



Juin 2015

"Notice d'information" GSM

Introduction

Le système GSM (Global System for Mobile Communications) est un système de téléphonie mobile numérique extrêmement performant et complexe de la deuxième génération (2G), offrant une multitude de services, des caractéristiques d'utilisation intéressantes ainsi qu'une grande sécurité.

Au milieu des années 80, un grand nombre de systèmes *analogiques* de téléphonie mobile de la première génération (1G), incompatibles entre eux, ont été introduits en Europe, aux États-Unis et au Japon. Les normes plus connues sont l'AMPS (aux États-Unis et au Canada), le TACS (en Angleterre, en Italie et en Autriche), le Radiocom 2000 (en France), le C 450 (en Allemagne et au Portugal) ainsi que le NMT (dans tous les pays nordiques, dans les États du Benelux ainsi qu'en Suisse).

La croissance de ces systèmes de téléphonie mobile analogiques conventionnels montre rapidement la nécessité de planifier un système numérique doté d'une capacité nettement plus élevée, qui soit en outre compatible sur le plan international, afin de remplacer le patchwork des différents réseaux analogiques existants.

De 1982 à 1990, l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) développe la norme GSM en collaboration avec l'industrie européenne et les exploitants de réseau. Il s'agit de la première norme mondiale *numérique* de téléphonie mobile pourvue de caractéristiques modernes, créée avant tout pour être utilisée au-delà des frontières (roaming).

Le système GSM était à l'origine prévu pour le service mobile de téléphonie vocale. Toutefois, la demande accrue en nouveaux services de transmission de données plus rapides est vite reconnue et la norme GSM dotée de nouvelles fonctionnalités comme le HSCSD (High Speed Circuit Switched Data), le GPRS (General Packet Radio Service) et le EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution). Ces services permettent des débits de transmission de données plus élevés et constituent la base de nouveaux services innovants.



Table des matières

1	Abréviations	1
2	Développement en Europe.....	3
3	Fréquences et concessions.....	3
4	Technologie de l'interface aérienne GSM.....	4
4.1	Le GSM traditionnel.....	4
5	Services	7
5.1	Téléservices	7
5.2	Services supports	7
5.3	Services additionnels:	9

1 Abréviations

3GPP	3rd Generation Partnership Project
AIPN	All-IP Network
AMC	Adaptive Modulation and Coding
APN	Access Point Name
BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
bps	Bit pro Sekunde
CDMA	Code Division Multiple Access
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DSL	Digital Subscriber Line
DVB-T	Terrestrial Digital Video Broadcast
eMBMS	Evolved Multimedia Broadcast/Multicast Service
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EPC	Evolved Packet Core
EPS	Evolved Packet System (EPS = E-UTRAN + EPC)
E-UTRA	Evolved UMTS Terrestrial Radio Access
E-UTRAN	Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network
EV-DO	Evolution-Data Optimized
FDD	Frequency Division Duplex
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FTTx	Fiber To The x (Home, Building, Curb ...)
GBR	Guaranteed Bitrate
GHz	Giga-Hertz (10^9 Hertz)
GSM	Global System for Mobile Communications
HetNet	Heterogeneous Network
HSPA	High Speed Packet Access
ICIC	Inter Cell Interference Coordination
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMS	IP Multimedia System
IMT	International Mobile Telecommunications
IP	Internet Protocol
ITU	International Telecommunication Union
ITU-R	ITU Radiocommunication Sector
LIPTO	Local Internet Protocol Traffic Offload
LTE	Long Term Evolution
LTE-A	LTE-Advanced
MBMS	Multimedia Broadcast/Multicast Service
MHz	Mega-Hertz (10^6 Hertz)
MIMO	Multiple Input Multiple Output (Mehrfachantennenverfahren)
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
PER	Packet error rate
PRB	Physical Resource Block
PSK	Phase Shift Keying
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Quality of Service
QPSK	Quadrature Phase-Shift Keying

RAT	Radio Access Technology
RB	Resource Block
RRM	Radio Resource Management
SAE	Services Architecture Evolution
SC-FDMA	Single Carrier Frequency Division Multiple Access
SDMA	Space Division Multiple Access
SFN	Single-Frequency Network
SIPTO	Selected Internet Protocol Traffic Offload
SIR	Signal to Interference Ratio
SMS	Short Message Service
SON	Self Organising Network
TDD	Time Division Duplex
TTI	Transmission Time Interval
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network
VoIP	Voice over IP
VoLTE	Voice over LTE
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WRC	World Radio Conference (ITU)

2 Développement en Europe

Dans un Memorandum of Understanding (MoU), les exploitants de réseaux de 13 pays européens se mettent d'accord sur le plan de développement minimum suivant :

- 1991 : Mise en service d'un réseau GSM pilote dans chaque pays
- 1993 : Desserte des capitales, y compris les aéroports internationaux
- 1995 : Desserte de tous les axes de trafic principaux et des grandes villes.

Ce plan est toutefois dépassé très rapidement par le succès fulgurant du GSM dans la majorité des pays. A la fin de 1993 déjà, le seuil de un million de clients de téléphonie mobile est atteint. Au milieu de 1994, le GSM couvre plus de 50% de la superficie habitée en Europe.

Mi-2007, le nombre total de clients de téléphonie mobile (GSM et UMTS) dans les 27 Etats de l'UE, y compris la Suisse, se monte à environ 443 millions (environ 3,5 milliards dans le monde). La pénétration de la téléphonie mobile en Suisse s'élève à environ 111%.

La diffusion mondiale des appareils purement GSM atteint son apogée en 2012 environ, lorsque la part de marché des smartphone 3G, puis 4G, enregistre une forte croissance, également dans les pays émergents. En raison de la pression exercée par le fait que le volume de données mobiles double chaque année, les technologies d'utilisation du spectre deviennent toujours plus performantes (bits par seconde et hertz de largeur de bande), ce qui amoindrit peu à peu l'importance du GSM (2G). Pour des raisons de coûts, les exploitants de réseau s'efforcent de réduire le nombre des technologies employées.

Mobile subscriptions by technology (billion)

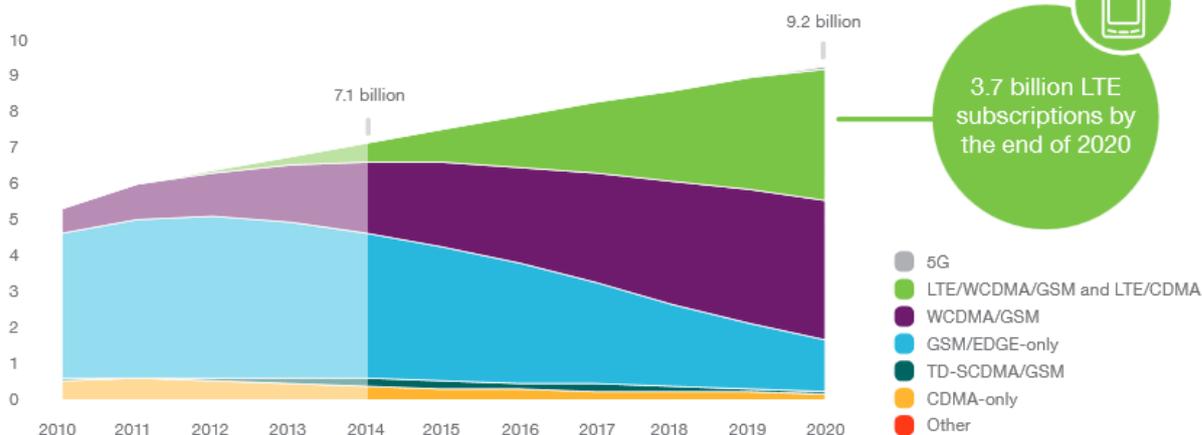


Illustration 1 : Evolution des raccords d'abonnés selon la technologie utilisée (1 billion = 1 milliard, source : Ericsson Mobility Report, juin 2015)

3 Fréquences et concessions

Le premier réseau GSM en Suisse est commercialisé sous le nom de Natel D au printemps 1993, à l'occasion du Salon de l'automobile à Genève, par l'ex-Télécom PTT (aujourd'hui Swisscom). A cette époque, Télécom PTT était le seul opérateur de téléphonie mobile en Suisse, puisque la communication mobile était alors un service de monopole.

La libéralisation du marché des télécommunications et l'entrée en vigueur de la loi révisée sur les télécommunications en 1998 lancent la concurrence entre les réseaux de téléphonie mobile en Suisse. En automne 1997 déjà, la Commission fédérale de la communication (ComCom) décide d'octroyer deux concessions de téléphonie mobile additionnelles sur la base de la norme GSM. Par la suite, neuf demandes de concessions sont envoyées, déposées par cinq candidats. L'attribution selon critères

qui s'ensuit aboutit finalement, en avril 1998, à l'octroi de concessions à deux exploitants de téléphonie mobile supplémentaires en Suisse : DiAx (aujourd'hui Sunrise Communications SA) et Orange (aujourd'hui Salt). Les deux nouveaux réseaux sont construits rapidement, de sorte que celui de DiAx peut être mis en service fin 1998 déjà et celui d'Orange mi-1999.

A la fin de l'année 2000, les trois exploitants de téléphonie mobile en Suisse obtiennent des fréquences supplémentaires provenant de la bande "E-GSM" (bande de 900 MHz).

Début 2004, deux autres concessions GSM sont octroyées aux entreprises Tele2 et In&Phone.

Mi-2007, le nombre de clients de services de téléphonie mobile GSM en Suisse s'élève à 6,83 millions. Les parts de marché se répartissent entre Swisscom Mobile SA (62%), Sunrise Communications SA (18%), Orange Communications SA (20%) et Tele2 (0,3%). Fin mars 2015, la Suisse compte 11,9 millions¹ de raccordements mobiles actifs, toutes technologies confondues (GSM, UMTS, LTE), pour une population résidente permanente de 8,2 millions² en 2013, ce qui correspond à une pénétration du marché d'environ 147%.

En février 2012, la ComCom met aux enchères toutes les fréquences de téléphonie mobile disponibles³. Les blocs de fréquences à 5 MHz issus des bandes figurant dans le Tableau 1 sont acquis par les trois opérateurs de téléphonie mobile suisses existants. Le GSM soutient les bandes E-UTRA 8 et 3. La vente rapporte 996 millions de francs suisses à la Confédération.

Bande de fréquences	Bandes d'exploitation E-UTRA	Largeur de bande	Procédure duplex	Technologies de téléphonie mobile utilisées
800 MHz	20	2x30 MHz	FDD	LTE-A
900 MHz	8	2x35 MHz	FDD	GSM/EDGE, UMTS/HSPA+
1800 MHz	3	2x75 MHz	FDD	GSM/EDGE, LTE-A
2100 MHz	1	2x60 MHz	FDD	UMTS/HSPA
2600 MHz	7	2x70 MHz	FDD	LTE-A
	38	1x45 MHz	TDD	
	Total	585 MHz		

Tableau 1 : Bandes de fréquences pour la téléphonie mobile en Europe, état mi-2015

Le passage des attributions de fréquences GSM valables jusqu'à fin 2013 aux réattributions effectuées en 2012 s'achève en août 2014⁴.

4 Technologie de l'interface aérienne GSM

4.1 Le GSM traditionnel

Le GSM est un système entièrement numérique, c'est-à-dire que tous les signaux sont transmis sous forme numérique, également sur les liaisons radio. Cela permet une utilisation combinée du GSM pour la voix et/ou les données. En outre, des mesures de sécurité d'un niveau très élevé ont été développées contre l'escroquerie et l'écoute non autorisée et sont intégrées au système.

La liaison entre le téléphone portable (MS) et la station de base (BTS) est définie comme interface radio. Les données sont émises sur le canal radio sous forme de courts paquets (Burst), qui sont insérés dans une trame de huit intervalles de temps (slots). De cette façon, lors d'une communication, un

¹ <http://www.comcom.admin.ch/dokumentation/00439/00467/index.html?lang=fr>

² <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/01/01/key.html>

³ <http://www.comcom.admin.ch/themen/00783/index.html?lang=fr>

⁴ <http://www.comcom.admin.ch/themen/00783/index.html?lang=fr>

seul téléphone portable ou station de base occupe un intervalle de ce type sur une fréquence porteuse particulière, c'est-à-dire un canal logique. L'émetteur est donc enclenché et arrêté environ 217 fois par seconde au cours d'une liaison (illustration 2) Ce mode d'accès au canal est appelé TDMA (Time Division Multiple Access). Normalement, plusieurs fréquences porteuses sont émises avec la structure TDMA de l'illustration 2 dans une cellule de la station de base.

Dans chaque cellule, la station de base transmet le canal de contrôle au téléphone portable dans le premier intervalle de temps sur une fréquence porteuse déterminée. Les sept autres intervalles de cette fréquence porteuse peuvent être utilisés pour des conversations. Le canal de contrôle est employé pour transmettre les données du réseau au téléphone portable et permettre la synchronisation entre la station de base et le téléphone portable. Cette porteuse est émise en permanence à pleine puissance par les stations de base, afin que les téléphones portables puissent trouver la cellule au moment où ils sont enclenchés, en cas d'itinérance ou lors du transfert de cellule. Même si aucune conversation n'est menée dans la cellule, cette porteuse est émise à pleine puissance dans les huit intervalles de temps.

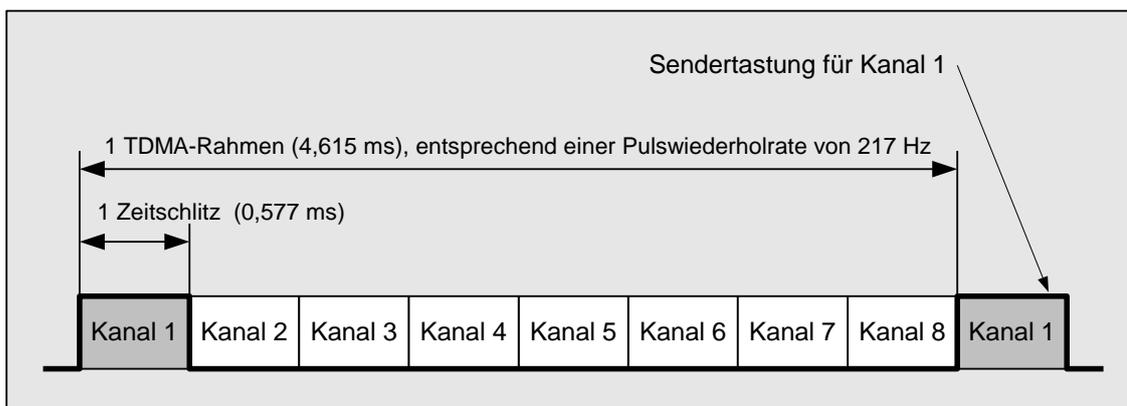


Illustration 2 : Mode d'accès au canal TDMA du système GSM

Le type de modulation utilisé est le GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying). Il présente l'avantage considérable de permettre l'installation d'émetteurs simples et relativement bon marché.

Les paramètres radio les plus importants du système GSM sont présentés dans le tableau 2 ci-après.

Tableau 2 : Paramètres radio importants du système GSM.

<i>Paramètre</i>	<i>Valeur</i>
Écart entre les canaux des fréquences porteuses	200 kHz
Fréquences pour les systèmes GSM publics	P-GSM900 (2 x 125 fréquences porteuses) : Tél. portable émet (uplink): 890 - 915 MHz Station de base émet (downlink): 935 - 960 MHz E-GSM900 (2 x 50 fréquences porteuses suppl. par rapport à P-GSM900): Tél. portable émet (uplink) : 880 - 915 MHz Station de base émet (downlink) : 925 - 960 MHz Station de base émet (downlink) : Tél. portable émet (uplink) : 1'710 - 1'785 MHz Station de base émet (downlink) : 1'805 - 1'880 MHz
Écart duplex	GSM900 : 45 MHz GSM1800 : 95 MHz
Puissance d'émission de la station de base	La puissance d'émission rayonnée est d'un ordre de grandeur de 1 W à plusieurs centaines de W ERP par porteuse haute fréquence. En général, plusieurs porteuses haute fréquence sont exploitées sur une station de base.
Puissance d'émission de crête tél. portable (typique)	GSM900 : 2 W GSM1800 : 1 W
Puissance moyenne maximal du tél. portable, exprimée sur une trame (typique, lors d'une conversation téléphonique)	GSM900 : 250 mW GSM1800 : 125 mW
Sensibilité du récepteur sur le plan dynamique	Tél. portable : -102 dBm Station de base : -104 dBm
Type d'exploitation	Duplex
Mode d'accès au canal	TDMA
Modulation	GMSK (BT = 0,3)
Débit binaire du canal	270,833 kBit/s
Débit de données maximal, non protégé (grand débit) Ce débit correspond au débit de données net (voir ci-dessous) plus la protection contre les erreurs (codage du canal) sur l'interface radio	22,8 kBit/s
Débit de données net (avec différents codages du canal) Ce débit est à disposition de l'utilisateur et de l'application	TCH/F2.4 : 2,4 kBit/s TCH/F4.8 : 4,8 kBit/s TCH/F9.6 : 9,6 kBit/s TCH/F14.4 : 14,4 kBit/s
Portée	Env. 30 km

Un élément très important pour la transmission numérique de la voix sur l'interface radio GSM est le codeur/décodeur de voix intégré au téléphone portable. Le signal vocal analogique du microphone est échantillonné 8000 fois par seconde et transformé en un signal numérique. Ce signal est envoyé au codeur de voix, qui le code à un débit de base de 13 kBit/s, puis transmis par l'interface radio en y ajoutant le codage du canal (protection contre les erreurs sur l'interface radio) avec un débit binaire brut de 22,8 kBit/s.

5 Services

Une large palette de services a été développée pour le système GSM. Seuls les services les plus importants sont présentés dans le cadre de ce bref aperçu.

5.1 Téléservices

- **SERVICE DE TÉLÉPHONIE** : Service normal de téléphonie vocale avec possibilité d'établir ou de recevoir des communications avec des usagers mobiles ou fixes dans le monde entier.
- **SERVICE D'APPEL D'URGENCE** : Permet d'appeler dans tous les pays, en composant le numéro 112, une centrale nationale d'appel d'urgence.
- **SERVICE DE MESSAGES COURTS (SMS)** : Permet d'envoyer des messages courts alphanumériques pouvant compter jusqu'à 160 caractères.
- **FAX** : Permet d'envoyer et de recevoir des télécopies (fax) avec un débit de 2,4 à 9,6 kBit/s.

5.2 Services supports

Les services supports permettent de transmettre des données :

- **TRANSMISSION DE DONNÉES PAR LIGNE COMMUTÉE⁵** : Transmission de données par ligne commutée, transparente et non transparente, synchrone ou asynchrone, avec un débit de 1,2 à 9,6 kBit/s.
- **HSCSD** : Service de transmission de données par ligne commutée avec un débit allant jusqu'à 57,6 kBit/s (voir chapitre 5.2.2)
- **GPRS** : Service de transmission de données par paquets⁶ avec un débit allant jusqu'à 171,2 kBit/s (voir chapitre 5.2.3)
- **EDGE (E-GPRS)** : Développement du HSCSD et du GPRS par le type de modulation 8-PSK, qui autorise des débits plus élevés allant de 8,8 kbit/s à 59,2 kBit/s par intervalle de temps, resp. à max. 473,6 kBit/s avec huit intervalles de temps
- **E-EDGE : (EVOLVED EDGE)** : Développement du EDGE par les types de modulation 16QAM et 32QAM

5.2.1 Les services de données HSCSD, GPRS, EDGE et E-EDGE

Afin de répondre à la demande en débits de transmission nettement plus élevés que les 9,6 kBit/s proposés à l'origine par le GSM, le système GSM a été étendu.

Le principe du HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) et du GPRS (General Packet Radio Service) est le groupage du canal : plusieurs intervalles de temps sont attribués à une communication spécifique (voir illustration 2). De cette façon, le débit de transmission des données d'un usager particulier peut être largement augmenté. Le nombre d'intervalles qu'un appareil peut traiter dépend de la catégorie d'appareil.

Outre le groupage du canal, de nouveaux codages de canal (protection de la transmission sur l'interface radio) sont simultanément introduits, et même un nouveau type de modulation s'agissant du EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution). Ainsi, le débit de transmission maximum possible sur l'interface radio peut être adapté de façon optimale aux conditions de transmission du moment (perturbations, distance entre station de base et téléphone portable, etc.).

⁵ Pour la transmission par ligne commutée, le canal de transmission est utilisé exclusivement par une application. L'entier de la largeur de bande du canal est disponible exclusivement pour cette application.

⁶ Pour la transmission par paquets, un canal de transmission disponible est utilisé par plusieurs usagers simultanément. Un canal virtuel est mis en place par utilisateur. Le débit du canal est réparti statistiquement entre les usagers, selon leurs besoins.

Le groupage du canal en liaison ascendante, c'est-à-dire l'occupation simultanée de plusieurs intervalles de temps par l'utilisateur, augmente la puissance d'émission moyenne du téléphone portable pendant une liaison.

5.2.2 HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)

Comme son nom l'indique, le HSCSD est un service de transmission de données par ligne commutée. Il permet à un seul utilisateur d'occuper jusqu'à quatre intervalles de temps d'une porteuse. Vu que le débit net de données par intervalle de temps s'élève à 9,6 kBit/s ou à 14,4 kBit/s – selon le codage du canal –, les utilisateurs disposent d'un débit allant jusqu'à 57,6 kBit/s (voir Tableau 3). Ce service de données était relativement simple à installer dans les réseaux GSM existants, car l'actuel réseau GSM central était déjà préparé pour recevoir des services de transmission de données par ligne commutée fonctionnant à un débit de 64 kBit/s.

Introduites avec succès, les technologies de transmission par paquets comme le GPRS (voir ci-dessous) ont largement supplanté le HSCSD.

5.2.3 GPRS (General Packet Radio Service)

Théoriquement, le service de transmission de données par paquets GPRS permet d'atteindre des débits allant jusqu'à 171,2 kBit/s, mais cela exige des conditions de propagation optimales. Or, les débits de transmission prévus dans les réseaux réels se situent – du moins au début – bien en dessous de cette limite supérieure théorique. A l'heure actuelle, les débits de données s'élèvent à environ 40 kBit/s, ce qui signifie que "seuls" trois canaux ou intervalles de temps sont groupés avec un codage de canal CS-2 (voir Tableau 3) pour une liaison donnée. Les téléphones portables sont un facteur limitatif.

Au lieu qu'un canal soit mis exclusivement à la disposition d'un utilisateur pour toute la durée d'une communication, le GPRS permet de ne solliciter la capacité du canal radio que lorsqu'il y a réellement des données à transmettre. L'efficacité du spectre du système s'en trouve accrue, car la capacité du réseau est disponible au même moment et en tout temps pour tous les utilisateurs. Par ailleurs, de nouveaux modèles de calcul des taxes peuvent être introduits. Un utilisateur a par exemple la possibilité d'être relié en permanence à un serveur de manière logique (always-on), tout en ne payant que les données qui lui ont été physiquement transmises (taxe au volume). Conséquence : les établissements et libérations prolongés de liaison sont supprimés. Ce principe du "always-on" rendu possible grâce au GPRS permet d'étendre le GSM à l'internet mobile.

Tout comme pour le HSCSD, le GPRS nécessite l'introduction de nouveaux téléphones portables ou cartes enfichables par ordinateur. Mais contrairement au HSCSD, le GPRS exige l'implantation de nouveaux éléments également dans le réseau fixe, afin de soutenir les services de transmission par paquets.

Aujourd'hui, le GPRS est implémenté dans la plupart des systèmes de téléphonie mobile GSM.

5.2.4 EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

Le EDGE permet de tripler les débits de données grâce à une technique de modulation améliorée (8-PSK). Il est principalement utilisé en relation avec le GPRS (voir ci-dessus), raison pour laquelle ces services s'appellent EGPRS (Enhanced GPRS).

Les avantages des types de modulation et des codages de canal du EDGE peuvent également être utilisés avec le HSCSD (voir ci-dessus). On parle alors de services ECSD (Enhanced Circuit Switched Data), qui permettent d'atteindre un débit maximum de 57,6 kBit/s avec moins de quatre intervalles de temps. Pour les services de transmission de données par lignes commutées, il s'agit là du débit maximum, donné par les limitations dans le réseau fixe.

Aujourd'hui, le EDGE est implémenté dans de nombreux systèmes de téléphonie mobile GSM. Il a contribué de manière décisive au plein succès du GSM pour les services de données mobiles transmis par paquets avec des débits modérés (internet mobile).

5.2.5 E-EDGE (Evolved EDGE)

Le EDGE a été développé en E-EDGE, qui offre :

- des débits théoriques de 1,3 Mbit/s en liaison descendante;
- 653 kBit/s en liaison ascendante;
- des temps de latence de 100 millisecondes.

Qualifié de système 2,75G par les observateurs, le E-EDGE donnait un avant-goût de la 3G introduite peu après. Les exploitants de réseau ayant beaucoup investi dans les licences 3G, la diffusion du E-EDGE est restée faible. De plus, le GSM ne soutient pas les bandes de fréquences de la 3G, et l'argent a été injecté dans les réseaux 3G plutôt que dans les réseaux GSM/EDGE.

Tableau 3 : Exemples de débits de données des services HSCSD, GPRS et EDGE (ECSD et EGPRS).

Service	Codage de canal	Modulation	Débit net de donnée par intervalle de temps	Débit de données maximal
HSCSD (transmission par lignes commutées)	TCH/F9.6	GMSK	9,6 kBit/s.	4 x 9,6 kBit/s = 38,4 kBit/s
	TCH/F14.4		14,4 kBit/s.	4 x 14,4 kBit/s = 57,6 kBit/s
GPRS CS-1 (Code rate 0,5)	CS-1 (Code rate 0,5)	GMSK	9,05 kBit/s.	8 x 9,05 kBit/s = 72,4 kBit/s
	CS-2 (Code rate 0,67)		13,4 kBit/s.	8 x 13,4 kBit/s = 107,2 kBit/s
	CS-3 (Code rate 0,75)		15,6 kBit/s.	8 x 15,6 kBit/s = 124,8 kBit/s
	CS-4 (Code rate 1)		21,4 kBit/s.	8 x 21,4 kBit/s = 171,2 kBit/s
ECSD (EDGE) (transmission par lignes commutées)	TCH/F28.8	8-PSK	28,8 kBit/s.	2 x 28,8 kBit/s = 57,6 kBit/s a)
	TCH/F43.2		43,2 kBit/s.	1 x 43,2 kBit/s = 43,2 kBit/s a)
EGPRS (EDGE) CS-1 (Code rate 0,5)	MSC-5 (Code rate 0,37)	8-PSK	22,5 kBit/s.	8 x 22,5 kBit/s = 180 kBit/s
	MSC-9 (Code rate 1)		59,2 kBit/s.	8 x 59,2 kBit/s = 473,6 kBit/s
<i>Remarque :</i> Pour les services de transmission de données par des lignes, le débit maximal sur l'interface aérienne est de 57,6 kBit/s.				

5.3 Services additionnels :

5.3.1 CALL OFFERING : Services de déviation ou de transfert des appels entrants

- *Call Forwarding Unconditional (Service 21)* : Une fois activé, ce service permet de transférer un appel entrant vers un numéro programmé par l'utilisateur, dans le pays ou à l'étranger.
- *Call Forwarding on Mobile Subscriber Busy (Service 67)*: Lorsque l'utilisateur appelé est occupé, le prochain appel entrant est dévié vers un numéro préprogrammé.
- *Call Forwarding on No Reply (Service 61)* : Les appels sont transférés vers des numéros programmés, dans le pays ou à l'étranger, lorsque l'utilisateur appelé ne répond pas. L'utilisateur mobile peut programmer le transfert avec un différé de 5 à 30 secondes.
- *Call Forwarding on Mobile Subscriber Not Reachable (Service 62)* : Les appels sont transférés vers des numéros programmés, dans le pays ou à l'étranger, si l'utilisateur mobile appelé n'est pas joignable, c'est-à-dire lorsque son appareil n'est pas en service ou se trouve dans une région non desservie.

5.3.2 Call Restriction

Ces services permettent de restreindre ou de bloquer des appels entrants ou sortants. Pour cela, il est nécessaire que l'exploitant du réseau préprogramme le service concerné et que l'abonné mobile l'active/le désactive.

- *Barring of All Outgoing Calls* : Permet de bloquer tous les appels sortants nationaux et internationaux (à l'exception des appels d'urgence).
- *Barring of Outgoing International Calls* : Permet de bloquer tous les appels sortants internationaux.
- *Barring of Outgoing International Calls except to the Home PLMN Country* : Permet de bloquer les appels comme ci-dessus, mais lorsque l'utilisateur mobile se trouve à l'étranger, il peut tout de même appeler la Suisse.
- *Barring of all Incoming Calls* : Permet de faire aboutir tous les appels entrants sur un texte enregistré (p.ex. "Aucun appel ne peut être reçu actuellement à ce numéro").
- *Barring of all Incoming Calls when Roaming outside the Home PLMN* : Lorsque l'utilisateur se trouve à l'étranger, les appels entrants ne sont pas transférés, mais aboutissent sur un texte enregistré (p.ex. "Aucun appel ne peut être reçu actuellement à ce numéro").

5.3.3 CALL COMPLETION

Ces services donnent des possibilités supplémentaires de traitement des appels.

- *Call Waiting* : Lorsque l'utilisateur est en conversation et qu'un autre appel lui parvient, il peut en être avisé.
- *Call Hold* : Une communication en cours peut être mise en attente pour permettre à l'utilisateur de répondre à un autre appel ou d'établir un autre appel. Ce service est souvent utilisé en conjonction avec le "Call Waiting".

5.3.4 Number Identification

Ces services permettent aux exploitants de réseaux ou aux clients d'identifier l'utilisateur appelant ou appelé.

- *Calling Line Identification Presentation (CLIP)* : Permet à l'utilisateur appelé de voir le numéro de l'utilisateur appelant au moment de l'appel.
 - *Calling Line Identification Restriction (CLIR)* : Permet à un utilisateur donné d'empêcher l'identification chez l'utilisateur appelé.
 - *Connected Line Identification Presentation (COLP)* : Permet à l'utilisateur appelant de voir le numéro de l'utilisateur appelé. En cas de déviation ou de transfert, ce numéro peut être différent du numéro composé.
 - *Connected Line Identification Restriction (COLR)* : Permet à un utilisateur donné d'empêcher que l'utilisateur appelant puisse voir le numéro appelé.
- ◆ **LOCATION SERVICES** : Les services de localisation sont utilisés pour déterminer la position d'un téléphone portable dans le réseau. Actuellement, il est seulement possible d'identifier la cellule dans laquelle un utilisateur se trouve. Ce type de services peut être utilisé pour différentes applications :
- *Détermination de la position en cas d'appels d'urgence* : En cas d'appel d'urgence effectué à partir d'un téléphone portable, les autorités de sécurité peuvent déterminer la position de l'appelant. Aux Etats-Unis, ce service de localisation est prescrit par la loi depuis le 1^{er} octobre 2001.
 - *Facturation selon le lieu* : Les exploitants ont la possibilité de faire dépendre les tarifs de la position géographique de l'appelant (Location based Charging). Il leur est possible par exemple d'exiger un tarif moins élevé à la maison ou au bureau que dans le reste du réseau (home and office zone calls).
 - *Services commerciaux* : Surveillance d'enfants, gestion d'équipes (p.ex. amélioration des courses de taxi); localisation de l'hôtel le plus proche, de la pizzeria ou de la station d'essence la plus proche; détermination de la position; navigation; localisation de téléphones portables volés, etc.