

Réseaux et Services de Télécommunication

Concepts, Principes et Architectures

EFORT

<http://www.efort.com>

Le business des opérateurs de télécommunication 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".

Le "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 particulière dans le but de fournir un service au client.

Avec l'évolution des réseaux vers IP, le réseau de commutation de circuit migre vers une nouvelle architecture appelée NGN (Next Generation Network). Cette dernière émule le comportement du réseau de commutation de circuit. Avec l'avènement des accès large bande, le réseau cœur évolué vers l'architecture IMS (IP Multimedia Subsystem) qui fournit des services multimedia (téléphonie sur IP, IPTV, Présence, messagerie instantanée, etc).

Le but de ce tutoriel est d'introduire la structure du réseau de télécommunication afin d'acquérir le vocabulaire du domaine, comprendre les différents types de réseaux impliqués dans le réseau de télécommunication de l'opérateur et appréhender comment ces différents réseaux s'interfaçent et interopèrent. Les différents services fournis par chaque type de réseau sont aussi décrits. Par ailleurs, ce tutoriel introduit l'évolution des réseaux et des services sur les moyen et long termes.

1 Réseau Téléphonique Commuté Public (RTC)

Le réseau téléphonique commuté public (RTC) est le réseau voix fixe. Il consiste en des réseaux de transmission, commutation, signalisation et réseau intelligent (Figure 1).

- Le **réseau de transmission** permet de transporter tout type d'information (voix, vidéo, données). Il consiste en des nœuds appelés multiplexeurs et des liens entre multiplexeurs. Le but du multiplexeur est de multiplexer/démultiplexer le trafic au/du lien. Il existe trois technologies de multiplexage : PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), SDH (Synchronous Digital Hierarchy) et D-WDM (Dense Wavelength Division Multiplexing). La technologie du lien est généralement de la fibre optique mais peut aussi être du câble coaxial, la radio, etc. Un réseau de transmission consiste en des centaines de multiplexeurs et des dizaines de milliers de kilomètres de fibre optique.

- Le **réseau de commutation** permet de commuter le trafic entre l'émetteur et la destination. Un réseau de commutation consiste en un ensemble de commutateurs. Tous les commutateurs s'appuient sur le réseau de transmission. Un commutateur reçoit le trafic à partir du réseau de transmission sur des ports d'entrée, applique la fonction de commutation pour commuter le trafic sur des ports de sorties. Puis, le commutateur s'appuie de nouveau sur le réseau de transmission afin de relayer le trafic au commutateur suivant. Le réseau téléphonique utilise la commutation de circuit qui offre des services orientés voix. Le réseau de commutation fonctionne en mode connecté. Cela signifie qu'avant de permettre à l'appelant et à l'appelé de communiquer, il est nécessaire de réserver des ressources sur le chemin entre les participants de l'appel. Afin de réserver ces ressources, tous les commutateurs sur le chemin s'échangent des messages de signalisation. Il s'agit de données. Dans le cas du réseau de commutation de circuit (RTC), les données de signalisation sont transportées par un **réseau de signalisation** appelé réseau sémaphore numéro 7 (Signaling System 7, SS7). La signalisation est transportée hors bande.

- Le **réseau intelligent** est utilisé pour la fourniture de services à valeur ajoutée orientés voix tels que les services numéro vert, télévote, carte de facturation, prépayé, etc. Le réseau intelligent est un ensemble de serveurs d'application contenant des logiques de services (programmes) et les données de services.
- Le **réseau d'accès** est un réseau qui permet le rattachement de l'équipement client au réseau de commutation. Il peut s'agir d'un accès analogique, RNIS, xDSL, ligne louée, etc.
- L'**EMS** (Element Management System) est le système de gestion d'équipement fourni par le constructeur de télécommunication afin de permettre à l'opérateur d'exploiter ses équipements
- L'**OSS** (Operation Support System) est le système d'information réseau. Il assure la gestion de réseau et la gestion de service technique.
- Le **BSS** (Business Support System) est le système d'information commercial. Il assure la gestion des services commerciaux et la gestion des clients.

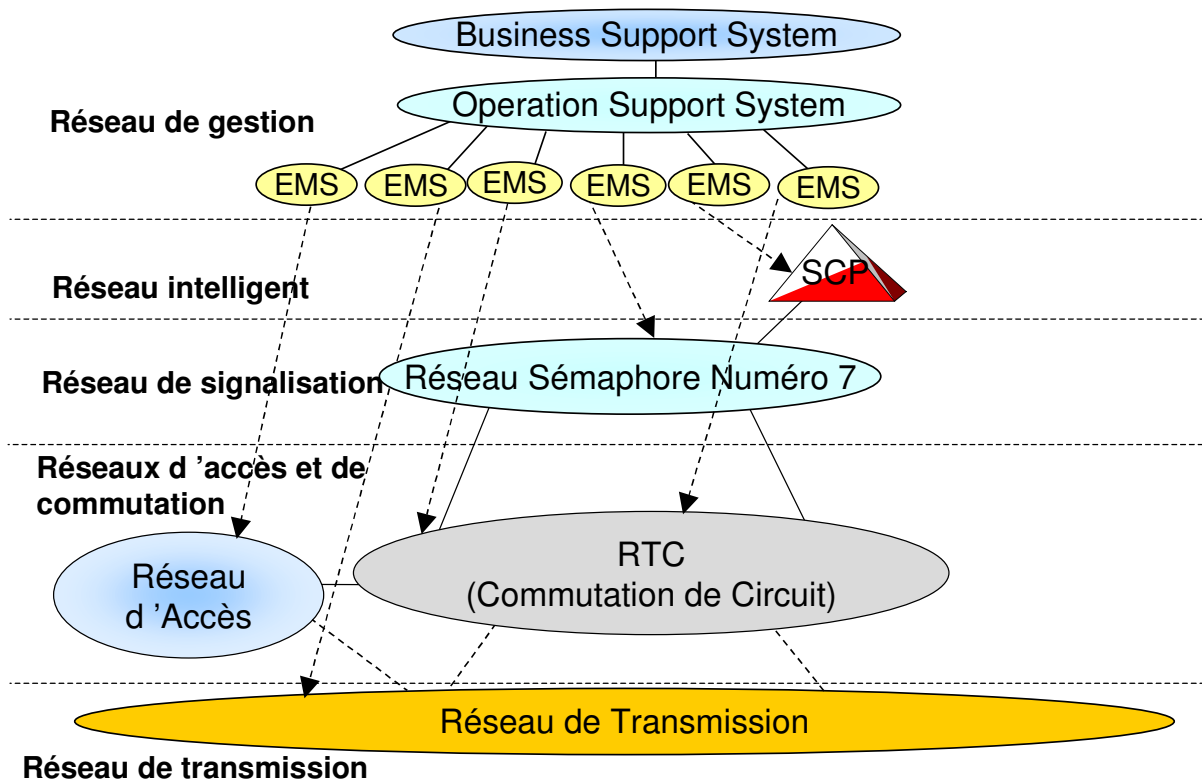


Figure 1 : Réseau voix fixe : RTC

2 Global System for Mobile Communications (GSM)

Le réseau GSM est le réseau téléphonique mobile. Comme le réseau téléphonique commuté (RTC), il consiste en un ensemble de commutateurs mobiles (MSC, Mobile services Switching Center). La partie commutation constituée de MSCs est appelée NSS (Network Subsystem). L'attachement des terminaux mobiles au réseau est pris en charge par un réseau d'accès appelé BSS (Base Station Subsystem) dans le cas de la 2G et UTRAN UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) dans le cas de la 3G. Le BSS/UTRAN consiste en un ensemble de stations de base et de contrôleurs de stations de base.

Les MSCs du réseau GSM s'interfaçent au RTC afin de permettre l'établissement d'appels mobile-fixe et fixe-mobile.

Puisque le réseau GSM est un réseau voix, SS7 est utilisé pour le transport des données de signalisation entre le BSS et le NSS et entre les MSCs du NSS.

Le réseau intelligent est appelé CAMEL (Customized Application for Mobile Network Enhanced Logic). GSM permet la mobilité du terminal alors que CAMEL permet la mobilité des services. CAMEL offre des services tels que le prépayé, réseau privé virtuel mobile, et numéros courts. Avec CAMEL, l'utilisateur mobile peut accéder à ses services dans son réseau nominal ou à partir de réseaux visités qui ont un accord de roaming CAMEL avec le réseau nominal.

La gestion du BSS/UTRAN est prise en charge par l'OMC-R (OMC Radio). La gestion des MSCs est prise en charge par l'OMC-S (Switching). L'OMC-R et l'OMC-S sont fournis par les constructeurs de télécommunication avec les équipements que ces OMCs vont gérer.

Un opérateur de réseau mobile met en oeuvre son OSS et son BSS qui vont s'interfaçer à ces OMCs (Figure 2).

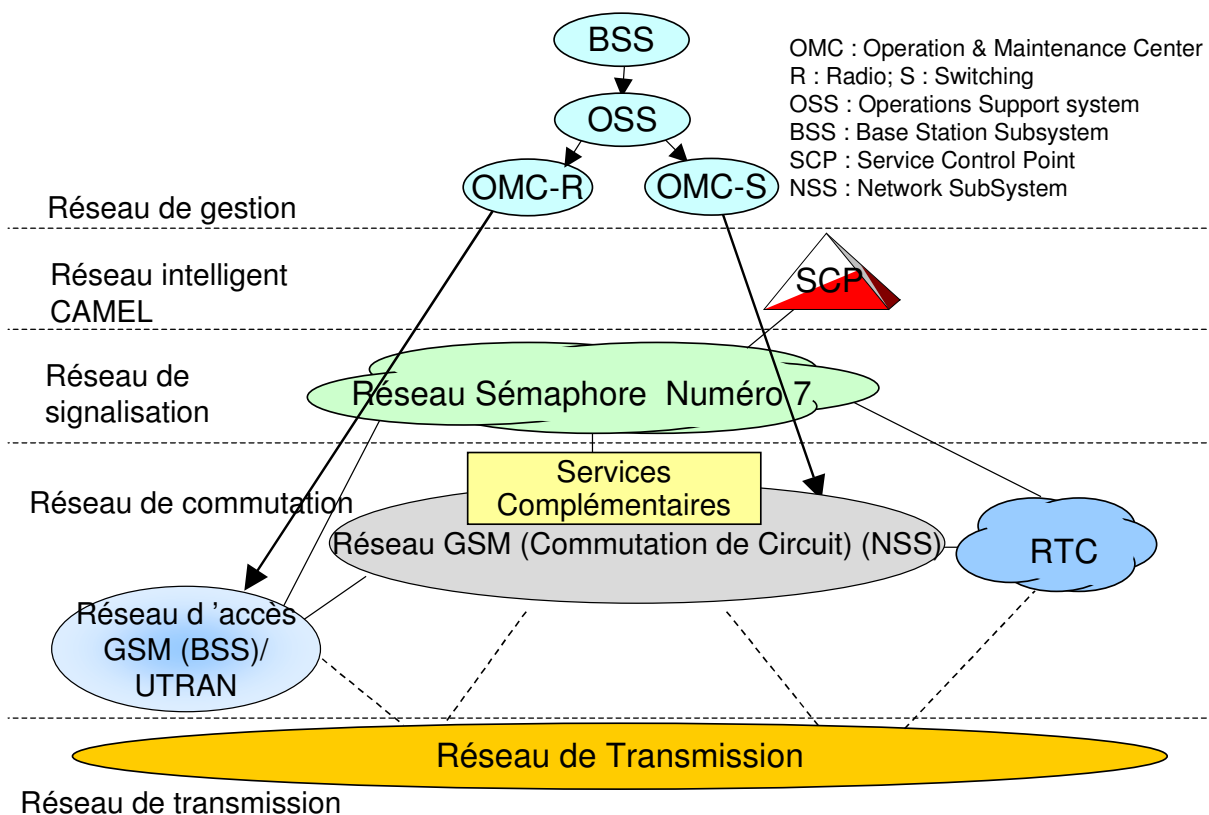


Figure 2 : Réseau voix mobile : GSM (Global System for Mobile Communications)

3 General Packet Radio Service (GPRS)

Le Réseau GSM fournit des services orientés voix. GPRS réutilise l'infrastructure GSM existante afin de fournir des services de bout en bout en mode paquet, e.g., services de données (Figure 3). Alors que le réseau cœur est appelé GPRS, les technologies d'accès pouvant être considérées pour accéder au réseau GPRS sont GPRS (BSS), EDGE (BSS), W-CDMA (UTRAN), HSDPA/HSUPA (UTRAN).

Alors qu'une communication voix requiert 12 kbit/s au niveau de l'accès radio, GPRS permet un accès à des services de données (e.g., WAP) à un débit associé à la technologie d'accès, 40 kbit/s en utilisant la technologie d'accès GPRS, 200 kbit/s avec EDGE et 1 Mbit/s en pratique en utilisant les technologies d'accès HSDPA/HSUPA.

De plus, le coût de la communication n'est pas relatif au seul critère « durée » mais peut être fonction de la durée, du volume de données échangées (e.g., WAP), de l'événement (e.g., MMS) ou du contenu (e.g., TV mobile, streaming vidéo).

GPRS fournit des services à des réseaux externes Internet, Intranet.

L'introduction de GPRS n'a pas d'impact sur la partie accès BSS/UTRAN. Ceci est important car deux tiers de l'investissement se porte sur la partie accès. La partie réseau ne représente qu'un tiers de l'investissement.

Via le réseau GPRS, l'utilisateur accède aux services IP qui sont soit ceux d'Internet (e.g., services WEB, streaming vidéo, mail, transfert de fichier) soit ceux de l'opérateur mobile (e.g., WAP, MMS, Télévision mobile, etc).

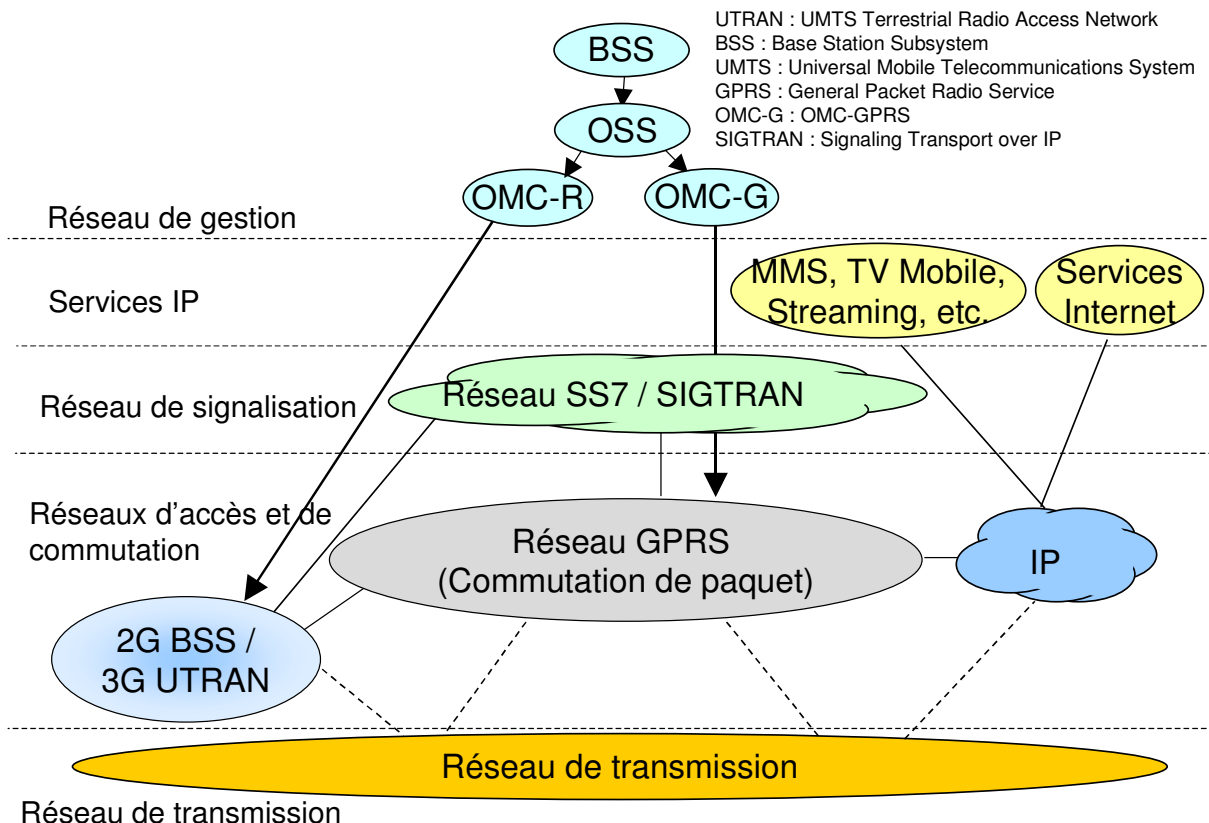


Figure 3: Réseau de commutation de paquet mobile: GPRS (General Packet Radio Service)

4 Accès large bande et services multimédia

Les opérateurs d'accès large bande proposent un accès large bande à Internet associé à des services large bande tels que la téléphonie sur IP et la télévision sur IP en mode broadcast et vidéo à la demande (Figure 4). Cette règle s'applique aux accès large bande fixe et mobile. Les accès fixes incluent les technologies FTTx, xDSL, câble et WiMAX alors que ceux mobiles supportent les technologies HSDPA/HSUPA, HSPA+ (3G+), EPS (4G), et EVDO (Evolution Data Only).

Le même réseau IP connecte tout type d'accès large bande et supporte l'architecture de service multimédia. IMS (IP Multimedia Subsystem) est une architecture de services multimédia basée sur le protocole de contrôle de session et de contrôle de service SIP (Session Initiation Protocol). Les services pouvant être supportés par IMS incluent la

téléphonie sur IP, la télévision sur IP (IPTV), la présence, la messagerie instantanée, la conférence, le Centrex IP, etc.). Indépendamment des services proposés par l'opérateur via l'IMS, le client peut accéder à tout service proposé par Internet (Web, mail, transfert de fichier, téléphonie sur Internet comme Skype, streaming vidéo, etc.)

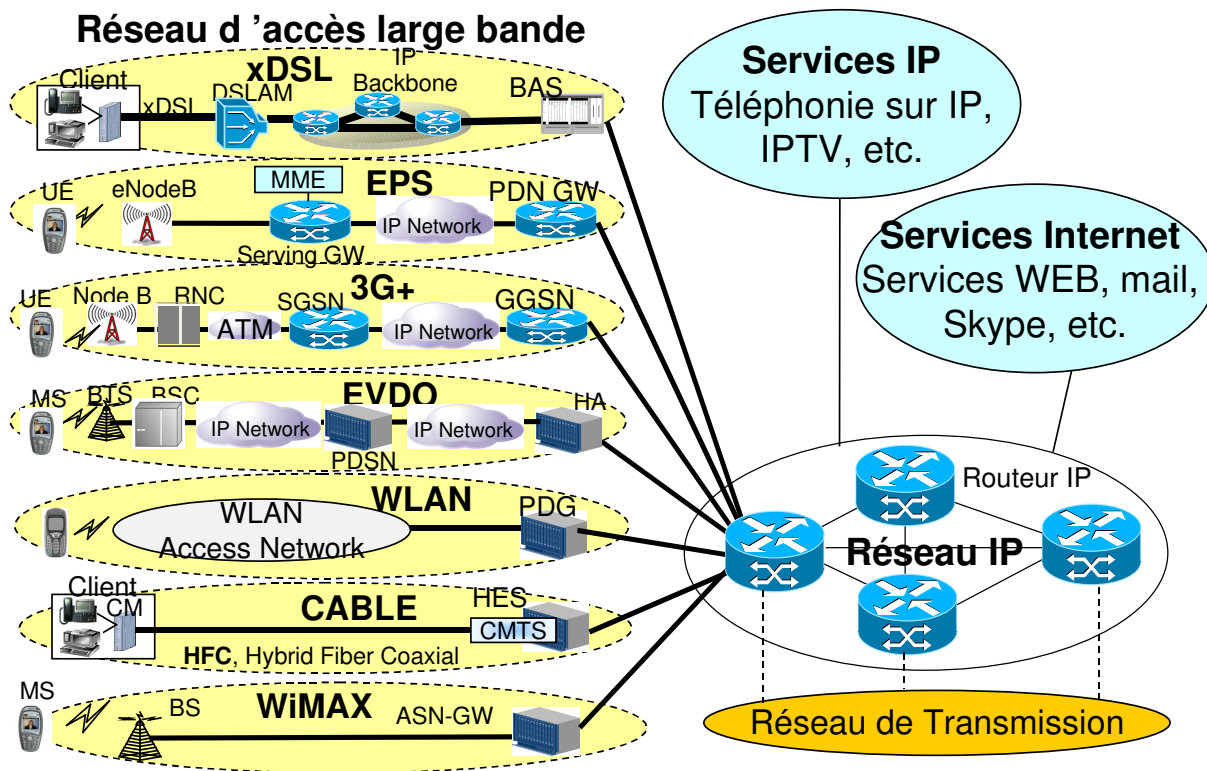


Figure 4 : Réseaux d'accès large bande et Services Multimédia

5 De la commutation de circuit au NGN (Next Generation Network)

Dans certaines parties du monde, le trafic de données prend rapidement le pas sur le trafic vocal et la tendance est nettement à l'augmentation en bande passante pour les données, tandis que la voix peut suffire de la même bande passante (64 kbit/s), voire d'une moindre en utilisant des codecs bas débit.

Les opérateurs possédant les deux types de réseaux (réseau voix et réseau de données) utilisent cet argument pour commencer à les unifier. Il est clair d'après les limites du réseau de commutation de circuit TDM (Time Division Multiplexing) que le réseau de données survivra alors que le réseau TDM quittera la scène.

Le nouveau réseau qui s'appuie sur la technologie de transport IP et qui émule le réseau de commutation de circuit avec l'ensemble de ses services de téléphonie s'appelle le NGN (Next Generation Network).

L'architecture NGN s'appuie sur une architecture constituée de deux entités principales : Media Gateway (MGW) et Media Gateway Controller (MGC).

Le MGW est introduit à la couche adaptation alors que le MGC appartient à la couche contrôle.

La figure 5 montre un exemple d'architecture NGN Téléphonie. La couche terminal contient des téléphones rattachés à une couche d'accès constituée de commutateurs téléphoniques d'accès. Ces commutateurs sont reliés à une couche de transport IP/Ethernet par le biais de

MGWs (couche d'adaptation). L'établissement des canaux de communication IP entre les MGWs est la responsabilité du MGC appartenant à la couche contrôle.

Le MGC est un serveur d'appel qui contient l'intelligence liée à la commutation et possède un modèle d'appel complet. Le MGC identifie les usagers, détermine le niveau de service pour chaque usager et l'acheminement de trafic. Par ailleurs, il fournit toutes les informations permettant la taxation des appels et la mesure des performances du réseau. Aussi, le MGC s'interface aux serveurs d'applications. Le MGC a différentes appellations : L'ITU-T (International Telecommunications Union - Telecommunications Sector) le nomme Media Gateway Controller (MGC), l'IETF (Internet Engineering Task Force) qui normalise les aspects relatifs à l'Internet a utilisé le terme Call Agent initialement et l'appelle désormais MGC. Le Softswitch Consortium de dénomme Softswitch. Enfin, certains fournisseurs utilisent le terme Call Server.

Le MGC contrôle les activités des MGWs. Le MGC prend en charge le contrôle et la signalisation de l'appel alors que les MGWs reçoivent des instructions des MGCs leur indiquant les actions qu'ils doivent entreprendre. Ces actions concernent l'établissement et la libération de contexte ; un contexte représente une association entre une terminaison en entrée et une terminaison en sortie du MGW. Par exemple, la terminaison en entrée peut correspondre à une terminaison d'un circuit de parole alors que la terminaison en sortie peut être assimilée à un port de communication IP.

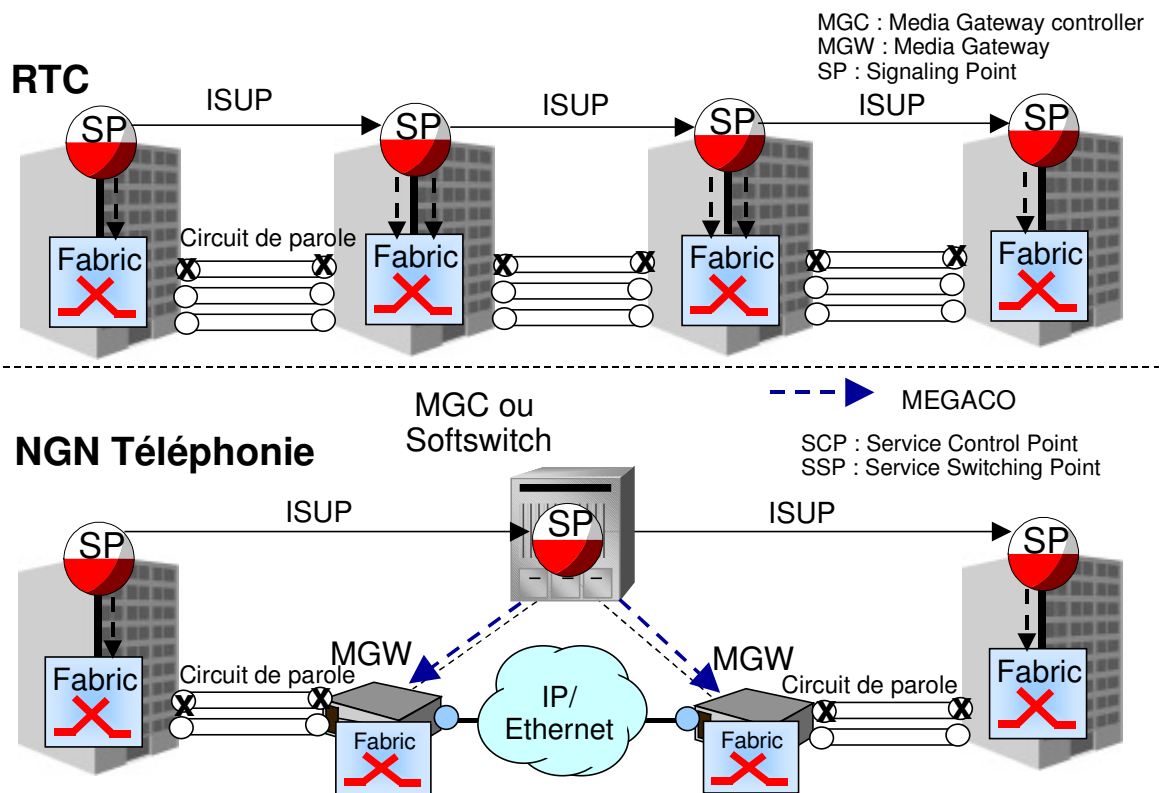


Figure 5 : RTC versus NGN

Les commutateurs mobiles (MSCs) du réseau GSM peuvent aussi être remplacés par une architecture NGN appelée R4.

Références

- Roger L Freeman, Fundamentals of Telecommunications, 2nd Edition, Wiley 2005.
- Tarmo Anttalainen, Introduction to Telecommunications, Network Engineering, 2nd Edition, Artech House, 2003.
- Rogier Noldus, CAMEL, Wiley Editions, 2006.

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.