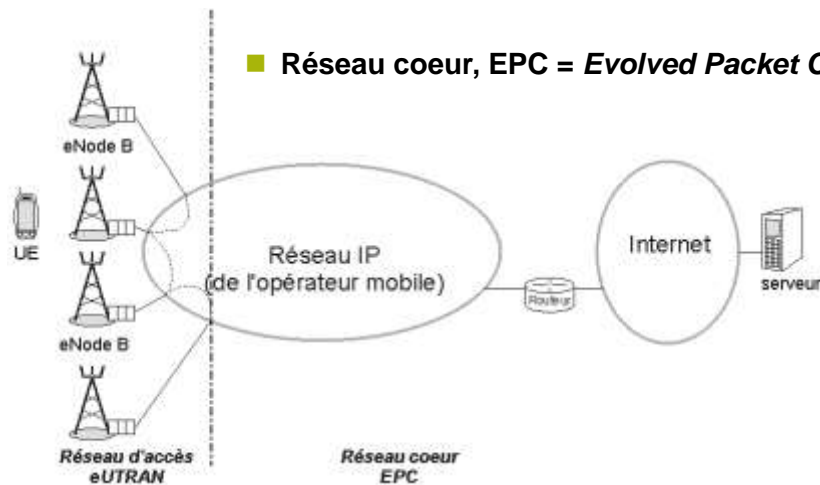
7

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Réseau d'accès et réseau coeur



- Réseau coeur, EPC = *Evolved Packet Core*

- Réseau d'accès, eUTRAN = *Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network*

8

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Vidéo 2 : Le concept cellulaire

Comment-est-il possible que je puisse  
communiquer partout avec mon terminal ?

9

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Nécessité de mailler le territoire par des stations de base

- La puissance d'un UE (User Equipment) est typiquement de 0,2 W (200 mW)
- La portée est typiquement de quelques kilomètres pour une telle puissance



10

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Nécessité de mailler le territoire par des stations de base

- L'opérateur déploie des stations de base sur le territoire à couvrir de sorte que le terminal soit toujours à moins de quelques kilomètres d'une station de base
- Dans la pratique, ce n'est pas toujours vrai !
- Comment savoir qu'on a accès au réseau ?



11

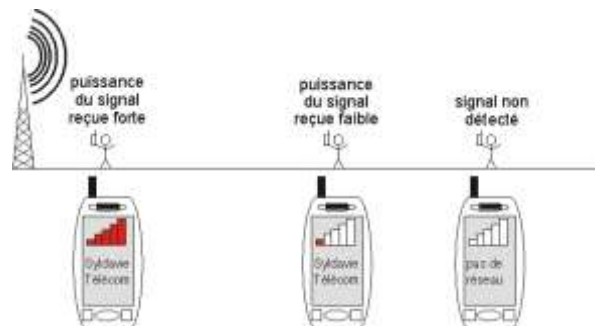
Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Principe générale de la voie balise

- Chaque station de base diffuse régulièrement un signal
  - Qui indique son existence
  - Qui donne les caractéristiques du réseau (exemple : opérateur)
- Concept de **Voie balise** ou **beacon channel**
- Tout terminal en mesurant la puissance du signal reçu peut indiquer s'il reçoit plus ou moins fortement la station de base



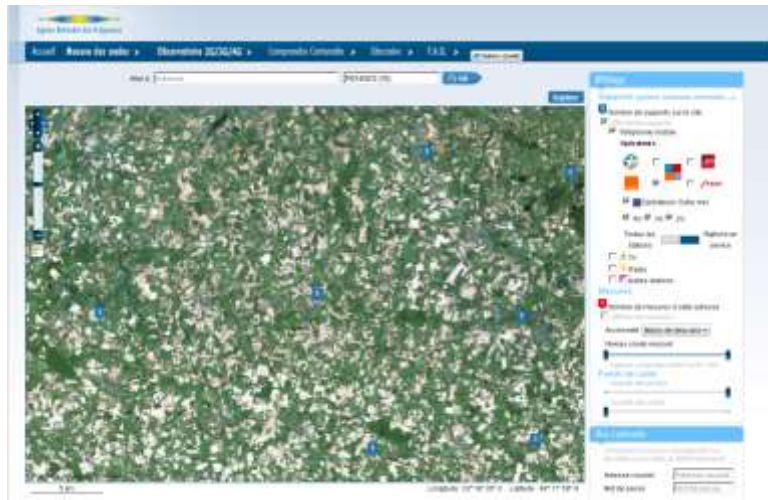
12

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Cas d'une zone rurale



- Source : ANFR, consulté le 22/07/2015 sur <http://www.cartoradio.fr>

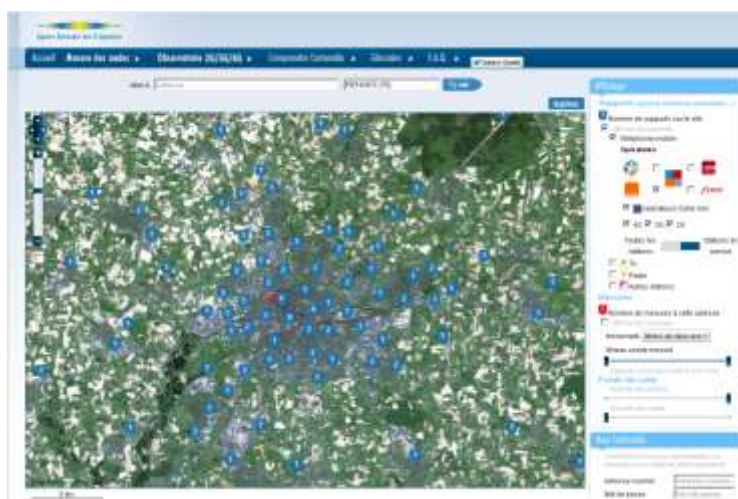


13

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux

## Cas d'une zone péri-urbaine



- Source : ANFR, consulté le 22/07/2015 sur <http://www.cartoradio.fr>

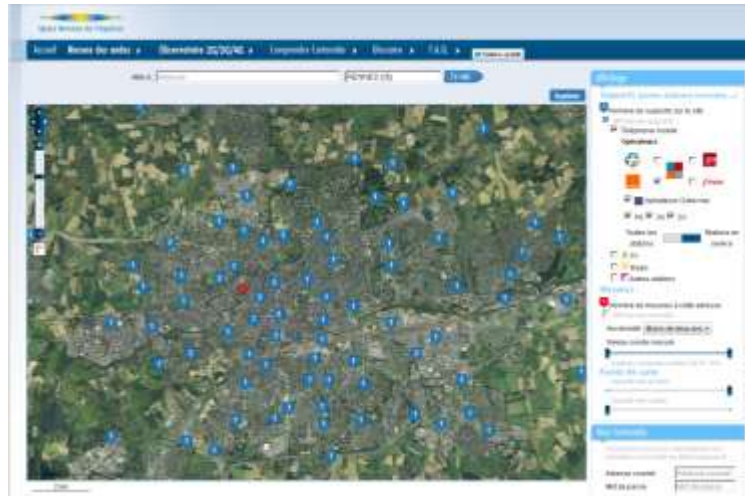


14

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux

## Cas d'une zone urbaine



■ Source : ANFR, consulté le 22/07/2015 sur <http://www.cartoradio.fr>

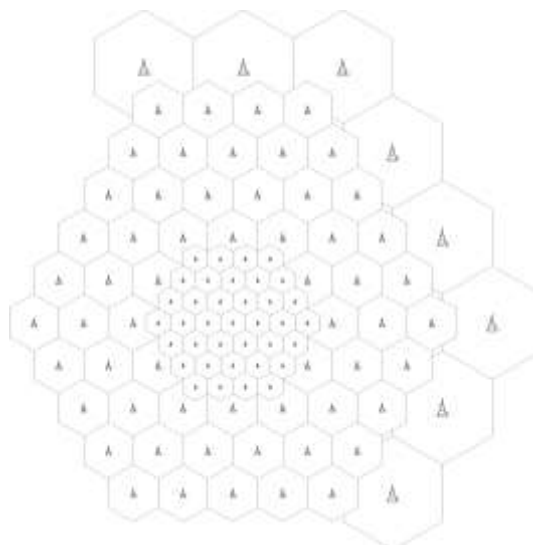


15

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux

## Capacité et couverture



16

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Capacité et couverture

### ■ Découpage du territoire en cellules

- Chaque cellule est desservie par une station de base
- La division en cellules n'est pas perceptible par l'utilisateur
  - Passage d'une cellule à l'autre idéalement imperceptible
- La capacité d'une cellule en Mbit/s ne dépend pas de la taille de la cellule

### ■ Zone rurale = faible densité d'utilisateurs

- Les stations de base sont déployées pour assurer une **couverture**
- Déployer suffisamment de stations de base pour qu'en tout point du territoire un terminal soit sous la portée d'une station de base et puisse l'atteindre

### ■ Zone urbaine = forte densité d'utilisateurs

- Les stations de base sont déployées pour fournir une **capacité** suffisante
- Déployer suffisamment de stations de base pour que la capacité en Mbit/s par km<sup>2</sup> soit supérieure au trafic engendré par les clients

17

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Vidéo 3 : Equipements du réseau cœur EPC qui participent à l'acheminement des données (SGW, PGW)



Par où passent les paquets quand je consulte un serveur ?

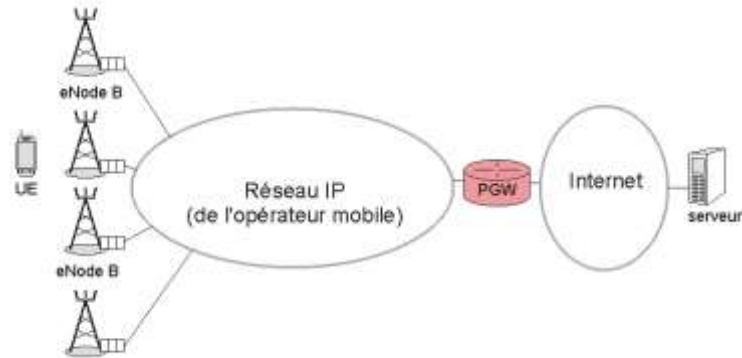
18

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux

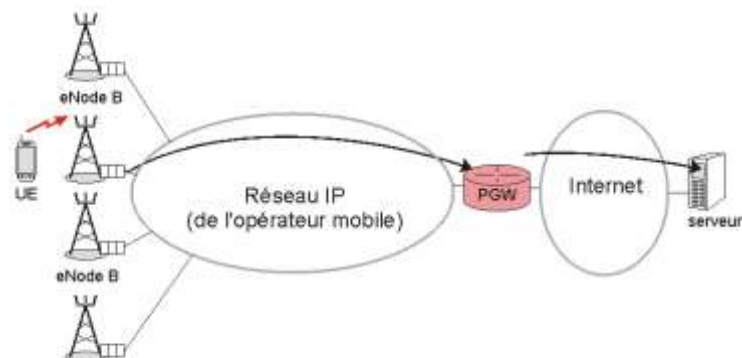


## La passerelle d'accès ou PGW



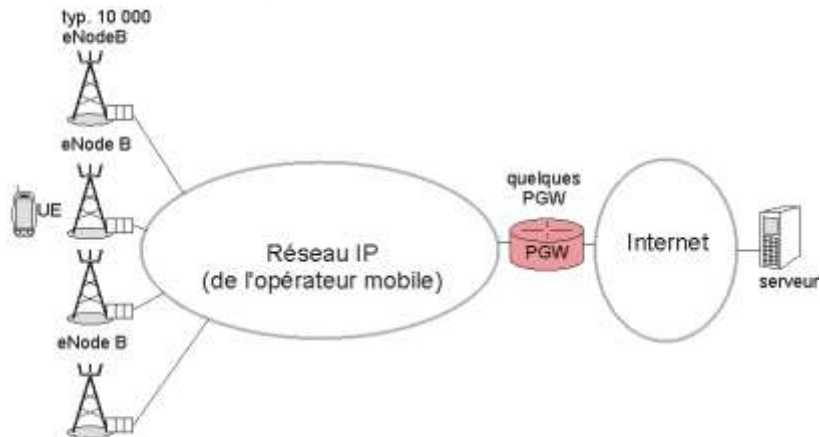
- Le réseau Internet ne sait pas gérer la mobilité
- Les paquets de données doivent être routés vers une « porte d'entrée » unique : PGW, Packet GateWay

## La passerelle d'accès ou PGW



- **PGW, Packet GateWay**
  - achemine les données vers le terminal + les données du terminal vers l'Internet
  - assure certaines fonctions de sécurité

## Nécessité d'une passerelle intermédiaire



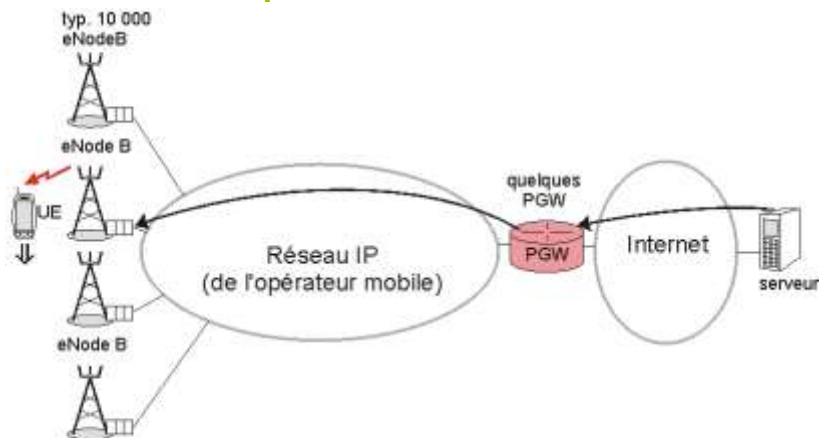
21

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Nécessité d'une passerelle intermédiaire



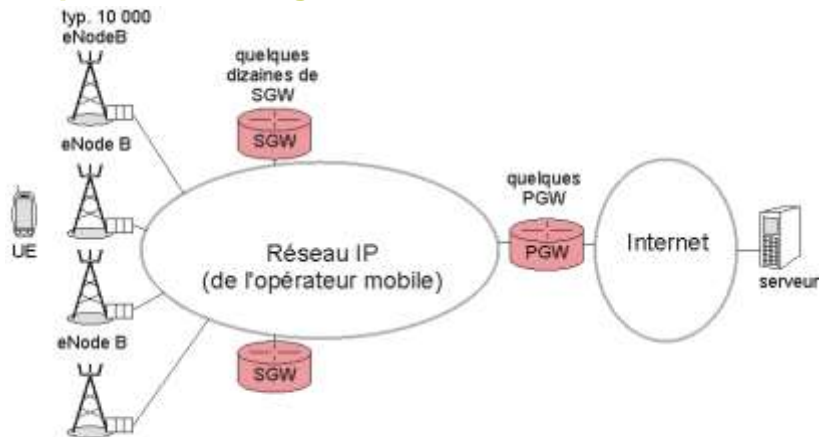
22

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Les passerelles régionales ou SGW



- Passerelles qui servent une zone géographique : SGW, *Serving Gateway*

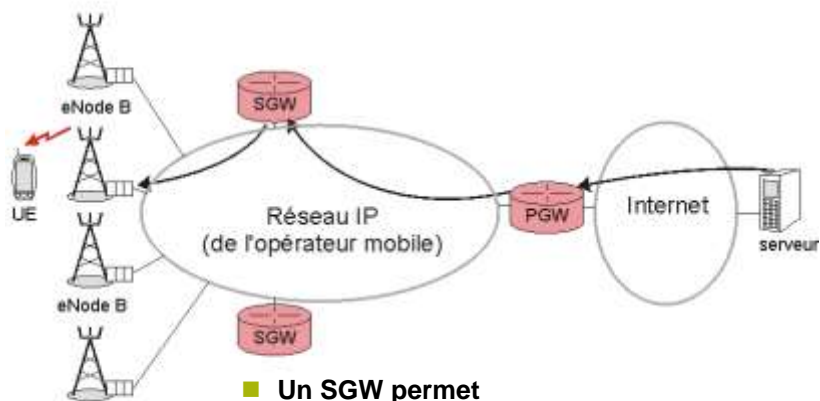
23

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Les passerelles régionales ou SGW



- Un SGW permet

- la collecte des données envoyées par les terminaux mobiles à travers différents eNodeB
- la distribution des données venant des serveurs vers les eNodeB où se trouvent les terminaux mobiles

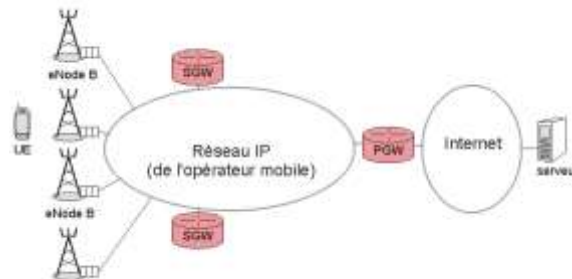
24

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Vidéo 4 : Equipements de contrôle dans le réseau coeur (HSS, MME)



**Puis-je utiliser librement mon terminal sur n'importe quel réseau ?  
Comment l'accès au réseau est-il contrôlé ?**

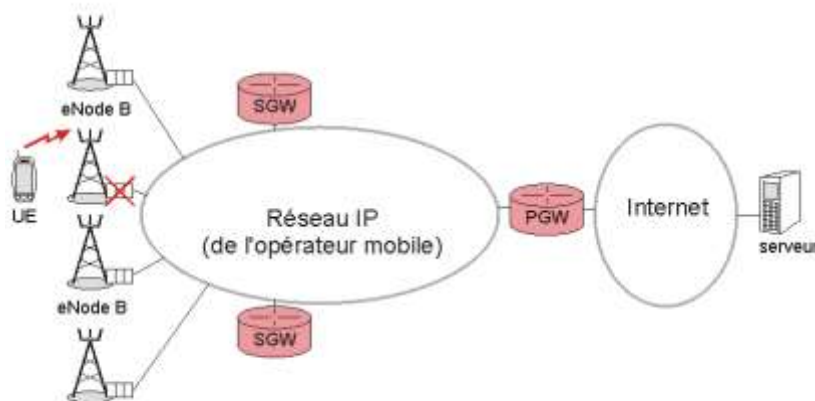
25

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Nécessité de procédures de contrôle



- Avant que des données puissent être transmises par un terminal, il y a plusieurs procédures d'accès et de contrôle

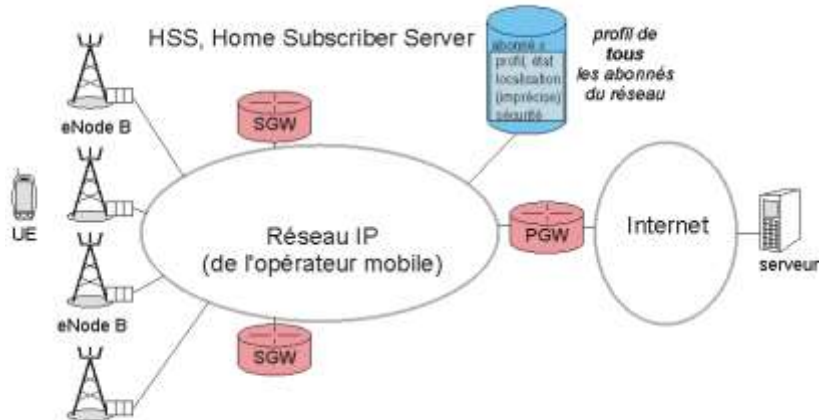
26

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Le HSS, base de données des abonnés



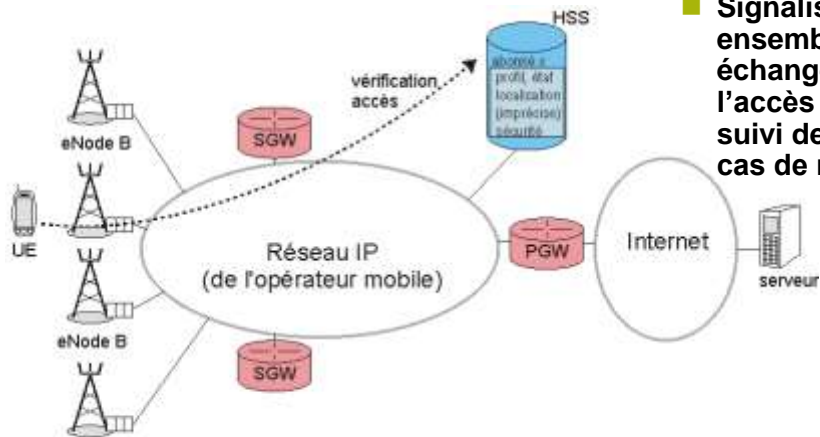
27

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Le HSS, base de données des abonnés



- **Signalisation :** ensemble de messages échangés pour gérer l'accès au réseau, le suivi des terminaux en cas de mobilité,...

- **Le HSS, Home Subscriber Server, n'échange que de la signalisation**

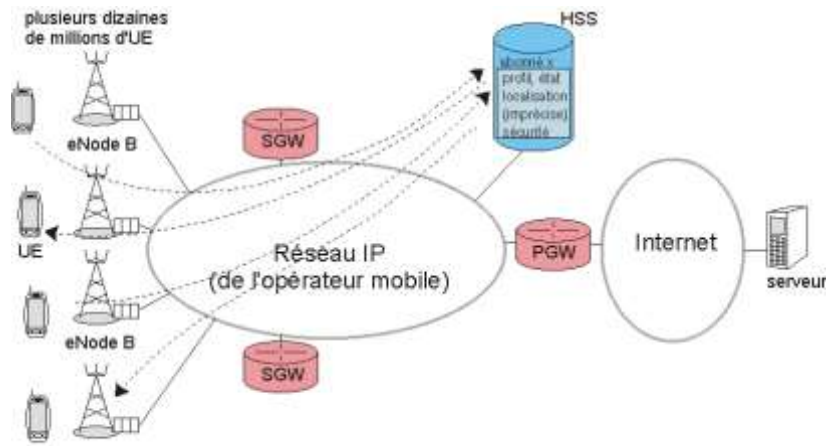
28

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux

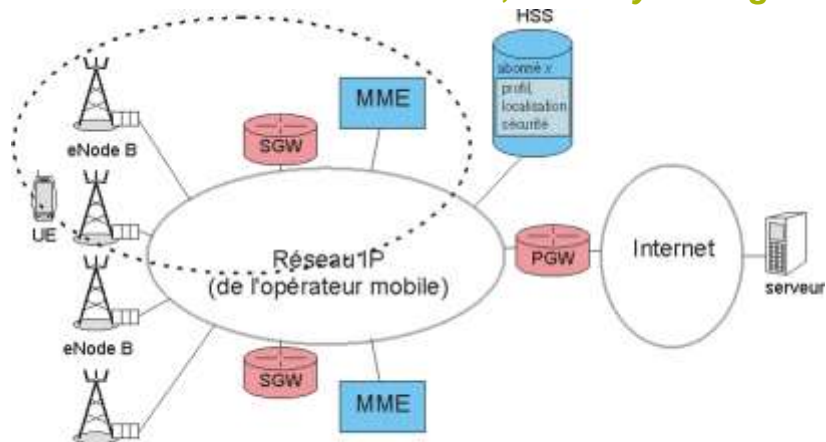


## Le HSS, base de données des abonnés



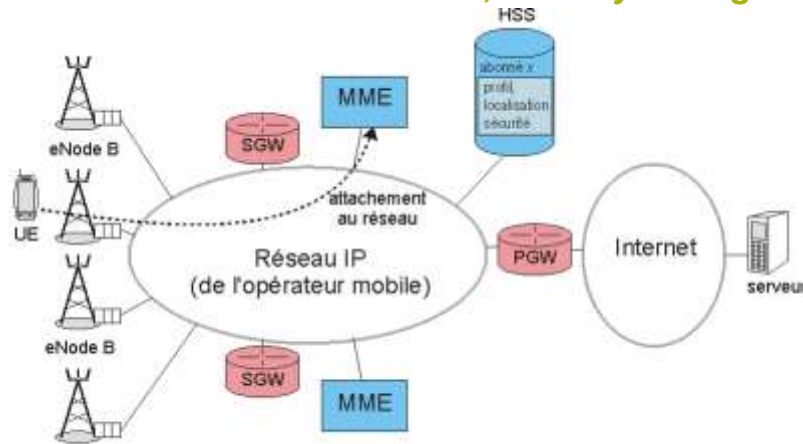
- La mobilité, la sporadicité des activités du terminal conduit à l'envoi (ou la réception) fréquent de signalisation par terminal

## Le contrôleur de mobilité MME, *Mobility Management Entity*



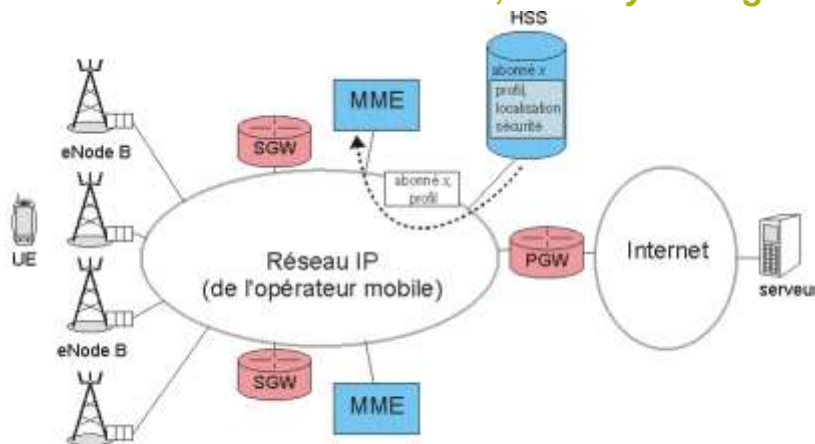
- MME, Mobility Management Entity

## Le contrôleur de mobilité MME, *Mobility Management Entity*



- **Attachement du terminal au réseau à la mise sous tension**

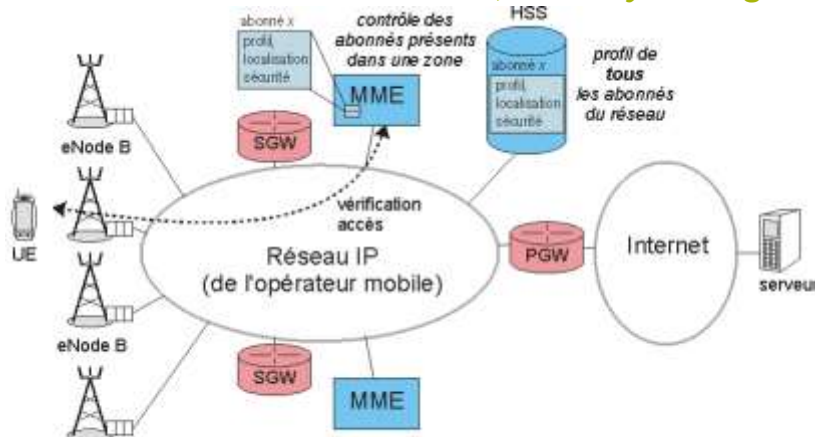
## Le contrôleur de mobilité MME, *Mobility Management Entity*



- **Transfert du profil, des données de sécurité, du HSS vers le MME**



## Le contrôleur de mobilité MME, *Mobility Management Entity*

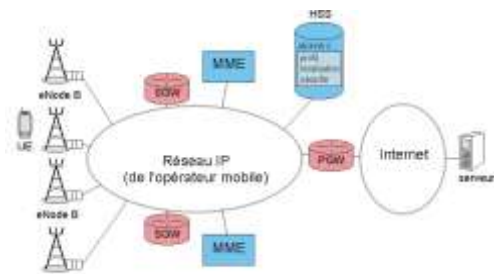


- Les échanges de signalisation se font entre le terminal et le MME

## Fonctions principales du MME

### Le MME, *Mobility Management Entity*,

- Dialogue avec un ensemble de stations de base typiquement d'une même région (voire d'un même pays)
- Dialogue avec le HSS pour récupérer le profil et les données de sécurité des abonnés présents dans la zone qu'il gère
- Stocke ces profils et ces données de sécurité
- Gère les mécanismes de dialogue liés à l'accès au réseau, la sécurité et la mobilité pour les terminaux présents dans sa zone
- Maintient la connaissance de la localisation des terminaux dans sa zone
- Sélectionne le PGW et le SGW quand le terminal s'attache au réseau et se connecte au réseau Internet
- S'assure de la joignabilité du terminal
- Est impliqué dans le transfert intercellulaire (handover)



## Vidéo 5 : Synthèse sur l'architecture et les interfaces (S1, S5/S8, S6a, S11, X2)

Quelle est l'architecture d'un réseau 4G ?  
Tous les équipements sont-ils reliés directement entre eux ?  
Tous les équipements dialoguent-ils entre eux ?

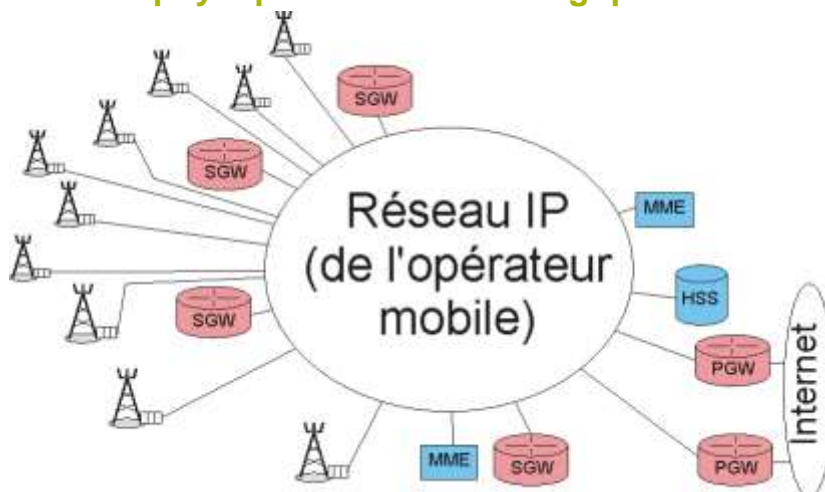
35

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Interface physique vs interfaces logiques



- Tous les équipements du réseau possède la pile des protocoles de la famille IP

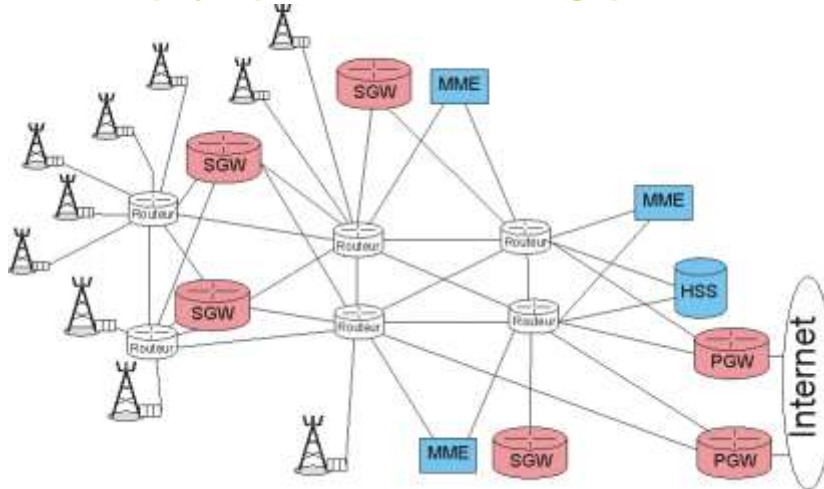
36

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux

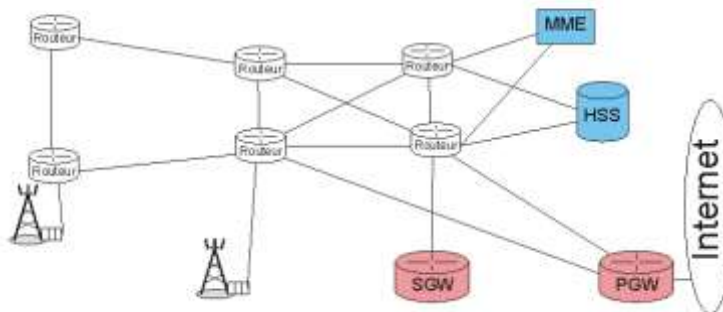


## Interface physique vs interfaces logiques



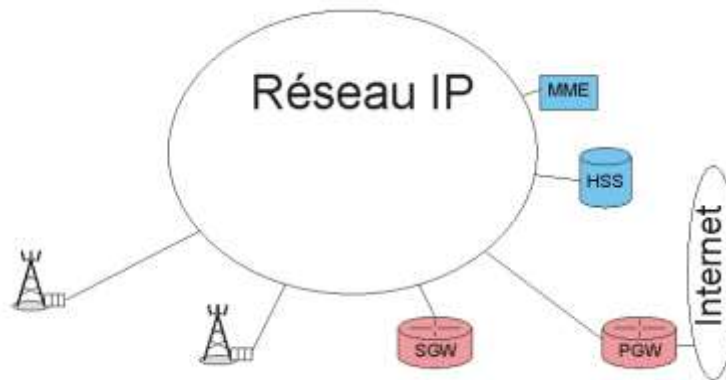
- Des équipements peuvent dialoguer entre eux même s'ils ne sont pas directement physiquement interconnectés par une liaison : dialogue via le réseau IP

## Interface physique vs interfaces logiques



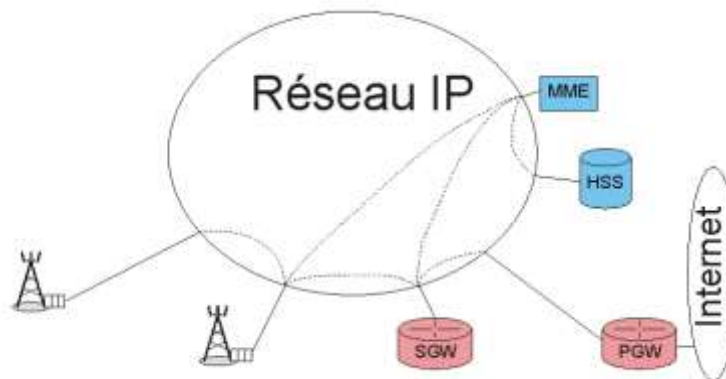
- Des équipements peuvent dialoguer entre eux même s'ils ne sont pas directement physiquement interconnectés par une liaison : dialogue via le réseau IP

## Interface physique vs interfaces logiques



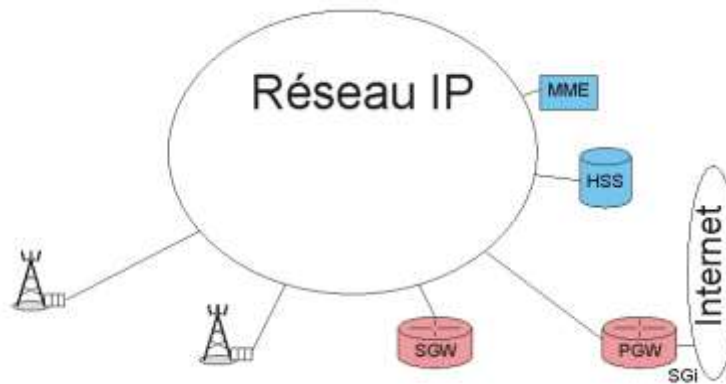
- Des équipements peuvent dialoguer entre eux même s'ils ne sont pas directement physiquement interconnectés par une liaison : dialogue via le réseau IP

## Interfaces entre les équipements du réseau coeur



- Tous les équipements du réseau possèdent la pile des protocoles de la famille IP

## Interfaces entre les équipements du réseau coeur



- Interface SGI : entre le PGW et le réseau IP externe (Internet)

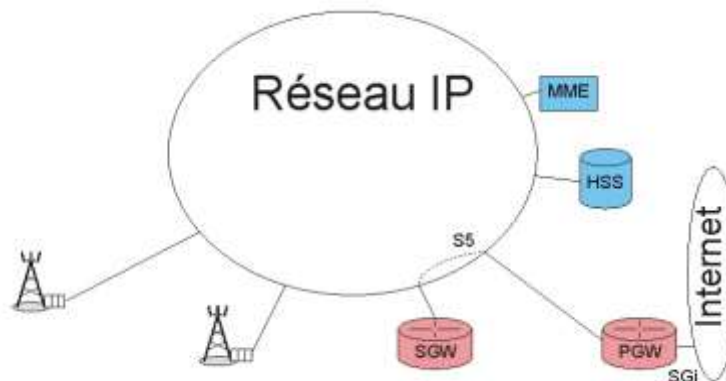


41

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux

## Interfaces entre les équipements du réseau coeur



- Interface S5 : entre le SGW et le PGW (d'un même réseau)
- Transport des données utilisateurs + quelques messages de signalisation

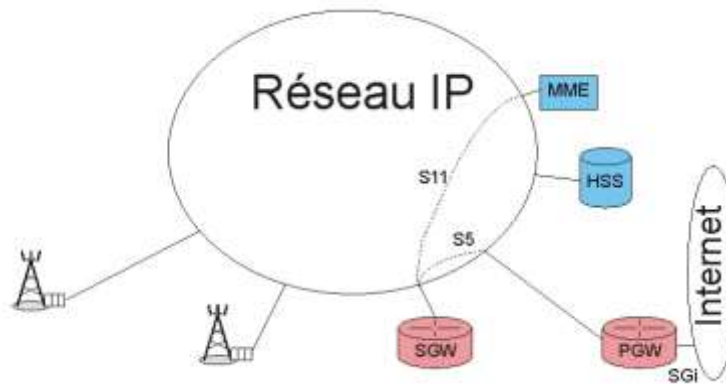


42

Institut Mines-Télécom

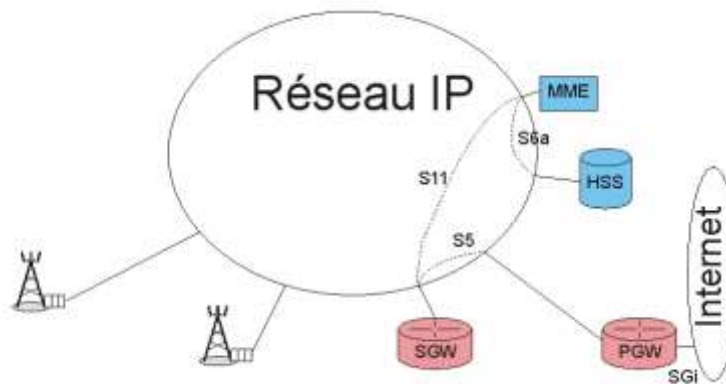
X. Lagrange, Architecture et principes généraux

## Interfaces entre les équipements du réseau coeur



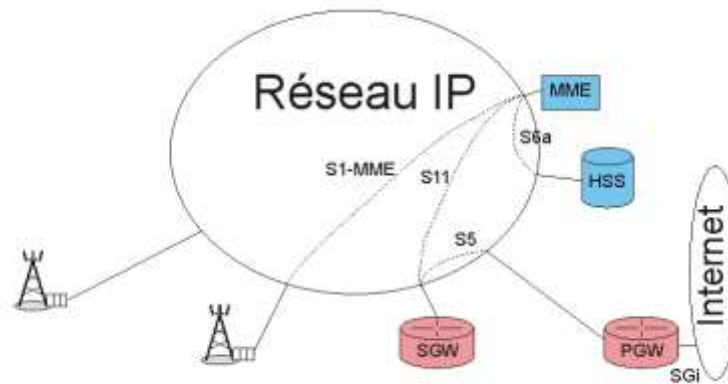
- Interface S11 : entre le SGW et le MME
- Transport de messages de signalisation

## Interfaces entre les équipements du réseau coeur



- Interface S6a : entre le MME et le HSS
- Transport de messages de signalisation

## Interfaces entre les équipements du réseau coeur



- Interface S1-MME : entre l'eNodeB et le MME
- Transport de messages de signalisation

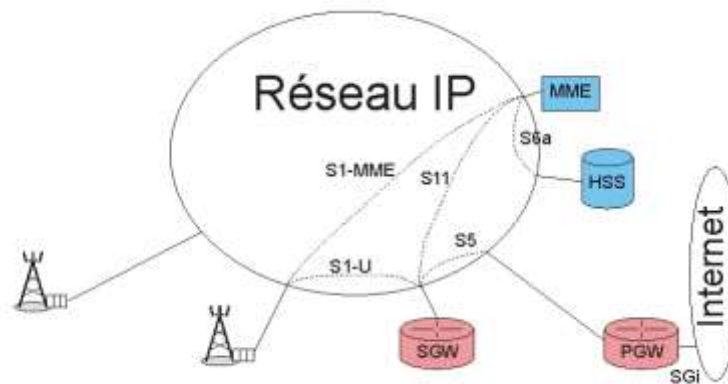


45

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux

## Interfaces entre les équipements du réseau coeur



- Interface S1-U : entre l'eNodeB et le SGW
- Transport de données utilisateurs, pas d'échange de signalisation

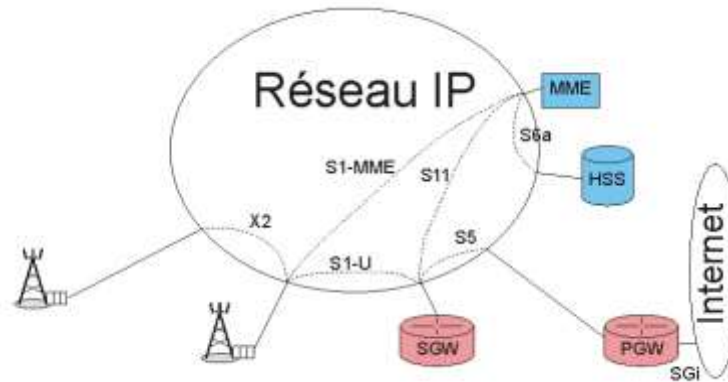


46

Institut Mines-Télécom

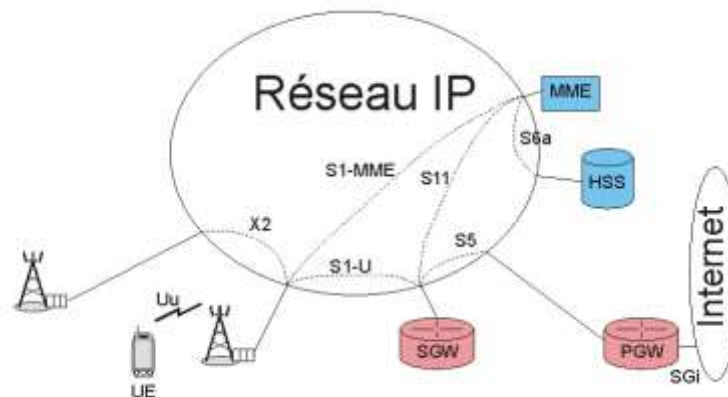
X. Lagrange, Architecture et principes généraux

## Interfaces entre les équipements du réseau coeur



- Interface X2 : entre 2 eNodeB
- Transport des données utilisateurs et des messages de signalisation

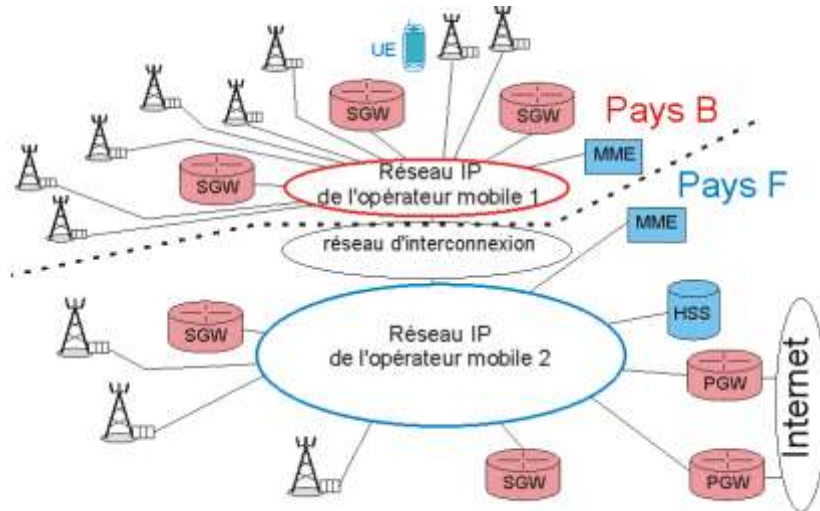
## Interfaces entre les équipements du réseau coeur



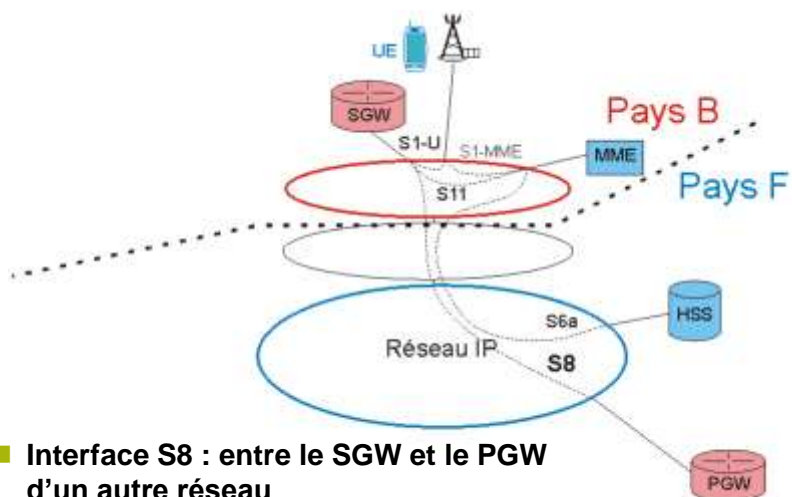
- Interface Uu ou interface radio : entre le terminal (UE) et l'eNodeB
- Transport des données utilisateurs et des messages de signalisation



## Interconnexion de réseaux coeurs

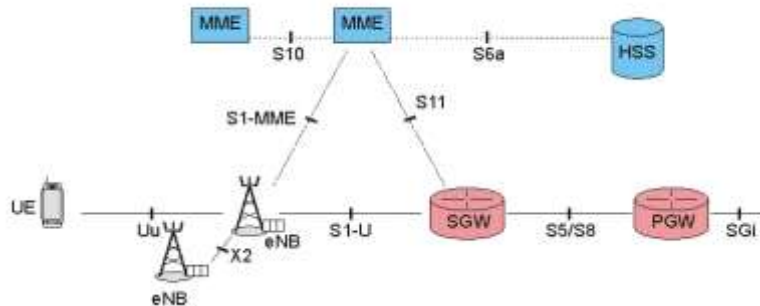


## Interconnexion de réseaux coeurs



- Interface S8 : entre le SGW et le PGW d'un autre réseau

## Présentation du réseau cœur et des interfaces dans le cours



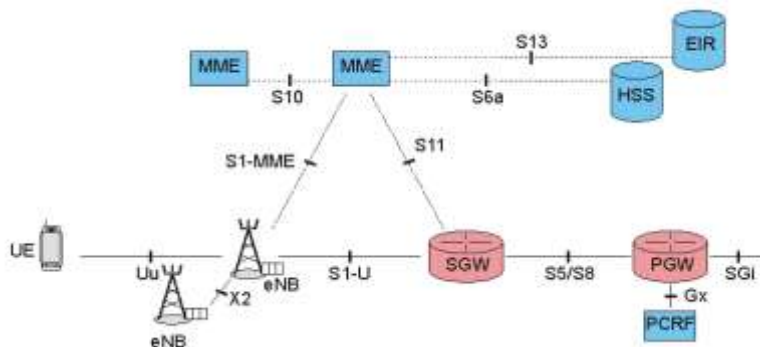
51

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Autres équipements et interfaces non vu dans le cours



- **EIR, *Equipment Identity Register*** : base de données des terminaux (volés)
  - interface S13 avec le MME
- **PCRF, *Policy and Charging Rules Function*** : gestion de la qualité de service
  - Interface Gx avec le PGW

52

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Vidéo 6 : Organisation du cours

Comment est structuré le cours ?

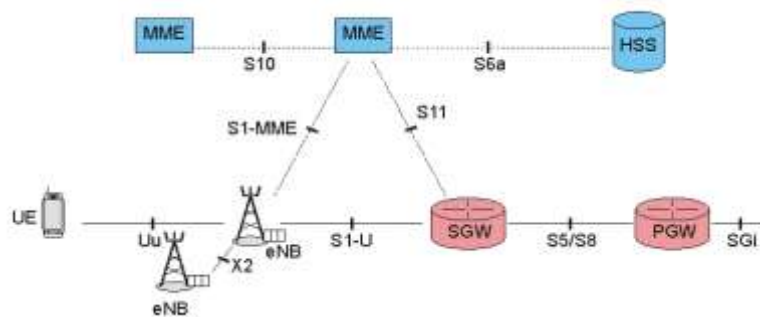
53

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Organisation du cours



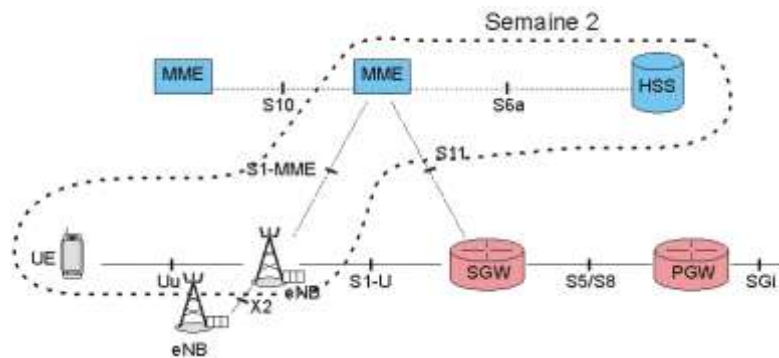
54

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Organisation du cours



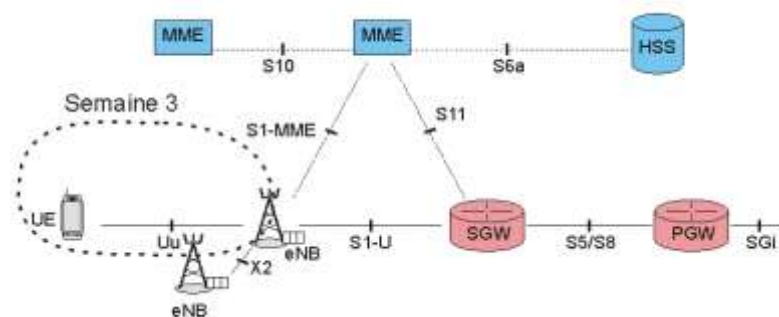
55

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Organisation du cours



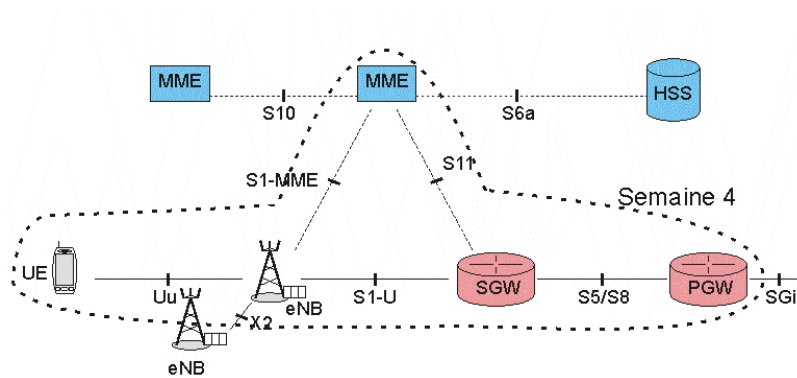
56

Institut Mines-Télécom

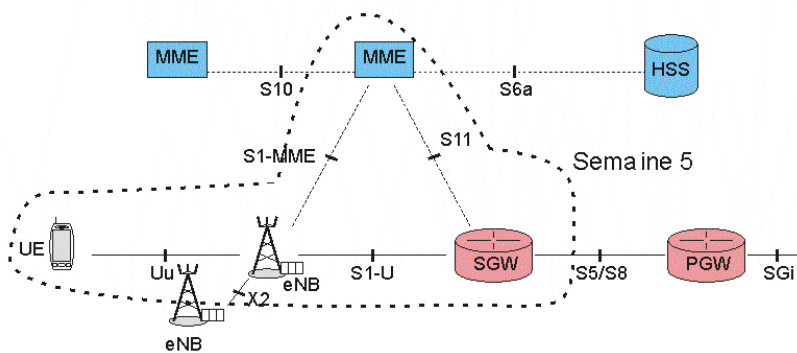
X. Lagrange, Architecture et principes généraux



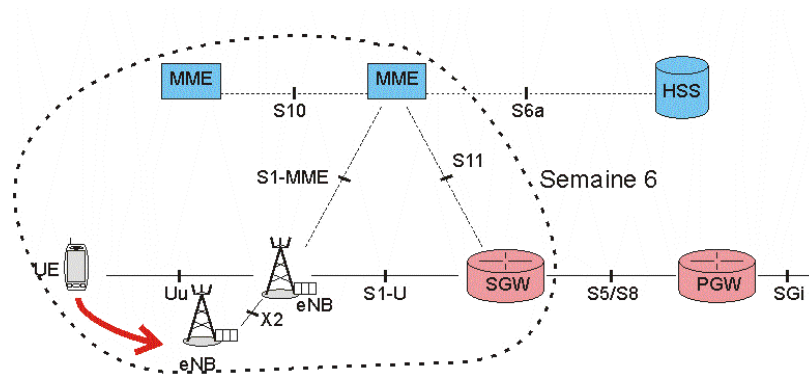
## Organisation du cours



## Organisation du cours



## Organisation du cours



59

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Vidéo 7 : Services et différentes générations de réseaux mobiles

Qu'est-ce que cela veut dire 2G, 3G, 4G ?

60

Institut Mines-Télécom

X. Lagrange, Architecture et principes généraux



## Différentes générations de réseaux mobiles

Génération	Services principaux	Nom de la technologie en Europe	Type d'accès sur la voie radio	Période de vie
1	Téléphonie	R2000, NMT,..	Analogique FDMA	1980-1995
2	Téléphonie, SMS	GSM	TDMA	1995-
2.5	Téléphonie, SMS Accès IP à 100 kbit/s	extension GPRS-EDGE	+ accès paquet et nouvelle modulation	2000-
3	Téléphonie, SMS Accès IP 1 Mbit/s	UMTS	CDMA	2002-
3.9	Téléphonie, SMS Accès IP à 10 Mbit/s	extension HSDPA	CDMA + accès paquet et nouvelle modulation	2008-
4	Accès IP à 100 Mbit/s avec faible latence	LTE, LTE- advanced	OFDMA	2010-

