



المملكة المغربية

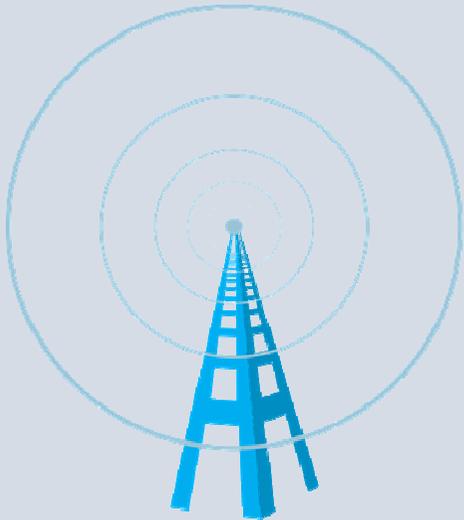


Royaume du Maroc



Université Abdelmalek Essaâdi  
Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Tanger

## Module : GSTR 45 Réseaux Mobiles 1



Matière :

### Réseaux Mobiles

Professeur :

**Saad Chakkor**

**Année Universitaire: 2019-2020**

Session : Printemps



# Chapitre 4

## Réseaux de données GPRS/EDGE

# Réseau GPRS (General Packet Radio Service )

- La limitation du débit de données pour GSM à 9.6Kbps (TCH) est un frein au développement des services de type Internet mobile
- GSM atteint ce débit par une technique de commutation de **circuit**
- Il réserve **un time slot** pendant la durée complète de la communication même si aucune donnée n'est transmise
- GPRS est considéré comme une évolution de réseau GSM
- Il rajoute **deux types d'équipements** à l'infrastructure existante et on modifie légèrement les parties logicielles et l'interface Abis
- GPRS utilise un **système de codage légèrement différent** qui permet d'aller jusqu'à 38.4 Kbps
- GPRS est un système à commutation de **paquets**

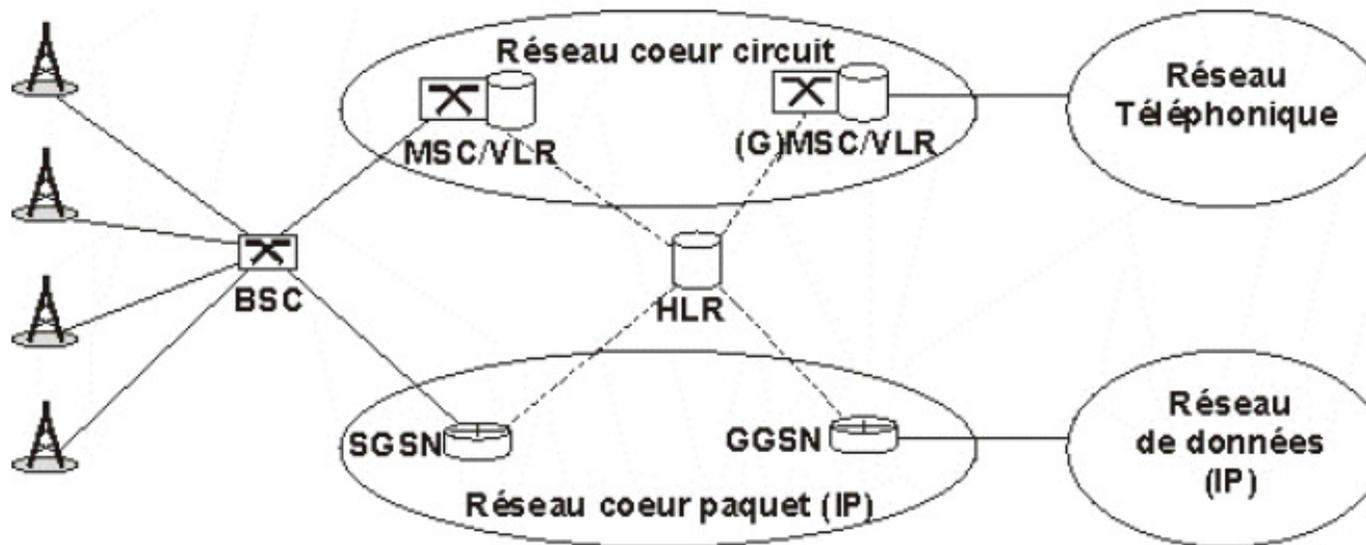
# Réseau GPRS (General Packet Radio Service )

- Les seuls schémas de codage implantés et utilisés sont CS-1 et CS-2  
On ne dépassera pas 13,4 kbit/s par IT
- En effet, l'efficacité des différents codages est inversement proportionnelle à leur résistance aux erreurs (taux de protection)
- Les codages CS-3 et CS-4 permettent d'obtenir d'excellents débits par IT, mais sont difficilement utilisables car ils nécessitent des conditions de communication excellentes entre le terminal et les BTS, ce qui est rarement le cas

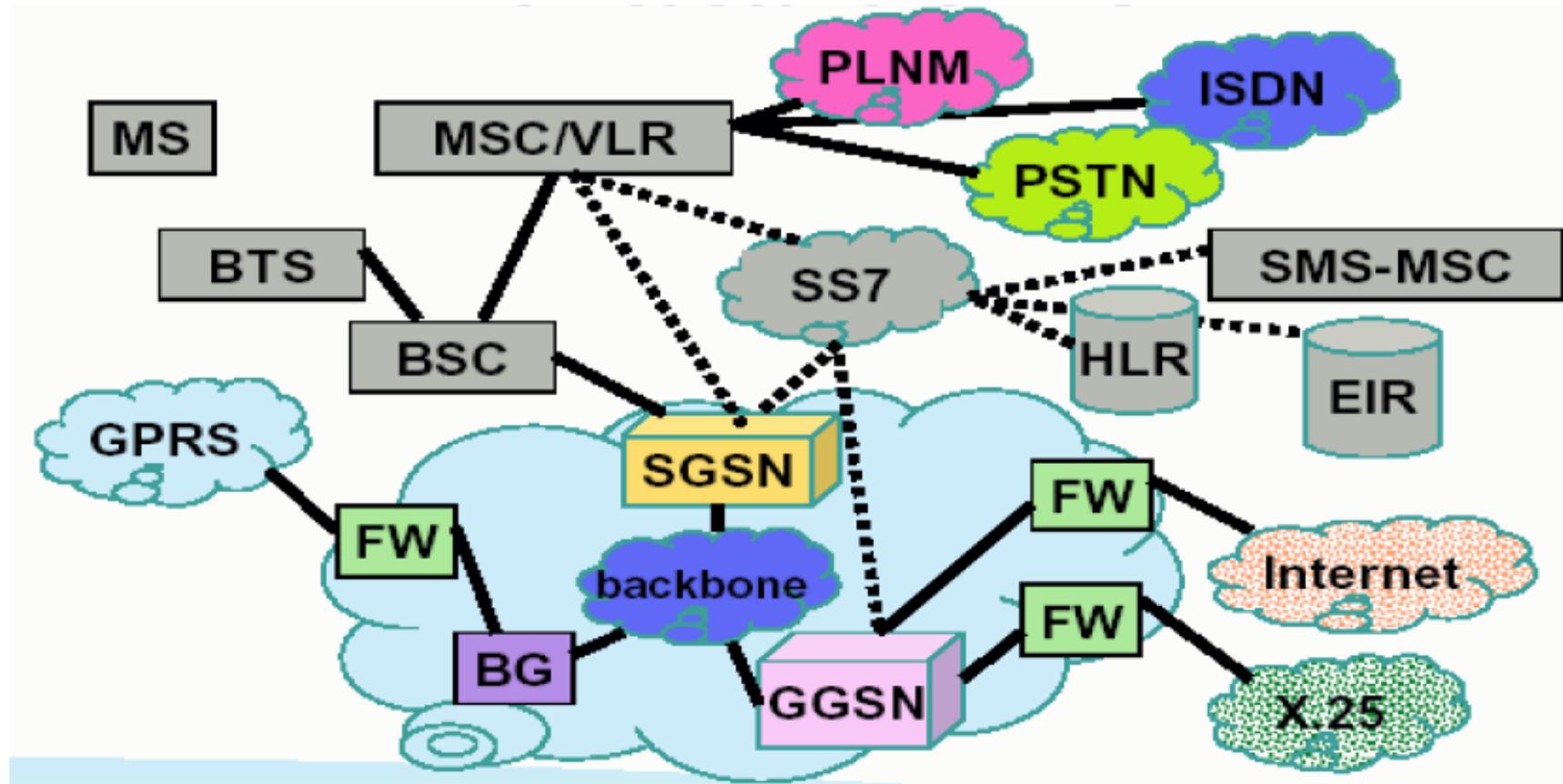
Schéma de Codage	Débit (Kbit/s) Interface Air	Débit utilisable
CS-1	9,05	6,8
CS-2	13,4	10,4
CS-3	15,6	11,7
CS-4	21,4	16,0

# Réseau GPRS (General Packet Radio Service )

- GPRS ne réserve pas de time slot de façon permanente comme pour une communication GSM classique
- GPRS utilise les time slots à la demande de façon dynamique
- Déploiement d'un réseau cœur IP (coexiste avec le NSS) appelé parfois réseau fédérateur GPRS



# Architecture du Réseau GPRS - Equipements

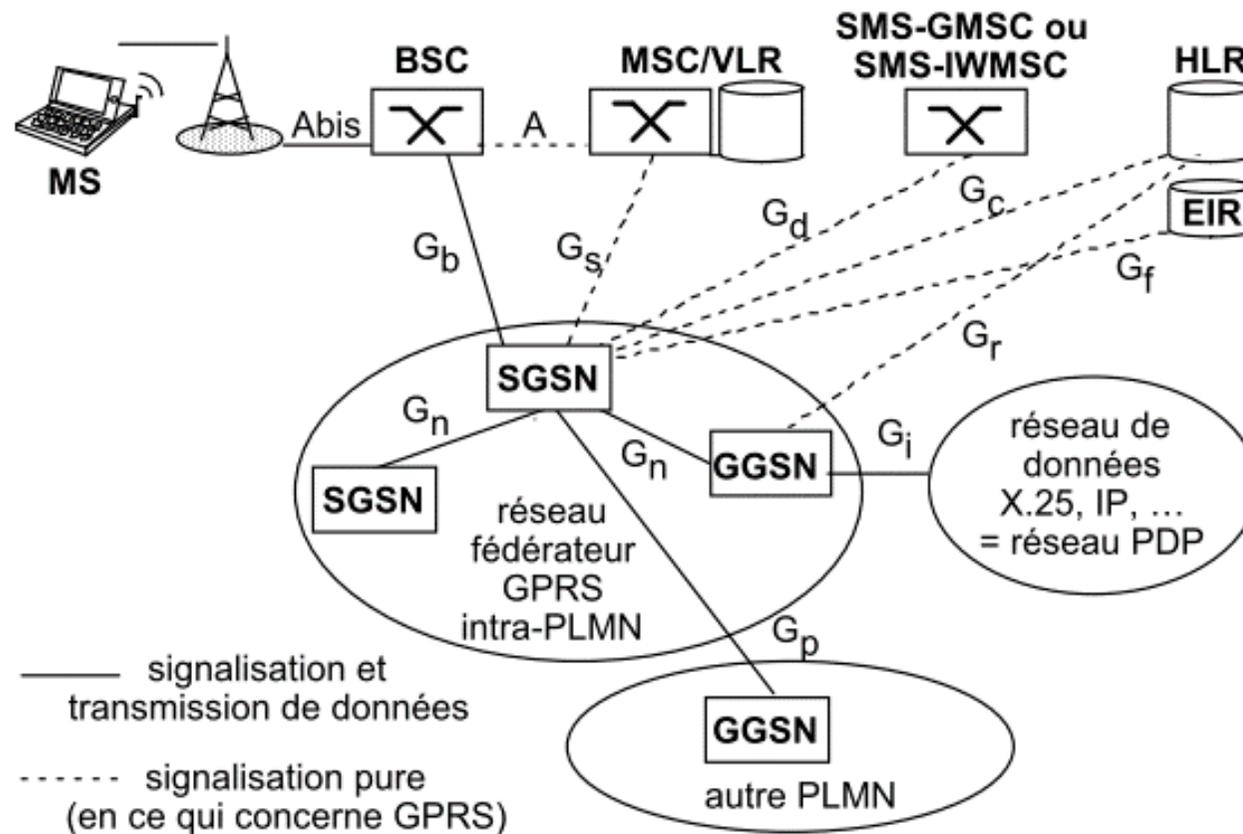


- **SGSN** (Serving GPRS Support Node) : Nœud de service commutant les paquets vers un ou plusieurs BSC. C'est un routeur qui gère les terminaux présents dans une zone
- Redirige les paquets entrant et sortant vers les utilisateurs attachés à la zone géographique gérée (Dialogue éventuel avec MSC/VLR)

# Architecture du Réseau GPRS - Equipements

- **GGSN** (Gateway GPRS Support Node) :
- Nœud passerelle relié à un ou plusieurs réseaux de données
- Il sert d'interface avec les réseaux IP PDP(Packet Data Protocol) et X.25 externes
- Equivalent du GMSC dans l'architecture circuit
- La partie signalisation se fait par le réseau SS7

# Architecture du Réseau GPRS - Interfaces



**G<sub>b</sub>** : connecte le SGSN et le BSS. Il s'agit d'un service de transport sur lequel s'appuient les protocoles de signalisation radio GPRS.

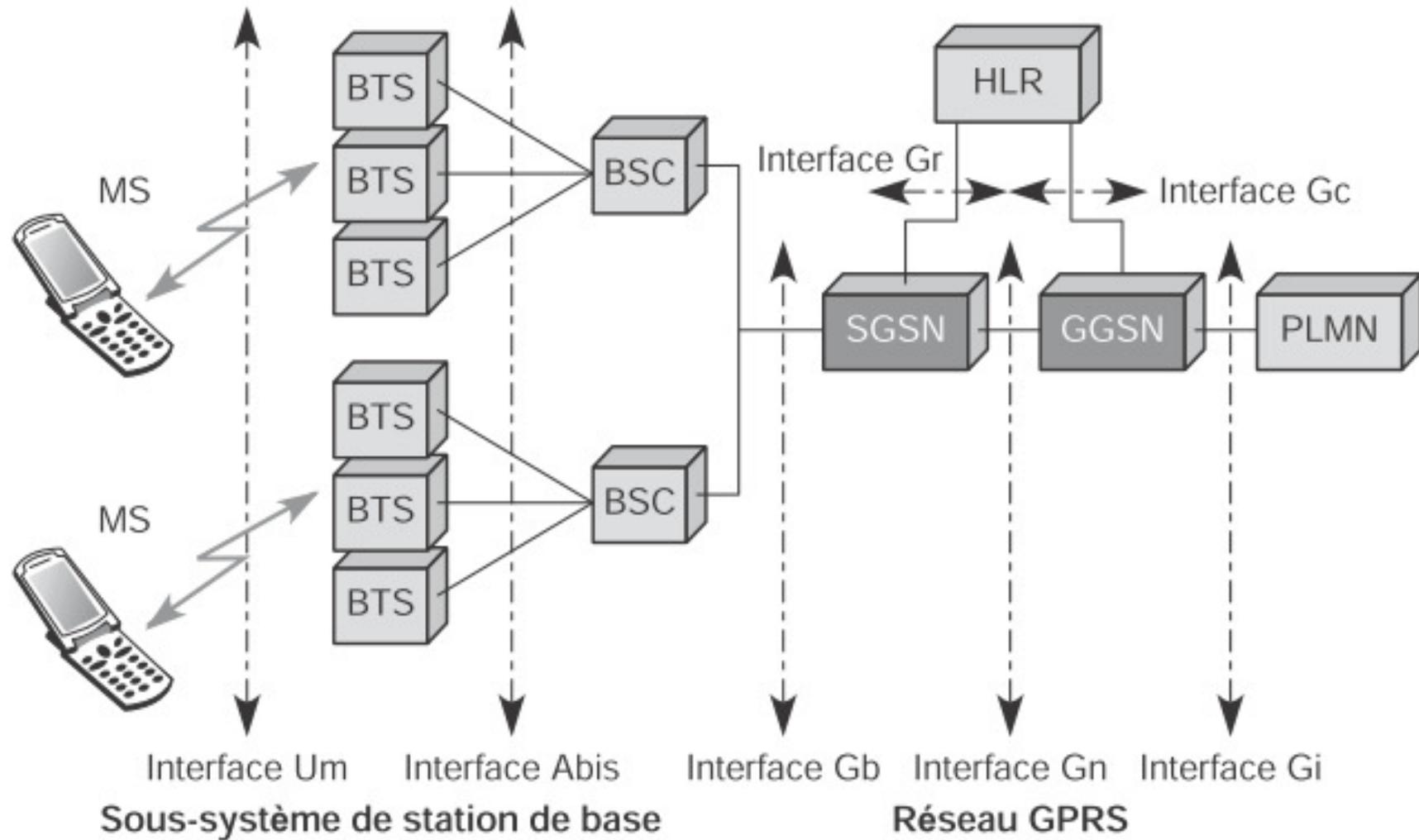
# Architecture du Réseau GPRS - Interfaces

- **Gn** : interface de base dans le backbone GPRS. Utilisée entre les GSNs. Le protocole utilisé : GTP (GPRS Tunneling Protocol) s'appuie sur un transport TCP/IP ou UDP/IP de contrôle (pour l'établissement, le maintien et la libération de tunnels entre GSNs), et de transfert des données d'utilisateur
- **Gr** : utilisée lorsque le SGSN contacte le HLR afin d'obtenir des données de souscription d'utilisateurs GPRS
- **Gp** : Interface entre des PLMN
- **Gs** : Relie entre le SGSN et le MSC/VLR permettant l'attachement ou la mise à jour de localisation combinée GSM et GPRS
- **Gi** : Point de référence entre le réseau GPRS et un réseau IP externe (Internet par exemple)

# Architecture du Réseau GPRS - Interfaces

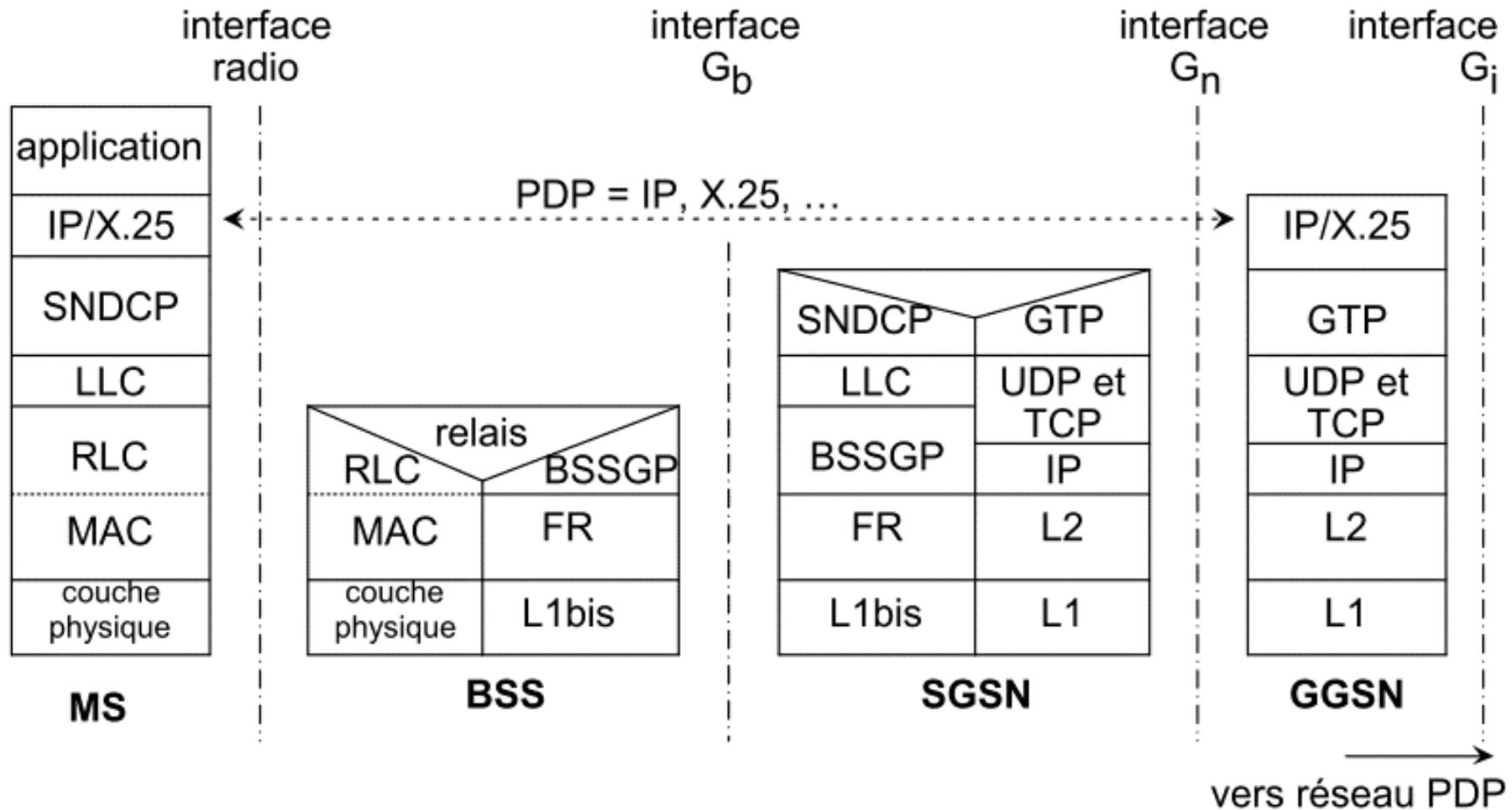
- **Gd** : s'établit entre le SGSN et le SMSC afin d'assurer la livraison de SMS d'un usager GPRS
- **Gf** : permet de vérifier l'authenticité de l'équipement mobile auprès de l'EIR. Elle est supportée par le protocole SS7
- **Gc** : GGSN utilise cette interface pour interroger le HLR et identifier ainsi l'adresse IP du SGSN auquel est rattachée la station mobile
- **Gp** : sert notamment pour le transfert des données concernant un usager GPRS en roaming international

# Architecture du Réseau GPRS - Interfaces



# Architecture du Réseau GPRS - protocoles

- Architecture en couches dans le plan de transmission



# Architecture du Réseau GPRS - protocoles

- Couche Physique : se subdivise en deux sous-couches, et s'occupe du codage du canal



- **RFL** : couche la plus basse de la pile protocolaire, responsable de la modulation et démodulation (modem du terminal)
- **PLL** : établit le lien entre la couche MAC et le modem, transporte les paquets RLC/MAC, réalise le codage du canal, surveillance et évaluation de la qualité du signal radio, gestion de la batterie, contrôle de la puissance de transmission, détecte la congestion (saturation) sur le canal

# Architecture du Réseau GPRS - Rôle des protocoles

- **GTP** : GPRS Tunneling Protocol, permet d'utiliser le réseau fédérateur GPRS comme un tunnel pour la signalisation et les données
- **SNDCP** : Subnetwork Dependent Convergence Protocol, assure l'adaptation du niveau paquet aux niveaux sous-jacents
- **LLC** : Logical Link Control, lien logique chiffré indépendant de l'interface radio
- **BSSGP** : BSS GPRS Protocol, transporte les informations de routage et de qualité de service entre le BSS et le SGSN (rôle similaire à BSSMAP)
- **RLC/MAC**: Radio Link Control/ Medium Access Control, accès au canal radio, niveau liaison, s'occupe du transfert physique de l'information sur l'interface radio, (partage du médium entre les utilisateurs)
- **SM** : Session Management, équivalent de la couche CC, Connection Control
- **GMM** : GPRS Mobility Management

- Le **GTP** (GPRS Tunnel Protocol) utilise TCP et UDP pour effectuer le transport effectif
- Entre le SGSN et les MS, **SNDSCP** (SubNetwork Dependent Convergence Protocol) effectue le multiplexage de niveau paquet, le chiffrement, la segmentation et la compression
- **RLC/MAC** permet les retransmissions éventuelles en cas d'erreurs physiques et le contrôle de flux

# Architecture GPRS - Transmission de données

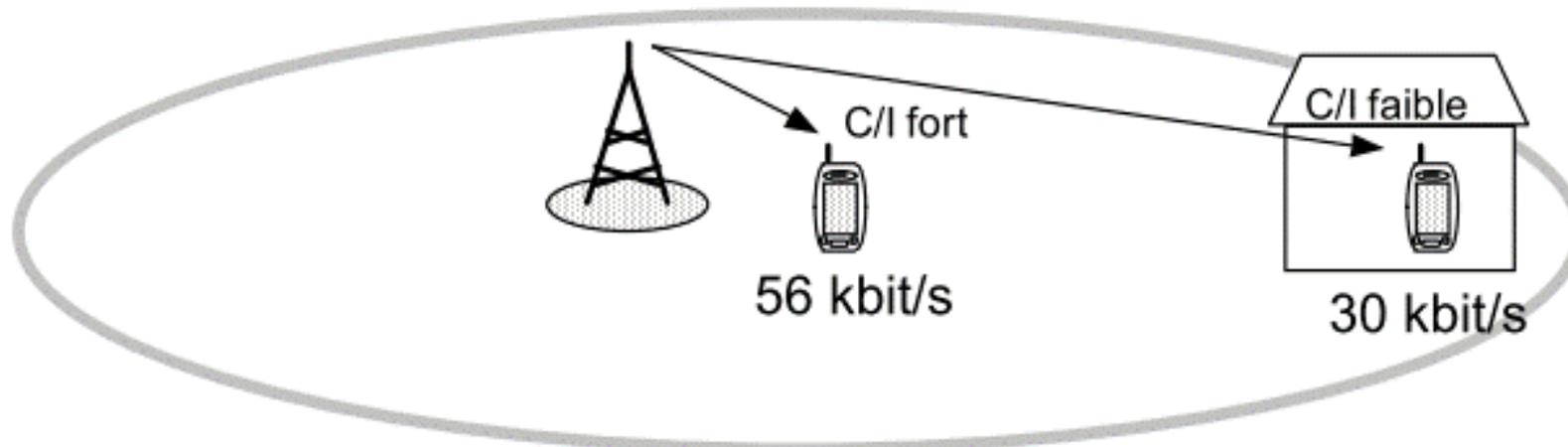
- Un réseau GPRS est un réseau IP
- Chaque GGSN et SGSN dispose d'une adresse IP
- Le routage vers les terminaux mobile utilise le principe d'encapsulation et des protocoles tunnels
- L'encapsulation est utilisée chaque fois que le protocole du réseau intermédiaire (relais) est incompatible avec celui des réseaux d'extrémité

# L'accès paquet GPRS sur l'interface radio

- Un canal physique peut-être configuré dynamiquement soit en mode circuit, soit en mode paquet
- Découpage d'un canal physique en blocs de **4 bursts** (4 bursts = 1 unité de données après codage correcteur)
- Partage d'un canal physique entre plusieurs utilisateurs, allocation définie par le réseau
- Augmentation des débits par réduction du codage

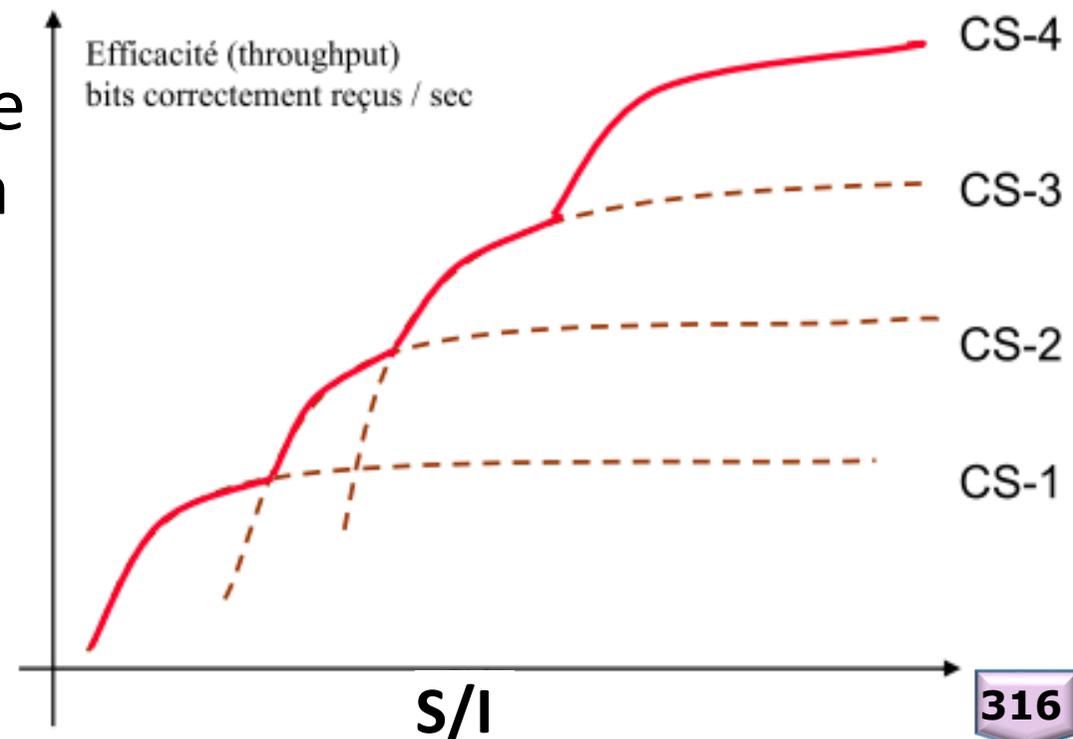
# Augmentation des débits en GPRS

- Réduction de la **protection des données utilisateurs**
- Débit fonction du S/I => Débit max non disponible sur toute la couverture
- Développement de terminaux multi-slot
- Définition de nouvelles modulations
- Modification du taux de codage : Découpage en blocs élémentaires (appelés blocs MAC-RLC) de 22 à 53 octets



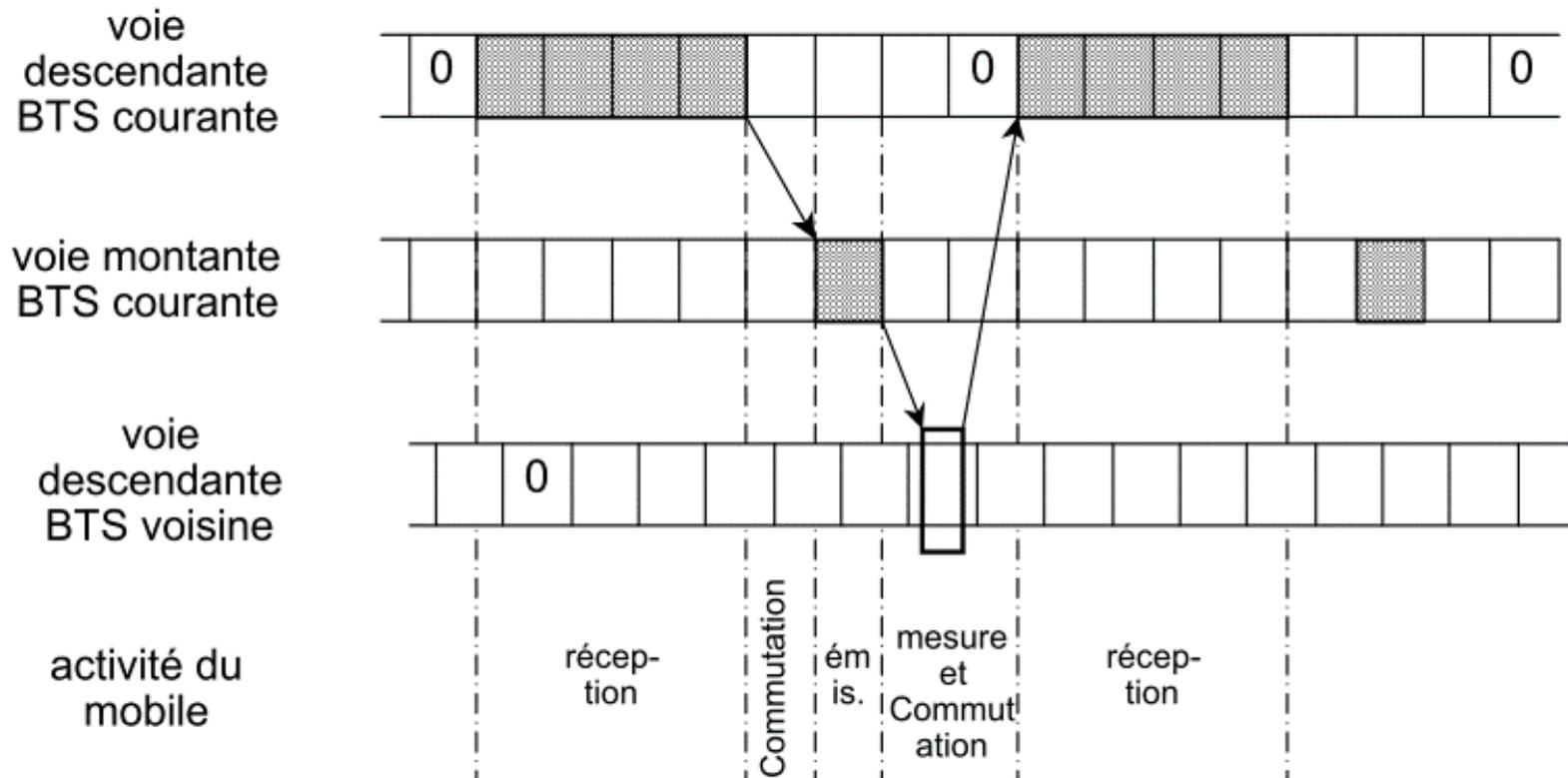
# Augmentation des débits en GPRS

- Réduction de la protection sur la voie radio pour augmenter les débits
  - 9,05 kbit/s => protection identique à la signalisation
  - 13,4 kbit/s => protection légèrement < à la transmission de données circuits
  - 15,6 kbit/s => protection réduite
  - 21,4 kbit/s => détection d'erreurs sans correction
- 
- L'adaptation dynamique ne marche pas correctement : influence sur la qualité de service



# Terminaux multi-slot GPRS

- Définition de terminaux de classe multi-slots :
- terminal semi-duplex : au plus 4 ITs sur voie ↓ et 1 IT sur voie ↑
- Mobile de classe 8 : 4 slots en réception et 1 en émission



# Débits réels vs débits initialement annoncés GPRS

- Selon la rapidité de modulation et la taille du segment RLC, on utilise l'un des quatre codages CS suivants :

Débit annoncé (kbit/s)	Taille d'un bloc en bits	Taille d'un bloc en octets	Taille des données RLC	Débit au niveau RLC (kbit/s)
9,05	181	22	$\leq 20$	8
13,4	268	32	$\leq 30$	12
15,6	312	38	$\leq 36$	14,4
21,4	428	53	$\leq 51$	20,4

- **Débit maximal prévisible** pour 4 intervalles de temps alloués : conditions moyennes :

$$12 \times 4 = 48 \text{ kbit/s}$$

- Débit annoncé (théorique) :
- 8 intervalles de temps avec schéma de codage sans correction

$$21,4 \times 8 = 171,2 \text{ kbit/s}$$

# Le réseau EDGE

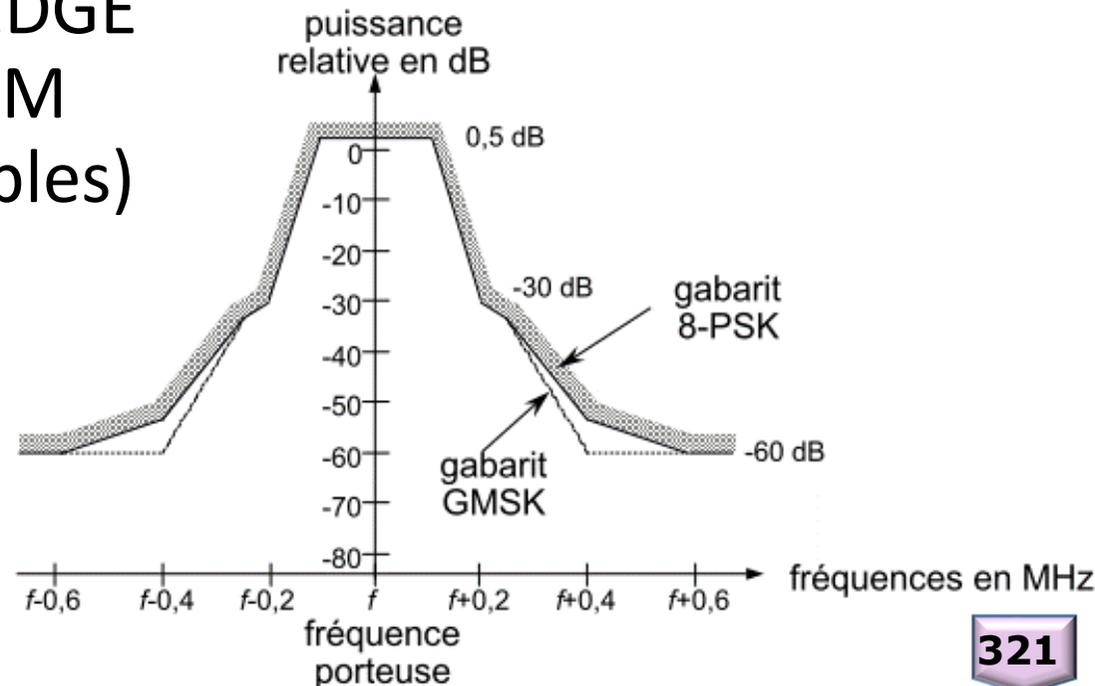
- **EDGE** = Enhanced Data rates for the GSM Evolution 2.75G
- Utilise une Modulation plus efficace :
- **GSM-GPRS**, **GMSK** (Gaussian Mini. Shift Keying) => 1 bit/symbole
- **EDGE**, **8-PSK** (Phase Shift Keying) => 3 bits/symbole
- Cela permet une Multiplication du débit par 3 mais sur une couverture plus réduite (69,2kbit/s par IT)
- Protocole RLC (Radio Link Control, niveau de liaison sur l'interface radio) amélioré
- Utilisation possible en mode circuit et en mode paquet
- Débit possible (en pratique) : de l'ordre de 100 kbit/s

# Le réseau EDGE

- Le codage dans EDGE utilise une modulation de phase 8PSK permettant de transporter 3 bits par signal
- Ce nouveau mode de codage a des conséquences onéreuses :
- Les terminaux mobiles doivent être spécifiques pour supporter 8PSK
- Il faut effectuer des modifications logicielles et matérielles au niveau des BTS, des BSC et des composants du réseau cœur (SGSN, MSC, VLR)

# Le réseau EDGE

- Le passage de GSM à EDGE ne nécessite qu'une mise à jour logicielle et le changement de la partie radio des BTS
- L'EDGE permet, aux opérateurs ne disposant pas de licences UMTS, d'offrir, à moindre coût, à leurs abonnés des services similaires (voix, données, vidéo)
- Spectre de 8PSK légèrement plus étalé que celui de GMSK
- La planification des porteuses en EDGE peut rester identique à celle de GSM (mais attention aux débits disponibles)

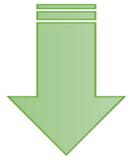


# Schémas de modulation et de codage en EDGE

- 9 schémas de modulation et de codage (Modulation and Coding Scheme, **MCS**) sont prévus :
- Les MCS-1 à 4 offrent des débits très voisins de CS-1 à 4
- L'existence d'un grand nombre de **MCS** permet plus de souplesse pour s'adapter à l'état du canal radio (link adaptation)
- Transmission de blocs avec entrelacement sur 4 bursts
- Les blocs de données au niveau MAC-RLC peuvent utiliser MCS-1 à MCS-9
- Blocs de contrôle au MAC-RLC (acquiescement) toujours en CS-1
- Possibilité au récepteur de décoder le schéma de codage

# Schémas de modulation et de codage en EDGE

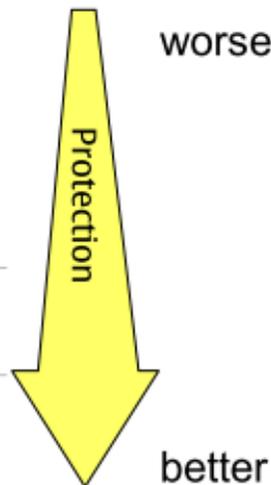
- Il est possible de changer le MCS : le bloc de données peut être renvoyé mais avec une meilleure protection que pour sa transmission initiale dans le cas de retransmission
- différents ensembles de protection



- modulations n'ont pas la même robustesse par rapport au canal

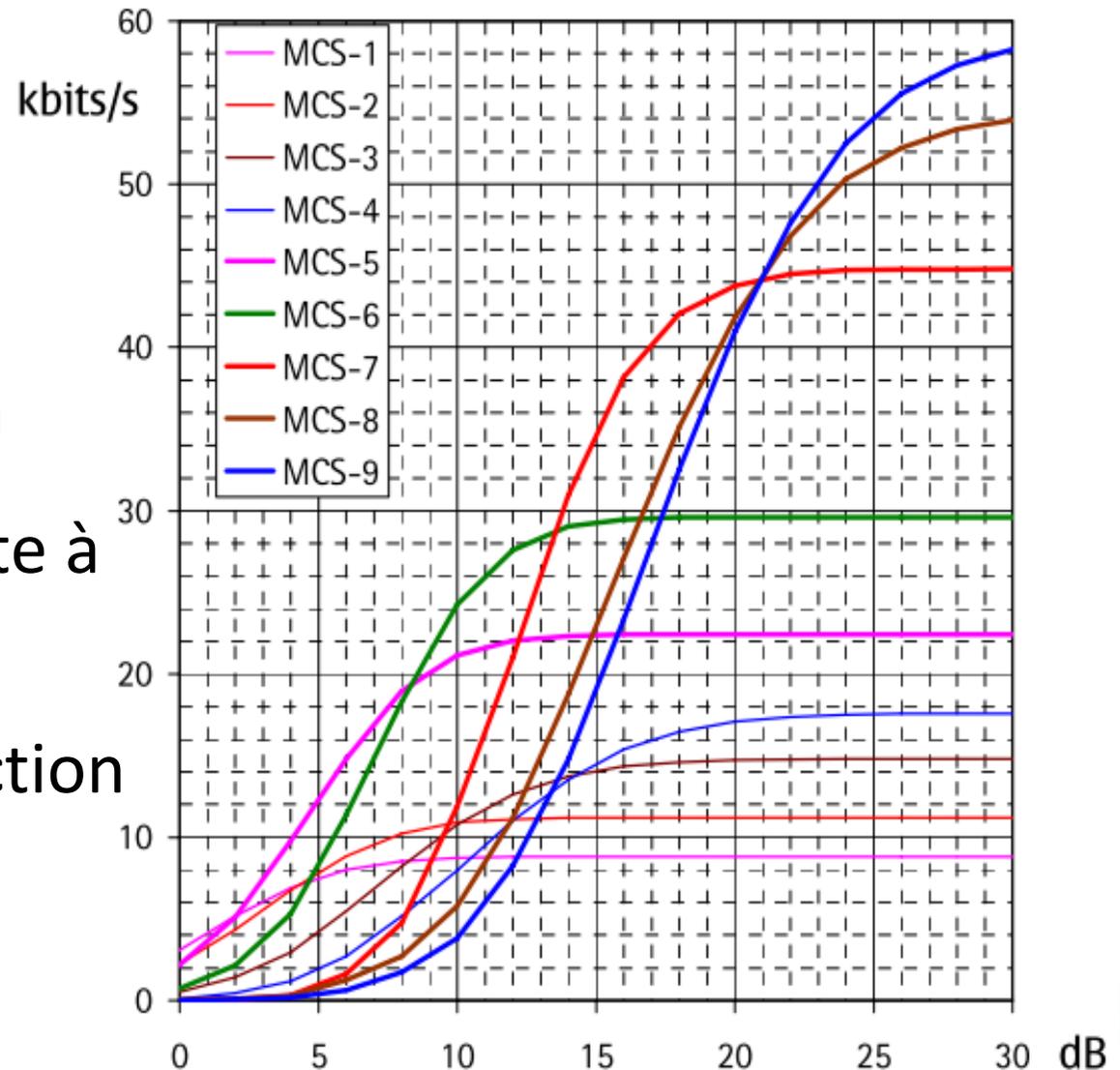
Schéma de codage	Type de modulation	Données RLC (octets)	Débit nominal (kbit/s)	Taux de codage des données
MCS-1	GMSK	22	8,8	0,53
MCS-2		28	11,2	0,66
MCS-3		37	14,8	0,85
MCS-4		44	17,6	1
MCS-5	8-PSK	56	22,4	0,37
MCS-6		74	29,6	0,49
MCS-7		2×56	44,8	0,76
MCS-8		2×68	54,4	0,92
MCS-9		2×74	59,2	1

Scheme	Modulation	Data Rate (kbps)
MCS-9	8PSK	59.2
MCS-8		54.4
MCS-7		44.8
MCS-6		29.6
MCS-5		22.4
MCS-4	GMSK	17.6
MCS-3		14.8
MCS-2		11.2
MCS-1		8.8



# Adaptation de lien en EDGE

- Un débit élevé n'est obtenu que pour un S/I élevé ( $\geq 16$  dB)
- EDGE utilise un mécanisme d'adaptation de lien
- Permet la protection des informations à envoyer en fonction de la qualité du lien
- La qualité du canal est prédite à partir des mesures du passé
- Sur cette prévision, la protection correspondante est décidée



# limitation du réseau EDGE

- Les débits proposés par les technologies GPRS (114 kbit/s) et EDGE (384 kbit/s), basées sur le GSM et son architecture, sont restés insuffisants pour supporter avec succès les applications de l'Internet mobile
- C'est l'objectif de la 3G

