

Architectures de Réseaux et de Services de Télécommunication

Réseaux, Entités de Réseau, Technologies, Services

EFORT

<http://www.efort.com>

Dans le premier tutoriel relatif aux réseaux et service de télécommunication (http://www.efort.com/r_tutoriels/ARCHITECTURES_EFORT.pdf), a été présentée l'infrastructure de télécommunication ou « réseau » d'un opérateur. Il consiste en un ensemble de réseaux (réseau de transmission, réseau de commutation, réseau d'accès, réseau de signalisation, réseau intelligent, réseau de gestion, etc.), chacun réalisant une fonction spécifique pour globalement offrir un service au client.

Dans ce nouveau tutoriel, sont décrites les entités de chacun des réseaux.

1 Réseau de transmission

Les systèmes de transmission comprennent essentiellement les lignes de transmission proprement dites, c'est-à-dire les supports de transmission et les équipements de groupement des signaux à transmettre. Ce groupement est appelé multiplexage.

Le **réseau de transmission** implante les technologies **PDH**, **SDH**, **D-WDM** et **Ethernet**.

La hiérarchie numérique plésiochrone **PDH** (Plesiochronous Digital Hierarchy) est née au début des années 70 avec la numérisation du téléphone. Elle définit, entre les points du réseau de l'opérateur, des jonctions MIC à 2 Mbit/s accueillant trente-deux circuits à 64 kbit/s par multiplexage temporel. C'est à partir de ce multiplexage successif des circuits sur plusieurs niveaux que la hiérarchie des débits a été créée en Europe : 2 (E1), 8 (E2), 34 (E3), 140 (E4) et 565 Mbit/s (E5). L'utilisation du PDH se limite le plus souvent à 140 Mbit/s après quoi on lui préfère la **SDH** (Synchronous Digital Hierarchy).

Les débits de SDH sont appelés STM-i avec le STM-1 égal à 155 Mbit/s. STM signifie Synchronous Transfer Module. Le STM-4 correspond à un débit de 622 Mbit/s, le STM-16 correspond à un débit de 2,5 Gbit/s et le STM-64 représente un débit de 10 Gbit/s. La SDH est concurrencée par Ethernet. En effet, SDH est une technique originellement conçue pour gérer les communications en mode circuit, typiquement les communications téléphoniques. Or, depuis les années 2000, le volume de données de type paquet a supplanté en quantité celui des données de type téléphonique, laissant SDH un peu inadapté aux nouveaux services qu'on lui demande aujourd'hui.

La norme américaine équivalente à SDH s'appelle **SONET** (Synchronous Optical Network). Pour la norme SONET, les niveaux sont classés en OC : Optical Carrier. Pour la norme SDH, les niveaux sont organisés hiérarchiquement en STM - n (Synchronous Transport Module, niveau n). Les débits de SONET sont appelés OC-i pour Optical Carrier. OC-1 correspond à un débit de 55,84 Mb/s, OC-3 à un débit de 155,520 Mb/s. OC-12 représente 622 Mb/s. OC-48 signifie 2,5 Gb/s. Enfin OC-192 correspond à un débit de 10 Gb/s.

Le niveau 1 de SDH (155,52 Mb/s) est le niveau 3 de SONET et le niveau 2 de SDH (622,08 Mb/s) est le niveau 12 de SONET.

La technologie SONET/SDH utilise un multiplexage temporel à travers des multiplexeurs appelés **ADM** (Add/Drop Multiplexer) ou **MIE** (Multiplexeur à Insertion/Extraction). Le

multiplexeur terminal (**TM**, Terminal Multiplexer) permet le multiplexage de signaux affluents plésiochrones (PDH) dans un signal de ligne STM-1 résultant. Les **répéteurs** sont des équipements qui permettent, dans une transmission longue distance, d'amplifier le signal optique. Le cross-connect (**XC**) ou brasseur est l'organe le plus complexes du réseau. Il permet la commutation de conteneurs virtuels. En général, il est utilisé pour interconnecter plusieurs ADM entre eux.

Le multiplexage en longueur d'onde (**D-WDM**, Dense Wavelength Division Multiplexing) est une technique utilisée en communications optiques qui permet de faire passer plusieurs signaux de longueur d'onde différentes sur une seule fibre optique, en les mélangeant à l'entrée à l'aide d'un multiplexeur (MUX), et en les séparant à la sortie au moyen d'un démultiplexeur (DEMUX).

La technologie D-WDM fait apparaître des ADM optiques (**OADM**) et des brasseurs optiques (**OXC**)

Ethernet a d'abord été une technologie pour le réseau local mais s'adresse désormais aux plus longues distances et d'abord au domaine métropolitain. L'Ethernet métro est né de cette extension. Cette solution est soutenue par le Forum MEF (Metro Ethernet Forum). L'Ethernet est passé d'un mode partagé à un mode commuté. Le réseau Ethernet est donc constitué de **commutateurs Ethernet**.

Ethernet sur le WAN a pour objectif de transporter des trames Ethernet sur de longues distances tout en apportant une qualité de service. Ses avantages sont un coût très bas, la possibilité de surdimensionnement du réseau, une forte granularité, une technologie bien connue et très simple et enfin une gestion simplifiée, puisque Ethernet est partout. Il est possible de monter très vite en débit avec les différents niveaux du 1 et du 10 Gbit/s et bientôt du 100 Gbit/s.

Le MEF (Metro Ethernet Forum) a jeté les bases de la technologie Carrier Grade Ethernet (CGE) en établissant cinq critères la distinguant du LAN Ethernet : services standardisés, évolutivité, fiabilité, qualité de service et gestion des services. Ces attributs fournissent les capacités de classe exploitant pour convertir le LAN Ethernet traditionnel en technologie adaptée au déploiement chez les fournisseurs de service Metro et dans les réseaux étendus (MAN et WAN). Les fournisseurs peuvent utiliser des services métiers CGE pour offrir ces capacités tout en minimisant leurs coûts comparés aux autres technologies.

La figure 1 montre la connexion d'entreprises possédant leur propre réseau CE (Customer Edge) au travers d'une interface UNI (interface usager à usager) proposant un service lié principalement au débit, au temps de transit et au taux de perte. L'objectif est de proposer entre deux ou plusieurs UNI un service de transfert. Un premier service important mis en oeuvre par le MEF est l'EVC (Ethernet Virtual Connection). Une EVC peut être point-à-point ou multipoint. Elle permet de réaliser différents types de services, allant de l'émulation d'une ligne de communication louée (Service E-line) jusqu'à l'équivalent d'un réseau privé virtuel (Service E-LAN).

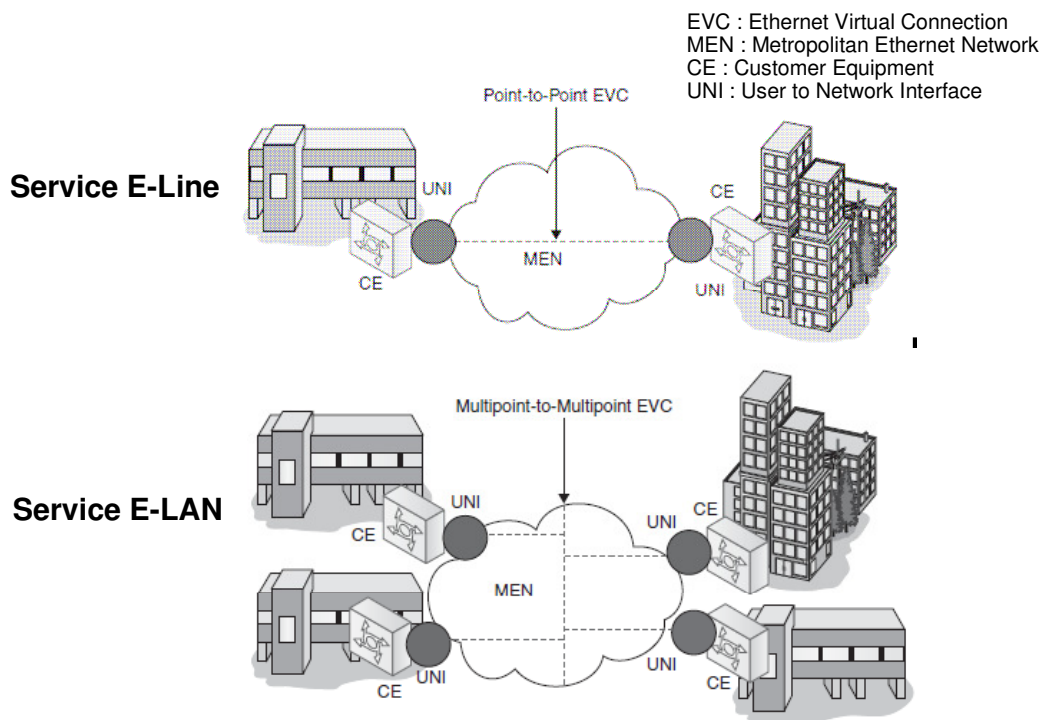


Figure 1 : Carrier-Grade Ethernet

2 Réseau voix fixe

Le **réseau voix fixe** consiste en le **réseau de commutation de circuit**, le **réseau sémaphore N°7** et le **Réseau Intelligent**.

le **réseau de commutation de circuit** est appelé Réseau Téléphonique Commuté Public (RTCP) et utilise la technologie **TDM**. Il est composé de :

- **Commutateurs d'accès** (Class5 switch) aussi appelés Commutateur à Autonomie d'Acheminement.
- **Commutateurs de transit** (Class4 Switch).

Le **Réseau Sémaphore N°7 (SS7)** correspondant au réseau de signalisation. SS7 fonctionne en mode associé ou quasi-associé. En mode quasi-associé, il est constitué de routeurs de signalisation appelés **STP** (Signaling Transport Point). Chaque commutateur du RTCP dispose d'une interface de signalisation appelée **SP** (Signaling Point) afin d'échanger sa signalisation avec les commutateurs adjacents pour établir/libérer les appels..

Le **Réseau Intelligent (RI)** offre des services à valeur ajoutée. Le RI consiste en trois éléments de réseau :

- **SSP** (Service Switching Point) qui est une fonction du commutateur permettant d'invoquer des services
- **SCP** (Service Control Point) qui représente la plate-forme de service qui exécute le service
- **SRP** (Specialized Resource Point) qui correspond à un serveur de média capable d'assurer les interactions avec l'utilisateur (jouer une annonce vocale, collecter des DTMFs, etc)..

Les entités **SSP**, **SCP** et **SRP** échangent des messages de signalisation via SS7.

La figure 2 montre l'architecture du réseau voix fixe avec ses commutateurs, le réseau SS7 et le Réseau Intelligent.

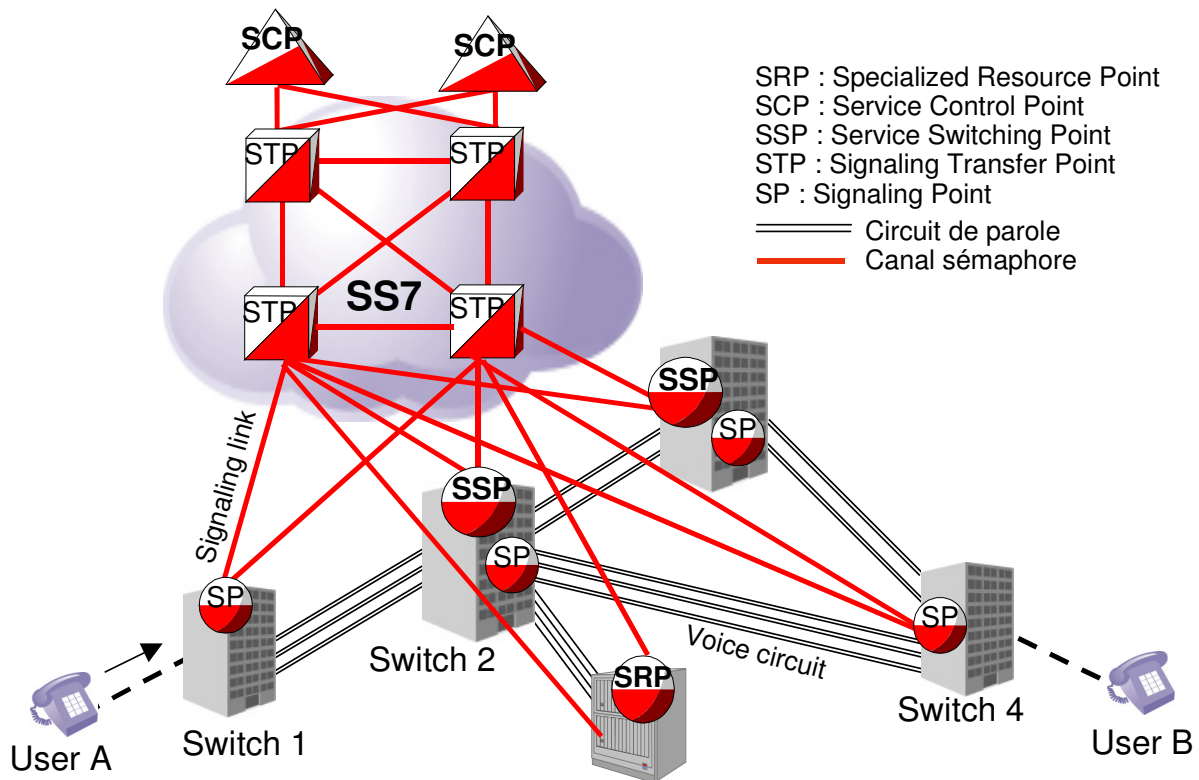


Figure 2 : Architecture du réseau voix fixe (RTC, SS7, RI)

3 Réseau mobile

Le **Réseau mobile** est constitué d'un **réseau d'accès** et d'un **réseau coeur** (Figure 3).

Trois **réseaux d'accès** sont possibles : 2G, 3G, 4G

- Le **réseau d'accès 2G** s'appelle **BSS** (Base Station Subsystem). Il supporte les technologies radio **GSM**, **GPRS** et **EDGE**. Il consiste en les entités **BTS** (Base Transceiver Station) et **BSC** (Base Station Controller).
- Le **réseau d'accès 3G** s'appelle **UTRAN** (UMTS Terrestrial Radio Access Network). Il supporte les technologies radio **W-CDMA**, **HSDPA**, **HSUPA** et **HSPA+**. Il est composé des entités **NodeB** et **RNC** (Radio Network Controller).
- Le **réseau d'accès 4G** s'appelle **LTE** (Long Term Evolution of 3G). Il supporte les technologies radio **OFDMA** et **SC-FDMA**. Il est constitué d'entités **eNodeB**.

Le **réseau coeur 2G/3G** consiste en deux domaines : **Domaine circuit** et **domaine paquet**.

Le **domaine circuit** offre des services de téléphonie. Au départ constitué de commutateurs voix **MSC/VLR** (Mobile Services Switching Centre / Visiting Location Register), **GMSC** (Gateway MSC) et **HLR** (Home Location Register), il a évolué vers une structure **NGN Mobile appelée R4** où les MSC/VLR et GMSC deviennent des **MSC Servers / MGWs** (Media Gateway).

Le **domaine paquet** appelé **GPRS** (General Packet Radio Service) offre un accès plus (3G) ou moins (2G) haut débit au monde IP et à ses services. Il est constitué d'entités **SGSN** (Serving GPRS Support Node) et **GGSN** (Gateway GPRS Support Node) reliées entre elles par un réseau IP.

Le **réseau cœur 4G** appelé **ePC** (Evolved Packet Core) consiste en un seul domaine paquet composé d'entités **MME** (Mobility Management Entity), **Serving GW**, **PDN GW** (Packet Data Network GW) et **HSS** (Home Subscriber Server). Il offre un accès très haut débit au monde IP, i.e., Internet/Intranet, et à ses services. Tous les services sont offerts sur IP, y compris les services de la téléphonie.

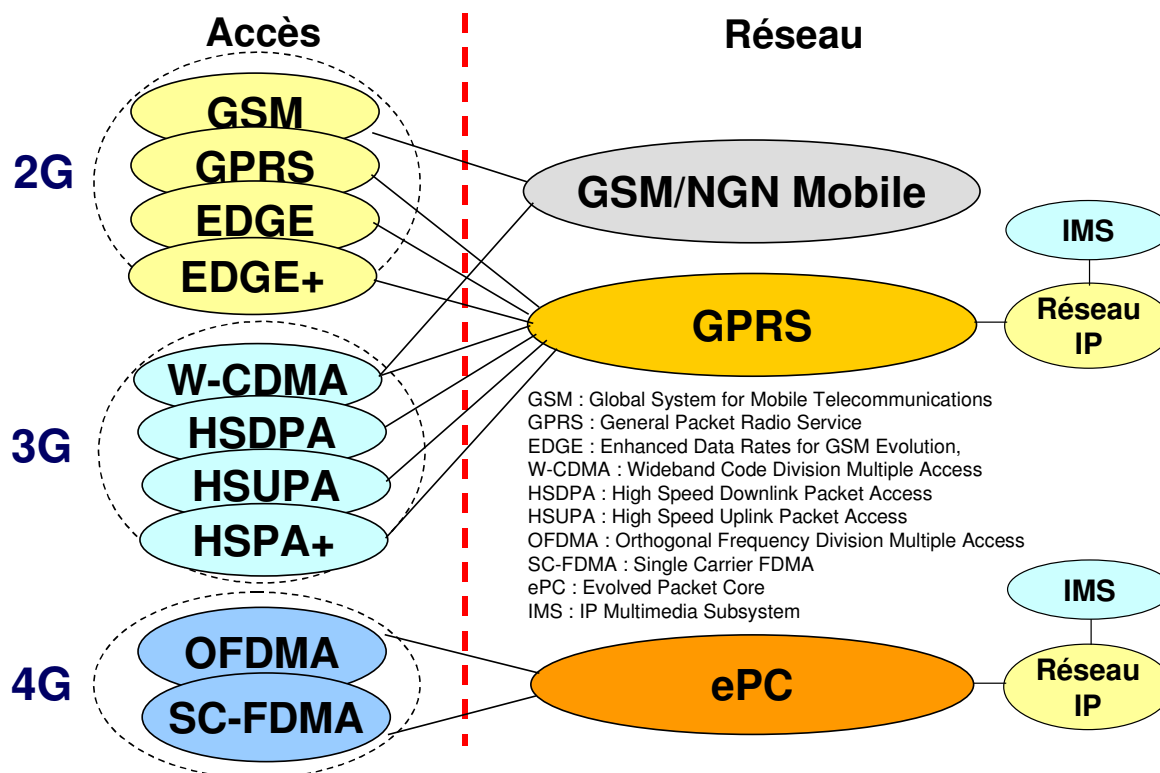


Figure 3 : Réseaux mobiles : Réseaux d'accès et Réseaux Coeur

4 Services mobiles

Les **services** du **domaine circuit 2G/3G** sont la **téléphonie**, le **SMS**, la **messagerie vocale**, le **customized ring back tone**, le **push to talk**, les services **CAMEL** (Réseau Intelligent Mobile) tels que le **prépayé** et le **réseau privé virtuel voix**.

Les **services** offerts via le **domaine paquet 2G/3G** sont l'**accès à Internet/Intranet**, la **télévision mobile**, **MMS** (Multimedia Messaging Service), le **streaming vidéo**, le mail (e.g., **Blackberry Mail**), le **WEB/WAP**, la **messagerie instantanée** (e.g., Blackberry Messenger), les **communications machine to machine** (M2M), etc.

L'**architecture PCC** (Policy and Charging Control) permet à l'opérateur de contrôler les flux de services IP transportés par les **domaines paquet 2G/3G/4G** (autoriser/bloquer) et taxer ces flux selon différents critères pour des clients postpaid ou prepaid.

Aujourd'hui grâce aux procédures PCC, les opérateurs ont la possibilité d'implanter les scénarii suivants :

- **Fair usage** : Les opérateurs mobiles peuvent limiter la bande passante disponible aux usagers les plus consommateurs, typiquement ceux qui téléchargent en peer to peer. Par exemple, au delà d'un certain volume mensuel (e.g., 5 Gbytes), le débit est limité à 40 kbit/s.

- **Freemium** : Les opérateurs mobiles peuvent offrir gratuitement l'accès à des applications telles que Facebook ou Twitter, afin d'attirer les usagers à souscrire un abonnement data mobile et ainsi accéder à d'autres services data mobiles.
- **Contrôle d'application** : Les opérateurs mobiles peuvent bloquer certains flux d'application (e.g., skype, mail) tant que l'utilisateur n'a pas souscrit à l'option permettant l'usage de ces applications.
- **Bill-shock prevention (anti bill shock)** : Les opérateurs peuvent alerter leurs clients lorsque ces derniers ont consommé leur forfait et lorsque tout usage supplémentaire induit des coûts additionnels (e.g., lorsque le client est en roaming).

L'architecture PCC consiste en les entités **PCEF** (Policy & Charging Enforcement Function), **PCRF** (Policy & Charging Rules Function), **SPR** (Subscription Profile Repository), **OCS** (Online Charging System) et **OFCS** (Offline Charging System). Elle est représentée à la figure 4.

L'entité **PCRF** permet à la fonction PCEF intégrée dans le GGSN/PDN GW ou indépendante, d'apprendre les règles PCC (Policy and Charging Control) afin d'identifier les flux circulant sur le contexte PDP, de bloquer ou d'autoriser ces flux, d'affecter une QoS par flux, et de taxer chaque flux individuellement.

L'entité **SPR** est une base de données contenant des informations de souscription des usagers afin d'assister le PCRF pour la génération des règles PCC.

L'entité **PCEF** dispose d'une interface de taxation avec l'**OCS** pour la taxation online des flux de services IP consommés par l'utilisateur et une interface de taxation avec l'**OFCS** pour la taxation offline des flux de services IP de l'utilisateur.

Le PCEF obtient des crédits de l'OCS et soumet des tickets de taxation à l'OFCS. Si l'entité PCEF est indépendante du GGSN/PDN GW elle est présente alors derrière le GGSN/PDN GW à l'interface des réseaux externes IP.

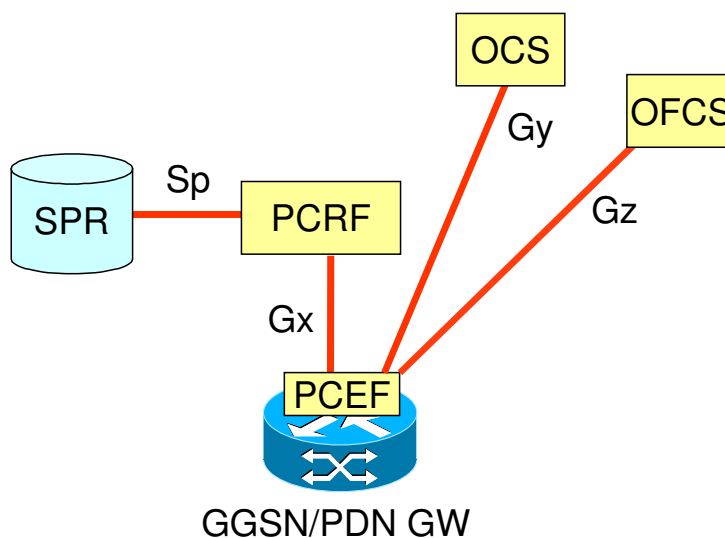


Figure 4 : Architecture PCC

5 Réseau d'accès fixe

Le **réseau d'accès fixe** consiste en :

- Un **réseau d'accès bas débit** permettant l'accès au RTC et à Internet/Intranet (accès dialup). Il est constitué d'**URAs** (Unité de Raccordement d'Accès).
- Un **réseau d'accès haut débit** grâce aux technologies **xDSL** et **Câble** permettant l'accès à Internet/Intranet. Dans le cas d'**xDSL**, le réseau d'accès consiste en des

DSLAM (DSL Access Multiplexer) ATM ou Ethernet, des **BAS** (Broadband Access Server) et un serveur RADIUS pour l'authentification des usagers. Dans le cas de la technologie câble, le réseau d'accès est composé d'entités **CMTS** (Cable Modem Termination System).

- Un **réseau d'accès très haut débit** grâce à la technologie **FTTx** (Figure 5) permettant l'accès à Internet/Intranet. Il est constitué d'**ONT** (Optical Network Termination), d'**ONU** (Optical Network Unit), d'**OLT** (Optical Line Termination) .
- Les fournisseurs de télécommunication proposent des éléments de réseau appelés **MSAN** (Multi-Service Access Node) pouvant inclure les entités **URA**, **DSLAM/BAS** et **OLT**.

Avec l'architecture **FTTH** (Fiber to the Home), l'**OLT** est l'unité de raccordement optique multiplexant plusieurs clients. Pour distribuer la fibre vers les différents utilisateurs, il est possible de mettre en oeuvre des coupleurs qui permettent des liaisons point-à-multipoint (P2MP) ou réaliser des liens point à point (P2P). Le mode P2P est aussi appelé FTTH dédié alors que le mode P2MP est dénommé FTTH partagé.

Dans le cas de FTTC (Fiber to the Curb), traduit en français par "fibre jusqu'au sous-répartiteur", la fibre relie l'OLT à un ONU. l'**ONU** assure les couplages optoélectroniques permettant d'offrir des terminaisons sur cuivre. Dans le cas du VDSL, l'**ONU** est un **DSLAM**.

Le FTTB (Fiber to the Building) relie un immeuble à un OLT via la fibre optique. Néanmoins, du pied de l'immeuble jusqu'à l'abonné, c'est la technologie VDSL2 qui est utilisée. Ce sont donc la fibre optique et le paire de cuivre qui sont utilisées pour faciliter le déploiement mais au détriment de la puissance de la bande passante qui sera limitée à 100 Mbits.

Si la fibre va jusqu'au client (FTTH), l'ONU est absent. La fibre aboutit à l'**ONT**, qui termine la liaison optique.

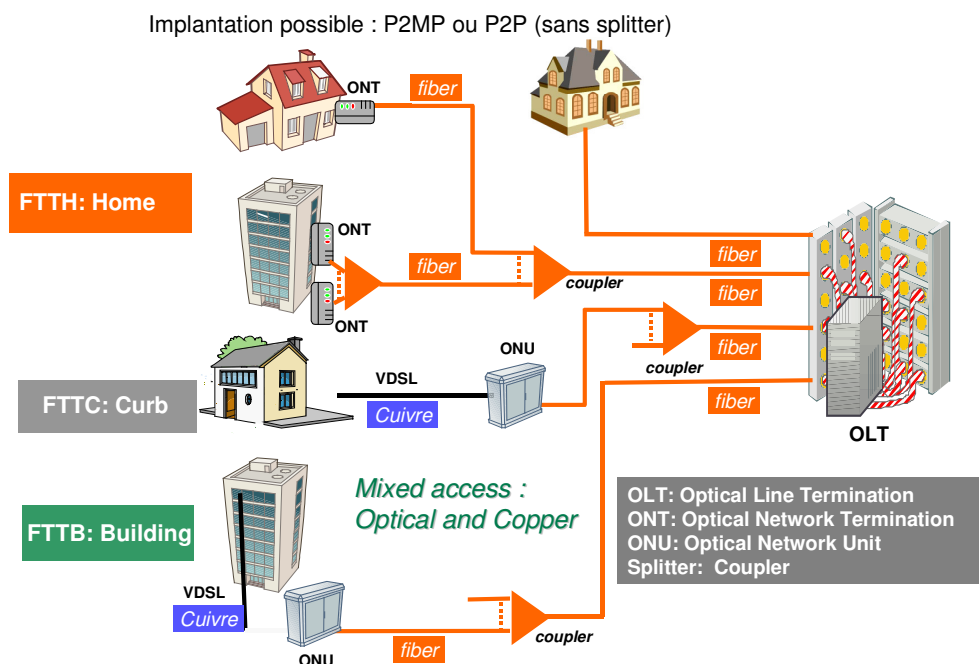


Figure 5 : Architecture FTTx

6 Les réseaux de nouvelle génération

Les **nouvelles architectures de contrôle** offrant des services de communication sur IP s'appellent **NGN** (Next Generation Network) et **IMS** (IP Multimedia Subsystem).

6.1 NGN

NGN permet l'émulation sur IP du réseau voix et offre les services de la téléphonie. Il consiste en des **MGWs** (TWG, AGW, RGW) contrôlés par des **MGCs** (Media Gateway Controllers) aussi appelés Softswitch ou MSC Server. NGN permet de remplacer le domaine circuit GSM, le RTC et d'offrir la téléphonie sur IP à un client disposant d'un accès large bande.

L'architecture NGN a été décrite dans le premier tutoriel.

6.2 IMS

IMS permet d'offrir à un client large bande des services multimédia sur IP.

- L'IMS permet la continuité du business model associé aux réseaux RTC et GSM. L'IMS permet de conserver l'intelligence dans le réseau même si le transport s'appuie désormais sur IP. Avec le monde IP, par défaut l'intelligence est à la périphérie, c'est à dire dans les terminaux connectés au réseau IP. L'IMS suit la philosophie du RTC et du GSM pour que l'opérateur puisse proposer et facturer des services conversationnels sur IP.
- L'IMS peut offrir plus que les services voix car c'est une architecture qui s'appuie sur un transport IP qui par définition est un transport multiservices. Ainsi des sessions voix, vidéo IPTV, data sont possibles avec l'IMS.
- L'IMS est une architecture indépendante de tout accès large bande, permettant demain à un opérateur global de mettre en œuvre une seule instance IMS qui pourra offrir des services conversationnels à ses clients xDSL, 3G+, LTE, WiMax, câble, FTTx, etc. IMS est par définition une architecture de réseau et de service convergente.
- L'IMS supporte le concept de roaming permettant aux clients d'un opérateur de disposer de leurs services IMS dans leur réseau nominal et dans des réseaux visités.
- L'IMS fournit des services temps réels (e.g., session audio et vidéo entre un appelant et un appelé, session conférence audio ou vidéo), des services pseudo temps réel (e.g., session push to talk entre différents participants), et des services non temps réel (e.g., envoi d'un message court).

L'IMS initialement n'avait pour but d'offrir que des services de communication qui correspondent à la catégorie de services de prédilection de tout opérateur de télécommunication. Ces services sont par exemple ceux proposés aujourd'hui par les opérateurs mobiles GSM : la téléphonie, la visiophonie (dans le cas d'un client 3G ayant un terminal compatible), le customized ring back tone, la messagerie vocale, le push to talk, le prépayé, le réseau privé virtuel voix, le téléphone convergent (téléphone WiFi et GSM) avec basculement de la voix sur IP à la voix sur GSM dès que perte du signal WiFi mais sans perte de la communication, le SMS, etc.

Mais l'IMS a évolué et peut maintenant aussi offrir des services dits de divertissement tels que broadcast TV, la vidéo à la demande, le streaming vidéo, les jeux multimédia en réseau. L'idée pour un opérateur est d'offrir d'abord un premier play au client, à savoir l'accès large bande et ensuite d'autres plays tous proposés via l'IMS pour ainsi réduire les coûts de développement, de déploiement et d'exploitation des services.

Les solutions de communications multimédia sur Internet telles que MSN, GoogleTalk, Skype, etc offrent en général un grand nombre de services conversationnels tels que la

téléphonie, la visiophonie, la messagerie instantanée, la présence, etc. En quoi IMS se différencie-t-il de ces solutions proposées sur Internet comme Skype?

- IMS garantit l'interopérabilité au niveau mondial entre tous les opérateurs car c'est un standard mondial alors que Skype ne garantit l'interopérabilité qu'entre les clients de la communauté Skype.
- Tous les sessions disposent d'une QoS dépendant du trafic de l'utilisateur, alors que Skype s'appuie sur une QoS par défaut (Best Effort) puisque Skype n'est qu'une application sur Internet.
- En situation de Roaming, le client se rattache au réseau IMS visité et dispose de la même QoS pour ses sessions IMS qu'il aurait obtenu avec son opérateur nominal. Tous les aspects taxation sont par ailleurs transparents pour le client comme dans le cas du GSM en roaming aujourd'hui. Skype est utilisable partout, mais sans QoS. Par ailleurs, le client qui souhaite utiliser Skype doit acheter un pass pour accéder à Internet par exemple à l'hôtel.
- Skype ne traite pas l'interception légale et les appels d'urgence alors que les opérateurs IMS le supportent puisque ces fonctionnalités ont été normalisées. D'ailleurs L'Arcep poursuit Skype afin qu'il assume les obligations d'un opérateur comme permettre l'interception d'appels par les services judiciaires, participer à l'annuaire universel, acheminer des appels d'urgence, mettre en place la portabilité du numéro...
- L'IMS propose une architecture de taxation flexible permettant la taxation à la durée, à l'acte, au contenu, au volume, etc, en plus des méthodes de taxation online et offline.
- L'IMS permet la mobilité de session. Par exemple, l'appel peut commencer depuis un accès WiFi/IMS et continuer sur un réseau GSM (en cas perte de couverture WiFi) sans perte de communication. Cela suppose que l'utilisateur dispose d'un terminal dual mode WiFi et GSM. Skype n'offre pas une telle fonctionnalité.

L'**architecture de réseau IMS** consiste en des serveurs d'appels appelés **CSCF** (Call Session Control Function). Le CSCF route la signalisation SIP (Session Initiation Protocol) échangée entre clients SIP afin d'établir/libérer des sessions multimédia. SIP est un protocole de contrôle de session et de contrôle de service dans un monde IP. Le profil de l'utilisateur obtenu par le CSCF lors de l'enregistrement de l'utilisateur au monde IMS est stocké dans une base de données globale appelée **HSS** (Home Subscriber Server).

Le domaine IMS doit interfonctionner avec le RTC/GSM afin de permettre aux clients IMS d'établir des appels avec le RTC/GSM. L'architecture d'interfonctionnement présente un plan de contrôle (signalisation) et un plan d'utilisateur (transport). Dans le plan utilisateur, des entités passerelles (IMS-MGW, IMS - Media Gateway Function) sont requises afin de convertir des flux voix sur IP en flux TDM. Ces passerelles ne traitent que le média. Des entités sont responsables de créer, maintenir et libérer des connexions dans ces passerelles; il s'agit de contrôleurs de passerelles (MGCF, Media Gateway Control Function). Par ailleurs, ce même MGC termine la signalisation ISUP du côté RTC/GSM qu'il convertit en signalisation SIP qui est délivrée au domaine IMS. Les messages ISUP provenant du RTC/GSM sont acheminés à l'entité MGCFs.

L'interfonctionnement entre le domaine IMS et le RTC/GSM est donc assuré par l'entité **IMS-MGW** (IP Multimedia Subsystem Media Gateway Function) et l'entité **MGCF** (Media Gateway Control Function) (Figure 6).

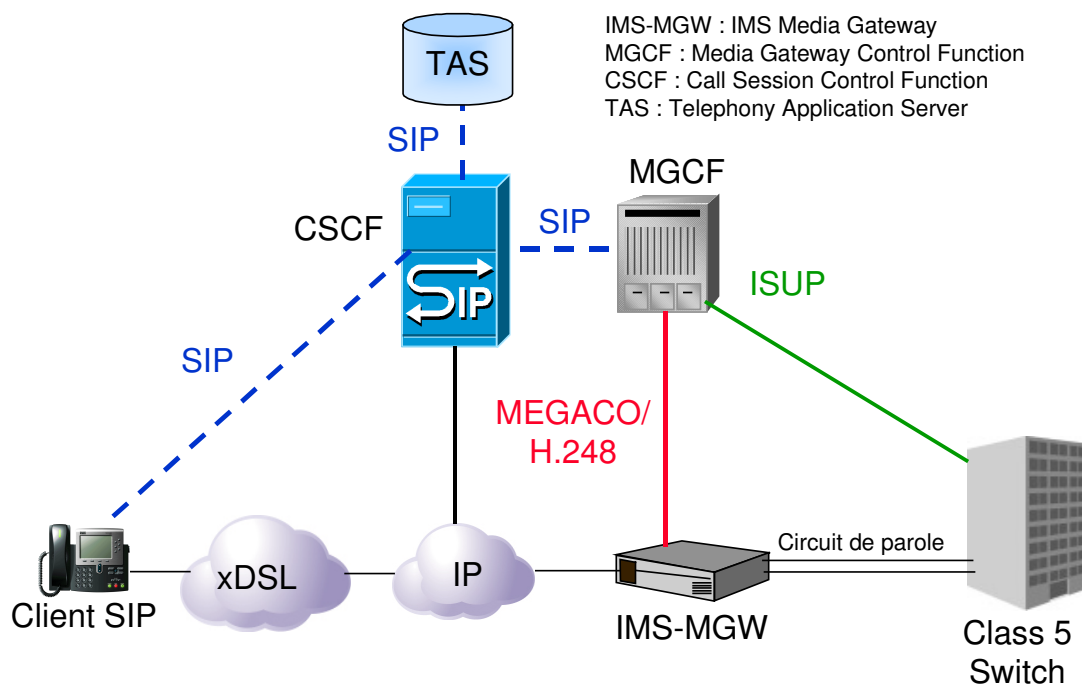


Figure 6 : Architecture de Réseau IMS

L'architecture de service IMS de base est constituée de serveurs d'application, de serveurs de média et de CSCF (Figure 7).

Le serveur d'application SIP (SIP AS, Application Server) exécute des services (e.g., Push To Talk, Présence, Conférence, Instant messaging, IP Centrex, etc.) et peut influencer le déroulement de la session à la demande du service. Le serveur d'application correspond au SCP du Réseau Intelligent.

Le serveur de média SIP (appelé dans les recommandations le MRF pour Multimedia Resource Function) établit des conférences multimédias, joue des annonces vocales ou multimédia et collecte des informations utilisateur (e.g., DTMF). Il s'agit de l'évolution de l'entité SRP du Réseau Intelligent dans le monde multimédia.

Le serveur d'appel SIP (S-CSCF, Serving Call Session Control Function) joue le rôle de point depuis lequel un service peut être invoqué. Il dispose du profil de service de l'abonné qui lui indique les services souscrits par l'abonné et sous quelle condition invoquer ces services. Il correspond au SSP de l'architecture Réseau Intelligent.

Les marques de service IMS appelées iFC (initial Filter Criteria) sont fournies par le HSS au S-CSCF lors de l'enregistrement de l'utilisateur au réseau IMS.

De la même manière, les marques de service CAMEL appelées CSI (CAMEL Subscription Information) sont fournies par le HLR au SSP lors de l'enregistrement de l'utilisateur au réseau mobile.

Les données de service IMS soit stockées préalablement au niveau de l'AS, soit obtenues par l'AS par interrogation du HSS.

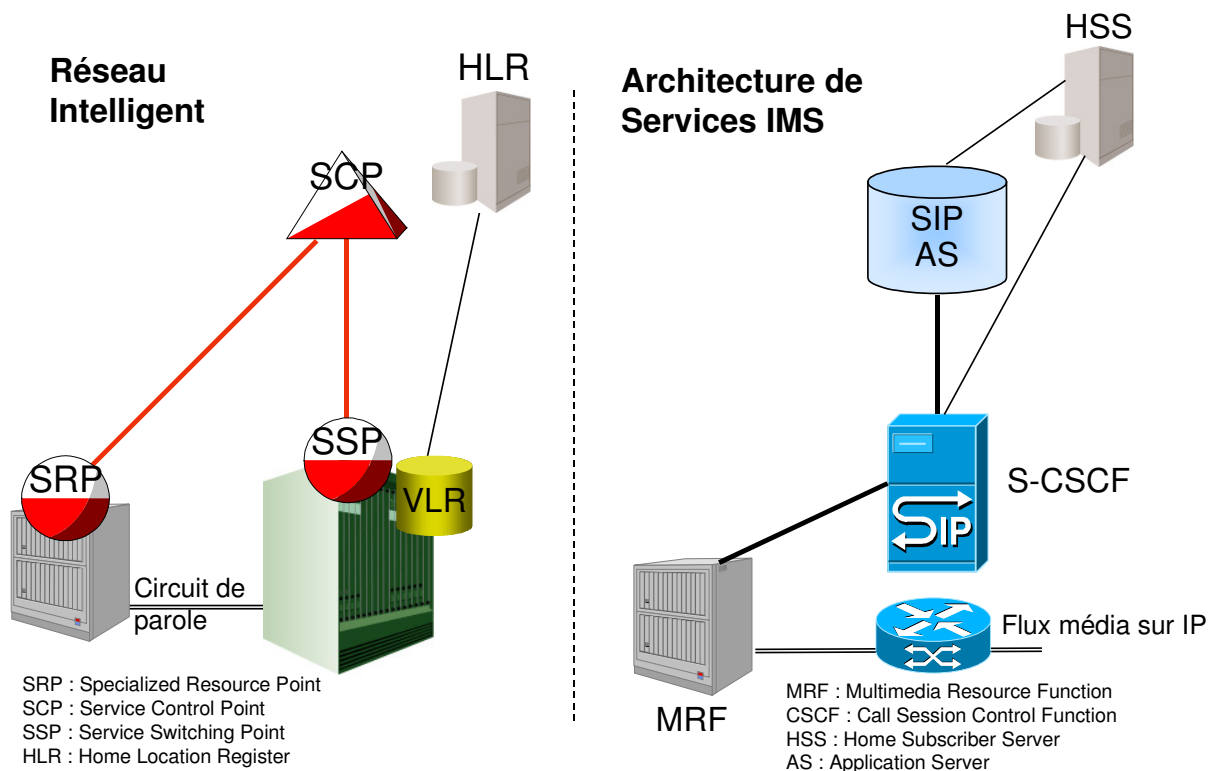


Figure 7 : Architecture de Services IMS versus Réseau Intelligent

7 CDN et Cloud Computing

A l'heure du haut débit, la gestion du trafic Web devient un défi pour les fournisseurs de services. Les **CDN** (Content Delivery Network) et le **Cloud computing** leur permettent de faciliter le transit des données.

7.1 CDN

Le **CDN** est constitué d'ordinateurs reliés en réseau à travers Internet et qui coopèrent afin de mettre à disposition du contenu ou des données (généralement du contenu multimédia volumineux) à des utilisateurs.

L'architecture CDN (Figure 8) consiste en :

- des **serveurs d'origine** (origin server), où les contenus sont « injectés » dans le CDN pour y être répliqués.
- des **serveurs de réplification** (replica server) répartis géographiquement en « bordure » d'Internet, où les contenus sont répliqués
- un **système de routage** (request routing system) permettant à une requête utilisateur d'être acheminée au meilleur noeud dans le but d'optimiser le mécanisme de transmission/livraison.
- Un **système de distribution** (distribution system) qui déplace le contenu du serveur origine aux serveurs de réplification CDN et assure la consistance du contenu dans les caches. Le même contenu est distribué à l'ensemble des serveurs de réplification CDN.

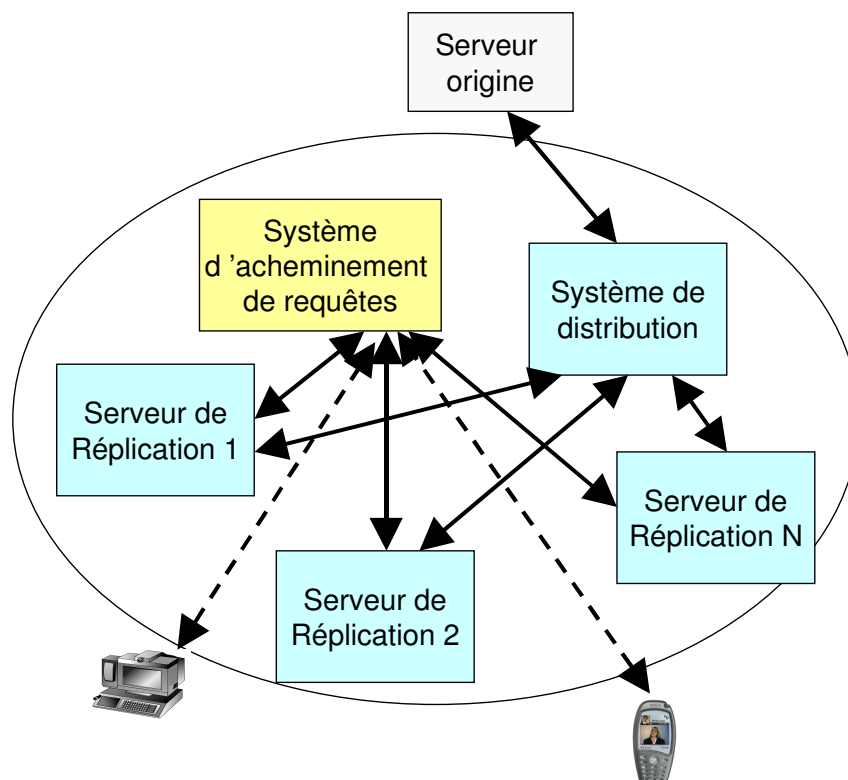


Figure 8 : Architecture CDN

7.2 Cloud Computing

L'informatique dans les nuages (Cloud computing) est un concept faisant référence à l'utilisation de la mémoire et des capacités de calcul des ordinateurs et des serveurs repartis dans le monde entier et liés par un réseau, tel Internet. L'environnement **Cloud computing** consiste en une **infrastructure, des plates-formes** et des **logiciels** (Software).

Trois modèles de services sont proposés avec le Cloud :

- **IaaS** (Infrastructure as a Service) fournit aux clients un accès basé sur le WEB à des ressources informatiques telles que la capacité de traitement, le stockage et les réseaux. Il s'agit d'une plate-forme de virtualisation.
- **PaaS** (Platform as a service) fournit aux clients un environnement en ligne, où il peut rapidement créer, tester et déployer des applications WEB en utilisant des outils de développement WEB.
- **SaaS** (Software as a Service) permet l'accès à des applications sur le web. Par exemple Webmail, la conférence, le travail collaboratif, etc.

8 Système d'Information

Le **Système d'Information** (SI) d'un opérateur de télécommunication met en œuvre l'ensemble des processus de fulfillment, assurance et billing dans le but de gérer le réseau, les services et le client. Le SI consiste en l'OSS et le BSS. L'**OSS** (Operation Support system) est l'ensemble des systèmes de gestion de réseau et de services techniques alors que le **BSS** (Business Support System) représente l'ensemble de systèmes de gestion commerciale.

Le TeleManagement Forum (TMF) a défini une cartographie des processus de gestion d'un opérateur appelée initialement TOM (Telecom Operations MAP) et qui a évolué vers eTOM

(Enhanced TOM). Les processus introduits par eTOM représentent aujourd'hui un standard « de facto » reconnu et utilisé par les opérateurs, les fournisseurs de composants SI et même les autorités de régulation.

eTOM identifie dans la partie exploitation trois méta-processus appelés « overarching processes » car ils sont de bout-en-bout (Figure 9):

- Fulfilment couvre la planification et la configuration service et réseau. Ce méta-processus configure le service souscrit par le client. C'est la raison pour laquelle le client initie le processus « Fulfilment » (comme le montre le sens de la flèche) dont l'exécution va conduire à la configuration des équipements du réseau pour supporter le service du client.
- Assurance couvre la supervision service et réseau. Soit le réseau initie ce processus, soit le client l'active (d'où une flèche bidirectionnelle).
- Billing couvre la médiation, la valorisation et la facturation. Les éléments du réseau remontent des données d'usage du réseau qui sont agrégées, formatées et soumises au module de facturation pour produire la facture envoyée au client (d'où une flèche unidirectionnelle dans le sens réseau vers client).

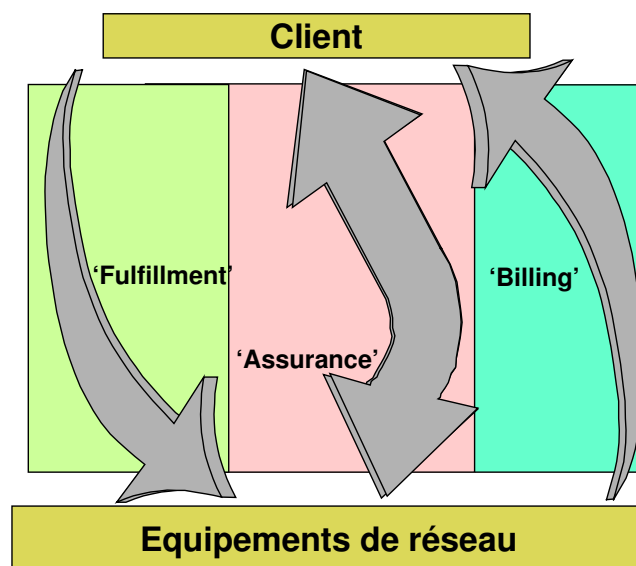


Figure 9 : Méta processus de gestion TOM/eTOM

Formations EFORT

Le business des opérateurs de télécommunications repose sur la commercialisation de services de télécommunication ; la plate-forme de production de ces services est globalement constituée de deux composantes : le "réseau" et le "système d'information technique et commercial ».

L'infrastructure de télécommunication ou « réseau » d'un opérateur consiste en un ensemble de réseaux (réseau de transmission, réseau de commutation, réseau d'accès, réseau de signalisation, réseau intelligent, réseau de gestion), chacun réalisant une fonction spécifique pour globalement offrir un service au client.

La formation EFORT sur le thème "Réseaux et Services de Télécommunication et leurs Evolutions" permet de comprendre les différentes architectures de réseau et de service d'un opérateur de télécommunication global (fixed, mobile, Internet), ses évolutions et le business qui y en découle.

Tutoriels EFORT

EFORT par ailleurs propose de nombreux tutoriels qui traitent des différents réseaux qui constituent le réseau de télécommunication : SS7, RI, NGN, IMS, GSM, GPRS, LTE, ePC, PCC, SMS, CAMEL, etc.
<http://www.efort.com/index.php?PageID=5&l=fr>

Références

Roger L Freeman, Fundamentals of Telecommunications, 2nd Edition, Wiley 2005.
Pete Moulton, Telecommunications Survival Guide, Prentice Hall PTR, 2001.
Regis J. Bates, GPRS: "General Packet Radio Service", McGraw-Hill Professional, December 2001.
Pierre Lescuyer and Thierry Lucidarm, "Evolved Packet System : LTE and SAE Evolution of 3G UMTS", Wiley 2008.
Miikka Poikselkä, Georg Mayer, Hisham Khartabil, Aki Niemi, "IP Multimedia Concepts and Services in the Mobile Domain", 3rd Edition, Wiley, 2008.
Scot Hull, "Content Delivery Networks", McGraw Hill, 2002.
Anthony T. Velte, "Cloud Computing, A practical Approach", McGraw Hill, 2010.