



# *Sommaire général*



Principes de GSM

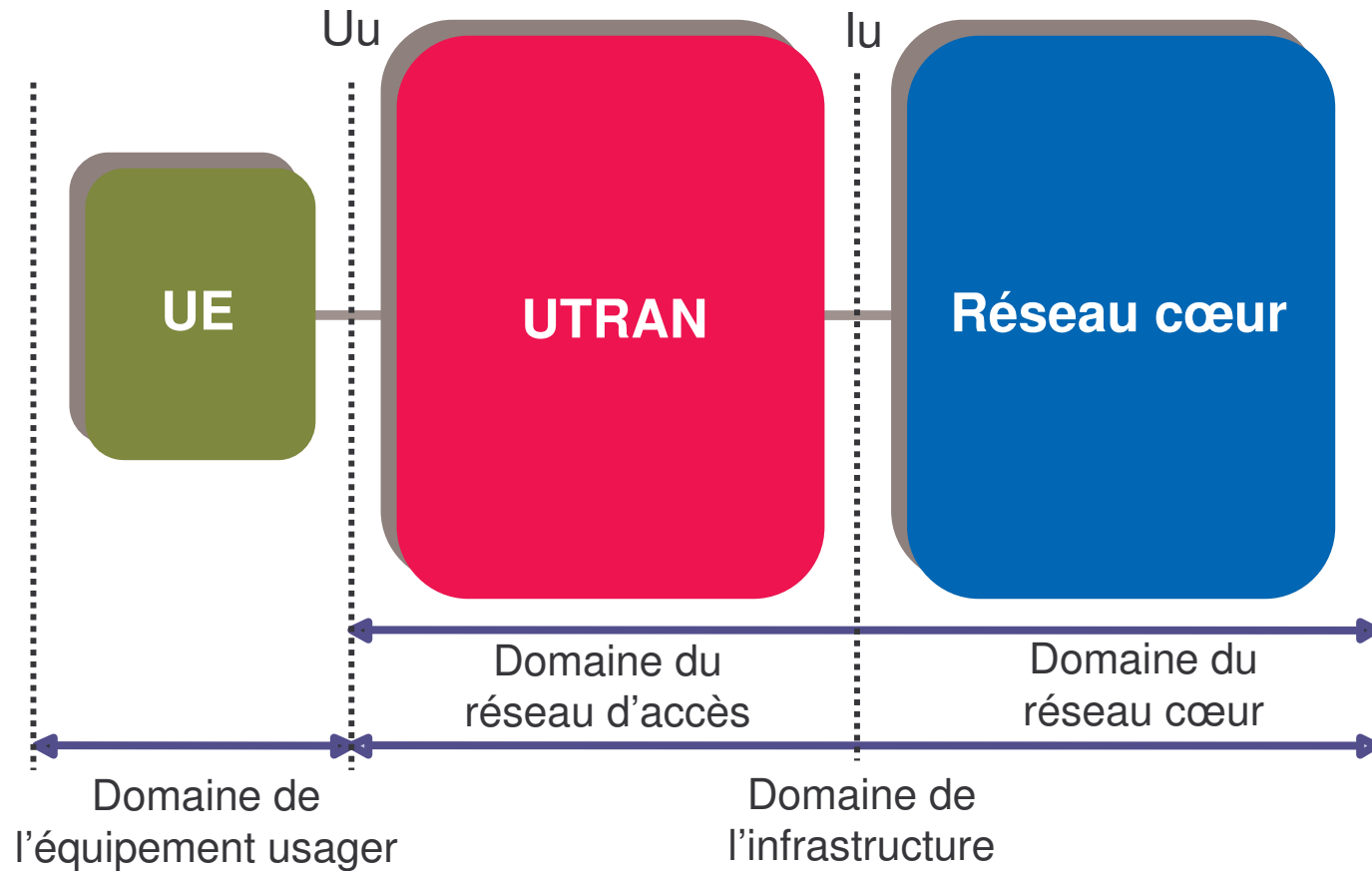
Évolutions prévues pour GSM

Principes de GPRS

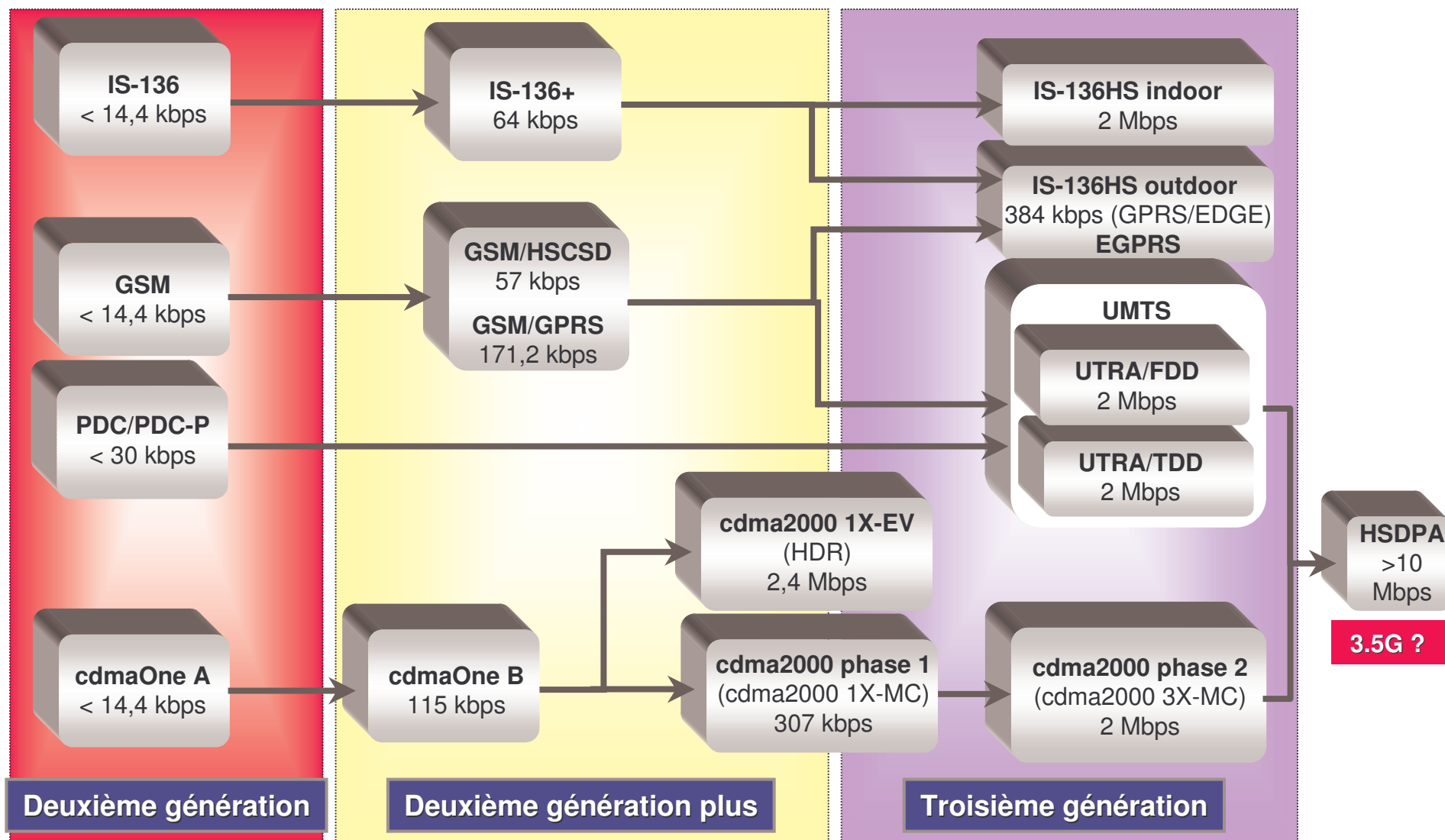
 Principes de l'UMTS

- Services
- Architecture
- CDMA
- Procédures

# Architecture générale d'un réseau UMTS



## Evolution des technologies d'accès radio 2G vers 3G

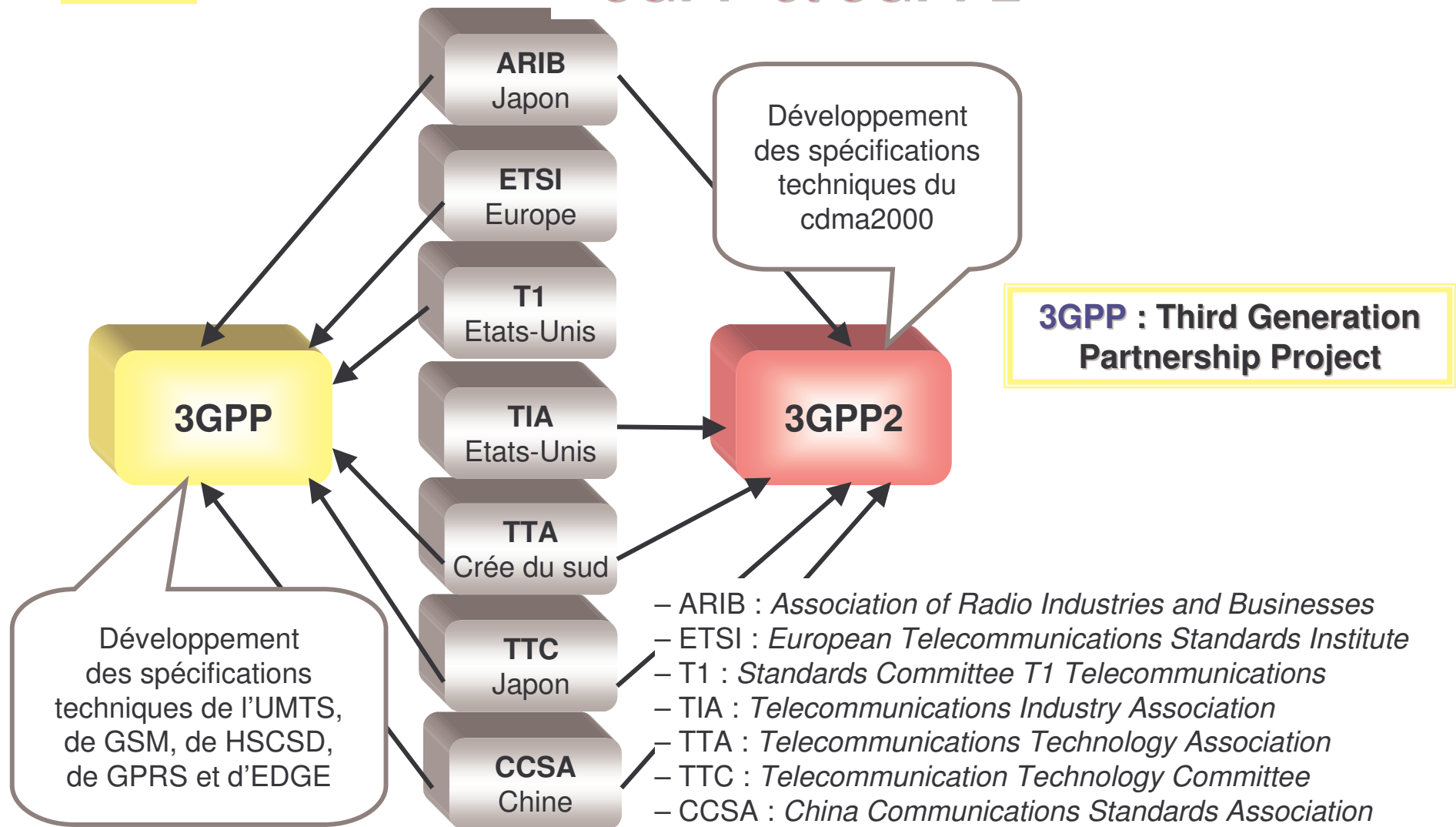


# Caractéristiques des technologies d'accès radio IMT-2000

Technologie d'accès radio	UTRA/FDD	UTRA/TDD	Cdma2000	UWC-136
Type d'accès multiple	FDMA/CDMA	TDMA et CDMA	CDMA	FDMA/TDMA
Mode de duplexage	FDD	TDD	FDD	FDD (TDD optionnel)
Débit chip (Mcps)	3,84	3,84	N x 1,2288 avec N = 1, 3, 6, 9, 12	
Séparation max. entre porteuses	5 MHz	5 MHz	N x 1,25 MHz avec N = 1, 3, 6, 9, 12	136+: 30 kHz 136 HS outdoor: 200 kHz 136 HS indoor: 1,6 MHz
Synchro. entre stations de base	Asynchrone (Synchrone opt.)	Synchrone	Synchrone	Asynchrone
Durée d'une trame (ms)	10	10	5, 10, 20, 40, 80	136+: 40 136 HS outdoor: 4,615 136 HS indoor: 4,615
Type de modulation des données	BPSK (VM) QPSK (VD)	QPSK	BPSK, QPSK, 8-PSK, 16-QAM	136+: $\pi/4$ DQPSK, 8-PSK 136 HS <i>outdoor</i> : GMSK, 8-PSK 136 HS <i>indoor</i> : B-O-QAM, Q-O-QAM

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

## 3GPP et 3GPP2





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

---

***Page Internet : <ftp://ftp.3gpp.org/Specs>***

<b>Numéro</b>	<b>Titre (suivant Release'99 Déc03)</b>
22.100	UMTS Phase 1
23.002	Network architecture
23.101	General UMTS architecture
23.121	Architecture Requirements for Release 99
25.401	UTRAN overall description

TS 21.101

### **Références:**

- [1] Sanchez J., Thioune M., UMTS, Hermès, 2ème édition, Février 2004.**
- [2] Holma H., Toskala A. (éditeurs), *WCDMA for UMTS*, Wiley, 2000.**

## ***Pourquoi l'UMTS ? – 1/2***

### **Répond :**

- ➡ à la saturation prévue des réseaux 2G existants
- ➡ au besoin de nouveaux services avec une QoS renforcée
- ➡ à l'adoption de l'Internet et des technologies de l'information
- ➡ à la généralisation de la mobilité
- ➡ aux limitations de GPRS

### **Limitations de GPRS :**

- ➡ débits de transmission sur l'interface radio très en dessous de la théorie ( $\ll 170$  kbps)
- ➡ gestion de ressources radio non-optimale
- ➡ restrictions dans la garantie de la QoS dues aux limitations radio
- ➡ interface entre le réseau radio et le réseau cœur non optimisée pour des trafics multimédias

### ... et les opérateurs veulent :

- ☞ des services paquet à haut débit. Minimum 144 kbps, dans tout type d'environnement et 2 Mbps en *indoor* avec une mobilité réduite
- ☞ des service circuit à haut débit : 60 kbps, nécessaire pour faire de la visiophonie
- ☞ la possibilité d'offrir des services multimédias (circuit et paquet) au cours d'une même connexion et avec des QoS différentes (débit, BER, délai de transfert...)
- ☞ interopérabilité avec des réseaux radio GSM, HSCSD et EDGE
- ☞ capacité et efficacité spectrale supérieures à celles des systèmes de deuxième génération (en ce qui concerne les services multimédias)
- ☞ itinérance (*roaming*) avec d'autres systèmes 3G (oui ?)





## ***Les services offerts par un réseau UMTS***

---

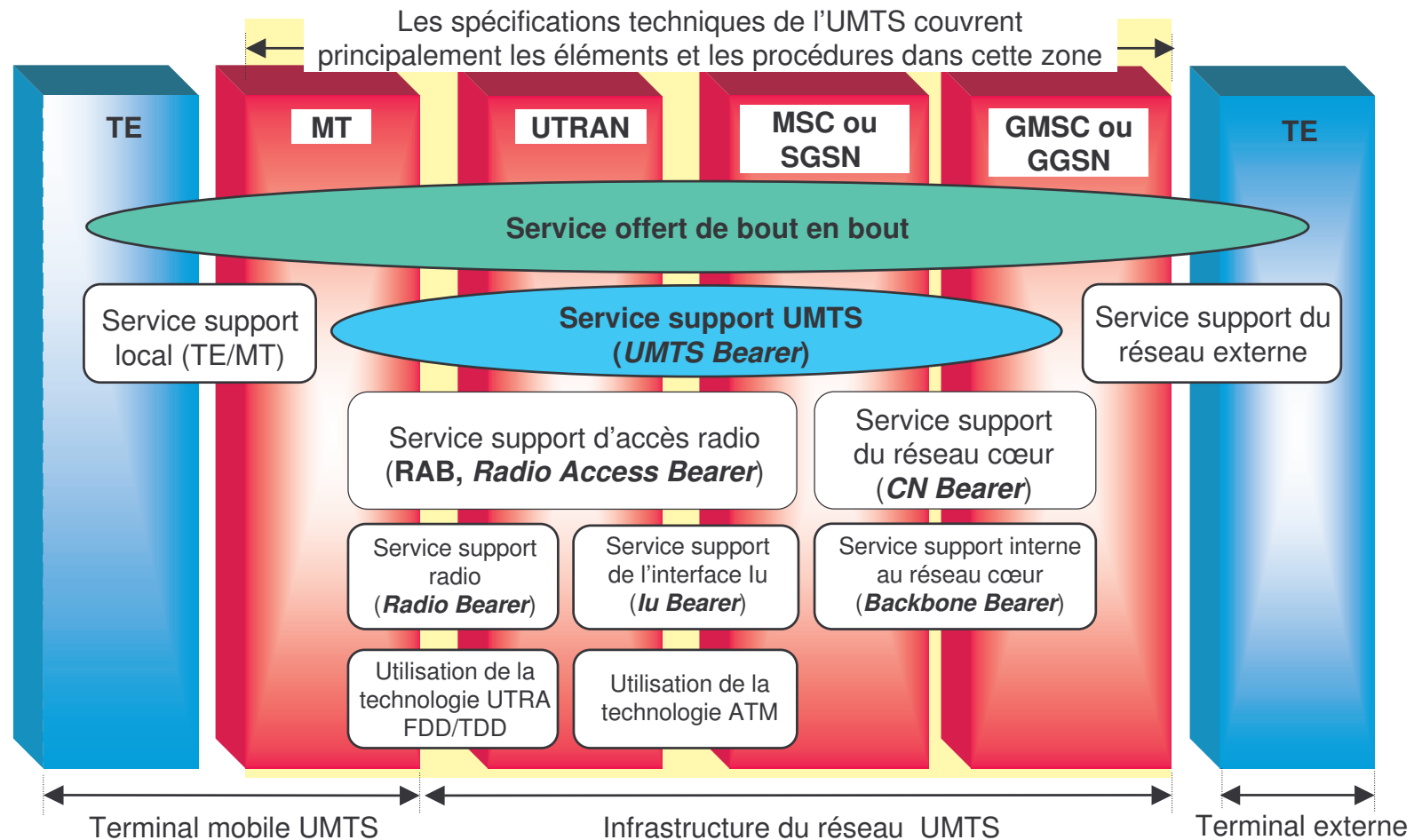
☞ **téléservices** : Les mêmes qu'en GSM/GPRS (voix, fax, SMS, MMS...) + **visiophonie**.

☞ **services supplémentaires**. Les mêmes qu'en GSM/GPRS (renvoi d'appel, double appel, conférence...).

☞ **services support ou bearer services**. C'est la principale différence avec le GSM/GPRS !! L'opérateur va louer aux usagers de « tuyaux » avec une QoS UMTS à la demande. Des tiers (des fournisseurs de service) pourront utiliser ces tuyaux pour développer eux-mêmes leurs propres services.

☞ On préfère standardiser des « **capacités de service** » plutôt que les services eux-mêmes. Les services sont développés grâce à des outils normalisés : **WAP, USAT, MExE, CAMEL, OSA, techniques de géolocalisation....**

# Les services support en UMTS



**Les services support (bearers) sont les tuyaux alloués par l'UMTS pour le transport des données usager**



## Paramètres de QoS des services support UMTS

---

- la classe du service : conversationnel, *streaming*, interactive ou *background* ;
- le débit maximum (en kbps) ;
- le débit que l'on peut garantir (en kbps) ;
- l'ordre de livraison des séquences SDU ;
- la taille maximum des SDU (en octets) ;
- le taux d'erreur des SDU transférées ;
- le taux d'erreur résiduel dans les SDU délivrées ;
- le délai de transfert (en ms) ;
- la priorité d'allocation et de préemption d'un support par rapport à un autre ;
- les variations du délai (temps réel ou non).

👉 La **qualité de service**, ou QoS, désigne une série de caractéristiques quantitatives et qualitatives qui permettent au destinataire de considérer que la qualité du service ou application est « satisfaisante ».

# Classification des services suivant la QoS – 1/2

	Service	Délai	Exemples d'application	Débit	Tolérant à des erreurs
Classe première	Conversationnel	<< 1 s	Visiophonie	32-384 kbps	Oui
			Jeux interactifs	1 kbps	Non
Classe affaire	Streaming	< 10 s	Audio haute qualité	32-128 kbps	Oui
			Images fixes	Non garanti	Non
Classe économique	Interactif	Environ 1 s	Commerce électronique	Non garanti	Non
			Navigation sur Internet	Non garanti	Non
Classe cargo	Arrière-plan ( <i>background</i> )	> 10 s	Fax	Non garanti	Oui
			E-mail (avec acquittement)	Non garanti	Non

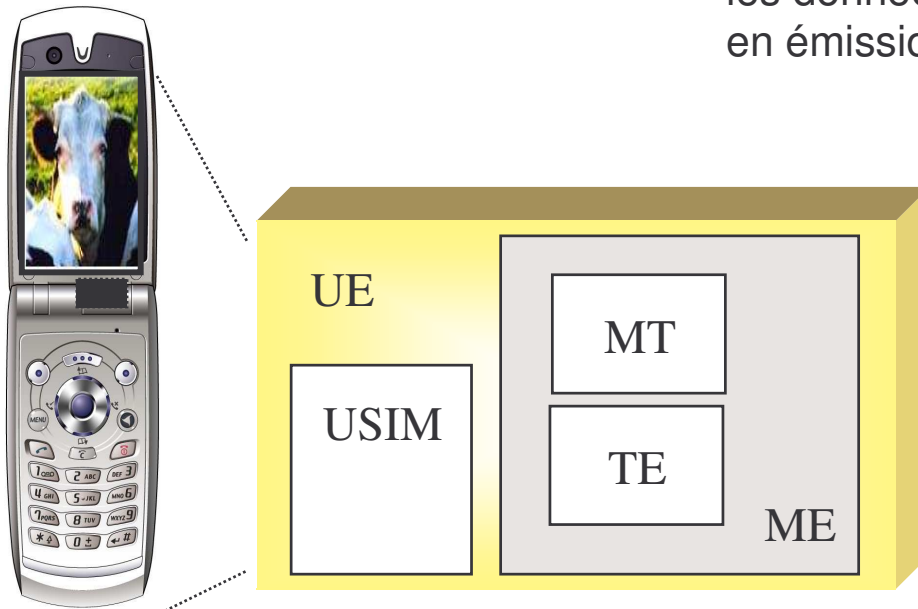
Javier Sanchez auteur du livre :  
« UMTS », 2ème édition, Mars 2004

# L'équipement usager (UE)

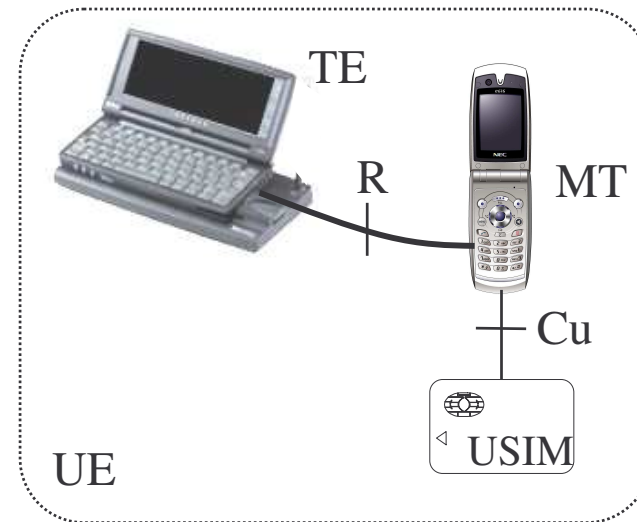
**Mobile Equipment (ME).** Partie fonctionnelle de l'UE composée de l'équipement terminal (TE) et de la terminaison mobile (MT).

**Mobile Termination (MT).** Partie de l'UE qui effectue des fonctions spécifiques à la transmission et à la réception sur l'interface radio (contient les protocoles NAS et AS)

**Terminal Equipment (TE).** Partie de l'UE où les données de l'application sont générées en émission ou traitées en réception.



Modèle fonctionnel de l'UE



Configuration possible de l'UE

# USIM et UICC

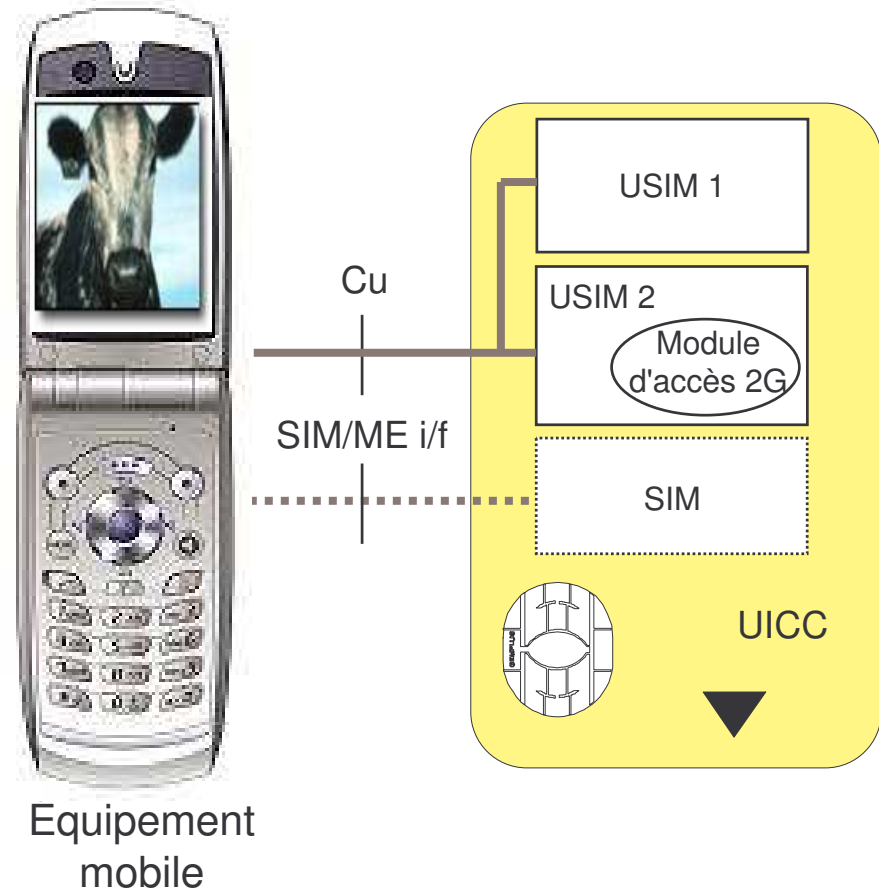
**Universal Subscriber Identity Module (USIM)** Application contenue dans l'UICC permettant l'accès aux services offerts par le réseau mobile.

## L'USIM contient :

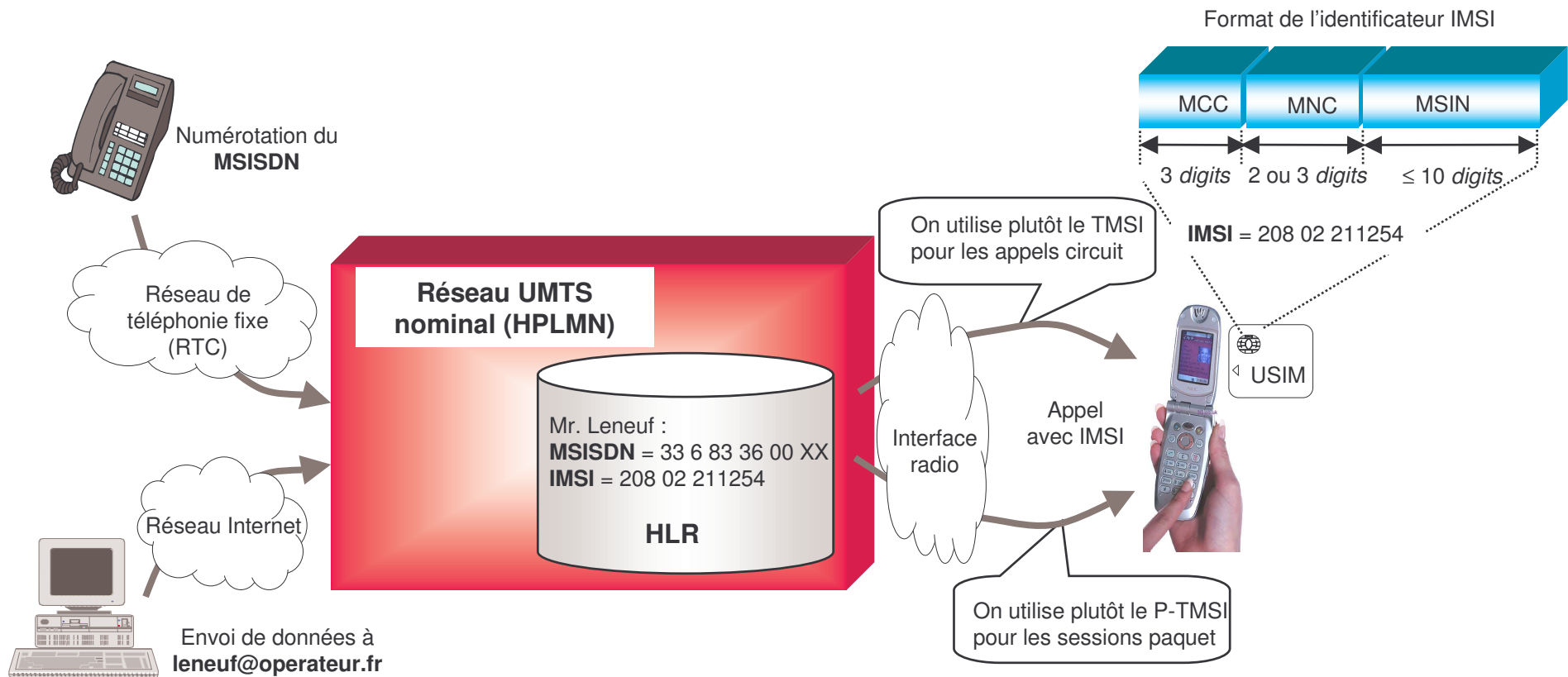
- ☞ La liste des réseaux interdits
- ☞ Les clés de chiffrement et d'intégrité
- ☞ IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*)
- ☞ MSISDN (*Mobile Station International ISDN Number*)
- ☞ Les identités temporaires de l'utilisateur (TMSI et P-TMSI)
- ☞ Les identités des zones de localisation courantes de l'UE...

## Universal Integrated Circuit Card (UICC)

Carte à puce dotée de caractéristiques électromécaniques standardisées et qui contient au moins une USIM.



# Concept de numéro et d'identité en UMTS





**Mêmes identités qu'en GSM/GPRS !!**



# **Terminaux bimode UMTS et GSM**

---

<b>Classification des terminaux</b>	<b>Description d'un terminal bimode GSM et UMTS</b>
 <b>Type 1</b>	Quand on se situe dans un mode (GSM ou UTRA), la partie radio « inactive » du terminal (UTRA ou GSM) n'effectue aucun type de mesure de qualité de réception. Le passage d'un mode à l'autre se fait qu'avec l'intervention de l'utilisateur.
 <b>Type 2</b>	Lorsqu'un terminal mobile bimode est connecté à un réseau radio GSM ou à un réseau radio UMTS, la partie inactive du terminal (UTRA ou GSM) peut effectuer des mesures afin de basculer automatiquement vers le réseau qui dispose de la meilleure qualité de réception. Un terminal type 2 ne peut ni recevoir, ni transmettre de l'information simultanément via les deux modes.
<b>Type 3</b>	Ce terminal se différencie du précédent par le fait qu'il offre en plus la possibilité de recevoir de l'information simultanément dans les deux modes. La transmission simultanée par les deux modes n'est pas possible. Le passage d'un réseau radio à un autre s'effectue de manière automatique.
<b>Type 4</b>	Dans ce type de terminal, le passage d'un réseau radio à un autre s'effectue de manière automatique et l'on peut recevoir et transmettre de l'information simultanément sur les deux modes.



**Premiers produits  
commerciaux UMTS**



# Classification des terminaux selon leurs capacités radio

## Capacités radio de l'UE Signalées au moment d'établir une connexion avec l'UTRAN

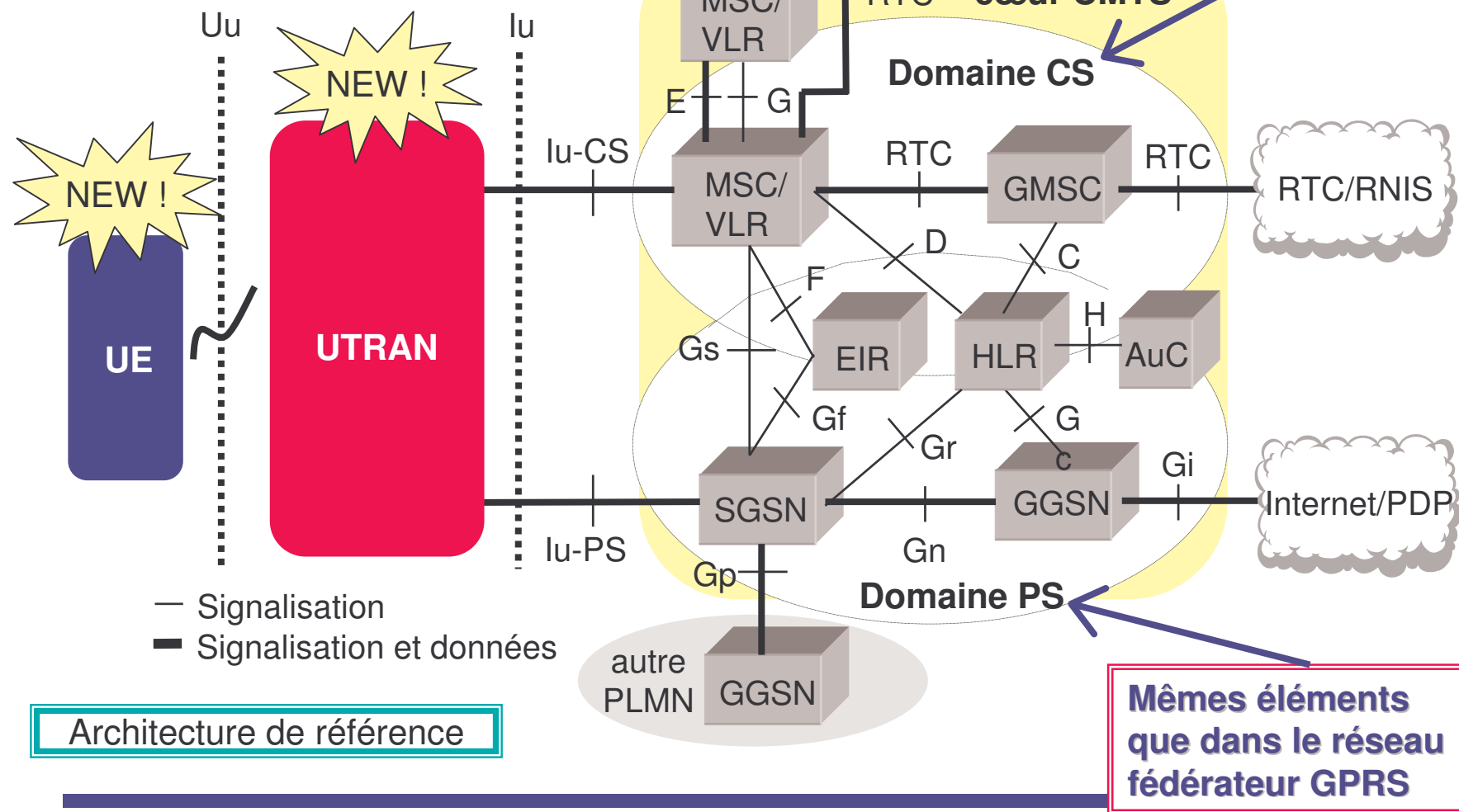
- ▶ Technologie radio : UTRA/FDD, UTRA/TDD
- ▶ Bandes de fréquences FDD : 2 100 MHz, 1 900 MHz
- ▶ Classe de puissance : 3, 4
- ▶ Terminal type 2 : oui, non
- ▶ Classe selon le débit : fonction des capacités L1 signalées
- ▶ Services de géolocalisation : aucun, AGPS, OTDOA
- ▶ Support du mode compressé : oui, non
- ▶ Algorithme de chiffrements supporté : UEA0, UEA1
- ▶ Algorithme d'intégrité supporté : UIA1



## Classe selon le débit

voie descendante	classe 32kpbs	classe 64kpbs	classe 128kpbs	classe 384kpbs	classe 768kpbs	classe 2048kpbs
voie montante	classe 32kpbs	classe 64kpbs	classe 128kpbs	classe 384kpbs	classe 768kpbs	--

# Réseau cœur UMTS (Release 99)

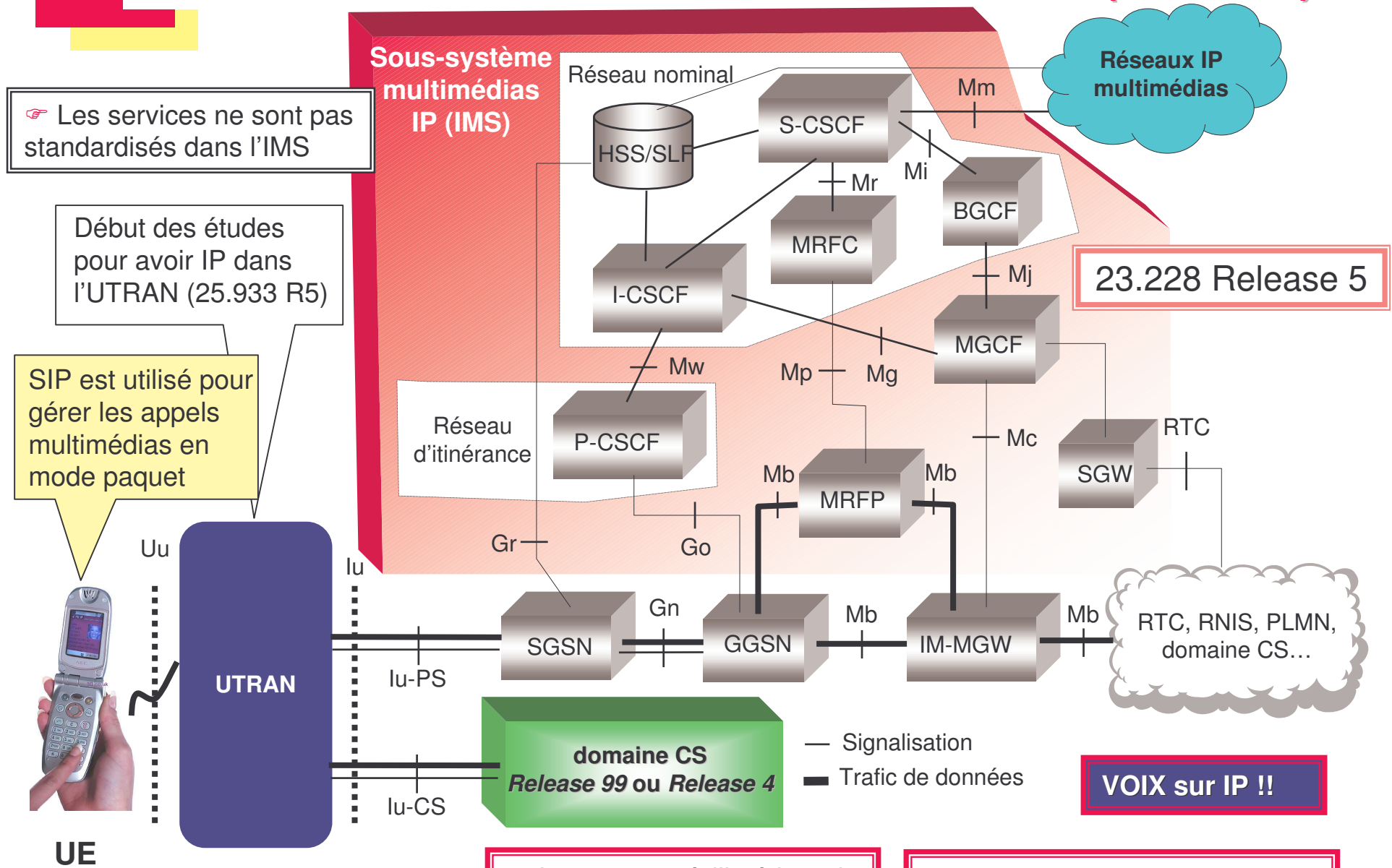


Javier Sanchez auteur du livre :  
« UMTS », 2ème édition, Mars 2004

# L'UMTS et ses évolutions suivant les specs 3GPP

	Publication de la première version	Principales modifications par rapport à la <i>Release 99</i> de référence
<b>Release 99</b>	Mars 2000	– architecture de référence des premiers déploiements commerciaux
<b>Release 4</b>	Mars 2001	– nouveaux éléments dans le domaine CS et proposition d'un transport IP à l'intérieur du réseau cœur. – introduction de la variante <i>low chip</i> de l'UTRA/TDD
<b>Release 5</b>	Mars 2002	– définition du sous-système multimédia IP (IMS) : introduction de SIP (voix sur IP). – modifications du GERAN pour l'aligner avec l'UTRAN – proposition d'un transport IP dans l'UTRAN – introduction de HSDPA – introduction du codec AMR large bande
<b>Release 6</b>	Décembre 2003	– définition de la phase 2 de l'IMS – interopérabilité avec des réseaux locaux large bande – harmonisation entre l'IMS 3GPP et l'IMS 3GPP2 – introduction de services <i>Multimedia Broadcast/Multicast</i>

# Architecture d'un réseau UMTS Release 5 (le future)



Les services ne sont pas standardisés dans l'IMS

Début des études pour avoir IP dans l'UTRAN (25.933 R5)

SIP est utilisé pour gérer les appels multimédias en mode paquet

23.228 Release 5

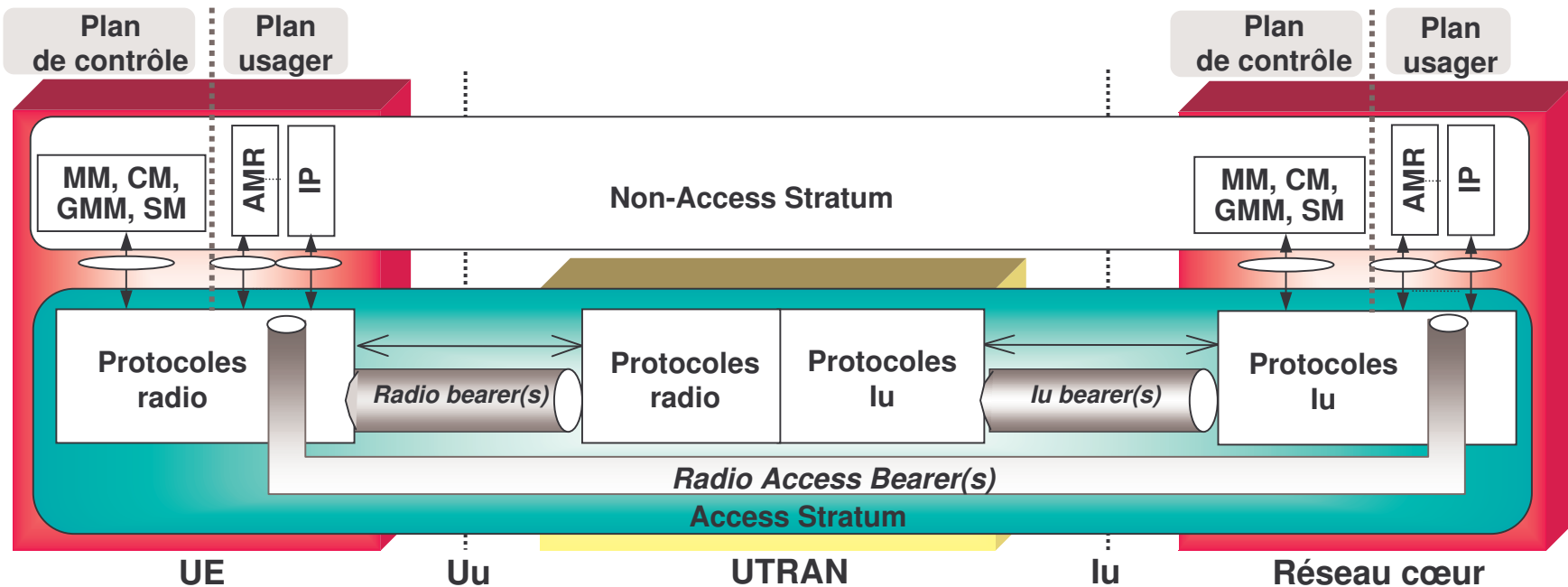
VOIX sur IP !!

Le transport à l'intérieur de l'IMS est entièrement en IPv6

Les interfaces Mw, Mm, Mg et Mi sont fondées sur SIP

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

# Strates d'accès et de non accès



La **strate d'accès (access stratum)** regroupe les fonctions propres au réseau d'accès, c'est-à-dire à l'UTRAN. Elle comprend les protocoles qui gèrent les services supports. Ces derniers convoient l'information entre l'équipement usager et l'infrastructure, sachant que cette tâche est effectuée en deux étapes par le biais des interfaces « Uu » et « lu ».

On appelle **strate de non-accès (non-access stratum, NAS)** un ensemble de protocoles qui permet l'échange d'information entre l'équipement usager et le réseau cœur indépendamment du réseau d'accès radio utilisé.

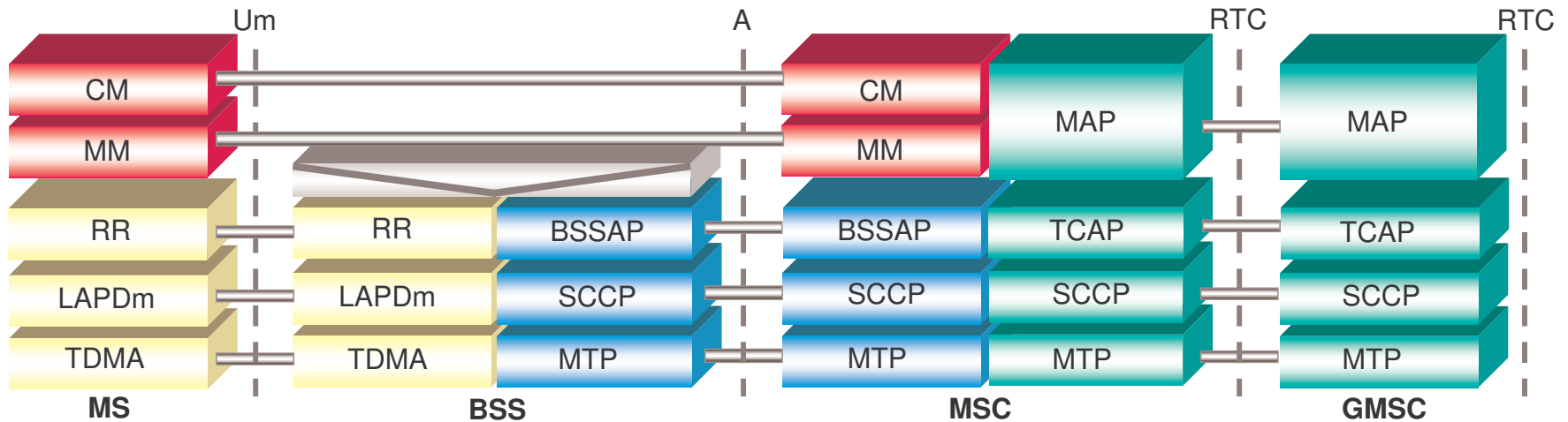


## ***Les domaines CS et PS***

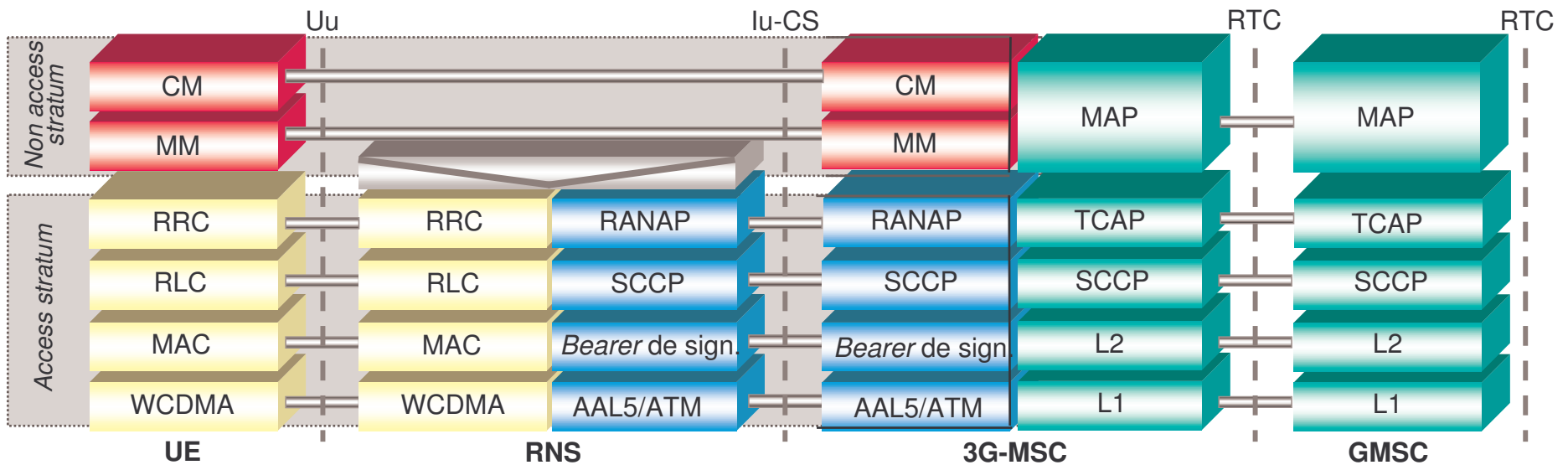
---

- Chaque domaine peut évoluer de façon indépendante
- Les opérateurs ont le choix de mettre en place l'un ou les deux domaines. Un terminal mobile UMTS peut :
  - ☞ s'inscrire aux deux domaines simultanément CS / PS (à l'instar des terminaux **Classe A GPRS**)
  - ☞ s'inscrire au domaine CS exclusivement (à l'instar des terminaux **GSM « classiques »**)
  - ☞ s'inscrire au domaine PS exclusivement (à l'instar des terminaux **Classe C GPRS**)

# Plan de contrôle du domaine CS

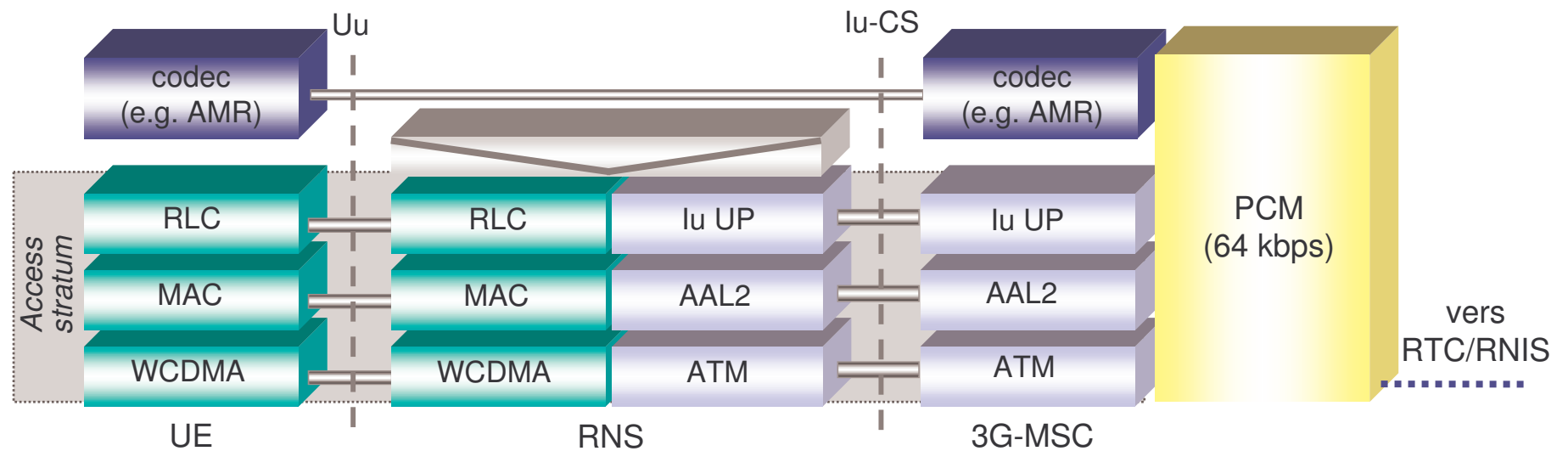


a) **Réseau GSM.** Echange de signalisation entre le réseau cœur GSM et le MS



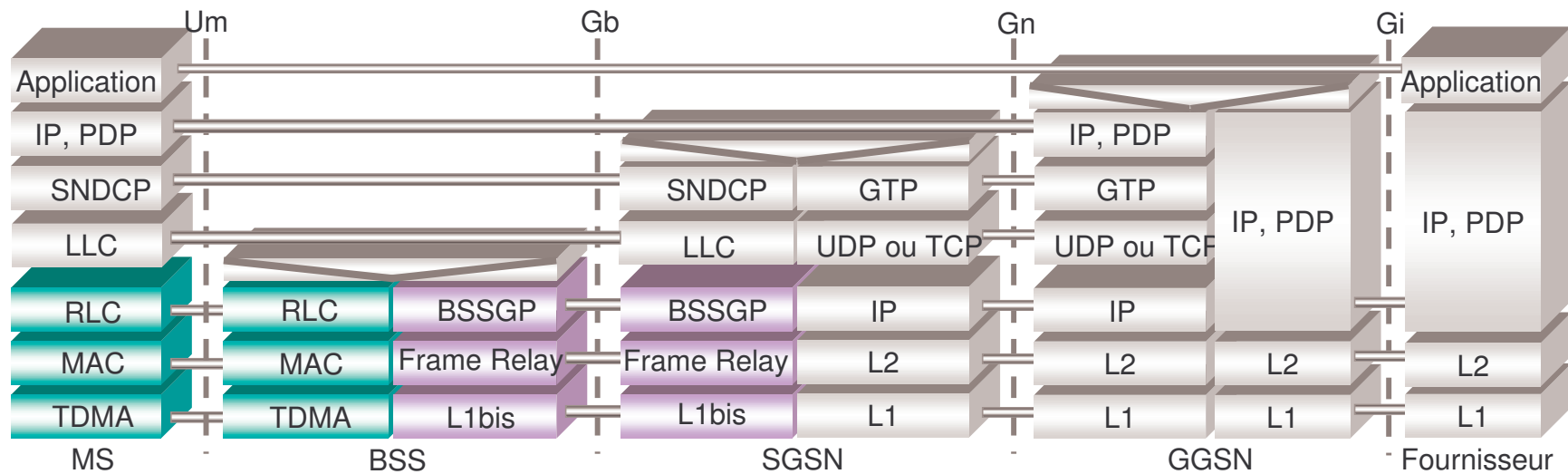
b) **Réseau UMTS.** Plan de contrôle : échange de signalisation entre le domaine CS et l'UE

## *Plan usager du domaine CS*

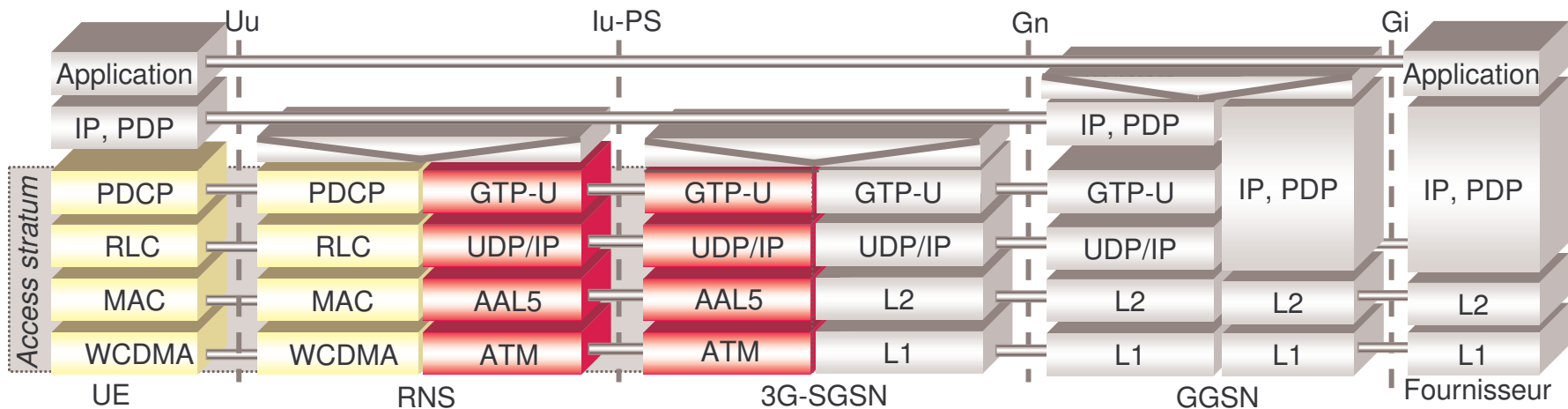




## Plan de usager du domaine PS

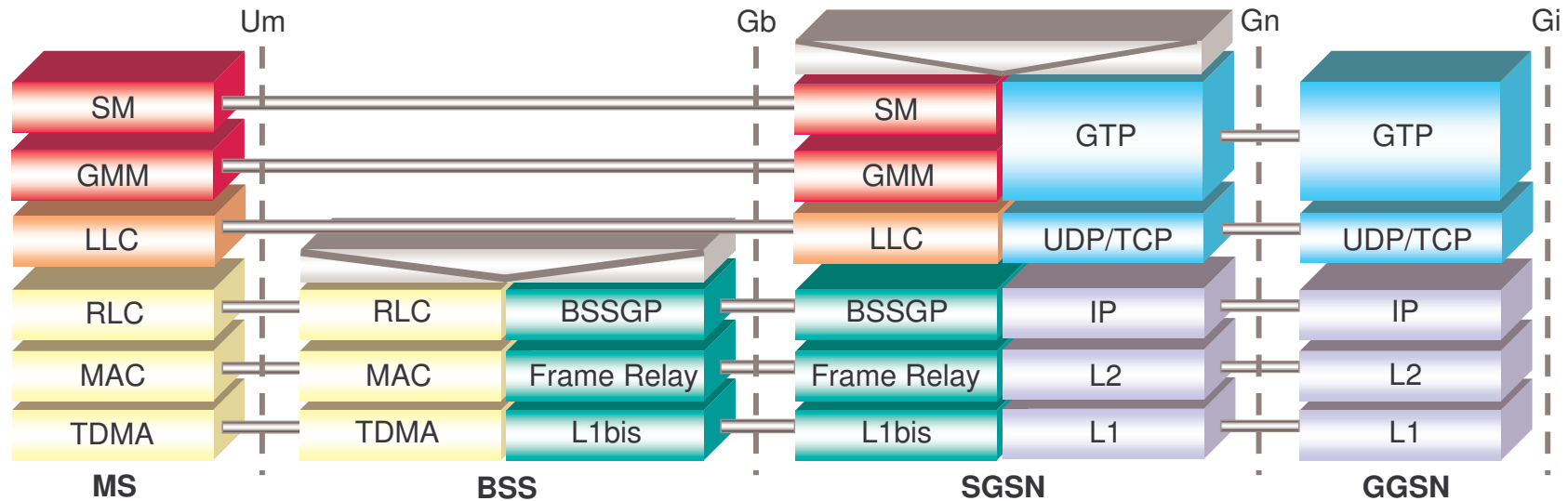


a) **Réseau GPRS.** Plan usager : échange de données entre le réseau fédérateur GPRS et la MS

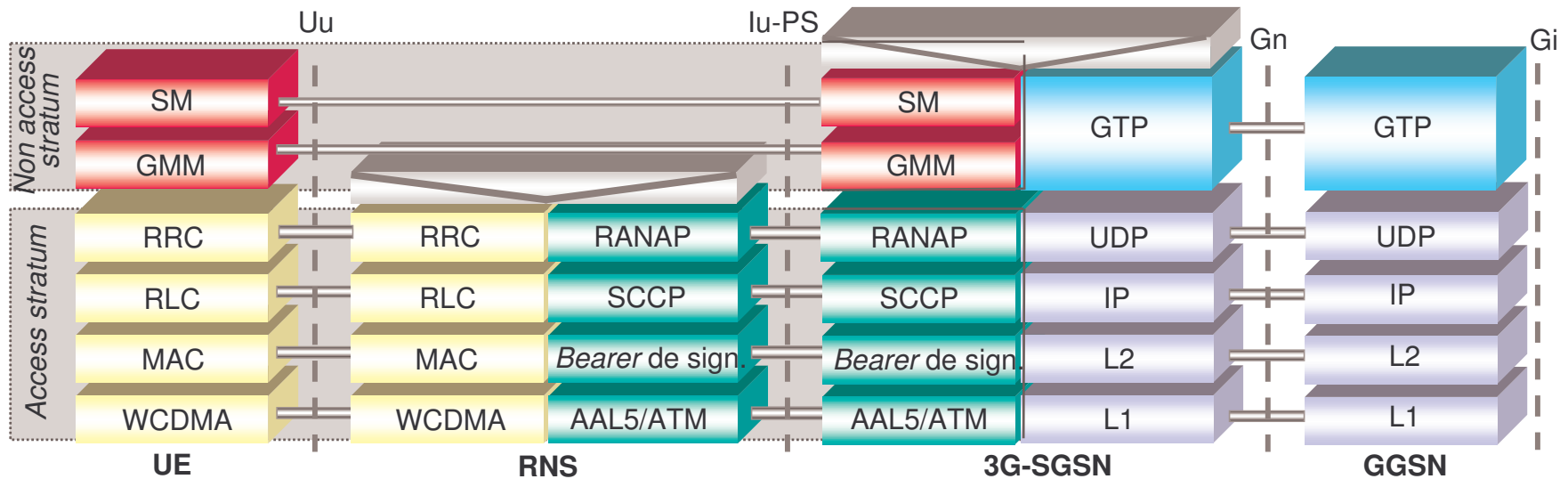


b) **Réseau UMTS.** Plan usager : échange de données entre le domaine PS et l'UE

# Plan de contrôle du domaine PS



a) Réseau GPRS. Plan de contrôle : échange de signalisation entre le réseau fédérateur GPRS et la MS



b) Réseau UMTS. Plan de contrôle : échange de signalisation entre le domaine PS et l'UE



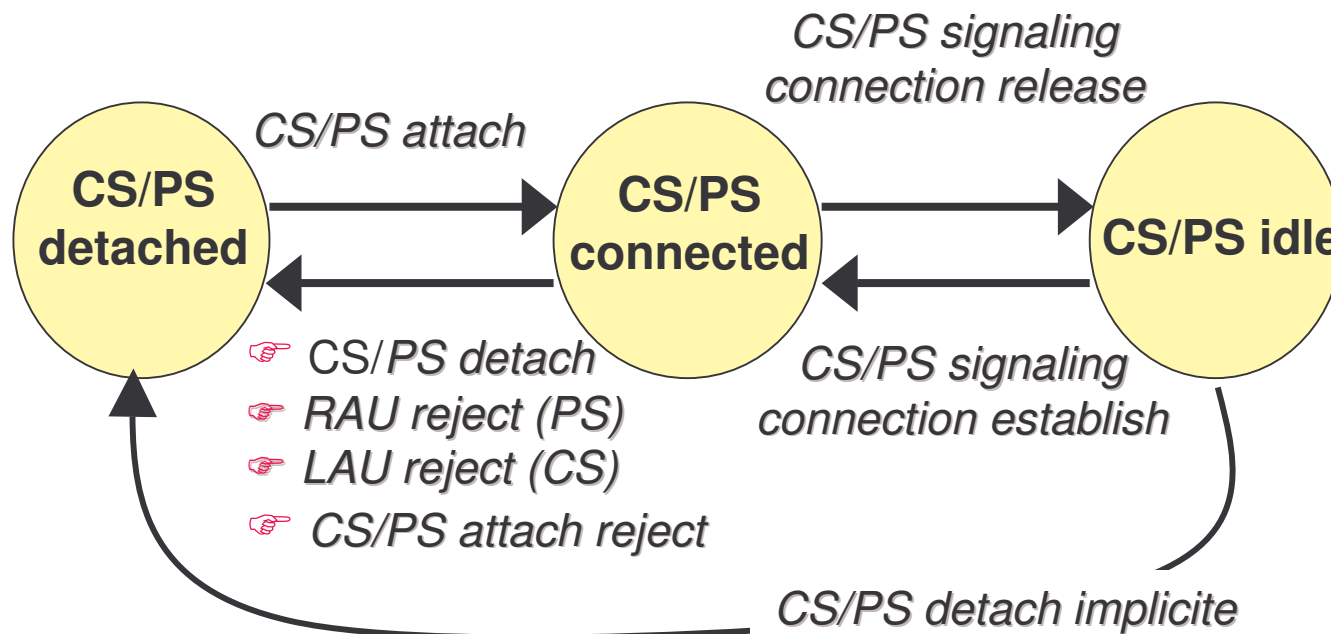
## **Principales procédures entre l'UE et le réseau cœur**

---

- ➡ **Procédure PS attach (GPRS attach)** : même chose qu'en GPRS
- ➡ **Procédure CS attach (IMSI attach)** : même chose qu'en GSM
- ➡ **Procédure CS/PS detach (IMSI/GPRS detach)** : même chose qu'en GSM/GPRS
- ➡ **Procédures de sécurisation des appels** : presque la même chose qu'en GSM/GPRS : **authentification renforcée**, chiffrement **+ intégrité**
- ➡ **Procédures de gestion de la mobilité** : même procédures qu'en GSM/GPRS (mise à jour de la LA, mise à jour de la RA) **+ procédure de relocalisation du SRNS**

# Mobilité gérée par le réseau cœur : états MM – 1/4

Etats du mobile vus par le mobile  
(valable pour les domaines CS et PS)

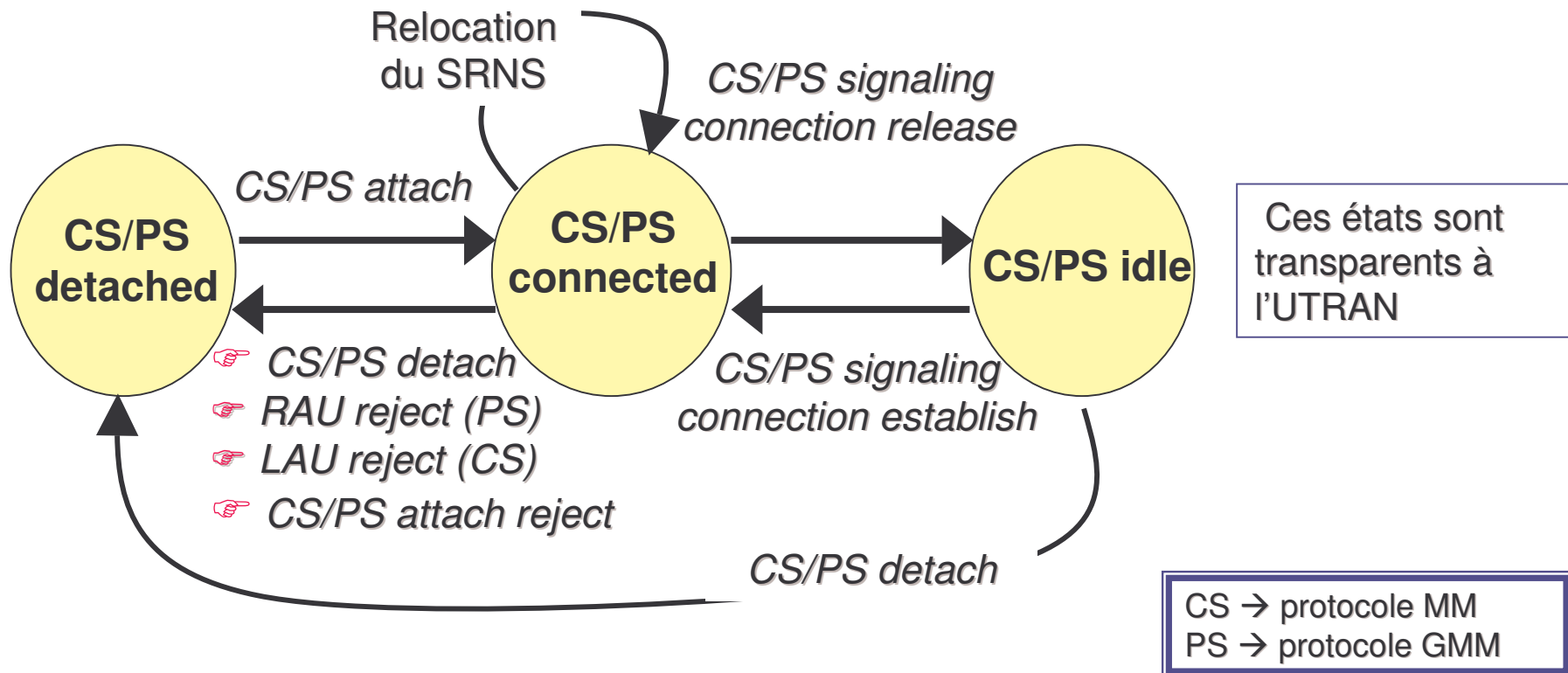


Ces états sont transparents à l'UTRAN

CS → protocole MM  
PS → protocole GMM

## Mobilité gérée par le réseau cœur : états MM – 2/4

Etats du mobile vus par le MSC/SGSN  
(valable pour les domaines CS et PS)





## ***Mobilité gérée par le réseau cœur : états MM – 3/4***

### ***Etat CS/PS-detached***

- Il n'y a pas de communication entre l'UE et le MSC / SGSN
- L'UE n'est pas joignable car sa position est inconnue
- Pour pouvoir passer ou recevoir des appels, l'UE doit effectuer la procédure CS et/ou PS *attach* pour s'inscrire au réseau

### ***Etat CS/PS-idle***

- La position de l'UE est connue par le MSC / SGSN avec une précision de LA/RA
- Des messages de notification d'appel (*paging*) sont nécessaires pour joindre l'UE
- L'UE doit effectuer la procédure « *Routing Area update* » (domaine PS) ou « *Location Area update* » (domaine CS) si la RA ou LA évoluent au cours de ses déplacements



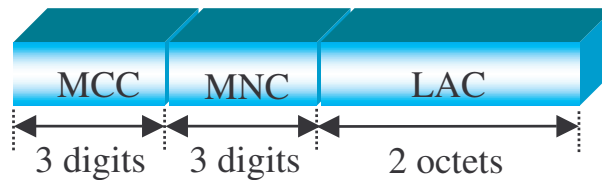
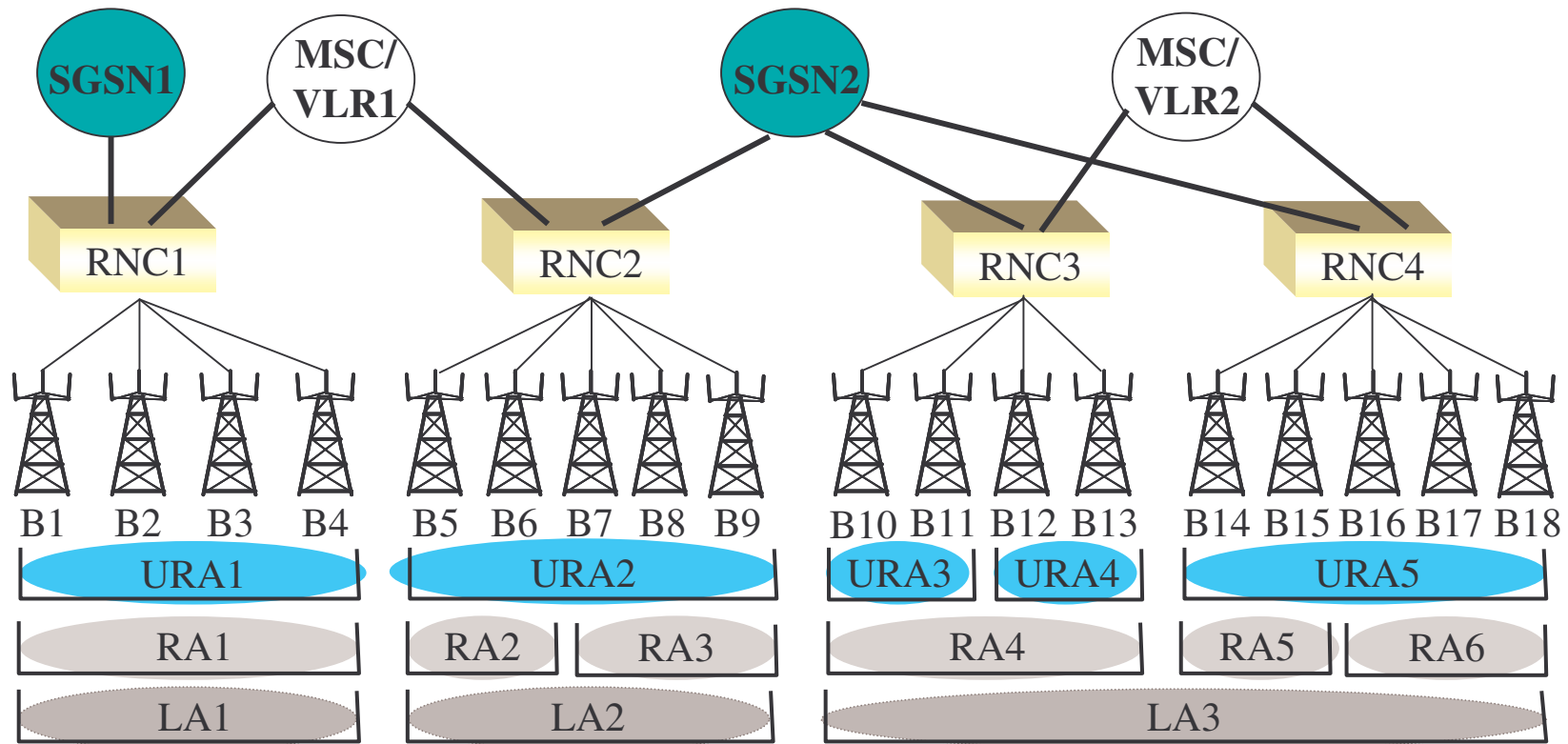
## ***Mobilité gérée par le réseau cœur : états MM – 4/4***

---

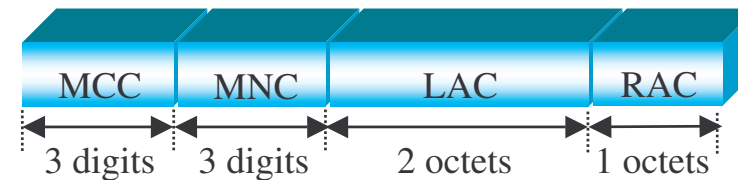
### ***Etat CS/PS-connected***

- La position de l'UE est connue par le MSC / SGSN avec une précision du SRNC : la gestion de la mobilité est à la charge de l'UTRAN (états RRC)
- L'UE effectue la procédure « *Routing area update* » (domaine PS) ou « *Location area update* » (domaine CS) uniquement lorsque le SRNC le demande explicitement par signalisation
- L'UE passe dans l'état CS/PS-idle lorsque la signalisation entre l'UE et le MSC / SGSN a été relâchée ou coupée

# Les zones de localisation en UMTS – 1/2



a) Format de l'identificateur LAI



b) Format de l'identificateur RAI

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



## Les zones de localisation en UMTS – 2/2

	MSC/VLR		SGSN		UTRAN
	GSM	UMTS	GPRS	UMTS	UMTS
cellule	non	non	oui	non	oui
URA	—	non	—	non	oui
RA	—	non	oui	oui	non
LA	oui	oui	non	non	non

☞ **LA.** Consiste en un ensemble de cellules placées sous le contrôle d'un RNC et gérées par un même et unique 3G-MSC/VLR. Valable pour le domaine CS

☞ **RA.** Sous-ensemble de cellules dans une LA placées sous le contrôle d'un RNC et gérées par un même et unique 3G-SGSN. Valable pour le domaine PS

☞ **URA.** Ensemble de cellules connu et géré par l'UTRAN exclusivement (de taille égale, inférieure ou supérieure à celle des RA ou des LA)

# Procédures de sécurisation des appels

- Permettent d'assurer la confidentialité, l'authenticité et l'intégrité des échanges entre l'UE et le réseau
- Les procédures de sécurisation des appels sont mises en place
  - 👉 lors de l'inscription initiale au réseau
  - 👉 lors d'un changement de RA/LA
  - 👉 lors d'un appel généré par l'UE
  - 👉 lors d'une réponse à un message de *paging*

33.102

## Chiffrement

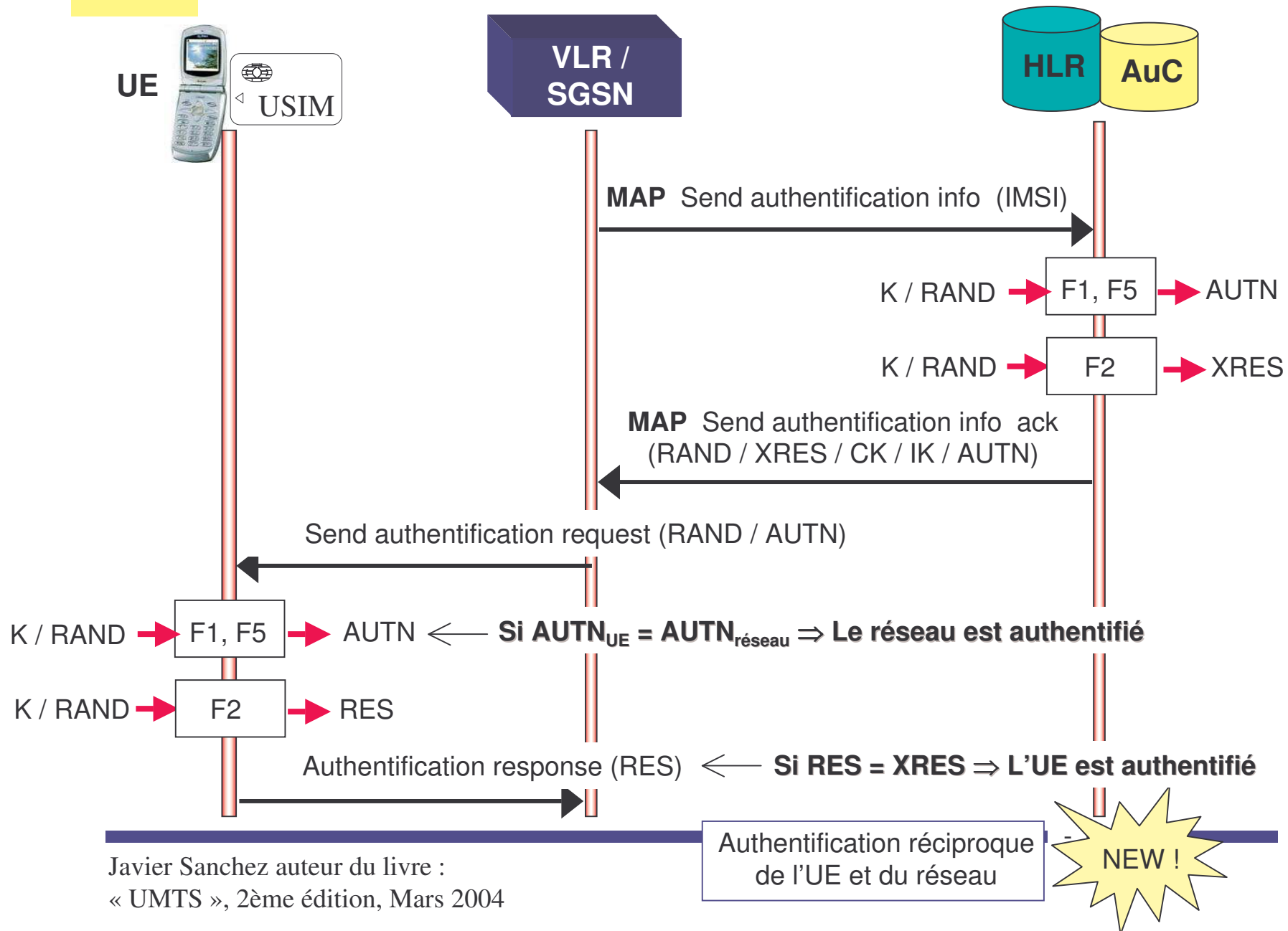
- Utilisé pour la confidentialité des données usager et de la signalisation transférées sur le canal radio

NEW !

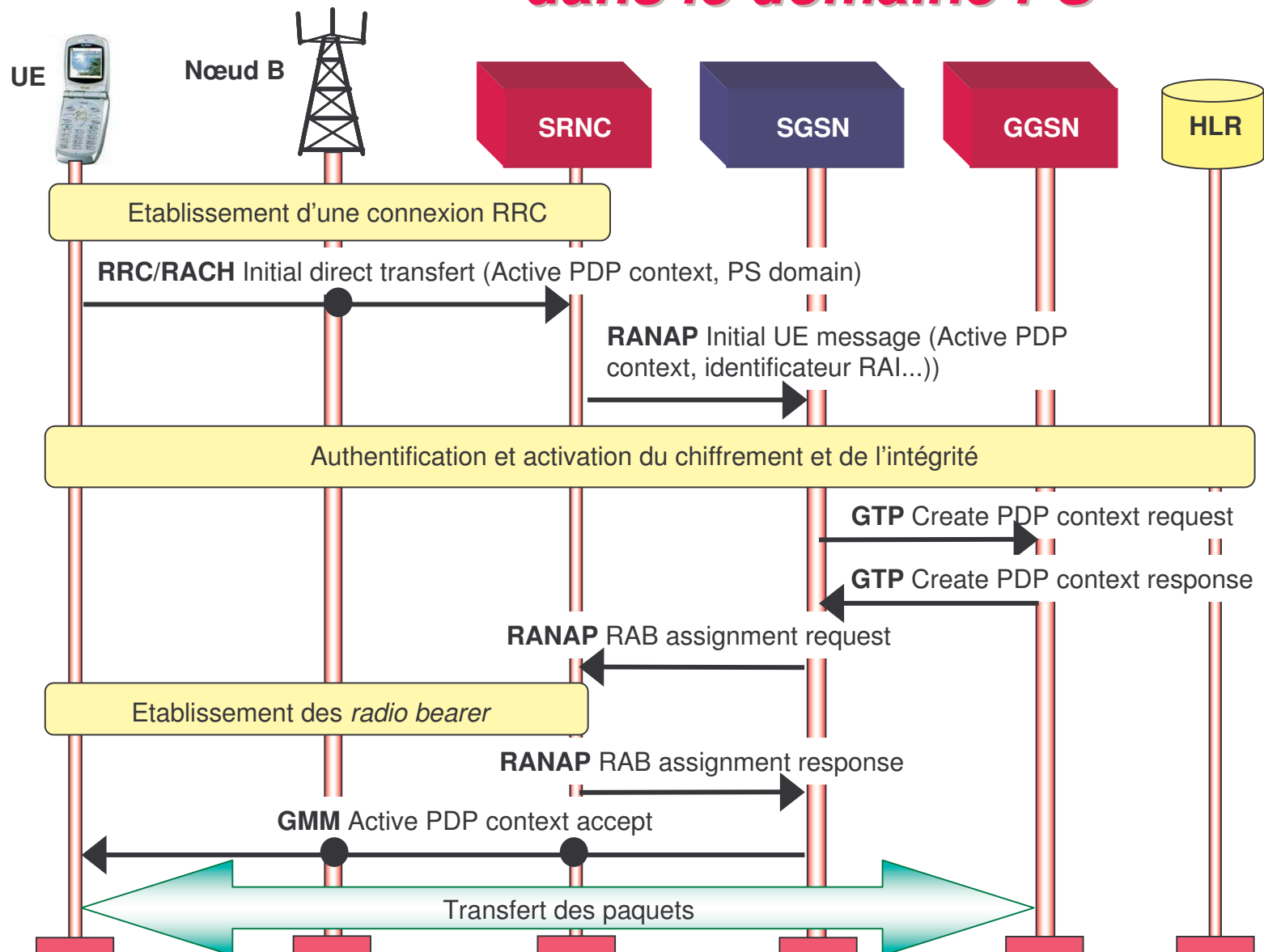
## Intégrité

- Permet à l'entité réceptrice d'authentifier l'émetteur et de s'assurer que les messages de signalisation reçus n'ont pas été altérés ou falsifiés au cours de la transmission.

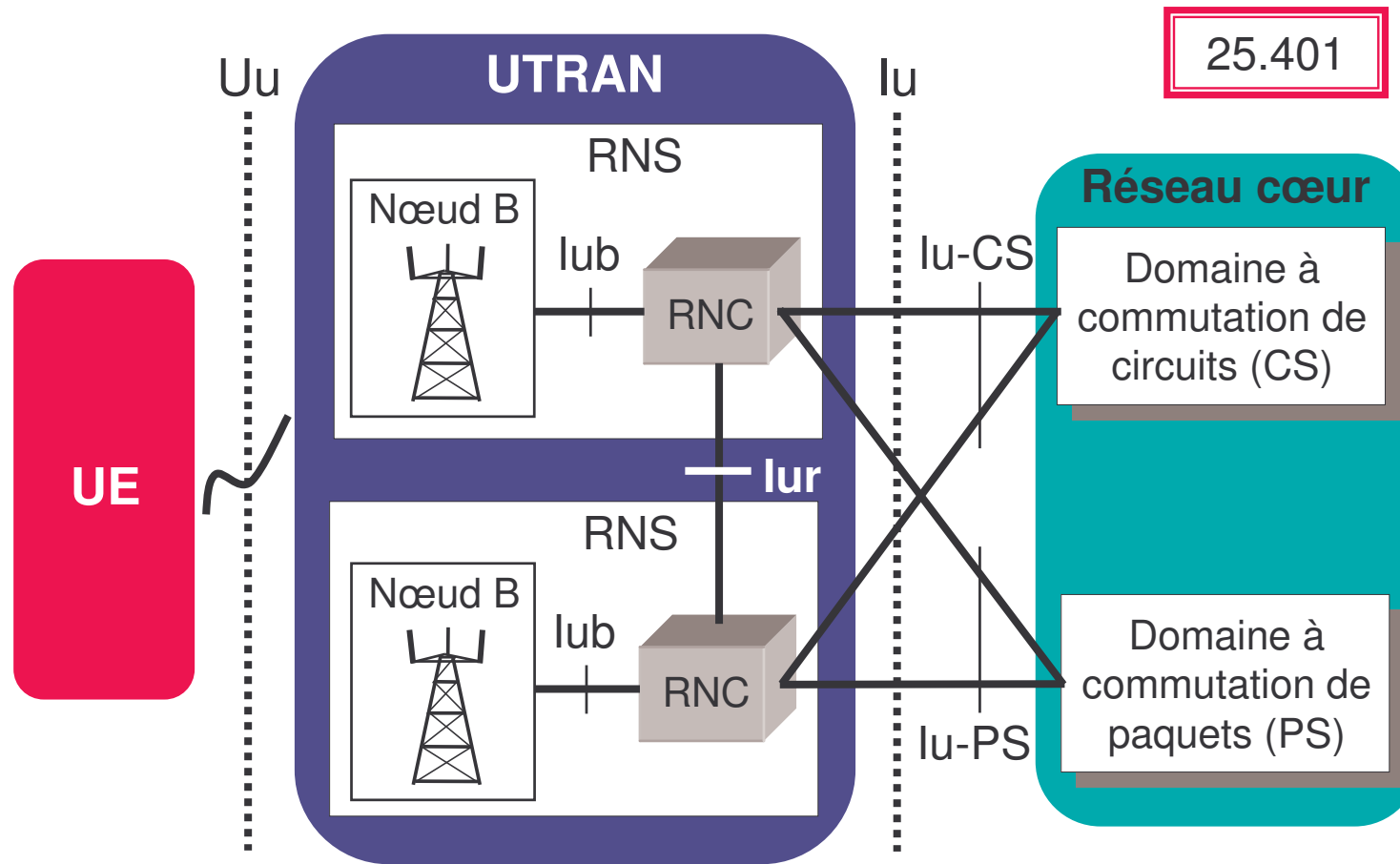
# Processus d'authentification



# Établissement d'un contexte PDP dans le domaine PS



# Architecture de l'UTRAN



- Définition de quatre nouvelles interfaces : « Uu », « lu », « lur » et « lub »

- ☞ interfaces ouvertes permettant l'interconnexion d'équipements de constructeurs différents

- Utilisation du CDMA large bande (WCDMA) comme méthode d'accès radio

- ☞ besoin de gérer la « macrodiversité »

- Introduction de l'ATM dans la couche de transport des interfaces « lu », « lub » et « lur »

- Architecture hiérarchique héritée du BSS GSM

## Interfaces de l'UTRAN

Interface	Localisation	Description en bref	Equivalent GSM/GPRS
<b>Uu</b>	UE-UTRAN	Interface radio qui permet au mobile de communiquer avec l'UTRAN. La technologie UTRA est utilisée dans cette interface	<b>Um</b>
<b>Iu</b>	UTRAN-réseau cœur	Interface Iu-CS. Elle permet au RNC de communiquer avec le MSC/VLR (services en mode circuit)	<b>A</b>
		Interface Iu-PS. Elle permet au RNC de communiquer avec le SGSN (services en mode paquet)	<b>Gb</b>
<b>Iur</b>	RNC-RNC	Elle permet à deux RNC de communiquer. Nécessaire en CDMA pour effectuer, entre autres, la procédure de macrodiversité	Pas d'équivalent
<b>Iub</b>	Nœud B-RNC	C'est par cette interface que communiquent le Nœud B et le RNC	<b>Abis</b>



# Elements de l'UTRAN

---

**Radio Access Network (RNS).** Sous-système du réseau d'accès radio qui fait partie de l'UTRAN et qui comprend un RNC et un ou plusieurs Nœuds B.

## **Nœud B**

- Nom donné dans les spécifications techniques à une station de base
- Effectue les procédures de la couche physique : modulation RF, étalement de spectre, contrôle de puissance en boucle interne, adaptation de débit, *combining* (suivant le principe du RAKE). Supporte les modes UTRA/FDD et/ou UTRA/TDD

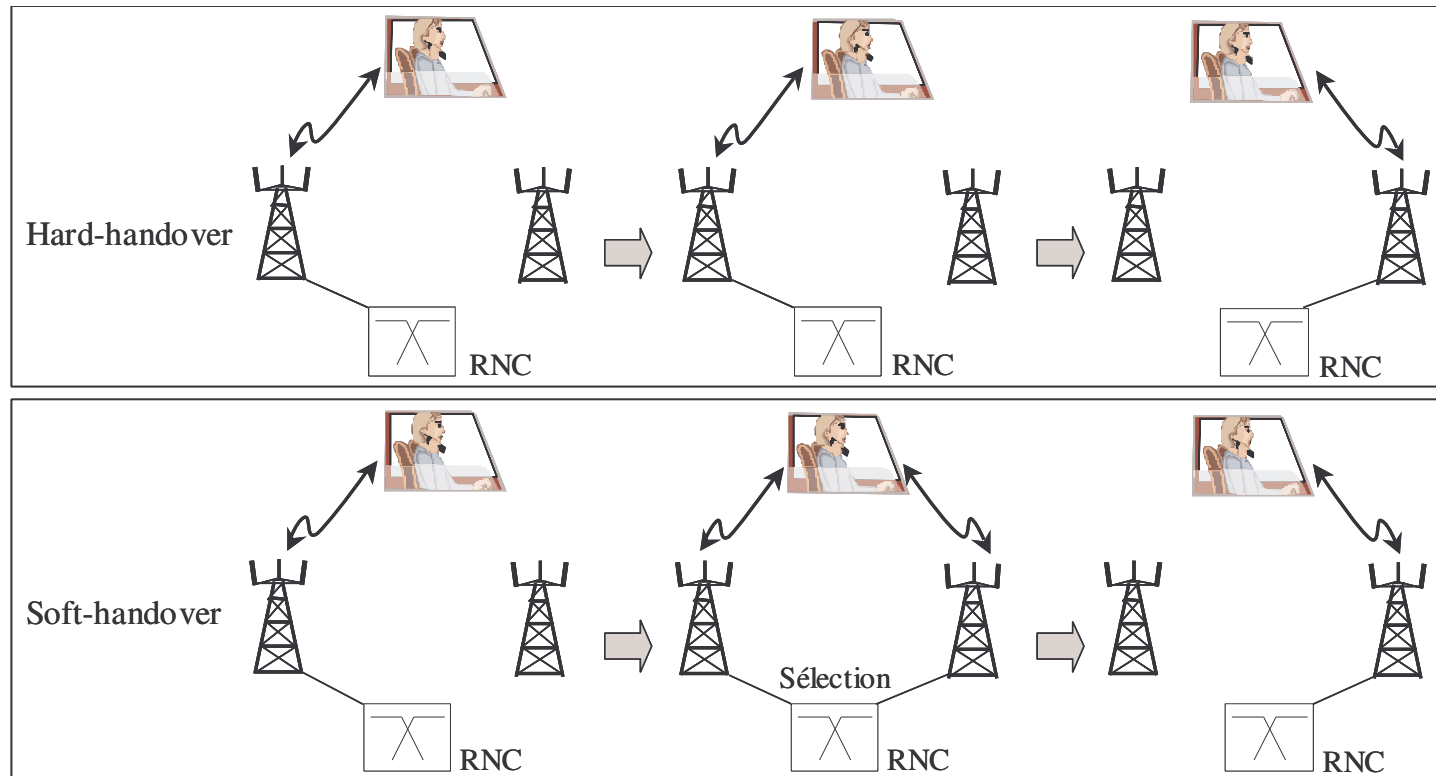
**Radio Network Controller (RNC).** Contrôleur des stations de base. Il contrôle l'utilisation et l'intégrité des ressources radio : c'est le « cerveau » dans le RNS :

- Gère les ressources radio : admission, charge, congestion, séquençage dans la transmission des paquets
- Gestion de la mobilité (*handover*)
- Point d'accès pour le mobile vers le réseau cœur
- Allocation des codes d'étalement
- Contrôle de puissance « hors boucle »



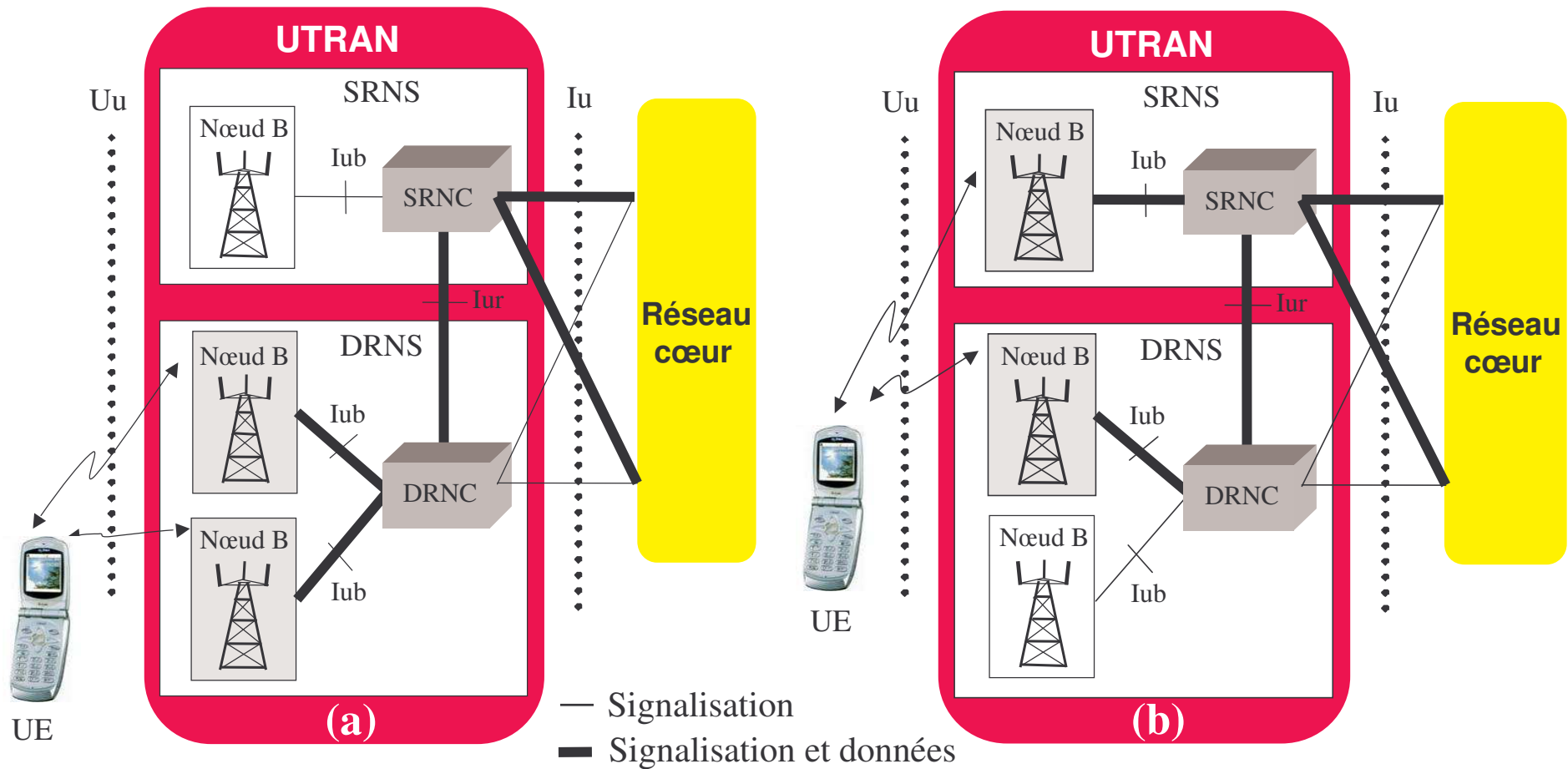
# Principe de la macrodiversité

La **macrodiversité** est un état d'opération du mobile où celui-ci reçoit le même signal transmis par des stations de base différentes. Elle est propre au CDMA.



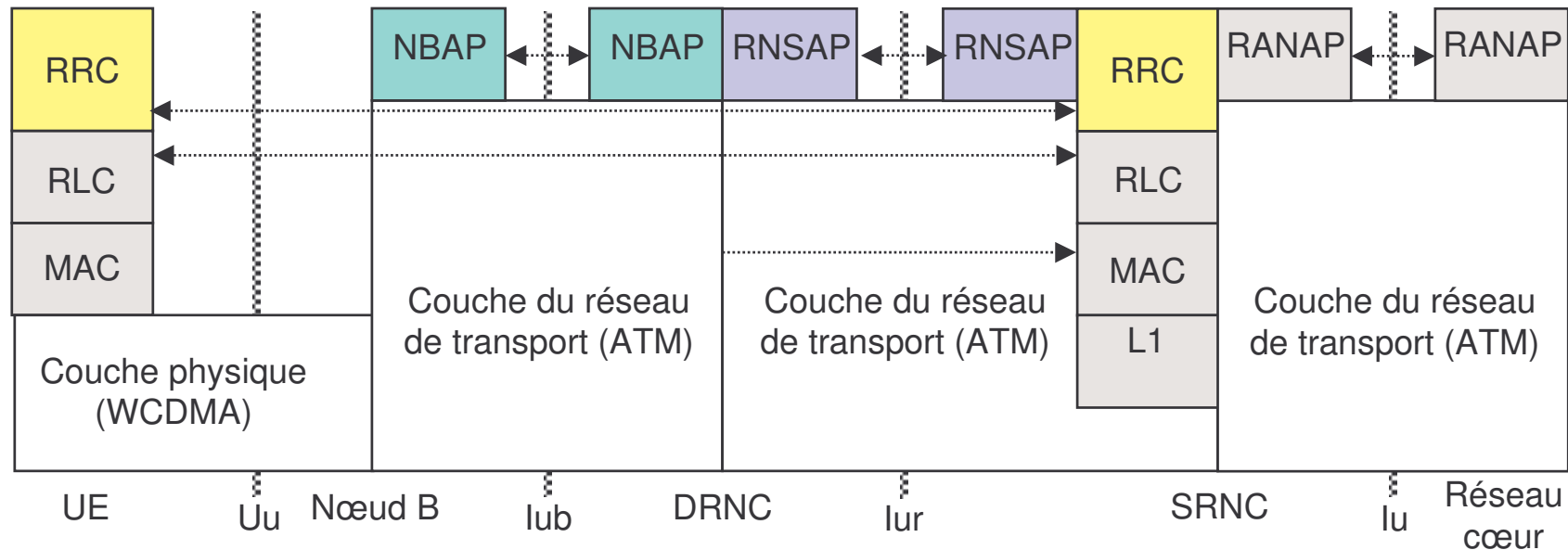
Le **soft-handover** est un processus de handover où les liens radio sont ajoutés ou supprimés suivant certains critères de qualité. Le mobile conserve toujours au moins une liaison radio avec l'UTRAN : le service courant n'est jamais interrompu

# Intérêt de l'interface Iur et rôle du DRNC (deux exemples)



Le mobile est en état de macrodiversité

# Schématisation des échanges avec l'UTRAN



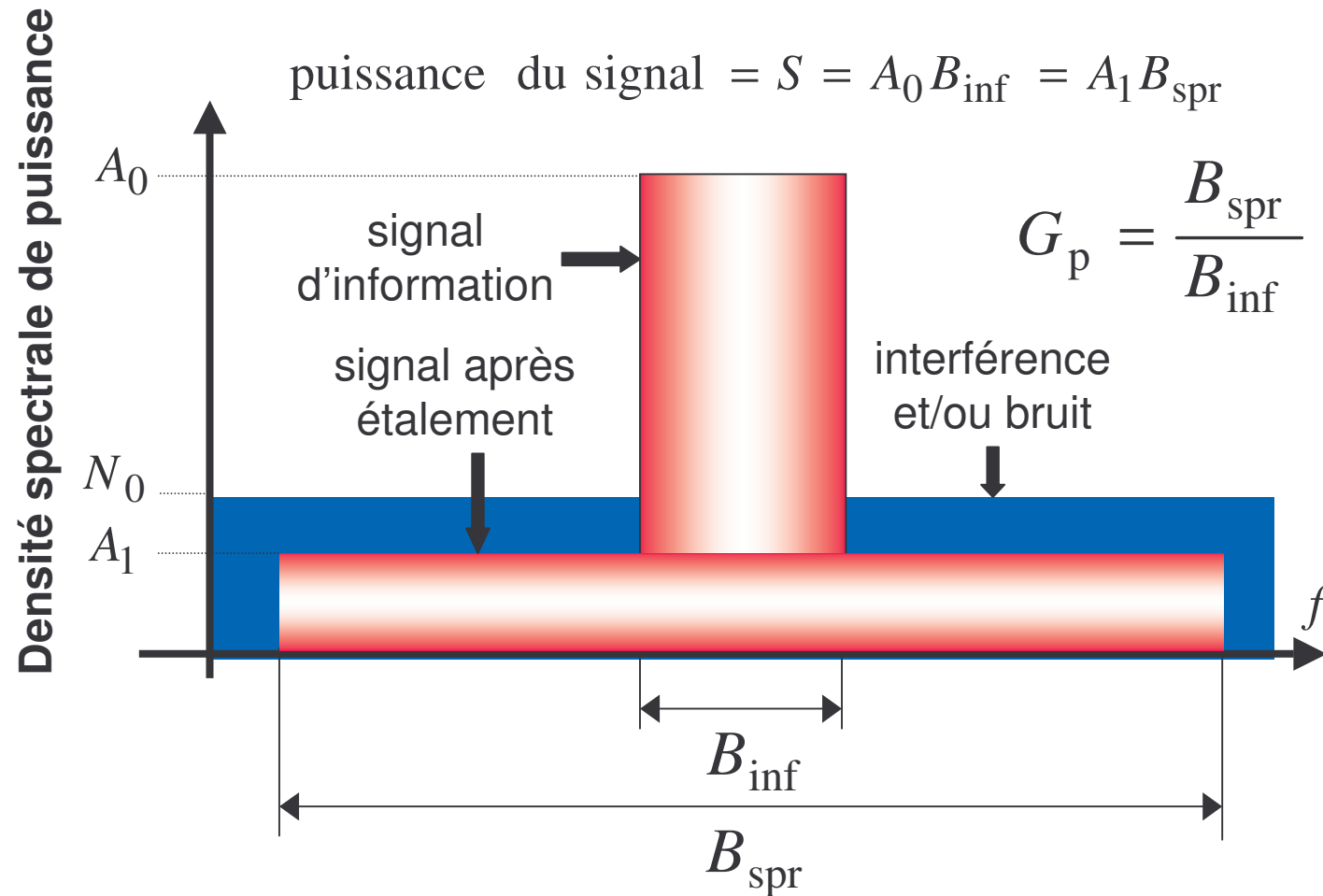
## Avantages de l'ATM :

- Possibilité de transporter du trafic avec des débits variables : apprécié particulièrement pour le transport de la parole dans des périodes de silence
- Possibilité de préserver la qualité de service des médias véhiculés : apprécié particulièrement pour des services avec des contraintes temps réel

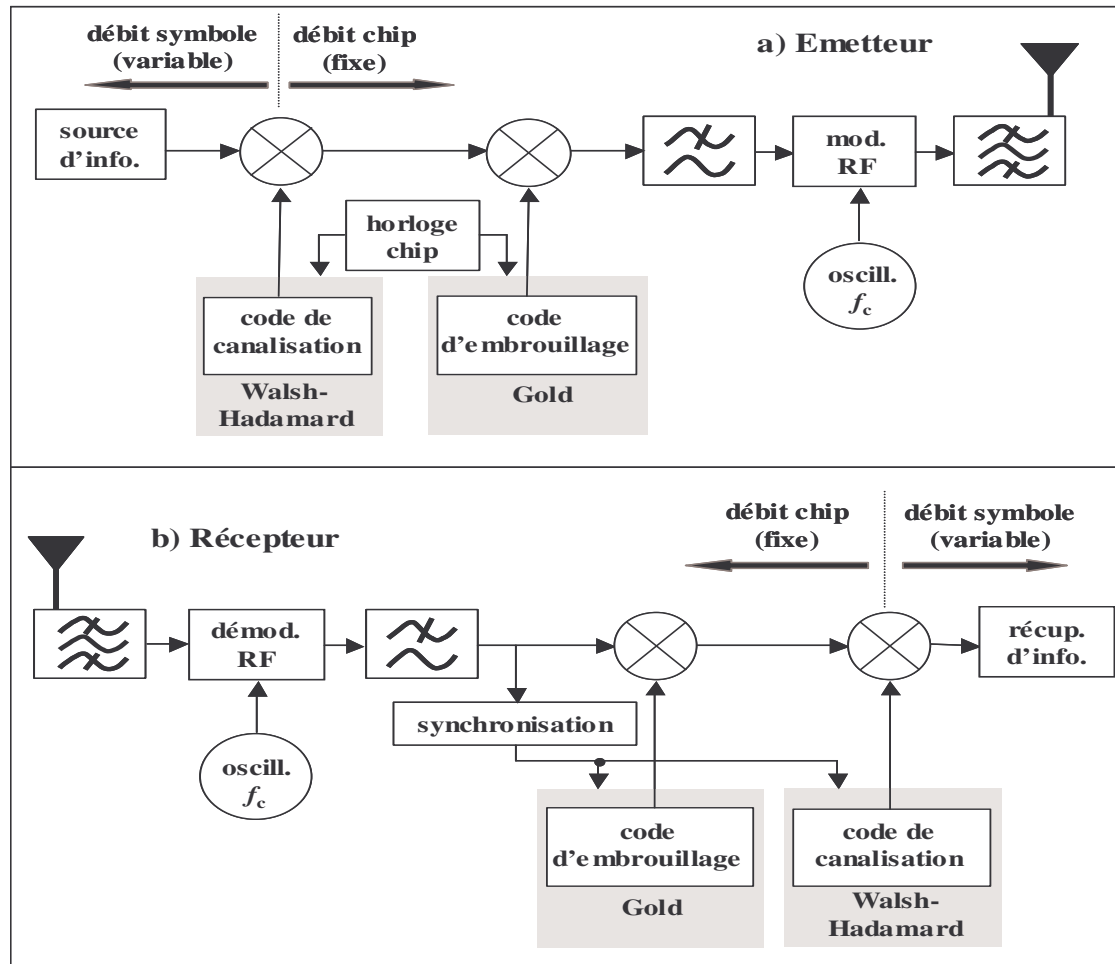
# Différences entre les interfaces radio GSM et UTRA/FDD

	GSM	UTRA / FDD
Technique d'accès multiple	FDMA / TDMA	FDMA / CDMA
Mode de duplexage	FDD	FDD
Spectre de fréquences (MHz)	925-960 (VD) 880-915 (VM) 1 805-1 880 (VD) 1 710-1 785 (VM) 1 850-1 910 (VD) 1 930-1 990 (VM)	Europe : 1 920-1 980 (VM) 2 110-2 170 (VD)
Séparation entre porteuses	200 kHz	5 000 MHz
Type de modulation des données	GMSK	BPSK (VM), QPSK (VD)
Périodicité du contrôle de puissance	2 Hz	1 500 Hz
Durée d'une trame	4,615 ms	10 ms
Durée d'un slot	4,615 / 8 ~ 0,577 ms	10 / 15 ~ 0,667 ms
Débit chip		3,84 Mcps
Synchronisation entre BS	Asynchrone	Asynchrone

# Principe de l'étalement de spectre



# Codes utilisés par la technologie UTRA



Deux types de codes :

## 1. Codes de canalisation (codes orthogonaux).

En UPLINK, utilisés pour distinguer les canaux de contrôle et de data d'un utilisateur. En DOWNLINK, utilisés pour distinguer les utilisateurs présents dans une même cellule

## 2. Codes d'embrouillage (codes pseudo-aléatoires).

En UPLINK, utilisés pour distinguer les utilisateurs présents dans une même cellule. En DOWNLINK, utilisés pour distinguer une cellule ou un secteur dans le réseau

# Le contrôle de puissance en UTRA/FDD

## A quoi ça sert

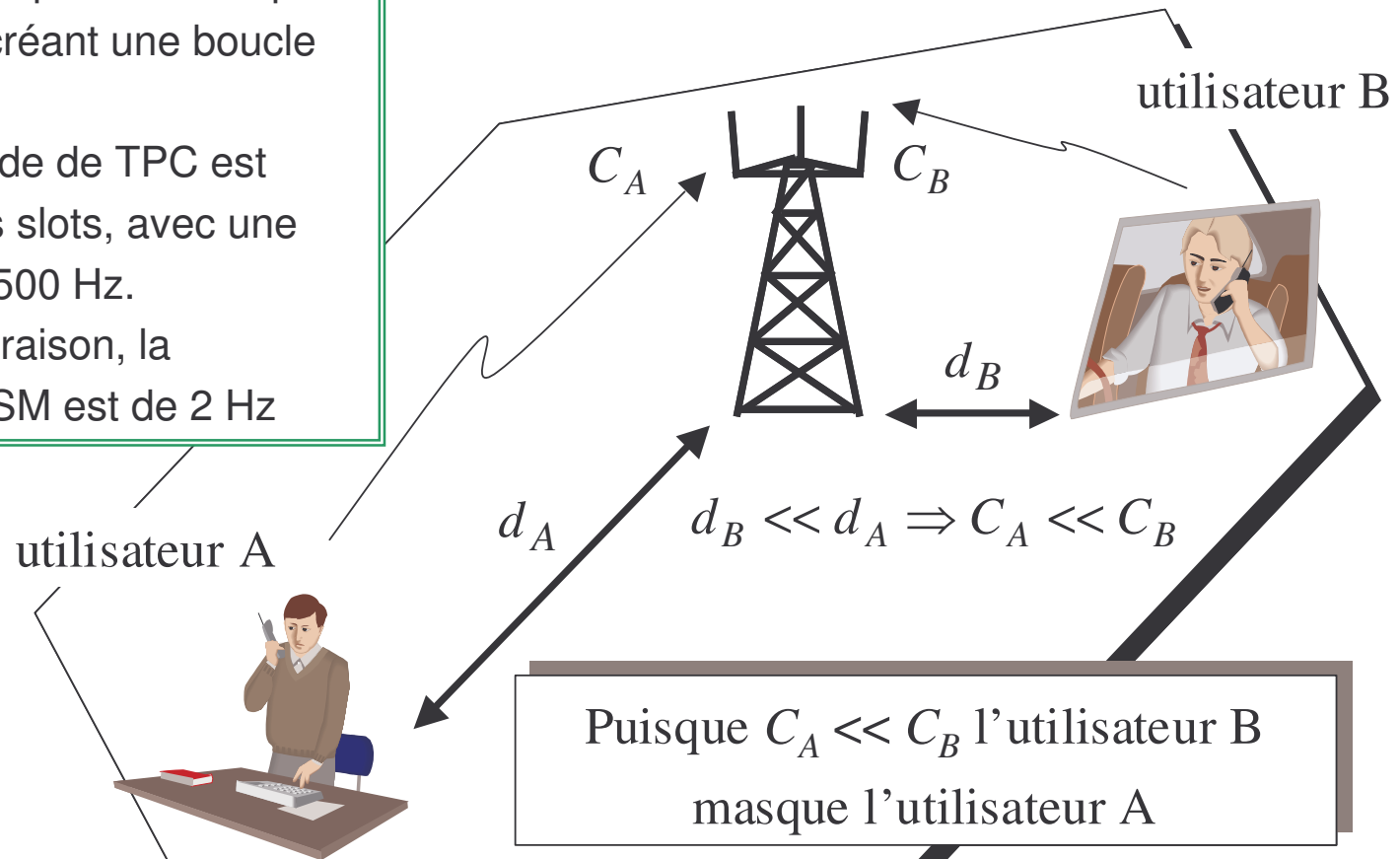
- lutter contre l'effet « proche-lointain » dans la voie montante
- réduire l'interférence des cellules voisines dans la voie descendante
- contrecarrer les dégradations causées par le canal de propagation (affaiblissement de parcours, *fast fading* et *shadowing*)
- prolonger l'autonomie de la batterie du mobile

## Types

- contrôle de puissance en boucle ouverte (*open loop power control*)
- contrôle de puissance en boucle fermée (*closed loop power control*)
  - ☞ Boucle interne de contrôle de puissance (*inner loop power control*)
  - ☞ Boucle externe de contrôle de puissance (*outer loop power control*)

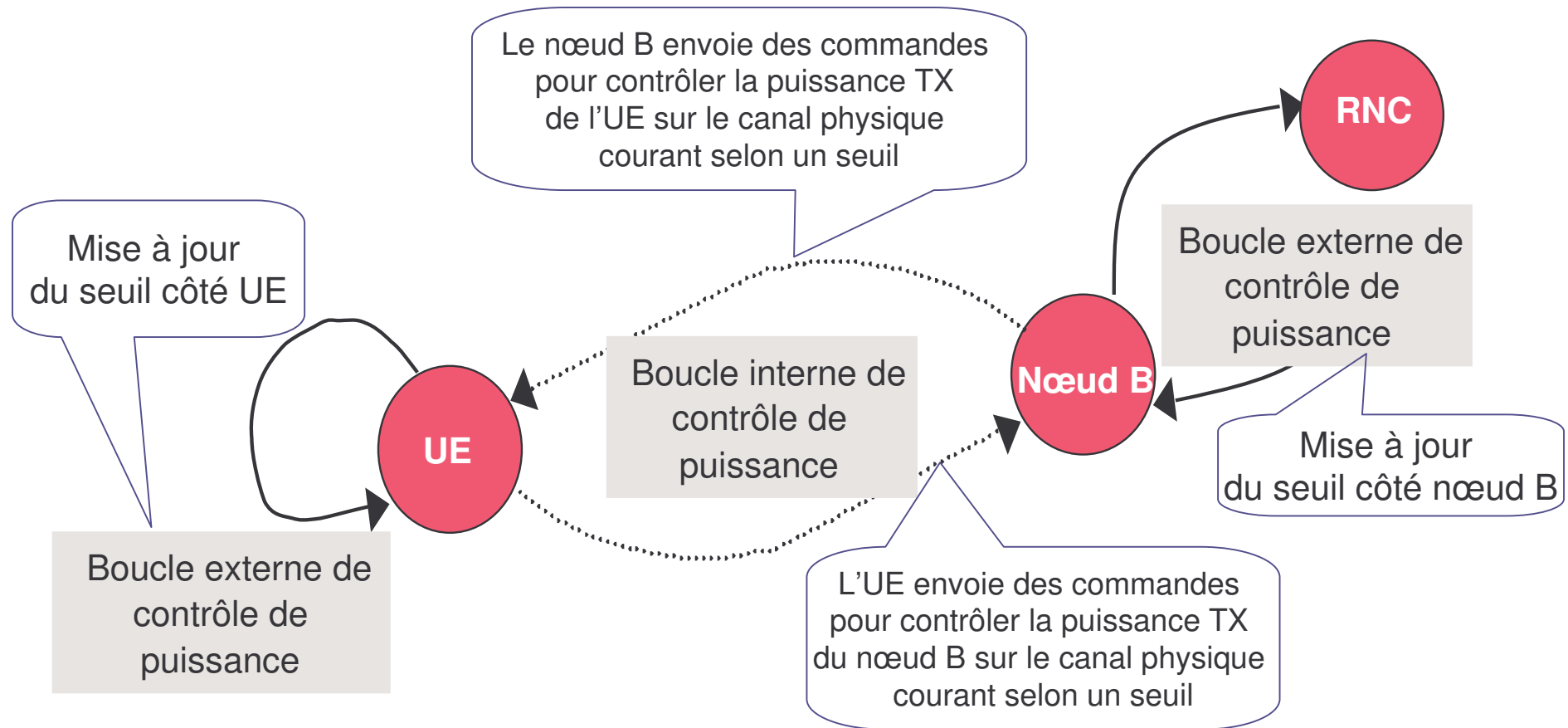
## Besoin d'un contrôle de puissance rapide : lutte contre l'effet « proche-lointain »

- Un contrôle de puissance rapide est effectué en créant une boucle fermée
- Une commande de TPC est générée tous les slots, avec une périodicité de 1 500 Hz.  
A titre de comparaison, la périodicité en GSM est de 2 Hz

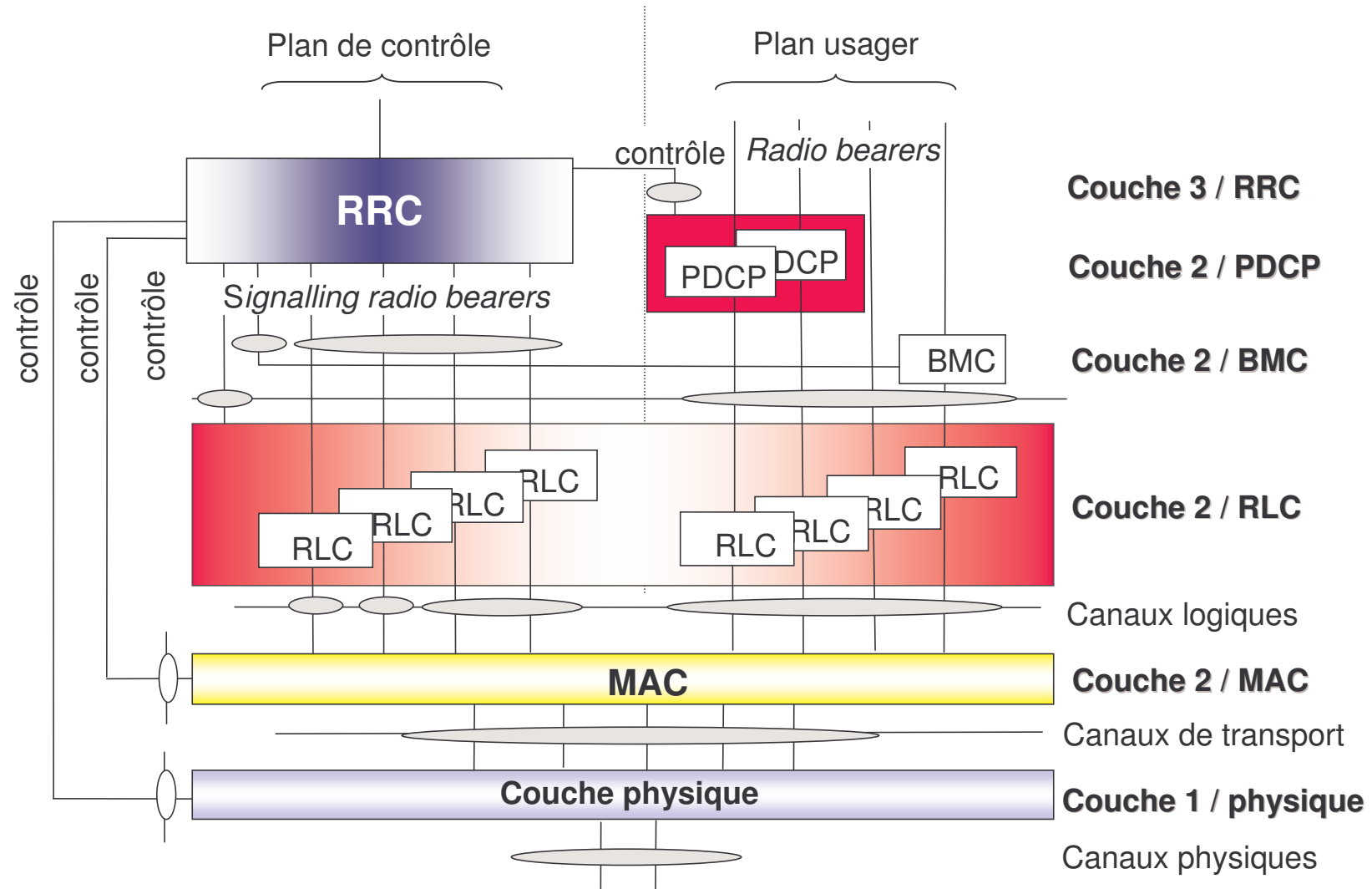




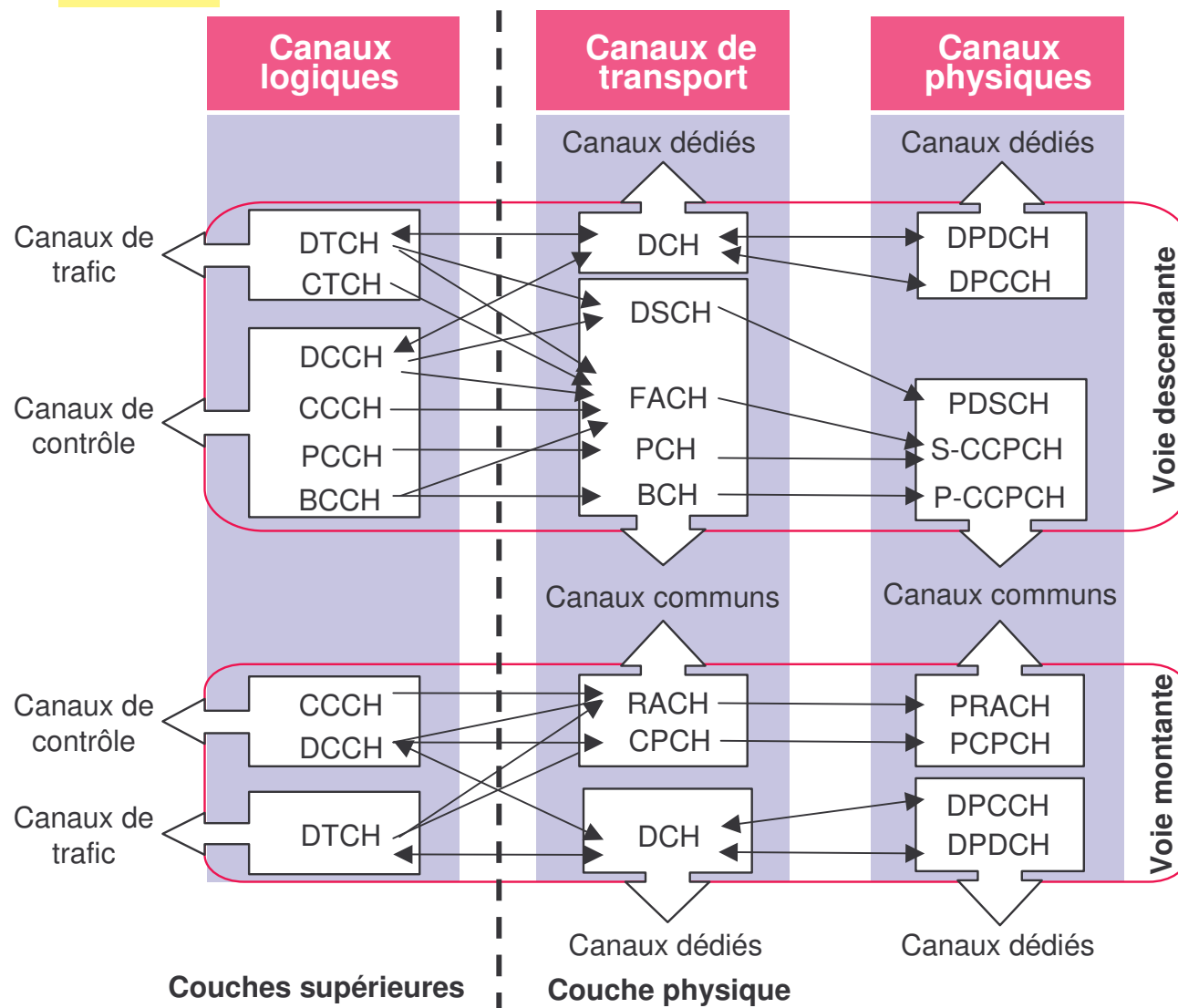
# Types de contrôle de puissance



# Architecture par couches de l'interface radio UTRA



# Les différents canaux en UMTS



## Canal physique en UMTS :

- une fréquence porteuse
- un code de canalisation (*channelisation code*)
- un code d'embrouillage (*scrambling code*)

C'est un peu une usine à gaz !!

# Les protocoles radio – 1/4

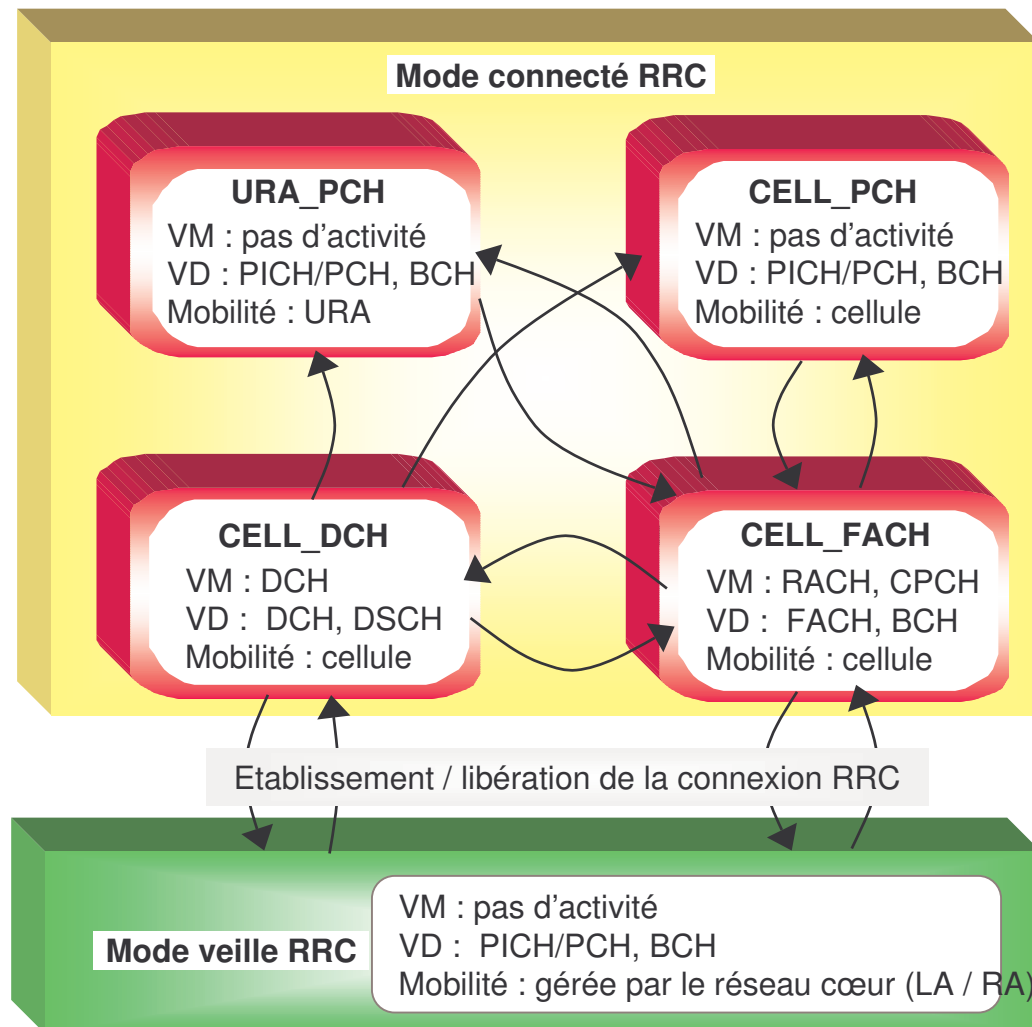
■ Ses principales fonctions sont :

- 👉 gestion des états RRC
- 👉 diffusion des informations système
- 👉 gestion du *paging*
- 👉 sélection initiale et resélection de cellule dans l'UE
- 👉 gestion de la mobilité dans l'UTRAN (*handover*)
- 👉 contrôle des mesures
- 👉 configuration du chiffrement et de l'intégrité
- 👉 gestion de la QoS demandée
- 👉 contrôle de puissance en boucle externe



**Couche RRC**

## Les protocoles radio – 2/4



**Etats de service  
RRC**

## Les protocoles radio – 3/4

### Couche RLC

- Segmentation, assemblage, concaténation et/ou rembourrage des PDU des couches supérieures, chiffrement, contrôle/correction d'erreurs...

- Offre trois modes d'opération :

- ☞ **Transparent (TM)**. RLC ne fait aucune contribution aux flots qui lui arrivent (pas d'en-têtes). Communication rapide mais peu fiable.

- ☞ **Sans acquittement (UM)**. Effectue la détection d'erreurs. Pas de retransmission. Exemple : service temps réel en mode paquet

- ☞ **Avec acquittement (AM)**. Effectue la détection et le contrôle d'erreurs suivant la technique (ARQ). Exemple : service non temps réel en mode paquet

### Couche MAC

- Multiplexe plusieurs canaux logiques (couches supérieures) dans des canaux de transport (couche physique), et *vice versa*

- Sécurise les données transmises dans l'air en appliquant une opération de chiffrement (pourvu que RLC opère en mode transparent)

# Les protocoles radio – 4/4

## ***Couche physique***

- Détection et correction d'erreurs dans les canaux de transport
- Multiplexage des canaux de transport sur des canaux physiques
- Étalement et désétalement de spectre des canaux physiques
- Prélèvement des mesures radio (envoyées aux couches supérieures)
- Contrôle de puissance en boucle fermée
- Modulation et démodulation RF

## ***Couche BMC***

- Présente exclusivement dans le plan usager
- Utilisée pour mettre en place les services *broadcast* et *multicast* (point à multipoint).

## ***Couche PDCP***

- Présente exclusivement dans le plan usager
- Effectue la compression / décompression des en-têtes TCP/UDP et IP



## ***Exemples de débits maximum « utiles » dans la voie montante***



SF du DPDCH	Débit « brut » du DPDCH	Débit « utile » (approx.)
256	15 kbps	7,5 kbps
128	30 kbps	15 kbps
64	60 kbps	30 kbps
32	120 kbs	60 kbps
16	240 kbps	120 kbps
8	480 kbps	240 kbps
4	960 kbps	480 kbps
multicode 6 codes et SF = 4	$960 \times 6 = 5\,760$ kbps	2 880 kbps

- Le débit « utile » est considéré ici comme le débit binaire au dessus de la couche physique (hors bits de CRC, de queue et des en-têtes MAC et RLC)
- On suppose un taux de codage 1/2





## ***Exemples de débits maximum « utiles » dans la voie descendante***

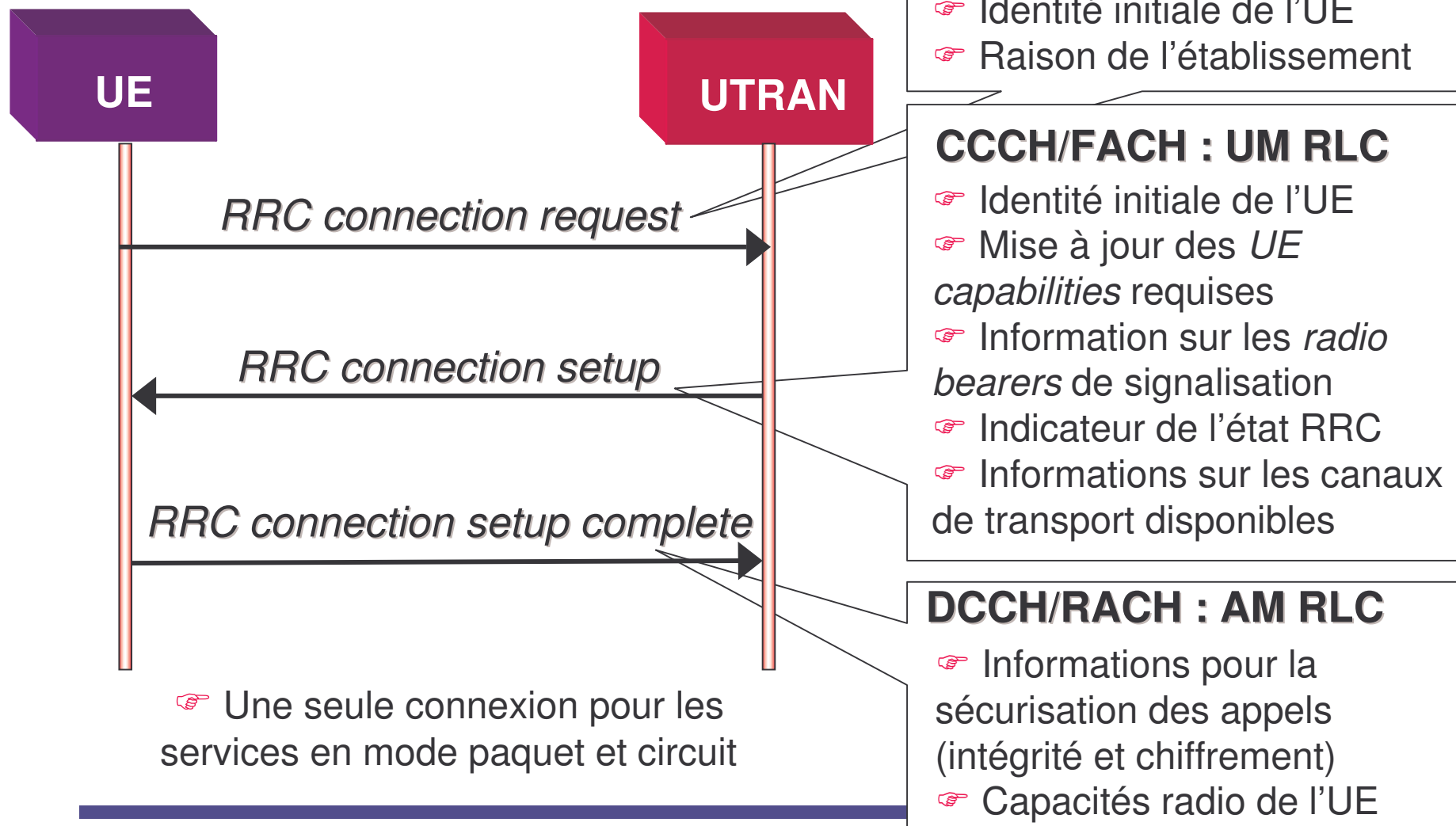


SF du DPDCH	Débit « brut » du DPDCH	Débit « utile » (approx)
512	24 kbps	12 kbps
256	21 kbps	10,5 kbps
128	51 kbps	25,5 kbps
64	90 kbps	45 kbps
32	225 kbps	112,5 kbps
16	432 kbps	216 kbps
8	1 063 kbps	531,5 kbps
4	1 873 kbps	936, 5 kbps
multicode 3 codes et SF = 4	$1\,873 \times 3 = 5\,619$ kbps	2 809,5 kbps

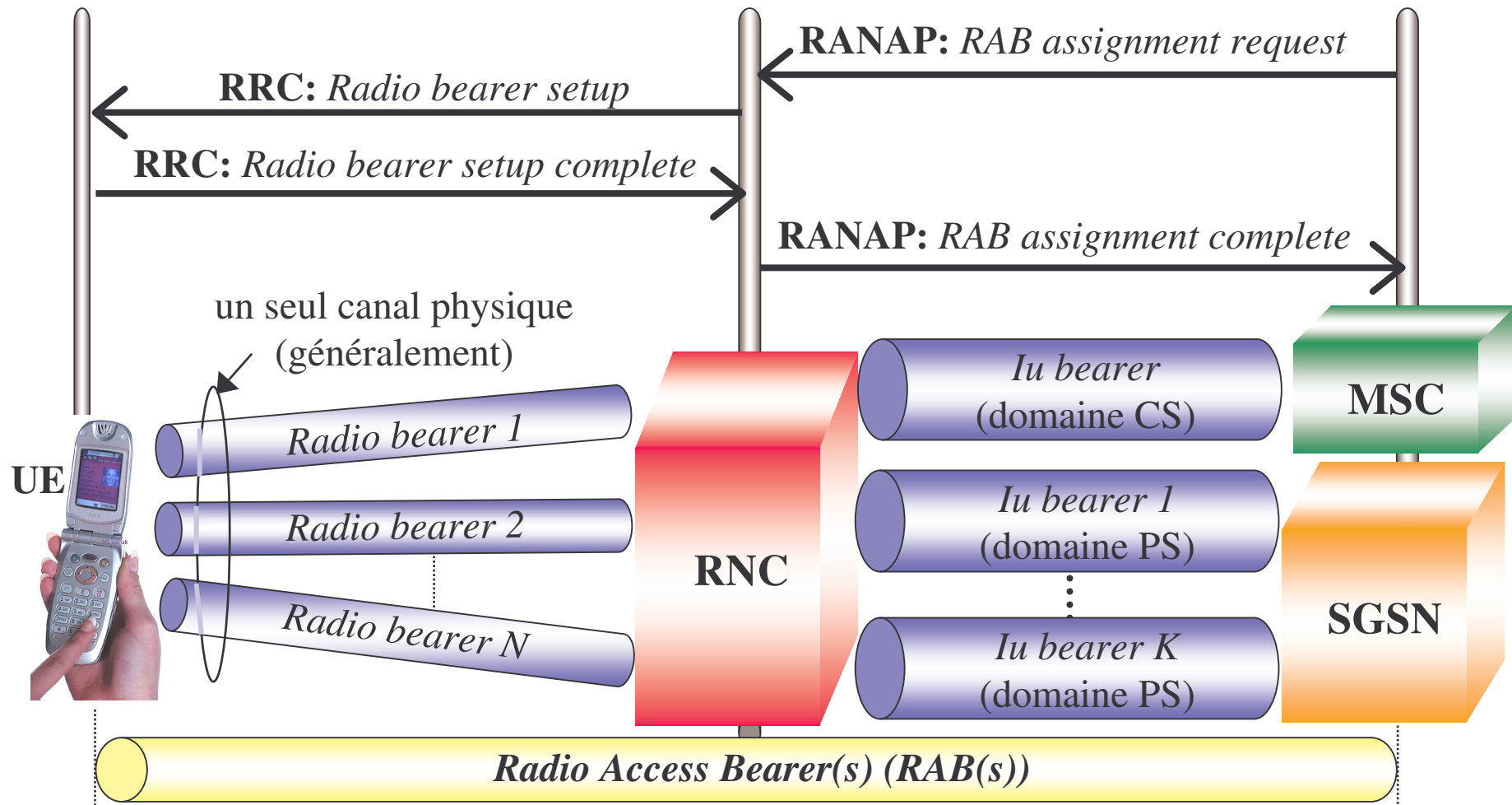
■ Le débit « utile » est considéré ici comme le débit binaire au dessus de la couche physique (hors bits de CRC, de queue et des en-têtes MAC et RLC)

■ On suppose un taux de codage 1/2

## Fonctions de RRC : établissement d'une connexion RRC

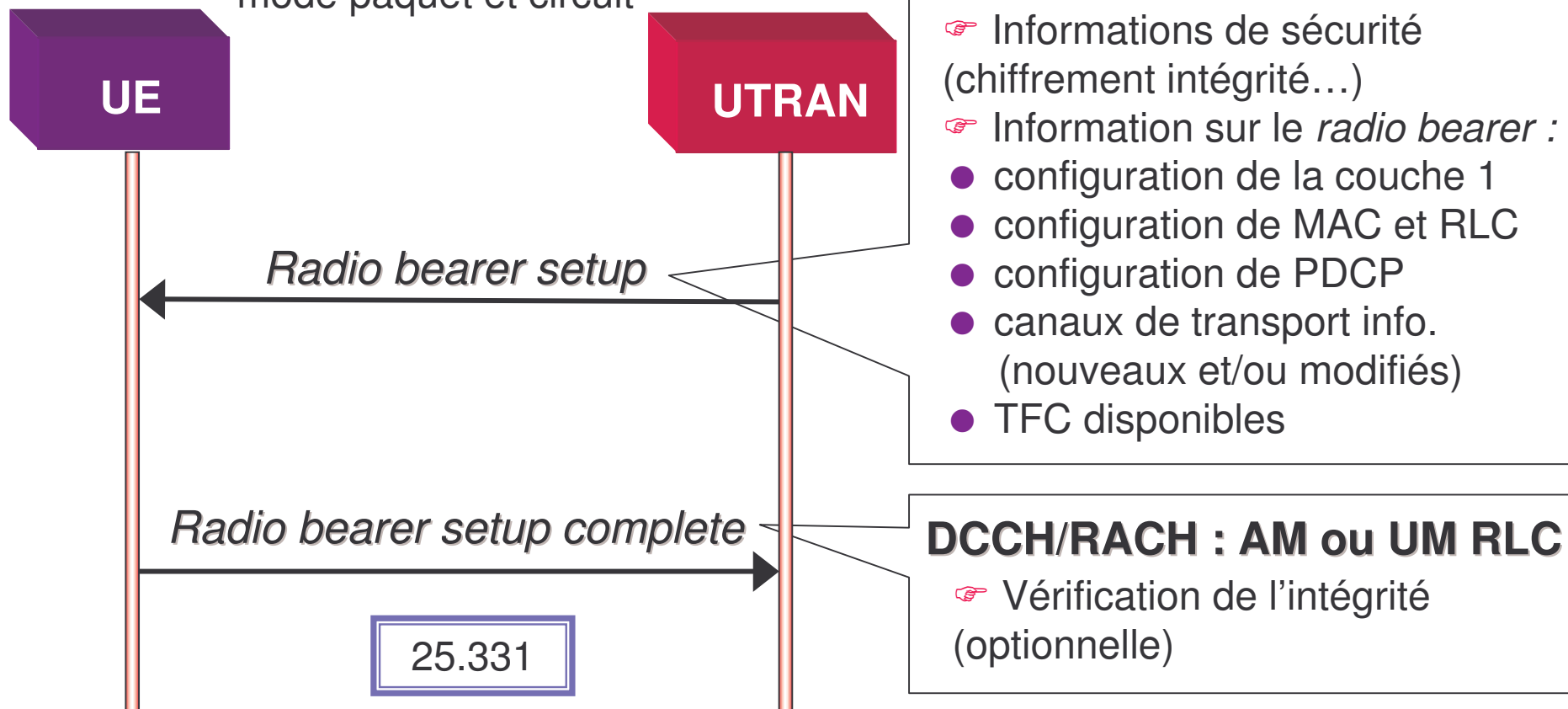


## Etablissement d'un radio access bearer (RAB)

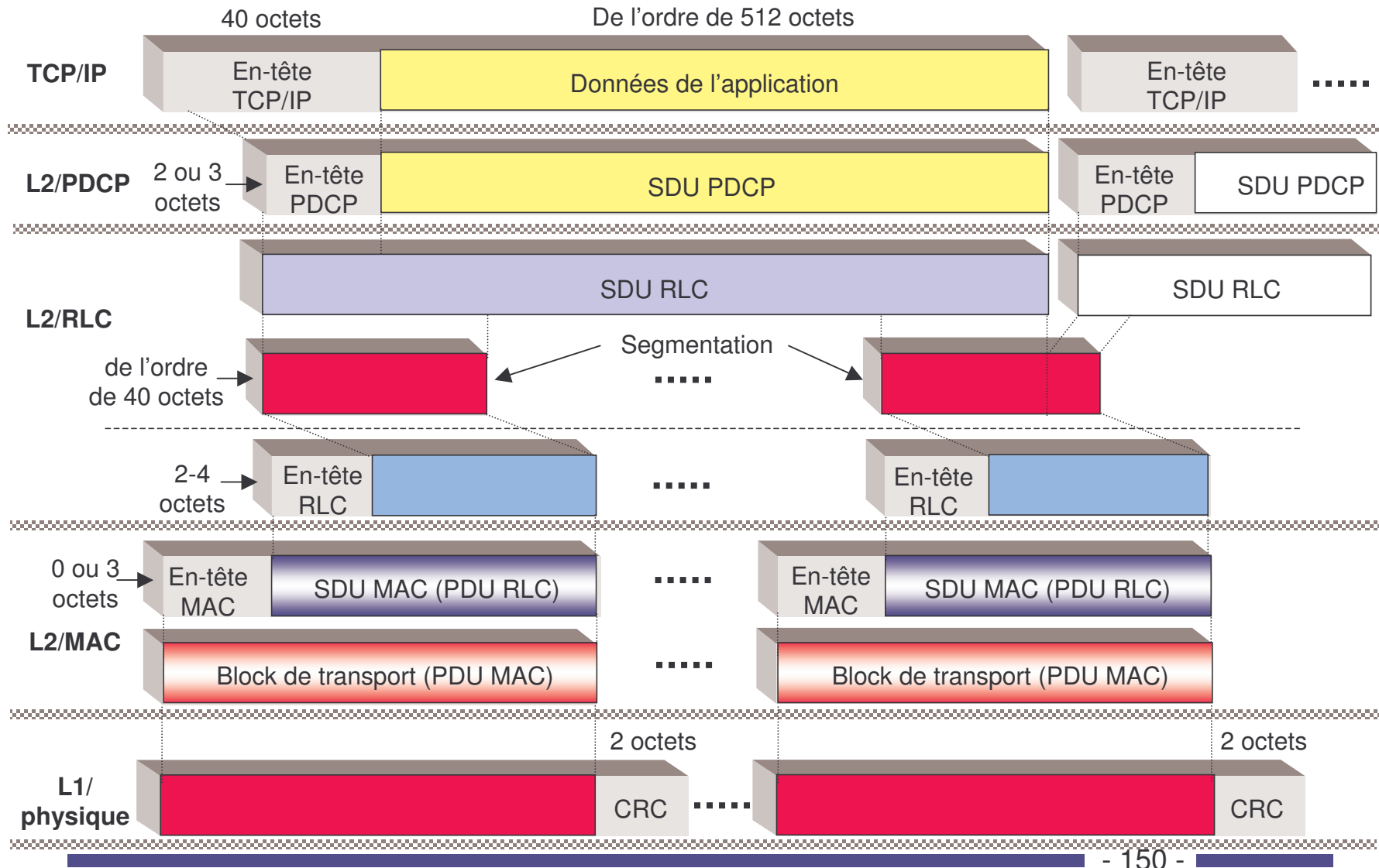


## Fonctions de RRC : établissement d'un bearer radio

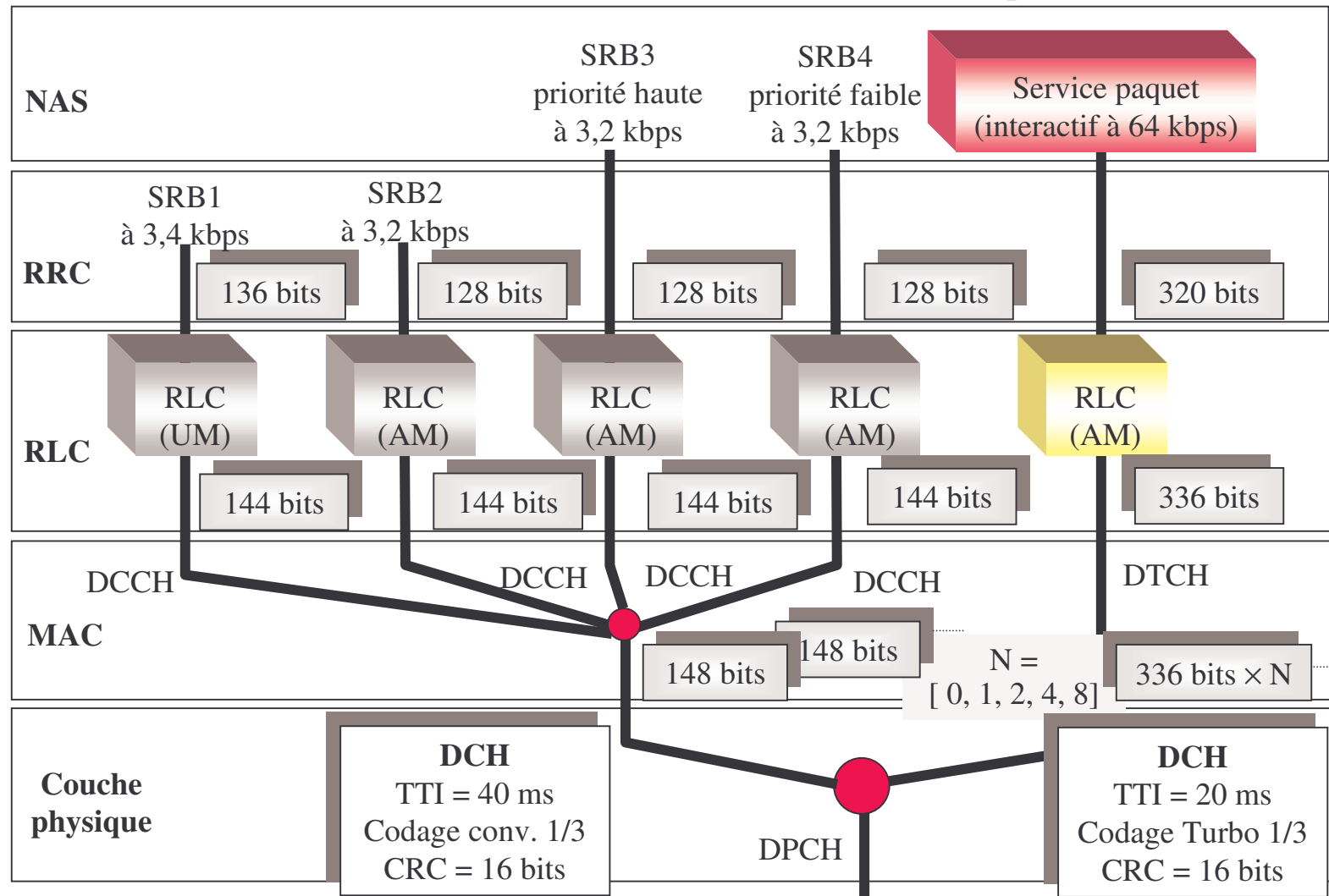
☞ Valable pour des services en mode paquet et circuit



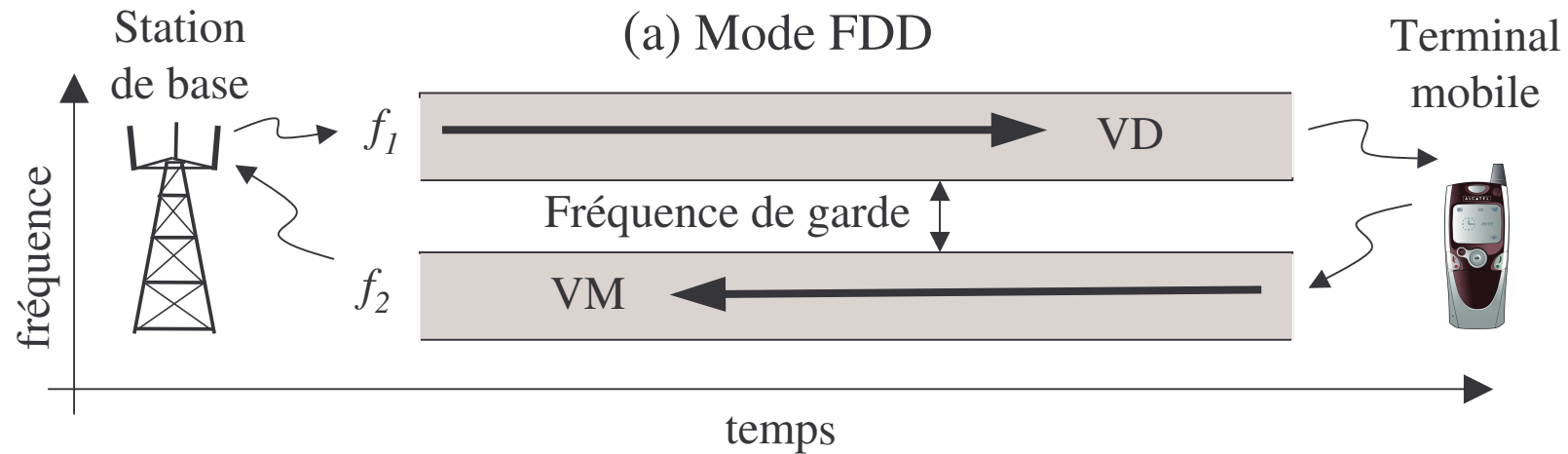
# Exemple 1 : traitements effectués dans le plan usager PS



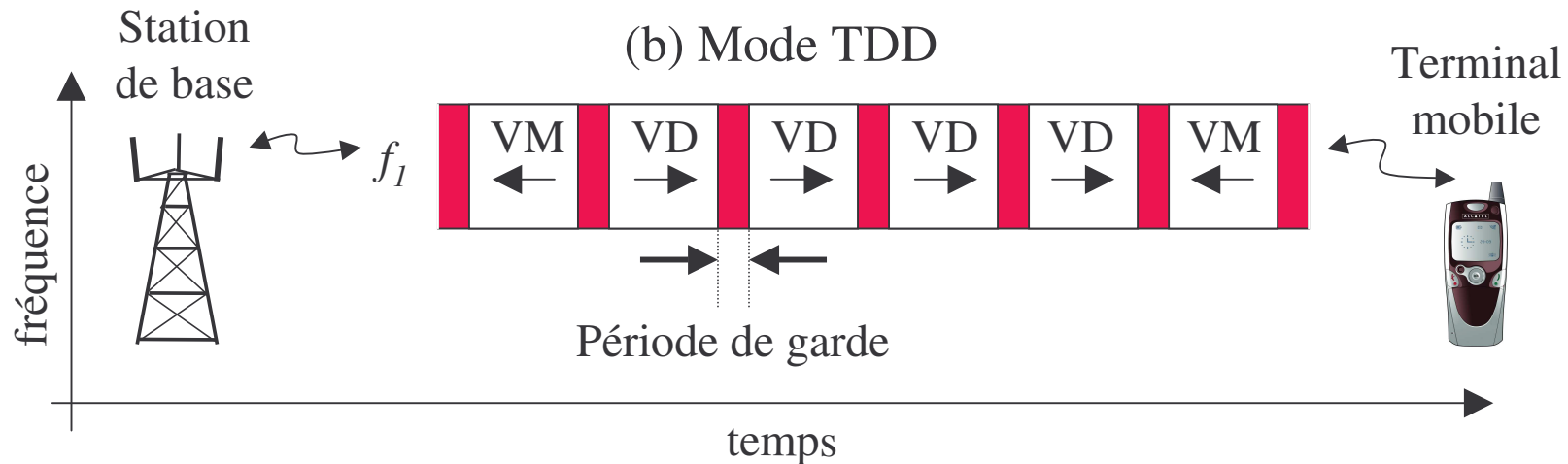
## Exemple 2 : service 64 kbps (données PS) + SRBs à 3.4 kbps



# L'UTRA/TDD en un clin d'œil

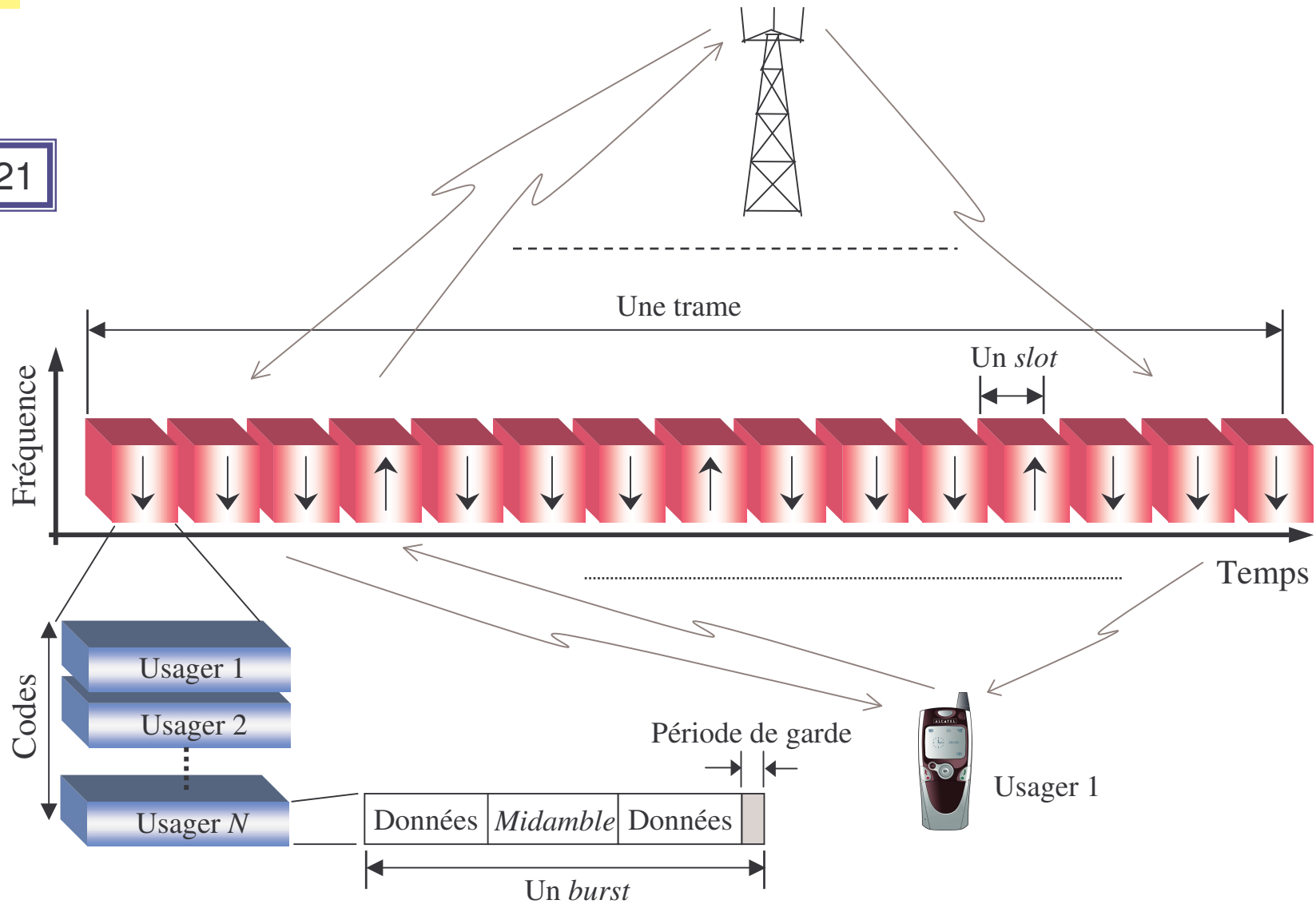


VM : Voie montante  
VD : Voie descendante



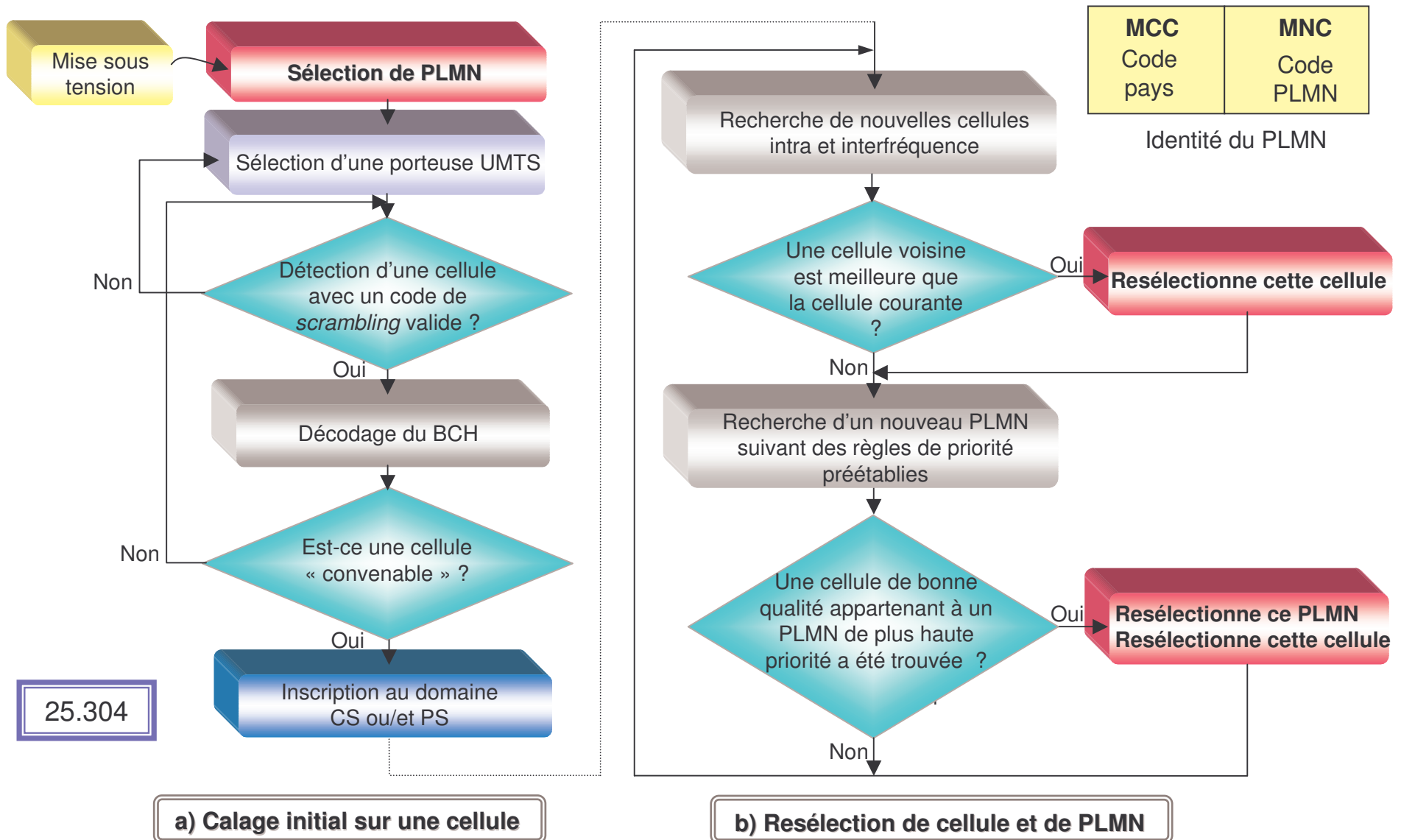
# L'UTRA/TDD en un clin d'œil

25.221





# Procédures du mobile dans l'état de veille



☞ En UMTS, on introduit la notion de PLMN équivalent (interopérabilité GSM/UMTS)

# Processus de sélection de cellules

L'objectif du processus de sélection de cellules est de se caler sur une cellule, i.e. de trouver une cellule associée au PLMN sélectionné afin d'accéder aux services souscrits

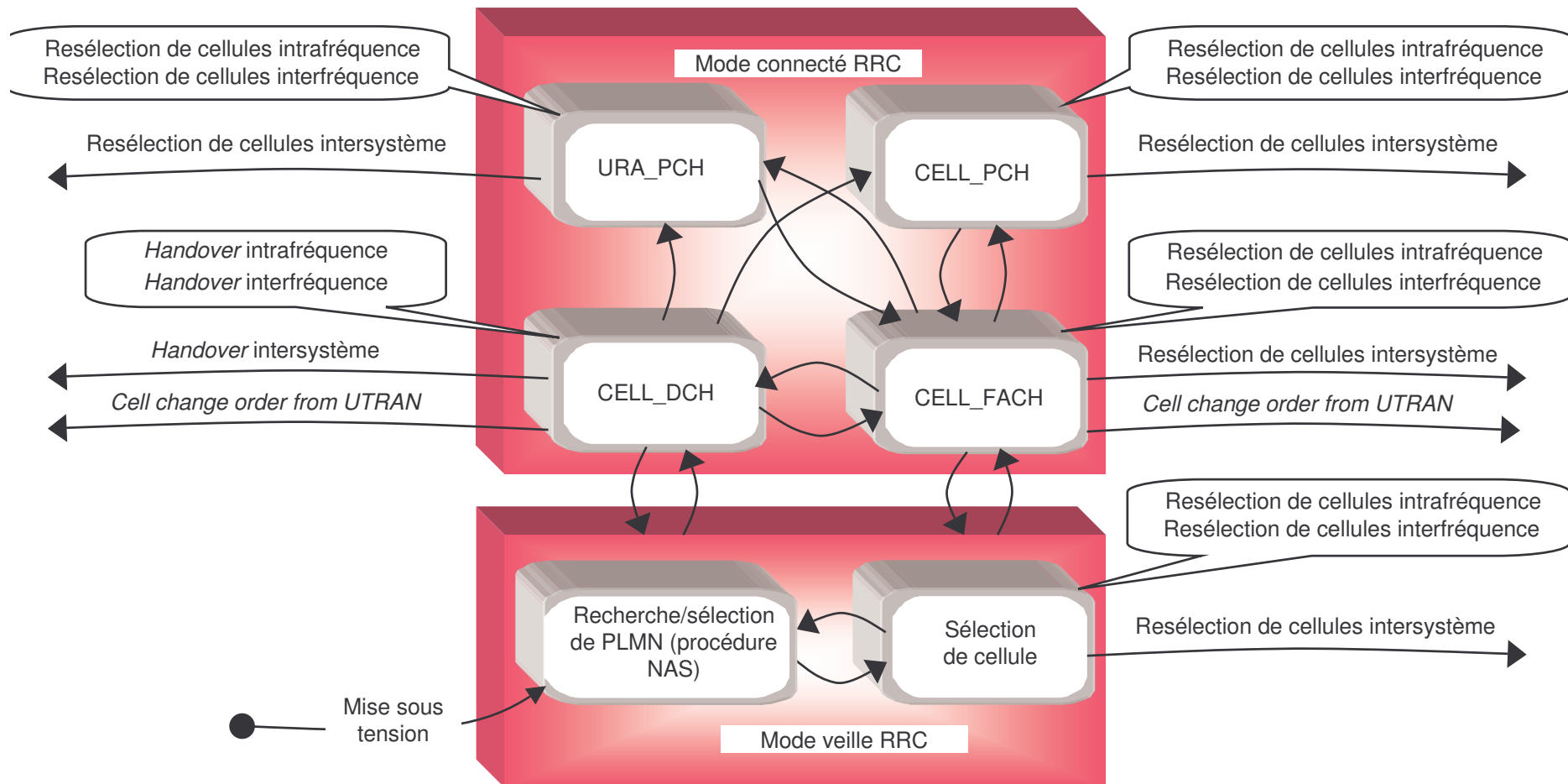
👉 Toutes les cellules n'offrent pas les mêmes services. Typiquement le mobile cherche à sélectionner une **cellule « convenable »** :

- 1) la cellule doit faire partie du PLMN sélectionné
- 2) la cellule ne doit pas être interdite (*barred*)
- 3) la cellule ne doit pas faire partie d'une zone de localisation interdite suivant une liste établie par l'opérateur
- 4) la cellule doit satisfaire le critère radio « S » (cf. 25.304)

► On appelle **cellule « acceptable »**, celle qui ne satisfait que les critères 2) et 4). Seuls des appels d'urgences peuvent être passés

# Tâches du mobile dans les modes veille et connecté RRC

25.331



# Types de resélection de cellules en UMTS

Une fois calé sur une cellule, le mobile cherche de nouvelles cellules offrant une meilleure qualité que celle offerte par la cellule sélectionnée

## Resélection de cellules intrafréquence

25.304

☐ La nouvelle cellule sélectionnée utilise la même fréquence porteuse que la cellule que l'on quitte. Nécessité de **mesures intrafréquence**

## Resélection de cellules interférence

☐ La nouvelle cellule sélectionnée utilise une fréquence porteuse différente de celle de la cellule quittée. Nécessité de **mesures interférence**

## Resélection de cellules inter-RAT

☐ La nouvelle cellule sélectionnée appartient à un réseau d'accès radio différent de celui auquel appartient la cellule quittée. Nécessité de **mesures intersystème**

☞ La procédure de resélection est à la charge de l'UE suivant le critère radio « R »

# Processus de handover en UMTS

Processus qui permet de basculer une communication en cours d'une cellule à une autre sans que la qualité du service ne soit dégradée

## Soft-handover

- ❑ Le mobile communique simultanément avec plusieurs cellules
- ❑ Il est toujours du type intrafréquence

## Hard-handover

### ❑ Intrafréquence

☞ se produit lorsque le soft-handover est impossible. Par exemple, lorsque l'interface « Iur » est saturée

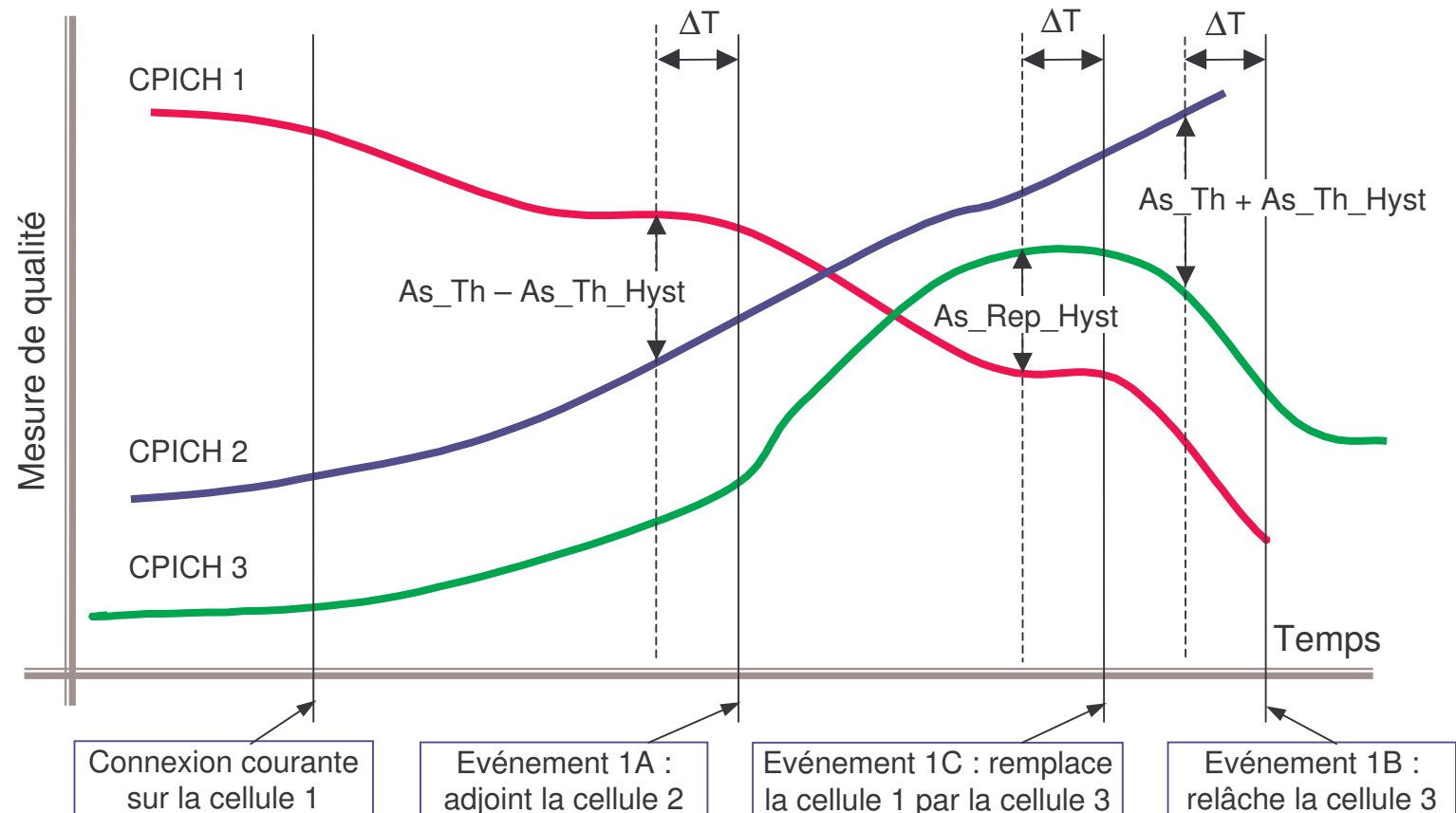
### ❑ Interfréquence

☞ handover entre deux cellules qui utilisent une fréquence porteuse différente

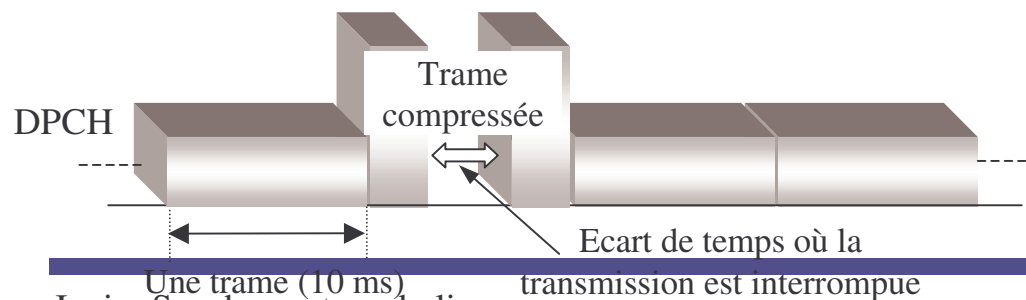
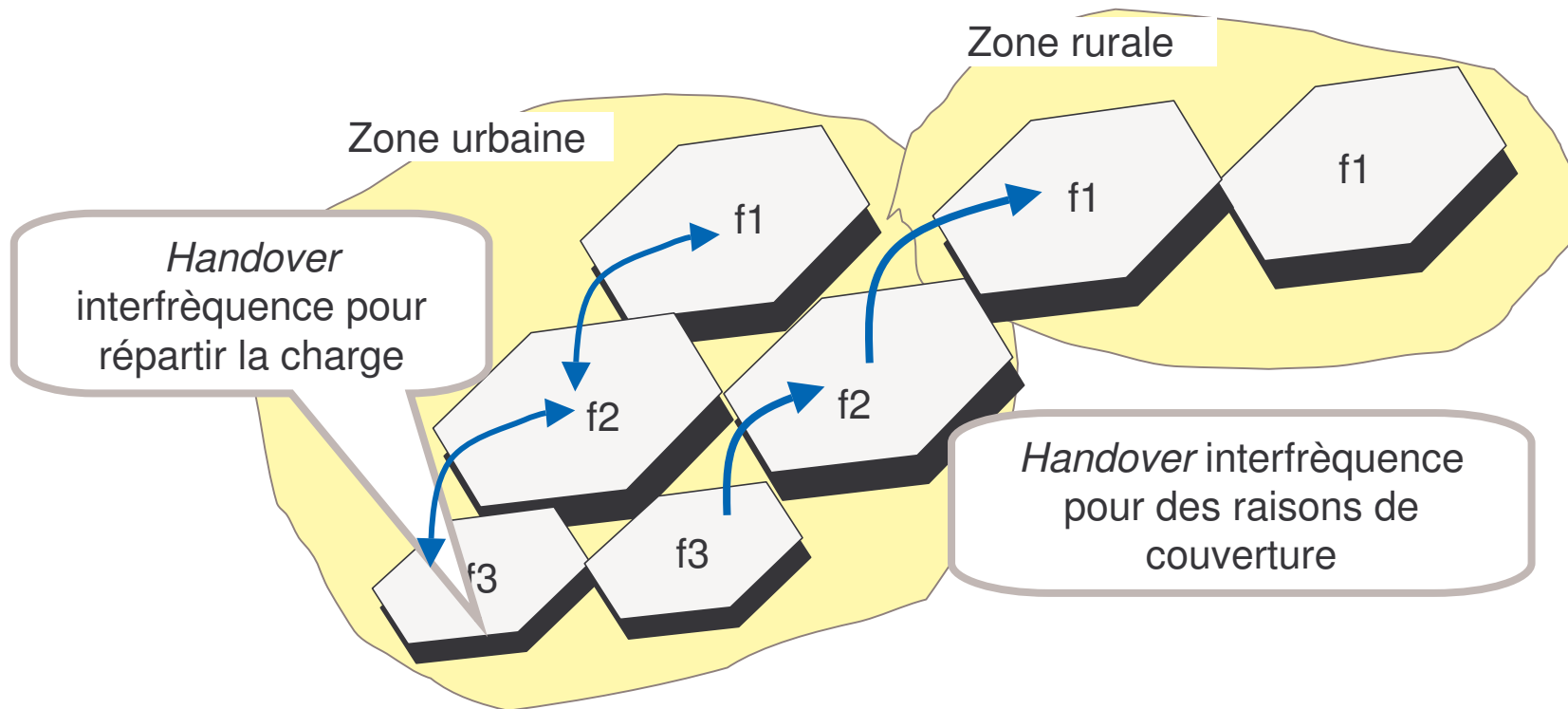
### ❑ Intersystème (inter-RAT)

☞ handover entre un réseau GSM et UMTS

# Soft-handover : exemple de procédure



# Hard-handover interférence



Chaque opérateur UMTS possède entre 2 et 3 fréquences porteuses  
Besoin du mode compressé

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

# Architecture commune GSM et UMTS

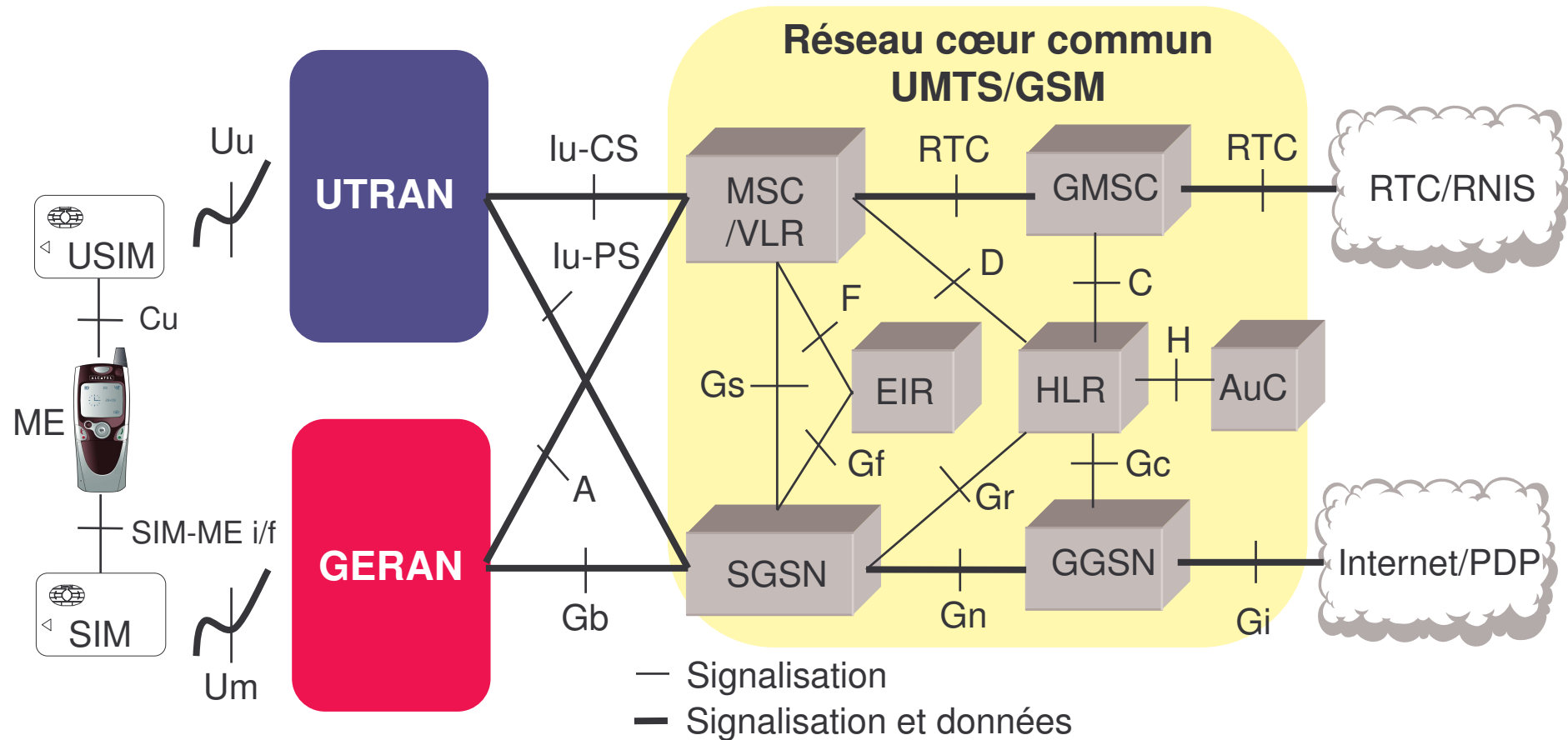
☞ Constat : une grande partie des opérateurs UMTS sont déjà des opérateurs GSM

## Avantages

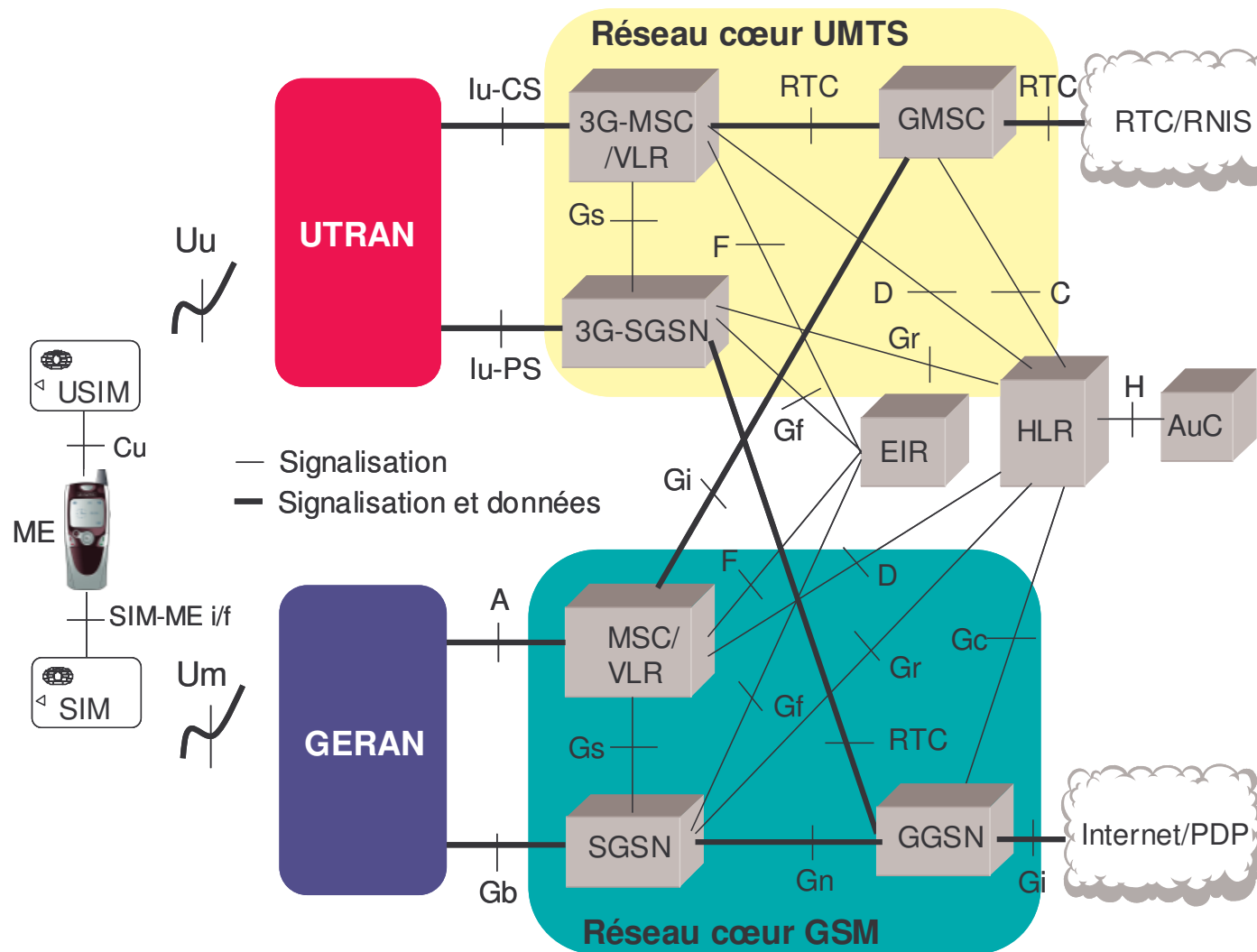
- Garantie d'une couverture totale pour les abonnés UMTS dès les premiers déploiements
  - Rentabilisation des réseaux GSM/GPRS existants tout en familiarisant les abonnés avec les nouveaux services
  - Minimisation des problèmes de congestion, très probables lors d'un déploiement rapide
  - Migration graduelle, non « traumatique » des abonnés GSM vers l'UMTS
- ☞ En attente des terminaux bimode GSM/UMTS Type 2



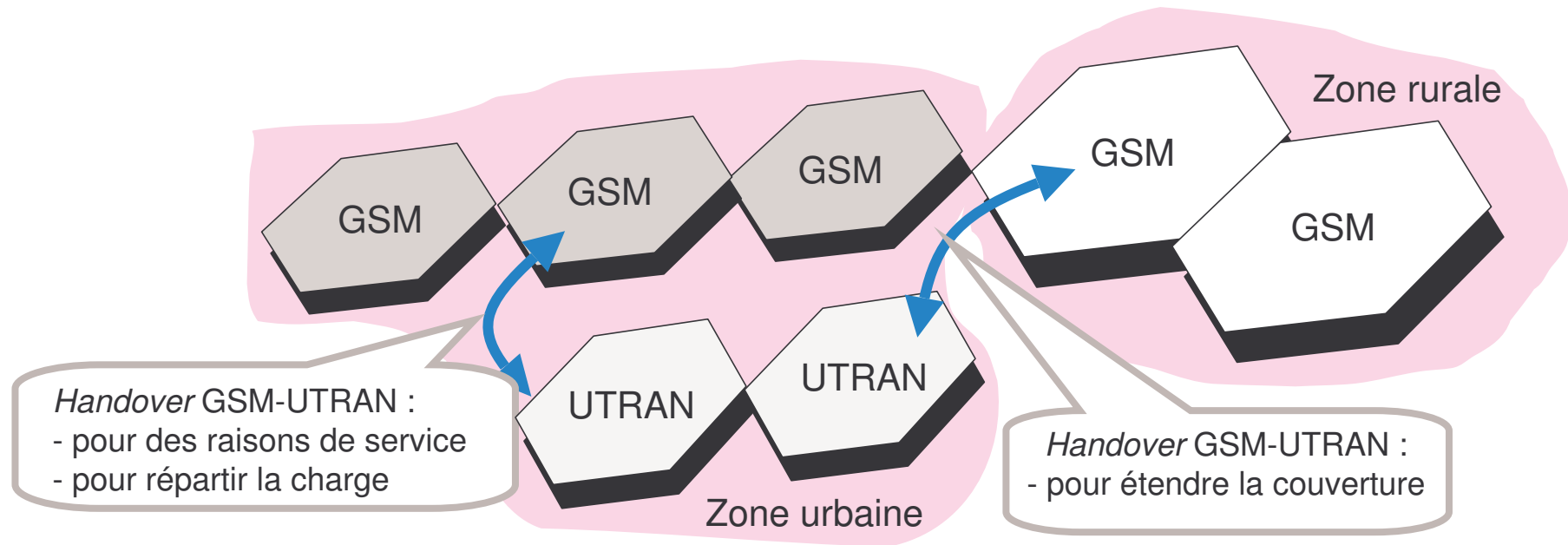
# Réseau cœur commun UMTS/GSM (scénario 2a)



# Réseaux cœur indépendants UMTS et GSM (scénario 2b)



## Hard-handover intersystème



Service	Système préféré
Voix	GSM
Données paquet	Préfère UMTS/PS
Données circuit < 32 kbps	UMTS/CS seul
Données circuit >= 32 kbps	UMTS/CS seul