
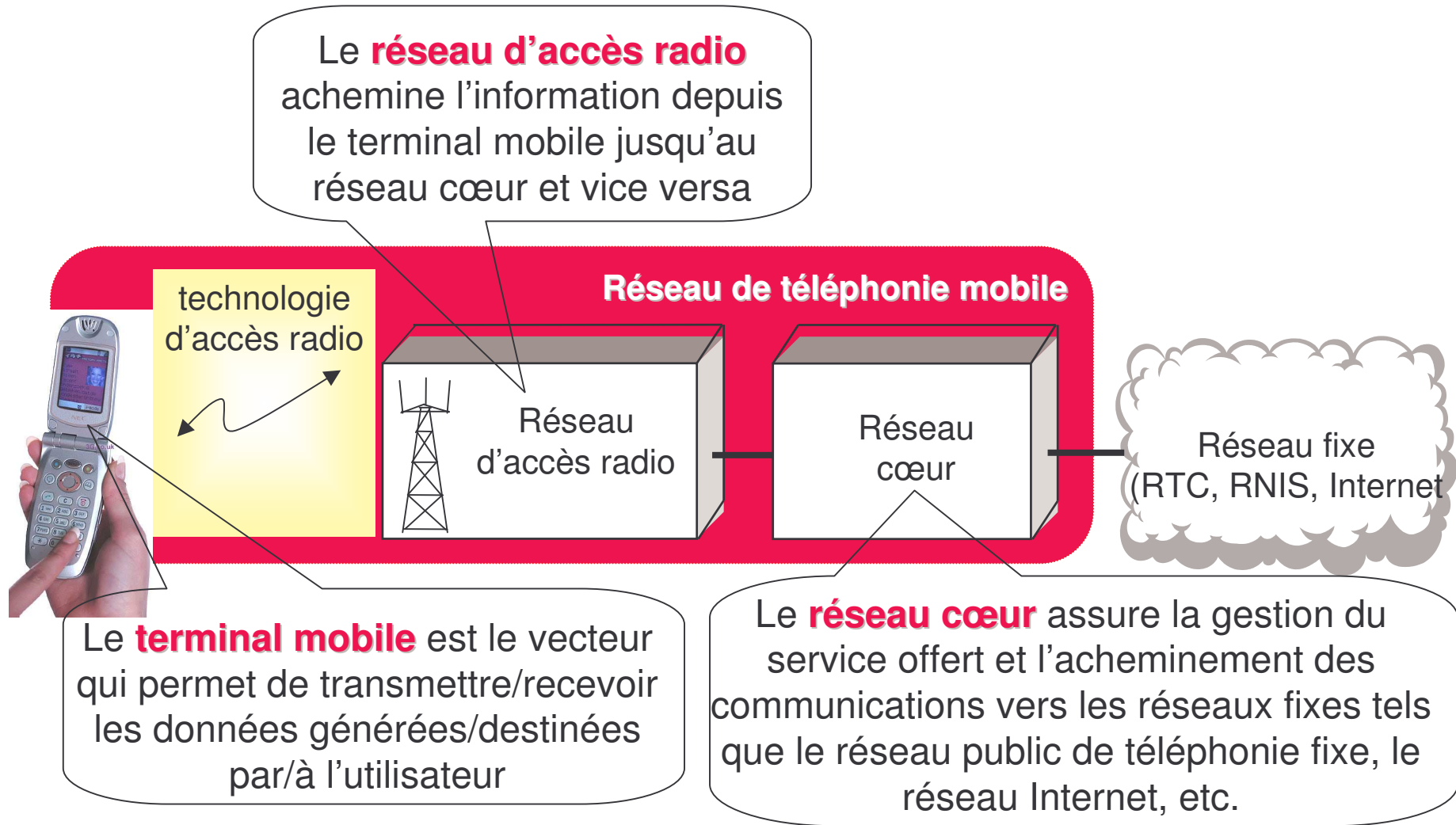




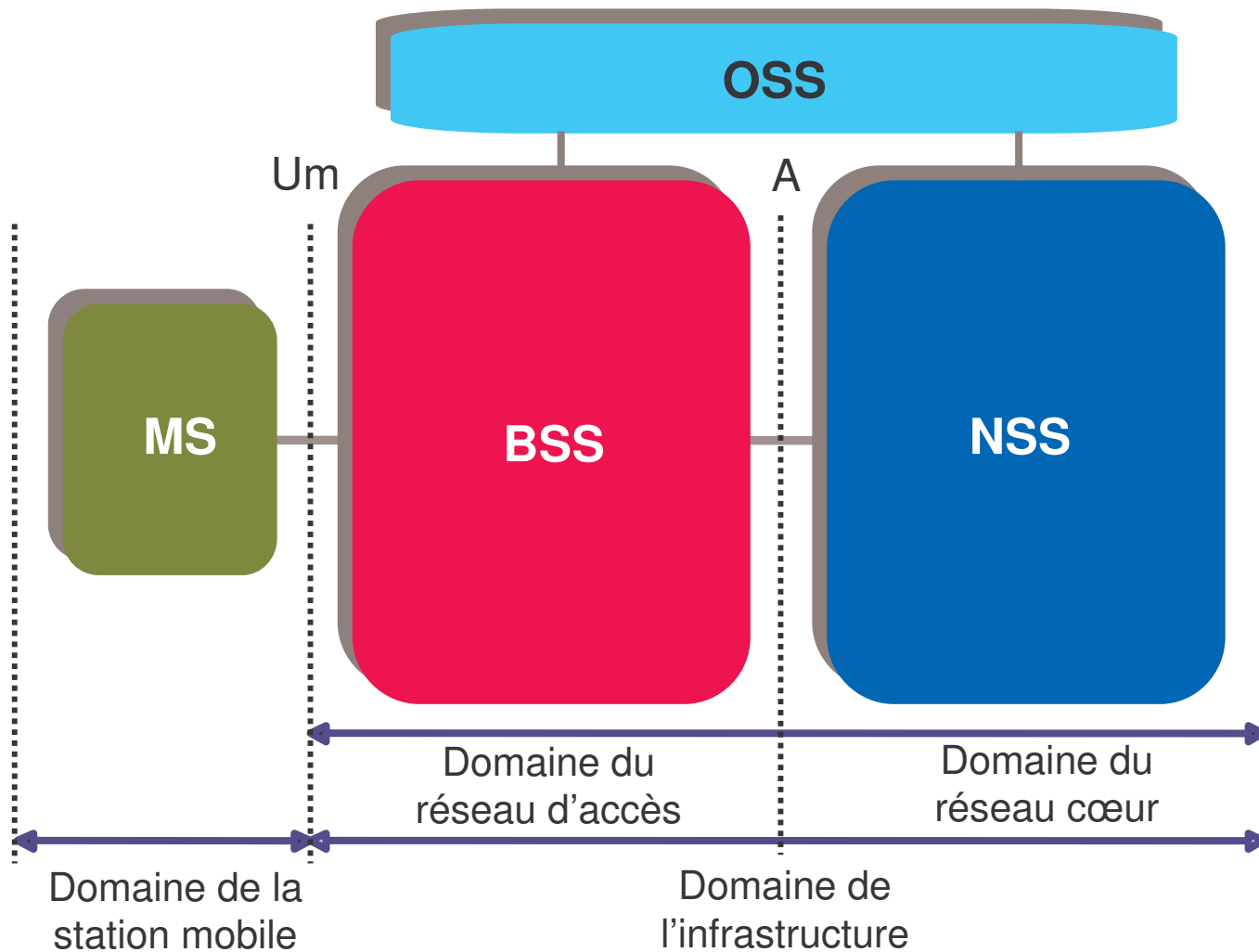
# ***Sommaire général***

- 
- Principes de GSM
  - Évolutions prévues pour GSM
  - Principes de GPRS
  - Principes de l'UMTS

# Architecture de référence d'un réseau radio mobile



# Architecture générale d'un réseau GSM – 1/2





## **Architecture générale d'un réseau GSM – 2/2**

---

### **Sous-système radio (*BSS, Base-Station Subsystem*)**

C'est le réseau d'accès radio qui assure les transmissions radioélectriques et gère la ressource radio.

### **Sous-système d'acheminement (*NSS, Network Subsystem*)**

Comprend l'ensemble des fonctions nécessaires à l'établissement des appels et à la gestion de la mobilité. On peut dire que le NSS est le réseau cœur GSM.

### **Sous-système d'exploitation et de maintenance (*OSS, Operation Subsystem*)**

Permet à l'exploitant d'administrer le réseau (coûts, performances, erreurs, sécurité...).



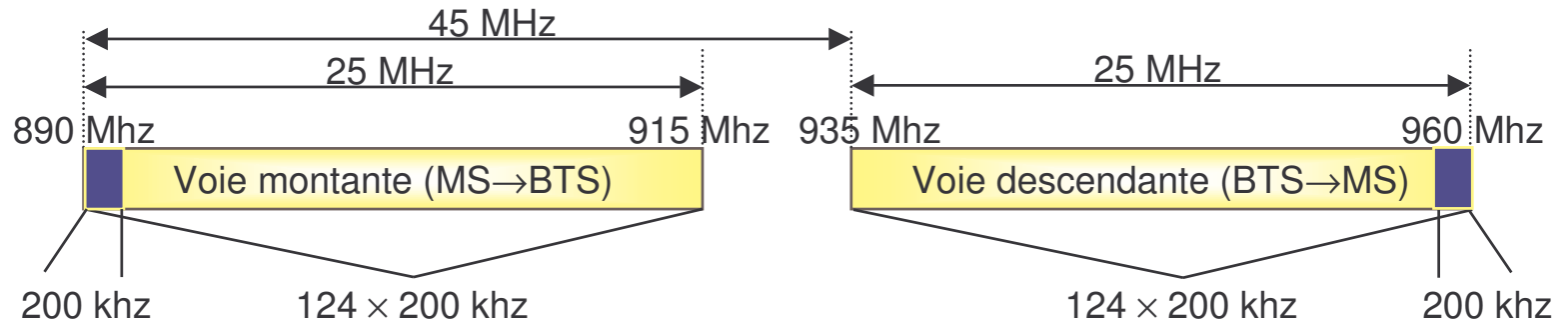
## *Le GSM aujourd'hui*

---

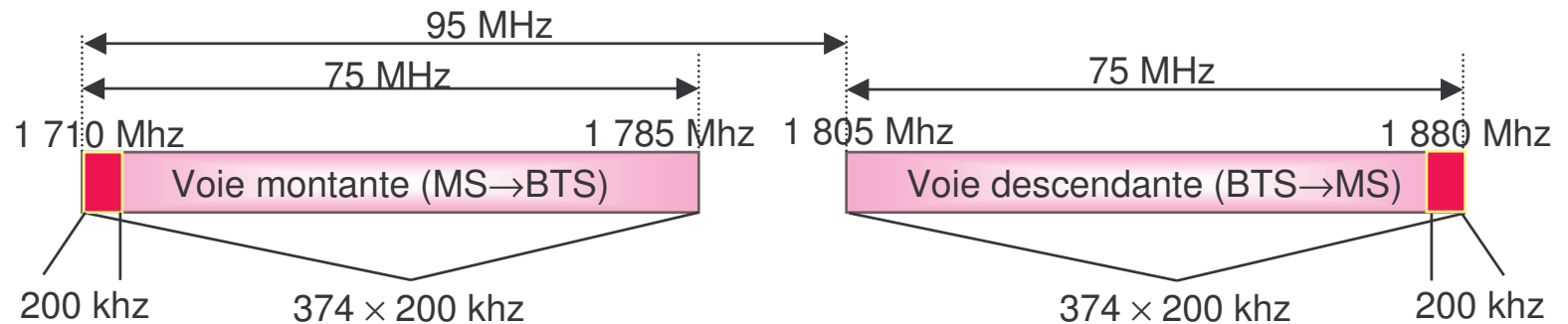
- ☞ C'est le standard le plus utilisé dans le monde
- ☞ Taux de pénétration de 70% en France ; jusqu'à 80% dans certains pays d'Europe
- ☞ La Chine : le plus important réseau GSM au monde
- ☞ Plusieurs fabricants d'équipements et plusieurs opérateurs (3, 4 voire 5 opérateurs dans nombre de pays, ce qui a accéléré la couverture et l'innovation de services)
- ☞ Itinérance internationale automatique : un abonné GSM à Singapour ou en France peut passer ou recevoir des appels dans 170 pays dans le monde de manière sûre et en ayant une seule facture.

# Principales bandes de fréquence GSM utilisées dans le monde

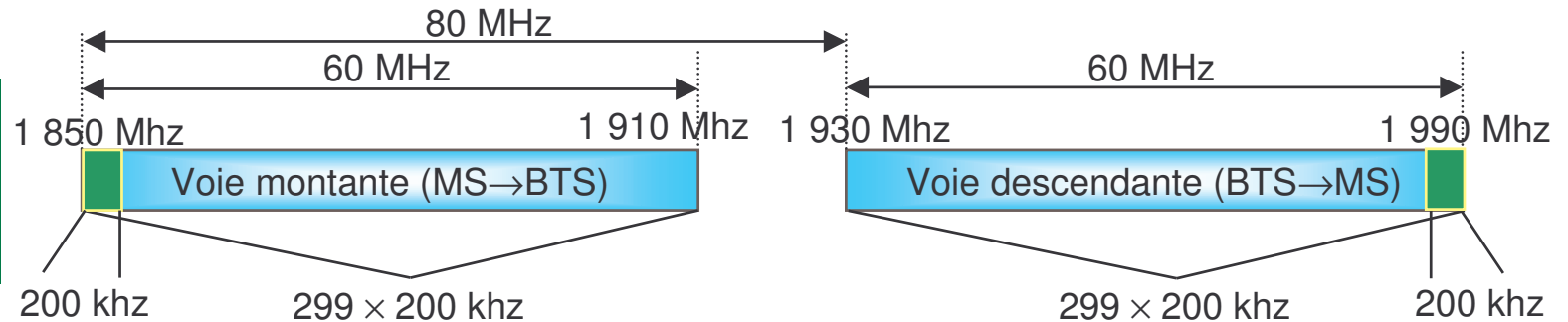
## GSM 900



## DCS 1 800



## PCS 1 900 (U.S.)

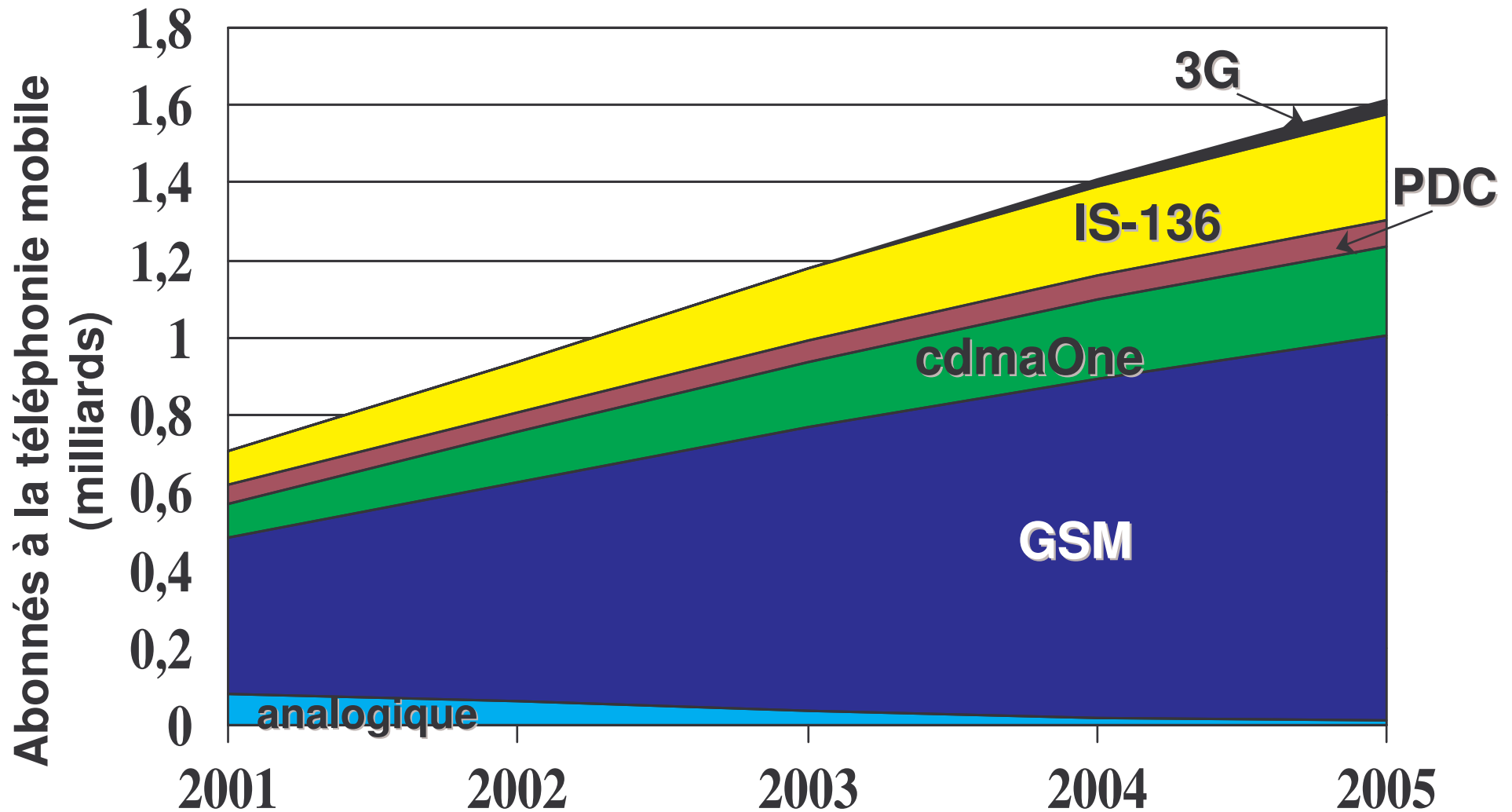


## Standards 2G dans le monde – 1/2

Standard	IS-136 (D-AMPS, TDMA)	IS-95 (cdmaOne)	GSM	PDC
Pays d'origine	Etats-Unis	Etats-Unis	Europe	Japon
Lancement commercial	1992	1995	1992	1993
Spectre de fréquences	869-894 (VD) 824-849 (VM) 1 850-1910 (VD) 1930-1990 (VM)	869-894 (VD) 824-849 (VM) 1 850-1910 (VD) 1930-1990 (VM)	925-960 (VD) 880-915 (VM) 1 805-1 880 (VD) 1 720-1 785 (VM) 1 850-1 910 (VD) 1 930-1 990 (VM)	940-956 (VD) 810-826 (VM) 1 477-1501 (VD) 1 429-1 453 (VM)
Techniques d'accès multiple	FDMA/TDMA	FDMA/CDMA	FDMA/TDMA	FDMA/TDMA
Mode de duplexage	FDD	FDD	FDD	FDD
Séparation entre porteuses	30 kHz	1 250 kHz	200 kHz	25 kHz
Type de modulation	$\pi/4$ DQPSK	QPSK/O-QPSK	GMSK	$\pi/4$ DQPSK

Javier Sanchez auteur du livre :  
« UMTS », 2ème édition, Mars 2004

## Standards 2G dans le monde – 2/2





# Specs. 3GPP concernant l'architecture d'un réseau GSM

Page Internet : <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/2003-12/R1999>

01.01

**1988-1998.** Les spécifications techniques du GSM sont effectuées par l'ETSI (SMG)

**1998- à nos jours.** Les spécifications techniques du GSM sont effectuées par le 3GPP

Numéro	Titre (suivant Release'99 Dec03)
01.XX	Généralités
02.XX	Services
03.XX	Aspects réseau (NSS)
04.XX	Interfaces et protocoles MS-BSS
05.XX	Interfaces radio : niveau physique
06.XX	Codage / décodage de la parole
07.XX	Adaptateurs de terminaux
08.XX	Interfaces BSS-MSC

Référence :

Javier Sanchez a  
« UMTS », 2ème

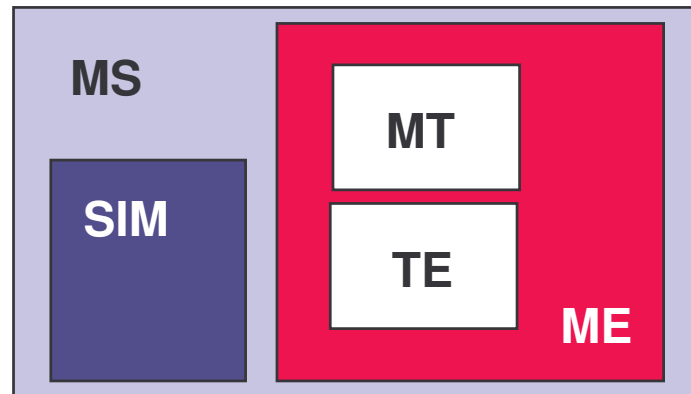
[1] Lagrange X., Godlewski P., Tabbane S., *Réseaux GSM*, Hermès, 2000.

# Éléments d'une Station Mobile

La station mobile (MS) est l'équipement mobile (ME) contenant une carte SIM

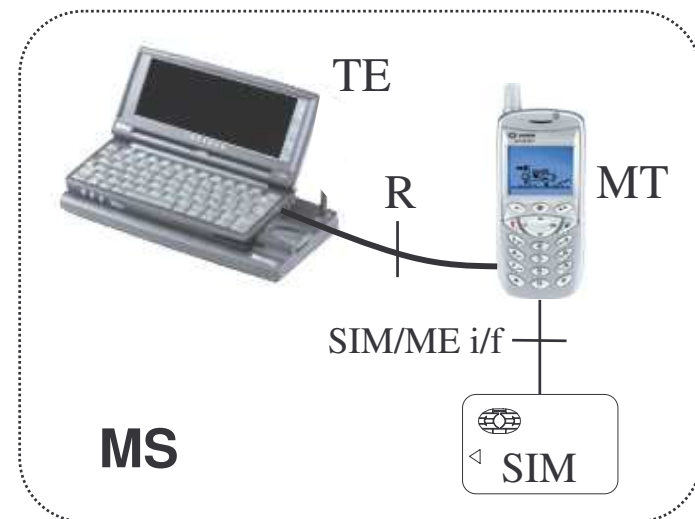
**Mobile Equipment (ME).** Partie fonctionnelle de la MS composée de l'équipement terminal (TE) et de la terminaison mobile (MT).

**Mobile Termination (MT).** Partie de la MS qui effectue des fonctions spécifiques à la transmission et à la réception sur l'interface radio (contient les protocoles des couches 1, 2 et 3 du modèle OSI)



Modèle fonctionnel de la MS

**Terminal Equipment (TE).** Partie de la MS où les données de l'application sont générées en émission ou traitées en réception. Ses fonctionnalités ne sont pas spécifiées par le GSM



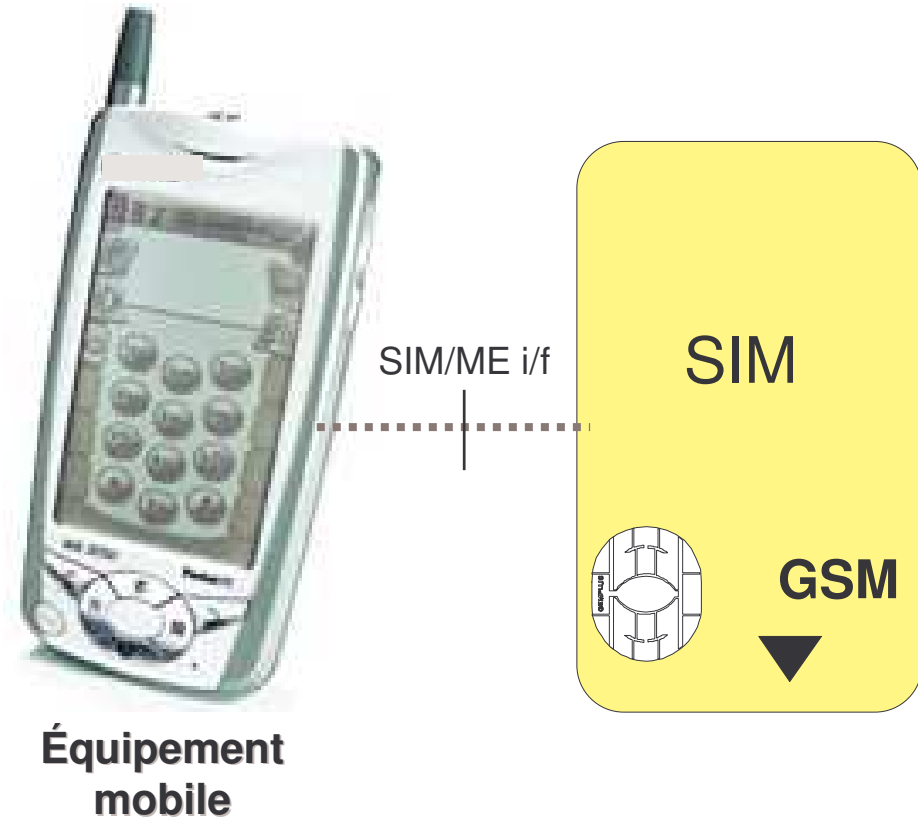
Configuration possible de la MS

# Carte SIM

**Subscriber Identity Module (SIM).** Carte s'insérant dans un équipement mobile GSM et qui contient toutes les informations d'abonnement

## La SIM contient :

- 👉 La liste des réseaux interdits
- 👉 Les clés de chiffrement
- 👉 IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*)
- 👉 MSISDN (*Mobile Station International ISDN Number*)
- 👉 L'identités temporaire de l'utilisateur (TMSI)
- 👉 Les identités des zones de localisation courantes du terminal...





## ***Les identités du mobile – 1/2***

---

### **MSISDN**

☞ Numéro international d'un abonné suivant le plan de numérotation E.164. C'est par ce numéro qu'il peut appeler ou être appelé

### **IMSI**

☞ Identité permanente du mobile auprès du réseau.  
Elle n'est pas connue par l'utilisateur

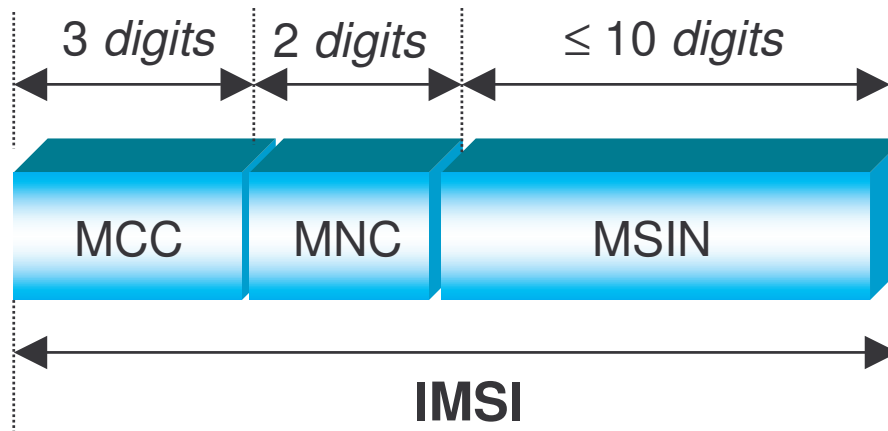
### **IMEI**

☞ Identité de l'équipement mobile (allouée lors de sa fabrication)

### **TMSI**

☞ Identité temporaire du mobile auprès du MSC

## Les identités du mobile – 2/2



- MCC : indicatif du pays domicile de l'abonné mobile
- MNC : indicatif du PLMN nominal de l'abonné mobile
- MSIN : numéro de l'abonné mobile à l'intérieur du réseau GSM



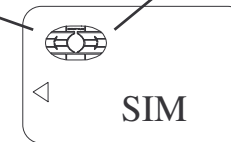
- CC : indicatif du pays dans lequel l'abonné a souscrit son abonnement
- NDC : indicatif du PLMN particulier dans le pays
- SN : attribué librement par l'opérateur

# Concept de numéro et d'identité en GSM

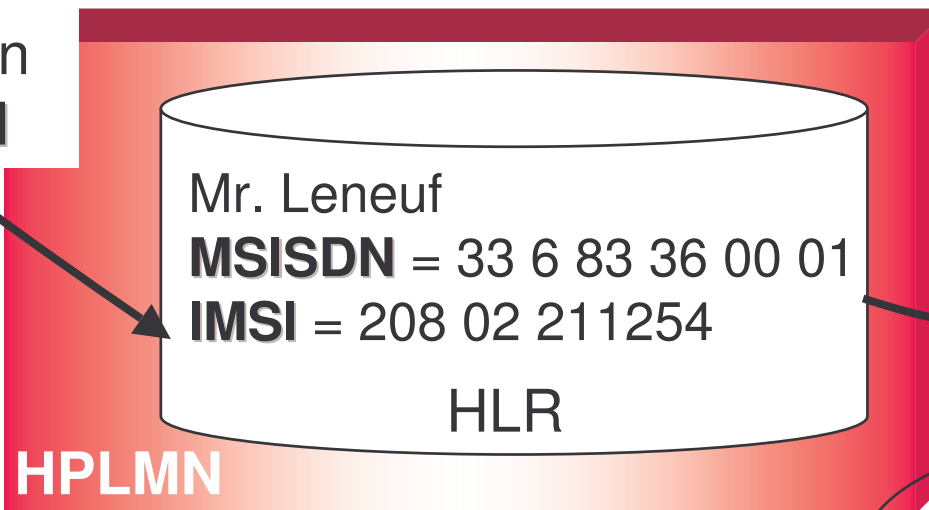


Numérotation  
du **MSISDN**

**IMSI** = 208 02 211254

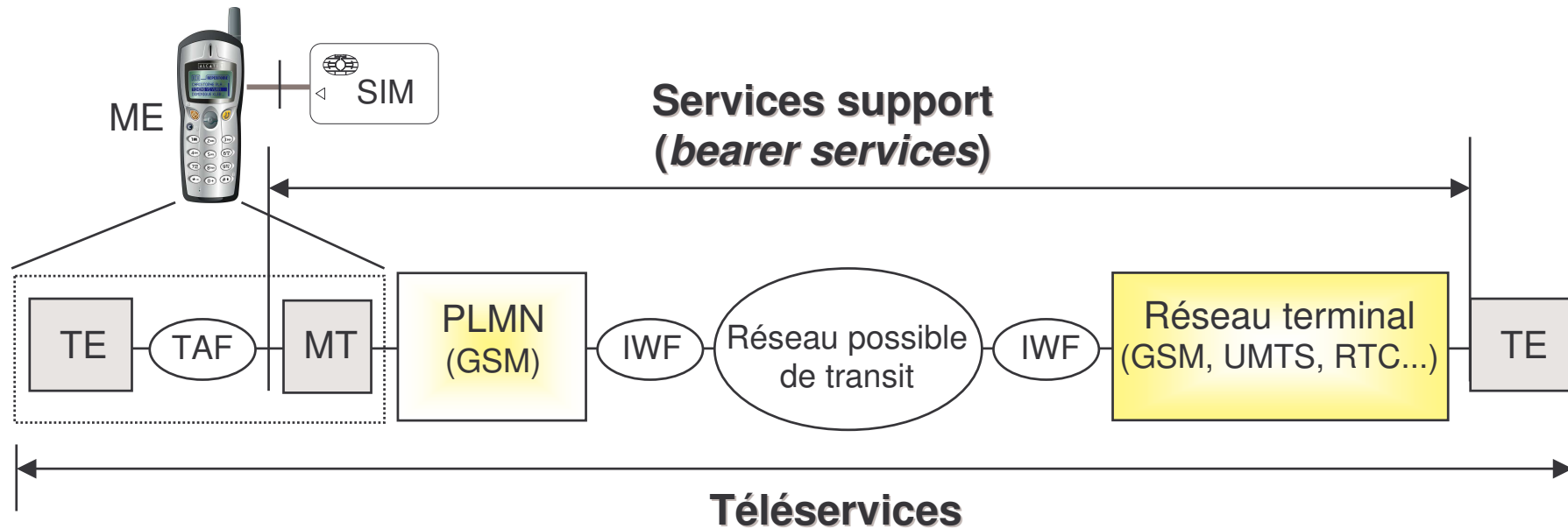


Appel avec IMSI



On préfère utiliser  
plutôt le TMSI

# Services support et téléservices



🔑 Le service offert dépend de l'abonnement souscrit, des possibilités offertes par le réseau courant (restrictions dues au *roaming*), et par l'équipement utilisé (capacités SW/HW, version technique...)



## Services support GSM

---

- ♣ Définis en reprenant les services déjà existants sur les réseaux fixes
- ♣ Offre d'une capacité de transmission avec des caractéristiques techniques de débit, de taux d'erreur, de mode de transmission (synchrone, asynchrone), etc.
- ♣ Fournit un circuit permettant la transmission de données ou l'accès à un réseau de données à commutation de paquets, et ce par un mode synchrone ou asynchrone. Le débit peut varier de 300 bps à 9 600 bps
- ♣ Le transfert numérique de bout en bout (UDI, *Unrestricted Digital Information*) suppose que le PLMN est directement lié au RNIS
- ♣ Sinon, le service est appelé « 3,1 kHz » car une partie de la liaison peut comporter un passage en analogique dans la bande téléphonique de 3,1 kHz

---

👉 **Un service support peut être considéré comme un**

Javier Sanchez auteur du li « **tuyau** » mis à la disposition de l'abonné par l'opérateur  
« UMTS », 2ème édition, Mars 2004



Offre de services en définissant les caractéristiques des terminaux et éventuellement des applications

- **Transmission de la voix :**
  - Téléphonie
  - Appels d'urgence (numéro 112 avec ou sans SIM)
- **Message courts (SMS) :**
  - Messages courts vers un mobile en point à point
  - Messages courts venant d'un mobile en point à point
  - Messages courts en diffusion vers mobiles
- **Fax :**
  - Transmission alternée voix / fax
  - Transmission automatique fax



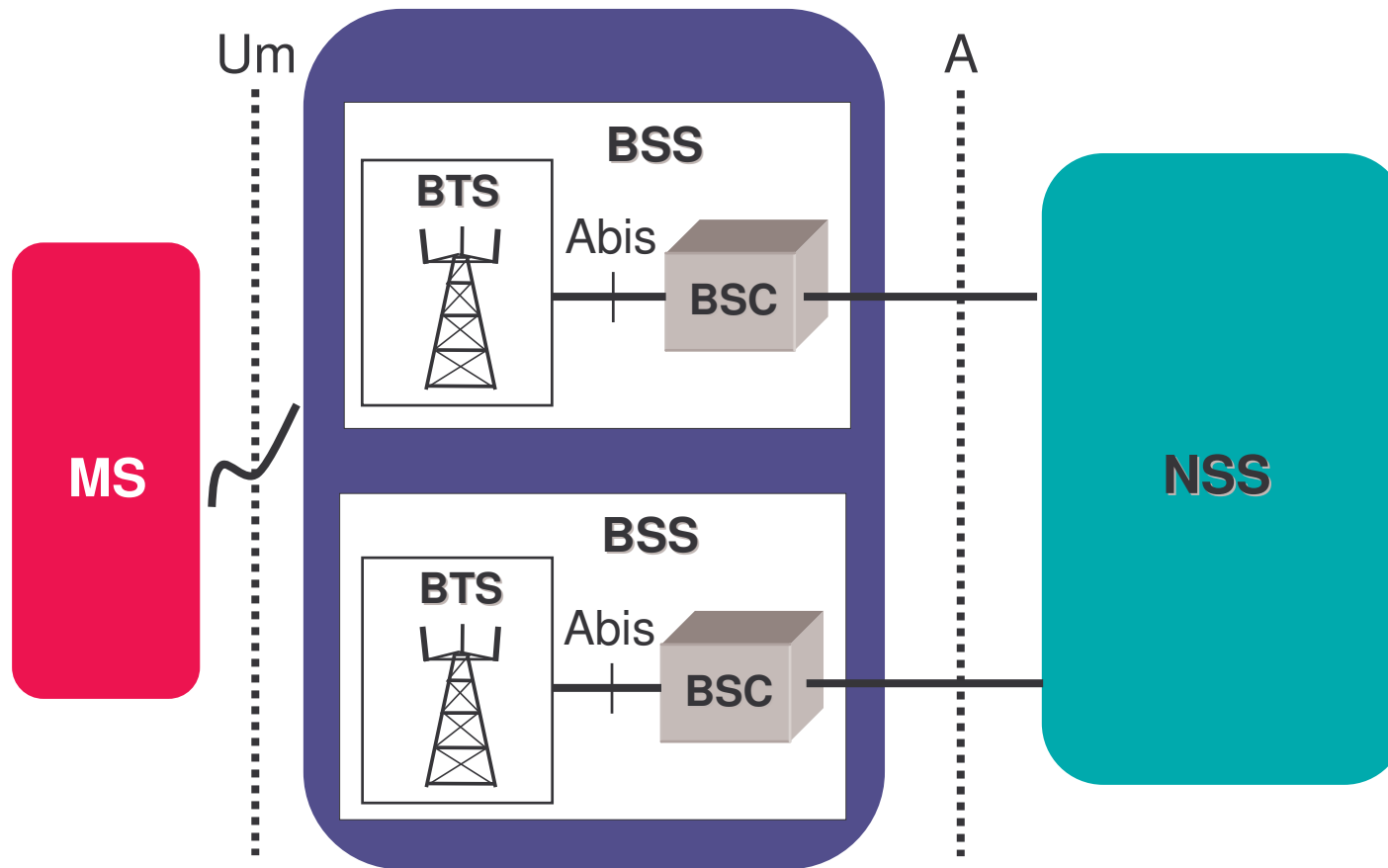
## *Services supplémentaires GSM*

---

Fonctionnalités d'utilisation qui peuvent être offertes en complément des téléservices et des services support. Dépendent du PLMN, mais aussi des possibilités techniques et administratives du réseau destinataire

- **Identification de numéro** (présentation / restriction d'identification de la ligne appelant, présentation / restriction d'identification de la ligne connectée)
- **Renvoi d'appel** (renvoi d'appel systématique, en occupation...)
- **Double appel** (mise en instance / attente)
- **Conférence** (appel multipartie, groupe fermé d'utilisateurs)
- **Facturation** (indication du montant avec ou sans interdiction)
- **Restriction d'appel** (interdiction des appels sortants, internationaux...)

# Architecture du réseau d'accès radio GSM





## ***BSS (Base Station Subsystem)***

---

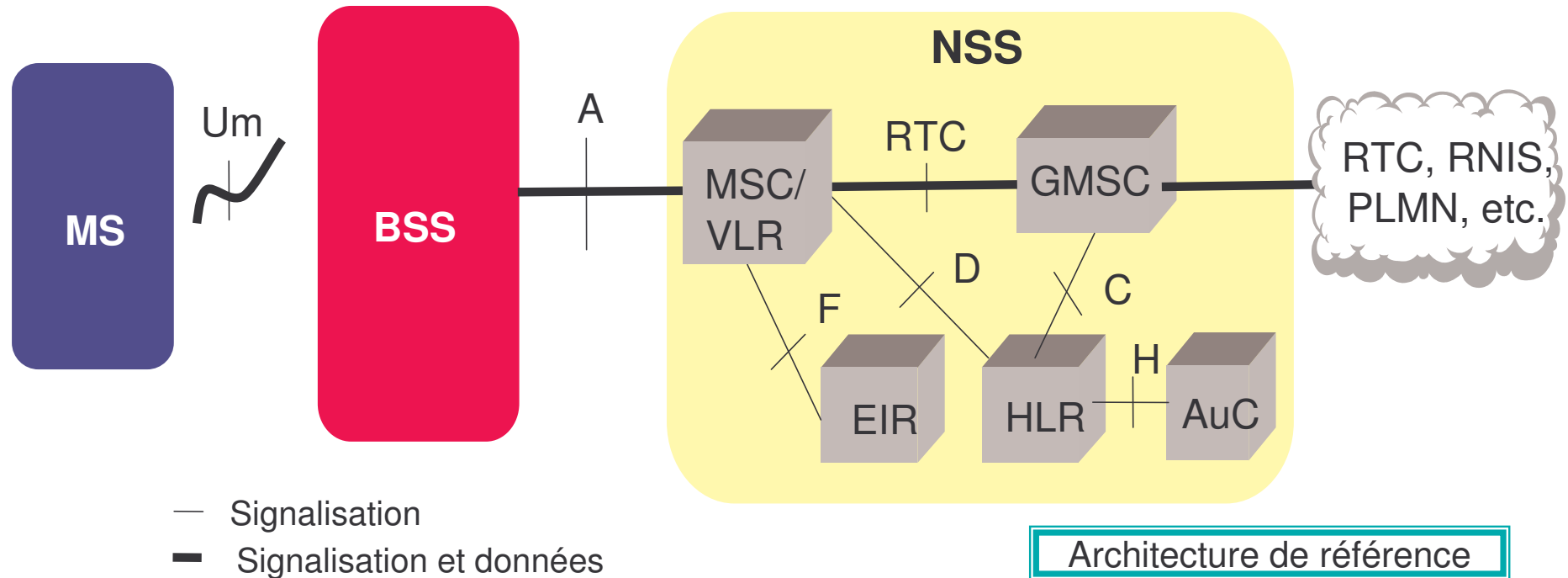
### ***BSC (Base Station Controller)***

- C'est l'organe « intelligent » du BSS chargé de la gestion des ressources radio :
  - Allocation des canaux
  - Utilise les mesures effectuées par la BTS pour contrôler la puissance d'émission du mobile et/ou de la BTS
  - Prend la décision de l'exécution du *handover*
- Une ou plusieurs BTS sont sous son contrôle

### ***BTS (Base Transceiver Station)***

- Effectue les procédures de la couche physique : multiplexage TDMA, saut de fréquences lent, chiffrement, modulation / démodulation RF
- Réalise un ensemble de mesures radio nécessaires pour vérifier la qualité de la liaison et qui sont exploitées par le BSC
- Gère la couche liaison de données (LAPDm)
- Capacité typique autour de 16 porteuses (support d'une centaine de communications simultanées)

## Architecture du réseau cœur GSM (NSS)



- 👉 Echanges de signalisation fondés sur le Système Sémaphore no. 7 (SS7)
- 👉 En charge de la gestion des services à commutation de circuits : voix, fax, SMS, data...
- 👉 Interconnexion au réseau téléphonique fixe (RTC) et aux réseaux de données RNIS



# Principales entités physiques du NSS

23.002

## **Home Location Register (HLR)**

Base de données. Elle contient des informations concernant les conditions d'abonnement de l'utilisateur et les caractéristiques des services souscrits. Elle contient également des informations grossières sur la localisation de l'abonné.

## **Visitor Location Register (VLR)**

Base de données. Elle contient des informations précises sur la position de l'abonné et son déplacement dans une zone de localisation (LA).

**Authentication Centre (AuC).** Base de données qui contient les paramètres utilisés pour la gestion de la sécurité de l'accès au système.

## **Mobile Switching Centre (MSC)**

Commutateur en charge de la gestion des services en mode circuit des stations mobiles qui sont enregistrées dans la zone géographique qu'il gère.

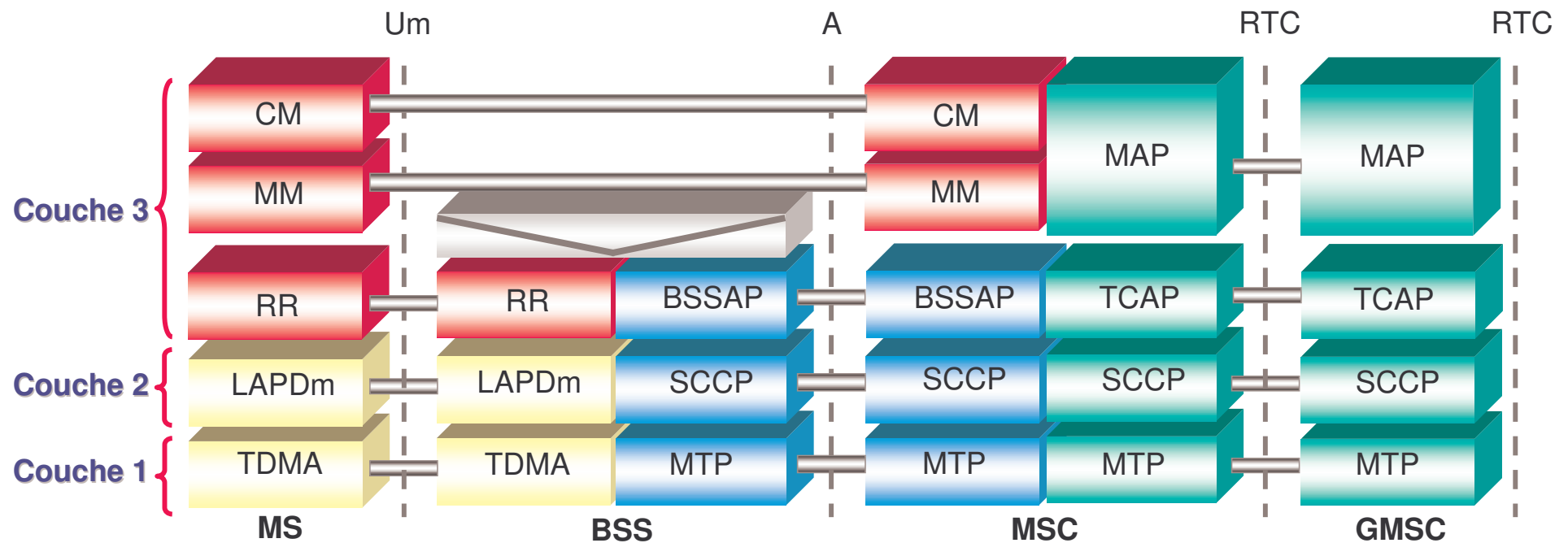
## **Gateway MSC (GMSC)**

Passerelle qui effectue le routage des appels venant du RTC vers le MSC du destinataire.

## **Equipment Identity Register (EIR).**

Base de données qui contient une liste noire des terminaux dont l'accès au réseau peut être refusé.

# Architecture en couches d'un réseau GSM – 1/3



Echanges de signalisation



## **Architecture en couches – 2/3**

---

### **Couche 1 (couche physique)**

- Définit l'ensemble des moyens de transmission et de réception physiques de l'information
- Sur l'interface Abis, la transmission est numérique, le plus souvent sur des voies 64 kbps
- Sur l'interface radio, elle est plus complexe du fait des opérations à effectuer : codage correcteur d'erreurs, multiplexage des canaux logiques, mesures radio...

### **Couche 2 (liaison de données)**

- A pour objet de fiabiliser la transmission entre deux équipements par un protocole
- Les protocoles adoptés comportent un mécanisme d'acquiescement et de retransmission (ARQ, *Automatic Repeat Request*)
- La liaison entre la BTS et le BSC est gérée par le LAPD utilisé dans le RNIS
- Entre la MS et la BTS on utilise une version modifiée du LAPD : le LAPDm

Javier Sanchez auteur du livre :

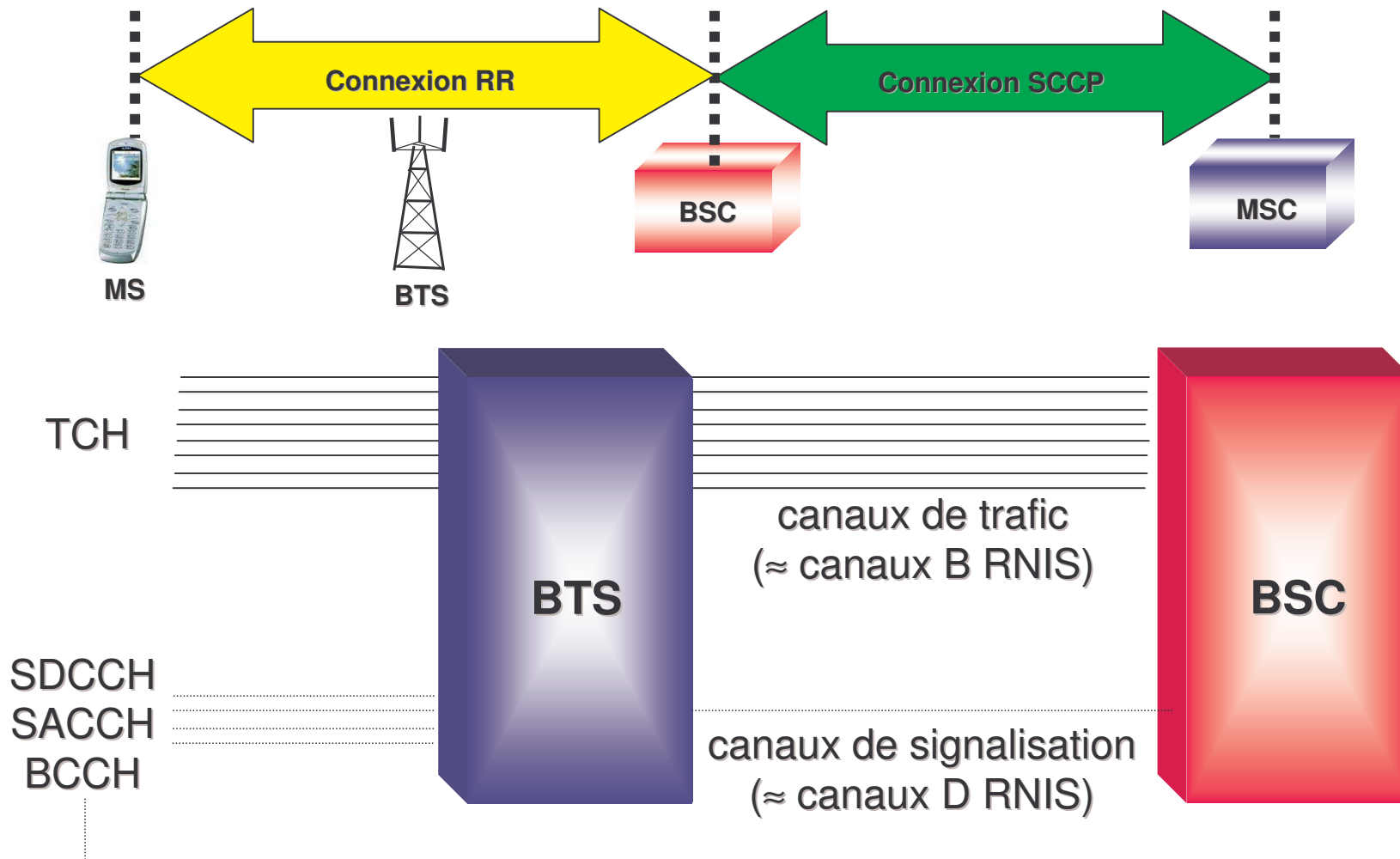
« UMTS », 2ème édition, Mars 2004



### Couche 3 (réseau)

- Etablit, maintient et libère les circuits de parole ou de données impliqués dans une communication
- Comporte trois sous-couches :
  - ◆ **RR** (*Radio Resources*) : gère l'ensemble des aspects purement radio
  - ◆ **MM** (*Mobility Management*) : prend en charge la localisation, l'authentification et l'allocation du TMSI
  - ◆ **CM** (*Connection Management*) :
    - **CC** (*Call Control*) : traite la gestion des connexions de circuits avec le destinataire final
    - **SMS** (*Short Message Service*) : assure la transmission et la réception de messages courts
    - **SS** (*Supplementary Services*) : gère les services supplémentaires

## Communication entre le mobile et le MSC – 1/2





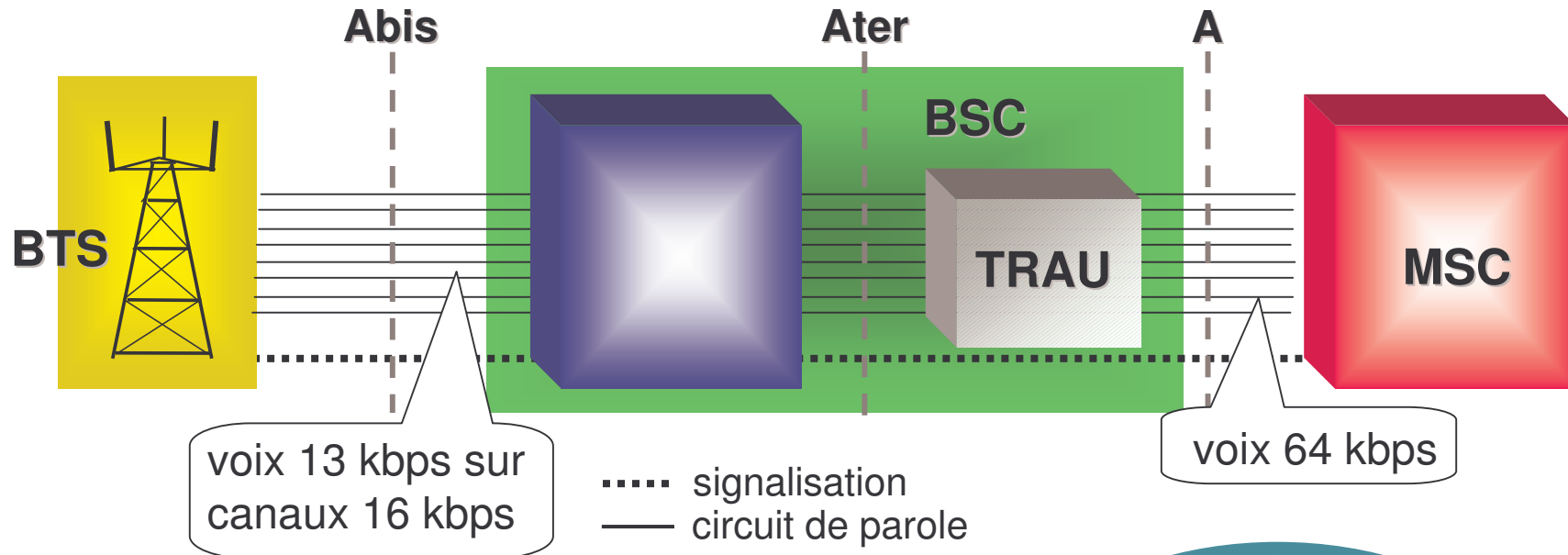
## ***Communication entre le mobile et le MSC – 2/2***

---

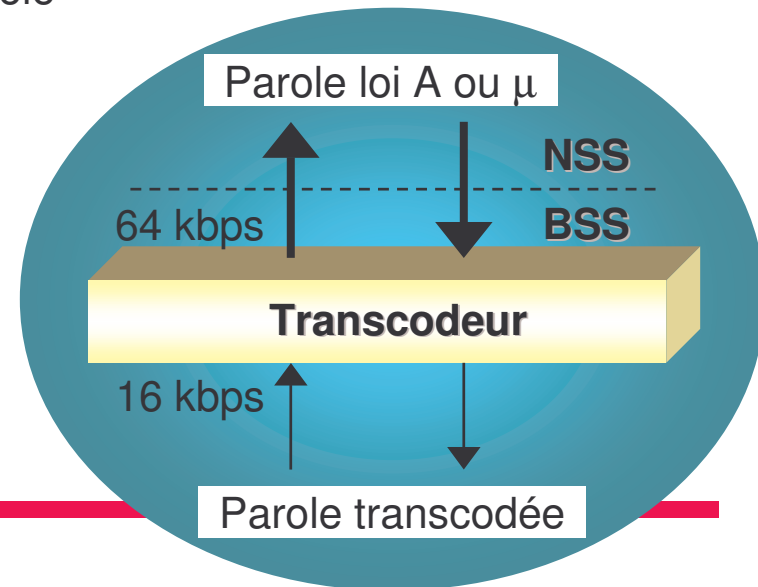
**Pour pouvoir communiquer avec le MSC, le terminal mobile doit :**

- Établir une connexion radio, appelée connexion RR, pour disposer d'au moins un canal dédié de façon à dialoguer avec le réseau
- Établir une connexion de niveau 2 avec la BTS pour fiabiliser le dialogue sur le canal dédié
- Établir une connexion avec le MSC, appelée connexion MM, qui est possible grâce à une connexion RR (MS-BSC) et à une connexion SCCP (BSC-MSC)

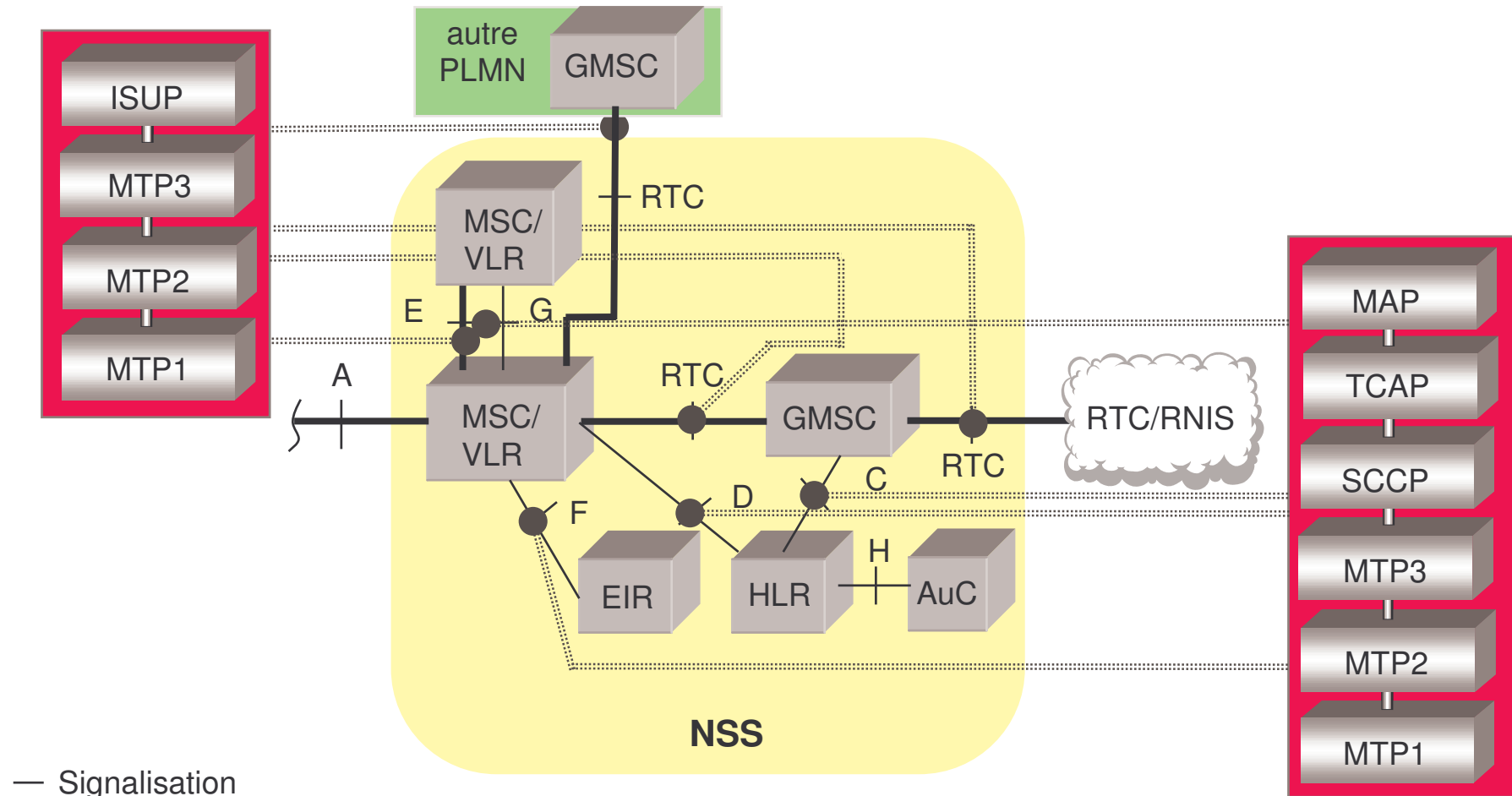
# Le transcodage de la parole



**260 bits / 20 ms (13 kbps) +**  
21 bits de control +  
4 bits d'alignement +  
35 bits de synchronisation =  
**320 bits / 20 ms (16 kbps)**



## Communication à l'intérieur du NSS



— Signalisation  
 ■ Signalisation et données



## ***Principales procédures gérées par le NSS***

---

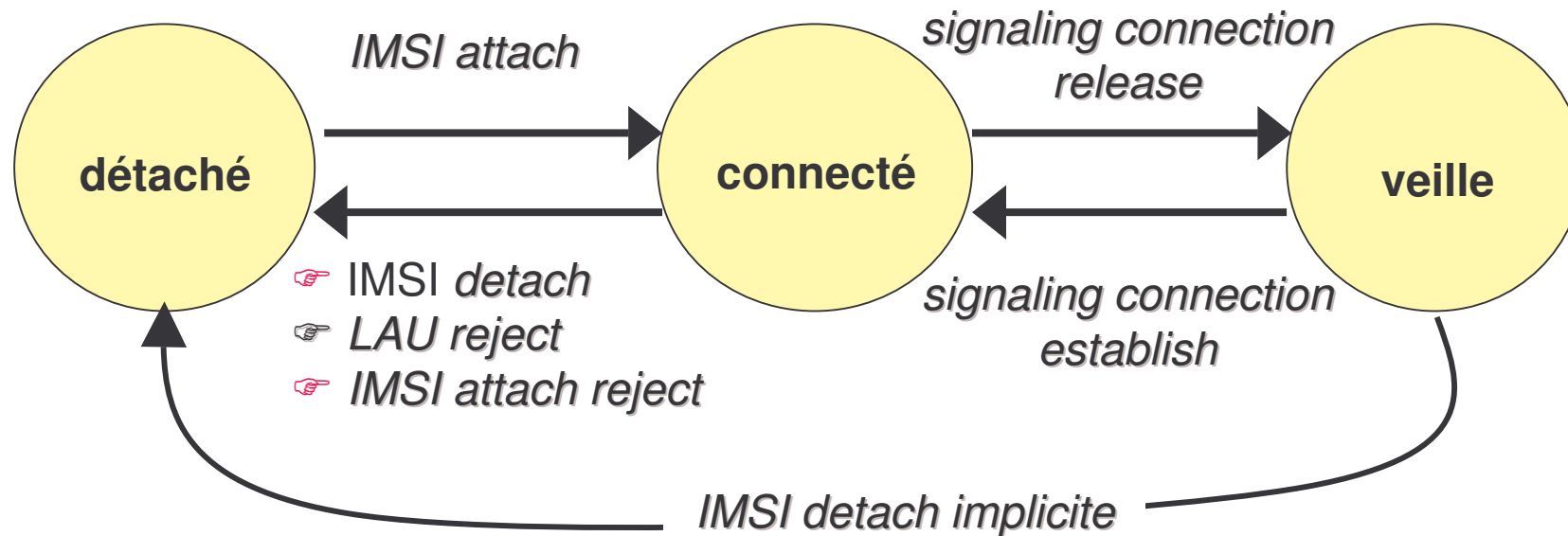
➡ **Procédure *IMSI attach***. Permet au mobile de se faire connaître auprès du réseau et d'accéder aux services souscrits.

➡ **Procédure *IMSI detach***. Permet au mobile ou au réseau de s'informer l'un l'autre lorsque les services gérés par le MSC ne sont plus accessibles.

➡ **Procédures de sécurisation des appels**. Comprennent l'authentification, l'assignation d'identificateurs temporaires (TMSI) et l'activation du chiffrement

➡ **Procédures de gestion de la mobilité**. Permettent de suivre le mobile dans ses déplacements tout en assurant la continuité des services

## Etats du mobile vis-à-vis du NSS – 1/3





## *Etats du mobile vis-à-vis du NSS – 2/3*

---

### *Etat détaché*

- Il n'y a pas de communication entre la MS et le MSC
- La MS n'est pas joignable car sa position est inconnue
- Pour pouvoir passer ou recevoir des appels, la MS doit effectuer la procédure **IMSI attach** pour s'inscrire au réseau

### *Etat de veille*

- La position de la MS est connue par le MSC avec une précision de LA
- Des messages de notification d'appel (*paging*) sont nécessaires pour joindre la MS
- La MS doit effectuer la procédure « *Location Area update* » si la LA évolue au cours de ses déplacements





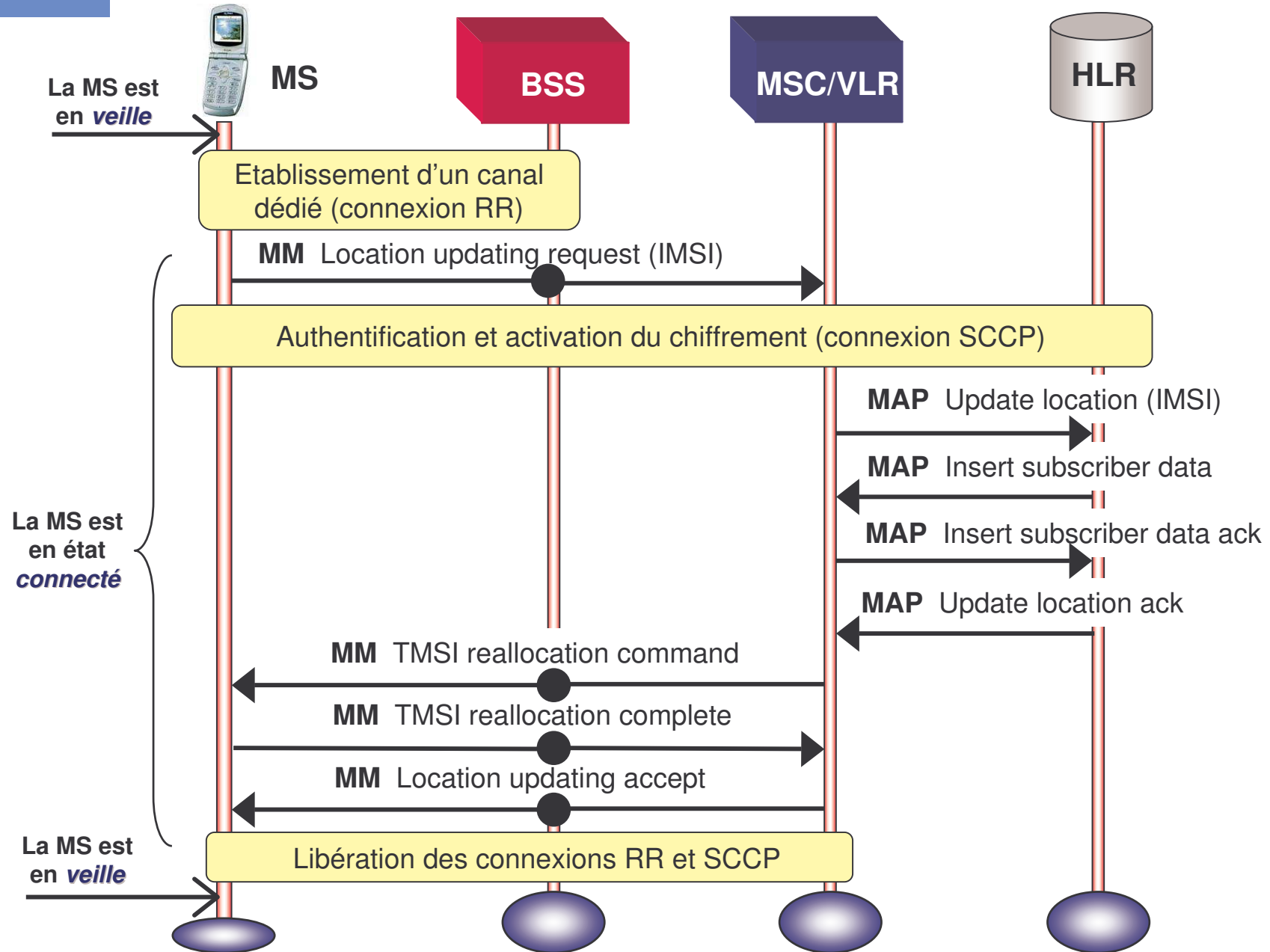
## ***Etats du mobile vis-à-vis du NSS – 3/3***

---

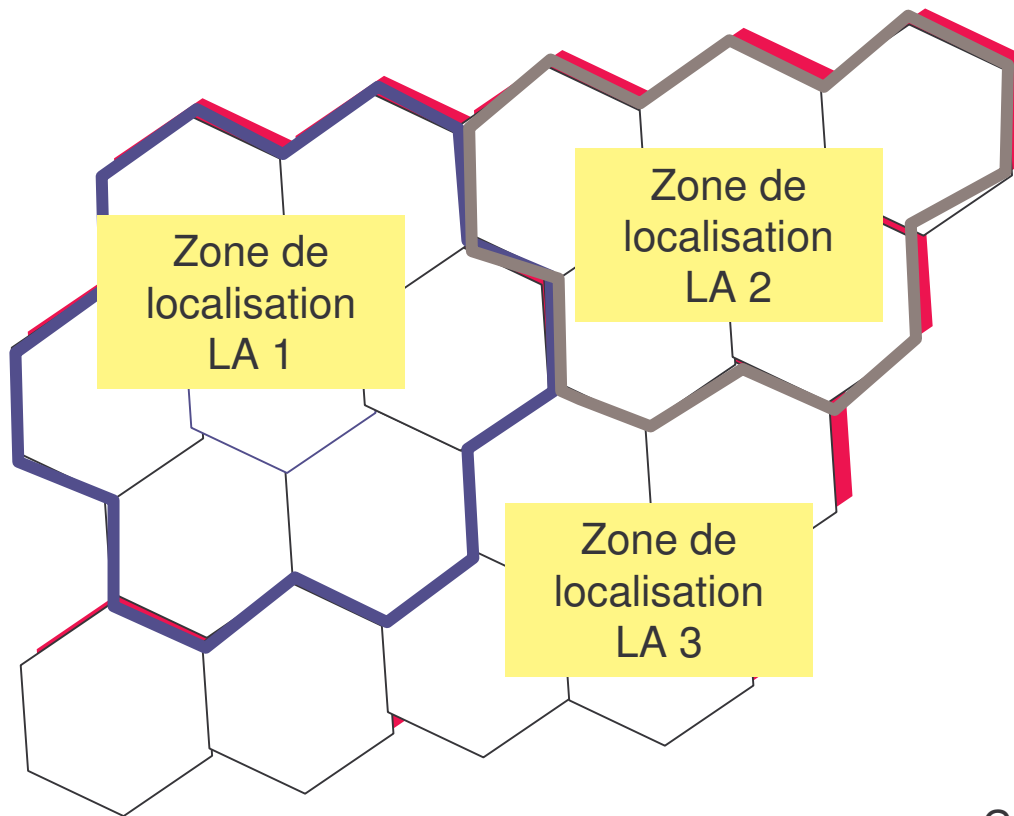
### ***Etat connecté***

- La position de la MS est connue par le MSC avec une précision du BSC : la gestion de la mobilité est à la charge du BSC
- La MS a établi une communication avec le BSS et peut passer des appels téléphoniques ou transmettre des données
- La MS passe dans l'état veille lorsque la signalisation entre la MS et le MSC a été relâchée ou coupée

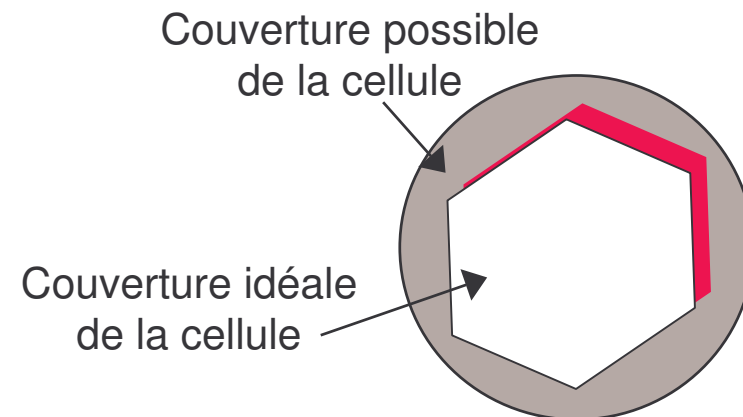
# Inscription auprès du réseau (IMSI attach)



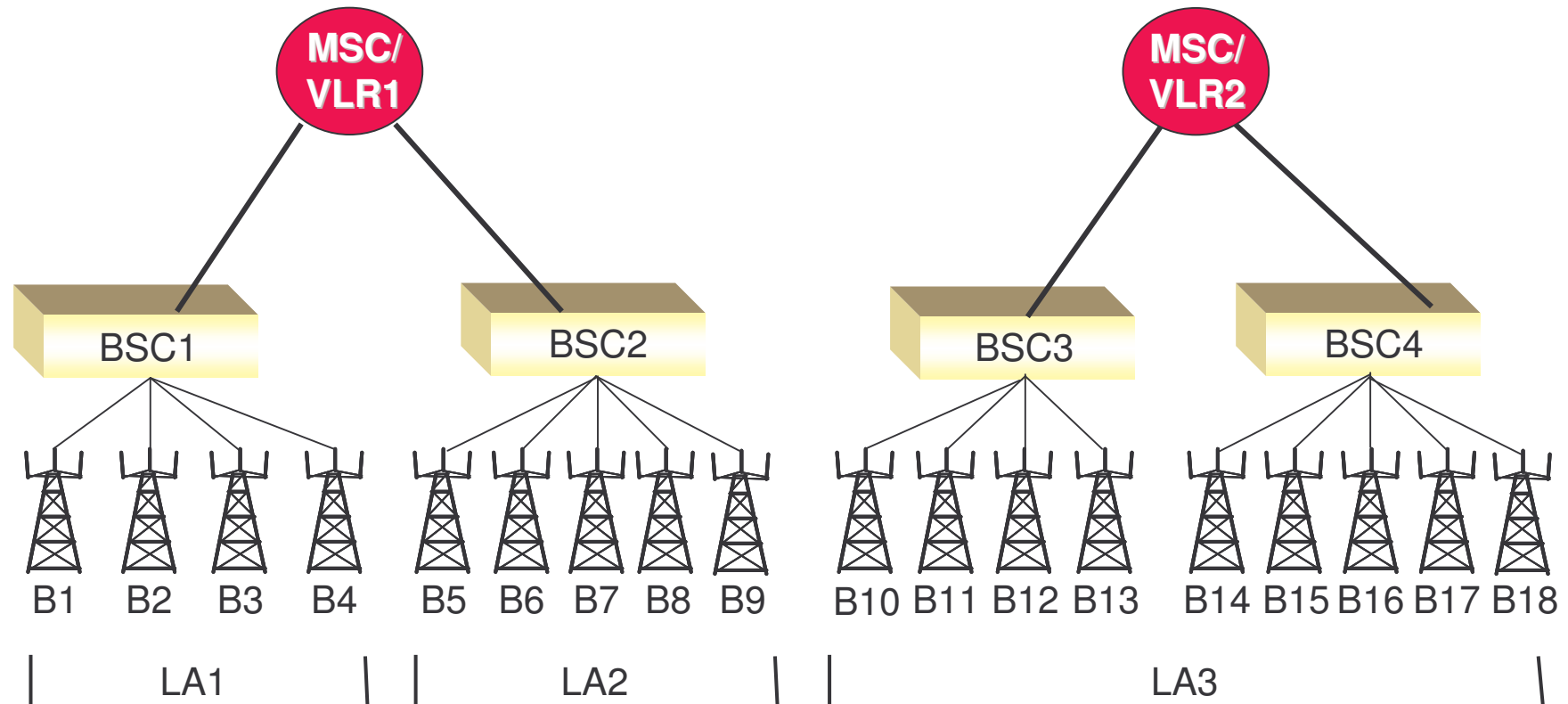
# Zones de localisation et le « concept » cellulaire



- Utilisation de plusieurs fréquences porteuses
- On n'utilise pas la même fréquence dans des cellules adjacentes
- La taille de la cellule varie entre 100 m et 30 kms et dépend de la densité d'utilisateurs, de la géographie, de la puissance de la BTS, etc.

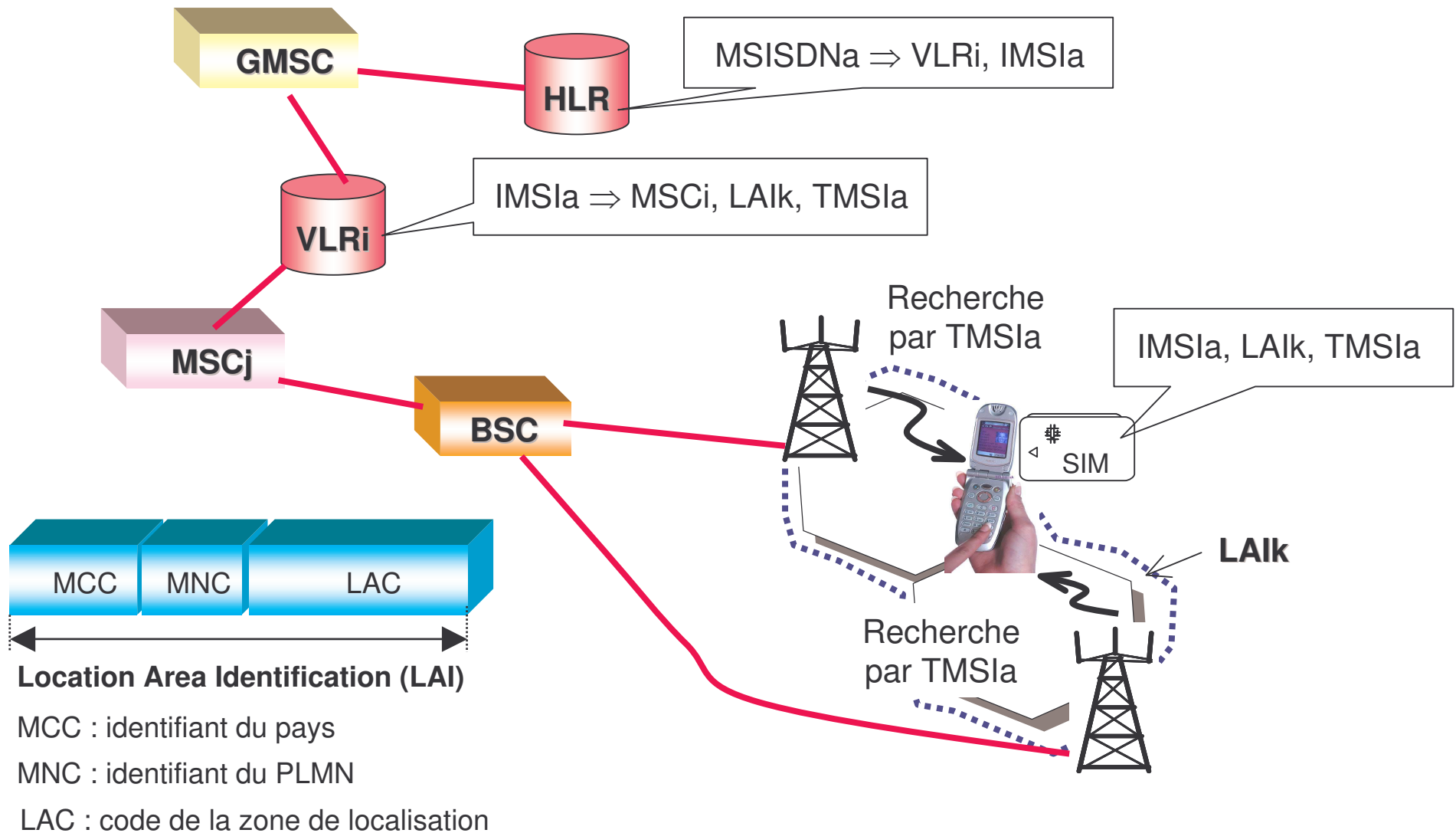


## Les zones de localisation en GSM – 1/2

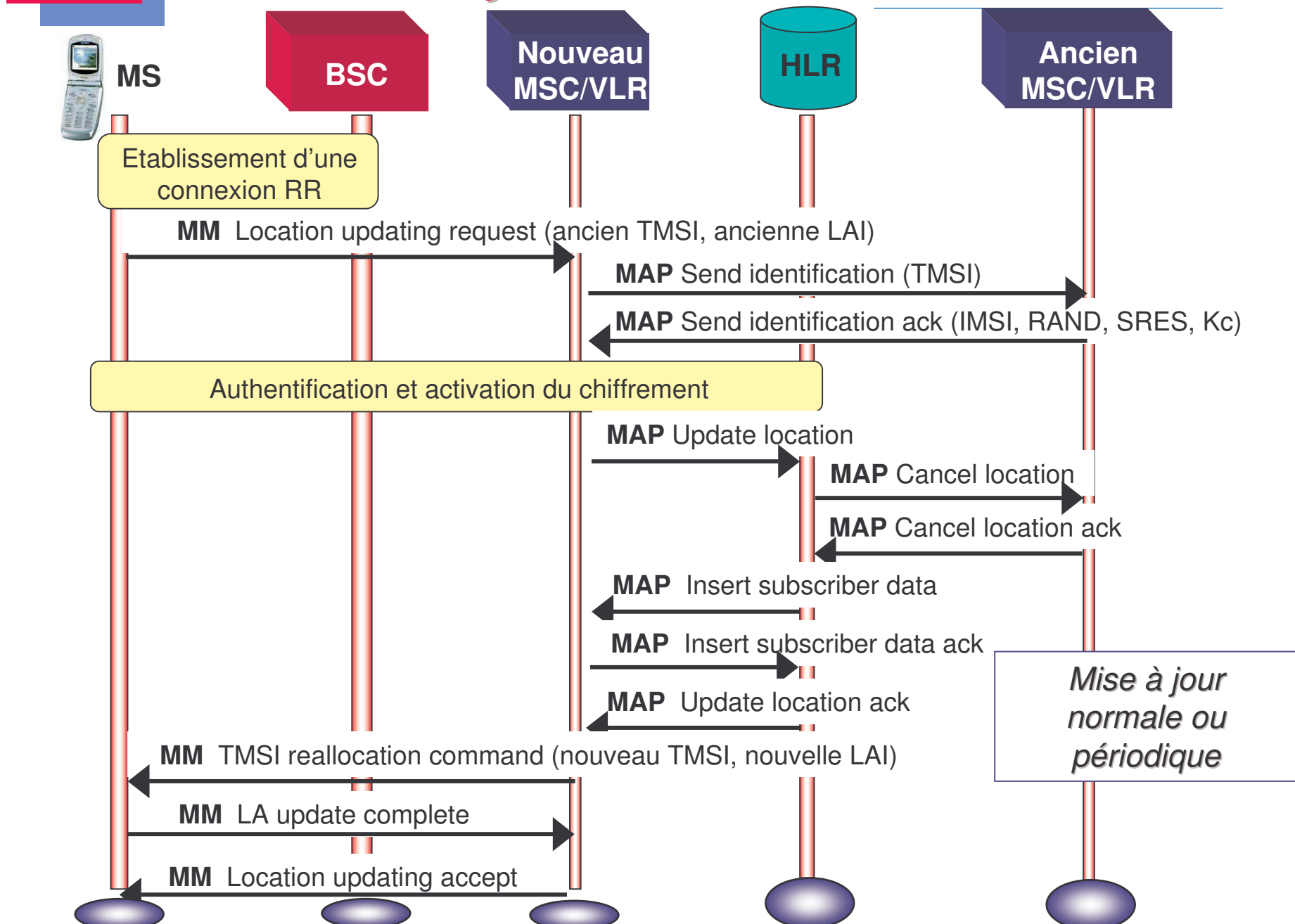


☞ **LA.** Consiste en un ensemble de cellules gérées par un même et unique MSC/VLR.

# Les zones de localisation en GSM – 2/2



# Mise à jour de la zone de localisation





## ***Procédures de sécurisation des appels en GSM***

---

- Elles sont mises en place :
  - 👉 lors de l'inscription initiale au réseau
  - 👉 lors d'un changement de LA
  - 👉 lors d'une demande de connexion générée par la MS
  - 👉 lors d'une réponse à un message de *paging*

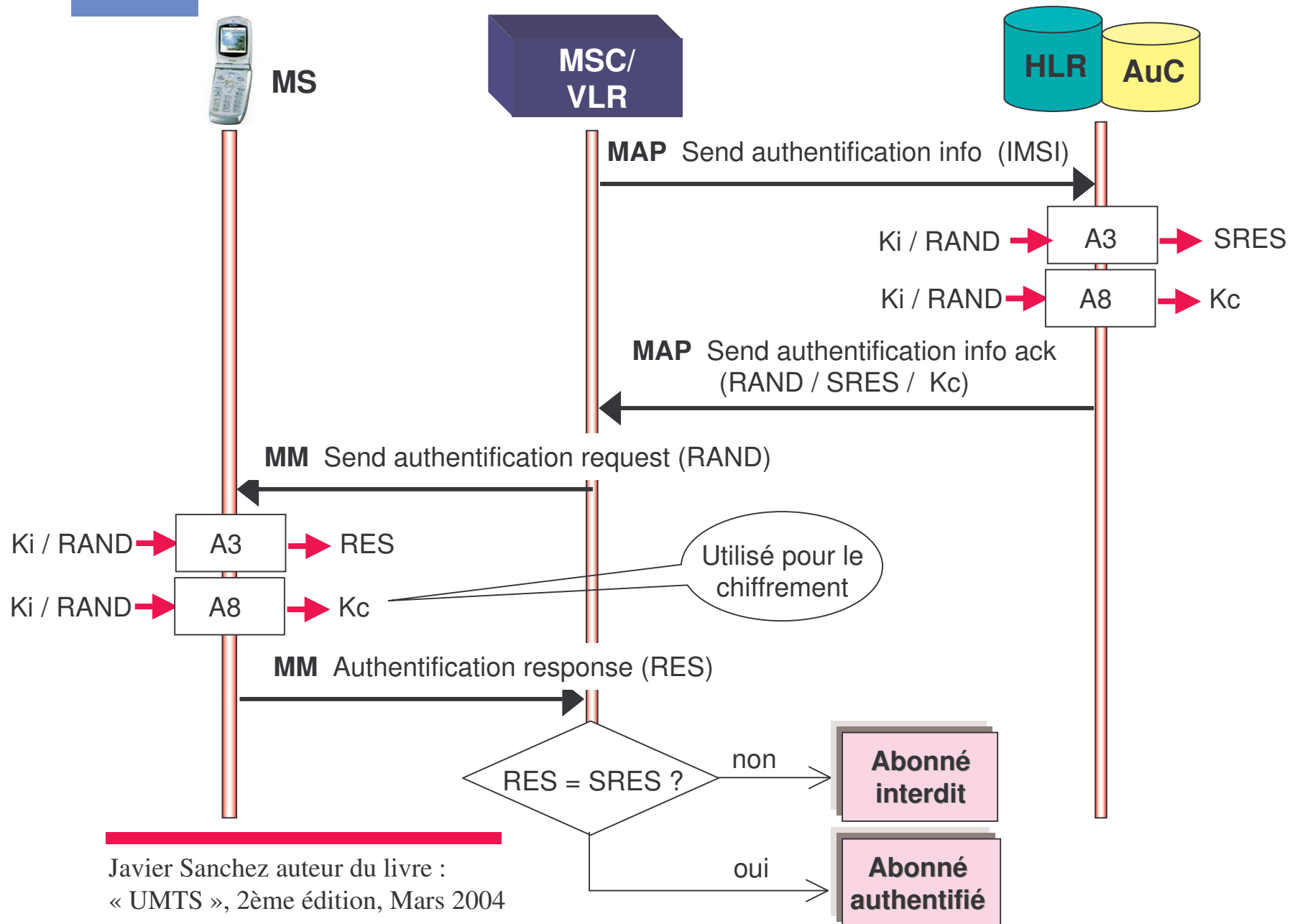
### ***Authentication***

- Permettent d'assurer la confidentialité et l'authenticité des échanges entre la MS et le réseau

### ***Chiffrement***

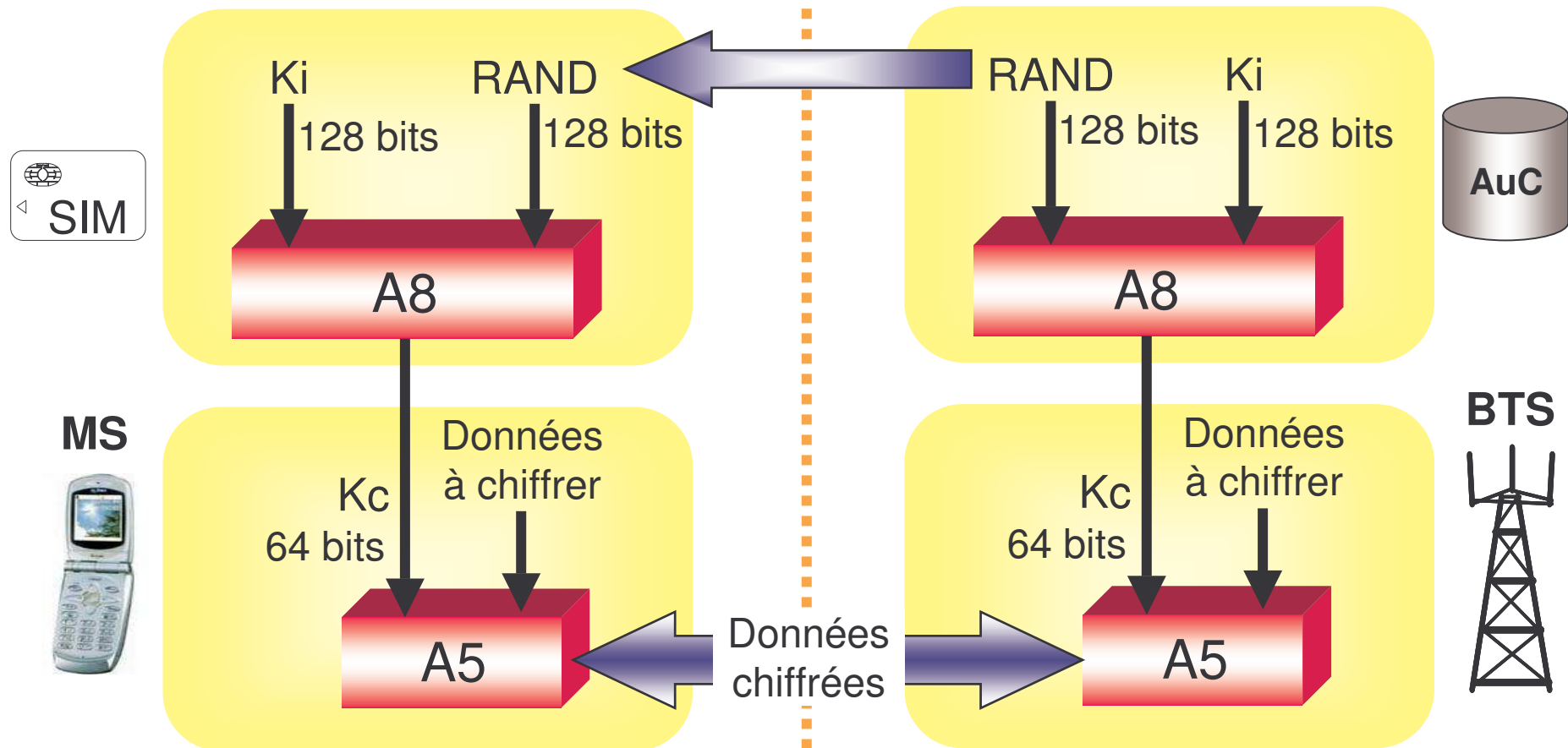
- Utilisé pour préserver la confidentialité de la voix, des données et de la signalisation transférées sur le canal radio

# Processus d'authentification

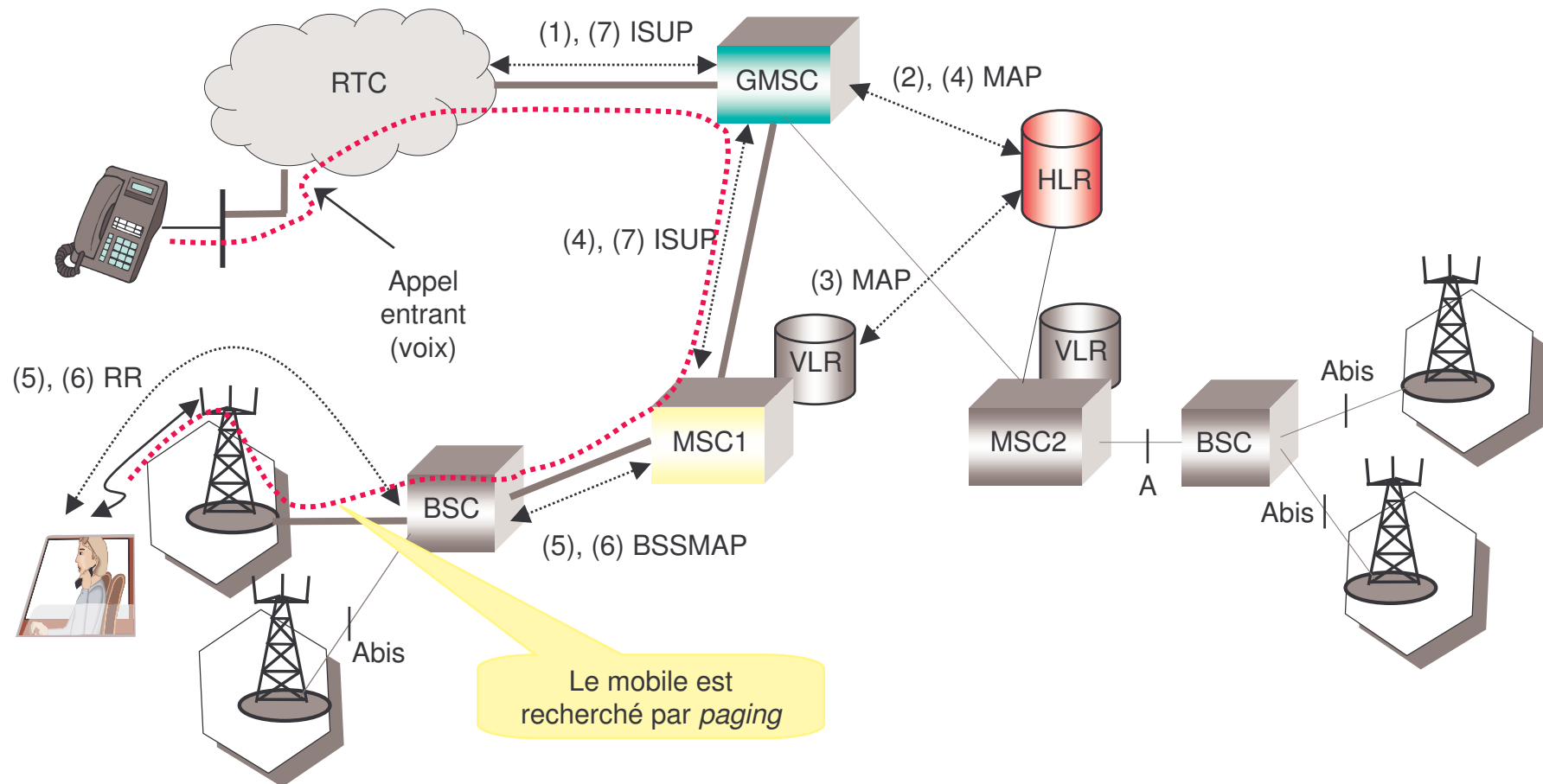




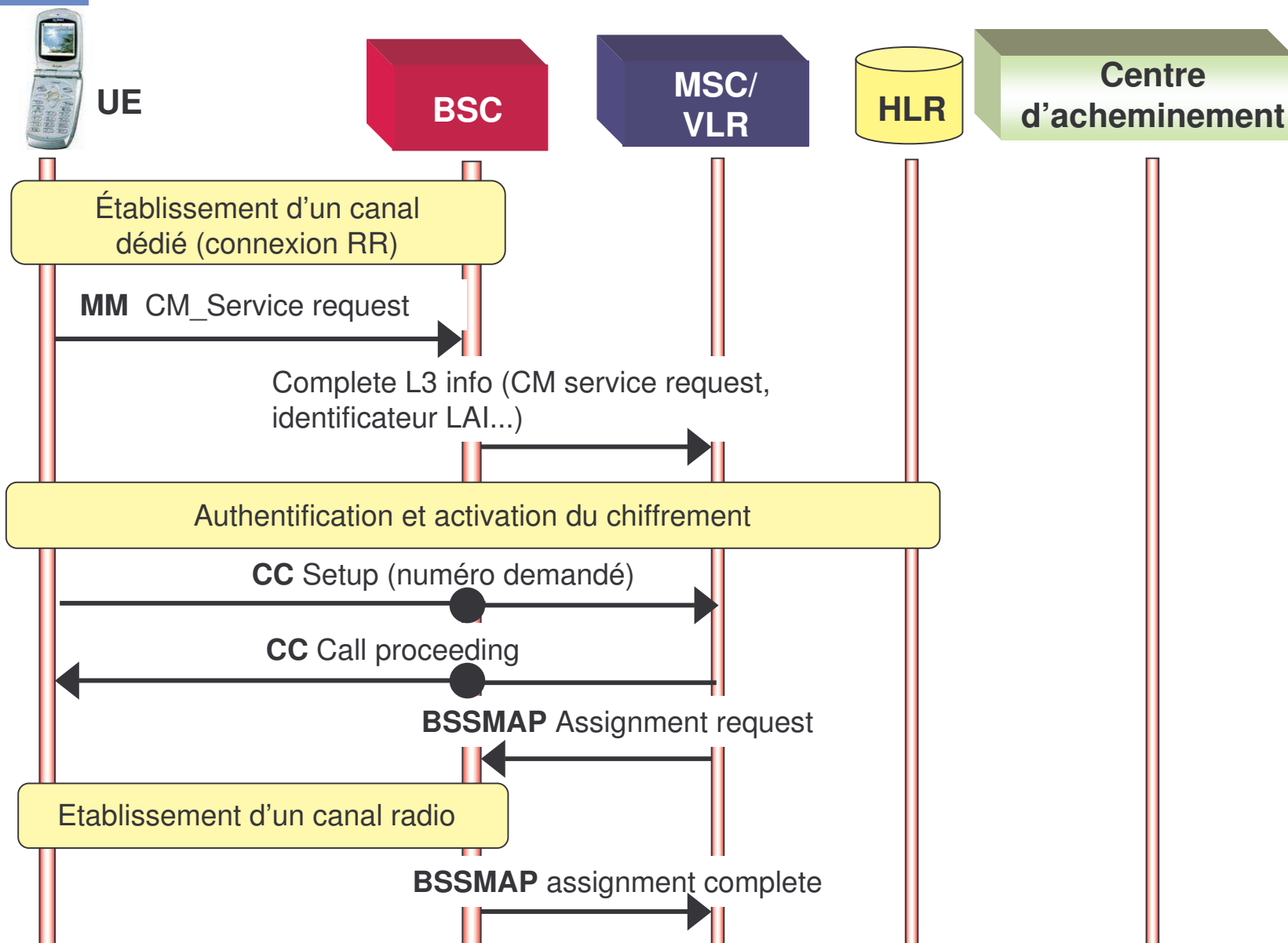
## Processus de chiffrement



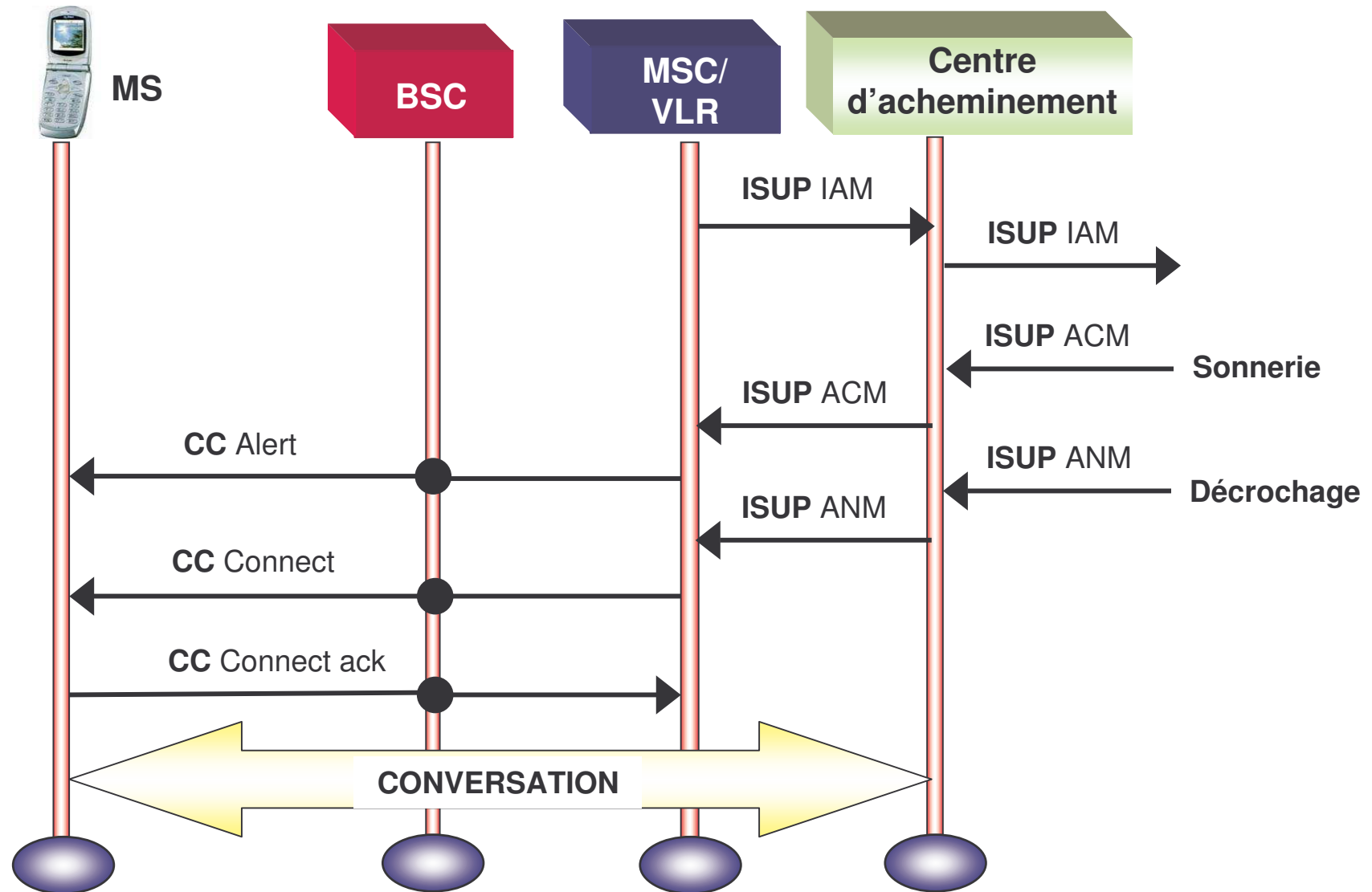
## Exemple de l'établissement d'un appel entrant



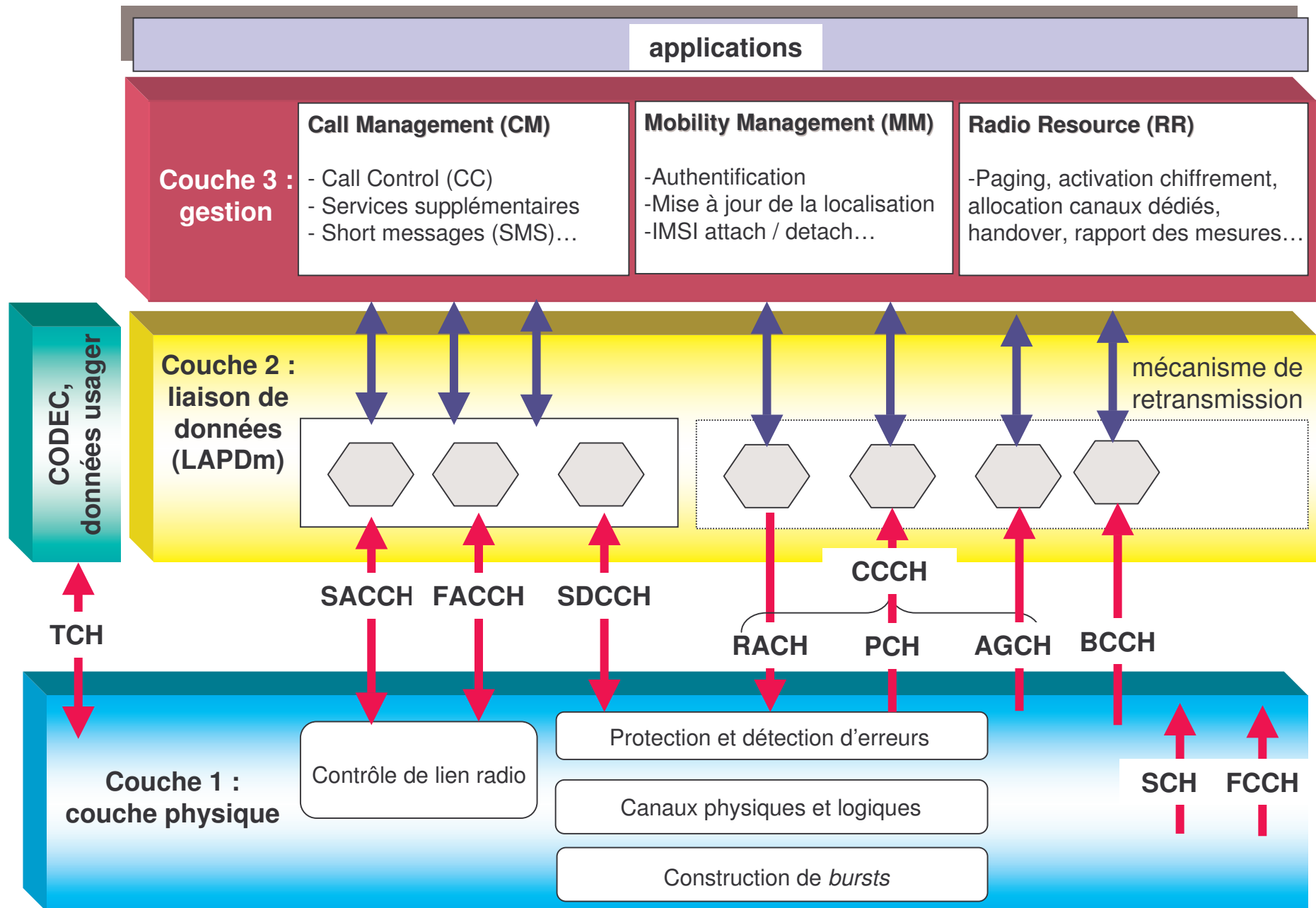
## Appel sortant – 1/2



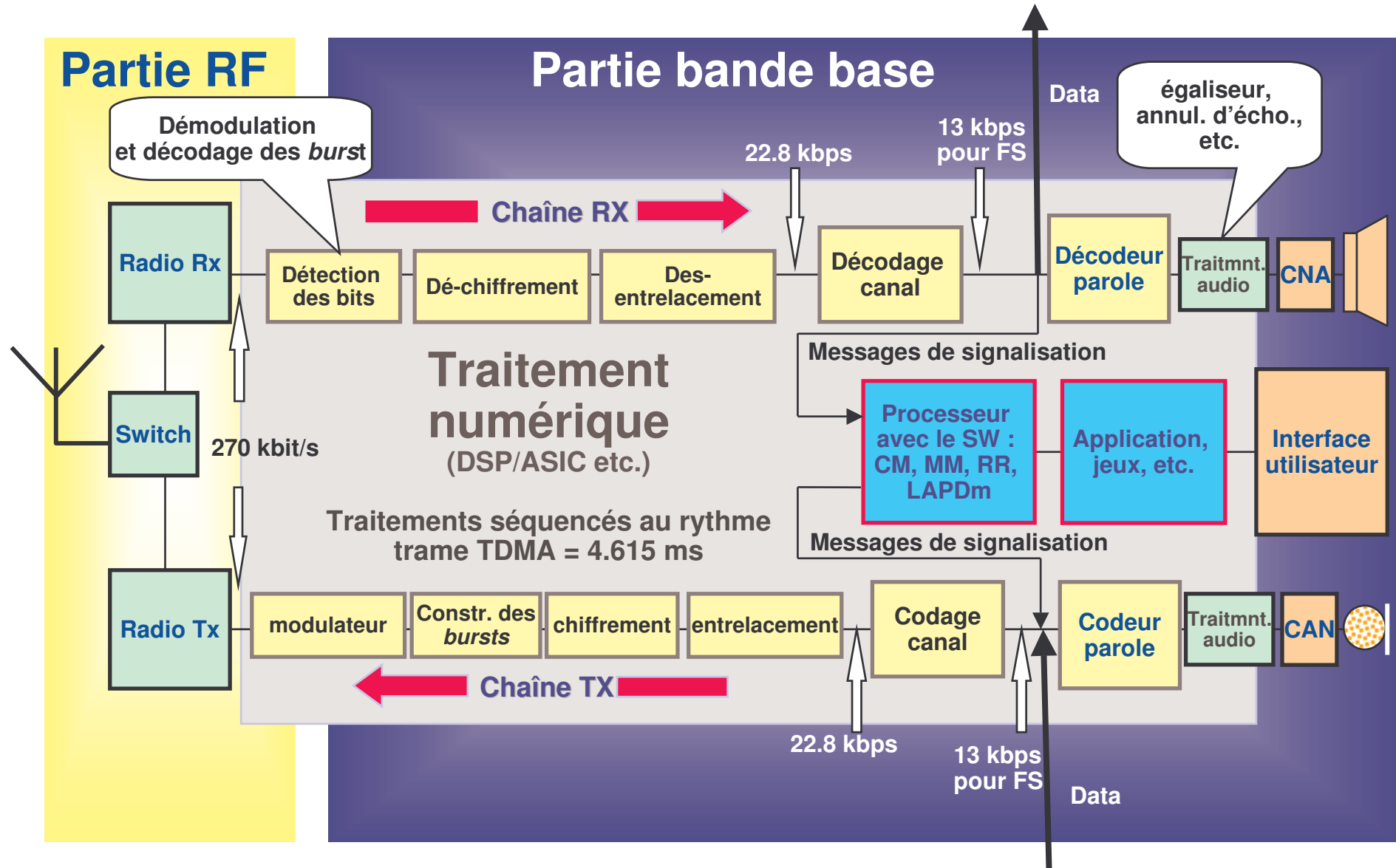
## Appel sortant – 2/2



# Architecture protocolaire en couches d'un terminal GSM



# Chaîne d'émission et de réception d'un terminal GSM



# Types de canaux en GSM

<b>Broadcast channel BCH</b> unidirectionnel en diffusion (voie balise)	Frequency Correction Channel <b>FCCH</b> ↓	Calage sur fréquence porteuse
	Synchronisation Channel <b>SCH</b> ↓	Synchronisation + identification
	Broadcast Control Channel <b>BCCH</b> ↓	Information système
<b>Common control channel CCCH</b> accès partagé	Paging Channel <b>PCH</b> ↓	Appel du mobile
	Random Access Channel <b>RACH</b> ↑	Accès aléatoire du mobile
	Access Grant Channel <b>AGCH</b> ↓	Allocation de ressource
	Cell Broadcast Channel <b>CBCH</b> ↓	Messages courts diffusés
<b>Dedicated control channel</b>	Stand-Alone Dedicated Control Channel <b>SDCCH</b> ↓ ↑	Signalisation
	Slow Associated Control Channel <b>SACCH</b> ↓ ↑	Supervision de la liaison
	Fast Associated Control Channel <b>FACCH</b> ↓ ↑	Exécution du handover
<b>Traffic Channel TCH</b>	Traffic Channel for coded speech <b>TCH/FS</b> et <b>TCH/HS</b> ↓ ↑	Voix plein / demi débit
	Traffic Channel for data ↓ ↑ user rate 9,6 kbps, 4,8 kbps, <2,4 kbps	Données utilisateur

## Canaux logiques

■ Ce sont des « fils » qui relient la couche physique à la couche 2. Ils sont définis par le type d'information qu'ils convoient

🚗 **Canaux communs.** Canaux point à multipoint ou point à point unidirectionnels utilisés pour le transfert d'information d'un ou de plusieurs utilisateurs (AGCH, PCH, BCH, RACH et CBCH) (FCCH, SCH)

🚗 **Canaux dédiés.** Canaux point à point dédiés à un utilisateur en particulier :

👤 **Canaux de trafic.** Utilisés pour le transfert de la parole et des données usager (TCH) après établissement de la communication

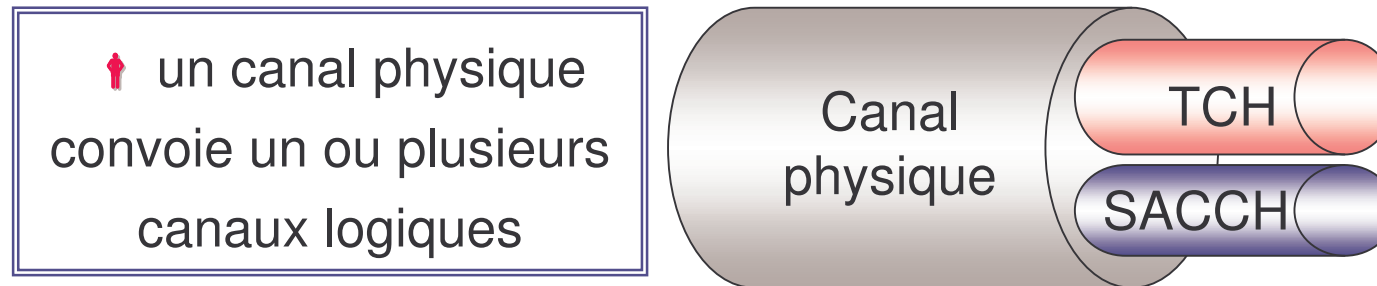
👤 **Canaux de contrôle.** Utilisés pour le transfert de messages de signalisation (SDCCH, SACCH, FCCH)



## Définition de canal physique GSM

### Un canal physique est caractérisé par :

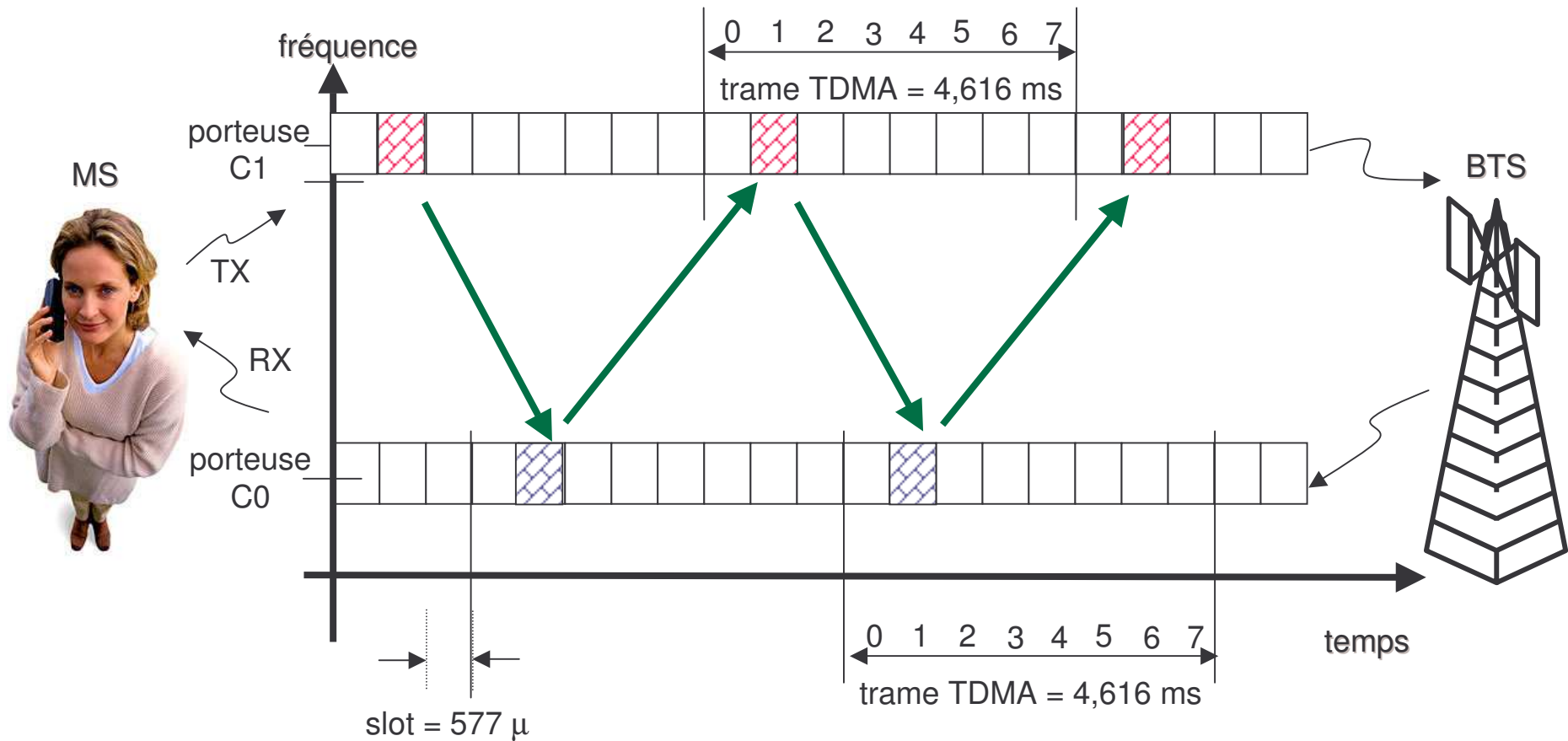
- une paire de fréquences
- un slot particulier par fréquence choisi parmi huit



### Métriques temporelles des canaux physiques

- **Trame radio.** Intervalle de temps de longueur 8 slots, soit 4,615 ms ;
- **Slot.** Intervalle de temps de longueur 577  $\mu$ s ;
- **FN.** Compteur de trames qui sert de référence temporelle dans une cellule. Il est modulo  $M = 26 \times 51 \times 2^{11}$

# Canaux physiques pour une transmission « duplex »

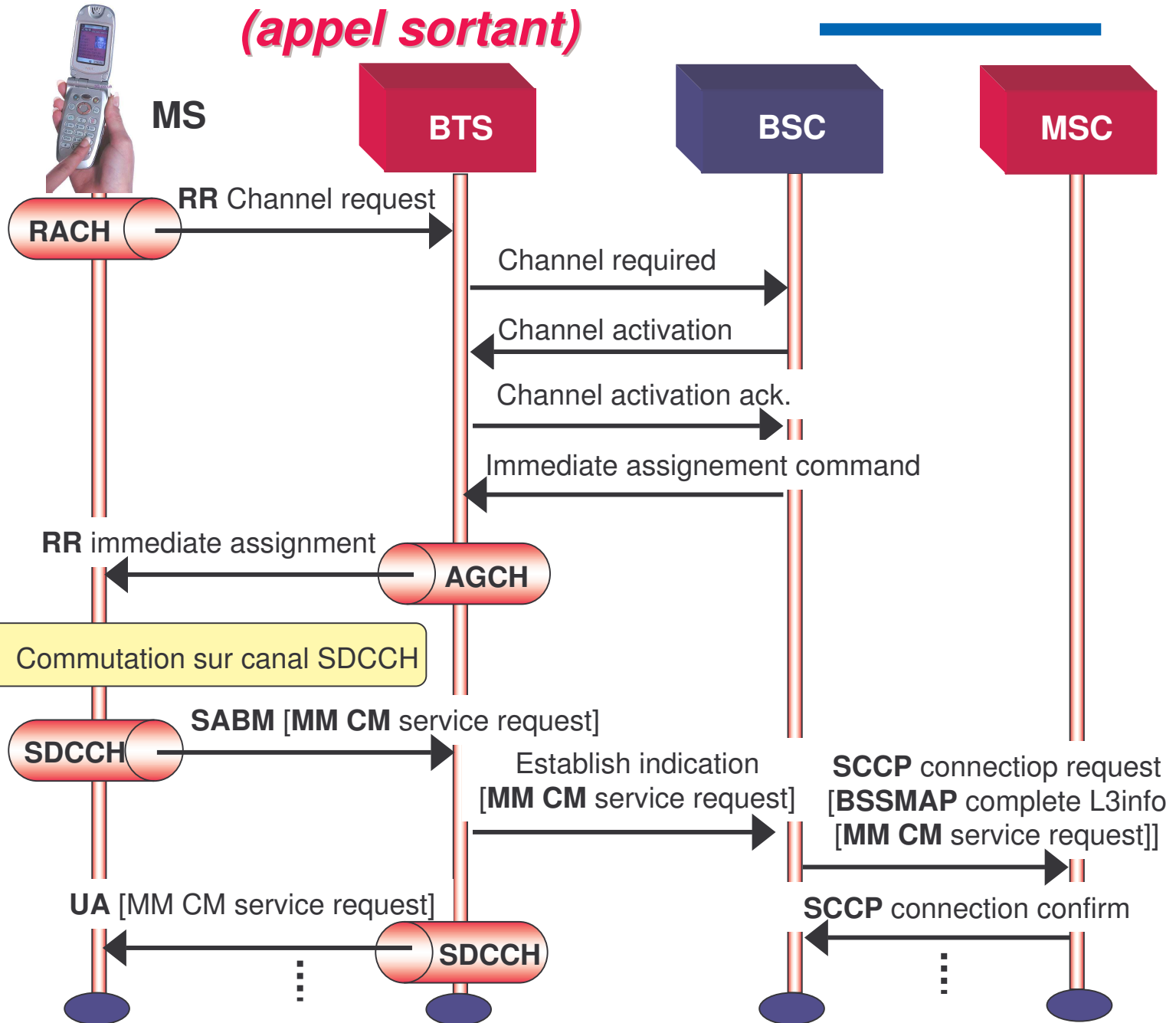


Le débit brut de transmission max. sur un canal physique de trafic GSM est de  $456 / 20 \text{ ms} = 22,8 \text{ kbps}$

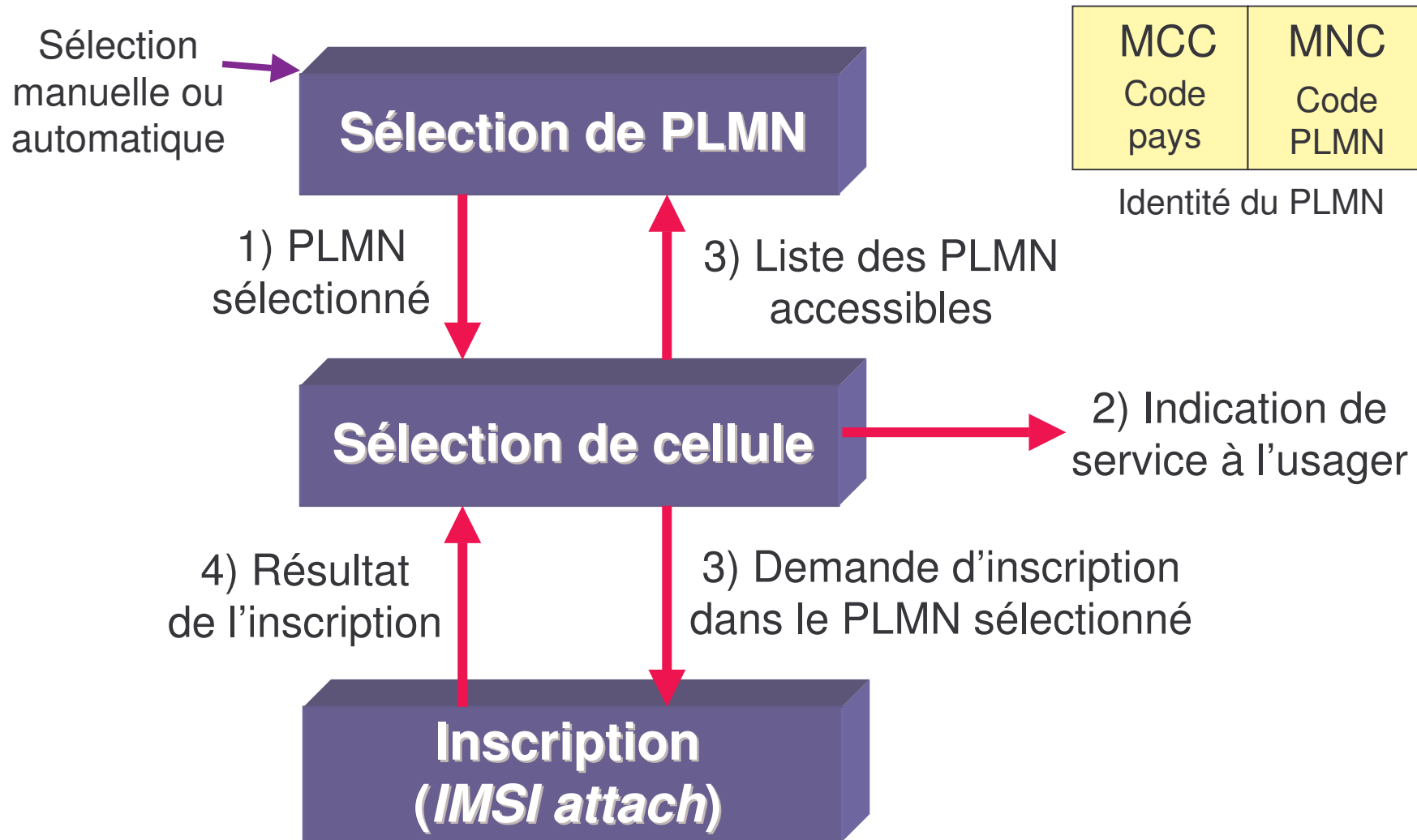
# Allocation d'un canal SDCCH (appel sortant)

Établissement de  
la connexion RR

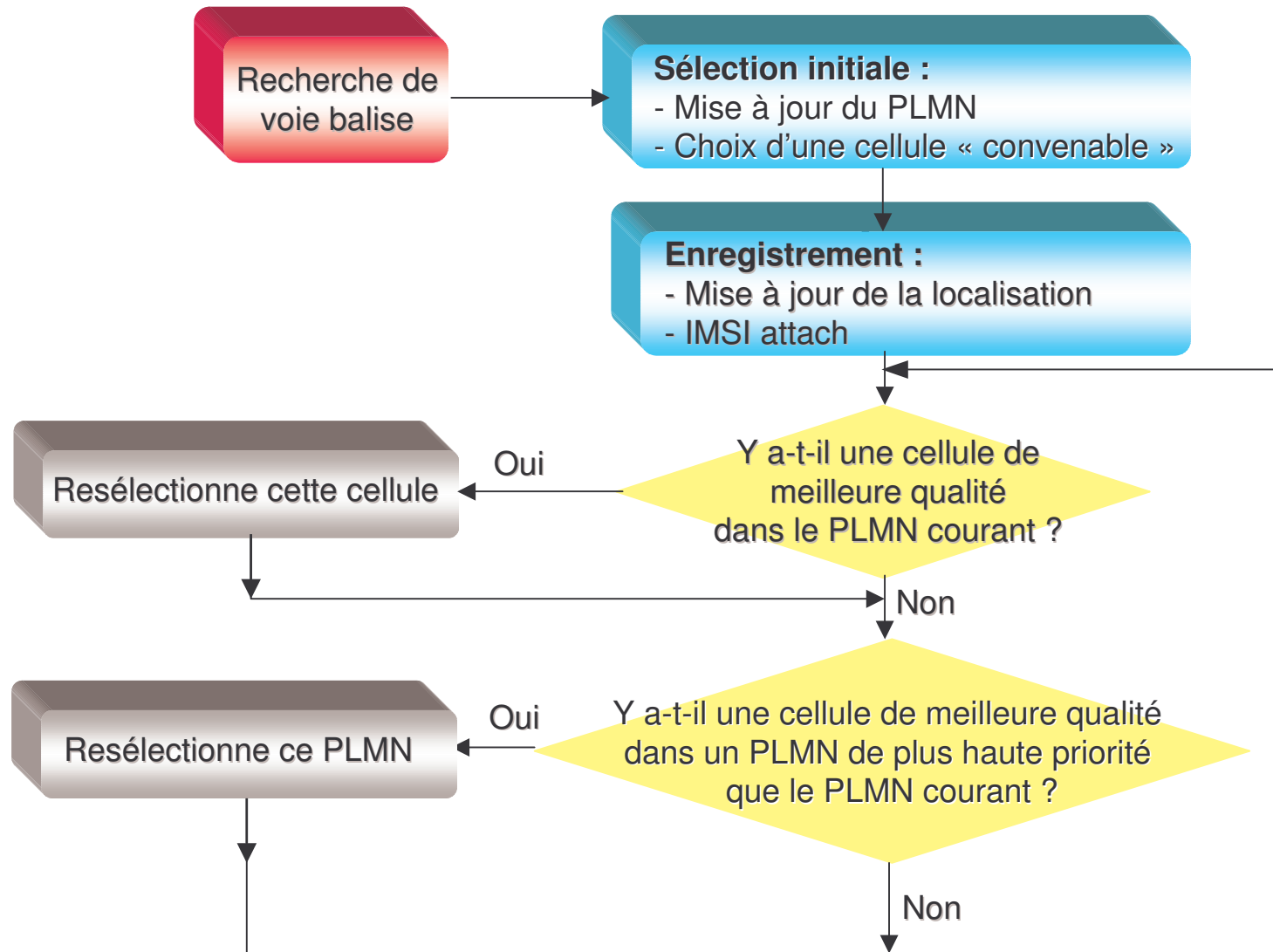
Un chemin complet de  
signalisation est maintenant  
disponible entre le MS et NSS



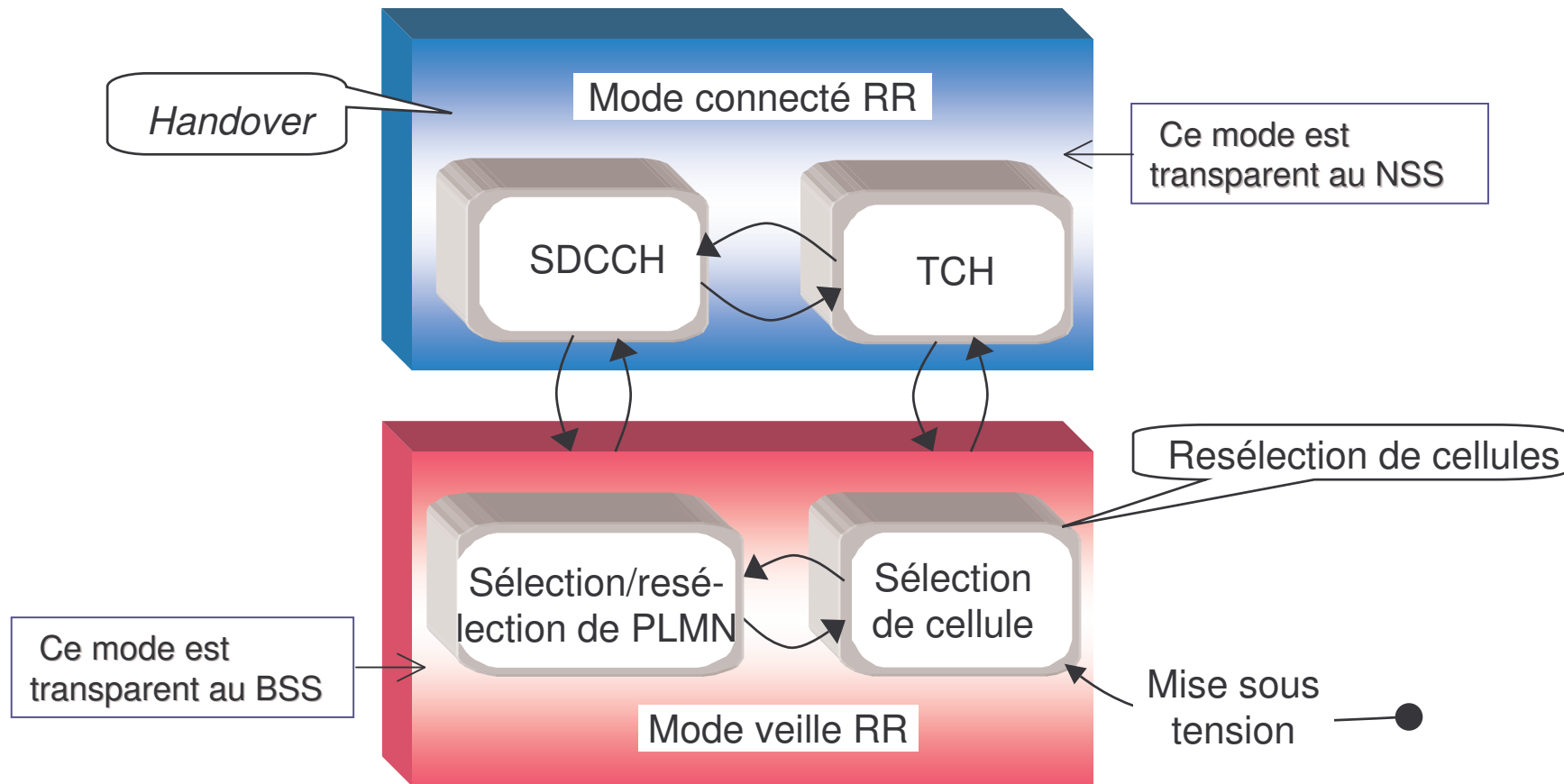
## Mise sous tension du terminal : sélection de PLMN et recherche de cellule



## Phase de sélection/resélection de cellule et de PLMN



# Tâches du mobile dans les modes veille et connecté RR



# Etats RR de la MS

## Mode veille RR

- Le BSS ignore l'existence de la MS
- Une fois inscrite, la mobilité de la MS est gérée par le NSS. Sa position est connue avec la précision d'une LA. La MS peut être jointe par une procédure de *paging*
- La MS reçoit des informations système diffusées par le BSS
- La MS est identifiée par l'IMSI ou le TMSI
- La MS ne transmet ni ne reçoit des données usager

## Mode connecté RR

- La mobilité de la MS est gérée par le BSS avec la précision d'une cellule
- Le mobile se voit allouer des ressources radio
- La MS peut transmettre/recevoir des données usager et/ou de la signalisation

# Processus de handover

Processus qui permet de basculer une communication en cours d'un canal physique à un autre sans que la qualité du service ne soit dégradée. Le but est d'allouer un autre canal dédié à une MS déjà en mode dédié

## □ Intercellulaire

- ☞ se produit lorsque les mesures effectuées sur une cellule voisine présentent une meilleure qualité que celles de la cellule active.

- ☞ se produit quand une cellule voisine permet la communication avec un niveau de puissance de signal plus faible

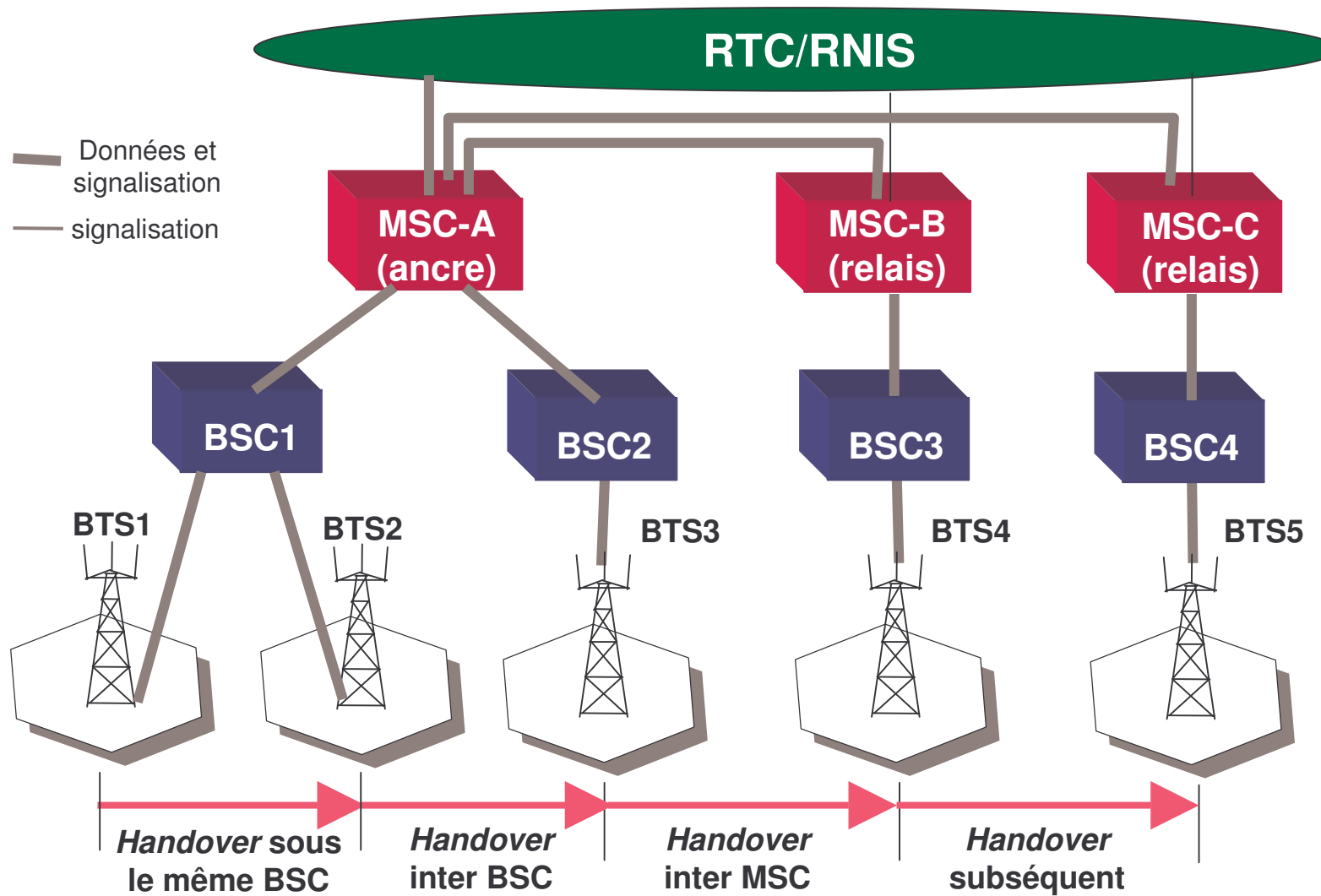
- ☞ se produit lorsque le réseau souhaite transférer la charge du trafic sur des cellules adjacentes

## □ Intracellulaire

- ☞ se produit lorsque les mesures montrent que la qualité du signal reçu est faible avec un niveau de champ du signal élevé dans la cellule active. Implique le BSC seul



# Différents cas de handover intercellulaire





# *Sommaire général*



## Principes de GSM



## Évolutions prévues pour GSM

- Définition de HSCSD, GPRS et EDGE



## Principes de GPRS

- Description des nouveaux équipements
- Description des nouveaux protocoles
- Description des nouvelles procédures

## Principes de l'UMTS



## ***Limitations de GSM pour le transfert de données***

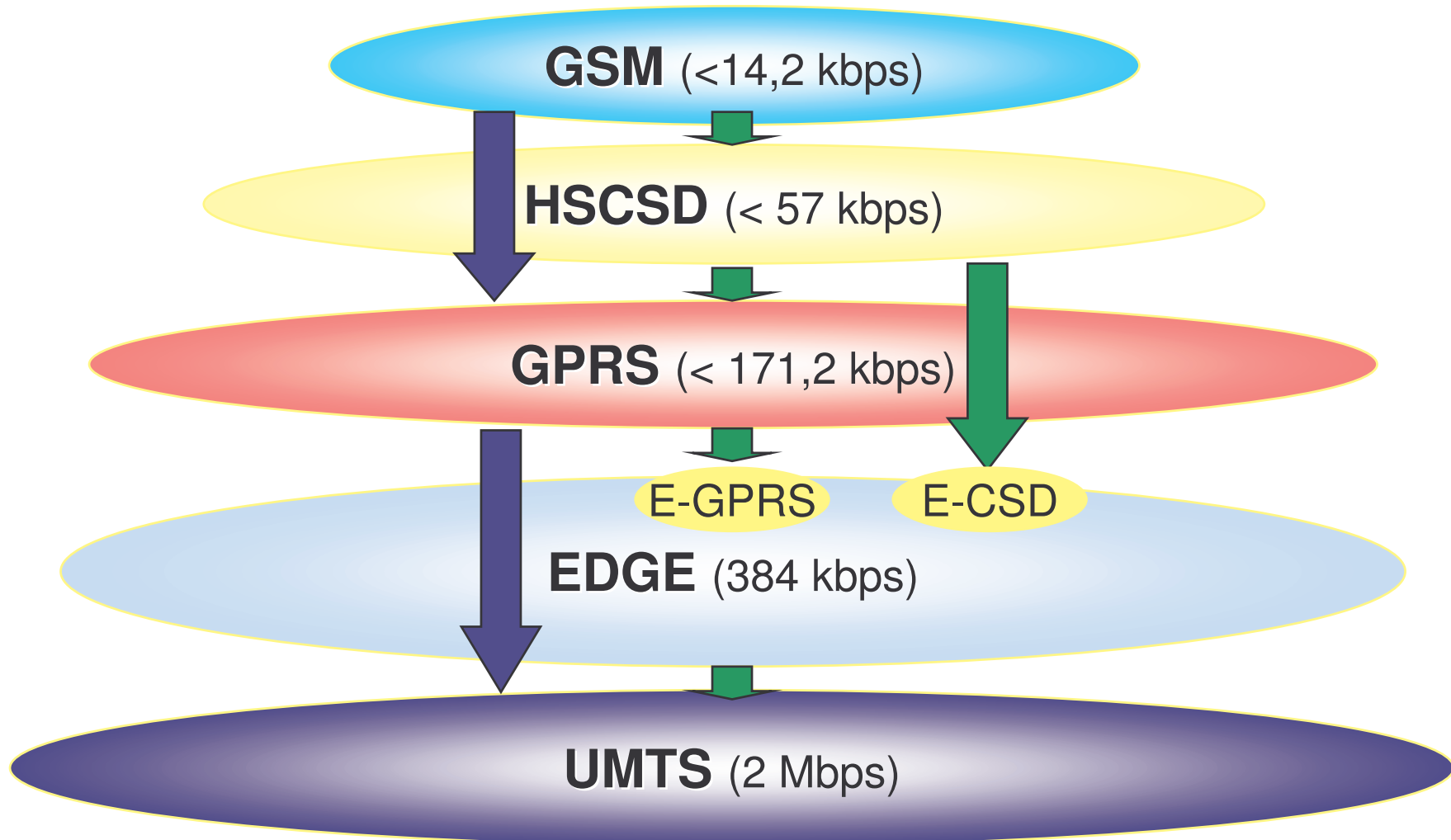
---

- ⇒ Débit de transmission limité à 9 000 kbps
- ⇒ Temps d'établissement long : 20 ~ 25 s
- ⇒ Facturation selon le temps de connexion et non pas en fonction du volume de données transférées
- ⇒ Pas de souplesse dans l'adaptation du débit
- ⇒ Interconnexion complexe avec les réseaux paquet

### ***... et les opérateurs demandent***

- ⇐ Une utilisation efficace de la ressource radio (débit à la demande)
- ⇐ Un accès simplifié aux réseaux paquet (Internet !!)
- ⇐ D'avantage d'utilisateurs desservis que l'on peut classer selon leurs besoins de transfert (en spécifiant la QoS)

## *Solutions proposées pour faire évoluer le GSM*





## Principe de HSCSD

---

- proposé principalement par Nokia. Spécification finalisée en 1999
- peu de succès commercial (disponible dans certains pays nordiques)
- possibilité d'allouer plus d'un *time slot* à un abonné dans la limite des 8 *slots* disponibles : 115.2 kbps (8 x 14.4 kbps théorie) (38.4 kbps en pratique)
- allocation de ressources radio à la demande
- peu d'impact sur l'architecture des réseaux GSM, impact moyen sur le terminal

**mais c'est toujours  
du circuit !!!**

Débit utile kbps	Nombre de <i>slots</i> selon type de canal		
	TCH/4.8	TCH/9.6	TCH/14.4
4,8	1		
9,6	2	1	
14,4	3		1
19,2	4	2	
28,8		3	2
38,4		4	
43,2			3
57,6			4

---

Javier Sanchez auteur du livre :  
« UMTS », 2ème édition, Mars 2004

## Principe de GPRS

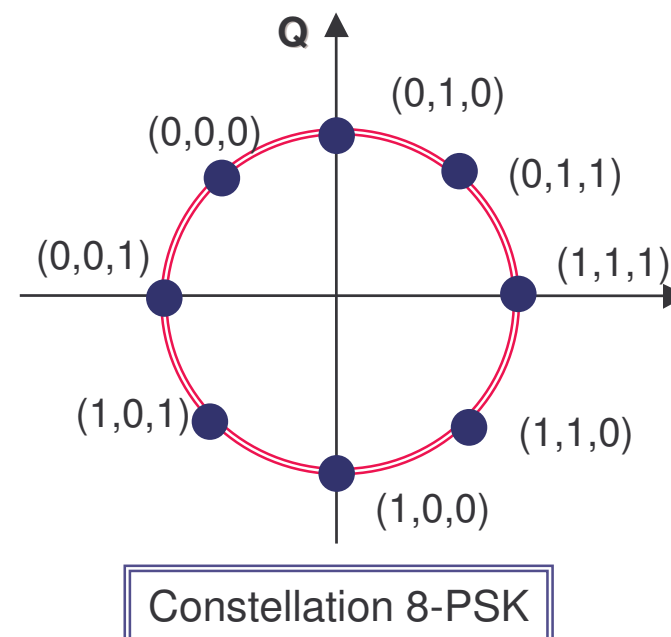
- introduction du monde paquet dans le GSM
- souplesse pour l'allocation de ressources indépendamment dans les voies montante et descendante (communication asymétrique)
- on n'utilise les *slots* que quand on en a vraiment besoin
- augmente la granularité du débit disponible
- débit maximum brut théorique :  $8 \times 21.4 = 171.2$  kbps (autour de 54 kbps en pratique)
- fort impacte sur le réseau cœur et sur le terminal. Impact moyen sur le réseau d'accès radio

	Schéma de codage	Débit utile par slot	Taux de codage	Bits poinçonnés
très fiable	CS-1	9,2 kbps	1/2	0
	CS-2	13,7 kbps	2/3	132
	CS-3	15,9 kbps	3/4	220
très peu fiable	CS-4	22 kbps	1	---

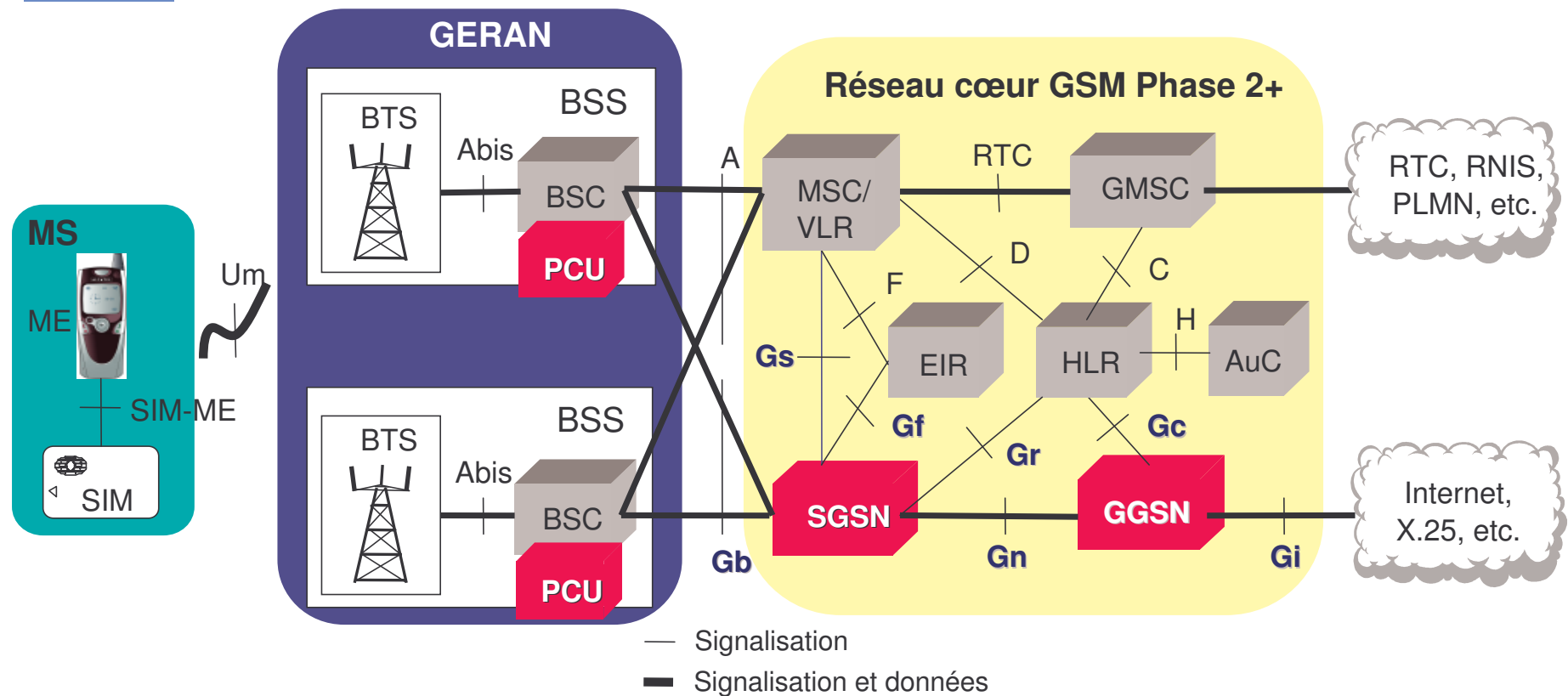
## Principe d'EDGE

- introduction d'une nouvelle modulation : 8-Phase Shift Keying (8-PSK)
- utilisé comme complément avec HSCSD et GPRS
- débit maximum brut théorique : 300 kbps (E-CSD) et 380 kbps (E-GPRS)

	8-PSK	GMSK
Débit symbole	270.833 ksps	270.833 ksps
Bits par symbole	3	1
Bits par <i>slot</i>	348	116
Débit utile par <i>slot</i>	69,6 kbps	22,8 kbps
Débit utile dans 8 x <i>slot</i> (théorique)	553,6 kbps	182,4 kbps



## Architecture d'un réseau GSM Phase 2 +



- ➡ Introduction de services en mode paquets suivant la technologie **GPRS** : le débit pour la transmission des données peut aller jusqu'à 171,2 kbps
- ➡ Introduction de nouveaux téléservices : appel en groupe, voix en diffusion...
- ➡ Introduction de nouveaux codeurs de parole : EFR, AMR...
- ➡ Apparition de nouvelles technologies d'accès radio : HSCSD et EDGE
- ➡ Interconnexion assurée aux réseaux Internet et X.25





## ***GPRS : nouvelles entités physiques dans le réseau cœur et dans le réseau radio***



Définition de nouvelles interfaces : « Gb », « Gs », « Gf », « Gn », « Gr », « Gb », « Gi »

***PCU (Packet Control Unit).*** Unité de contrôle chargée: de la gestion de l'allocation des ressources radio pour des services GPRS, de la congestion et de la diffusion d'informations système liées au GPRS. Localisée dans la BTS, ou BSC ou SGSN.

***Serving GPRS Support Node (SGSN).*** Nœud GPRS en charge de la gestion des services à commutation de paquets des abonnés attachés au réseau. En GPRS, il est relié, via l'interface Gb, à un ou plusieurs BSC.

***Gateway GPRS Support Node (GGSN).*** Le nœud passerelle GPRS est un routeur qui effectue le routage des paquets, venant des réseaux PDP externes, vers le SGSN du destinataire. Il est également en charge de l'acheminement des paquets sortants vers le réseau PDP correspondant.



## ***GPRS : les nouveaux services***

---

- Service point à point (premiers déploiements) :
  - ⇒ **accès aux réseaux IP et X.25;**
  - ⇒ **navigation sur Internet,**
  - ⇒ **streaming audio & vidéo,**
  - ⇒ **MMS (photos, vidéoclips),**
  - ⇒ **i-mode**
  - ⇒ **FTP, chat, telnet, email, géolocalisation...**
- Service point à multipoint (plus tard) :
  - **service multicast**
- Service de messagerie courts SMS

**Fondé sur un modèle de service de type MINITEL**

## Qualité de service en GPRS

### Paramètres de QoS

- La MS demande au réseau ce dont on a vraiment besoin
- La QoS requise est indiquée par la MS au réseau au moment d'établir un « contexte PDP »
- C'est le réseau qui approuve ou pas la demande selon les conditions d'abonnement et en fonction des ressources disponibles

#### Priorité :

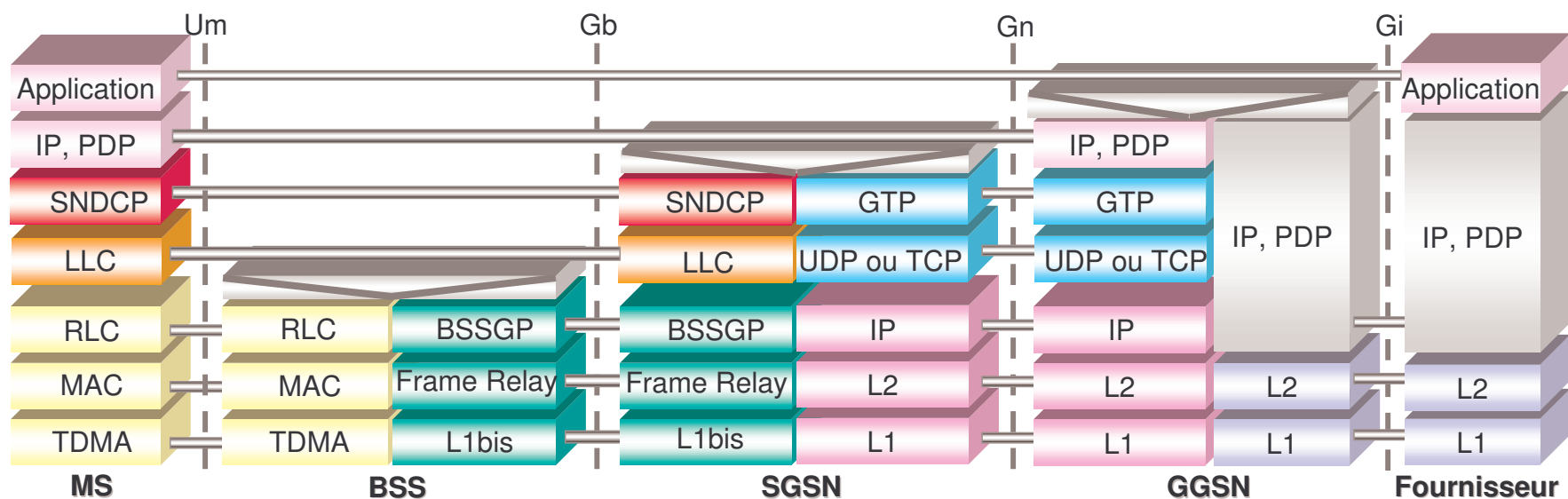
haute, moyenne, basse

**Fiabilité** : probabilité de perte de données, probabilité de données hors séquence, probabilité de corruption de données

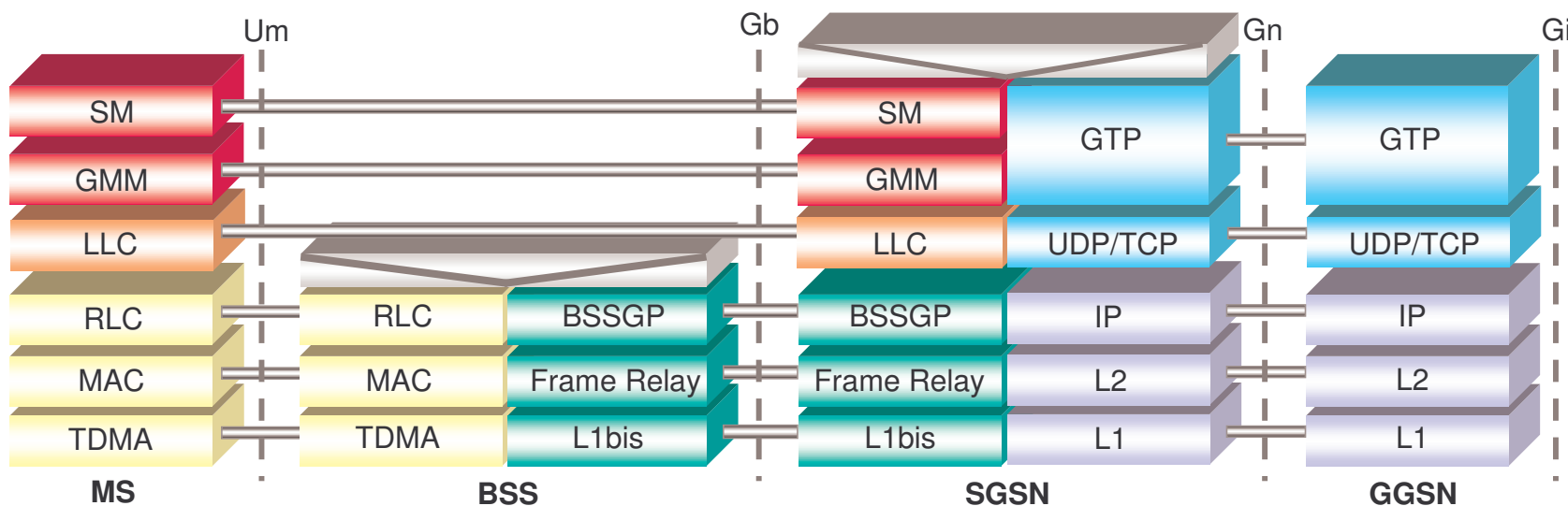
**Délais** : mesuré entre deux points de référence

#### Débit

# Architecture protocolaire d'un réseau GPRS



**Plan usager :** échange de données entre le réseau fédérateur GPRS et la MS



**Plan de contrôle :** échange de signalisation entre le réseau fédérateur GPRS et la MS



# Architecture protocolaire d'un réseau GPRS – 2/3

---

## **SNDCP**

- transfert des données usager entre le SGSN et la MS
- compression et décompression des données usager

## **LLC**

- fiabilise le lien logique entre la MS et le SGSN
- contrôle des séquences, ordre de livraison, contrôle des flots, détection d'erreurs, retransmission (ARQ)

## **RLC/MAC**

- RLC fiabilise le lien radio entre la MS et le BSS
- MAC contrôle l'accès au canal radio partagé par plusieurs MS

## **BSSGP**

- gère les échanges entre le BSC et le SGSN
- matérialise la QoS demandée par la MS et autorisée par le SGSN
- le transport des données usager est effectué selon la technologie *Frame Relay*

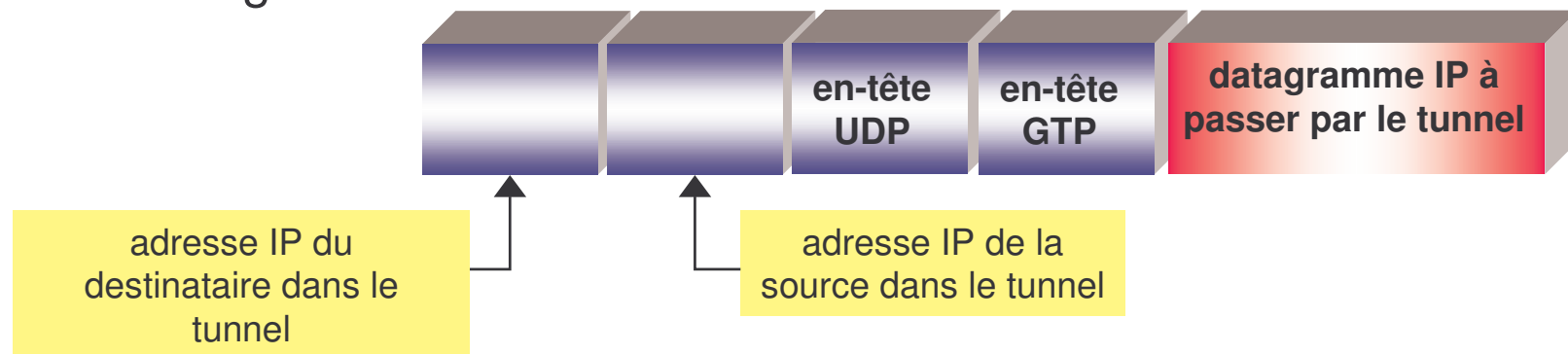
# Architecture protocolaire d'un réseau GPRS – 3/3

## GTP : protocole de tunnel GTP

■ Utilise le protocole IP / UDP afin de créer un « tunnel » pour y transmettre les paquets entre le GGSN et le SGSN (via l'interface « Gn ») :

☞ GTP-C (plan de contrôle) : coordonne les procédures liées à un contexte PDP

☞ GTP-U (plan usager) : transfert transparent des données usager





# Classe de terminaux GPRS

---

## Terminaux classe A

- Accès simultané à des services circuit (GSM) et paquet (GPRS)
- La MS doit être capable de gérer deux connexions simultanément
- Impact sur la partie RF de la MS – il faut qu'elle soit full-duplex

## Terminaux classe B

- L'accès simultané à des services circuit (GSM) et paquet (GPRS) n'est pas possible
- La MS est inscrite auprès du MSC et du SGSN et lit des messages de *paging* pour des service circuit et paquet indépendamment
- Le mode GPRS peut être suspendu lors d'un appel voix GSM
- Ce sont les **terminaux GPRS les plus répandus** actuellement

## Terminaux classe C

- Le passage de GSM à GPRS se fait manuellement
- La MS ne surveille pas le *paging* GSM (appels circuits entrants) lorsqu'il opère en GPRS et viceversa

# Classes multislots de terminaux GPRS

Classe multislots	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Max. slots RX	1	2	2	3	2	3	3	4	3	4	4	4	3	4	
Max. slots TX	1	1	2	1	2	2	3	1	2	2	3	4	3	4	
Max slots actifs	2	3	4					5						Sans limite	
Δ slots entre TX et RX	3										2		TX et RX simulta. dans des fréqs différent.		

## Classe 10

**1 TX** (8-12 kbps), **4 RX** (32-48 kbps) ou  
**2 TX** 16-24 kbps), **3 RX** (24-36 kbps)

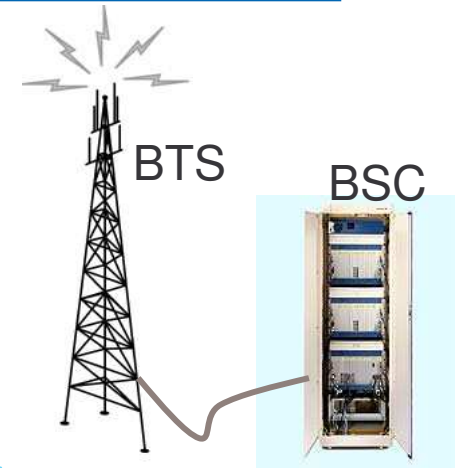
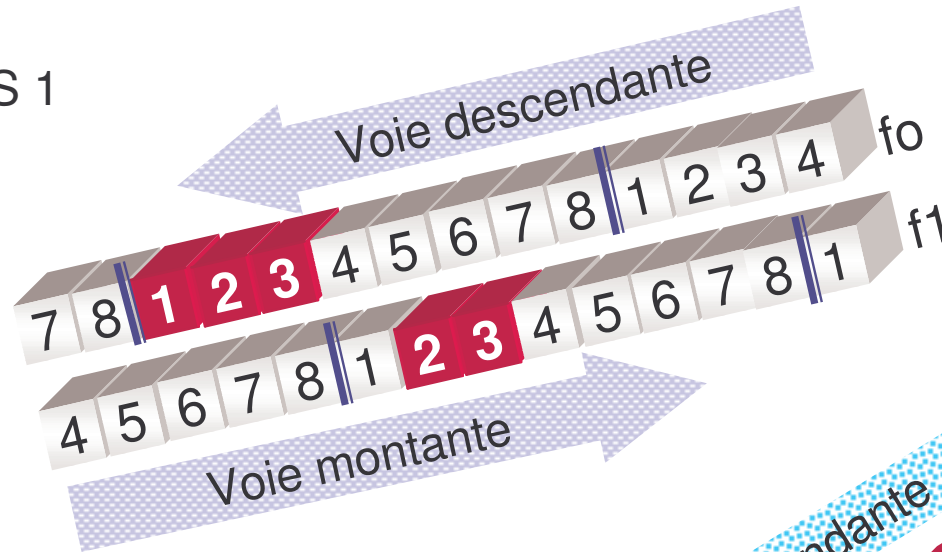
## Classe 12

**1 TX** (8-12 kbps), **4 RX** (32-48 kbps) ou  
**2 TX** (16-24 kbps), **3 RX** (24-36 kbps) ou  
**3 TX** (24-36 kbps), **2 RX** (16-24 kbps) ou  
**4 TX** (32-48 kbps), **1 RX** (8-12 kbps)

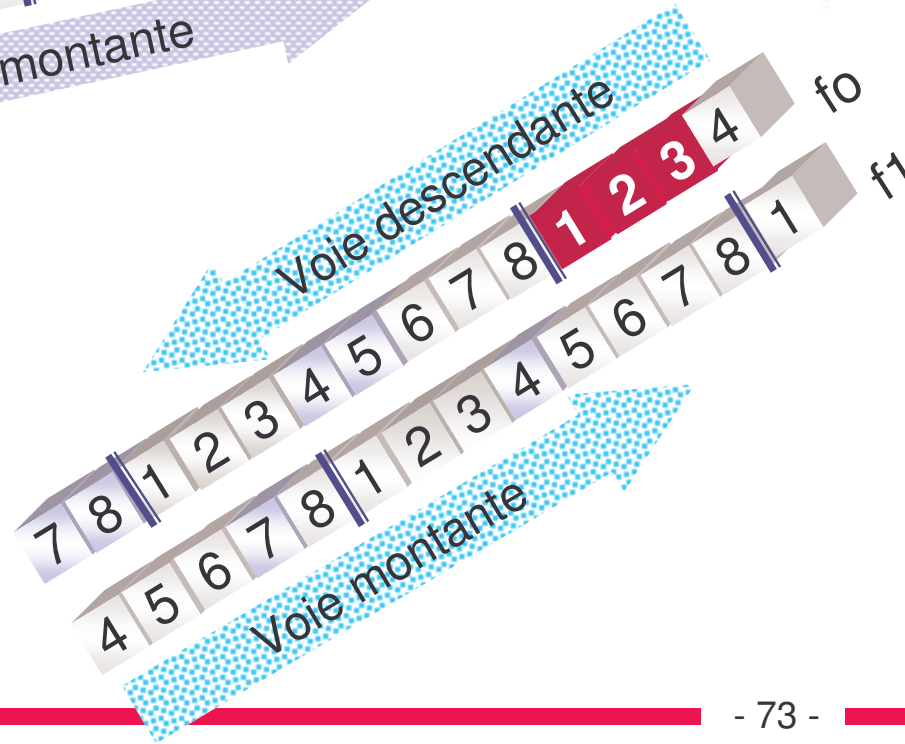
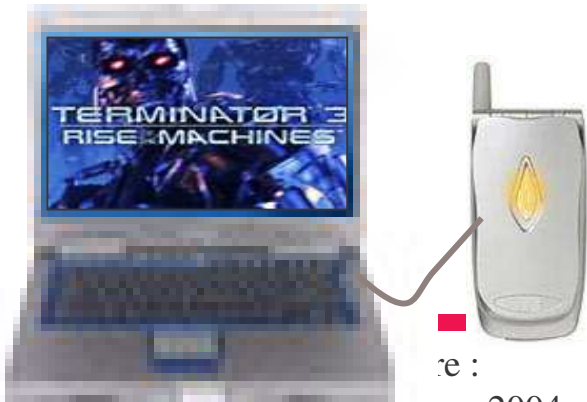


# Classes multislot de terminaux GPRS (exemple)

Utilisateur GPRS 1



Utilisateur GPRS 2





## ***GPRS : Canaux logiques***

---

Groupe	Nom	Voie	Rôle
<b>PBCCH</b>	PBCCH	Descendante	Diffusion d'informations système
<b>PCCCH</b>	PRACH	Montante	Accès aléatoire
	PPCH	Descendante	<i>Paging</i>
	PAGCH	Descendante	Confirmation d'accès
	PNCH	Descendante	Services <i>multicast</i>
<b>PTCH</b>	PDTCH	Desc./mont.	Transfert de données usager
	PACCH	Desc./mont.	Canal auxiliaire de contrôle

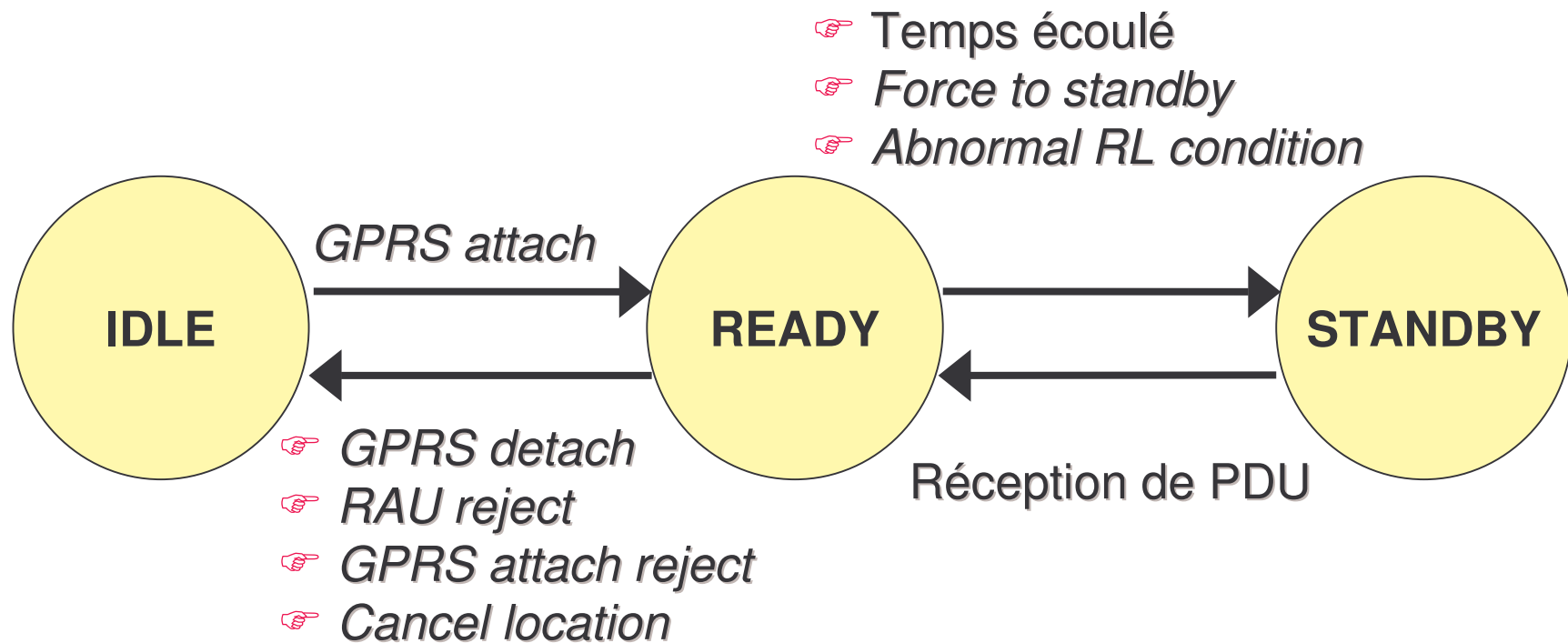


## ***GPRS : nouvelles procédures gérées par le SGSN***

---

- ➡ **Procédure GPRS attach.** Permet au mobile de se faire connaître auprès du réseau et d'accéder aux services GPRS
- ➡ **Procédure GPRS detach.** Permet au mobile ou au réseau de s'informer l'un l'autre lorsque les services gérés par le SGSN ne sont plus accessibles
- ➡ **Procédures de sécurisation des appels.** Comprennent l'authentification, l'assignation d'identificateurs temporaires (P-TMSI) et l'activation du chiffrement
- ➡ **Procédures de gestion de la mobilité.** Permettent de suivre le mobile dans ses déplacements tout en assurant la continuité des services ⇒ nouvelles zones de localisation (RA)
- ➡ **Procédures d'activation d'un contexte PDP.** Nécessaire pour pouvoir transmettre et/ou recevoir des données usager

## Etats du mobile vis-à-vis du SGSN – 1/2





## ***Etats du mobile vis à vis du SGSN – 2/2***

---

### **État GPRS IDLE**

- Le mobile n'est pas joignable pour un service GPRS (non inscrit au réseau GPRS, il est détaché)

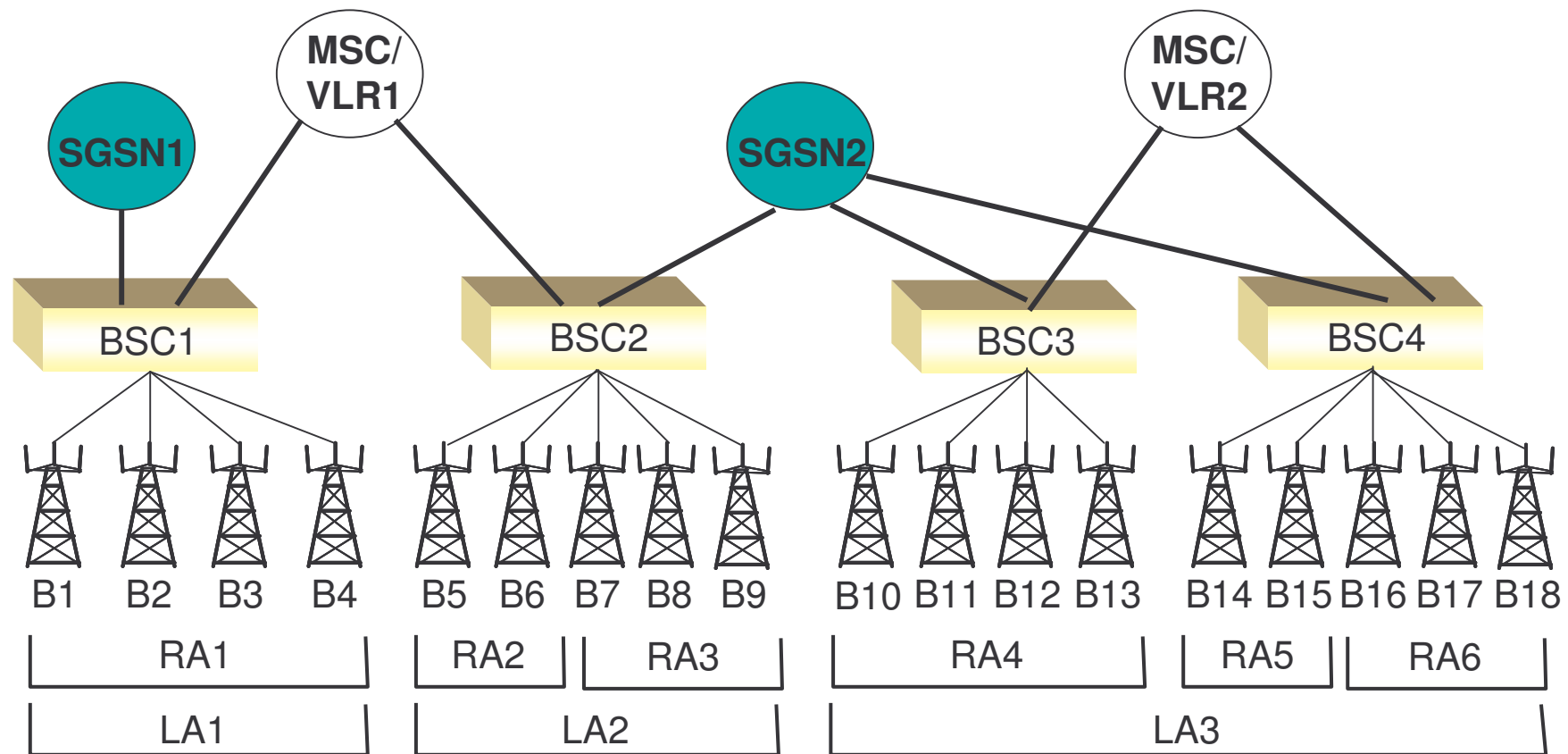
### **État GPRS READY**

- La position du mobile est connue à la cellule près gérée par le SGSN
- Il doit effectuer une procédure *cell update* à chaque changement de cellule
- Accès possible à des services paquet sans *paging*
- Le MS peut transmettre ou recevoir de l'information

### **État GPRS STANDBY**

- La position du mobile est connue à la *routing area* (RA) près
- Accès possible à des services paquet avec *paging* préalable
- Il doit effectuer une procédure *RA update* à chaque changement de RA

## Les zones de localisation en GPRS



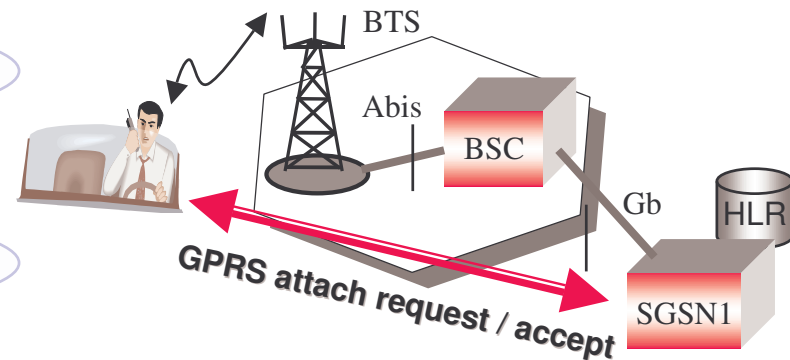
**RA.** Sous-ensemble de cellules dans une LA placées sous le contrôle d'un BSC et gérées par un même et unique SGSN.

## Procédures « GPRS attach »

Pour avoir accès à des services paquet

... la MS doit s'attacher au réseau GPRS

L'inscription se déroule entre la MS et le SGSN

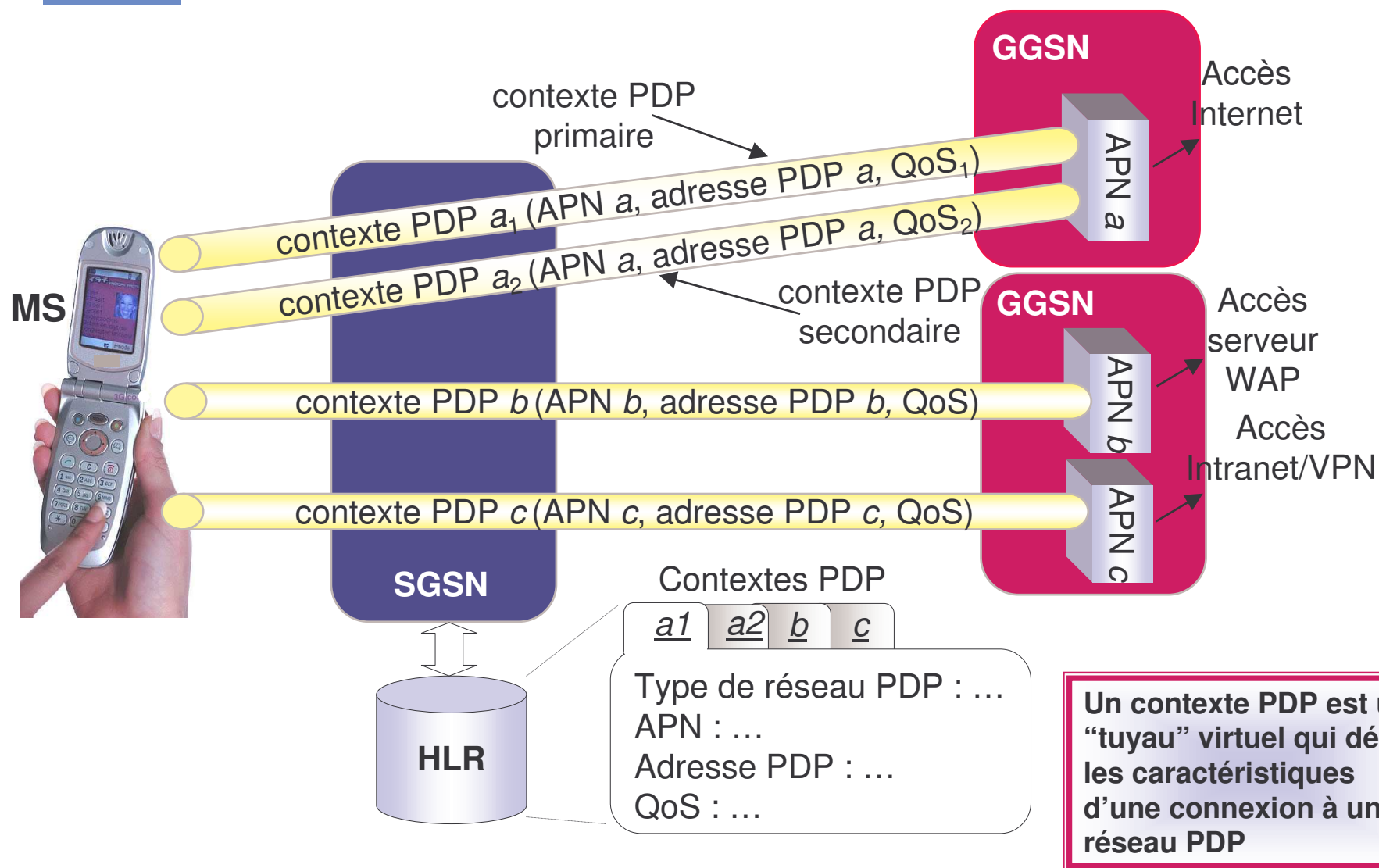


### Le SGSN :

- vérifie que l'abonné est autorisé à utiliser le réseau pour accéder à ses services (processus d'authentification)
- prend une copie du profile de souscription de l'abonné de l'HLR
- assigne à la MS une identité temporaire pour sécuriser les échanges ultérieurs (P-TMSI)

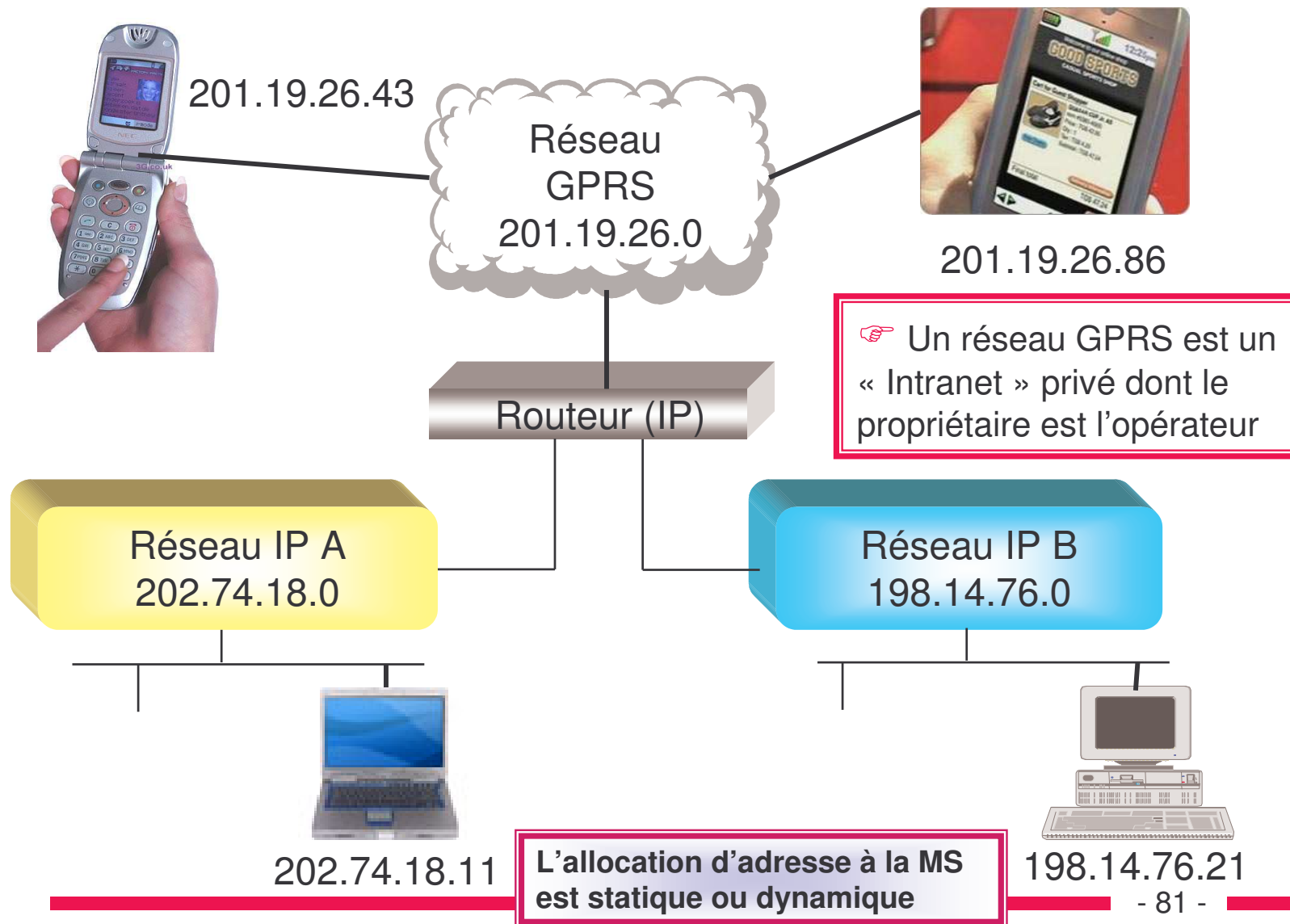
Aussi, il est possible d'effectuer une procédure combinée « *GPRS/IMSI attach* » afin de s'inscrire auprès du MSC et du SGSN en une seule fois (avec l'interface « Gs »)

# Notion de contexte PDP

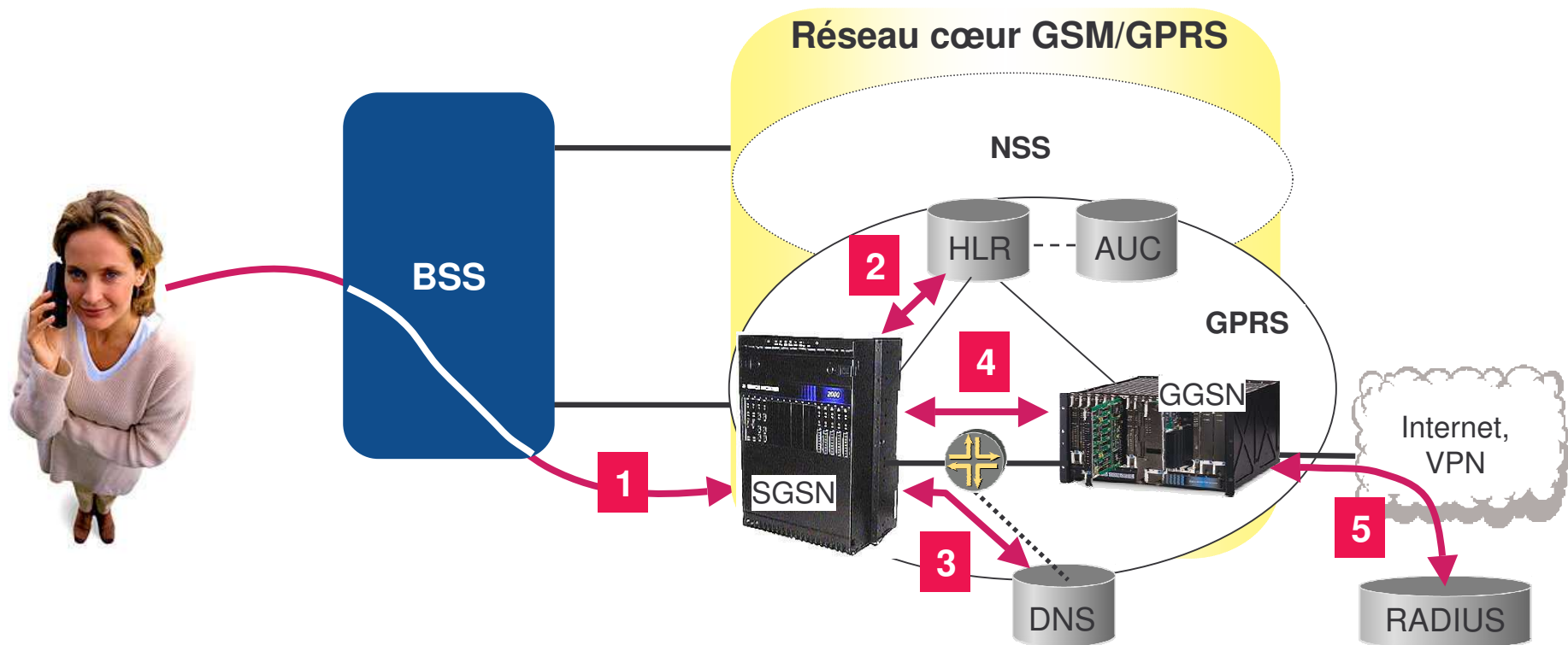




# Adressage dans un réseau GPRS



## Exemple 1 : Activation d'un contexte PDP



1. La MS fait la demande d'activation d'un contexte PDP en indiquant : le **type de réseau PDP**, l'**APN**, son **adresse PDP**, l'identité **NSAPI**, la **QoS**, etc.
2. Le SGSN vérifie les conditions d'abonnement de la MS en interrogeant le HLR
3. Si tout est en règle, le SGSN consulte le DNS pour déterminer l'adresse IP du GGSN à partir de l'APN indiqué par la MS
4. Le SGSN établit un lien de signalisation avec le GGSN identifié
5. Le GGSN alloue une adresse IP à la MS à partir du *pool* dont l'opérateur dispose ou à partir d'un serveur de type RADIUS lorsque l'on accède à un réseau privé (VPN)

## Exemple 2 : Activation d'un contexte PDP pour un accès transparent à Internet

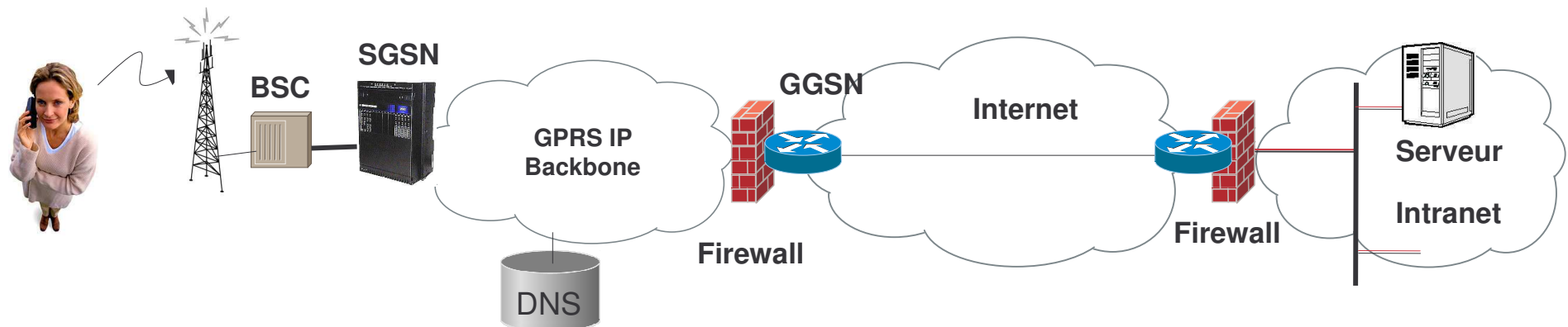
La MS demande l'activation d'un contexte PDP avec les paramètres suivants :

**Type de réseau PDP** : IP, **APN** : MYINTERNET.com, **adresse PDP** : non indiquée

A la réception de cette demande :

1. Le SGSN vérifie les conditions d'abonnement de la MS pour l'accès à Internet
2. Le SGSN vérifie que l'APN indiqué est valide
3. Le SGSN identifie le GGSN associé à l'APN indiqué en interrogeant un DNS
4. Puisque la MS ne possède pas d'adresse IP, c'est au GGSN de lui en allouer une parmi le pool d'adresses dont l'opérateur dispose

Il s'agit dans cet exemple d'un accès classique à Internet sans que le GGSN participe à l'authentification de la MS pour le compte du réseau externe

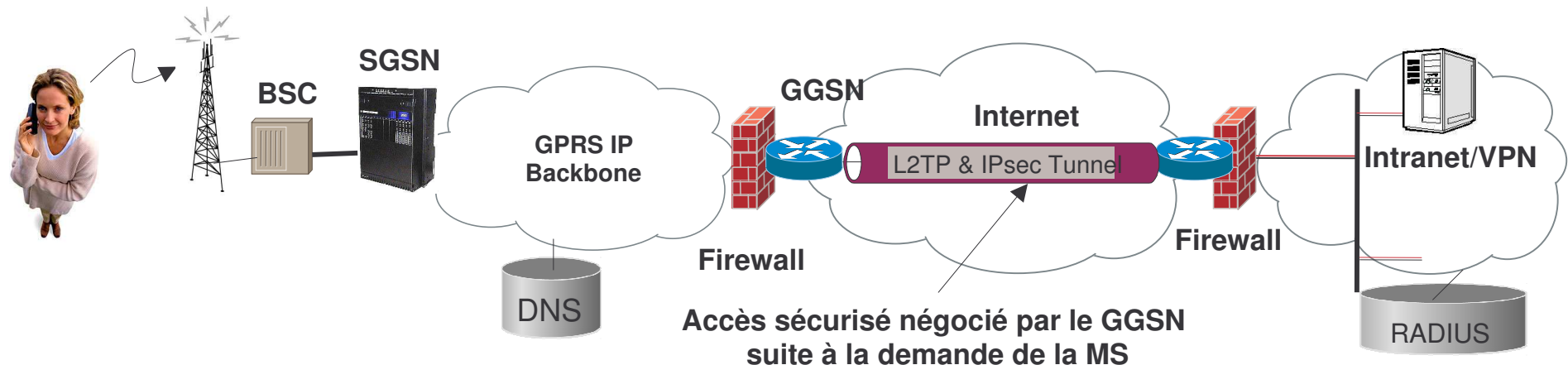


## *Exemple 3 : Activation d'un contexte PDP pour un accès non transparent à un Intranet*

La MS demande l'activation d'un contexte PDP avec les paramètres suivants :  
**Type de réseau PDP** : IP, **APN** : MYVPN.com, **adresse PDP** : non indiquée

A la réception de cette demande :

1. Le SGSN vérifie l'abonnement de la MS pour ce type de service
2. Le SGSN vérifie que l'APN indiqué est valide
3. Le SGSN identifie le GGSN associé à l'APN indiqué en interrogeant un DNS
4. Le GGSN participe à l'authentification de la MS pour le compte du VPN. Le GGSN alloue à la MS une adresse IP. RADIUS peut être utilisé par le GGSN pour ces deux tâches



## Exemple 4 : routage des paquets dans un réseau GPRS

