

Architecture des réseaux mobiles

Plan

- Concept cellulaire
- Historique
- Architecture GSM
- Architecture GPRS
- Architecture UMTS

Plan

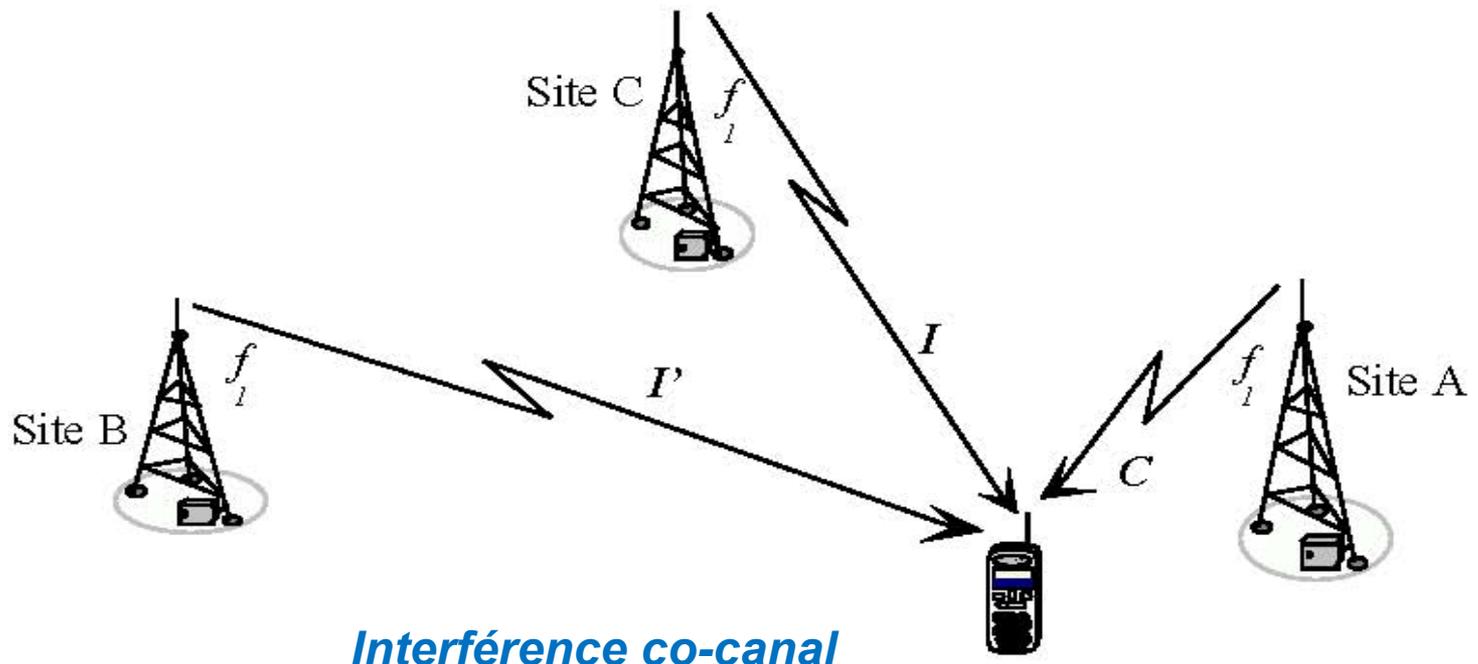
- **Concept cellulaire**
- Historique
- Architecture GSM
- Architecture GPRS
- Architecture UMTS

Concept cellulaire

- Problème de base = Comment desservir une région de taille importante (pays, continent)
 - Avec une bande de fréquences limitée,
 - Avec une densité de trafic importante, qui varie dans le temps et dans l'espace et pouvant augmenter,
 - Offrir des services téléphoniques et autres à des usagers fixes et mobiles ?

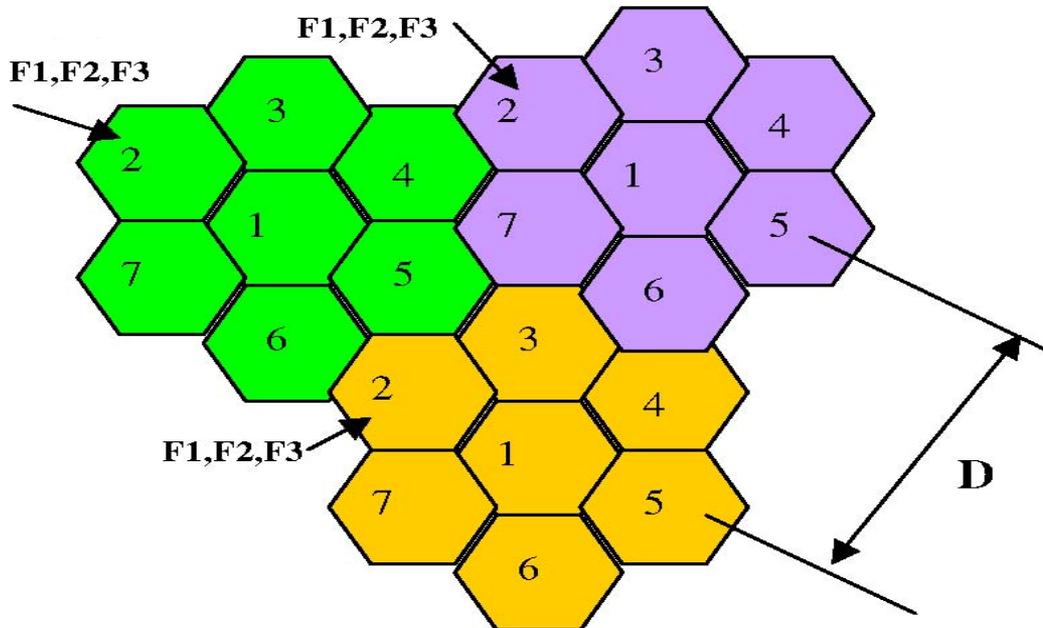
Réutilisation des fréquences

- Principe: Repose sur l'utilisation des mêmes fréquences porteuses pour couvrir des zones différentes séparées par des distances suffisantes pour que l'interférence co-canal ne soit pas importante.



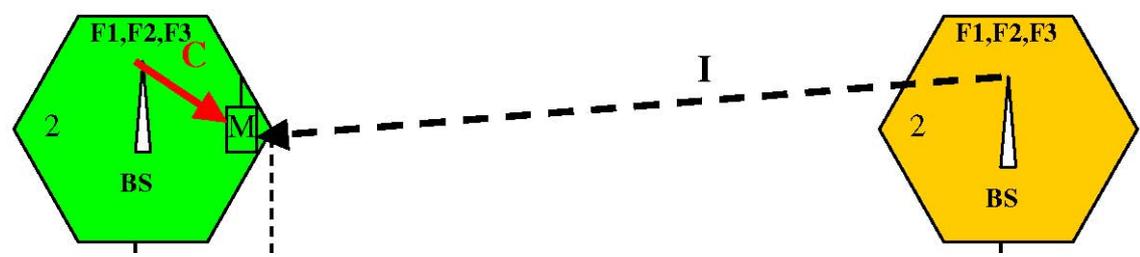
- Gestion de la **mobilité des abonnés.**
- Gestion de l' **interface radio.**

Notion de motif



Concept cellulaire : Spectre de fréquences disponible limité par opérateur et système => réutiliser les mêmes fréquences à une distance suffisante pour éviter les interférences.

D: Distance inter motif.



“Réutiliser” F1,F2,F3 si $C/I > \text{seuil (e.g. 7 dB)}$
C=signal utile
I: signal d’interférence
(**Co-Channel interference**)

Cellule

Surface géographique dont les limites sont fixées par :

- Puissance transmise et la sensibilité des récepteurs,
- Rapport C/I fixé par le système,
- Capacité à gérer le maximum de communications possibles sur la surface allouée avec la QoS demandée,
- Intégration de la cellule dans l'environnement (CEM, supports matériels, ...)

Taille des cellules

- **Picocellule:** désigne un espace de desserte de quelques mètres de diamètres.
- **Microcellule:** réfère à une surface géographique de quelques dizaines de mètres de diamètre.
- **Cellule:** correspond à une superficie dont le diamètre varie de quelques centaines de mètres à quelques kilomètres.
- **Macrocellule:** correspond à une étendue géographique de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres de diamètre.
- **Cellule parapluie:** définit une région de quelques centaines de kilomètres de diamètre.

Environnement radio

- Environnement radio-mobile : complexe et en fluctuation constante,.
- Environnement cellulaire : contraintes de réutilisation (QoS et capacité).
- Planification, optimisation et exploitation complexes.

Plan

- Concept cellulaire
- **Historique**
- Architecture GSM
- Architecture GPRS
- Architecture UMTS

Historique

□ 1G - NMT (Nordic Mobile Telephone)

- Mise en service en 1981
- Basée sur une technologie de téléphonie analogique sans-fil. Sa technologie de modulation radio est similaire à celle utilisée par les stations radio FM.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
1 ^{er} radiotéléphones analogiques sans fils	Taille imposantes des équipements
	Pas de confidentialité de communications
	Réseaux saturés

❑ 2G - GSM (Global System of Mobile communication)

- Développée à partir de 1990;
- Représente la première technologie de téléphonie numérique sans fil ;
- Son débit moyen est similaire à celui du FAX, c'est-à-dire 9,6 kbits/sec.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Meilleure qualité d'écoute	Débit: envoi de données lentes
Taille réduite	
Confidentialité des communications	

□ 2.5G – GPRS (General Packet Radio Service)

- Débit théorique est de l'ordre de 171, 2 kbit/s, et le débit réel est de l'ordre de 30 kbit/s.
- L'objectif principal de cette évolution est d'accéder aux réseaux IP.

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Débit	Pas d'accès satisfaisant à internet
Accès WAP (Internet allégé)	Réseau GSM déjà saturés
Facturation à la donnée	Aucune application décisive pour le grand public
Connexion permanente possible	
Support de plusieurs niveaux de qualité de service	

❑ 2.75G – EDGE (Enhanced Data for GSM Evolution)

- développé au cours de l'année 2005;
- débits réels de l'ordre de 177 kbits/s ;
- introduit une nouvelle modulation : 8-Phase Shift Keying (8-PSK) .

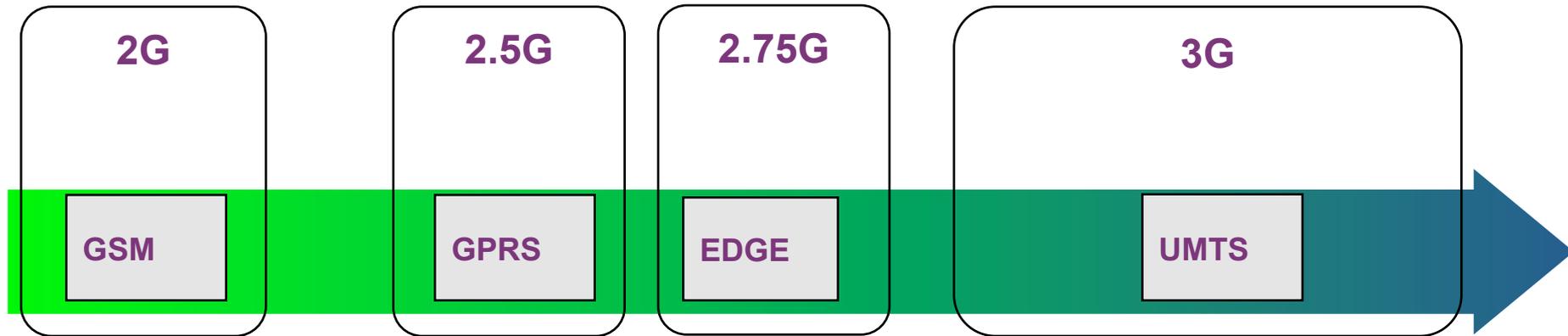
AVANTAGES	INCONVENIENTS
Solution alternative moins onéreuse que la 3G	Obligation de changer de terminal
Débit plus élevé que le GPRS	

□ 3G – UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)

- développé en 2004 sous sa première version Release 99 (R99) ;
- fonctionne sur la bande de fréquences 1900-2000 MHz et permet un débit réel de l'ordre de 384 kbits/s (8 fois plus rapide que le GPRS).

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Accès internet haut-débit depuis un équipement mobile ou un ordinateur	coût
Visiophonie	Changement des équipements usagers
Télévision	

Résumé



GSM
200 KHz carrier
8 full-rate time slots
16 half-rate time slots

GPRS
200 KHz carrier
115 Kbps peak data rates

HSCSD

HSCSD
Circuit-switched data
64 Kbps peak data rates

EDGE
200 KHz carrier
Data rates up to 384 Kbps
8-PSK modulation
Higher symbol rate

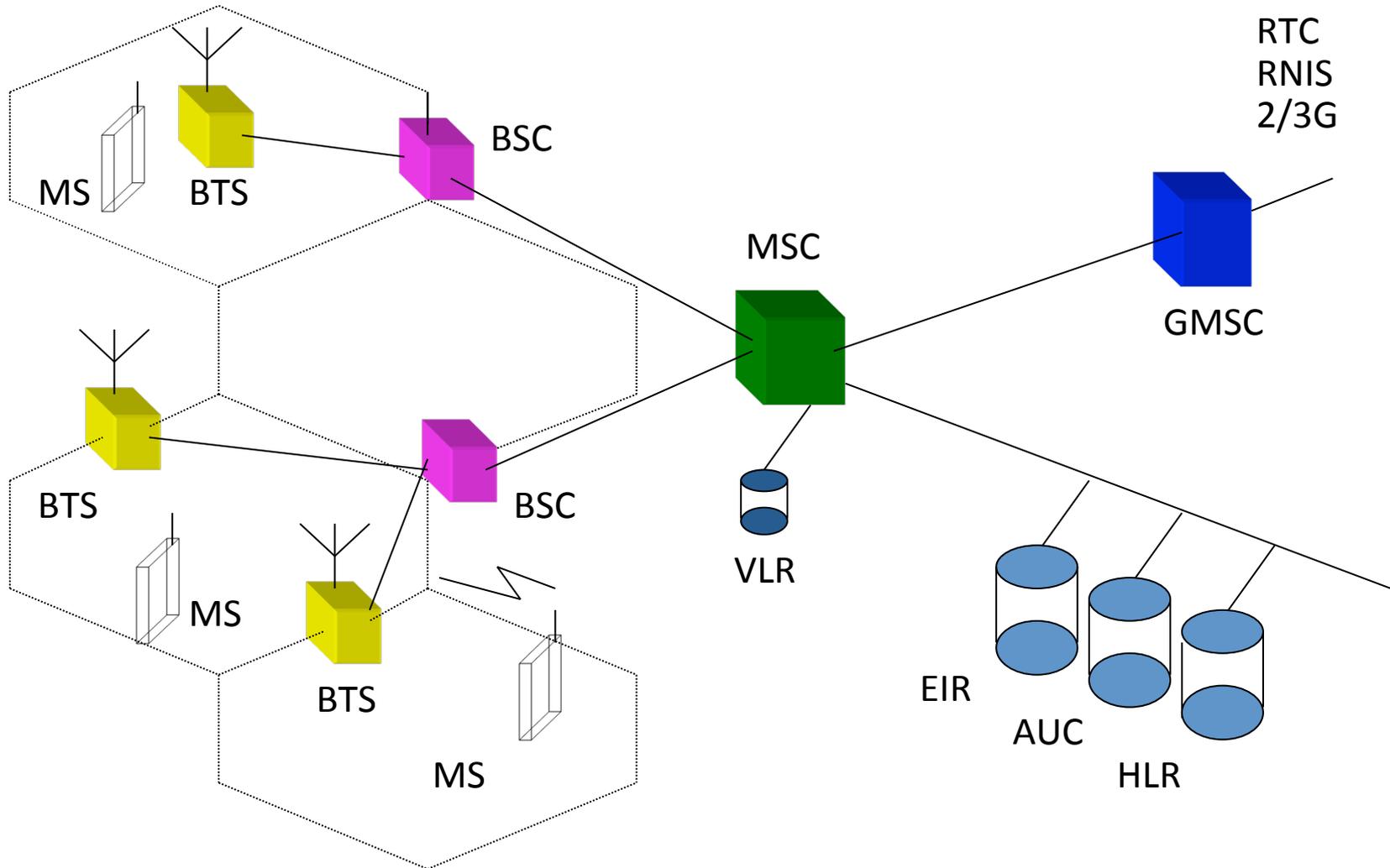
UMTS
5 MHz carrier
2 Mbps peak data rates
New IMT-2000 2 GHz spectrum

Plan

- Concept cellulaire
- Historique
- **Architecture GSM**
- Architecture GPRS
- Architecture UMTS

- **Mobile Station (MS)**
 - Mobile Equipment (ME)
 - Subscriber Identity Module (SIM)
- **Base Station Subsystem (BSS)**
 - Base Transceiver Station (BTS)
 - Base Station Controller (BSC)
- **Network Switching Subsystem(NSS)**
 - Mobile Switching Center (MSC)
 - Home Location Register (HLR)
 - Visitor Location Register (VLR)
 - Authentication Center (AUC)
 - Equipment Identity Register (EIR)

Architecture du réseau GSM

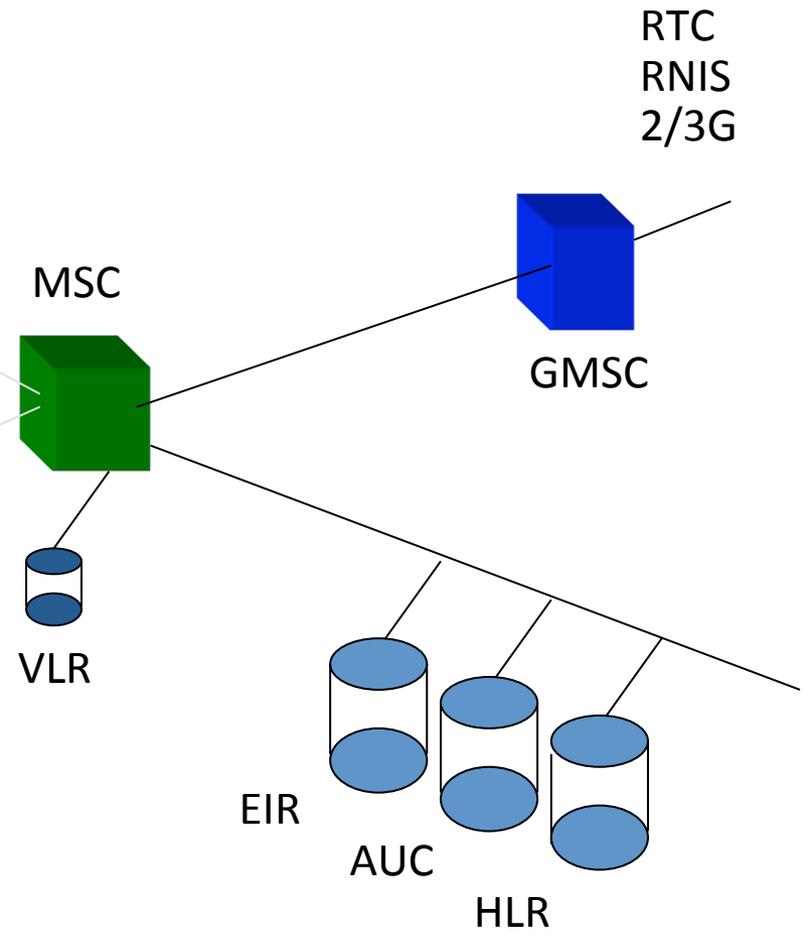
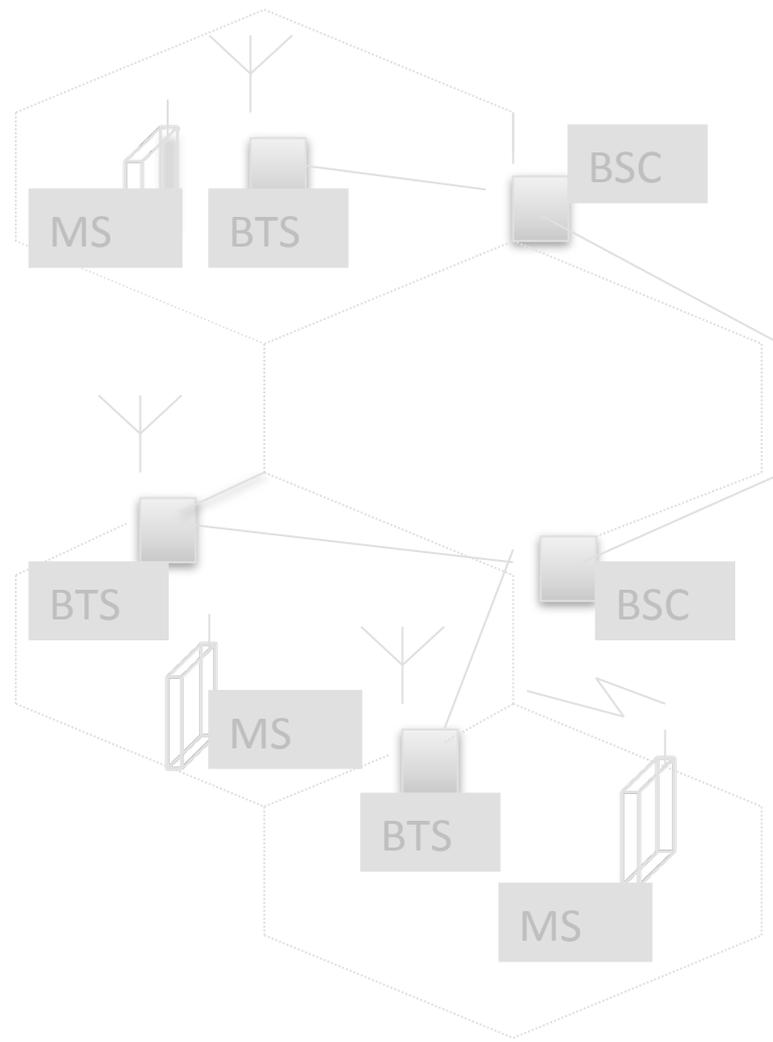


Sous-système radio: BSS

- Le sous-système radio:
 - ✓ Station de base (BS)/**BTS** (Base Transceiver Station): intègre l'équipement radio/antenne assurant la transmission radio et la signalisation à l'intérieur de cette cellule.
 - ✓ Contrôleurs de station de base/**BSC** (Base Station Controller): gèrent les ressources radio et les bandes passantes des stations de base associées.
- Le sous-système radio sert d'interface radio entre chaque unité mobile et le réseau lui-même.

Sous-système réseau

NSS: Network Switching Subsystem



Sous-système réseau: NSS

- Le sous-système réseau:
 - Commutateurs/**MSC** (Mobile service Switching Center) installés à l'intérieur de quelques-unes des cellules choisies de manière stratégique.
 - Réseau central/réseau coeur (Core Network): les commutateurs interconnectent les différentes stations de base entre elles et avec d'autres éléments fixes de réseau; reliés entre eux, ils constituent la partie fixe de l'infrastructure réseau.

Sous-système réseau: NSS

- Le sous-système réseau intègre deux types de données de localisation :
 - HLR (Home Location Register): base de données nominale qui gère les abonnés rattachés au MSC ;
 - VLR (Visitor Location Register): base de données des visiteurs qui sert à localiser les unités mobiles en transit dans la zone contrôlée par le MSC, donc dynamique.

Le sous-système opérationnel OSS (Operating Sub-System)

- Il assure la gestion et la supervision du réseau. La supervision du réseau intervient à de nombreux niveaux :
 - Détection de pannes.
 - Mise en service de sites.
 - Modification de paramétrage.
 - Réalisation de statistiques.

- Dans les OMC (Operation and Maintenance Center), on distingue l'**OMC/R** (Radio) qui est relié à toutes les entités du BSS, à travers les BSC, l'**OMC/S** (System) qui est relié au sous système NSS à travers les MSC. Enfin l'**OMC/M** (Maintenance) contrôle l'OMC/R et l'OMC/S.

Plan

- Concept cellulaire
- Historique
- Architecture GSM
- **Architecture GPRS**
- Architecture UMTS

GPRS vs GSM

GPRS

1. Supports les deux commutation de circuit et de paquet.
2. MS utilise des Automatic retransmission (ARQ) pour retransmettre les trames erronées.
3. Multiple time slots peuvent être affectés à un usager.
4. Un time slot peut être alloué à plusieurs usagers.
5. Facturation complexe (basé sur le volume, la Q.o.S.)

GSM

commutation de circuit uniquement.

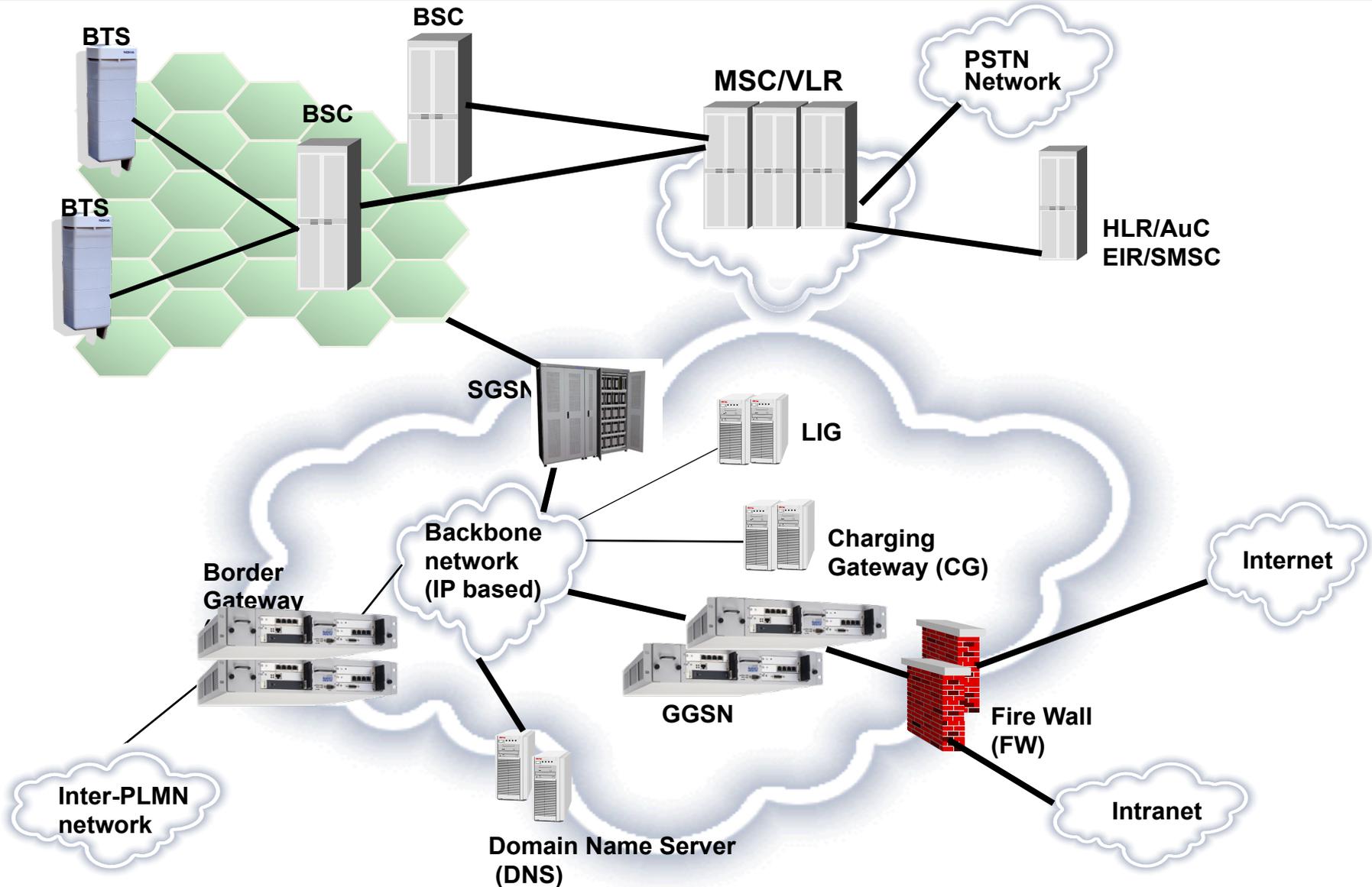
Pas de re-transmission sur les MS

Single time slot par usager

Single time slot par usager

Facturation simple basée sur la durée

Architecture GPRS



Impact du GPRS sur GSM

Entités GSM/GPRS	Logiciel	Matériel
BTS	Extension requise	Aucun changement
BSC	Extension requise	Interface PCU
MSC/VLR	Extension requise	Aucun changement
HLR	Extension requise	Aucun changement
Nouvelles entités		
MS	Mobile Station	
SGSN	Serving GPRS Support Node	
GGSN	Gateway GPRS Support Node	
CGF	Charging Gateway Function	
OMC-G	Operations and Maintenance Centre GPRS	

Le SGSN (**S**ervice **G**PRS **S**upport **N**ode) est connecté à plusieurs BSC et présent dans le site d' un MSC. Il permet de:

- Authentifier les stations mobiles GPRS
- Prendre en charge l' enregistrement des stations mobile au réseau GPRS (attachement)
- Prendre en charge la gestion de la mobilité des stations mobiles. En effet, une station mobile doit mettre à jour sa localisation à chaque changement de zone de routage.
- Etablir, maintenir et libérer les sessions de données permettant à la station mobile d'émettre et de recevoir des données.
- Relais les paquets de données de la station mobile au réseau externe ou du réseau à la station mobile
- Collecter les données de taxation de l' interface air
- S' interfacer à d' autres nœuds (HLR, MSC, BSC, SMSC, GGSN, Charging Gateway).

GGSN

L'entité GGSN (**G**ateway **G**PRS **S**upport **N**ode) joue le rôle d'interface à des réseaux de données Externes (e.g., X.25, IP). Elle décapsule des paquets GPRS provenant du SGSN les paquets De données émis par le mobile et les envoie au réseau externe correspondant. Egaleme^{nt}, le GGSN permet d'acheminer les paquets provenant des réseaux de données externes vers le SGSN du mobile destinataire. Le GGSN est généralement présent dans le site d'un MSC.



Pour déployer le GPRS dans les réseaux d'accès, on réutilise les infrastructures et les systèmes existants. Il faut leur rajouter une entité responsable du partage des ressources et de la retransmission des données erronées, l'unité de contrôle de paquets (PCU, **P**acket **C**ontrol **U**nit) par une mise à jour matérielle et logicielle dans les BSCs.

Backbones GPRS

L'ensemble des entités SGSN, GGSN, des routeurs IP éventuels reliant les SGSN et GGSN et les liaisons entre équipements est appelé réseau fédérateur GPRS (GPRS backbone). On peut distinguer deux types de backbones GPRS :

- **Backbone intra-PLMN** : il s'agit d'un réseau IP appartenant à l'opérateur de

Réseau GPRS permettant de relier les GSNs de ce réseau GPRS.

- **Backbone inter-PLMN** : Il s'agit d'un réseau qui connecte les GSNs de différents opérateurs de réseau GPRS. Il est mis en œuvre s'il existe un accord de roaming entre deux opérateurs de réseau GPRS. Deux backbones Intra-PLMN peuvent être connectés en utilisant des Border Gateways (BGs).

La passerelle de taxation (CGF, **C**harging **G**ateway **F**unction) permet le transfert des informations de taxation du SGSN et du GGSN au système de facturation (BS, Billing System). L'entité CGF peut être implantée de façon centralisée ou de manière distribuée en étant intégrée aux noeuds SGSN et GGSN. L'interface entre les GSNs et l'entité CGF est supportée par le protocole GTP.

Débits GPRS

Schéma de codage	Débit (Kbit/s) Interface Air	Débit utilisable
CS-1	9,05	6,8
CS-2	13,4	10,4
CS-3	15,6	11,7
CS-4	21,4	16,0

GPRS et EDGE

Le GPRS est lui-même susceptible d'évoluer vers la technologie EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution). Cette dernière propose un débit supérieur (en pratique 100 kbit/s) et nécessite une modification technique moindre que pour l'UMTS (Elle est qualifiée à ce titre de technologie 2,75 G).

Elle est en revanche beaucoup plus onéreuse que la migration GSM/GPRS car elle nécessite une nouvelle technologie de modulation.

Plan

- Concept cellulaire
- Historique
- Architecture GSM
- Architecture GPRS
- **Architecture UMTS**

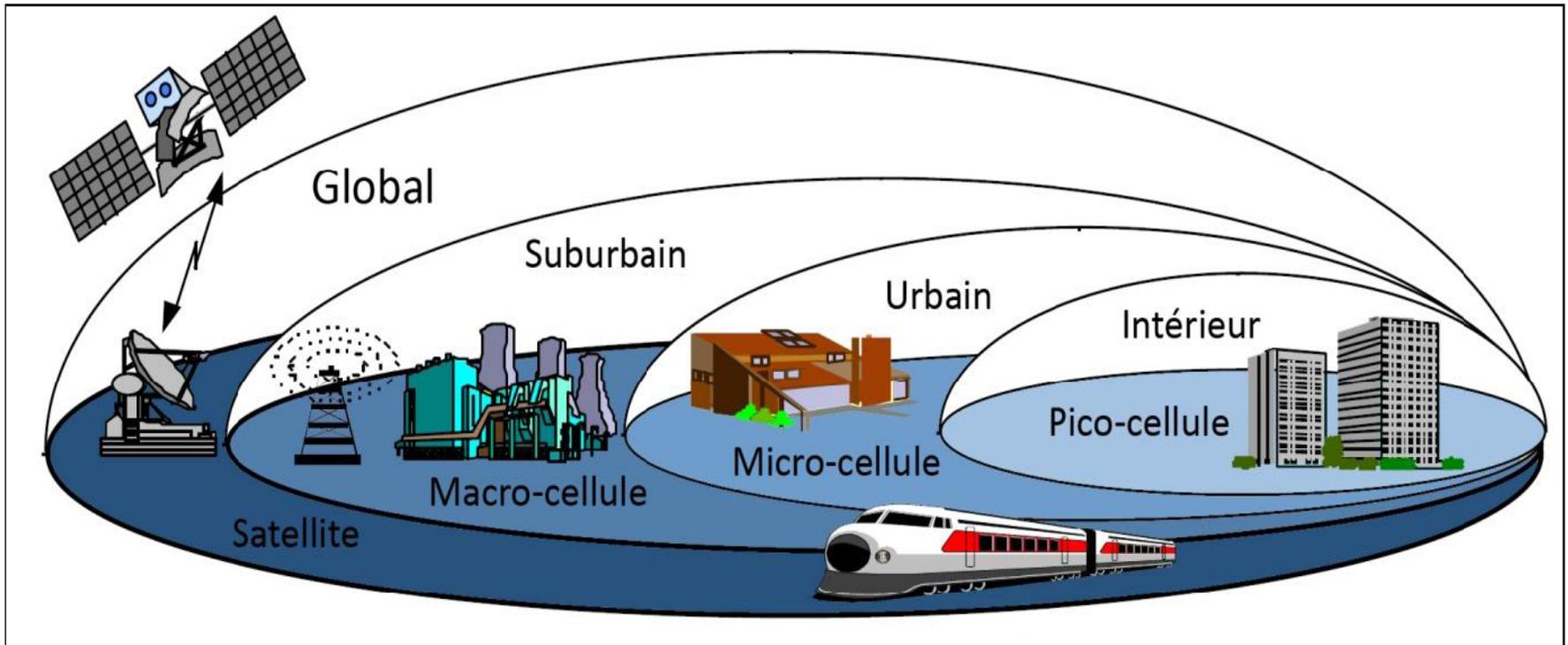
Universal Mobile Telecommunications System

- ❑ C' est une des technologies de téléphonie mobile de troisième génération (3G)
- ❑ Elle est parfois aussi appelé 3GSM
- ❑ Le déploiement de l'UMTS a été freiné en raison de son coût et de la mauvaise conjoncture économique du monde des télécommunications.
- ❑ La particularité des technologies 3G est d' avoir un réseau cœur IP.

- ❑ L'UMTS repose sur la technique d'accès multiple W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access).
- ❑ L'UMTS est compatible avec tous les réseaux du monde du fait de la possibilité de roaming au niveau mondial. Le réseau UMTS ne remplace pas le réseau GSM existant puisque la coexistence entre ces deux réseaux est possible.
- ❑ Les fréquences allouées pour l'UMTS sont 1885-2025 MHz et 2110-2200 MHz.
- ❑ L'UMTS permet théoriquement des débits de transfert de 1,920 Mbit/s, mais fin 2004 les débits offerts par les opérateurs dépassent rarement 384 kbit/s...

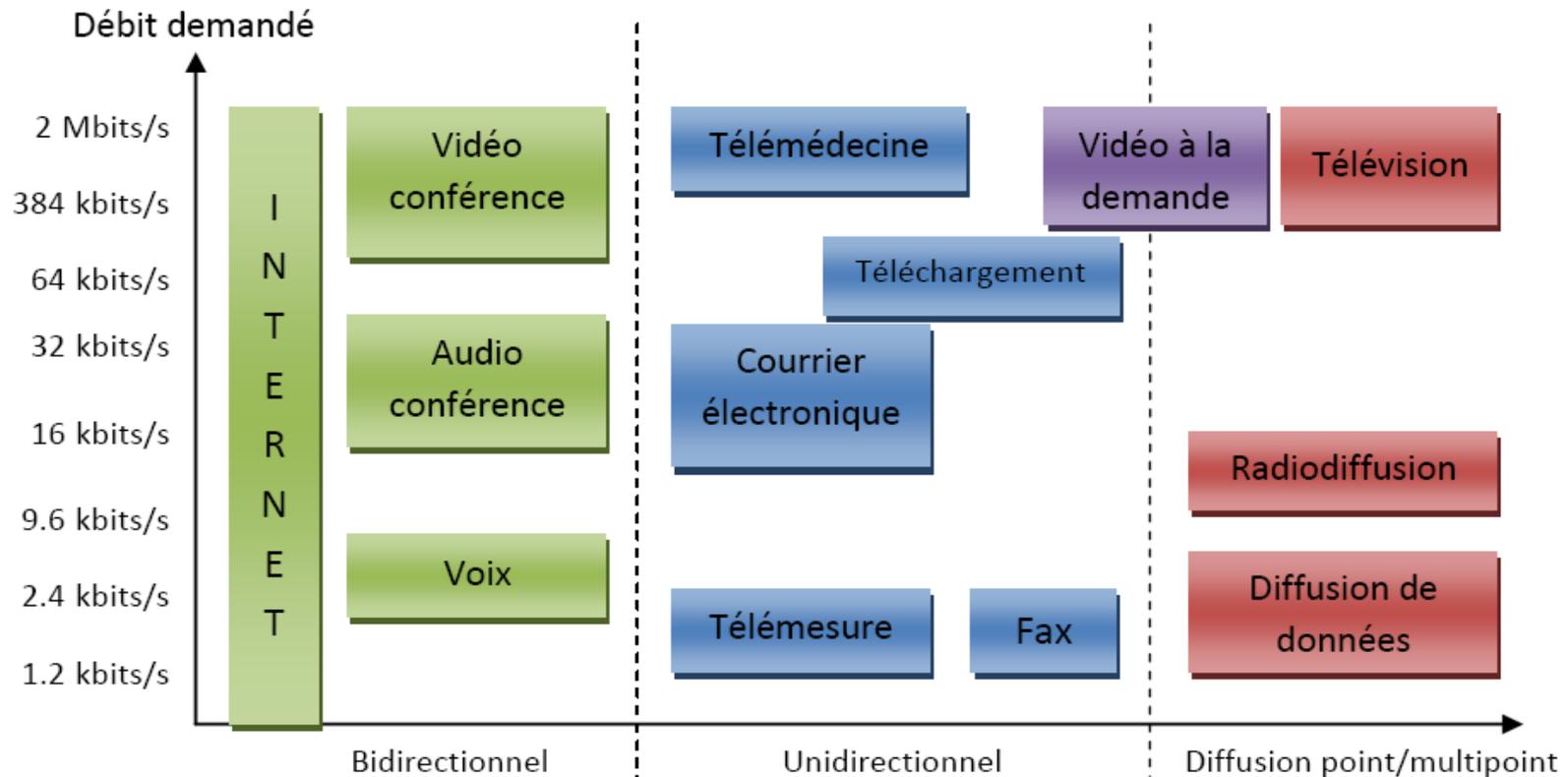
Cellules de L' UMTS

Tout comme le réseau GSM, l' UMTS est divisé en plusieurs cellules de tailles variables. Chacune d' entre elles est présente en fonction de la densité de population à servir et de la vitesse de mobilité. L' accès par satellite est une extension.



Les Services UMTS

Sur l'axe des ordonnées se trouve le débit demandé pour le service en question. Chacun des services est regroupé par leur type de connexion (bidirectionnel, unidirectionnel, diffusion point/multipoint).



Le réseau d' accès UTRAN est doté de plusieurs fonctionnalités:

- ❑ Transférer les données générées par l' usager.
- ❑ Permet la confidentialité et la protection des informations.
- ❑ Permet une estimation de la position géographique
- ❑ Se charge d' allouer et de maintenir des ressources radio nécessaires à la communication.

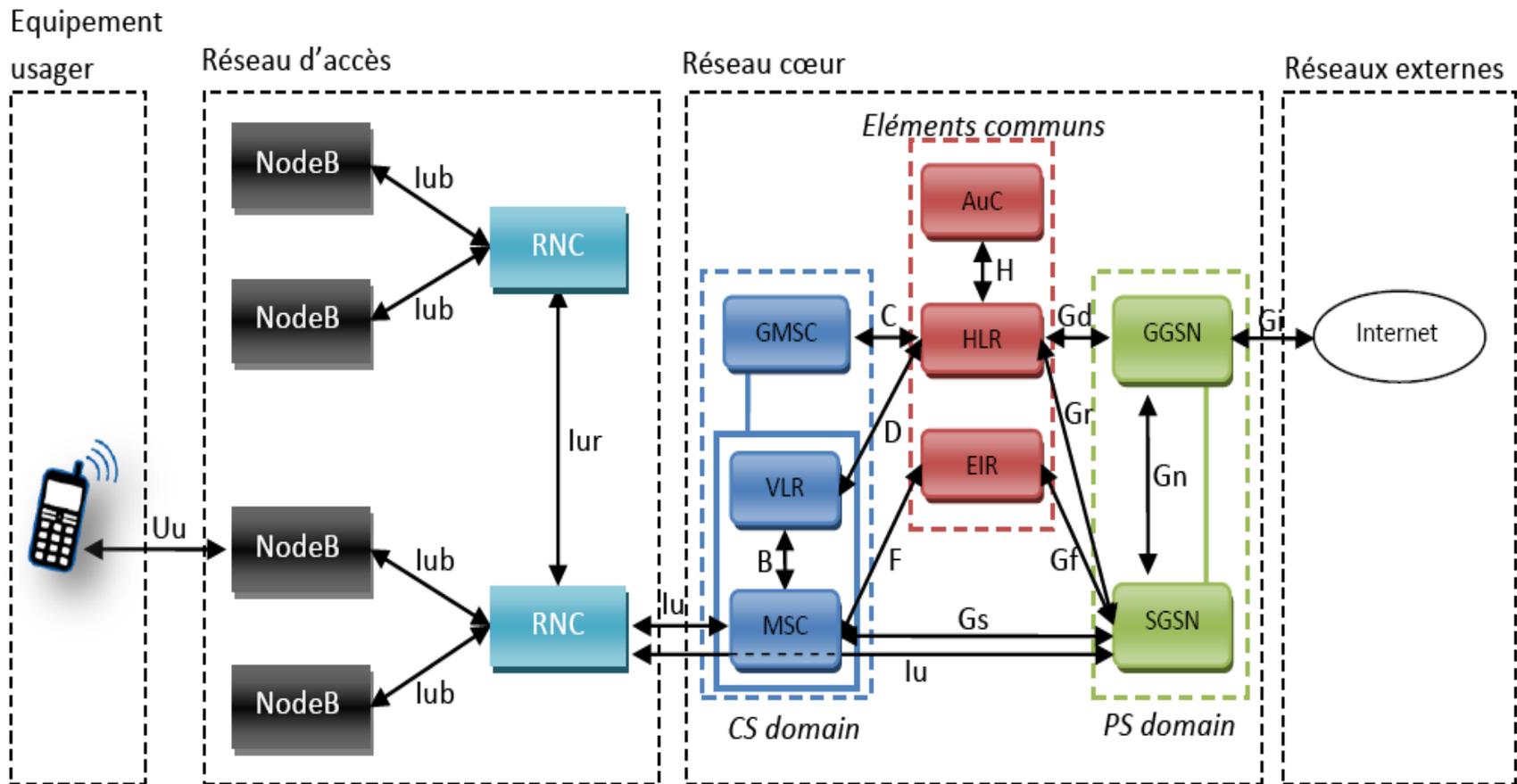
Réseau cœur

Le réseau cœur de l' UMTS est composé de trois parties :

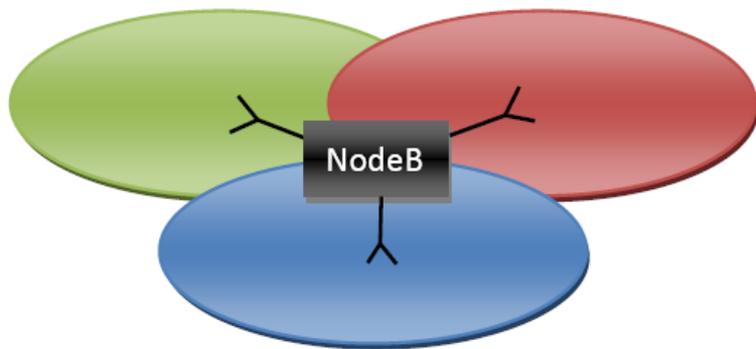
- Le domaine **CS** (**Circuit Switched**) utilisé pour la téléphonie .
- Le domaine **PS** (**Packet Switched**) qui permet la commutation de paquets.
- Les éléments communs aux domaines CS et PS .

Ces deux domaines permettent aux équipements usagers de pouvoir gérer simultanément une communication paquets et circuits.

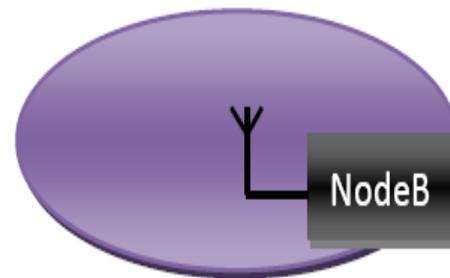
Architecture du réseau UMTS



- **NodeB** : Le rôle principal du NodeB est d'assurer les fonctions de réception et de transmission radio pour une ou plusieurs cellules du réseau d'accès de l'UMTS avec un équipement usager. Le NodeB travaille au niveau de la couche physique du modèle OSI . Nous pouvons trouver deux types de NodeB:



NodeB avec antennes sectorielles



NodeB avec antenne omnidirectionnelle

- **RNC** : Le rôle principal du RNC est de router les communications entre le NodeB et le réseau cœur de l'UMTS. Il travaille au niveau des couches 2 et 3 du modèle OSI (contrôle de puissance, allocation de codes).

- Le **GGSN** (Gateway GPRS Support Node) est une passerelle vers les réseaux à commutation de paquets extérieurs tels que l'Internet.
- Le **SGSN** (Serving GPRS Support Node) est une passerelle permettant l'acheminement des données dans les réseaux mobiles GPRS. Il maintient les informations identifiant l'abonné et les services utilisés. Il contrôle la localisation du mobile sur une "Routing Area".
- Le **GMSC** (*Gateway Mobile Switching Centre*) fournit la fonction EDGE pour les réseaux GSM . Pour les appels mobiles, il interagit avec le HLR (Home Location Register) pour obtenir des informations de routage.
- Le **VLR** (visitor local register) est une base de données temporaire contenant des informations sur tous les utilisateurs (Mobile Stations) du réseau.

- **Le MSC** est un équipement de téléphonie mobile (2G/3G) en charge du routage dans le réseau, de l'interconnexion avec les autres réseaux et de la coordination des appels. à chaque **MSC** est associé un VLR qui connaît les informations détaillées sur les usagers que le MSC doit gérer.
- **Authentication Center** (AuC), désigne une fonction d'authentification de la carte SIM (Subscriber Identity Module) utilisée sur un réseau de mobiles GSM. L'AuC est associé au HLR (Home Location Register).
- **Le registre des terminaux** (noté **EIR** pour *Equipment Identity Register*) : il s'agit d'une base de données répertoriant les terminaux mobiles.

Merci pour votre attention