



RÉSEAUX MOBILES

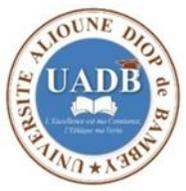
Chapitre 2 : Réseaux mobiles de 2^{ème} génération : GSM & GPRS



Master I Informatique (Parcours SR & SI)

Département Technologies de l'Information et de la Communication

Dr Abdou Khadre DIOP



GSM :

Global System for Mobile Communications

La définition de la norme GSM remonte au début des années 80. A l'origine, la prise de conscience par les opérateurs que le marché du radiotéléphone en Europe était morcelé du fait de la multiplicité des systèmes analogiques alors en place et des bandes de fréquences correspondantes.

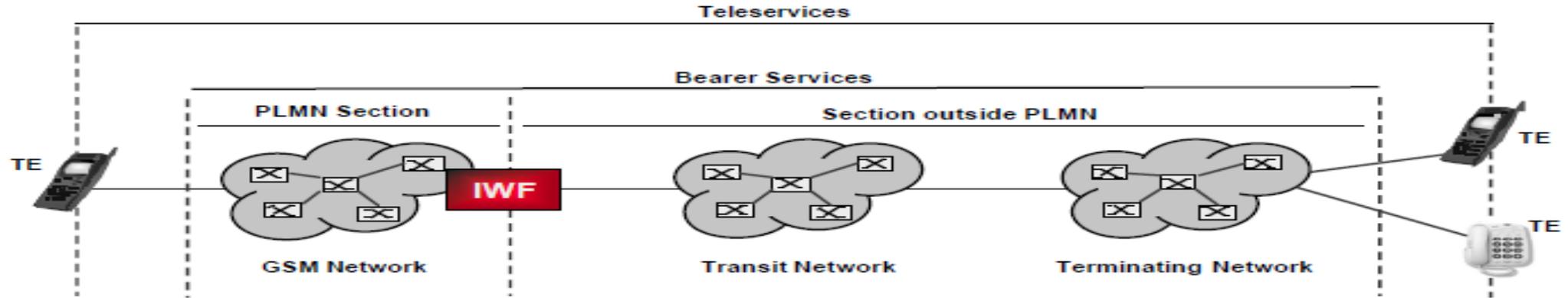
La conséquence était l'impossibilité pour l'utilisateur d'utiliser son terminal ailleurs que dans son réseau d'origine.

En 1982, le **CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications)** décide alors de constituer le Groupe Spécial Mobile (dont est issu le nom GSM) avec pour mission de développer un standard paneuropéen pour les communications mobiles. L'acronyme **GSM** correspond à **Global System for Mobile Communications**.

Par ailleurs, avec les besoins en transmission de données, les systèmes de radiocommunications mobiles ont connu une évolution remarquable.

Les services offerts par le **GSM** sont basés sur ceux des réseaux **RNIS** de ligne fixe et sont donc, comme le réseau **RNIS**, divisés en trois catégories :

- les services supports (bearer services);
- les téléservices;
- les service supplémentaires



Les services supports fournissent la capacité de transmission entre les différents éléments du réseau de transmission complet. Ces services supports portent de bout en bout les téléservices. Les IWF (Interworking Functions) sont exigées pour permettre la conversion des services du réseau GSM (PLMN) aux services du réseau fixe (i.e. PSTN/ISDN). Comme les téléservices sont de bout en bout, ils sont généralement transparents à l'IWF.

➤ Les services supports (bearer services)

Service de télécommunications offrant des capacités de transmissions (débit, mode asynchrone/synchrone...) entre points d'accès au réseau. Les services supports

- ✓ représentent les couches 1-3 du modèle OSI;
- ✓ transportent d'une manière transparente les données d'application entre Tes;
- ✓ sont uniquement numérotés (BSxx).

➤ **Les téléservices**

Services de télécommunications offrant des capacités qui tiennent compte des équipements terminaux (téléphone, vidéotex, messagerie...)

Classe	Dénomination
Transmission de la voix	Téléphonie
	Appel d'urgence 18
Messages courts	Message court vers un mobile
	Message court venant d'un mobile
	Message court en diffusion (vers mobiles)
Fax	Transmission alternée voix/fax
	Transmission automatique fax

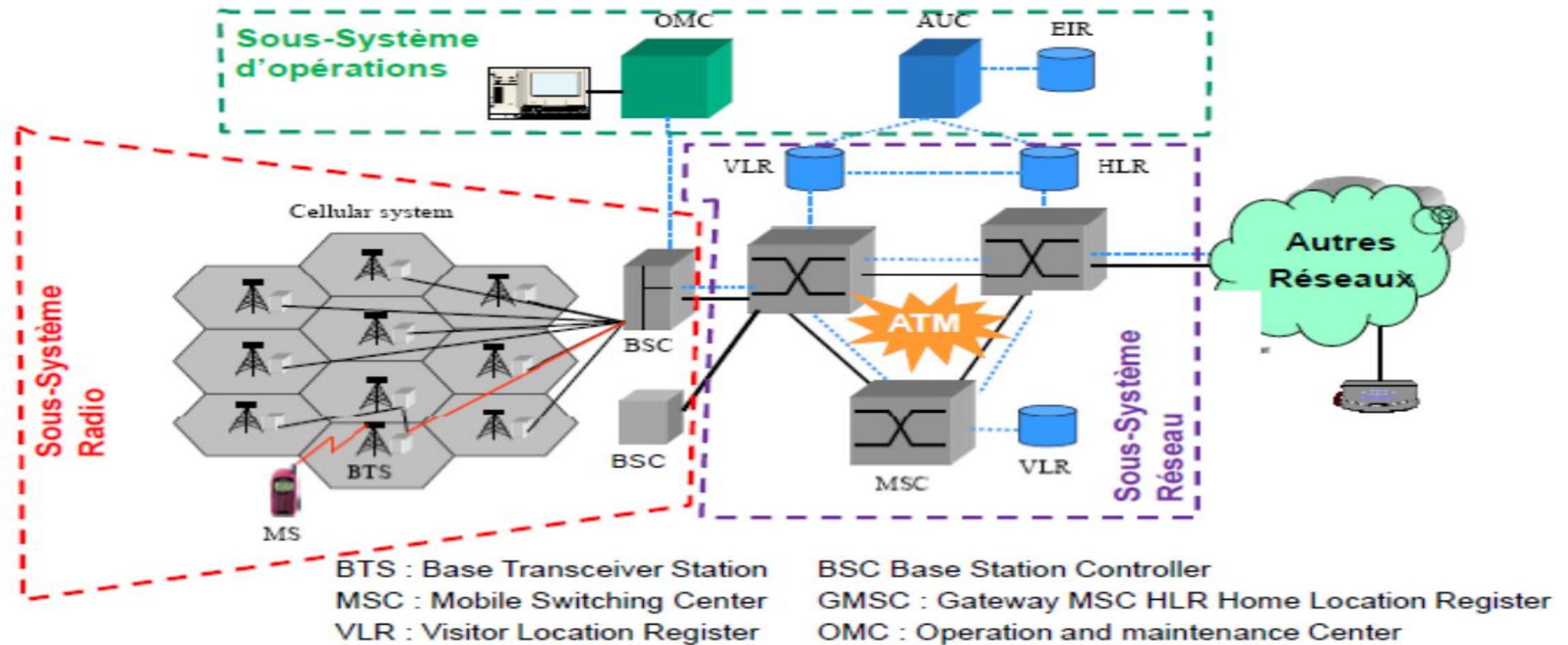
➤ Les services supplémentaires

Types de services	Dénomination
Identification du numéro	Présentation d'identification de la ligne appelante
	Restriction d'identification de la ligne appelante
Renvoi d'appel	Renvoi d'appel systématique
	Renvoi d'appel sur occupation
	Renvoi d'appel sur non réponse
	Renvoi d'appel sur non accessibilité
Restriction d'appel	Interdiction de tous les appels sortants
	Interdiction des appels sortants internationaux
	Interdiction de tous les appels entrants
	Interdiction d'appels entrants hors du PLMN d'origine

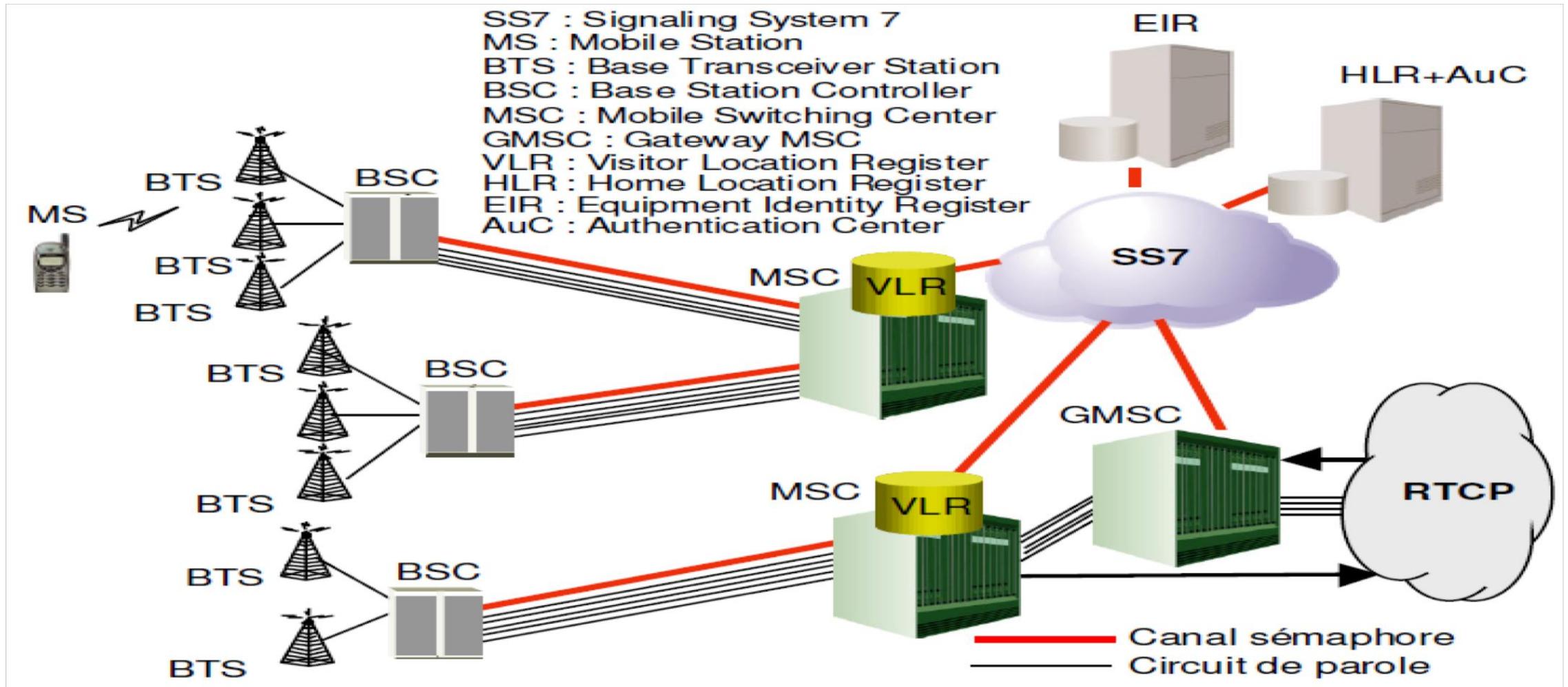
➤ Architecture d'un réseau GSM

- ✓ **La station mobile (MS)** : La station mobile est l'équipement physique utilisé par l'utilisateur du réseau GSM pour accéder aux services de télécommunication offerts.
- ✓ **Le sous-système radio (BSS, Base Station Subsystem)** : il assure la couverture de zones géographiques données appelées cellules et qui contiennent les matériels et logiciels nécessaires pour communiquer avec les stations mobiles.
- ✓ **Le sous-système d'acheminement appelé couramment sous-système réseau (NSS, Network SubSystem)** : il comprend l'ensemble des fonctions nécessaires à l'établissement des appels et à la mobilité.
- ✓ **Le sous-système d'exploitation et de maintenance (OMC, Operations and Maintenance Center)** : il permet à l'exploitant d'administrer son réseau GSM.

➤ Architecture d'un réseau GSM

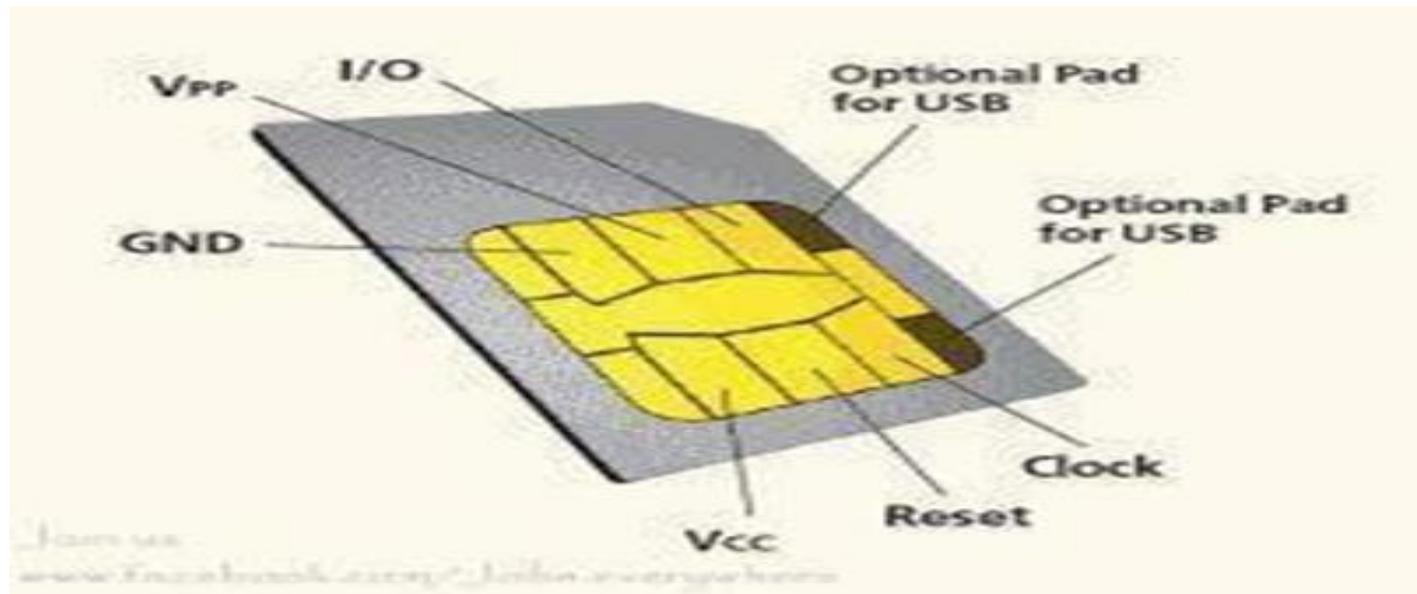


➤ Architecture d'un réseau GSM



➤ Station Mobile (MS, Mobile Station) = ME + SIM

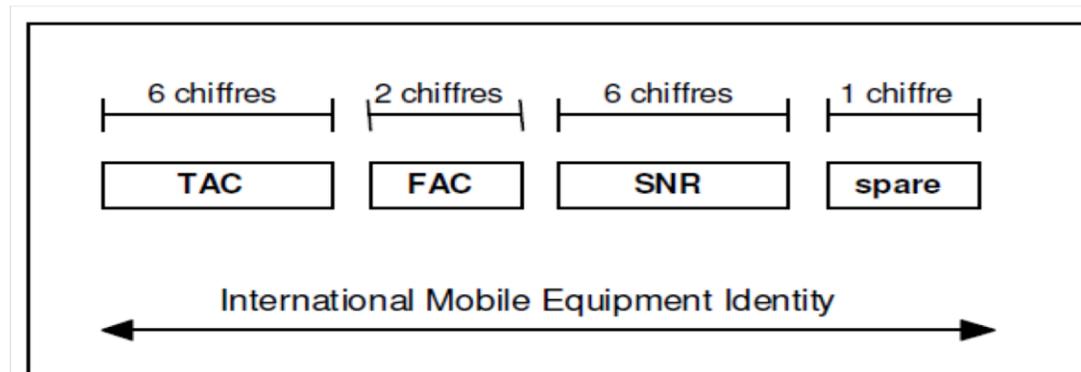
- ✓ Un **équipement mobile (ME)** qui fournit les capacités radio et logicielles nécessaires au dialogue avec le réseau et demeure indépendant de l'abonné utilisateur.
- ✓ Une **carte SIM (Subscriber Identification Module)** qui contient les caractéristiques de l'abonné et de ses droits.



Les identités du réseau GSM

IMEI (International Mobile Equipment Identifier)

L'IMEI est un numéro de série international unique alloué à l'équipement mobile au moment de la fabrication. Il est enregistré par l'opérateur de réseau et stocké facultativement dans l'EIR pour des buts de validation.

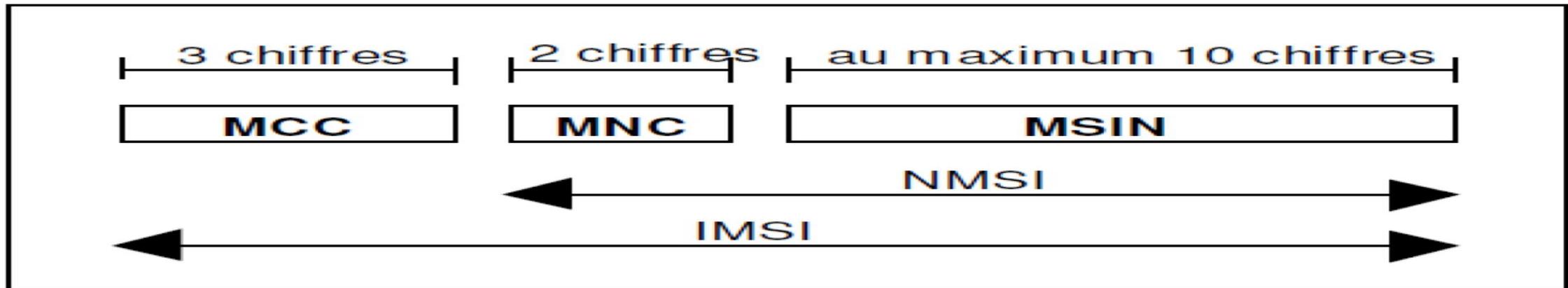


- **TAC** : (Type Approval Code) numéro d'agrément ou de certification,
- **FAC** : (Final Assembly Code) identifie l'usine de fabrication et le constructeur,
- **SNR** : (Serial Number) numéro de série.
- **Spare** (en réserve) : Ce chiffre doit être codé à "0" lorsqu'il est transmis par le mobile.

Les identités du réseau GSM

IMSI (International Mobile Subscriber Identifier)

Identité de l'abonné, mot de passe personnel (PIN), informations d'abonnement (réseaux autorisés, restrictions d'appels, ...), algorithmes de sécurité, numéros abrégés, derniers numéros appelés/reçus, dernière zone de localisation visitée, ...



MCC : Mobile Country Code

MNC : Mobile Network Code

MSIN : Mobile Subscriber Identification Code

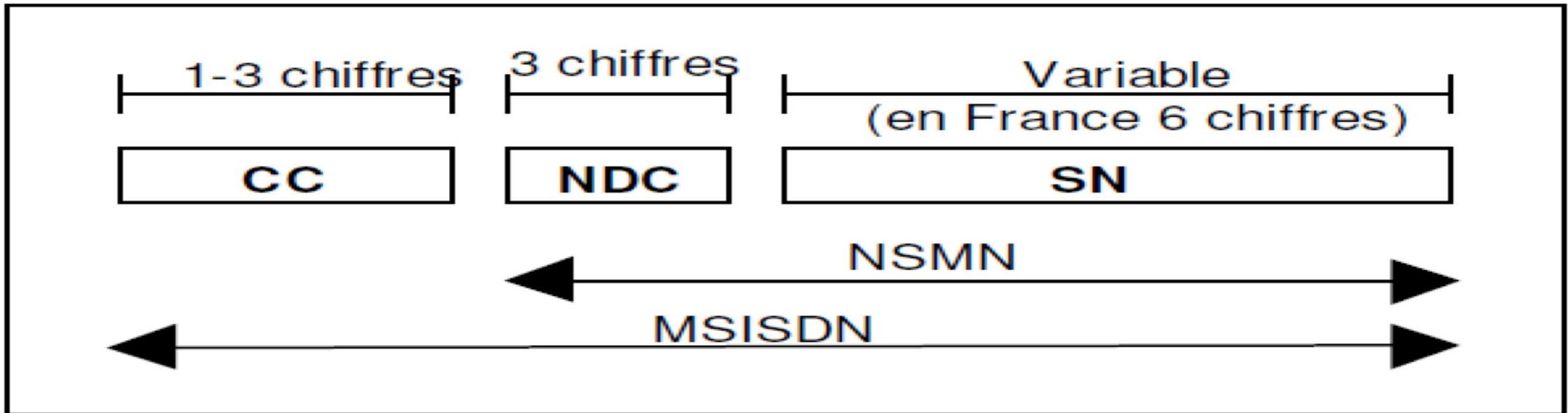
NMSI : National Mobile Subscriber Identity

IMSI : International Mobile Subscriber Identity

Les identités du réseau GSM

MSISDN (Mobile Station ISDN Number)

Il s'agit du numéro de téléphone associé à la station mobile.



CC : Country Code

NDC : National Destination Code

SN : Subscriber Number

NSMN : National Significant Mobile Number

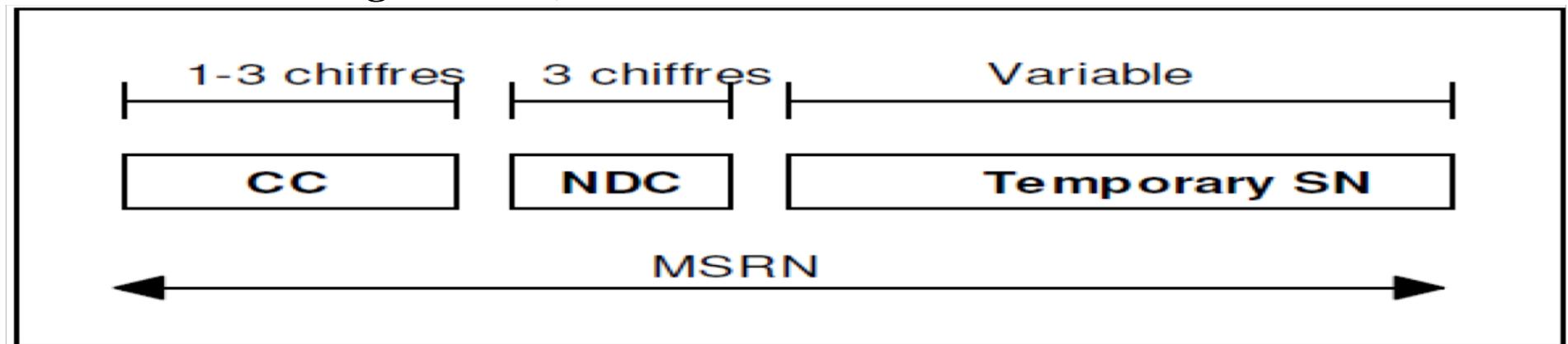
Les identités du réseau GSM

- **TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identifier)**

A l'intérieur d'une zone gérée par un VLR, un abonné dispose donc d'un TMSI, attribuée au mobile de façon locale, c'est à dire pour la zone gérée par le VLR courant du mobile. Le TMSI est utilisé pour identifier le mobile lors des interactions station **mobile** ↔ **Réseau**. Il est codé sur 4 octets.

Le TMSI n'est connu que sur la partie **MS** ↔ **MSC/VLR**.

- **MSRN (Mobile Station Roaming Number) / MSISDN**



Organisation des informations de l'abonné mobile :

Les données de l'abonné sont stockées dans trois entités :

- HLR qui contient toutes les informations permanentes de souscription ;
- VLR qui contient toutes les informations nécessaires pour le traitement d'appel ;
- La carte SIM qui contient des informations permanentes liées aux services souscrits par l'abonné.
- L'**IMSI** est une information permanente. Elle est stockée dans le HLR, le VLR, et la carte SIM.
- Le **MSISDN** est une information permanente présente dans les entités HLR et VLR.
- Le **TMSI** est une information temporaire qui n'est stockée que dans le VLR et la carte SIM.
- Le **MSRN** est une information temporaire générée et stockée dans le VLR.
- Le **LAI** est une information temporaire présente sur le VLR et la carte SIM.

Sous-système Radio (BSS, Base Station Subsystem)

- **Base Transceiver Station (BTS)**

La BTS (Base Transceiver Station) relie les stations mobiles à l'infrastructure fixe du réseau. La BTS est composée d'un ensemble d'émetteur / récepteurs. Elle assure :

- La gestion du multiplexage temporel et la gestion des sauts de fréquence;
- Des opérations de chiffrement;
- Des mesures radio permettant de vérifier la qualité de service ; ces mesures sont transmises directement au BSC;
- La gestion de la liaison de données (données de trafic et de signalisation) entre les mobiles et la BTS;
- La gestion de la liaison de trafic et de signalisation avec le BSC.

Sous-système Radio (BSS, Base Station Subsystem)

- **Base Station Controller (BCS)**

Un BSC gère un ou plusieurs BTS et n'est relié qu'à un seul MSC. Pour le trafic abonné venant des BTS, le BSC joue le rôle de concentrateur. Pour le trafic venant du commutateur (MSC), il joue le rôle d'aiguilleur vers la BTS dont dépend le destinataire.

Un BSC utilise les mesures radio des BTS pour gérer la signalisation des "Handover" entre les cellules dont il a la responsabilité.

Sous-système réseau (NSS, Network Subsystem)

- **Mobile Switching Center (MSC)**

Un MSC (Mobile Switching Center) est un commutateur qui réalise les fonctions de connexion et de signalisation pour les mobiles localisés dans une zone géographique appelée zone de localisation du MSC.

Il doit posséder des ressources suffisantes pour réaliser au moins les procédures suivantes :

- Procédures pour l'enregistrement des localisations.
- Procédures requises pour les handovers.

Dans la pratique, un MSC intègre les fonctionnalités d'un VLR.

Sous-système réseau (NSS, Network Subsystem)

- **Gateway MSC (GMSC)**

Si le Réseau Téléphonique Commuté (RTC) doit router un appel vers un abonné mobile, l'appel est routé vers un MSC. Ce MSC interroge le HLR concerné, puis route l'appel vers le MSC sous lequel le mobile est localisé (il peut s'agir du même MSC). Un MSC qui reçoit un appel d'un autre réseau et qui assure le routage de cet appel vers la position de localisation d'un mobile est appelé Gateway MSC (GMSC).

- **Home Location Register (HLR)**

Le HLR contient les informations relatives aux abonnés du réseau. Il contient par ailleurs la clé secrète de l'abonné qui permet au service d'authentifier l'abonné. Cette clé est inscrite sous un format codé que seul l'AUC peut décrypter.

Sous-système réseau (NSS, Network Subsystem)

- **Visitor Location Register (VLR)**

Le VLR est une base de données généralement associée à un commutateur MSC. Il est aussi possible de considérer un VLR partagé par plusieurs MSCs.

- **Authentication Center (AUC)**

L'AUC est associé à un HLR et sauvegarde une clé d'identification pour chaque abonné mobile enregistré dans ce HLR. Cette clé est utilisée pour fabriquer :

- Les données nécessaires pour authentifier l'abonné dans le réseau GSM.
- Une clé de chiffrement de la parole (K_c) sur le canal radio entre le mobile et la partie fixe du réseau GSM.

L'AuC est une fonctionnalité généralement intégrée dans le HLR.

Sous-système réseau (NSS, Network Subsystem)

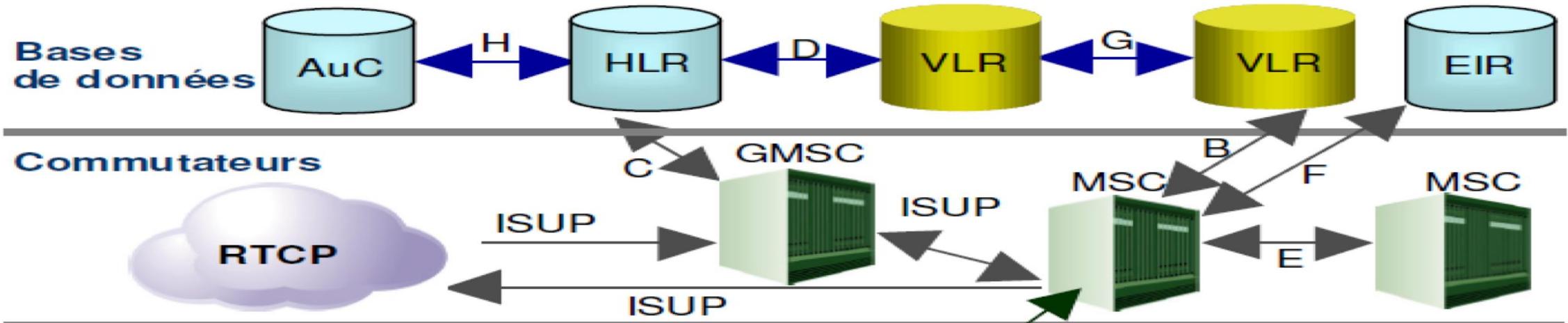
- **Equipment Identity Register (EIR)**

Un EIR sauvegarde toutes les identités des équipements mobiles utilisés dans un réseau GSM. Cette fonctionnalité peut être intégrée dans le HLR.

Chaque poste mobile est enregistré dans l'EIR dans une liste :

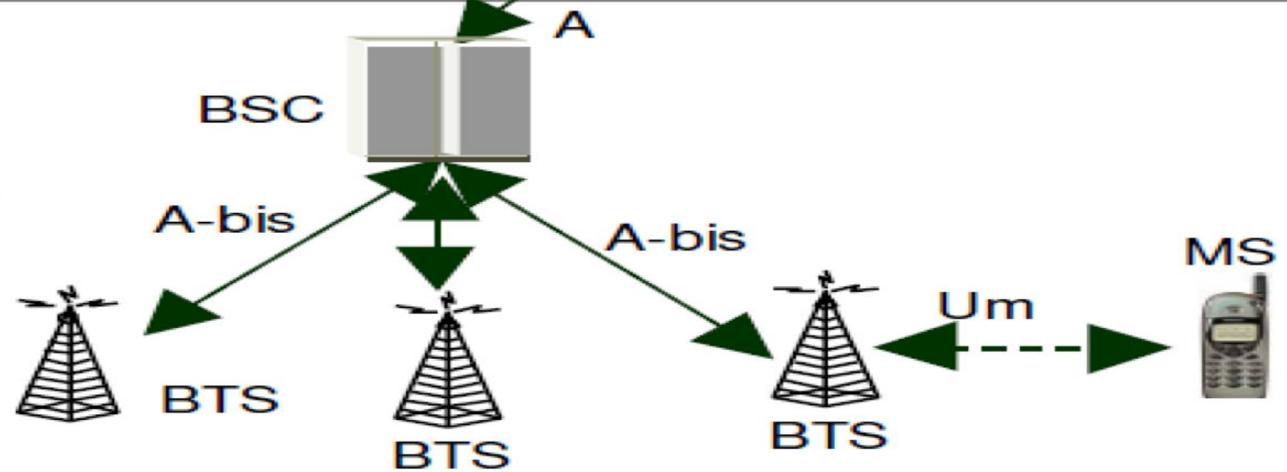
- Liste "blanche" : poste utilisable sans restriction.
- Liste "grise" : poste sous surveillance (traçage d'appels).
- Liste "noire" : poste volé ou dont les caractéristiques techniques sont incompatibles, avec la qualité requise dans un réseau GSM (localisation non autorisée).

Interfaces GSM

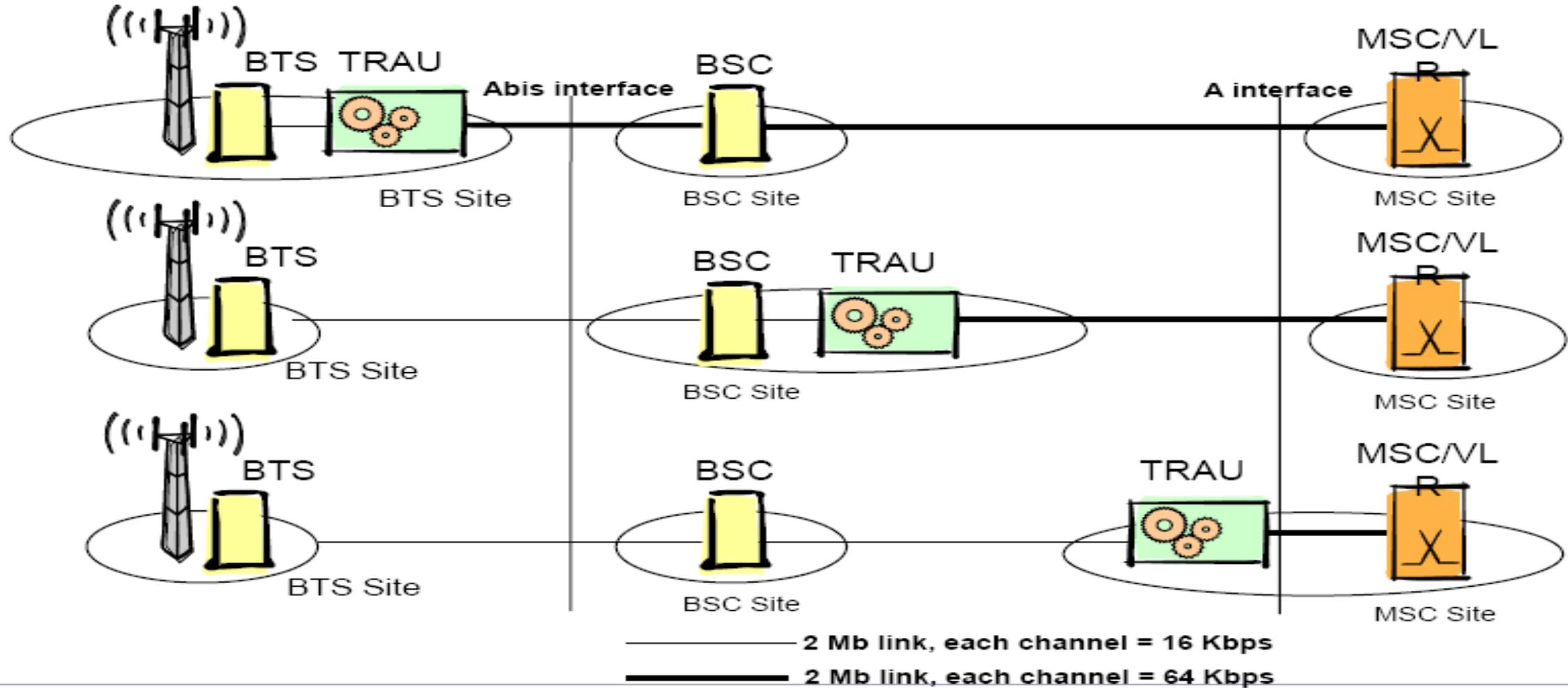


Sous-système Radio

- AuC : Authentication Center
- BTS : Base Transceiver Station
- BSC : Base Station Controller
- EIR : Equipment Identity Register
- HLR : Home Location Register
- GMSC : Gateway MSC
- MSC : Mobile Switching Center
- MS : Mobile Station
- VLR : Visitor Location Register
- RTCP : Réseau Téléphonique Commuté Public



Transcodeur TRAU (Transcoder and Rate Adaptation Unit)



Présentation générale

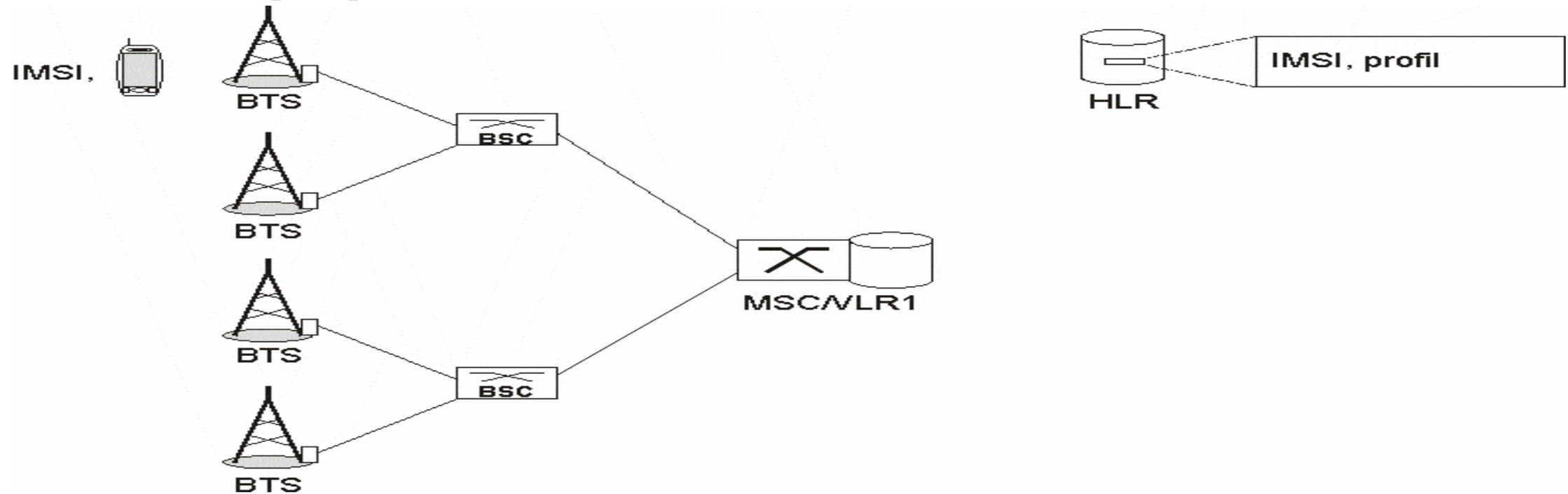
- On considère un terminal qui est allumé mais qui n'est jamais utilisé pour un service : état de veille
- Procédures de gestion de la mobilité = Mobility Management (MM)
- Mise à jour de localisation = Location updating procedure
 - ✓ Mise à jour de localisation à la première mise sous tension du terminal
 - ✓ La mise à jour de localisation se fait lorsque le mobile change de zone de localisation
 - ✓ Possibilité de mise à jour périodique
 - ✓ Possibilité de détachement au réseau lors de la mise hors tension

Mise à jour du HLR : VLR où se trouve l'abonné

Mise à jour du VLR : profil de l'abonné et zone de localisation

Première mise sous tension

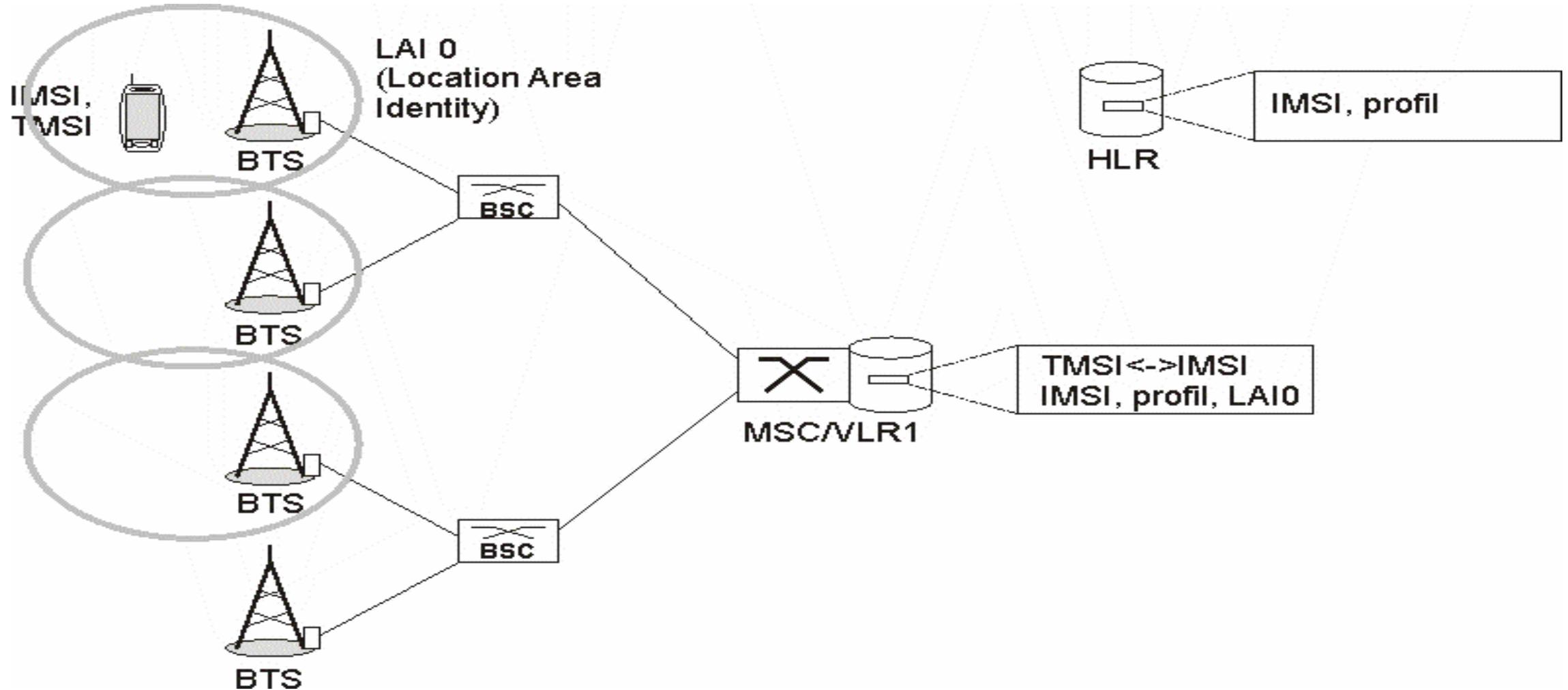
- Le mobile doit se signaler au réseau pour être pris en compte : Procédure appelée : IMSI attach ou attachement au réseau
- Le mobile ne dispose pas de TMSI, il utilise l'IMSI



Première mise sous tension

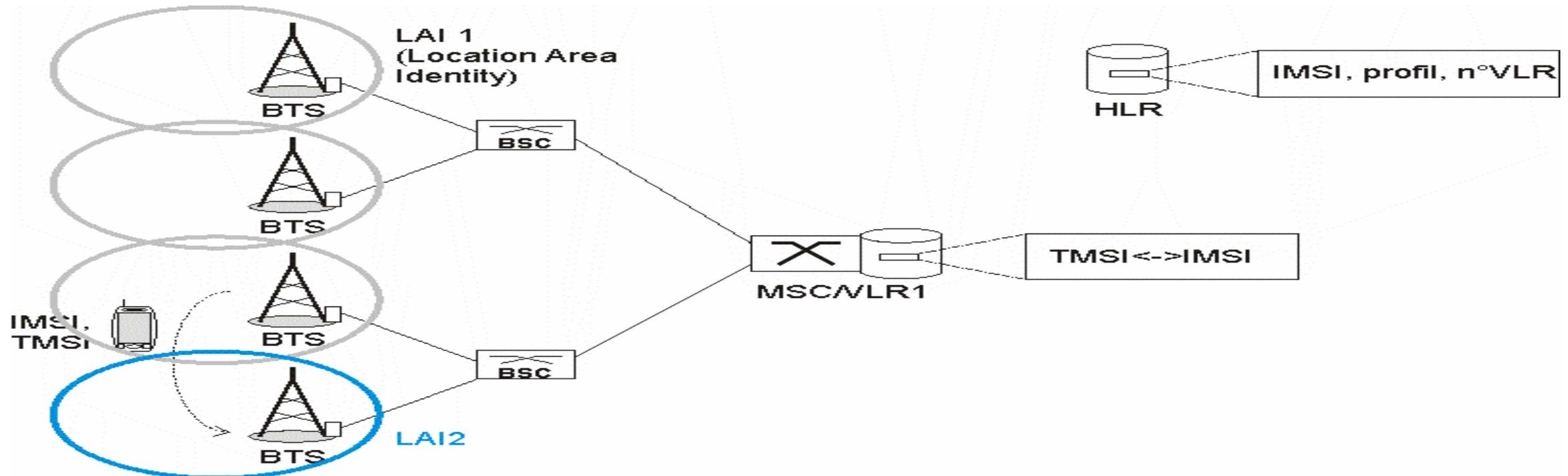
- Le réseau doit authentifier le mobile : le VLR demande des triplets de sécurité au HLR
- La mise à jour de localisation consiste à faire deux opérations imbriquées :
 - ✓ informer le HLR que le mobile se trouve dans un VLR donné
 - ✓ transférer le profil de l'abonné du HLR vers le VLR
- Allocation d'un TMSI en fin de procédure

Première mise sous tension



Déplacement du mobile dans un réseau

- **Changement de zone de localisation sans changer le VLR**
- Le mobile se trouvait dans une cellule dépendant d'une ancienne zone de localisation et passe dans une cellule faisant partie d'une nouvelle zone.

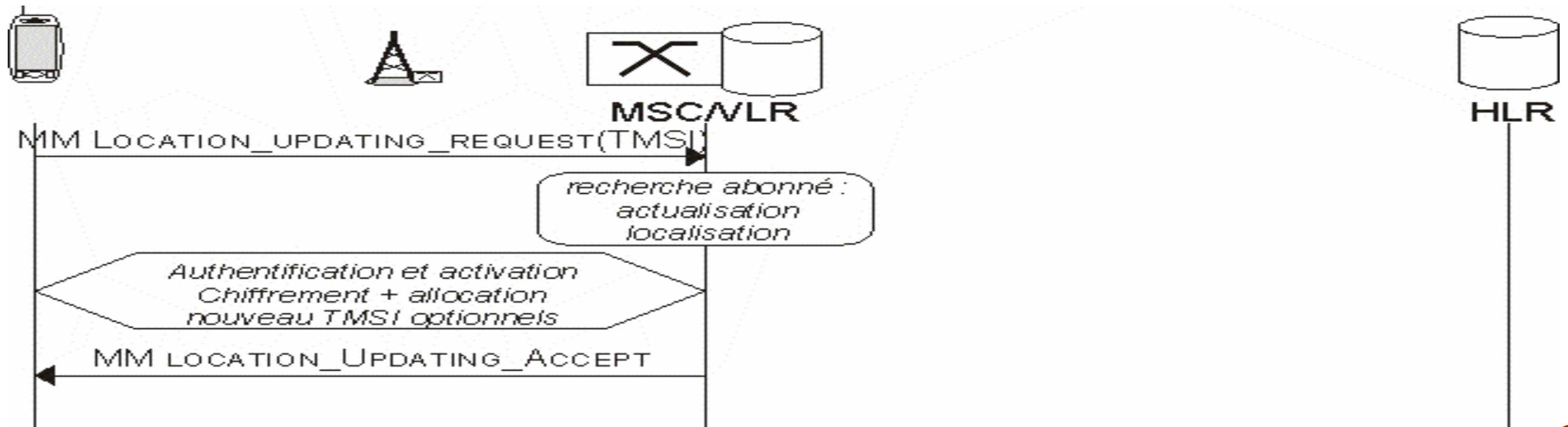


Déplacement du mobile dans un réseau

- **Changement de zone de localisation sans changer le VLR**

Pour ne pas dévoiler son identité complète, le mobile fait une mise à jour de localisation en envoyant le TMSI

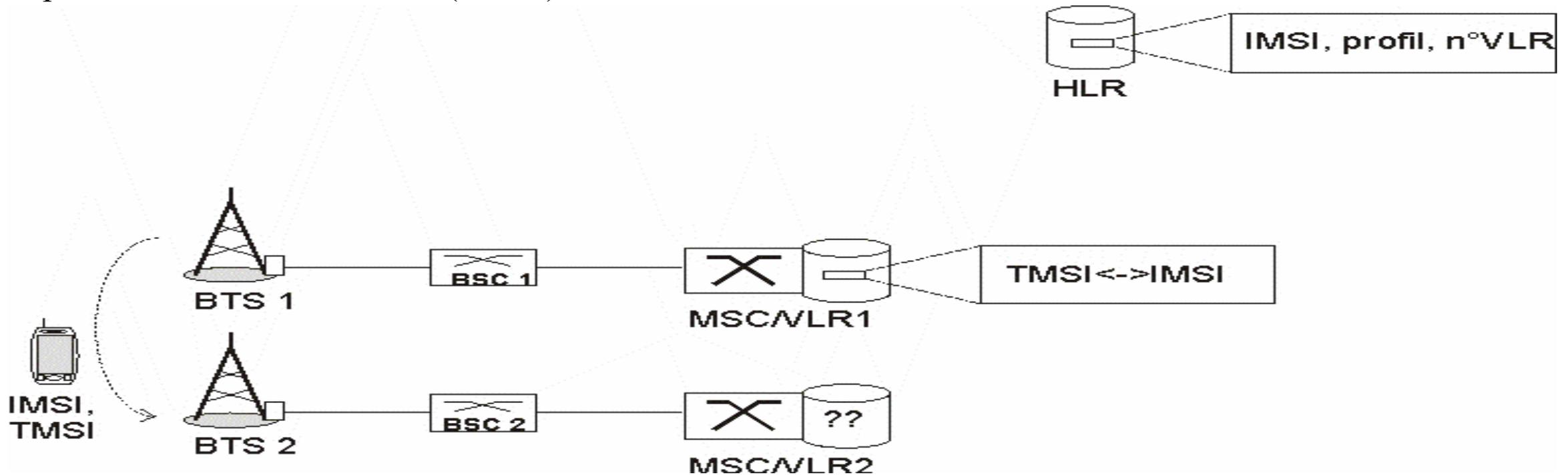
- Allocation possible d'un TMSI en fin de procédure



Déplacement du mobile dans un réseau

- **Changement de VLR**

Le mobile se trouvait dans une cellule dépendant du VLR1 et passe dans une cellule dépendant d'un nouveau VLR (VLR2).



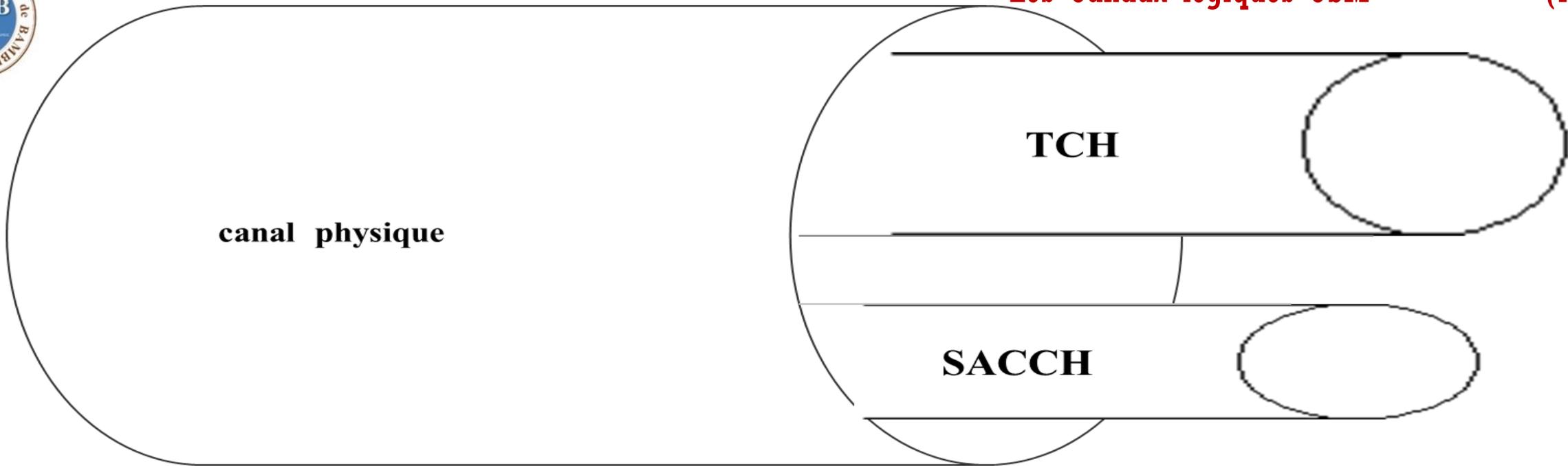
Déplacement du mobile dans un réseau

- **Changement de VLR**

- ✓ Le TMSI était alloué par l'ancien VLR. Seul le VLR1 peut identifier le mobile (i.e. retrouver l'IMSI)
- ✓ Pour que le nouveau VLR connaisse l'ancien VLR, le mobile indique l'ancienne zone de localisation où il se trouvait (LAI pour Location Area Identity)
- ✓ L'identité de la zone de localisation est unique au monde (elle contient le code pays, le code opérateur)
- ✓ LAI+TMSI constitue une identité unique au monde d'un terminal mais elle est « anonymisée »

Déplacement du mobile dans un réseau

- **Changement de VLR**
 - ✓ Au niveau de chaque VLR, est stockée une table de correspondance
 - zone de localisation <-> identité du VLR
 - ✓ Le nouveau VLR demande à l'ancien VLR l'identité IMSI du terminal
 - ✓ Le profil de l'abonné est systématiquement transféré depuis le HLR (pour éviter la propagation d'erreurs dans le profil)
 - ✓ Pour une bonne gestion de la mémoire des VLR, il faut effacer le profil dans l'ancien VLR.
 - ✓ Allocation quasi systématique d'un TMSI en fin de procédure



Canal radio: C'est un couple de fréquences utilisé pour véhiculer une trame TDMA dans le sens montant et descendant.

Sur une paire de fréquence, un slot particulier parmi huit est alloué à une communication d'un mobile donné.

Un canal physique constitue donc une concaténation d'un time slot sur une TDMA. Il y a au total 8 canaux physique sur une TDMA.

Canal logique: C'est le rôle que peut prendre un canal physique à différents moments dans le temps

960 MHz	
959.8 MHz	124
959.6 MHz	123
935.4 MHz	2
935.2 MHz	1
914.8 MHz	124
914.6 MHz	123
914.4 MHz	122
890.6 MHz	
890.4 MHz	2
890.2 MHz	1



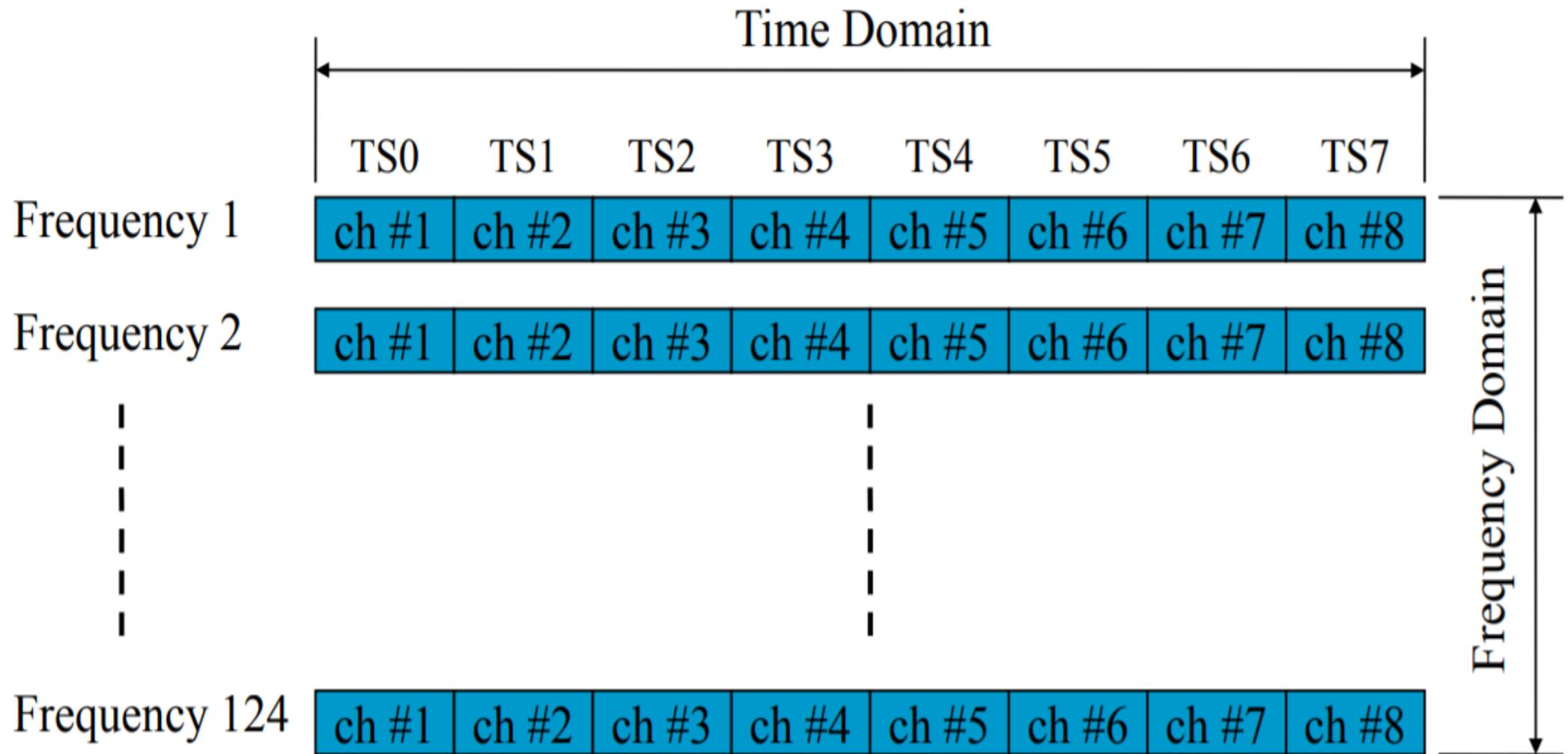
**45 MHz entre
2 fréquences
DUPLEX**

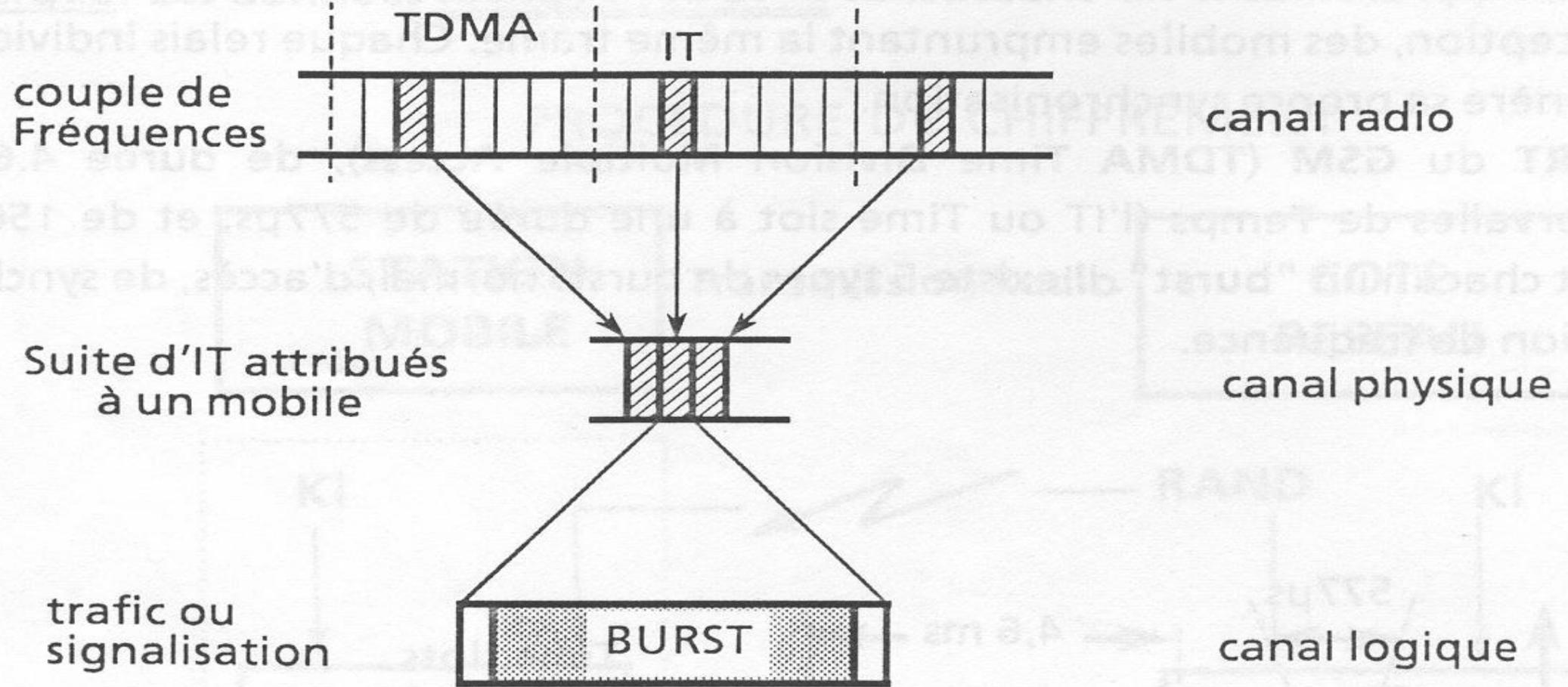
Canaux physiques du GSM (II)

124 fréquences Descendantes

124 fréquences Montantes

**124 x 2 Radio
Frequency Channel (RFCH)**



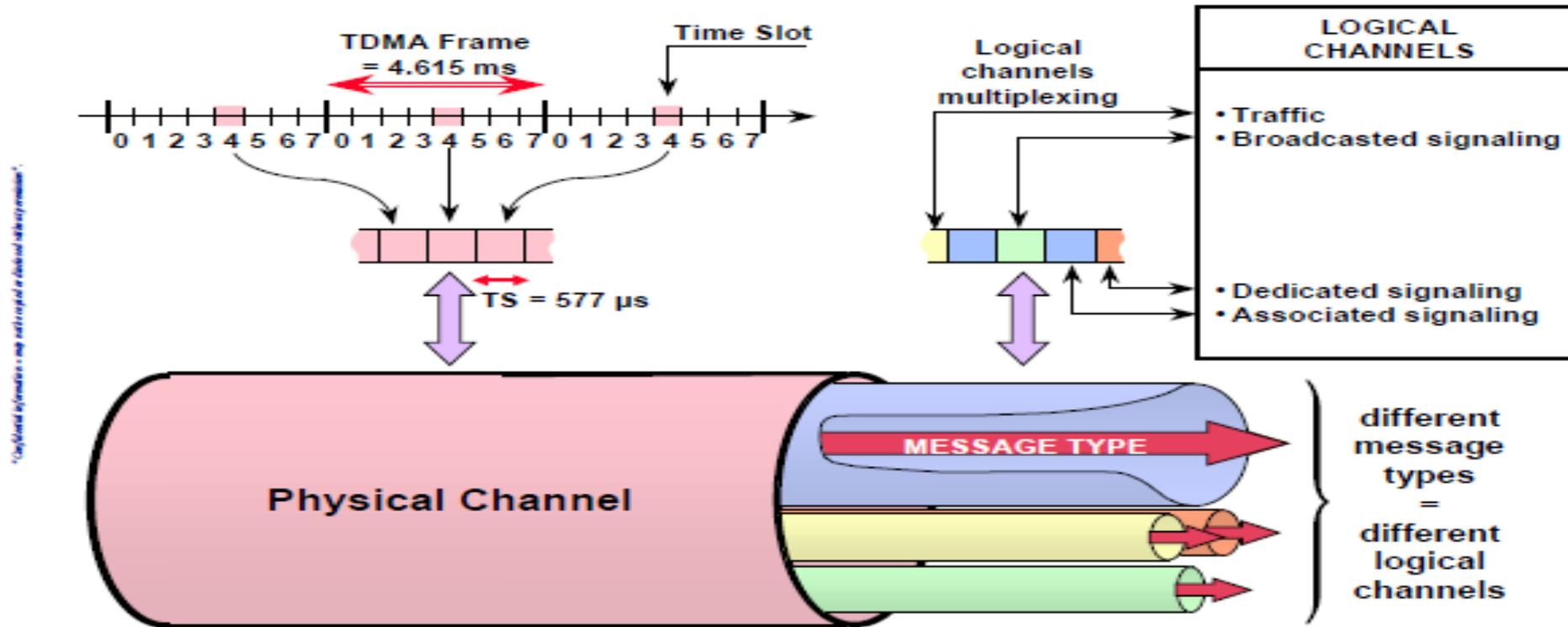


Le GSM a défini des canaux physiques, qui caractérisent la façon dont sont transmises physiquement les informations sur l'interface radio, ainsi que des canaux logiques, qui représentent un ensemble d'informations relatives à une fonction particulière à transmettre sur cette interface

Alors que les canaux physiques ne font que transporter des informations, quelles qu'elles soient, les canaux logiques permettent de distinguer les différents types d'informations circulant dans le système.

Des Canaux physiques aux Canaux logiques

From Physical Channel to Logical Channels



PE/TR/DGR/0101

12.01/EN

January, 2000

Radio Interface

6-11

Types de Canaux logiques : Canaux de trafic et de contrôle

Pour établir un dialogue, tel qu'il soit, le mobile dispose de 2 types de canaux logiques:

➤ **Les canaux de trafic :**

Le TCH (Trafic Channel) : C'est le canal dédié au trafic utilisateur, que ce soit pour de la voix ou pour des données.

➤ **Les canaux de contrôle et de signalisation :**

Utilisés entre le mobile et le réseau GSM pour la gestion des déplacements et des communications.

Types de Canaux logiques : Canaux de trafic et de contrôle

TCH : Traffic Channel (F/H)

BCH : Broadcast Channel

FCCH : Frequency Control Channel

SCH : Synchronization Channel

BCCH : Broadcast Control Channel

CCH : Control Channel

CCCH : Common CCH

PCH : Paging Channel

RACH : Random Access Control Channel

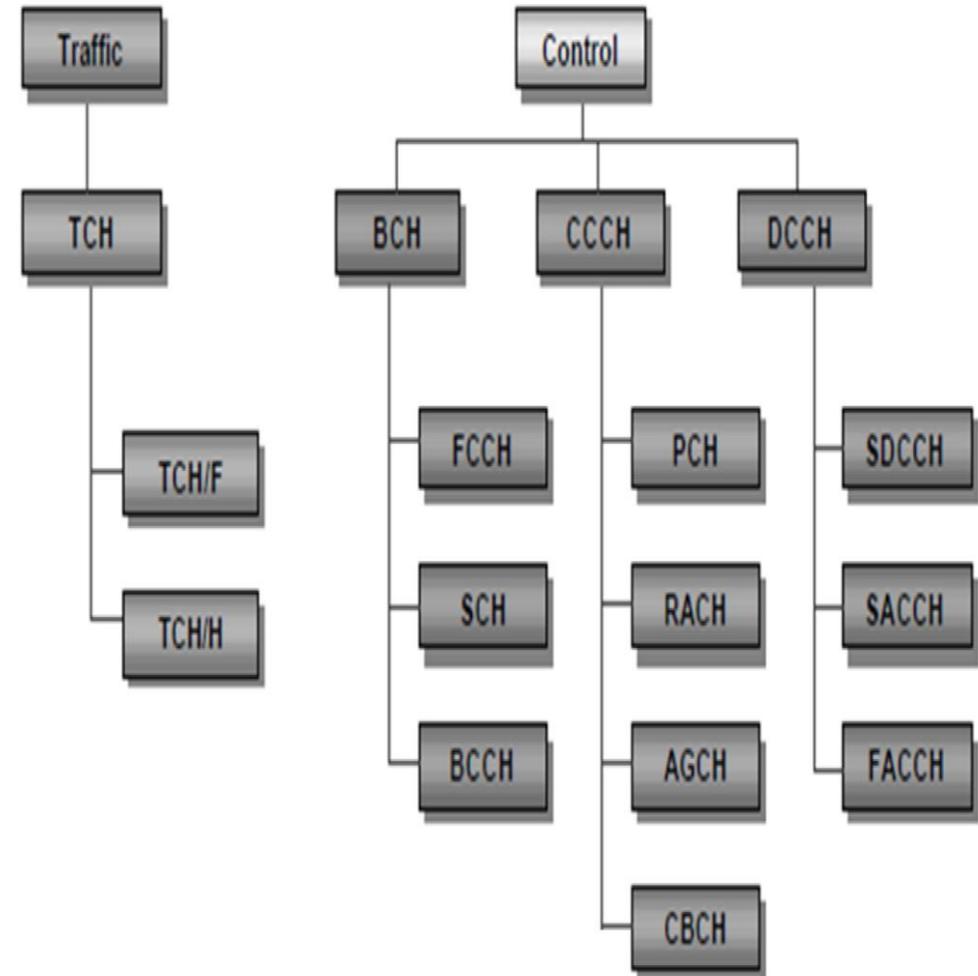
AGCH : Access Grant Channel

CBCH : Common Broadcast Channel

DCCH : Dedicated CCH

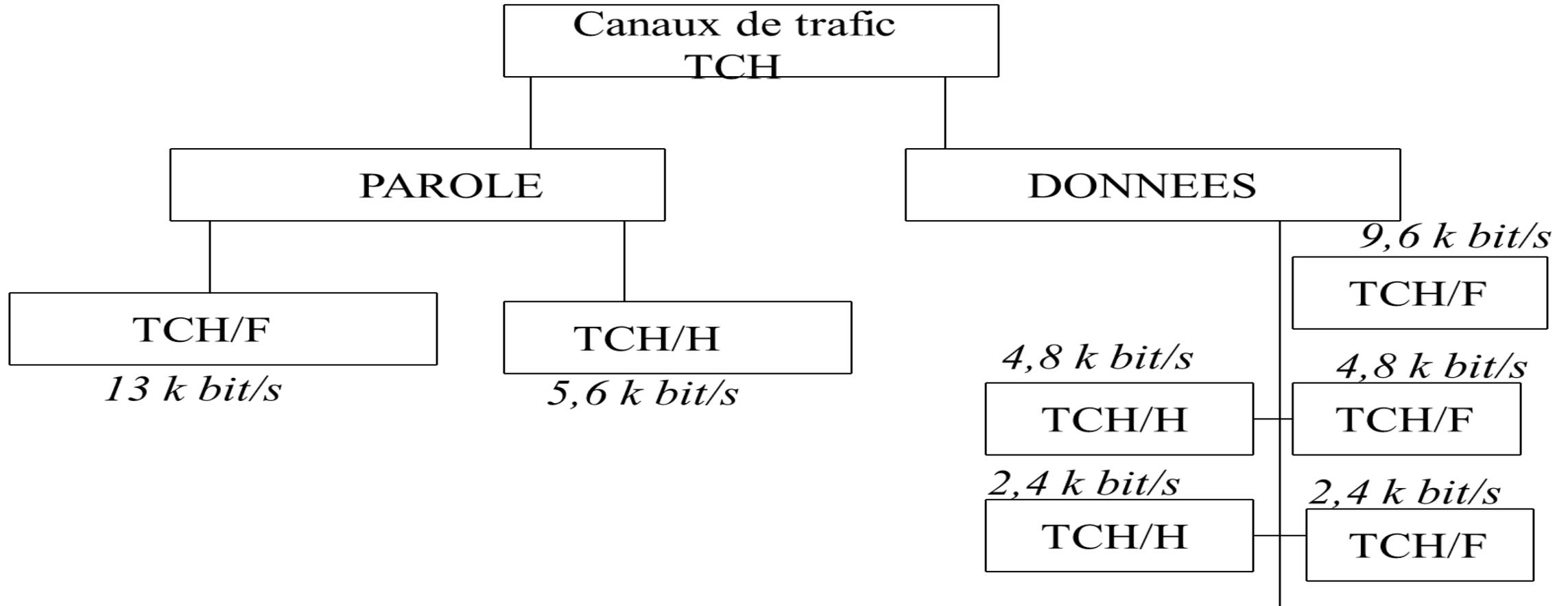
SDCCH : Stand-alone DCCH, **SACCH** : Slow

Associated CCH, **FACCH** : Fast Associated CCH



Description des Canaux logiques

TCH: Trafic CHannel qui est bidirectionnel et qui supporte la parole ou les données



Description des Canaux logiques

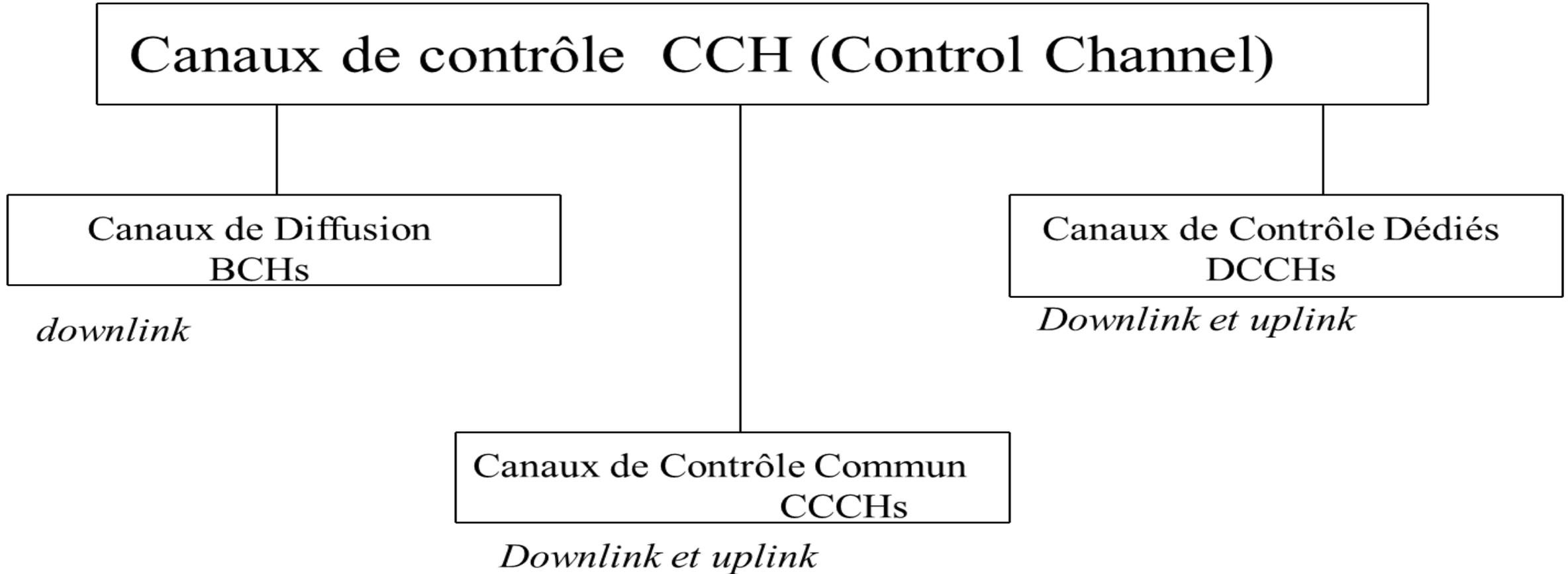
Les canaux de contrôle et de signalisation

Utilisés entre le mobile et le réseau GSM pour la gestion des déplacements et des communications. Il existe deux catégories: les canaux communs, partagés par tous les utilisateurs, et les canaux dédiés, réservés à un utilisateur spécifique.

- ✓ Diffuser des informations systèmes (cf broadcast channels)
- ✓ Prévenir les mobiles des appels entrants et facilité leur accès au systèmes (cf Common Control Channels)
- ✓ Fournir des supports pour la transmission de la signalisation
- ✓ Contrôler les paramètres physiques avant et pendant les phases de transmission

Description des Canaux logiques

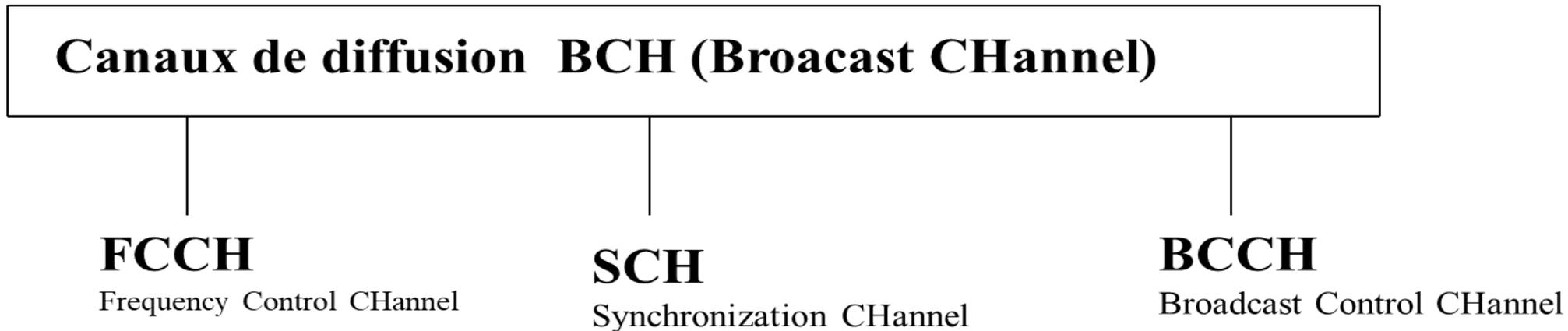
Les canaux de contrôle et de signalisation



Description des Canaux logiques

Canaux de diffusion BCH (Broadcast Channel)

Ces canaux servent à diffuser, à destination des mobiles, des informations sur les conditions d'accès à la cellule radio sur le TS0 (downlink).



- ✓ Identité de la zone (LAI)
- ✓ Liste des cellules voisines
- ✓ Liste des fréquences utilisées

Description des Canaux logiques

Canaux de diffusion BCH (Broadcast Channel)

✓ Canal de correction de fréquence des mobiles (FCCH)

Ce canal diffuse un signal régulier permettant aux mobiles de se synchroniser en fréquence.

✓ Canal de synchronisation (SCH)

Ce canal diffuse une séquence permettant aux mobiles d'acquérir une synchronisation temporelle. Il contient en outre des informations permettant d'identifier la cellule grâce au code BSIC (Base Station Identity Code)

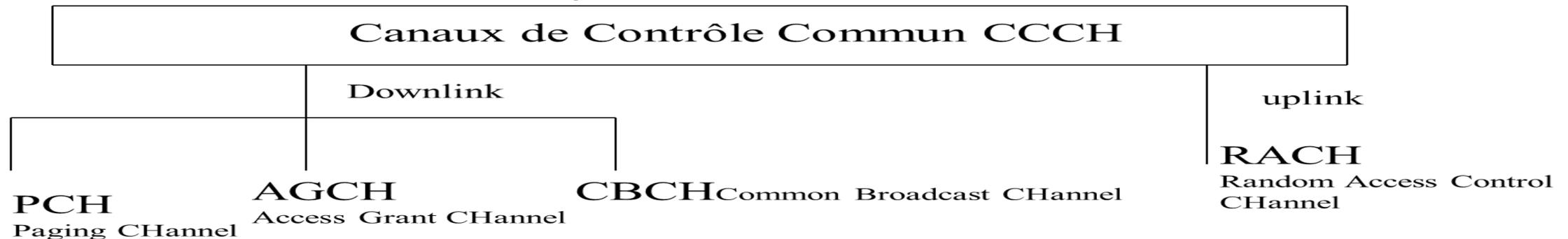
✓ Canal de contrôle de diffusion (BCCH)

Ce canal diffuse des informations système propres à la cellule, telles que l'identité de la cellule et de l'opérateur, la zone de localisation à laquelle appartient la cellule, la liste des fréquences des cellules voisines pour faciliter les handovers.....

Description des Canaux logiques

Canaux de contrôle commun CCCH (Control Common CHannel)

Ces canaux utilisables par n'importe quel mobile à tout instant, pour demander et se voir attribuer un canal de signalisation.



- ✓ Transport d'information de contrôle entre la BTS et la MS
- ✓ Message de paging (recherche du mobile) (**PCH**)
- ✓ Demande d'allocation de ressources d'accès au réseau (**RACH**)
- ✓ Allocation d'un canal dédié au mobile pour la signalisation (**AGCH**)

Description des Canaux logiques

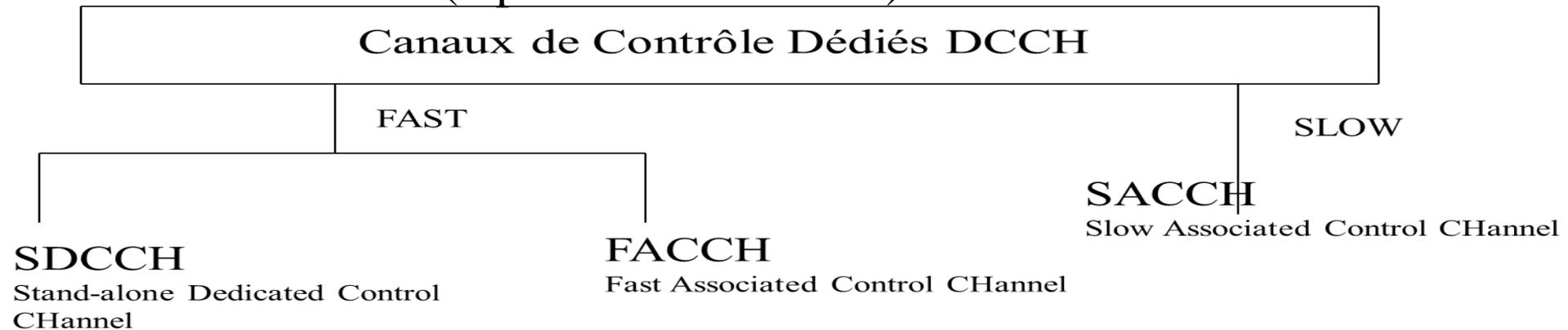
Canaux de contrôle commun CCCH (Control Common CHannel)

- ✓ **Paging Channel PCH** : Ce canal est utilisé pour initier une communication du réseau vers le mobile. Le réseau ne connaissant pas précisément la position du mobile, il doit diffuser l'appel dans un ensemble de cellules, ou zone de localisation. Le mobile concerné répond en faisant une demande d'accès au réseau via le RACH.
- ✓ **RACH-AGCH** : Le canal RACH est utilisé par les mobiles pour accéder au réseau. Véhiculée par le canal AGCH, la réponse du réseau contient un pointeur vers un canal de signalisation dédié (SDCCH), sur lequel le mobile peut s'identifier et préciser sa demande. Le réseau peut rejeter la demande du mobile, par exemple en cas de surcharge ponctuelle.
- ✓ **Common Broadcast CHannel CBCH** : Ce canal est prévu pour diffuser aux utilisateurs de la cellule des informations quelconques, mais non système, contrairement au BCCH. Il est aujourd'hui assez peu utilisé, vraisemblablement victime des SMS.

Description des Canaux logiques

Canaux de contrôle dédiés DCCH (Dedicated Control CHannel)

Permettre d'allouer une connexion d'un mobile unique pour l'établissement d'un appel ou le besoin d'un handover (Uplink et Downlink).



- ✓ Utiliser pour le transport de la signalisation lors de l'établissement de la communication (**SDCCH**)
- ✓ Canal alloué temporairement pour les Handover (**FACCH**)
- ✓ Permettre l'échange des info systèmes pour le maintien de la com (mesure, TA, puissance,..) (**SACCH**)

Description des Canaux logiques

Canaux de contrôle dédiés DCCH (Dedicated Control CHannel)

- ✓ **Fast Associated Control Channel FACCH** : Ce canal de signalisation rapide associé à un canal de trafic est utilisé pour l'exécution des handovers.
- ✓ **Slow Associated Control CHannel SACCH** : Le SACCH accompagne toujours un canal TCH ou un canal SDCCH pour transporter de la signalisation à bas débit destinée à contrôler la transmission du canal associé. Il est utilisé pour remonter des mesures sur les niveaux de puissance reçus par le mobile et le taux d'erreur de la liaison descendante et pour indiquer les valeurs de contrôle de puissance ou de compensation temporelle (timing advance).
- ✓ **Stand-alone Dedicated Control Channel SDCCH** : Ce canal véhicule la signalisation générale de l'utilisateur, par exemple, pour une mise à jour de localisation, et notamment de la signalisation relative à l'établissement d'un appel. Il possède son propre SACCH associé et transporte également les messages courts (SMS) lorsque le mobile n'est pas en cours de communication.

Multiplexage des Canaux logiques sur les Canaux physiques

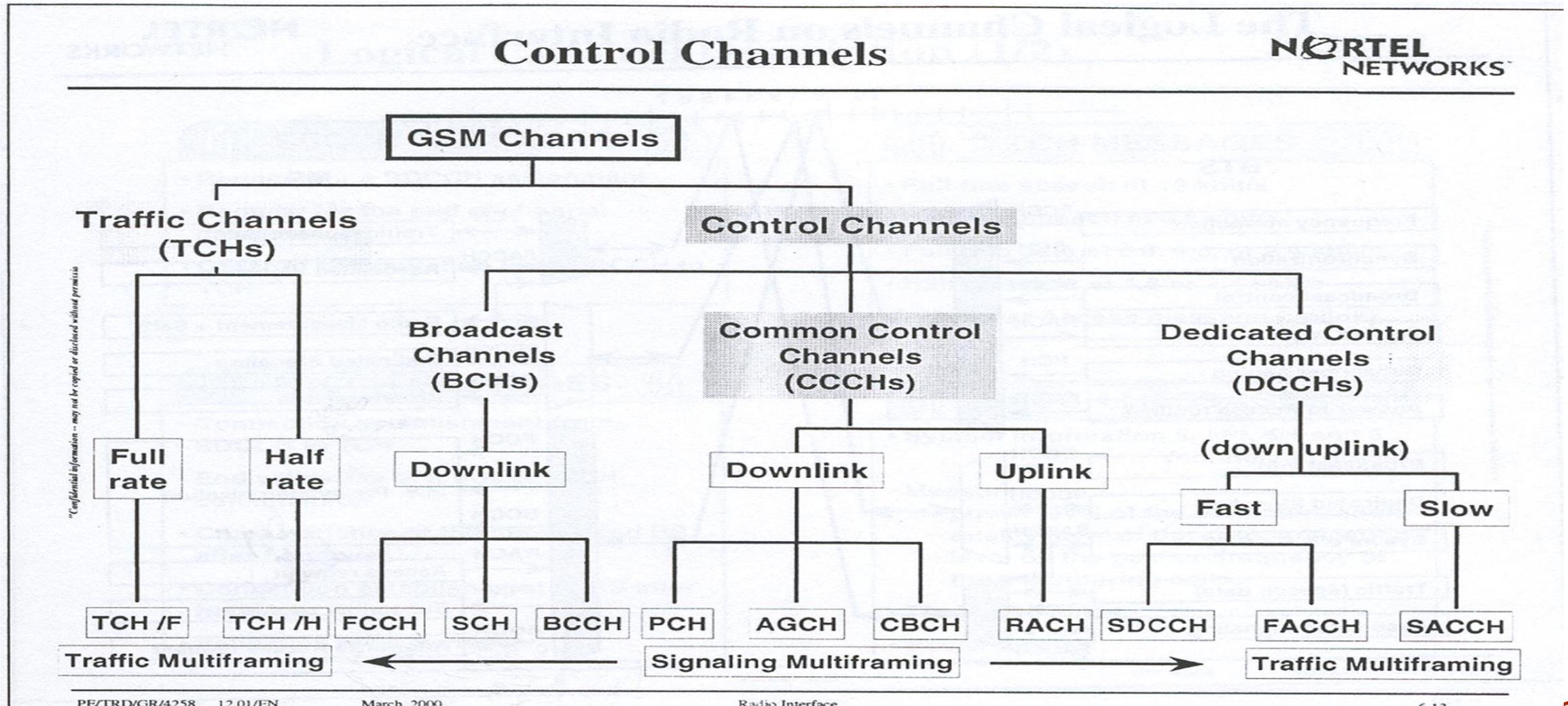
A tout instant un mobile est toujours au travail: soit en écoute, soit en émission-réception, sur un TS d'une TDMA (canal physique) de sa cellule de localisation. Le mobile se trouve dans une des trois activités:

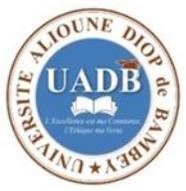
- **En veille**
- **En établissement de communication**
- **En communication**

Sur son canal physique le mobile va alors trouver un multiplex de canaux logiques correspondant à l'activité exercée :

- **Veille = FCCH + SCH + BCCH + CCCH**
- **Etablissement de communication = SDCCH + SACCH**
- **Communication = TCH + SACCH**

Multiplexage des Canaux logiques sur les Canaux physiques





GPRS :

General Packet Radio

Service

Introduction

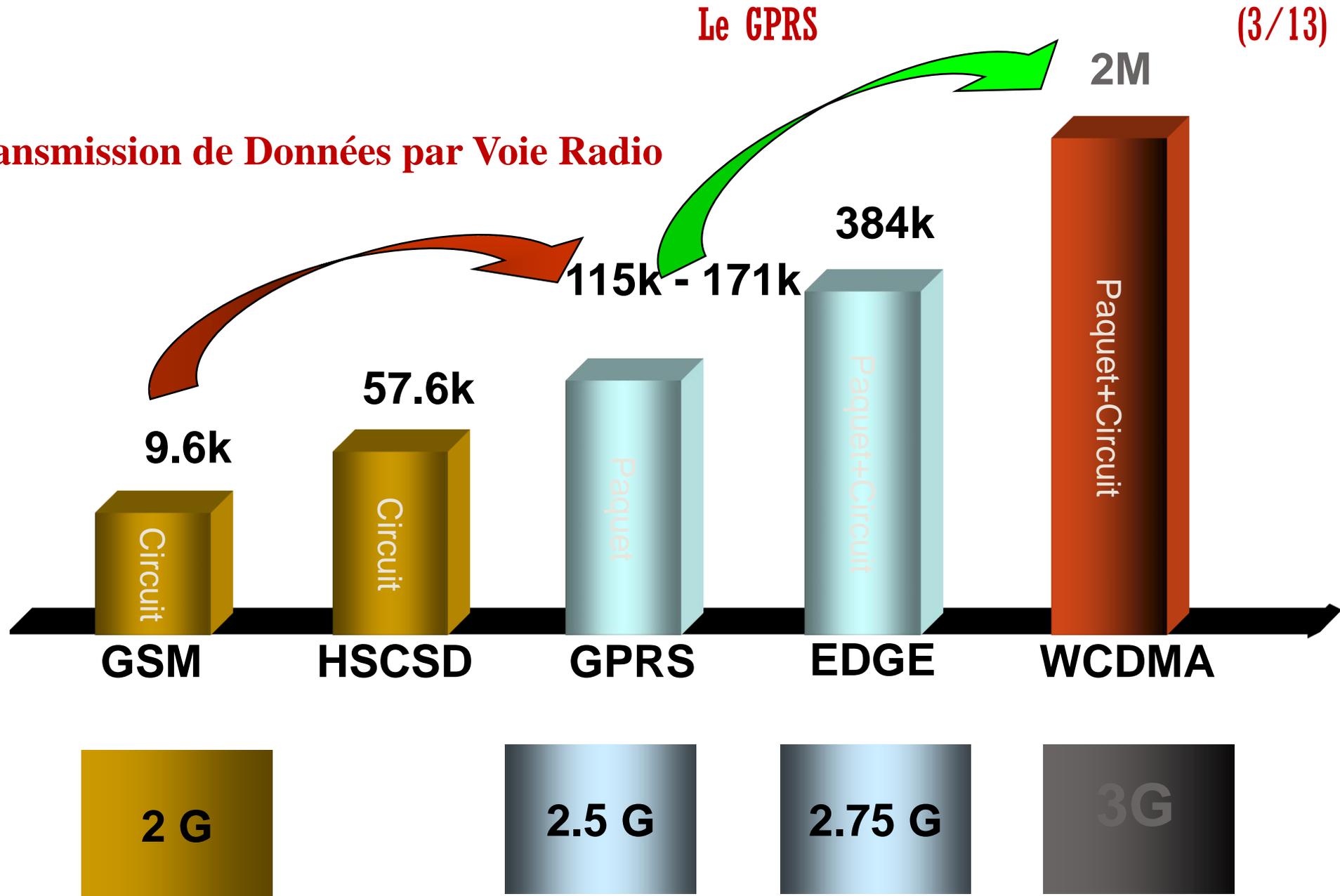
- ✓ Le GSM (Global System for Mobile communications) est conçu pour de la téléphonie mobile, donc pour des communications en mode circuit à faible débit.
- ✓ Certains choix techniques du GSM sont faits en conséquence, notamment en matière d'architecture réseau et de mise en forme des ondes (modulation, codage, etc.). Ces choix se révèlent toutefois contraignants pour les services de données (transfert de fichier, vidéo, etc.)
- ✓ Pour pallier ces limitations, dans un premier temps, le GSM a standardisé des règles pour réaliser du transfert de données en utilisant les circuits de voix.
- ✓ Avec le HSCSD (High Speed Circuit Switched Data), on assiste à un premier développement du standard vers des débits supérieurs, mais toujours en mode circuit.

Introduction

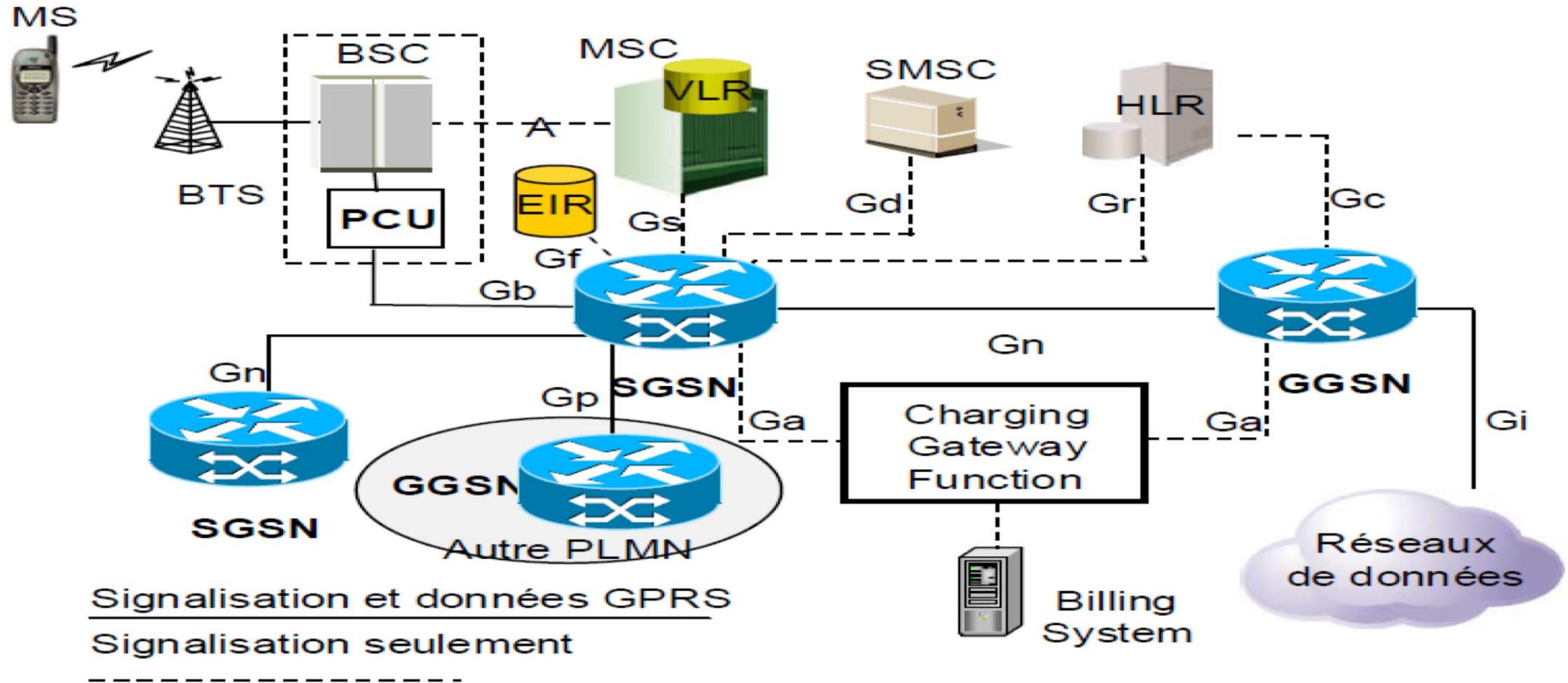
- ✓ Pour améliorer encore l'efficacité du transfert de données, une évolution majeure du GSM est normalisée sous le nom de GPRS (General Packet Radio Service).
- ✓ Fondée sur l'interface radio du GSM, mais développant un partage de ressources dynamique adapté au trafic sporadique, le GPRS introduit une architecture réseau en mode paquet.
- ✓ Enfin, EDGE (Enhanced Data for GSM Evolution) propose des débits supérieurs par l'introduction d'une modulation plus efficace, applicable à la fois au HSCSD et au GPRS.
- ✓ L'association du GPRS et d'EDGE est souvent considérée comme un système 2,5 G, intermédiaire entre les systèmes 2 G (GSM, etc.) et 3 G (UMTS, etc.).

Le réseau GPRS n'implique qu'une mise à jour du logiciel des éléments de base du réseau GSM (BTS et BSC) et l'introduction de nouveaux équipements dédiés réseaux mode paquet pour l'accès aux réseaux de données.

Evolution de la Transmission de Données par Voie Radio



Architecture du réseau GPRS



Architecture du réseau GPRS

Le réseau GPRS et le réseau GSM fonctionnent en parallèle: le premier est utilisé pour le transport des données, et le second pour les services classiques de voix. Tous deux utilisent les mêmes équipements BSS, c'est-à-dire les stations de base BTS et leurs contrôleurs BSC. C'est ensuite qu'ils se distinguent. Le réseau cœur (Core Network) du GPRS est un réseau paquet interconnecté, pouvant être relié à divers types de réseaux de données fixes – IP (Internet Protocol), X.25 - ou encore à d'autres réseaux GPRS, exploités par d'autres opérateurs.

Architecture du réseau GPRS

- ✓ De nouveaux éléments de réseau doivent donc être ajoutés au GSM pour offrir le GPRS.
- ✓ Ces éléments sont le SGSN (Serving GPRS Support Node) et le GGSN (Gateway GPRS Support Node),
- ✓ Ce sont des routeurs paquet dotés de fonctionnalités dédiées à la gestion d'un réseau mobile.

Réseaux d'accès et accès radio

GPRS réutilise en grande partie le réseau d'accès GSM (mêmes infrastructures de transmissions), mais l'allocation des ressources est faite différemment sur l'interface radio.

Partage des slots radio GPRS entre plusieurs mobiles pendant toute la durée d'une session GPRS => Les débits GPRS sont partagés entre tous les mobiles actifs dans la cellule.

Plusieurs modes d'allocation sont possibles en GPRS (allocation statique, dynamique).

Aujourd'hui, nous assistons à une utilisation de l'allocation dynamique de slots radio via les TBF (*Temporary Block Flow*).

Réseaux d'accès et accès radio

L'entité PCU (Packet Controller Unit) a été rajoutée :

- ✓ Elle est en charge du partage de ressources sur l'interface radio (ouverture/fermeture de TBF).
- ✓ Elle fragmente et rassemble les informations à transmettre sur la radio.
- ✓ Elle fiabilise l'envoi de données sur l'interface radio via des mécanismes d'ARQ : **Automatic Repeat Request (acquiescement positifs + politique de retransmission sélective)**.
- ✓ L'entité PCU peut être placée à plusieurs niveaux dans le réseau (BTS, BSC, SGSN).

Réseaux d'accès et accès radio

BTS : on ajoute un CCU (Channel Codec Unit) – chargé des opérations physiques tels que le codage correcteur d'erreurs, modulation, contrôle de puissance...

Le CCU met à disposition quatre schémas de codage CS (Coding Scheme) CS-1, CS-2, CS-3, CS-4.

Schémas de codage	Débits utiles
CS-1	9,05
CS-2	13,4
CS-3	15,6
CS-4	21,4

Réseaux de coeur

Le GPRS introduit deux nouvelles entités fonctionnelles dans le réseau coeur :

- **SGSN : Service GPRS Support Node**
 - **GGSN : Gateway GPRS Support Node**
- ✓ Le SGSN est l'équipement auprès duquel le mobile se rattache et s'enregistre.
 - ✓ Le SGSN renvoie une adresse IP au mobile (Procédure d'activation de contexte PDP).
 - ✓ Le SGSN a également une fonction de routage des données (notamment vers le GGSN).

Réseaux de coeur

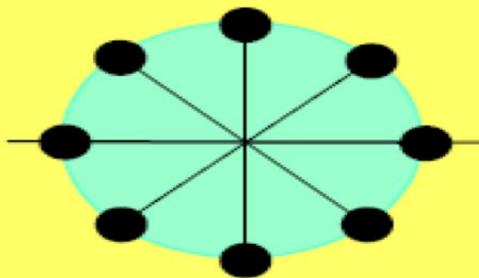
- ✓ Le GGSN est un point de passage obligé pour aller vers l'Internet.
- ✓ Le plan d'adressage IP des mobiles est privé (adresse de type 10.x.x.x).
- ✓ Des mécanismes de traduction d'adresse sont nécessaires (de type Network Address Translation NAT et Port Address Translation PAT) pour permettre à des mobiles de contacter l'Internet. Ils sont mis en œuvre au niveau de passerelles spécialisées.

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

EDGE est un réseau de transition entre le GPRS et l'UMTS, permettant une augmentation de débit grâce à une modulation à 8 états au lieu de 2 pour le GMSK (Gaussian filtered Minimum Shift Keying).

La modulation GMSK est un cas particulier de la MDF (Modulation par déplacement de fréquence) à phase continue.

EDGE = GMSK + PSK



8-PSK (3 bit/s/symbol)

- la modulation de la porteuse est différente de celle du GSM : modulation de phase à 8 états
- la bande occupée par un téléphone en émission est de 200 kHz, la même que celle du GSM
- selon le niveau souhaité de protection des données, le débit pour un time-slot peut aller de 22,4 à 59,2 kbits par seconde

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

- Il servira de roue de secours aux opérateurs n'ayant pas pu avoir la licence UMTS.
- Pas aussi performant que ce dernier (les débits ne sont que 2 à 3 fois supérieurs à ceux du GPRS, et ne fonctionnent qu'à très faible mobilité), EDGE a l'avantage d'être nettement moins cher que l'UMTS puisqu'il ne nécessite pas l'installation de nouveaux équipements : il s'appuie totalement sur les réseaux existants (GSM et GPRS).