

- Réseaux et Services IMS
- Nouvelles Technologies IP
- Téléphonie sur IP
- Signalisations et Intelligence dans les Réseaux
- Réseaux et Services Mobiles 2G, 3G et 4G et leurs Evolutions
- M2M et Internet des objets
- Virtualisation Réseau et Services

## Formations Intra-Entreprises 2016

<b>La Formation .....</b>	<b>4</b>
<b>FORMATIONS RESEaux ET SERVICES TELECOM .....</b>	<b>7</b>
LES RESEaux ET SERVICES DE TELECOMMUNICATION ET LEURS EVOLUTIONS ..	8
LES RESEaux ET SERVICES DE TELECOMMUNICATION ET SI DES OPERATEURS .....	11
INTERCONNEXION ENTRE LES RESEaux DE TELEPHONIE FIXES, MOBILES ET DE NOUVELLES GENERATIONS (NGN, IMS).....	13
REGULATION.....	15
BACKHAULING IP.....	17
ACCES xDSL : ARCHITECTURE ET SERVICES.....	19
TRES HAUT DEBIT : FTTH, FTTB/C, FTDP.....	21
ETHERNET CARRIER CLASS .....	23
LES NOUVELLES TECHNOLOGIES IP .....	25
MPLS EN ENVIRONNEMENT IP .....	28
LES SERVICES IP.....	29
EVOLUTIONS DU RESEau DE TRANSPORT IP : MPLS, MPLS-TP, PBB-TE .....	32
LE PROTOCOLE IPV6 .....	34
WEBRTC : ARCHITECTURE ET SERVICES.....	37
VIRTUALISATION DE RESEau ET DE SERVICE , SND ET NFV .....	39
<b>FORMATIONS SIGNALISATION .....</b>	<b>42</b>
LE RESEau INTELLIGENT ET SES EVOLUTIONS.....	43
ARCHITECTURES DE SERVICE OSA/PARLAY ET SIP .....	44
LE RESEau SEMAPHORE N°7 ET SES EVOLUTIONS.....	45
LE PROTOCOLE ISUP, SES VARIANTES, SES SERVICES ET SES EVOLUTIONS.....	47
INTELLIGENCE ET SIGNALISATION DANS LES RESEaux DE TELECOM FIXE ET MOBILE .....	49
<b>FORMATIONS RESEaux ET SERVICES MOBILES .....</b>	<b>51</b>
LES RESEaux ET SERVICES MOBILES ET LEURS EVOLUTIONS .....	52
PLANIFICATION DES RESEaux CELLULAIRES .....	56
OPTIMISATION ET EXPLOITATION DES RESEaux CELLULAIRES .....	58
NORMES UMTS CELLULAIRE, EVOLUTIONS, PRINCIPES D'INGENIERIE .....	59
LA PMR ET SES EVOLUTIONS 4G .....	62
LE RESEau ET LES SERVICES GSM .....	64
LE RESEau GPRS ET SES EVOLUTIONS.....	67
RESEaux MOBILES UMTS : 3G, 3G+ .....	70
NEXT GENERATION NETWORK (NGN) POUR LES MOBILES : 3GPP R4.....	73
WIMAX .....	75
ARCHITECTURE DE SERVICE SMS : SHORT MESSAGE SERVICE .....	77
EVOLUTIONS DU SMS : SMS OVER IMS, SMS IN MME, M2M DEVICE TRIGGERING, SMS OVER CDMA .....	79
CAMEL ET SES EVOLUTIONS .....	83
MAP : MOBILE APPLICATION PART.....	85
AUTHENTIFICATION MOBILE POUR LES SERVICES MOBILES, WIRELESS ET INTERNET .....	87
<b>FORMATIONS 4G .....</b>	<b>90</b>
TRES HAUT DEBIT MOBILE : LTE, ePC, PCC, CSFB et VOLTE .....	91
INTRODUCTION A LA 5G.....	93
RESEau MOBILE 4G : EVOLVED PACKET CORE (ePC) AVANCE .....	94
LONG TERM EVOLUTION : NORMES ET INGENIERIE RADIO .....	97
AU CŒUR DE L'INTERFACE RADIO LTE ET LTE ADVANCED.....	99

GESTION DE LA MOBILITE ET GESTION DE SESSION LTE : PROCEDURES, BEARERS ET PROTOCOLES ASSOCIES .....	101
ROAMING DANS LES RESEAUX 2G, 3G et 4G .....	104
TRES HAUT DEBIT MOBILE : LTE, ePC, PCC, IMS ET IMPACTS SI .....	107
M2M ET INTERNET DES OBJETS : VISION RESEAU ET SERVICES.....	110
M2M ET INTERNET DES OBJETS : VISION SERVICES ET SI .....	113
DIAMETER ET SES APPLICATIONS DANS LE CONTEXTE GPRS/LTE/IMS .....	117
PCC (POLICY AND CHARGING CONTROL) DANS LA 3G, L'EPS ET L'IMS .....	119
VOIX SUR LTE (VoLTE) AVEC IMS .....	122
ARCHITECTURE d'ACCES WIFI A L'EPC ET SERVICE VOWIFI ASSOCIE .....	125
RCS : RICH COMMUNICATION SUITE .....	128
<b>FORMATIONS NOUVELLE GENERATION DE RESEAUX (NGN)....</b>	<b>131</b>
ARCHITECTURE DE RESEAU ET DE SERVICES IMS: IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM .....	132
ARCHITECTURES DE RESEAU ET DE SERVICES POUR LA CONVERGENCE FIXE- MOBILE ET IMS .....	135
NEXT GENERATION NETWORK (NGN) .....	138
IP CENTREX ET SON INTEGRATION DANS LES RESEAUX NGN / IMS .....	140
ARCHITECTURE, PROTOCOLE ET SERVICES MEGACO/H.248 .....	142
ARCHITECTURE, PROTOCOLE ET SERVICES SIP.....	144
SIGTRAN, M3UA ET SCTP.....	148
MEDIAS SUR IP .....	150



EFORT (Etudes et FORMations en Télécommunication) est une société de formation spécialisée dans le domaine des réseaux et services de télécommunication.

### La Formation

#### Des experts de premier plan

Les animateurs/concepteurs des cours EFORT sont des spécialistes reconnus dans leur domaine. Ils sont responsables de projets d'avant-garde pour de grandes entreprises, experts connus dans le monde de la recherche et généralement auteurs d'ouvrages dans leur domaine de compétence. Pédagogues hors pair, ils savent faire la synthèse de leur expérience pour en tirer enseignements et démarches nouvelles.

#### Une orientation opérationnelle

Les cours ont lieu sous forme de séminaires. L'exposé des concepts, des architectures, des produits est confronté en permanence à l'application pratique. Les études de cas sont issues de projets réalisés par les animateurs. Elles permettent d'aborder les difficultés techniques mais aussi organisationnelles.

#### Nos clients

Nous comptons parmi nos clients dans le domaine de la formation Intra-entreprise les sociétés suivantes.

*Opérateurs* : Orange, Telefonica Spain, Everything Everywhere, Verizon Wireless, Vodafone UK, Swisscom, Telecom Argentina, Telecom Italia, Entel PCS, Côte d'Ivoire Telecom, Etecsa, Telmex, Telma, Sonatel, Bouygues Telecom, Maroc Telecom, Croatian Telecom, Monaco Telecom, TDF, Belgacom, Proximus, Mobistar, Prosodie, Meditel, Onatel, Completel, UNE, INWI, OPT.

*Constructeurs* : Alcatel-Lucent, Cisco, Oracle, Ericsson, Siemens, Fujitsu, Bull, IBM, Hewlett Packard, Ulticom, Motorola, Kodak, Avaya, Thomson Multimedia, Landis & Gyr, Sofrecom, Keymile, Comverse, Cirpack, Genesys, eServGlobal, N-Soft, Netbricks, Astellia, Tekelec.

*Sociétés de service et Utilisateurs* : EDF, La Française des Jeux, Swatch, Carrefour, Groupe ESR, AFD Technologies, Alten, Altran, Atos, Technoserv, SII, Setelia, Ercom.

*Centres de Recherche* : Cintel, Cenet, Itba, Cmtl, Esmt.

#### Organisation des cours

Les formations inter-entreprises sont organisées à Paris.

Les formations intra-entreprise sont organisées dans votre entreprise en fonction du profil des participants.

Les formations intra-entreprise peuvent être assurées en **français, anglais** ou **espagnol**.

Notre site WEB informant des formations inter et intra entreprises dispensées par EFORT est régulièrement mis à jour : <http://www.efort.com>

## Formations Intra-Entreprises EFORT

Formation	Durée
<b>Formations Réseaux et Services Télécom</b>	
Les Réseaux et Services de Télécommunication et leurs Evolutions	3 jours
Les Réseaux et Services de Télécommunication et Système d'Information des Opérateurs	3 jours
Interconnexion entre les réseaux de téléphonie fixes, mobiles et de nouvelles générations (NGN, IMS)	3 jours
Régulation	1 à 2 jours
Backhauling IP	3 jours
Accès xDSL : Architecture et Services	2 jours
Très Haut Débit : FTTH, FTTB/C, FTTDP	2 jours
Ethernet Carrier Class	3 jours
Les Nouvelles Technologies IP	2 à 3 jours
Les Services IP	3 jours
Evolutions du Réseau de Transport IP : MPLS, MPLS-TP, PBB-TE	3 jours
Le Protocole IPv6	3 jours
WebRTC : Architecture et Services	2 jours
Virtualisation de Réseau et de Service, SDN et NFV	2 jours
<b>Formations Signalisation</b>	
Le Réseau Intelligent et ses Evolutions	2 à 3 jours
Architectures de service OSA/PARLAY et SIP	2 jours
Le Réseau Sémaphore Numéro 7 et ses Evolutions	2 à 3 jours
Le protocole ISUP, ses variantes, ses services et ses évolutions	2 jours
Signalisation et Intelligence dans les réseaux de télécommunication fixe et mobile	4 à 5 jours
<b>Formations Réseaux et Services Mobiles</b>	
Les Réseaux et Services Mobiles et leurs Evolutions	3 à 4 jours
Planification des Réseaux Cellulaires	3 jours
Optimisation et Exploitation des Réseaux Cellulaires	3 jours
Normes UMTS Cellulaire, Evolutions, Principes d'Ingénierie	5 jours
La PMR et ses Evolutions 4G	2 jours
Le Réseau et les services GSM	3 jours
Le Réseau GPRS et ses Evolutions	3 jours
Réseaux Mobiles UMTS : 3G, 3G+	3 jours
Next Generation Network (NGN) pour les Mobiles : 3GPP R4	2 jours
WiMAX	3 jours
CAMEL et ses Evolutions	2 jours

Architecture de Service SMS	2 jours
Evolutions du SMS : SMS over IMS, SMS in MME, M2M Device Triggering, SMS over CDMA	2 jours
MAP : Mobile Application Part	2 jours
Authentification Mobile pour les Services Mobiles, Wireless et Internet	3 jours
<b>Formations 4G</b>	
Très haut débit mobile : Evolution de la 3G avec LTE, ePC, Réseau Tout IP et IMS	3 jours
Réseau Mobile 4G : Evolved Packet Core (ePC) Avancé	3 jours
Long Term Evolution : Normes et Ingénierie Radio	3 jours
Roaming dans les Réseaux Mobiles 2G, 3G et 4G	4 jours
Très haut débit mobile : Evolution de la 3G avec LTE, ePC, Réseau Tout IP, IMS et Impacts SI	2 jours
M2M et Internet des Objets : Vision Réseau et Services	2 jours
M2M et Internet des Objets : Vision Services et SI	2 jours
DIAMETER et ses Applications dans le contexte GPRS/LTE/IMS	2 jours
PCC (Policy and Charging Control) Dans la 3G, l'EPS et l'IMS	2 jours
Voix sur LTE (VoLTE) avec IMS	4 jours
Architecture d'accès WiFi à l'ePC et service VoWiFi associé	2 jours
RCS : Rich Communication Suite	2 jours
<b>Formations Nouvelle Génération de Réseaux (NGN)</b>	
Architecture de Réseau et de Service IMS : IP Multimedia Subsystem	3 jours
Architectures de réseau et de services pour la convergence fixe-mobile et IMS	3 jours
Next Generation Network	2 à 5 jours
IP Centrex et son Intégration dans les réseaux NGN / IMS	2 jours
Architecture, Protocole et Services MEGACO/H.248	2 jours
Architecture, Protocole et Services SIP (Session Initiation Protocol)	2 jours
SIGTRAN : Signaling Transport over IP	2 jours

## FORMATIONS RESEAUX ET SERVICES TELECOM

TITRE	DUREE
Les Réseaux et Services de Télécommunication et leurs Evolutions	3 jours
Les Réseaux et Services de Télécommunication et Système d'Information des Opérateurs	3 jours
Interconnexion entre les réseaux de téléphonie fixes, mobiles et de nouvelles générations (NGN, IMS)	3 jours
Régulation	1 à 2 jours
Backhauling IP	3 jours
Accès xDSL : Architecture et Services	2 jours
Très Haut Débit : FTTH, FTTB/C, FTDP	2 jours
Ethernet Carrier Class	3 jours
Les Nouvelles Technologies IP	2 à 3 jours
Les Services IP	3 jours
Evolutions du Réseau de Transport IP : MPLS, MPLS-TP, PBB-TE	3 jours
Protocole IPv6	3 jours
WebRTC : Architecture et Services	2 jours
Virtualisation de Réseau et de Service, SDN et NFV	2 jours

## LES RESEAUX ET SERVICES DE TELECOMMUNICATION ET LEURS EVOLUTIONS

*Objectif du cours :* Introduire l'ensemble des composants réseau d'une architecture de réseau et de services de télécommunication, décrire les services qu'ils fournissent, et montrer leur évolution.

*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom, ingénieurs avant-vente

*Pré-requis :* Aucun

*Durée de la formation:* 3 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

Le business des opérateur de télécommunications repose sur la commercialisation de services de télécommunications ; la plate-forme de production de ces services est globalement constituée de deux composantes : le "Réseau de Télécommunication" et le "Système d'Information technique et commercial". Le "Réseau de Télécommunication" est constitué lui même d'un ensemble de réseaux (réseau de transmission, réseau de commutation, réseau de signalisation, réseau d'accès, réseau mobile, réseau intelligent, réseau de gestion, etc.) chacun réalisant une fonction particulière pour la fourniture du service au client.

Le but de ce cours est de présenter l'architecture de réseau et de services de télécommunication d'un opérateur à un niveau global afin d'acquérir le vocabulaire du domaine, de comprendre les types de réseaux impliqués dans le "Réseau de Télécommunication" et comment ces réseaux s'interfacent pour rendre leur service. Les différents services de télécommunication fournis pas ces réseaux au client sont développés. Par ailleurs, cette formation introduit l'évolution de l'architecture de télécommunication afin de permettre la convergence fixe-mobile dans toutes ses dimensions.

1. Les architectures de réseaux et de services de télécommunication et les concepts et principes sous-jacents (2 heures)
  - 1.1. Vue globale
  - 1.2. Réseaux impliqués
    - 1.2.5. Réseau de Transmission
    - 1.2.6. Réseau de Commutation
      - 1.2.6.1. Commutation de circuit
      - 1.2.6.2. Commutation de paquet
    - 1.2.7. Réseau de signalisation
    - 1.2.8. Réseau intelligent
    - 1.2.9. Réseau cœur mobile
    - 1.2.10. Réseaux d'accès fixe et mobile
    - 1.2.11. Réseaux de nouvelle génération
      - 1.2.11.1. Next Generation Network
      - 1.2.11.2. IP Multimedia Subsystem
2. Le réseau voix fixe (2 heures)
  - 2.1. Le réseau téléphonique commuté
    - 2.1.5. Architecture du RTC France Télécom
    - 2.1.6. Etablissement et libération d'appel de base dans le RTC
    - 2.1.7. Les services complémentaires du RTC : renvoi d'appel, signal d'appel, mise en garde, etc. et leur invocation
  - 2.2. Le réseau sémaphone numéro 7 (SS7)
    - 2.2.5. Architecture du réseau SS7 France Télécom

- 2.2.6. Transport de la signalisation téléphonique par le réseau SS7
- 2.3. Le réseau d'accès bande étroite fixe
  - 2.3.5. Architecture de réseau d'accès bande étroite
  - 2.3.6. Interfaces
- 2.4. Le réseau intelligent
  - 2.4.5. Architecture du réseau intelligent France Télécom
  - 2.4.6. Les services à valeur ajoutée du réseau intelligent
  - 2.4.7. Exemple du service télévote et son invocation
3. Le réseau voix mobile (2 heures)
  - 3.1. Le réseau GSM
    - 3.1.5. Architecture du réseau GSM
    - 3.1.6. Gestion de la mobilité, contrôle d'appel, roaming GSM
    - 3.1.7. Les services complémentaires du réseau GSM
  - 3.2. Le réseau sémaphone numéro 7 (SS7) pour le transport de la signalisation GSM
  - 3.3. Le réseau d'accès mobile
  - 3.4. Le réseau intelligent mobile : CAMEL
    - 3.4.5. Architecture CAMEL
    - 3.4.6. Les services à valeur ajoutée CAMEL : prépayé, réseau privé virtuel, etc.
    - 3.4.7. Exemple du service prépayé et son invocation
  - 3.5. Autres services GSM
    - 3.5.5. SMS
    - 3.5.6. Portabilité du numéro
4. Evolution des réseaux voix fixe et mobile vers NGN (3 heures)
  - 4.1. Architecture NGN
  - 4.2. Emulation de la téléphonie avec NGN (téléphonie sur IP)
  - 4.3. NGN appliqué au réseau voix fixe
    - 4.3.5. Architecture NGN Class 4
    - 4.3.6. Architecture NGN Class 5
  - 4.4. NGN appliqué au réseau voix mobile : R4
    - 4.4.5. Architecture du NGN Mobile Orange France
5. Le réseau data mobile (3 heures)
  - 5.1. Le réseau de commutation data mobile 2G/3G/3G+ : GPRS
    - 5.1.5. Architecture du réseau GPRS d'Orange France
    - 5.1.6. Gestion de la mobilité, contrôle de session, roaming GPRS
  - 5.2. Le réseau d'accès mobile
  - 5.3. Les services GPRS
    - 5.3.5. Accès à Internet
    - 5.3.6. WAP
    - 5.3.7. MMS
    - 5.3.8. Streaming
    - 5.3.9. Télévision mobile
  - 5.4. Taxation des services de données mobiles sur la base des flux de service
  - 5.5. Le réseau de commutation data mobile 4G : ePC (Evolved Packet Core)
    - 5.5.5. Architecture du réseau ePC
    - 5.5.6. Service ePC
6. Les réseaux d'accès haut débit et très haut débit fixes et mobiles (2 heures)
  - 6.1. Technologies d'accès haut débit et très haut débit
    - 6.1.5. Accès xDSL
    - 6.1.6. Accès câble
    - 6.1.7. Accès 3G+: HSPA et HSPA+

- 6.1.8. Accès FTTx : FTTH, FTTC, FTTB
- 6.1.9. Accès 4G : LTE/ePC
- 6.1.10. Accès WiMAX
- 6.2. Architecture des réseaux d'accès large bande
- 6.3. Nœud d'accès multiservice (MSAN)
- 6.4. Mise en œuvre de la QoS à l'accès
7. Les réseaux de commutation de données (2 heures)
  - 7.1. Réseau ATM
  - 7.2. Réseau IP
    - 7.2.5. Architecture du réseau IP
    - 7.2.6. Evolution d'IP pour la prise en compte de la qualité de service
      - 7.2.6.1. Differentiated services : DiffServ
      - 7.2.6.2. Multiprotocol label switching : MPLS et Generalized MPLS (GMPLS)
        - 7.2.6.3. IPv6
    - 7.2.7. Transports sur IP : TCP, UDP, SCTP
    - 7.2.8. Services IP : DNS, DHCP, NAPT, Routage IP, IPSEC/TLS, IP VPN
    - 7.2.9. Réseau IP inter-opérateur : IPX (IP Exchange)
  - 7.3. Réseau Gigabit Ethernet (GE) pour le transport des flux IP
  - 7.4. Services de données : Liaison louée, VPN
8. Les services large bande (1 heure)
  - 8.1. Accès large bande à Internet
  - 8.2. Téléphonie sur IP
  - 8.3. IPTV (Broadcast TV et Video on Demand)
  - 8.4. Architectures sous-jacentes dans le cas France Télécom
9. IMS (IP Multimedia Subsystem) : Architecture de service multimedia convergente fixe-mobile sur IP (4 heures)
  - 9.1. Architecture de réseau IMS
  - 9.2. Enregistrement à l'IMS
  - 9.3. Etablissement de session IMS
  - 9.4. Architecture de service IMS
  - 9.5. Services IMS : présence, messaging, téléphonie, conférence, IP centrex, IPTV, voice call continuity, business trunking, etc.
  - 9.6. Scénario de rénovation du RTC avec IMS
  - 9.7. Scénario de téléphonie sur IP avec Livebox SIP/IMS
10. Machine to Machine (M2M) et Internet of Things (IoT)
  - 10.1. Définition
  - 10.2. Domaines M2M et IoT
    - 10.2.5. Voiture connectée
    - 10.2.6. Compteur intelligent pour la gestion de l'énergie
    - 10.2.7. Médecine à domicile : eHealth
    - 10.2.8. Domotique
  - 10.3. Caractéristiques du trafic dans les différents domaines M2M et IoT
  - 10.4. Architecture de réseau de télécommunication adaptée au M2M et à l'IoT
  - 10.5. Contrôle de la surcharge et de la congestion dues aux objets M2M et IoT

## LES RESEAUX ET SERVICES DE TELECOMMUNICATION ET SI DES OPERATEURS

*Objectif du cours:* Introduire le monde des réseaux et services de télécommunication et ses évolutions

*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom, ingénieurs avant-vente

*Pré-requis :* Aucun

*Durée de la formation :* 3 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

Le business des opérateurs de télécommunications repose sur la commercialisation de services de télécommunications ; 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 but de cette formation est d'introduire ces deux composantes et leur évolution détaillant pour chacune d'entre elles les sous ensembles qui les composent et les services qu'ils offrent.

### 1. Structure d'un réseau de télécommunication (2j)

- 1.1. Réseau de transmission : PDH, SDH, D-WDM, Gigabit Ethernet
- 1.2. Réseau de commutation
  - 1.2.1. Commutation de circuit (RTC)
    - 1.2.1.1. Appel de base
    - 1.2.1.2. Services complémentaires
    - 1.2.1.3. Services à valeur ajoutée avec Réseau Intelligent
  - 1.2.2. Commutation de paquet (IP)
    - 1.2.2.1. Routage IP
    - 1.2.2.2. Commutation MPLS
    - 1.2.2.3. Diffserv pour la QoS et RSVP pour la réservation des ressources
    - 1.2.2.4. Services IP
- 1.3. Réseau sémaphore numéro 7 (SS7)
  - 1.3.1. Evolution vers le transport de la signalisation SS7 sur IP
- 1.4. Réseau d'accès large bande fixe et wireless
  - 1.4.1. xDSL
  - 1.4.2. Les réseaux de collecte
  - 1.4.3. FTTx
  - 1.4.4. WiMAX
- 1.5. Réseau mobile
  - 1.5.1. GSM
    - 1.5.1.1. Réseau GSM
    - 1.5.1.2. Services GSM
      - 1.5.1.2.1. SMS
      - 1.5.1.2.2. CAMEL Phase 1 et Phase 2 et Prepaid
      - 1.5.1.2.3. USSD (mécanisme et utilisation)??
      - 1.5.1.2.4. Services de géo-localisation (TOA, E-OTD, A-GPS)
  - 1.5.2. GPRS
    - 1.5.2.1. Réseau GPRS
    - 1.5.2.2. Services GPRS
      - 1.5.2.2.1. Accès à internet et intranet
      - 1.5.2.2.2. MMS
      - 1.5.2.2.3. CAMEL Phase 3 et Prepaid GPRS
  - 1.5.3. EDGE
  - 1.5.4. 3G (UMTS) et 3G+ (HSPA, HSPA+)

- 1.5.4.1. Réseau d'accès et réseau cœur 3G/3G+
  - 1.5.4.2. Services UMTS
    - 1.5.4.2.1. Accès très haut débit à Internet : HSDPA, HSUPA, HSPA+
    - 1.5.4.2.2. Télévision mobile
    - 1.5.4.2.3. Visiotéléphonie
    - 1.5.4.2.4. Vidéo streaming
  - 1.5.5. LTE et SAE (4G)
    - 1.5.5.1. Réseau d'accès 4G (LTE) et réseau cœur 4G (SAE)
    - 1.5.5.2. Les services de la 4G
- 1.6. Evolution vers les architectures de réseau et de services NGN et IMS
- 1.6.1. NGN
    - 1.6.1.1. Architecture de réseau NGN
      - 1.6.1.1.1. NGN Classe 4
      - 1.6.1.1.2. NGN Classe 5
    - 1.6.1.2. Architecture de service NGN
      - 1.6.1.2.1. Services complémentaires de la téléphonie
      - 1.6.1.2.2. Services à valeur ajoutée de la téléphonie
  - 1.6.2. IMS
    - 1.6.2.1. Architecture de réseau IMS
    - 1.6.2.2. Services IMS
      - 1.6.2.2.1. Services conversationnels
      - 1.6.2.2.2. Présence
      - 1.6.2.2.3. Messagerie
      - 1.6.2.2.4. Services de contenu
      - 1.6.2.2.5. IMS pour l'offre quadruple play des opérateurs large bande
2. Le SI des opérateurs télécom : OSS et BSS (1j)
- 2.1. Méthodologie de mise en œuvre d'un SI
    - 2.1.1. Architecture fonctionnelle : Les processus de gestion (3)
    - 2.1.2. Architecture informationnelle : informations de topologie, de connectivité, d'état et d'utilisation « réseau et service » (4)
    - 2.1.3. Architecture physique : Les systèmes et applications qui mettent en œuvre les processus et l'information manipulée par les processus
    - 2.1.4. Urbanisme du SI : interopérabilité entre systèmes du SI (5)
  - 2.2. Cartographie des processus de gestion : TOM et eTOM du TMF
    - 2.2.1. Fulfillment : Ventas, Prise de Commande, configuration de service et provisioning de réseau
    - 2.2.2. Assurance : Gestion de SLA, Gestion des performances, Gestion des incidents
    - 2.2.3. Facturation : Médiation taxation, valorisation, facturation
  - 2.3. Modélisation des réseaux et des services dans le SI : Référentiel de réseau et service
    - 2.3.1. Description de l'architecture fonctionnelle des réseaux de transport : G.805
    - 2.3.2. Modèle d'information des réseaux de transport : ITU-T M.3100, ETSI GOM
    - 2.3.3. Modèle d'information des services
    - 2.3.4. Guides pour la définition d'un modèle d'information
    - 2.3.5. Problématiques pour la mise en œuvre d'un référentiel réseau et service
    - 2.3.6. Les référentiels réseau et services du marché
  - 2.4. Urbanisation du système d'information
    - 2.4.1. Problématique
    - 2.4.2. Approche Middleware
    - 2.4.3. Approche Enterprise Application Integration (EAI)

## INTERCONNEXION ENTRE LES RESEAUX DE TELEPHONIE FIXES, MOBILES ET DE NOUVELLES GENERATIONS (NGN, IMS)

*Objectifs du séminaire :* Comprendre les enjeux et les problèmes de l'interconnexion des réseaux de nouvelle génération (VoIP, NGN, et IMS), entre eux, et avec les réseaux de téléphonie fixe et mobile. Acquérir une vision globale du sujet et des bases solides sur les mécanismes d'interfonctionnement des plans de contrôle et d'utilisateur.

*Pré-requis :* Connaissance des principes de la « Voix sur IP », des réseaux mobiles en général, et du protocole IP.

*Public :* Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et services télécom, responsables télécom, ingénieurs avant-vente

*Durée du séminaire :* 3 jours

Alors qu'une proportion de plus en plus importante des services de voix fixe et mobile migre sur IP (VoIP, NGN, IMS), l'interconnexion avec les réseaux de circuit existants fixes et mobiles aujourd'hui est une préoccupation essentielle. Cette formation passe en revue les fonctions et composants nécessaires pour assurer l'interfonctionnement des différents types de réseaux et décrit tous les types d'interconnexion entre réseaux TDM, NGN, IMS fixe et mobile. Elle présente aussi les problématiques d'interconnexion pour la mise en œuvre d'accords de roaming 2G, 3G et 4G.

1. La problématique de l'interconnexion
2. Rappel sur les architectures de télécommunication
  - 2.1. RTC
  - 2.2. Réseau mobile R4
  - 2.3. Réseau NGN
  - 2.4. Réseaux IMS fixe et mobile
3. Architectures d'interconnexion et modèles d'appels associés
  - 3.1. Interconnexion entre réseaux RTC
    - 3.1.1. Réseau SS7 National/International : STPs
    - 3.1.2. Commutateurs RTC de transit
    - 3.1.3. Modèles économiques de l'interconnexion RTC
  - 3.2. Interconnexion entre réseaux mobiles R4
    - 3.2.1. Réseau SS7/SIGTRAN : Signaling Gateway, IP STP
    - 3.2.2. Interconnexion TDM et interconnexion IP
  - 3.3. Interconnexion entre réseau mobile R4 et IMS
  - 3.4. Interconnexion entre réseaux IMS Fixes
  - 3.5. Interconnexion entre réseaux IMS Fixe et Mobiles
  - 3.6. Interconnexion entre réseaux IMS Mobiles
  - 3.7. Interconnexion entre RTC et IMS
  - 3.8. Interconnexion entre TDM et IMS
4. Carriers internationaux
  - 4.1. Carriers au niveau du transport IP : GRX, IPX
  - 4.2. Carriers au niveau voix TDM et Voix sur IP
5. Les protocoles pour l'interconnexion
  - 5.1. Protocoles de contrôle

- 5.1.1. ISUP
  - 5.1.2. SIP-I
  - 5.1.3. SIP
  - 5.1.4. GCP/H.248
  - 5.2. Protocoles du plan usager
    - 5.2.1. TDM
    - 5.2.2. RTP
    - 5.2.3. RTCP
    - 5.2.4. Codecs utilisés pour l'interconnexion
  - 5.3. Protocoles support : DNS, ENUM
  - 5.4. Portabilité
6. Les éléments pour l'interconnexion et leur architecture
    - 6.1. Plan de contrôle
      - 6.1.1. MGCF
      - 6.1.2. BGCF
      - 6.1.3. IBCF
      - 6.1.4. Commutateurs TDM
    - 6.2. Plan usager
      - 6.2.1. TrGW
    - 6.3. Equipements SBC et leur rôle dans l'interconnexion
      - 6.3.1. Masquage de la topologie
      - 6.3.2. Lutte contre les dénis de service
      - 6.3.3. Chiffrement
      - 6.3.4. Respect des obligations légales
      - 6.3.5. Gestion de l'interopérabilité et adaptation des protocoles
      - 6.3.6. Transcodage, etc.
  7. Roaming et interconnexion entre réseaux
    - 7.1. Roaming 2G : Roaming GSM, Roaming SMS, Roaming CAMEL, Roaming GPRS, Roaming MMS
    - 7.2. Roaming 3G
    - 7.3. Roaming 4G : Roaming LTE, Roaming CSFB et Roaming VoLTE
      - 7.3.1. Roaming pour la data mobile
        - 7.3.1.1. Interconnexion IPX
      - 7.3.2. Roaming pour la Voix sur IP sur LTE (VoLTE)
        - 7.3.2.1. Interconnexion IMS
    - 7.4. Réseau international pour l'interconnexion entre opérateurs pour le roaming
      - 7.4.1. Réseau de signalisation international
        - 7.4.1.1. Réseau SS7 international
        - 7.4.1.2. Réseau SIGTRAN international
        - 7.4.1.3. Réseau DIAMETER international
      - 7.4.2. Réseau voix international
      - 7.4.3. Réseau IP international : GRX et IPX

## REGULATION

*Public:* Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom

*Durée du séminaire :* 1 à 2 jours

*Formateur :* M. Michel Feneyrol, ancien directeur de l'ARCEP

Cette formation qui couvre le secteur de la communication électronique, s'adresse à des personnes connaissant le domaine mais non spécialistes des questions de régulation.

Elle rappelle comment, on était arrivé à des situations de monopoles publics qui ont perdu jusqu'aux débuts des années 1980 dans le monde, en Europe et en France.

Elle aborde ensuite, la vague de dérégulation née de l'affrontement de l'informatique et des télécommunications, initialisée aux Etats-Unis avec le démantèlement d'ATT. Elle décrit comment l'Europe s'est insérée dans le processus, du livre vert de 1987 à l'ouverture totale des marchés en 1998.

Cette évolution a été marquée en France par les deux lois de 1990 : la première sur la régulation, amendée en 1996 pour créer l'Autorité de Régulation des Télécommunications (ART) devenue ARCEP ; la seconde sur la transformation de la DGT en l'établissement public France Télécom ;

A ce titre, sont abordés les pouvoirs des autorités du secteur, leurs organisations, leurs fonctionnements et leurs relations avec les pouvoirs législatifs, exécutif, judiciaire.

Sont ensuite traités les principaux problèmes liés à l'introduction de la concurrence par ouverture des réseaux historiques : catalogues d'interconnexion, dégroupage, attribution des licences pour les mobiles, tarifs de terminaison d'appel... Ces politiques ont conduit à des oligopoles restreints pour les mobiles comme pour le fixe, dans un contexte où le téléphone demeurait le principal service de télécommunication, avec la télévision et la radio pour l'audiovisuel. Un panorama sommaire est donné sur la situation des acteurs et les différences d'organisation de la régulation dans le monde et en Europe.

Puis, une partie importante est consacrée aux problèmes de régulation actuels dans un monde où la dynamique vient des services télématiques en ligne, où d'énormes investissements sont à réaliser dans les réseaux (fibres optiques, nouvelles générations de mobile (3G, 4G), centraux multimédia), où les réseaux sont multiservices, où les opérateurs de télécommunications se voient concurrencés par des géants de la nébuleuse télématique (Internet) et où télécommunication et audiovisuel convergent.

Un retour sur les spécificités économiques des réseaux de communication électronique est, alors nécessaire : industrie de service très capitalistique soumise à d'énormes économies d'échelle et marquée par des vagues d'innovation disruptives. Comment tenir compte, aussi, des impératifs sociétaux : égalité des consommateurs à communiquer, protection de la vie privée, des propriétés intellectuelles, luttés contre les cybercriminalités, sécurité des Etats, entreprises et particuliers.

Sont alors abordés les grands défis de la décennie à venir, pour la régulation :

- Optimisation des investissements et risques de fractures territoriales.
- Concurrence et péréquation des tarifs.
- Rôle des collectivités territoriales.
- Dissociation des réseaux et services (Régulation, qualité de service et tarification).
- -Net Neutralité.
- Le changement de magnitudes des besoins en fréquences face à la montée en débits des nouveaux services (Dividende numérique).

- Concurrence des opérateurs de télécommunication et des éditeurs de contenus par les acteurs de la nébuleuse télématique (moteurs de recherche, réseaux sociaux,...)
- Distorsions de régulation et de fiscalité.
- Réorganisation des instances de régulation.

Enfin, sont analysés les principaux impacts pour les opérateurs, des décisions que pourraient prendre les régulateurs sur ces questions clés du développement de la communication électronique, en Europe et en France.



## BACKHAULING IP

**Objectif du cours:** Comprendre l'évolution du backhauling vers le tout paquet : Ethernet et IP.  
**Public:** Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom, ingénieurs avant-vente  
**Pré-requis :** Connaissance du monde IP  
**Durée de la formation :** 3 jours.  
**Nombre maximum de participants:** 12 participants.

Les opérateurs Telecom utilisent de plus en plus Ethernet et IP comme réseaux de transport, notamment en agrégation (backhauling), à l'accès ou dans le dorsal. Par conséquent, il est désormais indispensable de comprendre les composantes d'un réseau IP permettant une véritable intégration des services à coût optimisé, d'autant que la migration vers IPv6 est désormais inéluctable. Ce cours explique la migration vers les réseaux IP modernes et leur fonctionnement (routage, multicasting, QoS...).

1. Évolution technique des accès, du backhauling et des dorsaux
  - 1.1. Pour mémoire : téléphonie « POTS »
  - 1.2. Internet via xDSL ou FTTH et ToIP, IP-TV
  - 1.3. Focus sur services mobiles 2G, 3G et... la 4G avec ses besoins en débit
  - 1.4. Services aux entreprises
  - 1.5. Bilan : circuits vs paquets, centralisé vs distribué, PDH/SDH vs Ethernet...
2. Niveau 2 : Ethernet
  - 2.1. Dans les LAN : rappel des fondamentaux (VLAN, QoS, Spanning Tree)
  - 2.2. Topologies MEF : E-line, E-LAN et E-Tree
  - 2.3. Utilisé en accès (DSL, FTTH) et backhauling : architecture Q-in-Q
  - 2.4. Sécurisation réseau (RPR, RRPP\*)
  - 2.5. Encapsulation TDM (et ATM !) dans Ethernet
  - 2.6. Synchronisations Ethernet (Sync-E) et 1588v2
  - 2.7. Flux OAM (=> « Carrier Class »)
  - 2.8. Et dans les dorsaux ? PBB-TE (MAC-in-MAC) pour information
3. Retour au Niveau 1 : nouveaux moyens de transmission
  - 3.1. Faisceaux hertziens 300Mbit/s en « pizza box » avec I/F Ethernet
  - 3.2. Le FTTH rural au service de « points hauts » dispersés
4. Niveau 3 : Monde IP
  - 4.1. Structure générale du réseau public Internet (datagrammes IP, notion de MTU)
  - 4.2. Adressage historique (classes & masques) et principe général du DNS
  - 4.3. Cas des réseaux privés : introduction à MPLS (circuits virtuels)
  - 4.4. Routage dans un LAN et couplage avec Ethernet : DHCP, ARP, RADIUS
  - 4.5. Routage au sein d'un opérateur ISP : structure de PoP, RIP, EIGRP, OSPF/IS-IS
  - 4.6. Routage entre ISP : masques variables (VLSM+CIDR), BGP4
  - 4.7. Sécurisation (VRRP\*) : exemple du dual homing
  - 4.8. ICMP : gestion intra IP, MTU discovery
  - 4.9. QoS : modèles IntServ vs DiffServ, réservation vs marquage + tri pondéré
  - 4.10. Diffusion multicast et IGMP, problématique inter-domaines
  - 4.11. Fonctions NAT & PAT, pare-feux
  - 4.12. Configurations d'accès fixes : PPP(oE), RADIUS (puis DIAMETER)
  - 4.13. Applications spécifiques :
    - 4.13.1. Aux mobiles : architectures GPRS (2G), 3G et 4G
    - 4.13.2. Encapsulation TDM dans IP

### 4.13.3. Synchro au travers d'un réseau IP

5. Couche Transport (niveau 4)
  - 5.1. TCP & UDP
  - 5.2. SCTP
  - 5.3. Temps réel (voix et vidéo pour l'essentiel) : RTP + RTCP
6. Backhauling et dorsaux MPLS
  - 6.1. Définition des subnets IP du client ou de l'ISP
  - 6.2. Acheminement au travers du domaine (OSPF/IS-IS)
  - 6.3. Établissement des circuits virtuels LSP : LDP, RSVP
  - 6.4. QoS, DiffServ
  - 6.5. Protection, rerouting
  - 6.6. Ethernet sur MPLS : Pseudo-Wire Emulation (PWE3), VPLS
  - 6.7. Flux OAM
  - 6.8. Evolutions récentes : MPLS-TP & G-MPLS
7. Ipv6 et migration
  - 7.1. Objectifs initiaux & situation en 2013
  - 7.2. Format de paquet, comparaison avec IPv4
  - 7.3. Fragmentation, routing et forwarding
  - 7.4. Formats d'adresses
  - 7.5. Auto-configuration (stateless) vs DHCPv6 (stateful)
  - 7.6. ICMPv6 (incluant ex IGMP et ex ARP)
  - 7.7. Examen de traces observées
  - 7.8. Sécurité : IPSec (AH et ESP)
  - 7.9. Migration : mise à jour des DNS, des routeurs, des serveurs divers (DHCP)...
8. Aspects Sécurité
  - 8.1. Identification & localisation des risques
  - 8.2. Parades
  - 8.3. Tunneling

## ACCES xDSL : ARCHITECTURE ET SERVICES

**Objectifs du cours :** Comprendre les principes du dégroupage DSL, les technologies xDSL, les services associés, l'ingénierie et la gestion xDSL.

**Public:** Techniciens d'installation, ingénieurs concepteurs de systèmes devant intervenir dans le domaine des nouveaux accès haut débit fixe

**Pré-requis :** Connaissance générale sur les réseaux de données et TCP/IP

**Durée de la formation :** 2 jours

**Nombre maximum de participants:** 12 participants.

DSL (Digital Subscriber Line) est une technologie de transmission numérique à large bande qui consiste à acheminer des signaux numériques sur une ligne d'abonné conçue à l'origine pour la téléphonie analogique, également nommée boucle locale. L'acronyme DSL, de l'anglais « digital subscriber line », signifie ligne d'abonné numérique. La technologie DSL est utilisée dans les applications de transmission à haut débit de données, de voix et plus récemment de vidéo, à des abonnés résidentiels et d'affaires.

En règle générale, DSL décrit la technologie elle-même, tandis que xDSL représente les différentes variantes de la technologie DSL. Le x dans l'acronyme xDSL est une variable qui change selon la vitesse de transmission et l'application de la technologie xDSL (par exemple, l'ADSL, SDSL, VDSL, etc.).

Le but de cette formation est de comprendre :

- Le dégroupage DSL
- Le support physique Cuivre
- Les technologies ADSL, ADSL2, VDSL, Vectoring, G fast
- Les services possibles moyennant la techno DSL
- Les architectures et éléments clés des ingénieries DSL
- Supervision de la performance d'un réseau DSL

### PROGRAMME

1. Infrastructure de câblage en distribution d'abonnés
  - 1.1. Synoptique général
  - 1.2. Branchement : contraintes chez l'abonné
  - 1.3. Distribution :
    - 1.3.1. Urbaine : "réglettes" d'immeuble
    - 1.3.2. "Rurale" : Points de Concentration (PC) et sous-répartitions (SR)
  - 1.4. Câbles et changements de calibres, connectique... et... *vieillessement*
2. Aspects transmission
  - 2.1. Principe du haut débit sur paires téléphoniques :
    - 2.1.1. Rappels : transformée de Fourier, énergie spectrale, modulations...
    - 2.1.2. Paradiaphonie, télédiaphonie, impédance caractéristique, écho
  - 2.2. Pour mémoire : modem "voix" à 56kbit/s dans... 3100Hz...
  - 2.3. ADSL 1, 2, 2+ : Discrete Multi Tone (DMT) ; ReADSL
  - 2.4. VDSL 1 & 2, vectoring (annulation d'écho, égalisation) => G.fast
  - 2.5. Entreprises : G.SHDSL
  - 2.6. Indicateurs de qualité de transmission : dB, km, débit utile
  - 2.7. Comparaison avec la fibre (monomode)

3. Dégroupage
  - 3.1. Partiel : collecte vers point central
  - 3.2. Total : au répartiteur général (NRA)
  - 3.3. France : notion de Point de Raccordement Mutualisé (PRM)
  - 3.4. Réglementation marocaine (atelier interactif)
4. Débat : G.fast = retardateur ou accélérateur du FttH ?
  - 4.1. G.fast avec fibre "point à point"
  - 4.2. G.fast avec offre active mutualisée
  - 4.3. Les pour et les contre
5. Architecture de multiplexage-démultiplexage
  - 5.1. DSLAM-ATM et rôle du BAS
  - 5.2. DSLAM-IP
  - 5.3. Modems et DSLAM : exemples de matériels
  - 5.4. Accès au routeur central pour traitement IP, liaisons PPP
  - 5.5. Backhauling et dimensionnement (mux statistique)
  - 5.6. Identification/authentification (fonction AAA/RADIUS), gestion adresses IP
    - 5.6.1. Mono FAI
    - 5.6.2. Multi FAI : ATM puis Ethernet "Q-in-Q"
  - 5.7. IPv4 et IPv6 : coup d'oeil
  - 5.8. Pour information : interconnexion BGP avec autres FAI (Autonomous System)
6. Niveau utilisateur : mise en oeuvre des applications IP
  - 6.1. Critères clés de performance (éléments de SLA) :
    - 6.1.1. Temps de propagation et gigue
    - 6.1.2. Sensibilité aux pertes en ligne
    - 6.1.3. Débit efficace mis à disposition
    - 6.1.4. Disponibilité du service au cours du temps
    - 6.1.5. Facilité d'administration ; démarcation opérateur/client
  - 6.2. Architectures de "box" : ouvertes vs fermées
  - 6.3. Applications bureautiques (Ajax)
  - 6.4. Téléphonie SIP : mode centrex, exemples d'implémentation, intro à l'IMS
  - 6.5. IP-TV & RTSP : streaming, diffusion, nVoD, VoD
  - 6.6. Entreprises :
    - 6.6.1. accès xDSL dédié à un réseau MPLS
    - 6.6.2. accès par tunneling IPSec par-dessus accès Internet xDSL
7. Administration - OSS & BSS
  - 7.1. Eligibilité : fichier (SI) des lignes existantes & outils mis à disposition
  - 7.2. Protocole d'autoconfiguration TR-069
  - 7.3. Supervision des modems
  - 7.4. Services et abonnés : introduction (ou rappels) à TOM et eTOM
  - 7.5. Conclusion : résumé des fonctions (modules) requises pour un opérateur
8. Evaluation

## TRES HAUT DEBIT : FTTH, FTTB/C, FTDP

*Objectifs du cours* : Comprendre les technologies et systèmes permettant d'apporter du très haut débit aux particuliers comme aux entreprises : architectures, performances, offres constructeurs et opérateurs, mise en œuvre ; avoir un aperçu des enjeux politico-économiques du moment (France, seulement).

*Public*: Ingénieurs télécom, architectes réseau, consultants télécom

*Pré-requis* : Notions générales en réseaux data ou télécom

*Durée du séminaire* : 2 jours

*Nombre de participants*: 12 participants

Avec la montée en débit des applications (TVHD et bureautique basée Ajax) et l'accentuation de leur caractère symétrique, l'ADSL commence à montrer ses limites, en particulier là où ceux qui ont néanmoins la chance d'en disposer sont limités à des débits proches de 1 ou 2 Mbit/s... Le « cloud computing » a en effet besoin d'une bonne fluidité et d'une bonne réactivité derrière un click de souris.

Cette formation présente les enjeux techniques, économiques et politiques du Très Haut Débit où la fibre optique joue un rôle essentiel, a minima en collecte et en desserte (FTTB/C, FTDP) et branchement, jusqu'à l'intérieur même des foyers (FTTH).

### PROGRAMME

1. Pourquoi cette inflation en débit ?
  - 1.1. Ajax (web 2.0) et le « cloud computing » pour tous les M. Jourdain
  - 1.2. De la TV au « Cinéma 4K »... en 3D !
  - 1.3. Positionnement historique et technologique – la France vs Europe et Asie...
2. Eléments de base sur l'optique guidée
  - 2.1. Modes de propagation et coupleurs électro-optiques
  - 2.2. Caractéristiques clés : affaiblissement, dispersion chromatique, PMD, photométrie
  - 2.3. Exemples de performances débit X portée
3. Comparaison introductive d'architectures FTTx
  - 3.1. Panorama des architectures FttH et taxinomie +/- imposée
  - 3.2. FttH point à point : passif vs actif
  - 3.3. FttH point à multipoint passif : PON & (D)WDM
  - 3.4. Quid des FttB, FttC ou FttLA ? Quid VDSL-2/vectoring et DOCSIS 3.0 ?
  - 3.5. Arrivée – mi 2015 – du G.Fast : Impact économique ?
  - 3.6. Architectures d'accès aux services en amont et backhauling :
    - 3.6.1. Collecte en fibre noire
    - 3.6.2. Collecte en Ethernet (Q in Q)
    - 3.6.3. Backhauling en Ethernet : natif WDM vs SDH vs MPLS, sur fibre vs FH
    - 3.6.4. SLA
  - 3.7. Premiers impacts sur la modélisation des données en vue du SI
4. Fibres industrielles utilisées, accessoires et ingénierie
  - 4.1. Choix de fibres suivant les besoins : G.652 vs G.657 (rayon de courbure)
  - 4.2. Mise en câbles, impact de la modularité sur l'ingénierie et le SI

- 4.3. Techniques de pose : en fourreaux, enterré, en aérien – dans les immeubles
  - 4.4. Connectique et épissage... dont impact au NRO
  - 4.5. Réflectométrie – localisation de faute (usage OTDR) et réparation
  - 4.6. Impacts sur le modèle de base de données (SI) : SIG et localisation RTK
  - 4.7. Fibreurs et tireurs du marché international : exemple de coûts
5. Aperçu sur la réglementation et les acteurs français
    - 5.1. Le double paradoxe français
    - 5.2. ARCEP et Conseil de la Concurrence : infrastructure vs « services »...
    - 5.3. Gouvernement et Commissariat Général à l'Investissement
    - 5.4. Collectivités territoriales, AVICCA, AMRF, AMF, AN+Sénat
    - 5.5. Positions des grands opérateurs de services vs celles des petits
    - 5.6. Rôle des Covage (Vinci), Axione (Bouygues), Eiffage, Altitude Infrastructure
    - 5.7. Notions de syndicat mixte, de SPL, de DSP et de PPP, de « RIP »
    - 5.8. FttH Council(s)
  6. FTTH point à point
    - 6.1. Architecture et structure détaillées
    - 6.2. Mise en œuvre
    - 6.3. Tirage en fourreaux – Types de tranchées
    - 6.4. Logistique dans les chambres
    - 6.5. Logistique au NRO : m2 et kW requis
    - 6.6. Gestion des éléments déployés, traçabilité, nouvelles DICT-2012
    - 6.7. Raccordement d'immeuble en ville (video)
    - 6.8. Quelques produits de fournisseurs
    - 6.9. Éléments de coûts
    - 6.10. Aspects normatifs
    - 6.11. Impacts spécifiques sur la modélisation SI (modèle réel, format « Shape »)
  7. FTTH point à multipoint (GPON et 10G-EPON)
    - 7.1. *NOTA : mêmes rubriques qu'en section précédente (sans les redites) avec :*
    - 7.2. Fonctions des OLT, ONT, encapsulation, OMCC, chiffrement...
    - 7.3. Logistique au NRO : m2 et kW requis (vs le point à point !)
    - 7.4. Points essentiels de la norme G.984
    - 7.5. Introduction aux produits Alcatel, Huawei et OLT en « pizzabox »...
  8. Applications et réseau interne d'habitation ou d'entreprise
    - 8.1. Implémentations de ToIP et d'IP-TV
    - 8.2. « boxes » fermées vs équipements « étagère »
    - 8.3. En Ethernet sur cuivre (RJ45 voire coax TV) ou sur fibre optique ?
  9. Exemples d'études de déploiements FTTH – Maîtrise des coûts (atelier)
    - 9.1. Exemple dans les Yvelines
    - 9.2. Exemple dans les Deux-Sèvres et en Côtes d'Armor
    - 9.3. Bilan : coût à la prise (avec péréquation) et plan de financement
10. Evaluation

## ETHERNET CARRIER CLASS

**Objectifs du cours :** Comprendre l'intérêt de l'évolution actuelle des réseaux de données vers l'interconnexion native de réseaux Ethernet, non seulement au niveau métropolitain mais encore à l'échelle mondiale : architectures, offres constructeurs et opérateurs, critères de choix et avantages comparés

**Pré-requis :** Connaissance minimum d'un protocole de réseaux de données

**Durée du cours :** 3 jours

**Public:** Ingénieurs Télécom, Architectes Réseau, Consultants Télécom

**Nombre de participants:** 12 participants.

Connecter son ordinateur sur une prise Ethernet est devenu un geste aussi banal que brancher une lampe sur le 220V. Le commun des mortels a bien perçu la simplicité de ce geste et apprécie les performances qui en découlent ; a fortiori pour ceux qui ont plusieurs ordinateurs dans leurs murs... cas typique des entreprises.

Ces dernières ont en effet des besoins applicatifs de plus en plus friands à la fois de très faibles temps de propagation (CRM, ERP, ToIP) et de hauts débits (échanges entre serveurs, vidéo, disaster recovery). Le tout devant être le plus fiable possible et très peu coûteux à administrer.

Compte-tenu de leur mondialisation, les entreprises souhaitent donc voir étendus à l'échelle de grandes villes, entre deux continents, voire généralisé au niveau mondial, tous les avantages dont elles disposent sur leurs réseaux locaux... Ethernet [même les réseaux Token Ring transportent ce protocole désormais !].

Depuis 15 ans, les opérateurs ont lourdement investi dans les infrastructures mondiales, tant de transmission et multiplexage que de commutation, en suivant de très près l'évolution des marchés... très « polarisée » autour d'IP, il faut bien le dire. Ainsi, pour satisfaire ce besoin d'Ethernet « natif » sur grandes distances, ils proposent plusieurs approches : certaines tentent de capitaliser sur ce fort historique tandis que d'autres vont s'appuyer sur une infrastructure de multiplexage et de commutation flambant neuve (asynchrone) et optimisée pour cet unique objectif, remplaçant progressivement la quincaillerie SDH fortement « datée »... par le fatidique 125µs issu de la téléphonie numérique (synchrone).

Autant que faire se peut, les fibres optiques déjà en place sont réutilisées mais exploitent la possibilité de loger de nombreuses porteuses optiques (DWDM) à plusieurs Gbit/s chacune. Cette infrastructure « Ethernet native » et omniprésente aura l'avantage –in fine- de pouvoir transporter, sur de très grandes distances, tous types de trafics applicatifs avec des performances inégalées. IP public (Internet) et IP privé, mais aussi MPLS, en seront parmi les premiers utilisateurs ! Sans parler d'une bonne opportunité pour permettre l'envoi attendu de IPv6...

Le but de ce séminaire est (1) rappeler les fondamentaux, (2) passer en revue les motivations des utilisateurs, (3) décrire les offres basées sur les infrastructures historiques, (4) mettre en valeur les nouvelles offres spécifiquement architecturées pour ce but puis (5) conclure en dressant un panorama des acteurs clés du domaine.

Au delà du besoin strict d'interconnexion de LAN, vue d'un client, ce séminaire apportera un éclairage sur l'évolution globale du réseau structurant.

### 1. Ethernet : LAN → MAN → WAN

#### 1.1. Les fondamentaux d'Ethernet :

- 1.1.1. Rappels succincts : protocole et topologie initiale (répéteurs, bridging)
- 1.1.2. Performances et rendement d'un LAN ; évolution
- 1.1.3. Du réseau distribué à l'étoile : commutation, auto-apprentissage
- 1.1.4. Supports : cuivre, fibre optique, hertzien (WiFi), infra-rouge

#### 1.2. Cloisonnage : LAN virtuels (VLAN – 802.1q)

#### 1.3. Classes de services : QoS (802.1p)

- 1.4. Couplage avec les protocoles supérieurs (IP typiq.)
- 1.5. Pour comparaison de complexité et de performances :
  - 1.5.1. Routeurs et réseaux IP : mode datagramme
  - 1.5.2. Commutation MPLS : commutation par circuits virtuels (niveaux 2 et 3)
- 1.6. De l'accès à la grande distance, le "Carrier Class Ethernet" :
  - 1.6.1. Problématique MAN
  - 1.6.2. Problématique WAN
  - 1.6.3. Ingénierie de trafic
2. Les motivations « utilisateur » qui poussent vers le « Carrier Class Ethernet »
  - 2.1. Revue des applications et de leur exigences de qualité :
    - 2.1.1. Applications humaines (voix, CRM, ERP, video...)
    - 2.1.2. Applications entre machines (SAN, messagerie, échanges de fichiers...)
  - 2.2. Critères clés de performance (cahier des charges, éléments de SLA) :
    - 2.2.1. Temps de propagation et gigue
    - 2.2.2. Sensibilité aux pertes en ligne
    - 2.2.3. Débit efficace mis à disposition (applis orientées connexion ou non)
    - 2.2.4. Disponibilité du service au cours du temps
    - 2.2.5. Facilité d'administration ; démarcation opérateur/client (confidentialité)
3. Les Offres s'appuyant sur une infrastructure « historique »
  - 3.1. MAN – WAN : Ethernet sur LS (PDH) ou PVC (FR, ATM...) (*pour mémoire*)
  - 3.2. MAN – WAN : Ethernet sur SDH
    - 3.2.1. Rappels sur la SDH : transmission et multiplexage (VC, LCAS)
    - 3.2.2. Sécurisation, protection (GFP)
    - 3.2.3. Quel avenir pour la SDH ?
  - 3.3. Ethernet au travers d'un réseau MPLS : VPLS
    - 3.3.1. Mapping (V)LAN / CV-MPLS ; constitutions de VPN
    - 3.3.2. Interconnexion de VPN
    - 3.3.3. Performances
    - 3.3.4. Sécurisation, protection
4. Les offres exploitant le C/DWDM optique :
  - 4.1. Évolutions récentes en transmission et multiplexage : asynchrone vs synchrone
  - 4.2. Offres "métro" : sécurisation/protection
  - 4.3. Offres inter-continentales ("point à point")
  - 4.4. Généralisation mondiale (aspect "multipoint") ; interco inter-opérateurs
  - 4.5. Usages connexes : ESCON, FICON, Fiber Channel, "mode canal"
5. Résumé des acteurs clés
  - 5.1. Constructeurs et produits clés – leur propre stratégie : Nortel, Anda, Cisco, Juniper
  - 5.2. Opérateurs et services clés – arbitrage coûts/services
  - 5.3. Perspectives

## LES NOUVELLES TECHNOLOGIES IP

*Objectif du cours:* Comprendre les composantes d'un réseau IP moderne et capable d'offrir une vraie intégration des services. Les technologies MPLS, VPN, RSVP et DiffServ seront expliquées afin de montrer leur intérêt aussi bien pour l'entreprise que pour les opérateurs.  
*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom.  
*Pré-requis :* Connaissance des protocoles TCP/IP  
*Durée de la formation:* 2 à 3 jours.  
*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

### PLAN

1. Vue d'ensemble des technologies IPv4
  - 1.1 Architecture TCP/IP
  - 1.2 Couche Internet
    - 1.2.1 Adressage
    - 1.2.2 IP
  - 1.3 Couche Transport
    - 1.3.1 ARP
    - 1.3.2 ICMP
    - 1.3.3 UDP
    - 1.3.4 TCP
  - 1.4 Couche Application
    - 1.4.1 DNS
    - 1.4.2 Messagerie avec SMTP, POP et IMAP
    - 1.4.3 Gestion de réseau avec SNMP
2. Routage IP
  - 2.1 Concepts
  - 2.2 Algorithmes de plus court chemin
    - 2.2.1 Bellman-Ford
    - 2.2.2 Dijkstra
  - 2.3 Routage intra-domaine
    - 2.3.1 RIP
    - 2.3.2 IGRP
    - 2.3.3 IS-IS
    - 2.3.4 OSPF
  - 2.4 Routage inter-domaine avec BGP
  - 2.5 Routage multicast
    - 2.5.1 Modèle de Deering
    - 2.5.2 Routage multicast avec DVMRP, PIM-dense, PIM-sparse et MOSPF
3. Limitations de IPv4
  - 3.1 Adressage
    - 3.1.1 NAT
    - 3.1.2 CIDR
  - 3.2 Qualité de service
    - 3.2.1 Principes généraux de la QoS
    - 3.2.2 Service Best Effort
  - 3.3 Sécurité
    - 3.3.1 Types d'attaques
    - 3.3.2 Principes généraux de cryptographie

4. IPv6
  - 4.1 Adressage
    - 4.1.1 Format de l'adresse IPv6
    - 4.1.2 Types d'adresse IPv6
  - 4.2 Paquet IPv6
    - 4.2.1 Format du paquet IPv6
    - 4.2.2 Chaînage des entêtes
  - 4.3 ICMPv6 et le Plug-and-Play
    - 4.3.1 Messages ICMPv6
    - 4.3.2 Autoconfiguration de l'adresse
  - 4.4 Impact sur les couches supérieures
  - 4.5 Transition IPv4-IPv6
5. QoS dans les réseaux IP
  - 5.1 Architecture IntServ
    - 5.1.1 Principe
    - 5.1.2 RSVP
    - 5.1.3 Avantages et inconvénients de IntServ
  - 5.2 Architecture DiffServ
    - 5.2.1 Principe
    - 5.2.2 Marquage DiffServ
    - 5.2.3 Support MPLS pour DiffServ
    - 5.2.4 Avantages et inconvénients de DiffServ
  - 5.3 Mécanismes existant dans les routeurs
    - 5.3.1 Ordonnancement des paquets
    - 5.3.2 Elimination sélective des paquets en situation de congestion
    - 5.3.3 Feedback explicite
6. Sécurité IP
  - 6.1 IPsec
    - 6.1.1 Association de sécurité
    - 6.1.2 Authentification
    - 6.1.3 Confidentialité
  - 6.2 TLS
    - 6.2.1 TLS vs SSL
    - 6.2.2 Etablissement d'une communication cryptée
    - 6.2.3 Authentification du serveur et du client
7. Technologie MPLS
  - 7.1 Principe
    - 7.1.1 LSR et LSP
    - 7.1.2 Label
  - 7.2 Label switching
  - 7.3 Distribution de labels
    - 7.3.1 Techniques
    - 7.3.2 Protocoles LDP et RSVP
  - 7.4 Evolution de MPLS
    - 7.4.1 MPLS-TE
    - 7.4.2 G-MPLS
8. Réseaux privés virtuels IP

- 8.1 Concepts
  - 8.1.1 VPN d'accès vs VPN dédié
  - 8.1.2 Modèle overlay vs modèle peer
- 8.2. Technologies de VPN IP
  - 8.2.1 L2TP
  - 8.2.2 Tunnel IPsec
  - 8.2.3 SSL VPN
  - 8.2.4 BGP-VPN
- 9. Téléphonie sur IP
  - 9.1 RTP pour le transport de la voix et de la vidéo sur IP
    - 9.1.1 Contraintes du transport de la voix et de la vidéo
    - 9.1.2 Paquet RTP
    - 9.1.3 Techniques de réduction de l'overhead RTP
  - 9.2 SCTP pour le transport de la signalisation sur IP
    - 9.2.1 Contraintes du transport de la signalisation
    - 9.2.2 Paquet SCTP
    - 9.2.3 Fonctionnement de SCTP

## MPLS EN ENVIRONNEMENT IP

*Objectif du cours:* Comprendre la technologie de commutation MPLS (Multi-Protocol Label Switching) et les services pouvant être développés et déployés au dessus d'IP/MPLS.

*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom.

*Pré-requis :* Connaissance des protocoles TCP/IP

*Durée de la formation:* 2 à 3 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

Après quelques rappels sur les principes du routage dans les réseaux IP et les architectures types d'intranet présentes sur les réseaux des clients, une présentation des principes de la commutation et de MPLS, des faiblesses des solutions antérieures à MPLS, l'accent sera mis sur les apports de MPLS, en particulier du point de vue de la facilité et de la rapidité de mise en place d'infrastructures clients multi-sites et de leurs évolutions.

Les différents types de VPN que MPLS permet de construire seront étudiés et discutés du point de vue de l'intérêt tant du client final que de l'opérateur en terme de facilité de déploiement.

Détaillant les outils de contrôle de la qualité de service fournis par MPLS, la formation évalue les possibilités offertes en terme de services à valeur ajoutée : sécurisation des transferts, possibilité d'intégration données / voix / multimédia permettant ainsi de construire des exemples de propositions commerciales.

### 1. IP

- 1.1 Principes de base sur le routage IP: Adressage public / adressage privé, NAT-PT
- 1.2 Forces et faiblesses d'IP : le best effort, universalité des applications, vers le tout IP
- 1.3 Les architectures Intranet/Extranet/Internet
- 1.4 Mécanismes de firewall
- 1.5 Techniques des Vlans/ les VPNs
- 1.6 Les réseaux de PABX
- 1.7 Voix sur IP

### 2. Principes de commutation IP et MPLS

- 2.1 Force et faiblesses des solutions traditionnelles
- 2.2 Principe de base de MPLS La commutation de Labels, apports face aux commutations "traditionnelles"
- 2.3 MPLS : la solution du futur

### 3. MPLS

- 3.1 En route vers les très hauts débits, économies offertes par MPLS
- 3.2 Distribution de labels MPLS: Possibilités offertes par LDP, CR-LDP et RSVP-TE
- 3.3 Les services MPLS: bande passante garantie, reroutage rapide, latence minimum, priorisation de flux, qualité de service, ingénierie de trafic.

### 4. Les offres de services client proposables au dessus de la couche IP/MPLS

- 4.1 VPN : présentation des différentes solutions, les limites des VPN "classiques".  
Les apports de BGP-VPN-MPLS
- 4.2 VoMPLS, visio-conférence, video on demand,
- 4.3 Services applicatifs: télétravail, nomadisme, groupware, déploiement rapide et fiable d'interconnexion, Lan2Lan, applications distribuées, SAN, ERP, association xDSL/MPLS, formation à distance

### 5. Conclusion : le consensus autour de MPLS : la connectivité mondiale

## LES SERVICES IP

*Objectif du cours:* Comprendre comment concevoir, déployer et gérer les services IP

*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom.

*Pré-requis :* Connaissance minimum des réseaux IP

*Durée de la formation:* 3 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

1. Introduction aux Réseaux IP
  - 1.1. Les couches TCP/IP : Protocoles TCP, UDP, ICMP et IP
  - 1.2. Adresses Internet
  - 1.3. IPv4 et IPv6
  - 1.4. Routage IP : RIP, RIP2, IGRP, EIGRP, OSPF, BGP
  - 1.5. Multicast IP
  - 1.6. Le DNS : Domain Name System
  - 1.7. Quelques applications dans le monde TCP/IP
    - 1.7.1. SMTP
    - 1.7.2. HTTP
    - 1.7.3. SNMP
2. Qualité de Service dans les réseaux IP
  - 2.1. Introduction à la QoS dans les réseaux IP
  - 2.2. Integrated Services avec RSVP (Resource Reservation Protocol)
    - 2.2.1. Contrôle d'admission RSVP
    - 2.2.2. Processus de signalisation RSVP
    - 2.2.3. Scalabilité RSVP
    - 2.2.4. Forces et faiblesses de RSVP
    - 2.2.5. Etude de cas : Réserve de bande passante de bout-en-bout pour une application utilisant RSVP
    - 2.2.6. RSVP pour la voix sur IP
  - 2.3. Differentiated Services
    - 2.3.1. Architecture DiffServ
    - 2.3.2. Forces et faiblesses de DiffServ
  - 2.4. Differentiated Services versus Integrated Services
3. Commutation IP : MPLS (Multiprotocol Label Switching)
  - 3.1. Terminologie MPLS
  - 3.2. Architecture MPLS
  - 3.3. Label Distribution Protocol
  - 3.4. Support MPLS de RSVP
  - 3.5. Support MPLS de DiffServ
4. Service Level Agreements dans les réseaux IP
  - 4.1. Types de SLAs dans les réseaux IP
    - 4.1.1. SLAs relatifs à la connectivité réseau
    - 4.1.2. SLAs relatifs aux applications
    - 4.1.3. SLAs relatifs aux fournisseurs de service
  - 4.2. Architectures de SLA
  - 4.3. Supervision de SLA
    - 4.3.1. Supervision de SLAs relatifs à la connectivité réseau
    - 4.3.2. Supervision de SLAs relatifs aux applications

### 4.3.3. Supervision de SLAs relatifs aux fournisseurs de service

5. VPN IP
  - 5.1. Définition d'un VPN IP
  - 5.2. Réduction de coût avec un VPN IP
  - 5.3. Architecture d'un VPN IP
    - 5.3.1. Tunnels : Le « virtuel » dans le VPN
    - 5.3.2. Services de sécurité : Le "Privé" dans le VPN
    - 5.3.3. Tunneling et Protocoles de sécurité utilisés pour concevoir des VPNs IP
    - 5.3.4. SLA de VPNs IP
    - 5.3.5. VPNs In-housed et outsourced
    - 5.3.6. Fournisseurs de VPNs commerciaux
6. Téléphonie sur IP
  - 6.1. Signalisation de réseau H.323
  - 6.2. Signalisation de réseau SIP
    - 6.2.1. Etablissement de session Multimédia (voice, video, data) avec SIP
  - 6.3. SIP pour les services IP
    - 6.3.1. Architecture de service SIP
      - 6.3.1.1. SIP application server
      - 6.3.1.2. SIP media server
      - 6.3.1.3. SIP messaging server
    - 6.3.2. Services SIP
      - 6.3.2.1. Présence
      - 6.3.2.2. Instant messaging
      - 6.3.2.3. Conférence
      - 6.3.2.4. Prépaïd
      - 6.3.2.5. Services complémentaires de la téléphonie : Transfert d'appel, Renvoi d'appel, filtrage d'appel, rappel automatique sur occupation, indication d'appel en instance, etc.
  - 6.4. Transport de la voix et de la vidéo sur IP : RTP et RTCP
7. Transport de la signalisation téléphonique sur IP : SIGTRAN
  - 7.1. Architecture SIGTRAN
  - 7.2. User Adaptations définies par SIGTRAN
  - 7.3. Transport commun SIGTRAN : SCTP
    - 7.3.1. Fonctionnalités SCTP
    - 7.3.2. SCTP versus TCP et UDP
    - 7.3.3. Configuration de SCTP pour le transport de la signalisation téléphonique
  - 7.4. Déploiement d'architecture SIGTRAN dans les réseaux mobiles et NGN
8. Gestion des Réseaux et Services IP
  - 8.1. Protocole de gestion : SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3
  - 8.2. Bse d'information de gestion : MIB
  - 8.3. OSS et BSS pour les réseaux et services IP
    - 8.3.1. Fulfillment : Planification et configuration
    - 8.3.2. Assurance : Gestion des fautes et des performances
    - 8.3.3. Facturation des services IP
    - 8.3.4. Composants OSS et BSS pour la gestion des réseaux et services IP
9. Sécurité pour les réseaux et services IP
  - 9.1. Concepts de sécurité
  - 9.2. Firewalls
  - 9.3. Radius et Diameter

- 9.4. IPSec
- 9.5. Internet Key Distribution, Certification and Management
- 9.6. Internet Key Exchange (IKE)

## 10. IP dans les réseaux mobiles et les réseaux sans fil

- 10.1. IP dans les réseaux GPRS/UMTS
  - 10.1.1. Architecture de réseau GPRS
  - 10.1.2. Réseau IP pour les réseaux Intra-PLMN et Inter-PLMN
  - 10.1.3. Gestion de la mobilité dans les réseaux GPRS
  - 10.1.4. Transfert de données et routage dans le réseau GPRS
  - 10.1.5. GPRS Roaming Exchange
  - 10.1.6. Taxation et Facturation GPRS
- 10.2. Mobile IP
  - 10.2.1. Architecture Mobile IP
  - 10.2.2. Advertissement dans Mobile IP
  - 10.2.3. Enregistrement dans Mobile IP
  - 10.2.4. Livraison de datagramme dans Mobile IP
  - 10.2.5. Optimisation de route
- 10.3. IP et WLAN
- 10.4. UMTS et WLAN

## EVOLUTIONS DU RESEAU DE TRANSPORT IP : MPLS, MPLS-TP, PBB-TE

*Objectifs du cours :* Comprendre l'évolution du réseau de transport avec les technologies et techniques Multi Protocol Label Switching (MPLS), Generalized MPLS (GMPLS), MPLS Transport Profile (MPLS-TP) et Provider Backbone Bridge Traffic Engineering (PBB-TE)

*Pré-requis :* Connaissance minimum des réseaux mobiles et du protocole IP

*Public :* Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom

*Durée de la formation :* 3 jours.

*Nombre maximum de participants :* 12 participants.

Avec la généralisation de la commutation de label MPLS dans les coeurs de réseaux IP et bien que sa mise en oeuvre reste transparente aux réseaux périphériques, il devient important d'en comprendre le fonctionnement. Cela est d'autant plus vrai que cette technologie est aujourd'hui disponible sur la plupart des routeurs du marché et qu'elle peut être l'opportunité de déployer de nouveaux services sur les réseaux de transit.

Cette formation s'adresse aux personnes désireuses de comprendre les bases théoriques de la commutation de label et le fonctionnement de MPLS et de ses protocoles compagnons pour la distribution des labels et l'ingénierie de trafic. Elle présente les apports de cette technologie dans un coeur de réseau IP (VPN, ingénierie de trafic, etc.) et ses évolutions (G-MPLS, MPLS-TP). GMPLS (Generalized MPLS) a pour but d'étendre le fonctionnement du protocole MPLS (Multi-Protocol Label Switching) déjà déployé principalement sur les réseaux IP pour obtenir une structure de contrôle unique. Cela permet au même commutateur MPLS de supporter plusieurs types de commutation paquet, TDM, SDH/SONET, Lambdas, Fibres, etc. MPLS-TP (MPLS-Transport Profile) est un sous-ensemble de MPLS auquel ont été ajoutés des mécanismes améliorant la fiabilité du réseau de transport. La formation présente par ailleurs la technologie Provider Backbone Bridge - Traffic Engineering (PBB-TE) qui est une solution alternative à MPLS-TP. Il s'agit d'un protocole de communication Ethernet de classe opérateur. Il repose sur des extensions du protocole Ethernet natif, protocole de niveau 2 habituellement utilisé dans les réseaux locaux d'entreprise, afin de le rendre plus fiable, extensible et déterministe et qu'il puisse être utilisé comme protocole de transport dans les réseaux de grande dimension, notamment les réseaux de nouvelle génération des fournisseurs de services de télécommunications.

1. La commutation de label
  - 1.1. Le contexte.
  - 1.2. Principes de la commutation de labels.
  - 1.3. Principes de la distribution des labels.
2. MPLS : convergence des principes
  - 2.1. Définitions : LSR, LSP, FEC, label.
  - 2.2. Architecture d'un LSR
  - 2.3. Mariage de la commutation et du routage : la distribution de labels
  - 2.4. MPLS : des tables de routage aux tables de commutation
  - 2.5. Distribution de labels
    - 2.5.1. Distribution des labels avec LDP
    - 2.5.2. Distribution des labels sous contraintes avec CR-LDP
    - 2.5.3. Distribution des labels sous contraintes avec RSVP-TE
3. L'ingénierie de trafic
  - 3.1. Limites des méthodes traditionnelles



- 3.2. L'apport de MPLS : routage explicite, résistance aux pannes : le reroutage rapide (fast reroute), répartition de charge
4. Les réseaux privés virtuels avec MPLS
  - 4.1. Classification des différents VPN : modèles overlay/modèles peer to peer
  - 4.2. VPN MPLS de niveau 2 : notion de pseudo cables
  - 4.3. VPN MPLS de niveau 3 : VPN BGP MPLS.
  - 4.4. Notion de VRF
  - 4.5. Mise en place automatique du tunnel
5. GMPLS
  - 5.1. Limites de MPLS
  - 5.2. Généralisation de MPLS : principes et objectifs de GMPLS
  - 5.3. Interfaces supportées par GMPLS
  - 5.4. Intégration du plan de contrôle des couches 1, 2 et 3
  - 5.5. Hiérarchies de LSPs : Equipements concernés par GMPLS, l'imbrication des LSPs et la signalisation
  - 5.6. Extensions GMPLS aux protocoles de routage : Liens non numérotés, Link bundling, Link Management Protocol
  - 5.7. Extensions GMPLS aux protocoles de signalisation : Suggestion de labels, LSPs bi-directionnels, Messages de notification
  - 5.8. Techniques de protection et de restauration
6. MPLS-TP
  - 6.1. De T-MPLS à MPLS-TP
  - 6.2. Objectifs
  - 6.3. Architecture
  - 6.4. Interfaces
7. PBB-TE (Provider Backbone Bridge - Traffic Engineering)
  - 7.1. De PBT et PBB à PBB-TE
  - 7.2. Ethernet dans les réseaux interfaces, services et transport
  - 7.3. Technologies de transport employées jusqu'ici
  - 7.4. Principe de fonctionnement PBB-TE
  - 7.5. Normalisation PBB-TE
  - 7.6. Applications PBB-TE
    - 7.6.1. Collecte ("backhauling") de trafic haut débit mobile (3G/4G) et fixe (ADSL, ADSL+, VDSL, FTTH / Fibre optique)
    - 7.6.2. Service de connectivité VPN et Ethernet aux clients entreprises
  - 7.7. PBB-TE vs MPLS-TP
8. Carrier Ethernet
  - 8.1. Approche du Metro Ethernet Forum
  - 8.2. Carrier Ethernet Network
    - 8.2.1. MEF UNI
    - 8.2.2. EVC (Ethernet Virtual Connection)
  - 8.3. Carrier Ethernet Services
    - 8.3.1. E-Line
    - 8.3.2. E-LAN
    - 8.3.3. EPL (Ethernet Private Line)
    - 8.3.4. EVPL (Ethernet Virtual Private Line)

## LE PROTOCOLE IPV6

*Objectifs du séminaire :* Comprendre la transition d'IPv4 à IPv6 et les fonctions IPv6 (adressage, auto-configuration, routage, QoS, sécurité, mobilité, etc.).

*Pré-requis :* Connaissance de base du protocole IP

*Public :* Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom

*Durée du séminaire :* 3 jours.

*Nombre maximum de participants :* 12

Le protocole IPv6 est conçu pour être une évolution du protocole IPv4. Il fournit un ensemble de nouvelles fonctionnalités en terme de support de QoS, d'adressage étendu et de sécurité. IPv6 supporte la transition depuis IPv4 et fournit des mécanismes d'interopérabilité IPv4-IPv6 afin de permettre aux usagers de l'adopter par étape en fonction des besoins. Le but de cette formation est de montrer la transition IPv4 à IPv6 et décrire les nouvelles fonctionnalités apportées par le nouveau protocole IPv6.

1. Ipv6
  - 1.1. Pourquoi Ipv6 ?
  - 1.2. Avantages Ipv6
  - 1.3. Quand Ipv6 ?
  - 1.4. Rappels sur le protocole Ipv4
  - 1.5. Comparaison entre Ipv6 et Ipv4
2. Transition Ipv4 à Ipv6
  - 2.1. Problématique de la transition Ipv4 à Ipv6
  - 2.2. Approche dual-stack Ipv4/Ipv6
  - 2.3. Approche tunneling
    - 2.3.1. Tunnel configurés explicitement, e.g., 6in4
    - 2.3.2. Tunnels automatiques, e.g., 6to4 et 6over4
  - 2.4. Approche 6to4 : Connexion de domaines Ipv6 via des nuages Ipv4
3. Bases du protocole Ipv6
  - 3.1. L'espace d'adressage Ipv6
  - 3.2. Format d'en-tête Ipv6
  - 3.3. Options d'en-tête Ipv6
4. Adressage Ipv6
  - 4.1. Types d'adresse Ipv6
  - 4.2. Adresse unicast globale
  - 4.3. Adresse locale
    - 4.3.1. Adresse lien local
    - 4.3.2. Adresse site local
    - 4.3.3. Adresses unique local
  - 4.4. Adresse multicast
  - 4.5. Adresses prédéfinies
    - 4.5.1. Adresses spéciales
      - 4.5.1.1. Adresse indéterminée
      - 4.5.1.2. Adresse de bouclage
    - 4.5.2. Pour transition IPv4/v6:
      - 4.5.2.1. Adresses Ipv4 mappées
      - 4.5.2.2. Adresses Ipv4 compatibles
    - 4.5.3. Adresses multicast prédéfinies

## 5. Options et En-tetes d'Extension Ipv6

- 5.1. Routage
- 5.2. Authentication
- 5.3. Confidentialité (Encapsulating Security Payload)
- 5.4. Option saut par saut (hop-by-hop)
- 5.5. Destination
- 5.6. Mobilité

## 6. ICMPv6

- 6.1. ICMPv6 versus ICMPv4
- 6.2. Fonctions ICMPv6
- 6.3. Messages ICMPv6
  - 6.3.1. Destination inaccessible
  - 6.3.2. Paquet trop grand
  - 6.3.3. Temps dépassé
  - 6.3.4. Erreur paramètre
  - 6.3.5. Demande et réponse d'écho

## 7. Autoconfiguration Ipv6

- 7.1. Autoconfiguration avec état ou stateful
- 7.2. Autoconfiguration sans état ou stateless
- 7.3. Autoconfiguration avec DHCPv6

## 8. Mobilité IPv6

- 8.1. Concepts et principes de la mobilité IP
- 8.2. Support de la mobilité dans Ipv6
- 8.3. Mobilité Ipv6 versus Mobilité Ipv4

## 9. Routage Ipv6

- 9.1. Concepts et principes du routage Ipv6
- 9.2. Protocole RIP (Ipv4)
- 9.3. Protocole OSPF (Ipv4)
- 9.4. Protocole BGP4 (Ipv4)
- 9.5. Protocole RIPng
- 9.6. Protocole OSPFv3
- 9.7. Protocole BGP multi-protocole

## 10. Ipv6 et QoS

- 10.1. Principes de QoS dans le monde IP
- 10.2. Modèle Intserv
- 10.3. Modèle Diffserv
  - 10.3.1. Diffserv et Ipv4
  - 10.3.2. Diffserv et Ipv6
- 10.4. Label du flux dans Ipv6
- 10.5. Notification de gestion explicite dans Ipv6

## 11. IPv6 et Sécurité : IPsec

- 11.1. Association de sécurité Ipsec
- 11.2. IKEv2 pour l'établissement d'associations de sécurité IPsec
- 11.3. Base de données d'association de sécurité (SAD)
- 11.4. Base de données de politiques de sécurité (SPD)
- 11.5. Modes Transport et Tunnel IPsec
- 11.6. Méthodes de protection
  - 11.6.1. AH : Authentication Header

## 11.6.2. ESP : Encapsulated Security Payload

- 11.7. Calcul de l'ICV (Integrity Check Value)
- 11.8. Format des en-tetes IPsec AH et ESP
- 11.9. Exemples de traitement de paquets sortant et entrant avec IPsec

## WEBRTC : ARCHITECTURE ET SERVICES

*Objectifs du séminaire* : Comprendre l'architecture WebRTC, les plan contrôle et média et les services associés

*Pré-requis* : Connaissances générales sur le Web

*Public*: Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom

*Durée de la formation*: 2 jours.

*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

WebRTC (Web Real-Time Communication) est une interface de programmation (API) JavaScript actuellement développée au sein du W3C et de l'IETF. C'est aussi un canevas logiciel avec des implémentations dans différents navigateurs web pour permettre une communication en temps réel (voix, vidéo, chat, partage de documents). Le but du WebRTC est de lier des applications comme la voix sur IP, le partage de fichiers en peer to peer comme le fait RCS (Rich Communication Suite) dans le monde des télécommunications mais en s'affranchissant des plugins propriétaires jusqu'alors nécessaires.

L'API repose sur une architecture triangulaire puis peer to peer dans laquelle un serveur central est utilisé pour mettre en relation deux peers désirant échanger des flux de médias ou de données directement entre eux.

Le but de cette formation est de comprendre l'architecture WebRTC, ses plans de contrôle et de média et les services associés.

### 1. Introduction

- 1.1. Origines du WebRTC
- 1.2. Acteurs du WebRTC
- 1.3. Cas d'usage du WebRTC
- 1.4. WebRTC versus VoLTE avec IMS
- 1.5. Architecture Web
- 1.6. Architecture WebRTC
  - 1.6.1. Triangle WebRTC
  - 1.6.2. Trapèze WebRTC
  - 1.6.3. Interfonctionnement WebRTC et SIP
  - 1.6.4. Interfonctionnement WebRTC et le monde circuit
- 1.7. WebRTC dans le navigateur
- 1.8. Signalisation
- 1.9. Média

### 2. Protocoles WebRTC

- 2.1. HTTP
- 2.2. WebSocket
- 2.3. RTP et ses extension pour WebRTC
- 2.4. SRTP
- 2.5. SDP
- 2.6. STUN
- 2.7. TURN
- 2.8. ICE

### 3. Flux média WebRTC

- 3.1. Flux média WebRTC
- 3.2. WebRTC et la traversée de NAT
- 3.3. Serveurs STUN et TURN
- 3.4. Les médias dans WebRTC

- 3.4.1. Concept mediaStreamTrack
  - 3.4.2. Concept de mediaStream
  - 3.5. Codecs audio et vidéo WebRTC
  - 3.6. Pile protocolaire
  - 3.7. Chiffrement
  - 3.8. Multiplexage
  - 3.9. Contrôle de congestion
4. API WebRTC
    - 4.1. MediaStream (getUserMedia)
    - 4.2. RTCPeerConnection
    - 4.3. RTCDataChannel
  5. Signalisation WebRTC
    - 5.1. Approches SIP et approches ad-hoc
    - 5.2. Approches backend web temps-réel
    - 5.3. Etablissement / Libération de session audio et call flow associé
    - 5.4. Ajout d'une session de chat et call flow associé
    - 5.5. Ajout d'une session de partage de document et call flow associé
  6. Interfonction WebRTC et IMS
    - 6.1. Eléments de l'architecture
      - 6.1.1. eP-CSCF
      - 6.1.2. eIMS-AGW
      - 6.1.3. WWSF
      - 6.1.4. WAF
      - 6.1.5. WIC
    - 6.2. Interfaces W1, W2, W3, W4 et W5
    - 6.3. Enregistrement à l'IMS depuis un client WebRTC
    - 6.4. Etablissement de session IMS depuis un client WebRTC
    - 6.5. Optimisation du plan média
  7. Conférence et WebRTC

## VIRTUALISATION DE RESEAU ET DE SERVICE , SND ET NFV

*Objectifs du séminaire :* Comprendre la mise en oeuvre de la virtualisation dans l'infrastructure des télécommunications. Comprendre la notion de Network Function Virtualization (NFV). Appréhender la notion de Software Defined Network (SDN) et de réseau programmable, et leur application dans le contrôle des infrastructures réseau virtualisées.

*Pré-requis :* Aucune connaissance particulière

*Public:* Ingénieurs télécom et SI, Architectes télécom et SI, Consultants télécom, ingénieurs avant-vente

*Durée de la formation:* 2 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

Les technologies SDN (Software Defined Networks) et NFV (Network Functions Virtualisation) devraient révolutionner à terme les architectures des réseaux des opérateurs, et permettre de déployer des nouveaux services de manière beaucoup plus rapide et avec des coûts significativement réduits. Elles changeront complètement l'écosystème des infrastructures de Télécommunication dans les années à venir.

De quoi s'agit-il? La Virtualisation des Fonctions Réseau (NFV en anglais) est un élément déterminant pour optimiser l'utilisation des ressources du réseau en « virtualisant » des fonctions habituellement mises en oeuvre dans le matériel propriétaire, réduisant ainsi pour les opérateurs les coûts d'investissement et d'exploitation. La solution NFV est basée sur le principe de séparation entre une couche matérielle banalisée et standardisée de type « Data Center » et une couche logicielle applicative implantant des fonctions nécessaires au fonctionnement du réseau d'un opérateur (services IP de routage et communications multimédia, fonctions de terminaux virtuels, fonctions d'accès réseau, etc.).

Les architectures de matériel de routage et switching IP évoluent en parallèle suivant la standardisation poussée par l'ONF (Open Networking Foundation) appelée SDN (Software Defined Networking), visant à séparer la couche de transport IP et la couche de contrôle du routage IP, avec la mise en place d'un protocole « ouvert » appelé Openflow, permettant à la couche de contrôle d'inter-opérer avec des matériels de constructeurs différents. Le SDN est donc complémentaire de la technologie NFV et permet de mettre en place des solutions purement logicielles rendant possible le contrôle d'un réseau IP soit d'entreprise, soit d'opérateur.

Le but de cette formation est de décrire la virtualisation de réseau et de service, les nouveaux concepts pour y parvenir tels que NFV et SDN avec leurs composants clés ainsi que les stratégies des principaux acteurs du monde des réseaux de télécommunication. Par ailleurs le protocole Openflow utilisé dans l'architecture SDN est présenté.

### 1. Virtualisation

- 1.1. Une définition
- 1.2. Quoi virtualiser ?
- 1.3. Architecture générique de virtualisation
- 1.4. Avantages de la virtualisation

### 1.5. Contraintes de la virtualisation

## 2. SDN : Software Defined Network

### 2.1. Pourquoi SDN ?

### 2.2. Architecture du SDN

#### 2.2.1. Caractéristiques du SDN

2.2.1.1. Séparation des plans contrôle et données

2.2.1.2. Virtualisation et automatisation du réseau

2.2.1.3. Ouverture via des interfaces et APIs standard

#### 2.2.2. Architectures SDN : Raisons de leur succès

### 2.3. Les opérations du SDN

### 2.4. Les composants du SDN

#### 2.4.1. Le contrôleur

2.4.1.1. Modules du contrôleur

2.4.1.2. Interfaces du contrôleur

#### 2.4.2. Les devices

2.4.2.1. Commutateur logiciel SDN

2.4.2.2. Commutateur matériel SDN

#### 2.4.3. Les Applications

2.4.4. Les interfaces SDN et les protocoles/APIs associés

### 2.5. Exemple de solutions SDN : Cisco, Juniper, Alcatel, Brocade, Vmware

### 2.6. Normalisation du SDN

2.6.1. IETF et SDN

2.6.2. ITU-T et SDN

2.6.3. ONF et SDN

2.6.4. OpenDaylight et SDN

## 3. Openflow

### 3.1. But d'Openflow

### 3.2. Structure d'un commutateur Openflow

### 3.3. Tables OpenFlow

### 3.4. Canal Openflow

### 3.5. Protocole Openflow

## 4. NFV : Network Function Virtualization

### 4.1. Définition

### 4.2. Objectifs de l'infrastructure NFV (NFVI)

### 4.3. Architecture de l'infrastructure NFV

#### 4.3.1. Principes

#### 4.3.2. Domaines de NFVI

#### 4.3.3. Composants

##### 4.3.3.1. VNF : Virtualized Network Function

###### 4.3.3.1.1. Architecture de VNF

###### 4.3.3.1.2. Interfaces de VNF

###### 4.3.3.1.3. Propriétés de VNF

###### 4.3.3.1.4. Cycle de vie de VNF

##### 4.3.3.2. Interfaces

### 4.4. NFVI et cloud computing

### 4.5. Exigences en terme de gestion et d'orchestration

### 4.6. Exigences de sécurité

### 4.7. Définis dans les performances et la portabilité des VNFs

### 4.8. Relation entre NFV et SDN

#### 4.8.1. SDN dans l'architecture NFV

#### 4.8.2. Virtualized Network Function (VNF) SDN

4.9. Cas d'usage

4.10. Quelques acteurs clé et leur proposition : Cisco, Juniper ALU, HP

## FORMATIONS SIGNALISATION

TITRE	DUREE
Le Réseau Intelligent et ses Evolutions	2 à 3 jours
Architectures de service OSA/PARLAY et SIP	2 jours
Le Réseau Sémaphore Numéro 7 et ses Evolutions	2 à 3 jours
Le protocole ISUP, ses variantes, ses services et ses évolutions	2 jours
Signalisation et Intelligence dans les réseaux de télécommunication fixe et mobile	4 à 5 jours

## LE RESEAU INTELLIGENT ET SES EVOLUTIONS

*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom

*Pré-requis :* Connaissances de base sur les réseaux

*Durée de la formation:* 2 à 3 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

Le Réseau Intelligent (RI) est l'une des clés de l'offre de services des opérateurs pour les prochaines années. Il s'agit d'une nouvelle architecture pour les réseaux commutés qui permettra la diffusion rapide de nouveaux services comparables au Numéro Vert ou à la carte France Télécom aujourd'hui. Les objectifs de ce cours sont d'acquérir une bonne vision des principes du RI et de son avancement actuel en France et dans le monde ; présenter un panorama représentatif des services qu'offrira le RI ; présenter l'architecture du RI ; mettre en perspective l'évolution prévisible du RI à moyen et à plus long terme, notamment dans le contexte de l'interconnexion RI-Internet, de l'application du RI aux mobiles et de la fourniture par le RI de services de voix sur IP.

### PROGRAMME

1. Principes du réseau intelligent
  - 1.1. Les services du réseau intelligent
  - 1.2. La création de services du réseau intelligent
  - 1.3. L'architecture du réseau intelligent
  - 1.4. Les flux d'information du réseau intelligent
  - 1.5. Les équipements et les protocoles du réseau intelligent
  - 1.6. Le réseau intelligent en France
2. Réseau sémaphore N°7 (SS7) et relation entre SS7 et RI
  - 2.1. L'architecture SS7 pour supporter le trafic du RI
3. Service Node
  - 3.1. L'architecture du service Node
  - 3.2. Service Node versus réseau intelligent
  - 3.3. Migration du service node vers l'architecture réseau intelligent
4. Evolution du réseau intelligent
  - 4.1. Les évolutions de l'architecture réseau intelligent : De l'ensemble de capacité 1 à l'ensemble de capacité 2
  - 4.2. Portabilité du numéro : scénarios de mise en oeuvre
  - 4.3. Internet et Réseau Intelligent : PINT et ensemble de capacité 3 du RI
  - 4.4. GSM et Réseau intelligent : CAMEL Phase 1, Phase 2 et Phase 3
    - 4.4.1. Service Carte Prépayée mobile : souscription, exécution et gestion
  - 4.5. RI pour les services à valeur ajoutée de voix sur IP : JAIN, PARLAY, SIP

## ARCHITECTURES DE SERVICE OSA/PARLAY ET SIP

*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom

*Pré-requis :* Connaissances de base sur le Réseau Intelligent

*Durée de la formation:* 2 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

1. Architecture de service OSA /Parlay
  - 1.1. Limites du réseau intelligent
  - 1.2. APIs ouvertes : Parlay, OSA, JAIN
  - 1.3. Différences entre Parlay, OSA et JAIN
  - 1.4. Capacités de service OSA/Parlay
  - 1.5. Fournisseurs et Produits OSA/Parlay
    - 1.5.1. OSA SCS / Parlay Gateway
    - 1.5.2. OSA Application Server
    - 1.5.3. Environnements de création de service OSA / Parlay
  - 1.6. Applications OSA/Parlay
  - 1.7. Parlay X
  - 1.8. Application d'OSA/Parlay aux réseaux NGN et IMS (IP Multimedia Subsystem)
2. Architecture de service SIP
  - 2.1. Eléments de l'architecture de service SIP
    - 2.1.1. Serveur d'application SIP
    - 2.1.2. Serveur de media SIP
    - 2.1.3. Serveur de messagerie SIP
  - 2.2. Applications SIP : Présence, Instant messaging, Push To Talk, Conférence, etc.
  - 2.3. Fournisseurs et Produits
    - 2.3.1. Serveurs d'application
    - 2.3.2. Serveur de media SIP
  - 2.4. Application de l'architecture de service SIP aux réseaux NGN et IMS (IP Multimedia Subsystem)

## LE RESEAU SEMAPHORE N°7 ET SES EVOLUTIONS

*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom

*Pré-requis :* Connaissances de base sur les réseaux

*Durée de la formation:* 2 à 3 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

Le Réseau Sémaphore n° 7 (SS7) a pour but d'acheminer des informations de contrôle entre les éléments d'un réseau de télécommunication, tels que les commutateurs, les bases de données et les serveurs. Le réseau sémaphore n°7 est la clé pour l'introduction de services à valeur ajoutée. Les objectifs de ce cours sont d'acquérir une bonne vision des fonctionnalités et de l'architecture du réseau sémaphore n°7 ; présenter les principaux protocoles et les mécanismes qui garantissent la disponibilité du réseau sémaphore ; montrer l'utilisation du réseau sémaphore n°7 dans le contexte Réseau Intelligent, réseau GSM et réseau GPRS, mettre en perspective l'évolution prévisible du réseau sémaphore dans le cadre du NGN et de la téléphonie sur IP notamment avec SIGTRAN.

### PROGRAMME

1. La place du réseau sémaphore dans le réseau de télécommunication d'un opérateur
2. Principes du réseau sémaphore n°7
  - 2.1. L'architecture du réseau sémaphore n°7
    - 2.1.1. Les points sémaphores (SP)
    - 2.1.2. Les points de transfert sémaphores (STPs)
    - 2.1.3. Les canaux sémaphores (Signaling Links)
  - 2.2. Le dimensionnement du réseau sémaphore n°7
    - 2.2.1. Dimensionnement des noeuds
    - 2.2.2. Dimensionnement des canaux
3. Les protocoles du réseau sémaphore n°7
  - 3.1. MTP2
    - 3.1.1. Fonctions MTP2
    - 3.1.2. Type de SUs : FISU, LSSU, MSU
    - 3.1.3. Alignement du canal sémaphore
    - 3.1.4. Echange de trames sémaphores sans erreur et avec erreur
  - 3.2. MTP3
    - 3.2.1. Adressage MTP3 : Point code
    - 3.2.2. Routage MTP3 : Table de Network Id / Cluster Id / Member Id
    - 3.2.3. Contrôle de congestion
  - 3.3. SCCP
    - 3.3.1. Adressage SCCP : Point Code/SSN et GT
    - 3.3.2. Principes du GT
      - 3.3.2.1. Types de GT : adressage E.214 et adresse E.164
      - 3.3.2.2. GT des noeuds SS7 : HLR , MSC Server, SCP, SMSC, etc.
    - 3.3.3. Traduction des GTs
    - 3.3.4. Routage des messages MAP et CAP avec traduction des GTs en situation de roaming international
  - 3.4. ISUP
    - 3.4.1. Etablissement/Libération d'appel
    - 3.4.2. Supervision de circuits

- 3.5. TCAP
  - 3.5.1. TCAP composant
  - 3.5.2. TCAP transaction
- 3.6. CAP
  - 3.6.1. CAP et contrôle d'appel
  - 3.6.2. CAP et interaction usager
  - 3.6.3. CAP et taxation online
  - 3.6.4. Marque CAMEL : O-CSI et T-CSI
  - 3.6.5. Exemple du service prepaid
- 3.7. MAP
  - 3.7.1. Gestion de la mobilité
  - 3.7.2. Envoi / Réception de SMS
4. Relation entre réseau sémaphore et réseau GSM
  - 4.1. Architecture réseau GSM
  - 4.2. Gestion de la mobilité
  - 4.3. Scénarios d'appel mobile-mobile, mobile-fixe, fixe-mobile
  - 4.4. Portabilité du numéro
5. Interconnexion entre réseau sémaphore et réseau NGN Fixe et Mobile : SIGTRAN
  - 5.1. Signaling gateway, Media Gateway Controller et Media Gateway
  - 5.2. SIGTRAN pour le transport fiable de la signalisation SS7 sur IP
  - 5.3. M3UA, M2UA/M2PA, SUA
  - 5.4. SCTP : Transport fiable sur IP
6. Produits SS7
  - 6.1. STPs
  - 6.2. Cartes SS7
  - 6.3. Stacks SS7
  - 6.4. Stacks SIGTRAN
7. Analyses de traces ISUP, MAP et CAP

## LE PROTOCOLE ISUP, SES VARIANTES, SES SERVICES ET SES EVOLUTIONS

*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom

*Pré-requis :* Connaissances de base sur le réseau téléphonique commuté

*Durée de la formation:* 2 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

Le but de ce cours est de comprendre le protocole ISUP à travers ses fonctions, ses messages, des scénarios d'établissement d'appel, de libération d'appel et de supervision de circuit. Par ailleurs, les services complémentaires supportés par l'ISUP sont décrits ainsi que leur mise en œuvre. Le réseau sémaphore n°7 qui supporte le transport des messages ISUP est aussi introduit avec ses modes associé et quasi-associé.

1. La place du réseau sémaphore dans le réseau de télécommunication d'un opérateur
2. Principes du réseau sémaphore numéro 7
  - 2.1. L'architecture du réseau sémaphore numéro 7
    - 2.1.1. Mode associé
    - 2.1.2. Mode quasi-associé
  - 2.2. Le dimensionnement du réseau sémaphore numéro 7
3. Pile de protocoles SS7
  - 3.1. MTP2
  - 3.2. MTP3
  - 3.3. SCCP
  - 3.4. ISUP
  - 3.5. INAP
4. Versions du protocole ISUP
  - 4.1. ISUP v1, ISUP v2, ISUPv3
  - 4.2. SPIROU versus ISUPv3
  - 4.3. SSUTR2 versus ISUPv3
  - 4.4. ISUP national versus ISUP international
5. Protocole ISUP v3
  - 5.1. Fonctions du protocole ISUP
  - 5.2. Format des messages ISUP
  - 5.3. Messages d'établissement et de libération d'appel
    - 5.3.1. IAM, ACM, ANM, CON, SGM, SAM, CPM, INR, INF, IDR, IRS, REL, RLC
  - 5.4. Scénarios d'établissement et de libération d'appel et traitement des cas d'échec
  - 5.5. Messages de supervision de circuits
    - 5.5.1. BLO et BLA (blocage de circuit)
    - 5.5.2. UBL et UBA (déblocage de circuit)
    - 5.5.3. CGB et CGBA (blocage d'un groupe de circuits)
    - 5.5.4. CGU et CGUA (déblocage d'un groupe de circuits)
    - 5.5.5. RSC (réinitialisation d'un circuit)
    - 5.5.6. GRS et GRA (Réinitialisation d'un groupe de circuits)
    - 5.5.7. CQM et CQR (Interrogation de groupe de circuits)
    - 5.5.8. SUS et RES (Suspension et reprise de circuit)

- 5.6. Contrôle de continuité appel par appel : CCR, COT
- 5.7. Signalisation ISUP de bout en bout
  - 5.7.1. Méthode SCCP
  - 5.7.2. Méthode faire-passer (pass along)
- 5.8. Encroisement de signalisation et indisponibilité ISUP : UPT, UPA, gestion MTP3
- 5.9. Messages de fonctionnalité : FOT, FAR, FRJ, FAA, FAC,
- 5.10. Valeur des temporisateurs ISUP au niveau national et au niveau international : Temporisateurs T1 à T36
- 5.11. Les services complémentaires
  - 5.11.1. Signal d'appel (Call Waiting Indication)
  - 5.11.2. Présentation d'identification de la ligne appelante (CLIP)
    - 5.11.2.1. NDI et NDS
  - 5.11.3. Restriction de la ligne appelante (CLIR)
  - 5.11.4. Présentation d'identité de la ligne connectée (COLP)
  - 5.11.5. Restriction d'identité de la ligne connectée (COLR)
  - 5.11.6. Mise en garde (HOLD)
  - 5.11.7. Rappel automatique sur occupation (CCBS)
  - 5.11.8. Conférence
  - 5.11.9. Renvoi d'appel inconditionnel (CFU)
    - 5.11.10. Renvoi d'appel sur occupation (CFB)
    - 5.11.11. Renvoi d'appel sur non-réponse (CFNR)
    - 5.11.12. CCR et COT (Contrôle de continuité)
    - 5.11.13. SUS et RES (Suspension et Reprise)
    - 5.11.14. etc.
  - 5.12. Support de la portabilité opérateur avec ISUP
  - 5.13. Appels en provenance et à destination des mobiles
  - 5.14. Interfonctionnement entre SSUTR2 et ISUP
    - 5.14.1. Messages SSUTR2
    - 5.14.2. Mapping entre messages SSUTR2 et messages ISUP

## 6. Evolutions du protocole ISUP



## INTELLIGENCE ET SIGNALISATION DANS LES RESEaux DE TELECOM FIXE ET MOBILE

*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom, ingénieurs avant vente

*Pré-requis :* Connaissances de base sur les réseaux

*Durée de la formation:* 4 à 5 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

L'objectif de ce cours est de présenter le monde de la signalisation pour les réseaux voix fixe et mobile et l'évolution vers la nouvelle génération de réseau (NGN, Next Generation Network), à travers ses entités, ses protocoles et les services qu'il rend. Il s'agit notamment des réseaux de signalisation SS7, SIGTRAN, DIAMETER, SIP et GCP/H.248.

Par ailleurs ce cours montre les architectures de services qui s'appuient sur cette signalisation (Réseau Intelligent, CAMEL pour le GSM, Architecture DIAMETER pour le Policy and Charging Control dans les réseaux data mobile 2G/3G/4G, Architecture de réseau et de service IMS basée sur SIP pour les services conversationnels IP de l'opérateur).

### PROGRAMME

#### 1. Le Réseau de télécommunication fixe / mobile d'un opérateur (1er Jour)

- 1.1. Réseau de Transmission
- 1.2. Réseau d'accès
- 1.3. Réseau de commutation de circuit (TDM) et de paquet (IP)
- 1.4. Réseau de signalisation SS7
- 1.5. Réseau Intelligent
- 1.6. Réseau de Gestion

#### 2. Le Réseau de Signalisation (1er, 2ème et 3ème Jour)

- 2.1. Réseau Sémaphore Numéro 7 (SS7) pour le RTC et le GSM
  - 2.1.1. L'architecture, les entités et la configuration du réseau SS7
  - 2.1.2. Le dimensionnement du réseau SS7
  - 2.1.3. Les protocoles du SS7 : MTP, SCCP, TCAP, ISUP, INAP(RI), CAP(CAMEL), MAP(GSM)
  - 2.1.4. Les services complémentaires et services à valeur ajoutée
  - 2.1.5. SMS dans le contexte mobile
  - 2.1.6. Le réseau SS7 des opérateurs français fixes et mobiles
  - 2.1.7. Portabilité du numéro dans les réseaux fixe et mobile
- 2.2. Réseau de signalisation SIGTRAN pour les réseaux mobiles 2G/3G
  - 2.2.1. L'architecture, les entités et la configuration du réseau SIGTRAN
  - 2.2.2. Les modes de fonctionnement SIGTRAN : symétrique et asymétrique
  - 2.2.3. Les protocoles SIGTRAN : M2UA/M2PA, M3UA, SUA, IUA
  - 2.2.4. Interfonctionnement SS7/SIGTRAN
- 2.3. Réseau de signalisation DIAMETER pour les réseaux data mobiles 2G/3G/4G
  - 2.3.1. Architecture, entités et configuration du réseau DIAMETER
  - 2.3.2. Protocole de base DIAMETER
  - 2.3.3. Applications DIAMETER
    - 2.3.3.1. Gestion de la mobilité 4G
    - 2.3.3.2. PCC (Policy and Charging Control) 2G/3G/4G
- 2.4. Signalisation SIP

- 2.4.1. Architecture de réseau et de service IMS et signalisation SIP
  - 2.4.2. Protocole de base SIP
  - 2.4.3. Extensions SIP pour l'IMS
  - 2.5. Signalisation GCP/H.248
    - 2.5.1. Architecture NGN (R4) et signalisation H.248
    - 2.5.2. Protocole H.248
- #### 3. L'Intelligence dans les réseaux (4ème et 5ème Jour)
- 3.1. Services CAMEL
    - 3.1.1. Prépayé
    - 3.1.2. VPN
    - 3.1.3. Accès à la boîte vocale
  - 3.2. Services IMS
    - 3.2.1. TAS : Telephony Application Services pour les services complémentaires de la téléphonie
    - 3.2.2. SCC AS : Service Centralization and Continuity pour la continuité de l'appel avec basculement de la voix sur IP à la voix circuit
    - 3.2.3. IM-SSF AS : Invocation des services CAMEL depuis une session IMS
    - 3.2.4. IP-SM-GW AS : messagerie courte dans le monde IMS
  - 3.3. Services PCC
    - 3.3.1. Fair use
    - 3.3.2. Anti-bill shock
    - 3.3.3. Turbo button
    - 3.3.4. Contrôle parental
    - 3.3.5. Promotions et bonus
    - 3.3.6. Prépayé data mobile
    - 3.3.7. etc.

## FORMATIONS RESEAUX ET SERVICES MOBILES

TITRE	DUREE
Les Réseaux et Services Mobiles et leurs Evolutions	3 à 4 jours
Planification des Réseaux Cellulaires	3 jours
Optimisation et Exploitation des Réseaux Cellulaires	3 jours
Normes UMTS Cellulaire, Evolutions, Principes d'Ingénierie	5 jours
La PMR et ses Evolutions 4G	2 jours
Le Réseau et les services GSM	3 jours
Le Réseau GPRS et ses Evolutions	3 jours
Réseaux Mobiles UMTS : 3G, 3G+	3 jours
Next Generation Network (NGN) pour les Mobiles : 3GPP R4	2 jours
WiMAX	3 jours
CAMEL et ses Evolutions	2 jours
Architecture de Service SMS	2 jours
Evolutions du SMS : SMS over IMS, SMS in MME, M2M Device Triggering, SMS over CDMA	2 jours
MAP : Mobile Application Part	2 jours
Authentification Mobile pour les Services Mobiles, Wireless et Internet	3 jours

## LES RESEAUX ET SERVICES MOBILES ET LEURS EVOLUTIONS

*Objectifs du cours* : Comprendre les réseaux mobiles d'un point de vue accès, réseau et services et leurs évolutions (2G, 3G, 4G).

*Public*: Ingénieurs informatique, télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom

*Pré-requis* : Connaissances de base sur les réseaux

*Durée de la formation*: 3 à 4 jours.

*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

L'objectif de cette formation est de présenter l'architecture des réseaux mobiles en traitant les parties accès, réseau et services offerts. Une brève description des principes radio sera fournie.

Sera présenté le réseau GSM avec son architecture, ses procédures (mobilité, handover, roaming, contrôle d'appel) et ses services (prépayé, SMS, portabilité, USSD). Le réseau d'accès 2G sera aussi introduit avec son architecture et ses interfaces. L'évolution du GSM vers les données sera introduite à travers GPRS et EDGE et les services de données associés tels que MMS. Le réseau GPRS sera présentée avec son architecture, ses procédures (mobilité, contrôle de session, taxation et roaming).

L'évolution de la 2G vers la 3G est décrite avec notamment le nouveau réseau d'accès 3G/3G+ qui supporte les technologies W-CDMA, HSDPA, HSUPA et HSPA+ ainsi que les nouveaux réseaux cœur circuit appelé R4 ou NGN Mobile, et cœur multimédia appelé IMS. Le cours introduira aussi l'évolution vers la 4G avec le nouveau réseau d'accès appelé LTE et le nouveau réseau cœur uniquement paquet appelé ePC (Evolved Packet Core). Les services de téléphonie sont mis en œuvre par l'IMS dans la 4G.

1. Les réseaux mobiles et leurs évolutions : 2G, 2G+, 3G, 3G+ et 4G
2. Architecture du réseau et des services GSM et interfonctionnement avec le RTC.
  - 2.1. L'architecture fonctionnelle du GSM : MS, BTS, BSC, MSC, GMSC, VLR, HLR, AuC, EIR.
  - 2.2. Dimensionnement d'un réseau GSM
  - 2.3. Identités et Adressage dans un réseau
    - 2.3.1. MSISDN : Mobile Station ISDN Number
    - 2.3.2. IMSI : International Mobile Subscriber Identity
    - 2.3.3. IMEI : International Mobile Equipment Identity
    - 2.3.4. LAI et LAC Location Area Identifier, Location Area Code
    - 2.3.5. CellId : Cell Identifier
    - 2.3.6. TMSI : Temporary IMSI
    - 2.3.7. MSRN : Mobile Station Roaming Number
    - 2.3.8. Utilisation de ces différents identificateurs
  - 2.4. Signalisation dans le réseau GSM
    - 2.4.1. Signalisation dans le sous-système réseau (NSS) : SS7
      - 2.4.1.1. MTP
      - 2.4.1.2. SCCP et usage des Global Title
      - 2.4.1.3. ISUP pour l'établissement et la libération de circuits de parole
      - 2.4.1.4. TCAP
      - 2.4.1.5. MAP pour la gestion de la mobilité du terminal et pour le transfert de SMS
      - 2.4.1.6. INAP et CAP pour le réseau intelligent et CAMEL
    - 2.4.2. Signalisation dans le sous-système radio (BSS)

- 2.4.2.1. BSSAP
  - 2.4.2.1.1. DTAP
  - 2.4.2.1.2. BSSMAP
- 2.4.3. Signalisation entre la station mobile et le MSC/VLR de rattachement
  - 2.4.3.1. CM (Connection Management) pour l'établissement et la libération d'appel
  - 2.4.3.2. MM (Mobility Management) pour l'attachement, le détachement et la mise à jour de la localisation
- 2.5. Gestion de la mobilité GSM
  - 2.5.1. Attachement
  - 2.5.2. Mise à jour de la localisation (Location Area Update)
  - 2.5.3. Détachement
- 2.6. Authentification et Chiffrement
- 2.7. Paging
- 2.8. Scénarii d'appels : GSM-GSM, GSM-RTCP, RTCP-GSM
- 2.9. Scénarii d'appel (entrant et sortant) depuis un réseau visité (roaming international)
- 2.10. Service complémentaires dans un réseau GSM
- 2.11. Handover
  - 2.11.1. Handover Intra-BTS
  - 2.11.2. Handover Inter-BTS / Intra-BSC
  - 2.11.3. Handover Inter-BSC / Intra MSC
  - 2.11.4. Handover Inter-MSC
- 2.12. Services à valeur ajoutée dans un réseau GSM
  - 2.12.1. SMS
  - 2.12.2. Prépayé avec CAMEL Phase 1 et CAMEL Phase 2
  - 2.12.3. USSD
  - 2.12.4. Portabilité du numéro
    - 2.12.4.1. Approche Signaling Relay Function
    - 2.12.4.2. Approche All Call Query
  - 2.12.5. UMA
- 3. Architecture de réseau et de services GPRS
  - 3.1. Entités fonctionnelles du réseau GPRS : SGSN, GGSN, Border Gateway, Charging Gateway, Réseau IP
  - 3.2. Dimensionnement d'un réseau GPRS
  - 3.3. Profil de souscription GPRS
  - 3.4. Gestion de la mobilité GPRS
    - 3.4.1. Procédure d'attachement de la station mobile au réseau GPRS
    - 3.4.2. Procédure de détachement de la station mobile au réseau GPRS
    - 3.4.3. Procédures de gestion de localisation
    - 3.4.4. Paging
    - 3.4.5. Gestion de la mobilité GPRS avec UE dans l'état Idle
    - 3.4.6. Gestion de la mobilité GPRS avec UE dans l'état actif
  - 3.5. Ouverture et fermeture de contextes PDP
  - 3.6. Protocoles dans le réseau GPRS : GTP-C, GTP-U, MAP
  - 3.7. Roaming International GPRS : GRX
  - 3.8. Taxation GPRS
  - 3.9. Multimedia Messaging
- 4. Architecture du réseau EDGE
  - 4.1. Migration de GPRS à EDGE
  - 4.2. Evolution du réseau GSM/GPRS pour introduire EDGE
- 5. Architecture d'accès 3G/3G+

- 5.1. Les bases de l'architecture UMTS
  - 5.1.1. Architecture générale des systèmes (UE, UTRAN, domaine CS, domaine PS)
  - 5.1.2. Interfaces
  - 5.1.3. Fonction des éléments de réseau
  - 5.1.4. Les standards
  - 5.1.5. Evolutions ATM => IP
- 5.2. Principes du système radio de l'UMTS
  - 5.2.1. Fréquences utilisées
  - 5.2.2. Les canaux radio
  - 5.2.3. RAB, Radio Bearers
  - 5.2.4. Canaux logiques, canaux de transport, canaux physiques
  - 5.2.5. "Mapping" entre les canaux
  - 5.2.6. Structure des canaux physiques
- 5.3. Protocoles de l'UTRAN
  - 5.3.1. Protocoles radio ou AS : RRC, RLC, MAC
  - 5.3.2. Protocoles lu ou NAS : RANAP, RNSAP, NBAP, ALCAP
- 5.4. W-CDMA
  - 5.4.1. Principes
  - 5.4.2. Historique, avantages et désavantages
  - 5.4.3. Description du fonctionnement
- 5.5. Le "handover"
  - 5.5.1. "Hard handover" : interfonctionnement avec 2G et autres systèmes
  - 5.5.2. "Soft handover"
- 5.6. HSDPA
- 5.7. HSUPA
- 5.8. HSPA+
- 5.9. Architecture physique de l'UTRAN
  - 5.9.1. Les terminaux 3G (UE)
    - 5.9.1.1. L'USIM et la carte UICC
    - 5.9.1.2. Types de terminaux UMTS
  - 5.9.2. Nodes B
    - 5.9.2.1. Fonctionnalités
    - 5.9.2.2. Impact de HSPA
  - 5.9.3. RNC
    - 5.9.3.1. Fonctionnalités
    - 5.9.3.2. Impact de HSPA
- 6. Architecture de réseau et de services "circuits" 3G/3G+
  - 6.1. Release 3
    - 6.1.1. Du 2G MSC au 3G MSC
  - 6.2. Release 4 : NGN Mobile
    - 6.2.1. Entités 3GPP R4
      - 6.2.1.1. CS-MGW
      - 6.2.1.2. MSC Server
      - 6.2.1.3. GMSC Server
      - 6.2.1.4. Signaling Gateway
      - 6.2.1.5. Solutions des fournisseurs
    - 6.2.2. Protocoles dans 3GPP R4 :
      - 6.2.2.1. Plan de contrôle MEGACO/BICC/SIP-I
      - 6.2.2.2. Plan usager : RTP
    - 6.2.3. Gestion de la mobilité en 3GPP R4
    - 6.2.4. Scénarii d'appel
      - 6.2.4.1. Appel mobile-fixe
      - 6.2.4.2. Appel mobile-mobile

## 6.2.4.3. Appel fixe-mobile

7. Architecture de réseau et de services "paquet" 3G/3G+
  - 7.1. Du 2G SGSN au 3G SGSN
  - 7.2. 3G Direct Tunnel
  - 7.3. Etablissement de contexte PDP par le réseau
  - 7.4. Mise en œuvre de la QoS dans le réseau GPRS
  - 7.5. Support des politiques de QoS, Gating et Taxation
  - 7.6. Taxation sur la base des flux de service
  - 7.7. Gestion de la mobilité GPRS avec accès 3G/3G+
  - 7.8. Gestion de session GPRS avec accès 3G/3G+
  - 7.9. Services data mobile 3G/3G+
    - 7.9.1. Fair use
    - 7.9.2. Forfait bloqué
    - 7.9.3. TV mobile
    - 7.9.4. Streaming
8. Le futur : Architecture de réseau et de services 4G
  - 8.1. Nouveau réseau d'accès : LTE
    - 8.1.1. Entités
    - 8.1.2. Interface : X2, S1
  - 8.2. Nouveau réseau cœur uniquement paquet : ePC (Evolved Packet Core)
    - 8.2.1. Entités
    - 8.2.2. Interfaces
  - 8.3. Gestion de la mobilité
  - 8.4. Gestion de session : Etablissement, Modification, Libération de bearers
  - 8.5. Téléphonie et 4G
    - 8.5.1. CS-Fallback
    - 8.5.2. VoLTE avec IMS

## PLANIFICATION DES RESEAUX CELLULAIRES

*Public* : Ingénieurs planification réseau et radio, Consultants réseaux et télécoms.

*Pré-requis* : Connaissances de base sur les réseaux cellulaires.

*Durée de la formation* : 3 à 4 jours.

*Nombre maximum de participants* : 12.

L'objectif de ce cours est de présenter en détail le processus de planification d'un réseau cellulaire. La formation permettra aux participants de maîtriser les étapes de planification d'un réseau cellulaire : définition des objectifs de qualité de service, dimensionnement des équipements, planification radio, planification du sous-système réseau, ... Un exemple d'outil de planification radio illustrera les concepts étudiés. Des modèles de trafic et de mobilité seront introduits dans le cadre du dimensionnement des services de transmission de données.

1. Propagation en environnement radio-mobile
  - 1.1 Mécanismes de base de la propagation en environnement radio-mobile
  - 1.2 Les modèles de propagation à grande échelle
  - 1.3 Calibrage d'un modèle de propagation
  - 1.4 Eléments de base des antennes utilisées dans les réseaux cellulaires
2. Concept cellulaire. Architecture d'un réseau cellulaire. Introduction au réseau GSM
  - 2.1 Architecture cellulaire : notion de motif de réutilisation, C/I, rapport D/R, différents types de motifs de réutilisation
  - 2.2 Architecture et fonctions d'un réseau cellulaire : exemple du GSM
  - 2.3 Canaux logiques GSM
3. Dimensionnement d'un réseau cellulaire
  - 3.1 Processus de dimensionnement : paramètres d'entrée, fonctions de dimensionnement (lois d'Erlang), contraintes de qualité de service,
  - 3.2 Modèles de trafic et de mobilité
  - 3.3 Application au dimensionnement de l'interface radio GSM
  - 3.4 Application au dimensionnement du sous-système réseau GSM
4. Planification radio d'un réseau cellulaire de deuxième génération. Exemple d'un outil de planification radio
  - 4.1 Bilan de liaison : paramètres et équilibrage d'une liaison radio
  - 4.2 Planification des fréquences
  - 4.3 Planification des codes de saut de fréquence
5. Introduction à la planification d'un réseau WCDMA
  - 5.1 Introduction à l'interface radio UMTS
  - 5.2 Etablissement du bilan de liaison montant
  - 5.3 Etablissement du bilan de liaison descendant
  - 5.4 Planification de l'interface radio CDMA
6. Planification du sous-système réseau. Dimensionnement des services de transmission de données
  - 6.1 Planification des zones de localisation
  - 6.2 Optimisation de l'architecture du réseau fixe : localisation et interconnexion des concentrateurs et des sites terminaux

- 6.3 Modèles de trafic et de mobilité pour la transmission de données
- 6.4 Outils de dimensionnement d'un réseau de transmission de données : application au GPRS et à l'UMTS

## OPTIMISATION ET EXPLOITATION DES RESEAUX CELLULAIRES

*Public* : Ingénieurs planification et exploitation radio, Consultants réseaux et télécoms

*Pré-requis* : Connaissances de base sur les réseaux cellulaires

*Durée de la formation* : 3 à 4 jours

*Nombre maximum de participants* : 12

L'objectif de ce cours est de présenter en détail le processus d'optimisation et d'exploitation d'un réseau cellulaire. La formation permettra aux participants de maîtriser l'optimisation d'un réseau cellulaire : définition des objectifs de performance, suivi de la qualité de service, paramétrage des procédures, ... Un exemple d'une chaîne de mesures radio illustrera les concepts étudiés. Le suivi des performances et l'optimisation des paramètres liés aux services de transmission de données seront également abordés dans cette formation.

1. Rappel sur les différents éléments d'un réseau cellulaire
  - 1.1. Architecture cellulaire et indicateurs de qualité
  - 1.2. Concept cellulaire : motifs de réutilisation, rapports de protection
  - 1.3. Propagation en environnement radio-mobile : modèles de propagation, mesures de champ
  - 1.4. Architecture d'un réseau GSM
2. Les procédures et paramétrage d'un réseau cellulaire
  - 2.1. Handover et sélection / resélection de cellules
  - 2.2. Gestion des appels
  - 2.3. Localisation et zones de routage
3. Déploiement d'un réseau cellulaire
  - 3.1. Processus d'acquisition / négociation de sites
  - 3.2. Installation d'un site radio
  - 3.3. Dossier site
  - 3.4. Mise en service (*commissionning*) et intégration d'un site radio
  - 3.5. Réception et validation
4. Optimisation d'un réseau cellulaire
  - 4.1. Paramètres à optimiser
  - 4.2. Méthodes d'optimisation
  - 4.3. Indicateurs de performances
  - 4.4. Outils de mesures
5. Exploitation et suivi de qualité d'un réseau cellulaire GSM
  - 5.1. Exemple d'une chaîne de mesures numériques
  - 5.2. Extraction et exploitation des compteurs OMC
  - 5.3. Indicateur de performances
  - 5.4. Identification des problèmes de qualité et des solutions (interférences, taux de blocage, taux de coupure, ...)
6. Organisation des services d'exploitation et de maintenance d'un réseau GSM.
  - 6.1. Fonctions des services d'exploitation et de maintenance
  - 6.2. Organisation centralisée / décentralisée
  - 6.3. Echanges entre les services de planification / optimisation et les services d'exploitation et maintenance.

## NORMES UMTS CELLULAIRE, EVOLUTIONS, PRINCIPES D'INGENIERIE

*Objectifs du cours :* Comprendre les principes, l'architecture, les services et les évolutions du réseau UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)

*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom

*Pré-requis :* Connaissances minimum des mondes GSM et GPRS

*Durée de la formation:* 5 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

Cette formation a pour objet d'introduire les concepts fondamentaux du système cellulaire UMTS et ses évolutions ainsi qu'une vision des systèmes radio large bande dont le WiMAX. Nous introduirons les principaux composants et fonctionnalités du système dans sa version initiale (R99). La technique d'accès multiple WCDMA sera précisée avec en particulier les notions de canaux physiques, de transport et logiques. Le processus de planification d'un réseau UMTS sera examiné en détail avec des exemples concrets permettant aux participants de comprendre les paramètres à prendre en compte lors du dimensionnement d'un réseau UMTS. Puis nous examinerons les évolutions ainsi que les principaux services possibles dans chaque nouvelle *release* de la norme (R4, R5, R6 et R7). L'intégration de l'UMTS avec les systèmes WLANs, notamment avec l'exemple du service UNIK d'Orange, sera prise en compte dans la deuxième partie de la formation focalisée sur les services possibles avec les systèmes 3G. Nous présenterons en particulier les éléments d'ingénierie des réseaux UMTS et les différences entre la planification GSM et la planification UMTS.

### 1. Du GSM et GPRS à l'UMTS

- 1.1. Architecture des sous-systèmes radio et réseau GSM (GSM BSS & NSS)
- 1.2. Architecture du sous-système réseau GPRS (GPRS NSS)
- 1.3. Architecture du sous-système radio UMTS (UMTS RAN)
- 1.4. Architecture du réseau cœur UMTS (UMTS CN)
  - 1.4.1. Domaine de commutation de circuit UMTS (Domaine CS)
  - 1.4.2. Domaine de commutation de paquet UMTS (Domaine PS)
  - 1.4.3. Panorama des releases UMTS de la R99 à la R7.
- 1.5. Services et applications UMTS
  - 1.5.1. Services circuit
  - 1.5.2. Services paquet
  - 1.5.3. Différentiation de services et QoS
  - 1.5.4. Services de localisation

### 2. UMTS RAN

- 2.1. Entités
  - 2.1.1. RNC
  - 2.1.2. Node B
  - 2.1.3. UE
- 2.2. Interfaces UMTS RAN : Iub, Iur, IuCS, IuPS
  - 2.2.1. Canaux physiques à l'interface air
  - 2.2.2. Canaux de transport à l'interface air
  - 2.2.3. Procédures de gestion de l'interface radio (codages, contrôle de puissance en boucle ouverte et boucle fermée, ...)
  - 2.2.4. Procédures de gestion des couches L1/MAC (plan de contrôle et plan usager)
- 2.3. Signalisation dans l'UMTS RAN
  - 2.3.1. NBAP, RNSAP, RANAP, ALCAP (rôles, interfaces et interactions)

- 2.3.2. Procédures de handover : Soft, Soft et Hard handovers (protocoles, mesures sur l'interface radio, critères de déclenchement, gestion des ensembles de cellules, ...)
  - 2.4. Transfert de données dans l'UMTS RAN
    - 2.4.1. AAL2/ATM
    - 2.4.2. AAL5/ATM
    - 2.4.3. GTP-U v1
  - 2.5. Séquencement et ordonnancement paquet
  - 2.6. HSPA
    - 2.6.1. HSDPA en R5
    - 2.6.2. HSUPA en R6 et évolution vers le HSPA et HSPA+
- ### 3. UMTS Core Network de la R3 à la R5
- 3.1. Composants du cœur de réseau
  - 3.2. Identités et adressage UMTS
  - 3.3. Protocoles et procédures de gestion des sessions
    - 3.3.1. Contexte PDP : Flux de signalisation et transfert de données dans les domaines CS et PS et routage
    - 3.3.2. Gestion de la sécurité dans l'UMTS (authentification et chiffrement)
    - 3.3.3. Gestion de la mobilité
- ### 4. Evolution des différentes releases UMTS
- 4.1. Releases UMTS : R5 à R7 (nouvelles techniques introduites, parallèle avec l'évolution du GERAN)
  - 4.2. Intégration avec les WLANs et les réseaux de deuxième génération (couplage léger et couplage serré, évolution dans un contexte NGN, UMA et exemple du service UNIK d'Orange)
  - 4.3. Concepts IMS et NGN
- ### 5. Planification d'un réseau UMTS
- 5.1. Contraintes de planification d'un réseau CDMA
  - 5.2. Processus de planification d'un réseau CDMA
  - 5.3. Dimensionnement de l'UMTS RAN (modèles de trafic et de mobilité, dimensionnement des services voix et des services de données)
  - 5.4. Bilan de liaison
    - 5.4.1. Bilan de liaison Uplink
    - 5.4.2. Bilan de liaison Uplink pour le CPICH
    - 5.4.3. Bilan de liaison Uplink pour les différents Services (Mode Connecté)
  - 5.5. Outils de planification cellulaires pour le CDMA
  - 5.6. Paramétrage et optimisation pendant la planification réseau
  - 5.7. Exemples et étude de cas
- ### 6. Suivi des performances UTRAN et KPI
- 6.1. Outils de suivi de performances
    - 6.1.1. Chaînes de mesures drive-tests
    - 6.1.2. Sondes et analyseurs de protocoles
    - 6.1.3. Compteurs OMC
  - 6.2. Paramètres mesurés et KPI

## 6.2.1. Mesures d'interférences

## 7. Optimisation de capacité

## 7.1. Introduction : Processus de déploiement du réseau

## 7.1.1. Planification du réseau

## 7.1.2. Optimisation Initiale

## 7.1.3. Optimisation Continue

## 7.2. Ingénierie de trafic UMTS

## 7.2.1. Contraintes de capacité

## 7.2.2. Estimation de capacité Uplink

## 7.2.3. Estimation de capacité Downlink

## 7.3. Effet de la Vidéo-Téléphonie et des données PS sur l'ingénierie de trafic

## 7.4. Ingénierie de trafic multiservice

## LA PMR ET SES EVOLUTIONS 4G

*Objectifs de la formation* : Apporter les connaissances nécessaires afin de maîtriser les mécanismes utilisés dans les standards PMR (Private Mobile Radiocommunications) TETRA et TETRAPOL, apporter les connaissances nécessaires afin de maîtriser les mécanismes utilisés dans les évolutions à haut débit de ces solutions PMR : TETRAPOL IP et TEDS, comprendre la place de ces solutions par rapport à des solutions PMR alternatives : GSM-R, apporter les moyens de se projeter dans la future PMR 4G en donnant les bases des solutions actuelles 3G+ / 4G et en mettant en évidence leurs possibilités intrinsèques d'adaptation aux contraintes PMR.

*Public*: Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et services télécom, responsables télécom

*Pré-requis* : Toute personne travaillant chez un équipementier ou en tant qu'utilisateur de la radiotéléphonie professionnelle et souhaitant comprendre les concepts de base de la PMR actuelle (TETRA et TETRAPOL) et de son évolution avec LTE. Une bonne connaissance des réseaux GSM / GPRS / EDGE ou UMTS est un pré-requis important, mais non indispensable.

*Durée de la formation*: 2 jours.

*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

## 1. Contexte Global des Systèmes Radiomobiles

## 1.1. Panel global des standards radiomobiles publics et professionnels

## 2. Qu'est qu'un Réseau PMR

## 2.1. Les spécificités PMR : des usagers aux services, le Push to Talk, le mode Direct

## 2.2. Les caractéristiques de l'architecture d'un réseau PMR : équipements (station de base, relais, mobiles, portatifs, répéteur), interfaces et procédures

## 2.3. Caractéristiques radios des solutions PMR : plan de fréquence, mode duplex, puissance des équipements, techniques radios utilisées, ingénierie radio

## 2.4. Différences entre réseaux PMR et réseaux radiomobiles publics

## 2.5. L'écosystème actuel du monde PMR : (acteurs, constructeurs, opérateurs)

## 3. Quelques Standards PMR

## 3.1. Les solutions PMR 1G : MPT1327

## 3.2. Les standards PMR 2G :

## 3.2.1. TETRA: architecture, services, interface radio, procédures,

## 3.2.2. TETRAPOL: architecture, services, interface radio, procédures

## 3.2.3. APCO P25: architecture, services, interface radio, procédures

## 3.2.4. Principaux réseaux TETRA, TETRAPOL &amp; APCO P25 déployés

## 3.3. Les standards PMR 2G+ :

## 3.3.1. Mode Paquet TETRA : l'évolution GPRS de TETRA

## 3.3.2. Evolution TEDS de TETRA : OFDM &amp; TETRA, performance TEDS

## 3.3.3. Evolution IP TETRAPOL

## 3.4. Autres voies PMR : DMR &amp; d-PMR

## 4. Réseau PMR &amp; 4G

## 4.1. Les nouveaux besoins PMR

## 4.2. Les besoins PMR via un standard commercial 3G/3G+/4G :

4.2.1. Rappels sur les réseaux 3G(UMTS), 3G+(HSPA) et 4G(LTE/IMS) :  
architecture, équipements, interfaces, spécificités radio, procédures principales

## 4.2.2. Un mot sur GSM-R

- 4.2.3. Approches MVNO : qu'est ce qu'un MVNO, évolution MVNO pour la Public Safety UK
- 4.2.4. Approche Overlay : exemple de la PMR US, Bande 14 (700MHz), réseau FirstNet
- 4.3. Evolution 4G pour la PMR:
  - 4.3.1. Les bandes de fréquences PMR : 400MHz & 800MHz
  - 4.3.2. Les mobiles High Power
  - 4.3.3. L'apport du eMBMS
  - 4.3.4. L'apport de l'OMA PoC
  - 4.3.5. L'apport du Relay Node
  - 4.3.6. L'apport du HD-FDD
  - 4.3.7. Coexistence Radio PMR 2G/PMR 4G
  - 4.3.8. Ingénierie radio d'une PMR 4G : iso couverture PMR 2G/PMR 4G ou pas ?
  - 4.3.9. Architecture LTE & résilience
  - 4.3.10. Carrier Aggregation & PMR
  - 4.3.11. Le mode direct 4G : LTE revisité ou WiFi-Direct ?
  - 4.3.12. Quels services pour une PMR 4G ?
- 4.4. Etat de l'avancement des travaux 3GPP R12 dédiés à la PMR :
  - 4.4.1. ProSe & D2D (Proximity Services & Device to Device)
  - 4.4.2. GCSE (Group Call Communication)
  - 4.4.3. Mobile Relay Node
- 5. Synthèse et Conclusion

## LE RESEAU ET LES SERVICES GSM

*Objectif* : Comprendre l'architecture de réseau, les protocoles et les services GSM  
*Public* : Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom  
*Pré-requis* : Aucun pré-requis  
*Durée de la formation* : 3 jours  
*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

- 1. Architecture globale GSM
  - 1.1. Sous-système radio (BSS, Base Station Subsystem)
  - 1.2. Sous-système Réseau (NSS, Network Subsystem)
  - 1.3. Interfonctionnement avec le réseau téléphonique commuté public
  - 1.4. Exemples de configurations de réseau GSM en Europe
- 2. Architecture fonctionnelle du réseau GSM
  - 2.1. Entités du réseau GSM
    - 2.1.1. Entités BSS : MS, BTS, BSC, OMC-R
    - 2.1.2. Entités NSS : MSC, GMSC, VLR, HLR, AuC, EIR, SMSC, SCP, OMC-S
  - 2.2. Dimensionnement du réseau GSM
    - 2.2.1. Dimensionnement BSC, MSC/VLR, HLR, SMSC, SCP
    - 2.2.2. Exemples de quelques fournisseurs et de la scalabilité de leurs équipements
  - 2.3. Identités et Adressage dans un réseau
    - 2.3.1. MSISDN : Mobile Station ISDN Number
    - 2.3.2. IMSI : International Mobile Subscriber Identity
    - 2.3.3. IMEI : International Mobile Equipment Identity
    - 2.3.4. LAI et LAC Location Area Identifier, Location Area Code
    - 2.3.5. CellId : Cell Identifier
    - 2.3.6. TMSI : Temporary IMSI
    - 2.3.7. MSRN : Mobile Station Roaming Number
    - 2.3.8. Utilisation de ces différents identificateurs
  - 2.4. Interfaces dans le réseau GSM et protocoles supportant ces interfaces
- 3. Signalisation dans le réseau GSM
  - 3.1. Signalisation dans le sous-système réseau (NSS) : SS7
    - 3.1.1. MTP
    - 3.1.2. SCCP et usage des Global Title
    - 3.1.3. ISUP pour l'établissement et la libération de circuits de parole
    - 3.1.4. TCAP
    - 3.1.5. MAP pour la gestion de la mobilité du terminal et pour le transfert de SMS
    - 3.1.6. INAP et CAP pour le réseau intelligent et CAMEL
    - 3.1.7. Dimensionnement et architecture du réseau SS7 dans un réseau GSM
  - 3.2. Signalisation dans le sous-système radio (BSS)
    - 3.2.1. BSSAP
      - 3.2.1.1. DTAP
      - 3.2.1.2. BSSMAP
    - 3.2.2. Signalisation entre la station mobile et le MSC/VLR de rattachement
      - 3.2.2.1. CM (Conexion Management) pour l'établissement et la libération d'appel
      - 3.2.2.2. MM (Mobility Management) pour l'attachement, le détachement et la mise à jour de la localisation
  - 3.3. Gestion de l'itinérance (roaming) dans le réseau nominal et dans un réseau visité
    - 3.3.1. Attachement
    - 3.3.2. Mise à jour de la localisation (Location Area Update)
    - 3.3.3. Détachement



- 3.4. Authentification et Encryptage
- 3.5. Paging
- 3.6. Scénarios d'appels : GSM-GSM, GSM-RTCP, RTCP-GSM
- 3.7. Scénarios d'appel (entrant et sortant) depuis un réseau visité (roaming international)
- 3.8. Routage optimal dans un réseau GSM
- 3.9. Service complémentaires dans un réseau GSM
- 3.10. Handover
  - 3.10.1. Handover Intra-BTS
  - 3.10.2. Handover Inter-BTS / Intra-BSC
  - 3.10.3. Handover Inter-BSC / Intra MSC
  - 3.10.4. Handover Inter-MSC
- 4. Services à valeur ajoutée dans un réseau GSM
  - 4.1. SMS : SMSC (Short Message Service Center) et trafic MAP
  - 4.2. Prépayé
  - 4.3. Réseau Privé Virtuel (VPN, Virtual Private Network)
  - 4.4. Numéros abrégés
  - 4.5. CAMEL Phase 1 et Phase 2 pour les services prépayé et réseau privé virtuel en roaming international
    - 4.5.1. Architecture CAMEL
      - 4.5.1.1. SSP
      - 4.5.1.2. SCP
      - 4.5.1.3. SRP
    - 4.5.2. Protocoles impliqués : CAP et MAP
    - 4.5.3. Scénarios d'appel entrant et sortant prépayés avec CAMEL Phase
  - 4.6. USSD
  - 4.7. WAP
    - 4.7.1. Architecture WAP
    - 4.7.2. Protocoles WAP
  - 4.8. Services de localisation
    - 4.8.1. Techniques de localisation
      - 4.8.1.1. COO
      - 4.8.1.2. TOA
      - 4.8.1.3. E-OTD
      - 4.8.1.4. A-GPS
    - 4.8.2. Architecture de service de localisation
      - 4.8.2.1. LMU
      - 4.8.2.2. SMLC
      - 4.8.2.3. GMLC
    - 4.8.3. APIs de service de localisation: LIF, Parlay et WAPForum
  - 4.9. Portabilité du numéro
    - 4.9.1. Approche Signaling Relay Function
    - 4.9.2. Approche All Call Query
  - 4.10. M-Commerce avec GSM
  - 4.11. GSM et OSA (Open Service Architecture)
    - 4.11.1. OSA Gateway
    - 4.11.2. OSA Application Server
    - 4.11.3. Applications OSA
- 5. Du GSM au GPRS
  - 5.1. Extension du réseau GSM pour supporter GPRS
  - 5.2. Entités GPRS
    - 5.2.1. SGSN et GGSN
    - 5.2.2. PCU

- 5.2.3. Charging Gateway
- 5.2.4. OMC-G
- 5.2.5. Backbone Intra-PLMN
- 5.2.6. Backbone Inter-PLMN
- 5.3. Dimensionnement du réseau GPRS
- 5.4. Gestion de l'itinérance dans le réseau nominal et dans un réseau visité GPRS
- 5.5. Etablissement et libération de contexte PDP GPRS pour le transfert de données
- 5.6. Services à valeur ajoutée GPRS
  - 5.6.1. MMS
  - 5.6.2. WAP
  - 5.6.3. Prepaid
  - 5.6.4. Mobile data VPN

## LE RESEAU GPRS ET SES EVOLUTIONS

*Public* : Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom

*Pré-requis* : Connaissance minimum de la signalisation GSM et du monde TCP/IP

*Durée de la formation* : 3 jours

*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

Le but de ce cours est de comprendre:

- L'architecture de réseau GPRS et son intégration dans le sous-système réseau GSM
- Les concepts TCP/IP afin d'appréhender le fonctionnement du réseau GPRS (DNS, DHCP, IP routing, etc).
- Les procédures de transfert et de signalisation GPRS
- Les mécanismes de facturation GPRS
- Les similarités entre les signalisations GSM et GPRS
- Les services s'appuyant sur GPRS tels que WAP, I-Mode, MMS, SMS
- L'application de CAMEL Phase 3 pour des services GPRS tels que Prepaid
- L'évolution de GPRS avec UMTS R3, R4, R5 et R6

### 1. Architecture de réseau GPRS

- 1.1. Intégration de GPRS dans le réseau GSM
- 1.2. Backbone GPRS
- 1.3. Entités GPRS, GPRS Support Nodes (SGSN et GGSN) et PCU
- 1.4. Interfaces GPRS
  - 1.4.1. Interface Gb : Interface entre SGSN et BSS
  - 1.4.2. Interface Gn : Interface entre deux GSNs dans le même PLMN
  - 1.4.3. Interface Gi : Interface entre GPRS et des réseaux de données externes
  - 1.4.4. Interface Gc : Interface optionnelle entre GGSN et HLR
  - 1.4.5. Interface Gd : Interface entre SGSN et SMSC
  - 1.4.6. Interface Gf : Interface entre SGSN et EIR
  - 1.4.7. Interface Gp : Interface entre deux GSNs dans différents PLMNs
  - 1.4.8. Interface Gr : Interface entre SGSN et HLR
  - 1.4.9. Interface Gs : Interface entre SGSN et MSC/VLR
- 1.5. Interfonctionnement entre GPRS et des réseaux de données PDN
  - 1.5.1. Interfonctionnement avec X.25
  - 1.5.2. Interfonctionnement avec IP

### 2. Identités GPRS

- 2.1. IMSI et Packet TMSI
- 2.2. NSAPI et TLLI
- 2.3. PDP Address
- 2.4. TID
- 2.5. Routing Area Identity et Cell Identity
- 2.6. Adresses IP et SS7 des GSNs
- 2.7. Access Point Name

### 3. Introduction à TCP/UDP/IP pour la compréhension du réseau GPRS

- 3.1. Fonctions IP
  - 3.1.1. Adressage
  - 3.1.2. Quality de Service
  - 3.1.3. Routage : RIP, OSPF et BGP

- 3.2. Protocoles de transport TCP et UDP
- 3.3. DHCP : Dynamic Host configuration Protocol
- 3.4. DNS : Domain Name System
- 3.5. SNMP : Simple Network Management protocol

### 4. Fonctionnement d'un réseau GPRS

- 4.1. Plan de signalisation GPRS
  - 4.1.1. Procédures de signalisation entre MS et SGSN : GMM, SM
  - 4.1.2. Procédures de signalisation entre SGSN et HLR : MAP
  - 4.1.3. Procédures de signalisation entre SGSN et MSC/VLR : BSSAP+
  - 4.1.4. Procédures de signalisation entre SGSN et EIR : MAP
  - 4.1.5. Procédures de signalisation entre SGSN et SMSC/VLR : MAP
  - 4.1.6. Procédures de signalisation entre GSNs : GTP
  - 4.1.7. Procédures de signalisation entre GGSN et HLR : MAP ou GTP et MAP
- 4.2. Plan de transmission et routage GPRS
  - 4.2.1. Transfert et routage de paquet : GTP
  - 4.2.2. Modèle d'état Packet data protocol (PDP)
  - 4.2.3. Activation, libération et modification de Contexte PDP
  - 4.2.4. Transfert de données depuis la station mobile
  - 4.2.5. Transfert de données vers la station mobile
- 4.3. Gestion de la mobilité GPRS
  - 4.3.1. Modèle d'état MM
  - 4.3.2. Procédure d'attachement de la station mobile au réseau GPRS
  - 4.3.3. Procédure de détachement de la station mobile au réseau GPRS
  - 4.3.4. Procédures de gestion de localisation
  - 4.3.5. Paging
  - 4.3.6. Procédures de gestion du souscripteur
  - 4.3.7. Impact de GPRS sur la gestion de la mobilité GSM
- 4.4. Taxation GPRS
  - 4.4.1. Information de taxation dans le SGSN (S-CDR) et dans le GGSN (G-CDR)
  - 4.4.2. Taxation des SMS dans GPRS (SM-CDR)
  - 4.4.3. Principes de collecte des données de taxation
  - 4.4.4. Protocole GTP' pour la collecte des CDR GPRS
  - 4.4.5. Exemples de scénarios de taxation
  - 4.4.6. Architecture du Charging Gateway
- 4.5. Architecture de gestion du réseau GPRS

### 5. GPRS et CAMEL Phase 3

- 5.1. Architecture CAMEL Phase 3
  - 5.1.1. GprsSSF
  - 5.1.2. GsmSCF
- 5.2. Modèle d'état GPRS
  - 5.2.1. Modèle d'état GPRS Attach/Detach
  - 5.2.2. Modèle d'état GPRS PDP Context
- 5.3. Flux d'information CAMEL Phase 3 pour les services GPRS
- 5.4. Exemple de service Prepaid avec GPRS et CAMEL Phase 3
- 5.5. Modèle d'état SMS
- 5.6. Flux d'information CAMEL Phase 3 pour les services SMS
- 5.7. Exemple de service Prepaid avec SMS et CAMEL Phase 3

### 6. GPRS et autres Services

- 6.1. SMS et GPRS
- 6.2. MMS et GPRS

- 6.4. i-mode, WAP et GPRS
- 6.5. Streaming
- 6.6. mail

## 7. Evolutions GPRS

- 7.1. UMTS R3, R4, R5 et R6
- 7.2. Le nouveau domaine IP Multimedia et la signalisation SIP

## RESEAUX MOBILES UMTS : 3G, 3G+

*Objectifs du cours* : Comprendre l'architecture UMTS (équipement usager, accès, réseau, services), l'architecture 3G+ et l'évolution vers la nouvelle technologie d'accès LTE.

*Pré-requis* : Connaissance des réseaux mobiles 2G

*Public*: Techniciens en informatique, réseau, télécom ; Ingénieurs en informatique, réseau, télécom

*Durée de la formation* : 3 jours

*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

L'UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) est aujourd'hui une réalité sur le plan technique. Plus de 350 opérateurs dans le monde ont déployé cette technologie. Des débits encore plus élevés grâce à la 3G+ (HSDPA/HSUPA et HSPA+) sont d'ores et déjà disponibles. Avec le développement des technologies d'accès à Internet haut débit fixes (ex. ADSL), l'accélération de la convergence fixe-mobile représente le prochain défi.

Cette formation présente l'UMTS selon les derniers avancements des spécifications et avec les terminologies consacrées : l'équipement usager, le réseau cœur (circuit et paquet), le réseau d'accès radio UTRAN et enfin les nouveaux services offerts. Les différentes technologies d'accès radio W-CDMA, HSDPA, HSUPA et HSPA+ sont décrites.

La nouvelle technologie d'accès radio appelée LTE/E-UTRA couplée à une nouvelle architecture réseau appelée ePC seront aussi introduites afin de montrer l'évolution de la 3G vers la 4G.

### 1. Introduction

#### 1.1. Les différentes générations

#### 1.2. Les bases de l'architecture UMTS

- 1.2.1. Architecture générale des systèmes (UE, UTRAN, domaine CS, domaine PS)
- 1.2.2. Interfaces
- 1.2.3. Fonction des éléments de réseau
- 1.2.4. Les standards
- 1.2.5. Evolutions ATM => IP

#### 1.3. Les différents problèmes

- 1.3.1. Problèmes posés par la radio
- 1.3.2. Problèmes généraux

### 2. Principes du système radio de l'UMTS

#### 2.1. Fréquences utilisées

#### 2.2. Les canaux radio

- 2.2.1. RAB, Radio Bearers
- 2.2.2. Canaux logiques, canaux de transport, canaux physiques
- 2.2.3. "Mapping" entre les canaux
- 2.2.4. Structure des canaux physiques

#### 2.3. Protocoles de l'UTRAN

- 2.3.1. Protocoles radio ou AS : RRC, RLC, MAC
- 2.3.2. Protocoles lu ou NAS : RANAP, RNSAP, NBAP, ALCAP

#### 2.4. Exemples

- 2.4.1. Appel mobile => fixe
- 2.4.2. Appel fixe => mobile
- 2.4.3. Connexion à un site Web

#### 2.5. Codage de la voix (AMR)

#### 2.6. W-CDMA

- 2.6.1. Principes
- 2.6.2. Historique, avantages et désavantages

- 2.6.3. Description du fonctionnement
  - 2.6.3.1. Codage canal et embrouillage ("channelization and scrambling codes")
  - 2.6.3.2. Contrôle de puissance
  - 2.6.3.3. Démarrage d'une UE : synchronisation système
- 2.6.4. Récepteur "Rake"
- 2.7. Le "handover"
  - 2.7.1. "Hard handover" : interfonctionnement avec 2G et autres systèmes
  - 2.7.2. "Soft handover"
- 2.8. HSDPA
  - 2.8.1. Principes
  - 2.8.2. Nouveau canal partagé HS-DSCH
  - 2.8.3. Nouveaux types de modulation : QPSK, 16QAM
  - 2.8.4. Nouvel algorithme de retransmission : H-ARQ
  - 2.8.5. Nouveau protocole : MAC-hs
- 2.9. HSUPA
  - 2.9.1. Principes
  - 2.9.2. Canaux E-DPDCH et E-DPCCH
  - 2.9.3. Protocole MAC-es
- 2.10. HSPA
  - 2.10.1. Accroissement de la capacité et du débit pic : MIMO, CPC, modulation 64 QAM
  - 2.10.2. Simplification de l'architecture réseau
- 3. Architecture physique de l'UTRAN
  - 3.1. Les terminaux 3G (UE)
    - 3.1.1. L'USIM et la carte UICC
    - 3.1.2. Types de terminaux UMTS
    - 3.1.3. Terminaux HSDPA
    - 3.1.4. Terminaux HSUPA
  - 3.2. Nodes B
    - 3.2.1. Fonctionnalités
    - 3.2.2. Impact de HSPA
  - 3.3. RNC
    - 3.3.1. Fonctionnalités
    - 3.3.2. Impact de HSPA
- 4. Le réseau "cœur"
  - 4.1. Architecture du cœur "circuits"
    - 4.1.1. Release 3
    - 4.1.2. Release 4 : NGN
    - 4.1.3. Protocoles : ISUP, MAP, SS7, SIGTRAN, MEGACO, SIP-T, SIP-I
  - 4.2. Architecture du cœur "paquets" et protocole GTP
  - 4.3. Architecture IMS et protocole SIP
  - 4.4. SMS et MMS
  - 4.5. Le réseau "intelligent" pour la mise en place de services à valeur ajoutée
    - 4.5.1. Architecture
    - 4.5.2. Protocoles INAP et CAP
  - 4.6. Fonctionnalités
    - 4.6.1. Les identités dans le réseau (IMSI, TMSI, MSRN, LAI etc...)
    - 4.6.2. Le protocole MM
      - 4.6.2.1. Attachement au réseau et authentification
      - 4.6.2.2. Changement d'aire de localisation
    - 4.6.3. Le protocole CM : appels entrants et sortants
    - 4.6.4. Le protocole SM

- 4.6.4.1. Etablissement de contextes PDP
- 4.6.4.2. Emission / Réception de données
- 5. La QoS dans les réseaux mobiles
  - 5.1. Problème posé
  - 5.2. Classes et attributs
  - 5.3. Les besoins liés à la QoS doivent être connus de tous les NE : impact sur la signalisation
    - 5.3.1. RSVP, DSCP, Contextes PDP
    - 5.3.2. Signalisation au niveau de la couche "Application" avec SIP
  - 5.4. La QoS doit être réalisée : impact sur le provisioning des ressources
    - 5.4.1. DiffServ
    - 5.4.2. IntServ
    - 5.4.3. MPLS
  - 5.5. La QoS doit être surveillée et gérée
    - 5.5.1. Contrôle d'accès
    - 5.5.2. Impact sur les canaux radio
  - 5.6. Conclusion
- 6. Evolutions vers la 4G
  - 6.1. Limites de la 3G
  - 6.2. Evolution vers la 4G (EPS)
    - 6.2.1. Evolution de l'accès : LTE
    - 6.2.2. Evolution du cœur de réseau : ePC

## NEXT GENERATION NETWORK (NGN) POUR LES MOBILES : 3GPP R4

*Objectifs du cours* : Comprendre les architectures de réseau et de service NGN pour les mobiles appelée 3GPP R4 et la migration vers cette architecture.

*Pré-requis* : Connaissance de base sur les réseaux mobiles

*Public*: Ingénieurs Télécom, Architectes Réseau, Consultants Télécom

*Durée de la formation* : 2 jours

*Nombre maximum de participants* : 12

La commutation téléphonique évolue. Une nouvelle génération d'architectures de réseaux apparaît permettant d'offrir de nouveaux services émergents mixant voix, vidéo et données : Les Next Generation Networks (NGN). L'architecture NGN vise deux modes de fonctionnement : NGN téléphonie pour l'émulation du RTC ou GSM (aussi appelée R4 pour les mobiles) lors du remplacement des commutateurs téléphoniques ou des MSCs/GMSCs, et NGN multimédia (aussi appelée IMS) pour directement offrir des services multimédia à partir d'accès tels que xDSL, le câble, WiMax, l'EDGE, la 3G, etc. Le but de ce cours est de présenter les principes, l'architecture de réseau et de service NGN (R4), la migration du domaine circuit GSM vers la R4 en émulant toutes les fonctions offertes par le domaine circuit GSM, et introduire l'IMS (R5).

1. Brève introduction sur l'évolution des mobiles
  - 1.1. GSM
  - 1.2. GPRS
  - 1.3. EDGE
  - 1.4. 3G (R3) : Nouvel accès radio avec technologie large bande W-CDMA et dans le futur HSDPA et HSUPA
  - 1.5. 3G (R4) : Nouvelle architecture circuit en utilisant le concept Next Generation Network avec voix sur IP
  - 1.6. 3G (R5) : Nouvelle architecture multimédia basée sur l'IMS (IP Multimedia Subsystem) pour offrir de nouveaux services mixant voix, vidéo et data.
2. Introduction au Next Generation Network
  - 2.1. Le domaine circuit du réseau mobile
    - 2.1.1. Le réseau GSM
    - 2.1.2. Le réseau sémaphore Numéro
    - 2.1.3. Le réseau intelligent
  - 2.2. Pourquoi NGN R4 pour les mobiles ?
  - 2.3. Intérêts du NGN mobile (R4)
  - 2.4. Scénario de migration du GSM à R4
3. Les composants de l'architecture R4
  - 3.1. Le Media Gateway : Trunking et Access Gateways
    - 3.1.1. Fonctions
    - 3.1.2. Interfaces
  - 3.2. Le MSC Server
    - 3.2.1. Fonctions
    - 3.2.2. Interfaces
  - 3.3. Le GMSC Server
    - 3.3.1. Fonctions
    - 3.3.2. Interfaces
  - 3.4. Le Signaling Gateway

- 3.4.1. Fonctions
- 3.4.2. Interfaces
- 3.5. Le réseau IP avec QoS

4. Les protocoles R4
  - 4.1. Protocoles d'Accès : BSSAP/RANAP/ISUP
  - 4.2. Protocoles de Contrôle et de Signalisation : MEGACO/H.248 et BICC
  - 4.3. Protocoles de Service : INAP, CAP, SIP
  - 4.4. Protocoles de Transport : RTP/RTCP, AAL2/ATM
  - 4.5. Protocoles de transport de la signalisation : SIGTRAN
  - 4.6. Positionnement de MEGACO par rapport aux protocoles de signalisation multimédia SIP (utilisé par l'IMS) et H.323 (utilisé pour la voix et vidéo sur IP)
5. Scénarii d'appel NGN Mobile (R4)
  - 5.1. Etablissement et libération d'appel sortant entre un appelant raccordé à un MSC server / MGW et un appelé rattaché à un MSC classique
    - 5.1.1. 1<sup>er</sup> cas : Accès 2G
    - 5.1.2. 2<sup>ème</sup> cas : Accès 3G
  - 5.2. Etablissement et libération d'appel sortant entre un appelant raccordé à un MSC server / MGW et un appelé rattaché à un MSC Server / MGW
  - 5.3. Etablissement et libération d'appel entrant relayé par un GMSC Server à un MSC server
  - 5.4. Etablissement et libération d'appel entrant relayé par un GMSC à un MSC Server
6. Taxation et émulation des services complémentaires avec R4
7. Brève introduction à l'architecture IMS (R5)
  - 7.1. Pourquoi IMS ?
  - 7.2. Ce qu'apporte l'IMS
  - 7.3. Entités IMS
  - 7.4. Interfaces et protocoles définis par l'IMS
  - 7.5. Scénarii d'appel IMS
    - 7.5.1. Session établie entre deux usagers IMS
    - 7.5.2. Session établie entre un usager IMS et un usager d'un réseau RTC/GSM
8. Solutions Fournisseurs
  - 8.1. Huawei

## WiMAX

*Objectifs du cours :* Comprendre la technologie WiMAX

*Public :* Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom

*Pré-requis :* Aucun

*Durée de la formation :* 3 jours

*Nombre maximum de participants :* 12 participants.

Depuis quelques années, suite au démarrage très lent des technologies radio-mobile de troisième génération, UMTS en premier lieu, de nombreux constructeurs proposent des systèmes d'accès radio large bande (BWA, Broadband Wireless Access) alternatifs, certains propriétaires (FSO, MMDS, LMDS, Flash-OFDM, ...), d'autres normalisés ou en cours de normalisation, tel que le WiMAX. Cette dernière a été adoptée par l'Union Internationale des Télécommunications en Octobre 2007 comme norme de troisième génération (famille IMT2000) et se positionne dès à présent comme précurseur des systèmes de quatrième génération. La présente formation a pour objectif d'introduire les concepts sur lesquels se base la technologie WiMAX, et notamment les technologies OFDM et OFDMA. Les techniques mises en œuvre pour lutter contre les problèmes de propagation (tels que les multitrajets) seront détaillées. La chaîne de transmission (modulations, codages, entrelacement) et la constitution de la trame OFDM seront présentées en premier lieu puis la couche MAC et les procédures et formats des trames PDUs seront examinés. Nous exposerons à chaque étape les solutions proposées par les constructeurs pour permettre aux participants d'identifier les principales options retenues dans la norme et implantées par les constructeurs. Un comparatif des solutions disponibles sera établi sur la base des spécifications des équipements constructeurs. Les aspects ingénierie seront traités en établissant les modèles de trafic utilisés dans WiMAX, le bilan de liaison pour évaluer la couverture d'un site WiMAX et les antennes mises en œuvre dans les liaisons WiMAX. Une étude de cas sera réalisée pour reprendre l'ensemble des étapes du processus de planification d'un réseau WiMAX fixe et mobile. La dernière partie sera consacrée tout d'abord à la comparaison des principaux produits existants sur le marché puis à l'examen des cas de quelques opérateurs ayant déployé du WiMAX et leurs retours d'expériences. Nous aborderons également la problématique d'adoption du WiMAX par rapport à l'UMTS dans différents contextes (opérateurs nouveaux entrants, opérateurs historiques, ISP, ...) du point de vue services, coûts, rapidité de déploiement, ....

1. BWA, WiMAX et les contraintes de l'environnement radio-mobile
  - 1.1. Introduction : le contexte de développement des systèmes BWA (prévisions d'évolution, cas de la Corée du Sud, systèmes propriétaires, besoins de normalisation)
  - 1.2. Les normes 802.16, Wibro, HiperMAN et le WiMAX Forum (position du 802.16 par rapport au 802.11 et réseaux cellulaires, évolutions des normes 802.16, Wibro, HiperMAN, WiMAX Forum, profils WiMAX)
  - 1.3. Contraintes de l'environnement radio-mobile et réponses des systèmes "classiques" (propagation par multitrajets, fading rapide, interférence inter-symboles, techniques de lutte contre ces problèmes dans les systèmes TDMA et CDMA). Modélisation de la transmission dans les bandes WiMAX.
2. Couche Physique du WiMAX : Normes 802.16d (WiMAX Fixe) et 802.16e (WiMAX Mobile)
  - 2.1. OFDM/OFDMA/SCa (multiplexage TDD et FDD, combinaison aux techniques d'accès multiples TDMA/CDMA/FDMA)

- 2.2. Chaîne de transmission WiMAX (modulation et codage adaptatifs, relation performances et couverture, entrelacement, ranging)
  - 2.3. Canaux, bursts et trames WiMAX (symboles, préfixes cycliques, format de la trame, etc)
  - 2.4. Allocation des sous-porteuses aux sous-canaux (rapport avec le motif de réutilisation, PUSC/FUSC/OFUSC/OPUSC/AMC, exemples d'allocations, contrôle de puissance et bit loading).
3. Couche MAC WiMAX, Services supportés et Sécurité dans les normes WiMAX Fixe et Mobile
    - 3.1. Architecture en couches (couches protocolaires, fonctions de différentes couches)
    - 3.2. Formats des trames MAC PDU
    - 3.3. Accès au canal, accès au système
    - 3.4. Gestion de mobilité (types de handover, gestion du handover, association, signalisation, localisation/zones de paging)
    - 3.5. Services WiMAX et classes de services (UGS, rtPS, nrtPS, BE)
    - 3.6. Implantation des services et paramétrage (exemple d'un constructeur). Rapport avec quelques services applicatifs classiques)
    - 3.7. Services multicast et broadcast (MBS)
    - 3.8. Gestion de la sécurité (mécanismes mis en œuvre, notion de Security Association, authentification et chiffrement, problèmes de sécurité en WiMAX)
  4. Ingénierie et planification des versions WiMAX fixe et mobile
    - 4.1. Rappel sur le dimensionnement et la planification d'un réseau radio basé sur la réutilisation des fréquences
    - 4.2. Modèles de trafic et services WiMAX
    - 4.3. Bilan de liaison (éléments à prendre en compte, seuils en fonction des modulations et taux de codage utilisés, etc).
    - 4.4. Calculs de couverture et exemples d'outils de planification pour le WiMAX
    - 4.5. Planification de fréquences WiMAX.
    - 4.6. Antennes mises en œuvre pour le WiMAX.
    - 4.7. Déploiement d'un réseau WiMAX : contraintes de cohabitation avec un réseau radio existant, interfacage avec les réseaux de transport, etc.
    - 4.8. Etude de cas : dimensionnement et planification d'un réseau WiMAX avec prise en compte des contraintes de qualité de service et de capacité calcul du bilan de liaison
    - 4.9. Paramétrage et optimisation d'un réseau WiMAX : mesures de performances, exemple de paramètres à optimiser, optimisation couverture et qualité.
  5. Solutions constructeurs et services WiMAX
    - 5.1. Analyse des solutions vendeurs et comparaison
    - 5.2. Expérience de quelques opérateurs : services offerts, tarifs et ARPU, comparatifs par rapport à l'ADSL
    - 5.3. WiMAX versus UMTS : problématique d'introduction du WiMAX chez différents opérateurs, services WiMAX/services UMTS, coûts d'acquisition et d'évolution UMTS/WiMAX

## ARCHITECTURE DE SERVICE SMS : SHORT MESSAGE SERVICE

*Objectifs du cours* : Comprendre l'architecture de service SMS et sa mise en oeuvre  
*Public* : Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom  
*Pré-requis* : Connaissance de base des réseaux GSM et GPRS  
*Durée de la formation* : 2 jours  
*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

Défini dans le cadre des spécifications GSM phase 2, le service de messages courts (SMS, Short Message Service) encore appelé "texto", s'appuie sur la capacité d'un terminal mobile à émettre / recevoir des messages alphanumériques. Les messages courts sont des messages textuels d'au plus 160 caractères (codés à l'aide d'ASCII 7 bits sur 140 octets) et sont délivrés en quelques secondes lorsque le destinataire est rattaché au réseau même lorsque ce destinataire est en communication. Mais pourquoi passer son temps à écrire un petit texte sur un écran de GSM pour envoyer un texto alors qu'un simple coup de fil ne prend que quelques secondes? D'abord Parce qu'un message court sert à communiquer des informations brèves - un rendez-vous à un ami, une adresse- , à prévenir qu'on sera là dans cinq minutes, etc., ensuite parce que l'émetteur du message court ne dérange pas son correspondant et enfin parce qu'un message court coûte moins cher qu'un appel téléphonique. Cette dernière raison en particulier constitue un argument de poids, surtout pour les jeunes, car ce sont eux qui utilisent le plus ce nouveau service. Pour mettre en place ce service de messages courts, l'opérateur doit prévoir un ou plusieurs serveurs dédiés et reliés au réseau. On appelle ce serveur le Short Message Service Centre (SMSC). Son rôle est de récupérer les messages envoyés afin de les redistribuer aux destinataires lorsque ceux-ci sont connectés au réseau. Dans le cas contraire, il stocke ces messages. Lorsque le mobile du destinataire pourra être localisé de nouveau le réseau informera le SMSC qui sera alors en mesure de relayer le message. Pour transmettre un message à un mobile, le SMSC utilise les services du MSC auquel est rattaché le destinataire. La livraison du message court est donc garantie même lorsque le terminal mobile est indisponible (e.g. , lorsqu'il est éteint ou hors d'une zone de couverture radio) grâce à la fonction store-and-forward du SMSC. LE but de ce séminaire est de présenter l'architecture, le protocole et les services du SMS ainsi que sa taxation prépayée/postpayée.

1. Architectures de réseaux GSM et GPRS et la procédure SMS dans ces réseaux
2. Les protocoles du service SMS
  - 2.1. MAP v1
  - 2.2. MAP v2
  - 2.3. MAP v3
  - 2.4. SMPP
  - 2.5. SM : SM\_SUBMIT, SM\_SUBMIT\_REPORT, SM\_DELIVER, SM\_DELIVER\_REPORT, SM\_COMMAND, SM\_STATUS\_REPORT
3. Implantation du servie SMS
  - 3.1. Implantation du SMS sortant (SMS-MO)
    - 3.1.1. MO\_FORWARD\_SHORT\_MESSAGE\_REQ and CNF
  - 3.2. Implantation du SMS entrant (SMS-MT)
    - 3.2.1. MT\_FORWARD\_SHORT\_MESSAGE\_REQ and CNF
    - 3.2.2. SEND\_INFO\_FOR\_MO\_SMS\_REQ and CNF
    - 3.2.3. SEND\_ROUTING\_INFO\_FOR\_SM\_REQ and CNF
    - 3.2.4. FORWARD\_SHORT\_MESSAGE\_REQ and CNF

- 3.2.5. READY\_FOR\_SM\_REQ and CNF
- 3.2.6. REPORT\_SM\_DELIVERY\_STATUS\_REQ and CNF
- 3.2.7. ALERT\_SERVICE\_CENTER and CNF
- 3.2.8. INFORM\_SERVICE\_CENTER\_REQ
- 3.3. Adressage du réseau destinataire pour les SMS-MT
  - 3.3.1. Adressage E212, E214 et E164
  - 3.3.2. Tables de traduction de GT E164 et E214
4. Modèle de dialogues MAP au niveau application
  - 4.1. Dialogue simple Requete et Confirmation
  - 4.2. Dialogue SMS concaténé : More Message to Send
  - 4.3. Dialogue Update location
  - 4.4. Dialogue Send Routing Information for SM
5. Relation entre MAP SMS, TCAP composant et TCAP transaction
6. Adressage SCCP : Principes des GTs
7. Tickets de taxation SMS
  - 7.1. SMS-MO CDRs
  - 7.2. SMS-MT CDRs
8. Portabilité des numéros et SMS
9. Concept de Virtual SMSC et son implantation
10. CAMEL/CAP Phase3/Phase4 et Prepaid MO-SMS et MT-SMS
11. SMS dans les réseaux IS-95 (CDMA)

## EVOLUTIONS DU SMS : SMS OVER IMS, SMS IN MME, M2M DEVICE TRIGGERING, SMS OVER CDMA

*Objectifs du cours* : Comprendre les architecture SMS dans le contexte des réseaux IMS/VoLTE (SMS over IMS), EPS (Evolved Packet System, réseau 4G) (SMS in MME), et CDMA (SMS over CDMA). Décrire le futur réseau de signalisation DIAMETER ainsi que son élément structurant, le DRF.

*Public*: Ingénieurs télécom et SI, Architectes télécom et SI, Consultants télécom et SI, ingénieurs avant-vente

*Pré-requis* : Connaissance de l'architecture SMS over GSM

*Durée de la formation* : 2 jours

*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

Le service SMS évolue. Avec l'arrivée de la LTE, il a d'abord été possible d'offrir le service SMS en réutilisant le domaine circuit 2G/3G. Cette solution s'appelle CSFB (Circuit Switched Fallback), la 4G n'offrant qu'un accès très haut débit à Internet et Intranet. Malheureusement, le CSFB introduit des délais dans le temps d'établissement d'appel et un taux de succès d'établissement d'appel de 94% en moyenne ce qui est très bas (99,9% est nécessaire); enfin le CSFB ne permet pas de tirer profit des nouveaux codecs audio de très haute définition (e.g., EVS). Il est donc nécessaire dorénavant d'introduire le service de téléphonie sur IP. La VoLTE (Voix sur IP sur LTE) est la solution de téléphonie sur IP basée sur IMS qui doit émuler toutes les services circuit, incluant la voix, la visiophonie, les services complémentaires de la téléphonie, SMS, et USSD. Dans le contexte du service SMS, l'architecture s'appelle **SMS over IMS**. Par ailleurs, les opérateurs, ne souhaitent pas maintenir deux environnements de services de téléphonie, l'un circuit, l'autre IMS. Voilà pourquoi, à terme, l'IMS centralisera les services de téléphonie. C'est ce qui est appelé ICS (IMS Centralized Services). Dans le contexte ICS, le MSC Server, devient un Gateway (comme une box) entre l'accès 2G/3G et le monde IMS. A terme, tous les services de téléphonie seront invoqués dans l'IMS que le client soit rattaché au domaine circuit via les accès 2G/3G ou directement à l'IMS via l'accès 4G. Cette formation décrit l'architecture SMS over IMS dans le contexte VoLTE et montre aussi son importance dans le contexte de l'ICS. SMS over IMS doit supporter des devices avec ou sans MSISDN.

Indépendamment des smartphones qui auront la capacité VoLTE, il existe d'autres devices 4G qui se rattachent au réseau 4G et n'utilisent que la data mobile sans requérir les services de téléphonie. C'est le cas des dongles LTE, des datacards LTE, des modules LTE, des appareils photos et bientôt tout un nouvel ensemble d'équipements M2M. Toutefois, il est nécessaire de pouvoir réveiller un device M2M par SMS et de pouvoir émettre un SMS à un dongle dans le contexte de l'anti-bill shock qui est une obligation légale. Comme ces équipements ne disposent pas de la capacité CSFB et ne disposeront pas vraisemblablement de la capacité VoLTE, il est nécessaire d'intégrer le service SMS dans le réseau 4G directement. L'architecture s'appelle **SMS in MME**. Le MME remplace le MSC Server pour l'envoi et la réception du SMS. Cette formation décrit l'architecture du service SMS in MME.

Pour les devices M2M, le réseau mobile évolue et offre des capacités spécifiques requises par le monde M2M, notamment les demandes de réveil de devices M2M

(device triggering). Pour ce faire, une nouvelle entité appelée MTC-IWF sert d'interface entre les applications M2M dans les SI des entreprises et les devices M2M reliés au réseau mobile dans un but de les réveiller par SMS. L'entité MTC-IWF dispose des capacités d'authentifier les AS M2M avant l'établissement d'une communication avec le réseau mobile. Elle dispose aussi des capacités d'autoriser les requêtes de demandes de réveil sur le plan de contrôle provenant des AS M2M. Elle permet le aussi topology hiding de l'infrastructure de l'opérateur mobile et la taxation des demandes de réveil. Afin de réveiller les devices M2M, elle dispose d'une nouvelle interface DIAMETER appelée T4 avec le SMSC. Cette formation décrit l'architecture de **M2M device triggering** et les interfaces associées.

Enfin, indépendamment du SMS over GSM, il est nécessaire de considérer le service SMS over CDMA pour adresser tous les réseaux circuit 2G/3G. De nombreux opérateurs n'utilisent pas la technologie GSM et ses évolutions, mais plutôt la technologie CDMA et ses évolutions, comme par exemple, deux grands opérateurs américains, Verizon Wireless et Sprint, mais bien d'autres aussi. Cette formation présente l'architecture **SMS over CDMA** en détail et la compare à celle du service SMS over GSM.

### PROGRAMME

1. SMS over IMS
  - 1.1. Pourquoi SMS over IMS ?
  - 1.2. Architecture SMS over IMS
    - 1.2.1. Entités
      - 1.2.1.1. IP-SM-GW AS
      - 1.2.1.2. HLR
      - 1.2.1.3. HSS
      - 1.2.1.4. SMSC
    - 1.2.2. Interfaces
      - 1.2.2.1. Interface entre SMSC et HLR (interface C basée sur MAP)
      - 1.2.2.2. Interface entre IP-SM-GW et HLR (interface J basée sur MAP)
      - 1.2.2.3. Interface entre SMS et IP-SM-GW (Interface E basée sur MAP)
      - 1.2.2.4. Interface entre S-CSCF et IP-SM-GW pour l'invocation du service SMS (interface basée sur SIP)
      - 1.2.2.5. Interface entre IP-SM-GW et HSS (Interface Sh basée sur DIAMETER)
      - 1.2.2.6. Interfaces Ro du IP-SM-GW basée sur DIAMETER pour la taxation online
    - 1.2.3. Evolution du HLR pour fournir une nouvelle identité du nœud de destination : IP-SM-GW Number
  - 1.3. Procédures d'envoi et de réception de SMS dans l'architecture SMS over IMS
    - 1.3.1. Enregistrement de l'UE à l'IMS
      - 1.3.1.1. Third party registration initiée par le S-CSCF à destination de l'IP-SM-GW
      - 1.3.1.2. Mise à jour par l'IP-SM-G de son GT auprès du HLR
      - 1.3.1.3. Obtention par l'IP-SM-GW auprès du HSS des données de services complémentaires SMS barring.
    - 1.3.2. Envoi de SMS par l'UE IMS
      - 1.3.2.1. Format de la requête SIP MESSAGE encapsulant un body SMS et des headers SIP associés
    - 1.3.3. Réception de SMS par l'UE IMS



- 1.3.3.1. Cas où l'UE est enregistré
  - 1.3.3.2. Cas où l'UE n'est pas enregistré
  - 1.3.4. Déenregistrement de l'UE à l'IMS
    - 1.3.4.1. Notification de changement d'enregistrement émise par S-CSCF à destination de l'IP-SM-GW
    - 1.3.4.2. Mise à jour par l'IP-SM-G de la non joignabilité du client auprès du HLR
  - 1.3.5. Important du service SMS over IMS dans le contexte ICS 'IMS Centralized Services' avec des MSC Server ayant une interface I2.
  - 1.3.6. Vue de l'IP-SM-GW dans un contexte plus large de convergence entre RCS, MMS et SMS
2. SMS in MME
- 2.1. Pourquoi SMS in MME ?
  - 2.2. Architecture SMS in MME
    - 2.2.1. Entités
      - 2.2.1.1. MME/S4-SGSN
      - 2.2.1.2. HLR/HSS
      - 2.2.1.3. SMSC
      - 2.2.1.4. Agent DIAMETER (DRF) pour la traduction DIAMETER →MAP dans le cas où le SMSC ne doit pas être impacté
    - 2.2.2. Interfaces
      - 2.2.2.1. Interface entre SMSC et HLR/HSS (Interface S6c basée sur DIAMETER ou C basée sur MAP)
      - 2.2.2.2. Interface entre SMSC et MME (cas du SMSC ayant évolué) (Interface SGd basé sur DIAMETER)
      - 2.2.2.3. Interface entre SMSC et S4-SGSN (interface Gdd basée sur DIAMETER)
      - 2.2.2.4. Interface S6 (a/d) entre MME/S4-SGSN et HSS
  - 2.3. Données liées au service SMS dans le profil EPS (4G) du client
  - 2.4. Procédures d'envoi et réception de SMS
    - 2.4.1. Enregistrement de l'UE à l'EPS et interaction entre MME et HSS afin que le MME indique au HSS s'il supporte SMS in MME et dans ce cas, s'il souhaite recevoir les SMS de l'UE donné
    - 2.4.2. Envoi de SMS
      - 2.4.2.1. DIAMETER MO-Forward-Short-Message-Request/Answer (OFR/OFA)
    - 2.4.3. Réception de SMS avec destinataire joignable / injoignable
      - 2.4.3.1. DIAMETER Send-Routing-Info-for-SM-Request/Answer (SRR/SRA)
      - 2.4.3.2. DIAMETER Alert-Service-Centre-Request/Answer (ALR/ALA)
      - 2.4.3.3. DIAMETER Report-SM-Delivery-Status-Request/Answer (RDR/RDA)
      - 2.4.3.4. DIAMETER MT-Forward-Short-Message-Request (TFR/TFA)
      - 2.4.3.5. AVPs des messages DIAMETER pour le traitement SMS
    - 2.4.4. Interfonctionnement MAP/DIAMETER pour envoi/réception de SMS dans le cas d'un SMSC legacy
3. M2M Device triggering
- 3.1. Architecture M2M Device Triggering
    - 3.1.1. Entités : MTC-IWF, MTC Server, SMSC, MME/S4-SGSN/MSC Server, HSS
    - 3.1.2. Interfaces : Tsp, T4, T5, T6m
  - 3.2. Scénarii et call flows
    - 3.2.1. Demande de réveil de devices M2M par SMS
    - 3.2.2. Annulation de la demande de réveil en cours
    - 3.2.3. Remplacement de la demande de réveil en cours

4. SMS over CDMA (IS-41)
- 4.1. Architecture de réseau CDMA
  - 4.2. Identités du souscripteur dans un réseau CDMA et mapping avec celles dans un réseau GSM
    - 4.2.1. MIN : Mobile Identification Number
    - 4.2.2. ESN : Electronic Serial Number
    - 4.2.3. IMSI : International Mobile Subscriber Number
    - 4.2.4. TMSI : Temporary IMSI
    - 4.2.5. MSID : Mobile Station Identification Number
    - 4.2.6. MDN : Mobile Directory Number
    - 4.2.7. TLDN : Temporary Local Directory Number
  - 4.3. Protocole MAP IS-41 pour le traitement SMS et comparaison avec l'équivalent en MAP GSM
    - 4.3.1. SMS\_DELIVERY\_POINT\_TO\_POINT (SMDPP) correspondant à MO et MT Forward short Message
    - 4.3.2. SMS\_REQUEST (SMSREQ) correspondant à Send Routing Info for SMS
    - 4.3.3. SMS\_NOTIFICATION (SMSNOT) correspondant à Alerte Service Center et Inform Service Center
    - 4.3.4. SMS\_DELIVERY\_FORWARD\_REQ (SMDFWD)
    - 4.3.5. SMS\_DELIVERY\_BACKWARD\_REQ (SMDBACK)
    - 4.3.6. Adressage dans le message SMDPP
    - 4.3.7. Eléments d'information des différentes messages
  - 4.4. Procédures d'envoi et de réception de SMS dans un réseau CDMA
    - 4.4.1. Envoi de SMS
    - 4.4.2. Réception de SMS
      - 4.4.2.1. Cas du client joignable
      - 4.4.2.2. Cas du client injoignable
    - 4.4.3. Cause d'erreur

## CAMEL ET SES EVOLUTIONS

*Objectifs du cours :* Comprendre l'architecture Réseau Intelligent CAMEL pour la fourniture de services à valeur ajoutée dans les réseaux GSM, GPRS et UMTS en se focalisant entre autres sur le service prépayé pour les appels voix, data et SMS.

*Public :* Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom

*Pré-requis :* Connaissance minimum sur le fonctionnement d'un opérateur mobile

*Durée de la formation :* 3 jours

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

CAMEL (Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic) reprend les principes de base du Réseau Intelligent en y apportant une dimension mobile. La mise en œuvre des fonctionnalités CAMEL dans les réseaux mobiles permet de proposer en itinérance des services en mode prépayé et des services de numéros courts (accès à la messagerie vocale, au service clientèle). Du fait de la politique des opérateurs visant à améliorer la portabilité des services de leurs clients en itinérance internationale, la mise en œuvre de CAMEL a été un passage obligé pour les opérateurs mobiles.

CAMEL s'insère dans la norme GSM et son architecture présente quelques différences par rapport à celle du Réseau Intelligent.

Les services spécifiques à un opérateur sont appelés OSS (Operator Specific Services). Ils ne sont pas normalisés en tant que tels mais doivent utiliser des mécanismes standard de dialogue pour permettre à un MSC quelconque d'accéder aux plates-formes de service du réseau nominal de l'abonné.

Il existe quatre phases CAMEL :

- CAMEL Phase 1, architecture de base, qui s'applique au réseau GSM pour les appels voix entrants et sortants.
- CAMEL Phase 2, plus évoluée que CAMEL Phase 1 à ceci près qu'elle ne s'applique qu'aux mêmes types d'appels. CAMEL Phase 2 est particulièrement adaptée pour le service prépayé voix.
- CAMEL Phase 3 complète CAMEL Phase 2 et s'applique aussi à la gestion de la mobilité et à l'activation de contextes PDP dans un réseau GPRS ainsi qu'à l'envoi de SMS dans les réseaux GSM ou GPRS.
- CAMEL Phase 4 complète CAMEL Phase 3 en considérant aussi la réception de SMS. Elle est aussi applicable au domaine IP Multimedia (voix, vidéo) particulièrement important dans le contexte UMTS R5.

Le cours se focalisera sur CAMEL Phase 2, CAMEL Phases 3 et 4.

1. Architectures de réseau GSM, GPRS, et UMTS R3, R4 et R5
2. Concept de Réseau Intelligent dans les réseaux mobiles
3. CAMEL Phase 2
  - 3.1. Services pris en charge par CAMEL Phase 2
  - 3.2. Architecture CAMEL Phase 2
  - 3.3. Améliorations par rapport à CAMEL phase 1
  - 3.4. Protocole CAP Phase 2
  - 3.5. Scénarios d'appel en prépayé avec CAMEL Phase 2
    - 3.5.1. Appel voix sortant depuis le réseau nominal
    - 3.5.2. Appel voix entrants et sortants depuis un réseau visité
  - 3.6. Service de localisation et de e-commerce avec CAMEL Phase 2
4. CAMEL Phase 3
  - 4.1. Services pris en charge par CAMEL Phase 3

- 4.2. Architecture CAMEL Phase 3
- 4.3. Améliorations par rapport à CAMEL Phase 2
- 4.4. Protocole CAP Phase 3
- 4.5. Scénarios d'appel en prépayé avec CAMEL Phase 3
  - 4.5.1. Appel voix sortant depuis le réseau nominal
  - 4.5.2. Appel voix entrants et sortants depuis un réseau visité
  - 4.5.3. Session de données
  - 4.5.4. Envoi de SMS
5. CAMEL Phase 4
  - 5.1. Services pris en charge par CAMEL Phase 4
  - 5.2. Architecture CAMEL Phase 4
  - 5.3. Scénarios d'appel en prépayé avec CAMEL Phase 4
    - 5.3.1. Appel voix sur IP sortant depuis le réseau nominal
    - 5.3.2. Appel voix sur IP entrants et sortants depuis un réseau visité
6. Relations entre CAMEL et OSA (Open Service Architecture)

## MAP : MOBILE APPLICATION PART

*Objectifs du cours :* Comprendre le protocole MAP (Mobile Application Part) et son utilisation dans les réseaux mobile GSM, GPRS et UMTS.

*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom

*Pré-requis :* Connaissances de base sur les mobiles

*Durée de la formation :* 2 jours

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

Le protocole MAP (Mobile Application Part) régit l'ensemble des échanges entre équipements du réseau mobile (NSS, Network Subsystem). Il offre les fonctions de signalisation nécessaires à un service de communication voix ou données dans un réseau mobile. Il a principalement trait à toutes les fonctions qui permettent à un mobile d'être itinérant. Il s'appuie sur la pile de protocole SS7, en particulier sur TCAP lui-même reposant sur SCCP, ce dernier s'appuyant sur MTP. Il concerne les dialogues entre les entités MSC/VLR, MSC Server, SGSN, HLR, EIR, SMSC.

Le but de ce cours est de présenter :

- Le monde de la signalisation mobile et la place du protocole MAP,
- La structure du protocole MAP
- L'utilisation du protocole MAP dans les procédures :
  - de gestion de la mobilité,
  - de contrôle d'appel,
  - d'échange de SMS,
  - de localisation,
  - d'établissement de contexte PDP entrant dans le réseau GPRS
  - d'invocation des services USSD

### 1. Introduction aux réseaux mobiles GSM, GPRS, EDGE et UMTS

### 2. La signalisation dans les réseaux mobiles

#### 2.1. Le réseau sémaphore numéro 7

- 2.1.1. Architecture du réseau SS7 mobile
- 2.1.2. Dimensionnement du réseau SS7
- 2.1.3. Interfonctionnement entre réseaux SS7 nationaux et international
- 2.1.4. Mode de fonctionnement du réseau SS7
  - 2.1.4.1. Mode associé
  - 2.1.4.2. Mode quasi-associé
  - 2.1.4.3. Mode non associé
- 2.1.5. Transfert d'information dans le réseau SS7

#### 2.2. Pile de protocole SS7

- 2.2.1. MTP
- 2.2.2. SCCP
- 2.2.3. TCAP
- 2.2.4. Applications SS7
  - 2.2.4.1. BSSAP/RANAP/RNSAP
  - 2.2.4.2. ISUP : ISDN User Part
  - 2.2.4.3. INAP : Intelligent Network Application Part
  - 2.2.4.4. CAP : CAMEL Application Part
  - 2.2.4.5. MAP : Mobile Application Part

### 3. Services de mobilité dans les réseaux mobiles et MAP

- 3.1. Gestion de la mobilité
  - 3.1.1. Attachement au réseau mobile
  - 3.1.2. Mise à jour de localisation
  - 3.1.3. Détachement du réseau mobile
- 3.2. Gestion de l'authentification du mobile
- 3.3. Gestion de l'identité du mobile
- 3.4. Gestion de l'IMEI de l'équipement mobile
- 3.5. Paging et recherche du mobile
- 3.6. Handover
- 3.7. Gestion des données de souscription de l'abonné mobile

### 4. Contrôle d'appel dans les réseaux mobiles et MAP

- 4.1. Etablissement d'un appel sortant mobile-fixe
- 4.2. Etablissement d'un appel sortant mobile-mobile
- 4.3. Etablissement d'un appel entrant à destination d'un mobile en roaming national
- 4.4. Etablissement d'un appel entrant à destination d'un mobile en roaming international
- 4.5. Invocation de services complémentaires
- 4.6. Invocation de services USSD

### 5. Service de messagerie courte et MAP

- 5.1. Architecture du service SMS
- 5.2. Transfert de SMS
- 5.3. Réception de SMS

### 6. Services de localisation

- 6.1. Architecture du service de localisation
- 6.2. Techniques de localisation
- 6.3. Services de localisation

### 7. Evolution du transport de la signalisation dans le monde des mobiles avec SIGTRAN

- 7.1. SIGTRAN pour le transport fiable de la signalisation SS7 sur IP
- 7.2. Nouveau transport SCTP
- 7.3. SUA, M3UA, M2UA/M2PA

## AUTHENTIFICATION MOBILE POUR LES SERVICES MOBILES, WIRELESS ET INTERNET

*Objectifs du séminaire :* Comprendre l'authentification mobile et son application aux services mobiles, wireless et Internet

*Pré-requis :* Connaissance minimum des réseaux mobiles et du monde IP

*Public :* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom.

*Durée du séminaire :* 3 jours

*Nombre maximum de participants :* 12

### PROGRAMME

Le but de cette formation est de :

- Présenter les différentes identités utilisées pour les authentifications d'accès, de réseau et de service
- Présenter les procédures d'authentification et d'agrément de clé dans les réseaux mobiles 2G/3G/4G et réseau IMS
- Décrire l'architecture GAA ainsi que son building block fondamental appelé GBA pour une authentification implicite par le monde des mobiles pour l'accès aux services
- Présenter les architectures d'authentification d'accès UMA, I-WLAN et Femtocell
- Introduire les principes AAA et les protocoles qui les supportent à savoir MAP, RADIUS, DIAMETER, EAP et HTTP Digest
- Décrire la procédure d'authentification au réseau IMS pour tout type de client (Client fixe, client mobile avec ISIM, Client mobile sans ISIM).

#### 1. Architectures d'accès, Réseau et Services

#### 2. Principes d'Authentification accès, d'authentification réseau et authentification de service

#### 3. Réseaux 2G et 3G

- 1.1. Identités
- 1.2. Accès
- 1.3. Domaine circuit : NGN Mobile (R4)
- 1.4. Domaine paquet : GPRS
- 1.5. Authentification circuit et paquet, établissement de sessions circuit et paquet
- 1.6. Authentification 2G
  - 1.6.1. Clés Ki et Kc
  - 1.6.2. Algorithme d'authentification : A3
  - 1.6.3. Algorithme de génération de clé d'encryptage : A8
  - 1.6.4. Vecteur d'authentification 2G : RAND, RES, Kc
  - 1.6.5. Chiffrement : A5
- 1.7. Authentification 3G
  - 1.7.1. Authentication and key Agreement AKA
  - 1.7.2. Chiffrement (f8) et intégrité (f9)
  - 1.7.3. Clés Ki, CK et IK
  - 1.7.4. Vecteur d'authentification 3G : RAND, XRES, AUTN, CK, IK

#### 4. Réseau Evolved Packet System (4G)

- 1.8. Identités
- 1.9. Accès : LTE
- 1.10. Domaine paquet : ePC (Evolved Packet Core)
- 1.11. Authentification LTE
  - 1.11.1. Authentication and Key Agreement AKA
  - 1.11.2. Clés  $K_{ASME}$ ,  $K_{NASenc}$ ,  $K_{NASint}$ ,  $K_{eNB}$ ,  $K_{Uplink}$ ,  $K_{RRCCenc}$ ,  $K_{RRCint}$
  - 1.11.3. Vecteur d'authentification LTE : RAND, XRES, AUTN,  $K_{ASME}$
  - 1.11.4. Algorithmes de chiffrement et de protection de l'intégrité

#### 5. Les protocoles AAA et de sécurité

- 1.12. MAP
- 1.13. Radius
- 1.14. DIAMETER
- 1.15. Authentification d'accès : Le protocole EAP (Extensible Authentication Protocol)
- 1.16. Authentification de service : HTTP Digest
- 1.17. IPSec
- 1.18. TLS

#### 6. Réseau IMS

- 1.19. Architecture de réseau IMS
- 1.20. Architecture de service IMS
- 1.21. Identités IMS
  - 1.21.1. Identité privée
  - 1.21.2. Identité publique
- 1.22. Enregistrement au réseau IMS
- 1.23. Procédure d'authentification pour un client IMS pour les scénarii suivants:
  - 1.23.1. Client IMS ayant une carte USIM et le module ISIM (IMS SIM Module)
  - 1.23.2. Client IMS ayant une carte USIM sans module ISIM
  - 1.23.3. Client IMS ayant un accès fixe sans carte USIM
  - 1.23.4. Authentification AKA 3G, AKA IMS et HTTP Digest pour l'authentification au monde IMS
- 1.24. Tunnel IPSec entre l'UE et le P-CSCF pour sécuriser le trafic de signalisation SIP ou transport TLS

#### 7. Authentification de service : Generic Authentication Architecture (GAA) dans les réseaux 2G/3G/4G/IMS

- 1.25. Qu'est-ce que GAA ?
- 1.26. Exemples d'applications GAA
  - 1.26.1. Multimedia Broadcast/Multicast Services (MBMS) (3GPP)
  - 1.26.2. Services IMS
  - 1.26.3. Services Web, etc.
- 1.27. Entités de l'architecture et interfaces
  - 1.27.1. Home Server (HS) : HLR ou HSS
  - 1.27.2. Bootstrapping Server Function (BSF)
  - 1.27.3. Network Application Function (NAF).
  - 1.27.4. Terminal ou User Equipment (UE)
  - 1.27.5. Interfaces entre les entités (en prenant en compte HLR et HSS puisque vous pourrez avoir les 2 cas de figure côté FT/Orange)
- 1.28. Procédure de Bootstrapping GAA
  - 1.28.1. Call flow détaillé pour le bootstrapping à la fois pour authentification de type 2G ou 3G. Note:

- 1.29. Procédure d'authentification en utilisant GAA
  - 1.29.1. Call flow détaillé pour l'authentification en utilisant GAA
- 1.30. Les variantes de GBA (Generic Bootstrapping Architecture)
  - 1.30.1. GBA\_ME
  - 1.30.2. GBA\_U
  - 1.30.3. 2G GBA
  
- 8. UMA
  - 1.31. Identités UMA
  - 1.32. Architecture UMA
    - 1.32.1. GANC
    - 1.32.2. AAA Proxy/Server
      - 1.32.2.1. Fonctionnalités
      - 1.32.2.2. Interfaces
    - 1.32.3. Attachement au réseau UMA et procédure d'authentification pour un client UMA ayant une carte SIM ou USIM
    - 1.32.4. Call flow pour l'authentification UMA
    - 1.32.5. Tunnel IPSec entre l'UE et le GANC pour sécuriser le trafic de signalisation et le trafic usager
  
- 9. I-WLAN
  - 1.33. Identités I-WLAN
  - 1.34. Architecture I-WLAN
    - 1.34.1. 3GPP AAA Server
    - 1.34.2. Wireless Access Gateway (WAG)
    - 1.34.3. Packet Data Gateway (PDG)
    - 1.34.4. Attachement au réseau I-WLAN
  - 1.35. Interfaces
  - 1.36. Authentification I-WLAN
    - 1.36.1. EAP-SIM (2G) et EAP-AKA (3G)
    - 1.36.2. Call flow pour l'authentification I-WLAN
  
- 10. Femtocell
  - 1.37. Identités Femtocell
  - 1.38. Architecture Femtocell
    - 1.38.1. Home nodeB
    - 1.38.2. Home NodeB GW
    - 1.38.3. 3GPP AAA Server
  - 1.39. Interfaces
  - 1.40. Authentification Femtocell
    - 1.40.1. Call flow pour l'authentification Femtocell
  
- 11. Voix sur IP
  - 11.1. SRTP pour le chiffrement et la protection de l'intégrité des flux de voix sur IP
  - 11.2. Echange de clés : SDES, MIKEY, ZRTP

## FORMATIONS 4G

TITRE	DUREE
Très haut débit mobile : Evolution de la 3G avec LTE, ePC, PCC, CSFB et VoLTE	3 jours
Introduction à la 5G	2 jours
Réseau Mobile 4G : Evolved Packet Core (ePC) Avancé	3 jours
Long Term Evolution : Normes et Ingénierie Radio	3 jours
Au cœur de l'interface radio LTE et LTE Advanced	2 jours
Gestion de mobilité et gestion de session LTE : Procédures, Bearers et protocoles associés	2 jours
Roaming dans les Réseaux Mobiles 2G, 3G et 4G	4 jours
Très haut débit mobile : Evolution de la 3G avec LTE, ePC, Réseau Tout IP, IMS et Impacts SI	2 jours
M2M et Internet des Objets : Vision Réseau et Services	2 jours
M2M et Internet des Objets : Vision Services et SI	2 jours
DIAMETER et ses Applications dans le contexte GPRS/LTE/IMS	3 jours
PCC (Policy and Charging Control) Dans la 3G, l'EPS et l'IMS	2 jours
Voix sur LTE (VoLTE) avec IMS	3 jours
Architecture d'accès WiFi à l'ePC et service VoWiFi associé	2 jours
RCS : Rich Communication Suite	2 jours

## TRES HAUT DEBIT MOBILE : LTE, ePC, PCC, CSFB et VOLTE

*Objectifs du cours* : Comprendre les évolutions de la 2G/3G vers l'EPS, présenter les réseaux d'accès (LTE) et cœur (ePC) de l'EPS et montrer comment les services de téléphonie seront offerts sur ce nouveau réseau tout-IP notamment avec l'IMS.

*Pré-requis* : Connaissance de base sur les réseaux mobiles

*Public*: Ingénieurs Télécom, Architectes Réseau, Consultants Télécom

*Durée de la formation* : 3 jours

*Nombre maximum de participants* : 12

La LTE est un projet mené par l'organisme de standardisation 3GPP visant à rédiger les normes techniques de la future quatrième génération en téléphonie mobile. Elle permet le transfert de données à très haut débit, avec une portée plus importante, un nombre d'appels par cellule supérieur (zone dans laquelle un émetteur de téléphonie mobile peut entrer en relation avec des terminaux) et une latence plus faible. En théorie, elle permet d'atteindre des débits de l'ordre de 150 Mbit/s en lien ascendant et de 300 Mbit/s en lien descendant, à partager entre les utilisateurs mobiles d'une même cellule.

En terme de vocabulaire, le futur réseau s'appelle EPS (Evolved Packet system). Il est constitué d'un nouveau réseau d'accès appelé LTE (Long Term Evolution) et d'un nouveau réseau cœur appelé ePC (Evolved Packet Core) aussi appelé SAE (System Architecture Evolution).

L'objectif de ce séminaire est d'introduire la vision de bout en bout du réseau EPS avec son accès, son réseau cœur, les procédures de gestion de la mobilité, de gestion de session et de handover. Comme il s'agit d'un réseau en mode paquet uniquement, le cours décrit les différentes approches pour offrir les services auparavant supportés par le domaine circuit tels que les services de téléphonie et les services SMS/USSD. L'approche long terme sera l'IMS (IP Multimedia Subsystem) aussi appelée VoLTE (Voice over LTE) qui fait l'objet d'une présentation détaillée dans ce cours. L'approche court terme s'appelle CSFB (Circuit Switched Fall Back) réutilisant le domaine circuit 2G/3G.

Ce réseau EPS devra interfondre avec le réseau légataire paquet, à savoir GPRS (General Packet Radio Service). Le séminaire introduit aussi brièvement le réseau GPRS. Les opérateurs mobiles ont besoin de contrôler l'usage par leurs clients de la data mobile afin de limiter les clients les plus consommateurs (fair use), afin d'accepter ou de refuser / dégrader des flux IP (e.g., dégrader le flux skype). Par ailleurs l'opérateur doit proposer de la QoS pour les services IP de l'opérateur (e.g., Voix sur IP, Mobile TV), etc. L'architecture qui permet de contrôler les flux IP du client (accepter, bloquer, dégrader la QoS, rehausser la QoS) et permet la taxation des flux autorisés, appelée PCC (Policy and Charging Control), est introduite dans ce séminaire.

### 1. Evolution des réseaux mobiles vers l'EPS

- 1.1. De la 2G à la 3G à la 4G
  - 1.1.1. Evolutions du réseau d'accès
  - 1.1.2. Evolutions du réseau cœur
- 1.2. Etat de déploiement des réseaux 2G, 3G et 4G
- 1.3. Evolution des terminaux

### 2. Réseau cœur paquet 2G/3G: GPRS

- 2.1. Eléments de l'architecture : SGSN, GGN, Réseau IP, GRX
- 2.2. Gestion de la mobilité GPRS
- 2.3. Gestion de session GPRS
- 2.4. Gestion du roaming GPRS

### 2.5. Policy and Charging Control

### 3. Réseau d'accès mobile EPS : LTE

- 3.1. Eléments de l'architecture : eNodeB, SeGW
- 3.2. Technologies pour le backhauling : FTTH, WiMax, Microwave
- 3.3. Evolution de la LTE (3,99G) à la LTE-Advanced (4G)
- 3.4. Handover intra et inter technologies

### 4. Architecture de réseau cœur EPS : ePC

- 4.1. Réseau cœur ePC convergent supportant les réseaux d'accès 2G, 3G, 4G et WiFi avec mobilité globale
- 4.2. Eléments de l'architecture : MME, SGW, PGW.
  - 4.2.1. Interfonctionnement entre LTE et ePC
  - 4.2.2. Interfonctionnement entre accès 2G/3G et l'ePC
  - 4.2.3. Interfonctionnement entre accès non-3GPP (e.g., Wifi) et ePC.
- 4.3. Interfaces ePC basées sur DIAMETER, GTPv2-C et GTPv1-U
- 4.4. Agent DIAMETER pour émuler un réseau de signalisation dans l'ePC
- 4.5. Gestion de la mobilité dans l'état idle et dans l'état actif
- 4.6. Gestion de session
  - 4.6.1. Etablissement de default bearer
  - 4.6.2. Etablissement de dedicated bearer
- 4.7. Policy and Charging Control
  - 4.7.1. Fair use
  - 4.7.2. Forfait bloqué
  - 4.7.3. Multi SIM
  - 4.7.4. Turbo button
  - 4.7.5. Anti-bill shock
  - 4.7.6. Pass roaming
  - 4.7.7. Promotion
  - 4.7.8. Bonus
  - 4.7.9. etc.

### 5. CSCF : Circuit Switched Fallback

- 5.1. Principe du CSFB pour offrir les services circuit au client LTE
- 5.2. Attachement combiné, mise à jour de localisation combinée et détachement combiné
- 5.3. Etablissement d'un appel sortant
- 5.4. Etablissement d'un appel entrant
- 5.5. Envoi et réception de SMS

### 6. VoLTE : Voix sur IP sur LTE avec IMS

- 6.1. Pourquoi l'IMS ?
- 6.2. Qu'est-ce qu'IMS ?
- 6.3. Enregistrement à l'IMS depuis le réseau mobile EPS
- 6.4. Etablissement de session IMS depuis l'EPS
  - 6.4.1. Etablissement de dedicated bearer pour supporter la QoS dans l'EPS
  - 6.4.2. Interface Rx entre IMS et l'accès EPS pour le policy control
- 6.5. Envoi de SMS avec l'IMS
- 6.6. SR-VCC pour garantir la continuité de la session voix en cas de basculement 4G vers 2G/3G
- 6.7. Les services IMS pour l'EPS
- 6.8. Comparaison entre VoLTE et CSFB

## INTRODUCTION A LA 5G

*Objectifs du cours* : Comprendre les évolutions de des réseaux mobiles vers la 5G, comprendre les aspects radio, cœur de réseau et services 5G, ainsi que l'état de la normalisation sur la 5G.

*Pré-requis* : Connaissance de base sur les réseaux mobiles

*Public*: Ingénieurs Télécom, Architectes Réseau, Consultants Télécom

*Durée de la formation* : 2 jours

*Nombre maximum de participants* : 12

1. Introduction
  - 1.1. Panels des standards 2G, 3G et 4G
  - 1.2. La 5G avec les 50 Gbps et l'internet des objets en point de mire
  - 1.3. Les initiatives 5G actuelles
2. La 5G du côté Radio :
  - 2.1. Evolutions OFDM : OFDM filtré : FBMC, BFD, UFD, GFD
  - 2.2. Evolutions MIMO : Massive MIMO, 3D-MIMO
  - 2.3. Evolution du spectre : du très large bande au-delà des 10 GHz
  - 2.4. Evolution FDD/TDD : TDD dynamique, Single Channel FDD
  - 2.5. Schéma avancés de CA (Carrier Aggregation)
  - 2.6. Evolutions DMA : NOMA (Non Orthogonal DMA)
  - 2.7. Evolutions M2M : LTE-M, D2D, Solutions UNB & OSS
3. La 5G du côté Réseau :
  - 3.1. Architectures Virtualisées
  - 3.2. Architectures Mesh
  - 3.3. Architectures SDN
  - 3.4. Smart et Cloud RAN
4. La 5G du côté Service :
  - 4.1. Evolutions des Services Vidéo & Audio
  - 4.2. Le marché M2M (Machine-to-Machine)
  - 4.3. L'essor de l'IoT (Internet of Things)
  - 4.4. Mobile CDN (Content Delivery Network)
5. La Standardisation 5G :
  - 5.1. Les acteurs de la standardisation
  - 5.2. Le calendrier de la standardisation
6. Conclusion

## RESEAU MOBILE 4G : EVOLVED PACKET CORE (ePC) AVANCE

*Objectifs* : Comprendre l'ensemble de la signalisation associée au réseau Evolved Packet Core (ePC), notamment pour les procédures de gestion de la mobilité, de la gestion de session et de la taxation

*Public* : Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom

*Pré-requis* : Connaissance minimum du réseau GPRS et du protocole IP

*Durée de la formation* : 3 jours

*Nombre maximum de participants* : 12

Le futur réseau mobile s'appelle EPS (Evolved Packet system). Il est constitué d'un nouveau réseau d'accès appelé LTE (Long Term Evolution) et d'un nouveau réseau cœur appelé ePC (Evolved Packet Core). Le but de cette formation est de présenter l'ensemble de la signalisation associée au réseau ePC, notamment dans le contexte de la gestion de la mobilité, de la gestion de session et de PCC (Policy and Charging Control). Les protocoles DIAMETER, GTPv2C, GTP-U, PMIP, GRE, X2, S1 sont en particulier étudiés et appliqués dans différents scénarii EPS.

1. Evolution des réseaux mobiles vers l'EPS
2. Architecture de réseau coeur EPS : Evolved Packet Core (ePC)
  - 2.1. Elements de l'architecture
    - 2.1.1. eNodeB
    - 2.1.2. MME
    - 2.1.3. Serving GW
    - 2.1.4. PDN GW
    - 2.1.5. PCRF
    - 2.1.6. HSS
  - 2.2. Interfaces
    - 2.2.1. Interfaces S1 à S16
    - 2.2.2. Protocole de base DIAMETER pour la compréhension des interfaces S6a, S6d, S9, S13, S13', Gx, Gy, Gz, Rx, etc.
  - 2.3. Interfonctionnement Accès 2G/3G et ePC
    - 2.3.1. S4-SGSN
    - 2.3.2. Interfaces S3, S4, S16, S6d et S13'
  - 2.4. Interfonctionnement Accès I-WLAN et ePC
    - 2.4.1. e-PDG
    - 2.4.2. TWAN
    - 2.4.3. 3GPP AAA Server
    - 2.4.4. Interfaces S-wa, SW-m, SW-x, S2a, S2b, S-ta, S6b
3. Gestion de la Mobilité : Attachement, Détachement, mise à jour de Tracking Area, etc.
  - 3.1. Protocole EMM entre UE et MME
  - 3.2. Procédures RRC entre UE et eNodeB pour la gestion de la mobilité
  - 3.3. Procédure S1-AP entre eNodeB et MME pour la gestion de la mobilité
  - 3.4. Interface S6 basée sur DIAMETER entre MME et HSS
  - 3.5. Interface S13 basée sur DIAMETER entre MME et EIR
  - 3.6. Authentification EPS avec AKA
  - 3.7. Procédure de bout de bout de rattachement de l'UE au réseau EPS
  - 3.8. Accès I-WLAN à l'EPC
    - 3.8.1. Protocole PMIP

- 3.8.2. Protocole GRE
- 3.8.3. Protocole EAP
- 3.8.4. Interface SWx basée sur DIAMETER
- 3.8.5. Accès I-WLAN fiable à l'ePC : Procédure de rattachement
- 3.8.6. Accès I-WLAN non fiable à l'ePC : Procédure de rattachement
- 3.9. Interfonctionnement accès 2G/3G et ePC : Procédure de rattachement
- 3.10. ISR : Idle-mode Signaling Reduction
- 4. Gestion de session
  - 4.1. Protocole ESM entre UE et MME
  - 4.2. Protocole RRC entre UE et eNodeB pour l'établissement de bearers
  - 4.3. Protocole S1-AP entre eNodeB et MME pour l'établissement de bearers
  - 4.4. Protocole GTPv2-C entre MME et Serving-GW et entre Serving-GW et PDN-GW
  - 4.5. Interface Gx entre PDN GW et PCRF pour l'obtention des règles de taxation
  - 4.6. Procédure d'établissement de default bearer
  - 4.7. Procédure d'établissement de dedicated bearer
    - 4.7.1. Etablissement par le réseau
    - 4.7.2. Etablissement par l'utilisateur
- 5. Handover
  - 5.1. Protocoles GTPv2-C, X2-AP, S1-AP, RRC pour la gestion de la mobilité dans l'état actif
  - 5.2. Procédure de gestion de la mobilité Intra E-UTRAN avec Interface X2
  - 5.3. Procédure de gestion de la mobilité Intra E-UTRAN sans Interface X2
  - 5.4. Procédure de gestion de la mobilité Intra E-UTRAN avec Relocation EPC
  - 5.5. Procédure de gestion de la mobilité entre le domaine paquet 2G/3G et E-UTRAN
  - 5.6. Procédure de gestion de la mobilité Intra E-UTRAN et WiFi connecté à l'ePC et vice versa
- 6. PCC (Policy and Charging Control) dans l' EPS
  - 6.1. Policy control
  - 6.2. Charging Control
  - 6.3. Architecture PCC
    - 6.3.1. PCEF
    - 6.3.2. BBERF
    - 6.3.3. PCRF
    - 6.3.4. OCS
    - 6.3.5. OFCS
    - 6.3.6. SPR
    - 6.3.7. AF
  - 6.4. Interfaces PCC : Gx, Gy, Gz, Sp, Ud, Rx, S9, Sy
  - 6.5. Scénarii PCC
    - 6.5.1. Fair use
    - 6.5.2. Anti bill shock
    - 6.5.3. Freemium
    - 6.5.4. Redirection de trafic
    - 6.5.5. Turbo button
    - 6.5.6. Promotions et bonus
    - 6.5.7. Voix sur IP
    - 6.5.8. Etc.
  - 6.6. Taxation online
  - 6.7. Taxation offline
- 7. Circuit Switched Fall Back (CSFB)

- 7.1. Impacts CSFB
  - 7.1.1. Interface SGS-AP entre MME et MSC Server
  - 7.1.2. Terminal compatible CSFB
  - 7.1.3. Impact sur les protocoles NAS entre UE et MME
- 7.2. Gestion de la mobilité CSFB
  - 7.2.1. Attachement combiné CS+PS
  - 7.2.2. Mise à jour combinée TA+LA
- 7.3. Appel sortant CSFB
- 7.4. Appel entrant CSFB
- 7.5. SMS sortant CSFB
- 7.6. SMS entrant CSFB



## LONG TERM EVOLUTION : NORMES ET INGENIERIE RADIO

*Objectifs de la formation* : Comprendre la technologie OFDMA mise en œuvre dans le LTE (Long Term Evolution), de la Release 8 du 3GPP. Les technologies et protocoles mis en jeu pour l'augmentation des débits et la gestion de la qualité de service.

*Pré-requis* : Connaissances sur les réseaux cellulaires

*Public* : Ingénieurs planification et exploitation radio, Consultants réseaux et télécoms.

*Durée de la formation* : 3 jours

*Nombre maximum de participants* : 12

1. La normalisation du 3GPP et l'évolution du HSPA vers le LTE.
2. Architecture LTE
  - 2.1. IP et les nouveaux protocoles d'accès radio (l'E-NodeB, l'interface X2)
  - 2.2. Le modèle en couches
  - 2.3. Fonctions du E-Node B
  - 2.4. Interfaces E-UTRAN
  - 2.5. Interface S1 et flexibilité S1
  - 2.6. Interface X2
  - 2.7. Plan usager et plan contrôle
3. Multicast-Broadcast et E-MBMS
4. La couche physique (E-UTRA)
  - 4.1. OFDM, OFDMA, SC-FDMA
  - 4.2. La trame TDD
  - 4.3. La canalisation et définition des sous-canaux à partir des sous-porteuses
  - 4.4. Les techniques avancées (beamforming, MIMO)
  - 4.5. Canaux logiques et physiques
  - 4.6. Canaux UL : PUSCH et PUCCH
  - 4.7. Emissions UL et DL
5. La couche MAC
  - 5.1. Les trames MAC
  - 5.2. La fiabilisation de niveau 2 (ARQ et ARQ hybride)
  - 5.3. L'ordonnancement (Scheduling) sur les liens montant et descendant
  - 5.4. Qualité de service
  - 5.5. La voie balise
  - 5.6. Couche RLC
  - 5.7. Fonctions RRC
  - 5.8. Protocole PDCP
  - 5.9. Protocoles NAS
6. Protocoles réseau
  - 6.1. Attachement au réseau
  - 6.2. Diffusion des informations système
  - 6.3. Attachement / Détachement
  - 6.4. Etablissement de session
  - 6.5. Sécurité en LTE

### 6.6. Transmission de données

7. Gestion de la mobilité
  - 7.1. Etat de mobilité en LTE
  - 7.2. Sélection/resélection de cellules
  - 7.3. Gestion de la localisation
  - 7.4. Mise à jour de zone de localisation
  - 7.5. Accès aléatoire
  - 7.6. Paging
  - 7.7. Gestion de la mobilité intra-E-UTRAN avec l'interface X2
  - 7.8. Gestion de la mobilité intra-E-UTRAN sans l'interface X2
  - 7.9. Gestion de la mobilité intra-E-UTRAN avec réallocation de noeud EPC
  - 7.10. Gestion de la mobilité entre 2G/3G paquet et E-UTRAN
8. Eléments d'ingénierie radio
  - 8.1. LTE à 5 MHz et à 20 MHz
  - 8.2. Modèle de prédiction de propagation pour le LTE
  - 8.3. Modèles de trafic et de mobilité
  - 8.4. Etapes de planification et dimensionnement
  - 8.5. Etude de cas

## AU CŒUR DE L'INTERFACE RADIO LTE ET LTE ADVANCED

*Objectifs de la formation* : Permettre de comprendre les problématiques/mécanismes de l'accès radio LTE. Avoir un avis

*Pré-requis* : Connaissance du coeur de réseau paquet mobile

*Public* : Ingénieurs, Chefs de projet coeur de réseau.

*Durée de la formation* : 2 jours

*Nombre maximum de participants* : 12

1. La Genèse du LTE
  - 1.1. De HSPA au LTE
  - 1.2. WiMAX et LTE
  - 1.3. Objectifs du LTE / LTE Advanced: débits, latences, efficacité spectrale
  - 1.4. LTE: 3.9G ou 4G ?
  - 1.5. Releases 3GPP LTE: de la Release 8 à la Release 12
2. Rappels 3G (UMTS) / 3G+ (HSPA)
  - 2.1. Grands Principes fondateurs de l'interface radio: Modulation, HARQ, Turbo Codes, MIMO, Scheduling des Ressources Radio, AMC, Power Control
  - 2.2. Architecture et Protocoles RAN et CN: équipements et interfaces, protocoles et procédures
3. Principes de l'Interface Radio LTE
  - 3.1. OFDM: Principes, Avantages et Inconvénients, de l'OFDM à l'OFDMA
  - 3.2. Structure OFDM/OFDMA du LTE: Configurations fréquentielles LTE, Trames, Sous Trames, Modes FDD/TDD/HD-FDD, Cyclic Prefix, Ressource Element (RE), Ressource Blocks (RB), Calcul élémentaire de débit
  - 3.3. SC-FDMA UL du LTE
  - 3.4. Le Positionnement fréquentiel du LTE: de 700 MHz à 2.6 GHz
4. Interface Radio LTE DL
  - 4.1. Canaux Physiques: RS, PSS et SSS (notion de PCI), PBCH, PDCCH (notion de CCE, DCI Format), PDSCH, PHICH (notion de groupe), PCFICH,
  - 4.2. Canaux Logiques et Canaux de Transport associés
5. Interface Radio LTE UL
  - 5.1. Canaux Physiques: DM-RS, PUCCH (Formats possibles, CQI, RI, PCI), PUSCH, SRS, P-RACH (Formats RACH)
  - 5.2. Canaux Logiques et Canaux de Transport associés
6. Points Systèmes Interface Radio
  - 6.1. La logique HARQ du LTE
  - 6.2. Le MIMO DL du LTE: Les Principes théoriques MIMO (Gains de Beamforming, de Diversité ou de Multiplexage), Les Configurations MIMO du LTE (du TM1 au TM8), SU-MIMO ou MU-MIMO, Le MIMO Virtuel UL
  - 6.3. Power Control et LTE: choix DL et UL, open loop et closed loop
  - 6.4. LTE et Synchronisation: gestion du timing advance
  - 6.5. L'AMC et le Scheduling LTE: Principes, du Round Robin au Proportional Fair, le Semi Persistent Scheduling (SPS), configurations MCS
  - 6.6. Catégories des UE LTE
  - 6.7. Bilan UL et DL des débits LTE

7. Architecture E-UTRAN
  - 7.1. Equipements et Interfaces
    - 7.1.1. eNodeB et ses fonctionnalités
    - 7.1.2. S1 et S1 Flex
    - 7.1.3. Fonctionnalités de l'eNodeB
    - 7.1.4. Lien avec le Coeur de Réseau (principes, protocoles S1-AP, protocoles NAS)
8. Protocoles E-UTRAN
  - 8.1. Niveau MAC: principes, format des trames et messages
  - 8.2. Niveau RLC: principes, format des trames et messages
  - 8.3. Niveau PDCP: principes format des trames et messages
  - 8.4. Niveau RRC: principes format des trames et messages
9. Points Systèmes E-UTRAN
  - 9.1. Les identités en LTE: Physical Cell Identity, Tracking Area Identity, RNTI, GUMMEI, MME Id
  - 9.2. Procédures RRC: accès RACH, délivrance des SysInfo (MIB et SIB), lien avec NAS (SRB, état du UE, attachement au réseau, gestion des Radio Bearer), gestion des mesures radio, procédure de mobilité (sélection, resélection, tracking area update, handover)
  - 9.3. Principes de Sécurité Radio: chiffrement, mécanismes d'intégrité, gestion des clés, sécurité et handover
  - 9.4. Fiabilisation des Liens: HARQ et RLC et PDCP
  - 9.5. Gestion des Bearer Radio: établissement, politique d'admission, notion de QoS, gestion de la QoS (QCI, ARP)
10. LTE Advanced
  - 10.1. Les Objectifs 4G
  - 10.2. Carrier Agrégation: configurations théoriques et pratiques, notion de Primary et Secondary Cell, Cross Scheduling
  - 10.3. MIMO Avancés DL et UL: TM9, DM-RS, CSI-RS
  - 10.4. Performances 4G: Catégories des UE, Débits
11. Bonus LTE
  - 11.1. Ingénierie Radio: Frequency Reuse, Réseau SFN, Fractional et Soft Frequency Reuse, ICIC et COMP
  - 11.2. e-MBMS: Principes, interface radio et architecture associée
  - 11.3. Noeud Relay: principes, Relay inband/outband, évolution de l'interface radio
  - 11.4. Home eNodeB: principes et architecture, apport des ABS (Almost Blank Subframe) et du Carrier Aggregation
12. Conclusion de la Formation
  - 12.1. Travaux LTE Release 12 à venir
    - 12.1.1. MTM (Machine to Machine)
    - 12.1.2. D2D et ProSe (Device to Device Communication / Proximity Services)
    - 12.1.3. GCSE (Group Call Service Enabler): Impacts Possibles sur l'Interface Radio
  - 12.2. Bilan du LTE/LTE-A dans le monde

## GESTION DE LA MOBILITE ET GESTION DE SESSION LTE : PROCEDURES, BEARERS ET PROTOCOLES ASSOCIES

*Objectifs* : Le but de cette formation est de comprendre les procédures LTE de gestion de mobilité et gestion de session, ainsi que les bearers radio et accès associés et les protocoles impliqués (RRC, S1-AP, NAS, PDCCP).

*Public* : Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom

*Pré-requis* : Connaissance minimum du réseau EPS

*Durée* : 2 jours

*Nombre maximum de participants* : 12

### PROGRAMME

1. SIBs (System Information Block) et leurs fonctions
  - 1.1. SIB 1 à SIB 18
  - 1.2. Transmission des SIBS sur BCCH→DL-SCH→PDSCH.
  - 1.3. Scénario d'acquisition par l'UE des SIBs
2. RRC : Radio Resource Control
  - 2.1. Fonctions RRC
  - 2.2. Etats RRC : RRC\_IDLE, RRC\_CONNECTED
  - 2.3. Connexion RRC pour :
    - 2.3.1. Attachement
    - 2.3.2. Détachement
    - 2.3.3. Mise à jour de Tracking Area
    - 2.3.4. Service Request et Extended Service Request
    - 2.3.5. Paging Response
  - 2.4. Procédures RRC
    - 2.4.1. Paging
    - 2.4.2. RRC Connection Establishment
    - 2.4.3. RRC Connection Reconfiguration
    - 2.4.4. RRC Connection Re-Establishment
    - 2.4.5. Initial Security Activation
    - 2.4.6. RRC Connection Release
3. SRBs : Signaling Radio Bearers
  - 3.1. SRB 0 pour le transport des messages RRC sur le canal logique commun CCCH
  - 3.2. SRB 1 pour le transport de messages RRC sur le canal logique dédié DCCH
  - 3.3. SRB 2 pour le transport des messages RRC encapsulant des messages NAS en utilisant le canal logique dédié DCCH
  - 3.4. Messages RRC sur SRB 0 , SRB 1 et SRB 2 respectivement
4. Identités
  - 4.1. GUTI
    - 4.1.1. GUMMEI
    - 4.1.2. M-TMSI
    - 4.1.3. S-TMSI
    - 4.1.4.
  - 4.2. eNB S1AP UE ID

- 4.3. MME S1AP UE ID
  - 4.4. TAI
  - 4.5. Global eNB Id
  - 4.6. EPS Bearer ID
  - 4.7. E-RAB Id
  - 4.8. DRB Id (Data Radio Bearer Identifier)
5. NAS : EMM et ESM (Trafic de signalisation entre UE et MME)
    - 5.1. EMM
      - 5.1.1. Procédures d'Attach/Detach
        - 5.1.1.1. Attach request; Attach accept; Attach complete; Attach reject
        - 5.1.1.2. Detach request; Detach accept
      - 5.1.2. Procédures de mise à jour de Tracking Area
        - 5.1.2.1. Tracking area update request; Tracking area update accept
        - 5.1.2.2. Tracking area update complete; Tracking area update reject
      - 5.1.3. Procédure de Réallocation de GUTI
        - 5.1.3.1. GUTI reallocation command; GUTI reallocation complete
      - 5.1.4. Procédure d'Authentication
      - 5.1.5. Authentication request; Authentication response; Authentication reject
      - 5.1.6. Procédure d'Identification (IMSI ou IMEI)
        - 5.1.6.1. Identity request; Identity response
      - 5.1.7. Procédure EMM Connection Management
        - 5.1.7.1. Paging request ; Service request
      - 5.1.8. Procédure de sécurité
        - 5.1.8.1. Security Mode Command ; Security Mode Complete
    - 5.2. ESM
      - 5.2.1. Activation du default bearer (initiée par le MME)
      - 5.2.2. Activation de dedicated bearer initiée par l'UE
      - 5.2.3. Activation de dedicated bearer initiée par le réseau
      - 5.2.4. Modification de bearer EPS
      - 5.2.5. Désactivation de bearer EPS initiée par le réseau
      - 5.2.6. Désactivation de bearer EPS initiée par l'UE
      - 5.2.7. Connexion PDN initiée par l'UE
      - 5.2.8. Déconnexion PDN initiée par l'UE
    - 5.3. Chiffrement et protection de l'intégrité du trafic NAS entre UE et MME
  6. Call flows et Traces
    - 6.1. Attachement
      - 6.1.1. Messages EMM
        - 6.1.1.1. Attach Request/Accept/Complete
        - 6.1.1.2. Authentication Request/Response
        - 6.1.1.3. Identity Request/Identity Response
      - 6.1.2. Message S1-AP
        - 6.1.2.1. S1-AP Initial UE Message
        - 6.1.2.2. S1-AP Downlink NAS Transport
        - 6.1.2.3. S1-AP Uplink NAS Transport
        - 6.1.2.4. S1-AP Initial Context Setup Request/Response
      - 6.1.3. Messages RRC
        - 6.1.3.1. RRC ConnectionRequest/RRC Connection Setup/RRC Connection Setup Complete
        - 6.1.3.2. RRC Downlink Information Transfer/RRC Uplink Information Transfer
        - 6.1.3.3. RRC Connection Reconfiguration Request
      - 6.1.4. Messages S11 (GTPv2-C)
        - 6.1.4.1. Create Session Request/response

- 6.1.4.2. Modify Bearer Request/response
  - 6.2. Détachement
    - 6.2.1.1. Messages EMM/S1-AP/RRC/S11(GTPv2-C)
  - 6.3. Mise à jour de Tracking Area
    - 6.3.1.1. Messages EMM/S1-AP/RRC/S11(GTPv2-C)
  - 6.4. Passage de l'état idle à l'état actif pour émission et réception de paquet (établissement de E-RAB)
    - 6.4.1.1. Messages EMM/S1-AP/RRC/S11(GTPv2-C)
  - 6.5. Passage de l'état actif à l'état idle après inactivité (libération de E-RAB)
  - 6.6. Causes d'erreur associées aux procédures si rejet de la procédure
- 7. PDCP
    - 7.1. Fonctions PDCP
    - 7.2. PDCP pour le transport des messages de contrôle RRC
    - 7.3. PDCP pour le transport des paquets IP de l'UE
  - 8. Gestion de mobilité entre LTE et 2G/3G
    - 8.1. Gestion de mobilité LTE → 2G/3G paquet et 2G/3G paquet → LTE dans l'état idle et call flows associés
    - 8.2. Gestion de mobilité dans l'état actif et call flows RRC/X2-AP/S1-AP/S3/S11 associés
      - 8.2.1. Mobilité Intra-E-UTRAN avec support X2
      - 8.2.2. Mobilité Intra-E-UTRAN sans support X2
      - 8.2.3. Mobilité Intra E-UTRAN avec changement de noeud EPC
      - 8.2.4. Mobilité entre les réseaux paquet 2G/3G et E-UTRAN : handover pour le mode paquet entre technologies.
      - 8.2.5. Voice Call Continuity entre 2G/3G en mode circuit et E-UTRAN

## ROAMING DANS LES RESEAUX 2G, 3G et 4G

*Objectifs du séminaire :* Comprendre les architectures de roaming voix, SMS, données, CAMEL et les procédures de gestion de mobilité et de communications sous jacentes.

*Pré-requis :* Connaissance des principes des réseaux mobiles ainsi que des réseaux GSM, GPRS.

*Public :* Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et services télécom, responsables télécom, ingénieurs avant-vente

*Durée du séminaire :* 4 jours

La mobilité est la clé du succès des réseaux mobiles. Le roaming a étendu la définition de la mobilité au delà de la technologie, des réseaux et des frontières des pays. N'est il pas fascinant de pouvoir établir et recevoir des appels, émettre et recevoir des SMS et accéder à Internet depuis n'importe quelle partie du monde en utilisant le même mobile et la même identité? Avec le déploiement généralisé des technologies GSM et GPRS, les usagers ont la flexibilité d'utiliser leurs services voix, données et SMS dans plus de 700 réseaux.

Le 1<sup>er</sup> chapitre décrit l'architecture inter-opérateur pour la mise en oeuvre des accords de roaming entre opérateurs, notamment les réseaux voix, SS7 et IP internationaux. Le 2<sup>ème</sup> chapitre traite de l'architecture du réseau de signalisation pour le trafic de signalisation relatif à des roamers. Le 3<sup>ème</sup> chapitre présente la voix en roaming ; le 4<sup>ème</sup> chapitre décrit le SMS en situation de roaming ; le 5<sup>ème</sup> chapitre concerne les services à valeur ajoutée tels que prépayé et accès à la boîte vocale en roaming. Le 6<sup>ème</sup> chapitre est dédié à la data en roaming. Le 7<sup>ème</sup> chapitre traite du roaming 3G et le 8<sup>ème</sup> chapitre traite de la facturation en roaming avec l'importance des clearinghouses. Enfin le 8<sup>ème</sup> chapitre est dédié à l'évolution du roaming avec l'arrivée des réseaux 4G/LTE. Cela requiert des réseaux d'interconnexion au plan contrôle avec des hubs internationaux DIAMETER et au plan usager avec des POP IPX..

- 1. Architecture inter-opérateurs pour le roaming
  - 1.1. Réseau SS7 international
  - 1.2. Réseau voix international
  - 1.3. Réseau IP international : GRX et IPX
- 2. SS7 et Roaming
  - 2.1. Réseau SS7 d'un opérateur mobile
  - 2.2. Réseau SS7 international
  - 2.3. Couches MTP3 : adressage via les point codes, routage et contrôle de congestion
  - 2.4. Couche SCCP : adressage via PC+SSN et Global Title (GT)
    - 2.4.1. GT E.214 et GT E.164
    - 2.4.2. Global Title Translation (GTT)
  - 2.5. Acheminement d'un message MAP relatif à la gestion de la mobilité (e.g., MAP SAI) pour un client se rattachant depuis un réseau visité
  - 2.6. Acheminement d'un message MAP relatif à l'envoi d'un SMS (e.g., MAP MO Forward SM) pour un client rattaché à un réseau visité
  - 2.7. Evolution de SS7 vers SIGTRAN
- 3. GSM et Roaming
  - 3.1. Structure du réseau voix mobile
  - 3.2. Structure du réseau R4 qui émule le réseau vix mobile avec l'architecture NGN
  - 3.3. Procédure d'attachement GSM depuis le réseau visité
  - 3.4. Protocole MAP pour la gestion de la mobilité
  - 3.5. Procédure de gestion de la mobilité depuis un réseau visité

- 3.6. Protocole ISUP pour l'établissement d'appel
- 3.7. Procédure d'établissement d'appel sortant depuis un réseau visité
- 3.8. Procédure d'établissement d'appel entrant pour un appelé dans un réseau visité
- 3.9. Services complémentaires en roaming
- 3.10. Services USSD en roaming
4. SMS et Roaming
  - 4.1. Architecture SMS
  - 4.2. Messages MAP pour le service SMS
  - 4.3. Envoi d'un SMS depuis un réseau visité
  - 4.4. Réception d'un SMS pour un destinataire dans un réseau visité
  - 4.5. GSMA IR24 pour la spécification des tests
5. CAMEL et Roaming
  - 5.1. Architecture CAMEL Phase 2 pour a voix
    - 5.1.1. Entités fonctionnelles : gsmSCF, gsmSSF, gsmSRF
    - 5.1.2. Modèle d'appel CAMEL : O-BCSM et T-BCSM
    - 5.1.3. Marques CAMEL : O-CSI, T-CSI, SS-CSI
  - 5.2. Protocole CAP Phase 2
  - 5.3. Architecture CAMEL Phase 3 pour le SMS
  - 5.4. Services CAMEL importants : prépayé, accès à la boîte vocale depuis un réseau visité, Réseau privé virtuel
  - 5.5. Appel sortant prépayé pros en charge par CAMEL pour un client en roaming
  - 5.6. Appel entrant pris en charge par CAMEL pour un appelé prépayé présent dans un réseau visité
  - 5.7. Appel à la boîte vocale depuis un réseau visité pris en charge par CAMEL
  - 5.8. GSMA IR32 pour la spécification des tests
6. GPRS et Roaming
  - 6.1. Architecture GPRS
  - 6.2. Principe d'APN et résolution d'APN
  - 6.3. Protocole MAP pour la gestion de la mobilité GPRS
  - 6.4. Procédure d'attachement GPRS depuis un réseau visité
  - 6.5. Procédure de gestion de la mobilité depuis un réseau visité
  - 6.6. Procédure d'établissement de contexte PDP depuis un réseau visité
  - 6.7. Mise en oeuvre de l'anti-bill shock, du prépayé et du suivi conso pour un client utilisant la data mobile depuis un réseau visité
  - 6.8. GSMA IR.33 et IR.35 pour la spécification des tests
7. 3G et Roaming
  - 7.1. Authentification 3G versus authentification 2G
    - 7.1.1. Triplés 2G
    - 7.1.2. Quintuplés 3G
      - 7.1.2.1. Algorithme AKA
      - 7.1.2.2. Authentification mutuelle, chiffrement et protection de l'intégrité
  - 7.2. Vidéotéléphonie
    - 7.2.1. Appel sortant vidéo pour un client en roaming
    - 7.2.2. Appel entrant vidéo destiné à un client en roaming
  - 7.3. GSMA IR.50 pour le roaming 3G
8. Facturation en roaming
  - 8.1. TAP : Transferred Accounted Procedures
  - 8.2. TAP-in et TAP-out

- 8.3. Format des enregistrements de données TAP pour les services voix, SMS, CAMEL et les services de données GPRS
- 8.4. Rôle des clearinghouses
9. Futur du roaming avec la LTE
  - 9.1. Roaming data
  - 9.2. Roaming Voix : CS FallBack et VoLTE
  - 9.3. Architecture de signalisation DIAMETER
    - 9.3.1. Protocole DIAMETER
    - 9.3.2. Interface S6 et S9 DIAMETER utilisé en situation de roaming
    - 9.3.3. Agent de signalisation DIAMETER opérateur
    - 9.3.4. Agent de signalisation DIAMETER d'interconnexion
    - 9.3.5. Routage DIAMETER inter-opérateur
  - 9.4. Réseau IP inter opérateur : IPX
  - 9.5. Attachement d'un client LTE en situation de roaming
  - 9.6. Gestion de la mobilité d'un client LTE en roaming
  - 9.7. Etablissement de bearer par un client LTE en roaming
  - 9.8. LTE et voix en roaming
    - 9.8.1. Circuit Switched Fallback (CSFB)
    - 9.8.2. Voix sur IP sur LTE (VoLTE)

## TRES HAUT DEBIT MOBILE : LTE, ePC, PCC, IMS ET IMPACTS SI

*Objectifs du cours* : Comprendre l'évolution des réseaux mobiles vers LTE, ePC et l'importance de l'IMS dans ce nouveau contexte. Mettre en exergue l'impact sur l'OSS, notamment sur les aspects Provisioning, Assurance et Facturation

*Public* : Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom

*Pré-requis* : Connaissance minimum des réseaux mobiles et du protocole IP

*Durée de la formation* : 2 jours

*Nombre maximum de participants* : 12 participants.

La LTE (Long Term Evolution of 3G) est un projet mené par l'organisme de standardisation 3GPP visant à rédiger les normes techniques de la future quatrième génération en téléphonie mobile. Elle permet le transfert de données à très haut débit, avec une portée plus importante, un nombre d'appels par cellule supérieur (zone dans laquelle un émetteur de téléphonie mobile peut entrer en relation avec des terminaux) et une latence plus faible. En théorie, elle permet d'atteindre des débits de l'ordre de 50 Mbps en lien ascendant et de 100 Mbps en lien descendant, à partager entre les utilisateurs mobiles d'une même cellule. Pour les opérateurs, la LTE implique de modifier le coeur du réseau et les émetteurs radio. Il faut également développer des terminaux mobiles adaptés. En terme de vocabulaire, le futur réseau s'appelle EPS (Evolved Packet System). Il est constitué d'un nouveau réseau d'accès appelé LTE (Long Term Evolution) et d'un nouveau réseau coeur appelé ePC (Evolved Packet Core). L'objectif de ce cours est de brièvement rappeler l'architecture des réseaux mobile 2G/3G, puis de présenter l'architecture de bout en bout du réseau EPS avec son accès, son réseau coeur, et les entités associées. La formation introduit par ailleurs les procédures de gestion de la mobilité EPS, gestion de session EPS, gestion du handover LTE et LTE vers 3G. Les services auparavant offerts par le domaine circuit seront assurés à l'avenir par une architecture VoLTE (Voice over LTE) basée sur l'IMS (IP Multimedia Subsystem). Une solution alternative existe appelée Circuit Switched Fallback (CSFB). Le séminaire présente CSFB et VoLTE. Ce cours ne présente pas les technologies radio OFDMA et SC-FDMA qui font l'objet d'une autre formation EFORT.

Par ailleurs, le cours présente le provisioning du client EPS ainsi que la taxation/facturation du client EPS via l'architecture PCC (Policy and Charging Control). Deux types de taxation sont considérées : online et offline charging.

1. Evolution des réseaux mobiles vers EPS
  - 1.1. Evolution des réseaux mobiles : GSM, GPRS, EDGE, W-CDMA, HSPA, HSPA+
  - 1.2. Etat du déploiement des réseaux 2G/3G/3G+
  - 1.3. Impact de l'EPS sur les réseaux 2G/3G/3G+
  - 1.4. Etats actuel et futur du déploiement des réseaux EPS
2. Introduction à l'EPS (EPS = LTE+ePC)
  - 2.1. Services considérés avec l'EPS
  - 2.2. Modèles de négoce avec l'introduction de l'EPS
  - 2.3. Besoins LTE et principes de conception
  - 2.4. Besoins ePC et principes de conception
3. Réseau d'accès EPS : LTE
  - 3.1. Eléments d'architecture: eNodeB
  - 3.2. Connectivité entre LTE et ePC
4. Réseau coeur EPS : ePC

- 4.1. Eléments d'architecture
    - 4.1.1. MME
    - 4.1.2. Serving GW
    - 4.1.3. PDN GW
    - 4.1.4. PCRF
    - 4.1.5. HSS
    - 4.1.6. OCS
    - 4.1.7. OFCS
  - 4.2. Gestion de la mobilité dans l'état IDLE : attachement, détachement, mise à jour de l'aire de localisation
  - 4.3. Gestion de la mobilité dans l'état ACTIF : Handover
  - 4.4. Etablissement/Libération de bearer
5. Provisioning du client EPS
    - 5.1. Provisioning au niveau de la carte USIM
    - 5.2. Provisioning au niveau du HSS
      - 5.2.1. Provisioning 2G/3G circuit et paquet
      - 5.2.2. Provisioning 4G (EPS) paquet
        - 5.2.2.1. Profil d'utilisateur
      - 5.2.3. Provisioning IMS
        - 5.2.3.1. Profil usager
        - 5.2.3.2. Données de service
  6. EPS et les solutions alternatives à l'IMS pour offrir les services de la téléphonie
    - 6.1.1. Circuit Switched Fallback (CSFB)
  7. EPS et IMS : Voice over LTE
    - 7.1. Architecture IMS
    - 7.2. Enregistrement IMS en considérant l'accès EPS
    - 7.3. Etablissement de session IMS en considérant l'accès EPS
    - 7.4. Services IMS
  8. Policy and Charging Control (PCC) dans le contexte EPS
    - 8.1. Principes PCC
    - 8.2. Domaines PCC
      - 8.2.1. Contrôle QoS
      - 8.2.2. Contrôle de politique, i.e., autorisation/blocage de flux
        - 8.2.2.1. Shallow packet inspection
        - 8.2.2.2. Deep packet inspection
        - 8.2.2.3. Heuristic based Deep packet inspection
      - 8.2.3. Contrôle de la taxation
        - 8.2.3.1. Taxation online
        - 8.2.3.2. Taxation offline
        - 8.2.3.3. Scénarii de taxation
    - 8.3. Architecture PCC
      - 8.3.1. Entités
        - 8.3.1.1. PCRF
        - 8.3.1.2. PCEF (e.g., PDN GW)
        - 8.3.1.3. BBERF
        - 8.3.1.4. AF (e.g., P-CSCF)
        - 8.3.1.5. OCS
        - 8.3.1.6. OFCS
        - 8.3.1.7. SPR
      - 8.3.2. Interfaces

- 8.4. Règles PCC
  - 8.5. Scénarii PCC
    - 8.5.1. Fair use
    - 8.5.2. Freemium
    - 8.5.3. Anti-shock bill
    - 8.5.4. Reboost
    - 8.5.5. Contrôle d'application
  - 8.6. Relation entre PCC et OSS/BSS
9. Futur de la LTE : LTE-Advanced

## M2M ET INTERNET DES OBJETS : VISION RESEAU ET SERVICES

*Objectifs du cours* : Comprendre les domaines d'applications M2M (Machine to Machine) et IoT (Internet of Things), les architectures de service associées et l'optimisation du réseau mobile pour supporter le domaine M2M.

*Public*: Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom, ingénieurs avant-vente

*Pré-requis* : Connaissance minimum des réseaux data mobiles (e.g., GPRS)

*Durée de la formation*: 2 jours.

*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

Le développement des technologies de communication et des équipements intelligents, combinés à l'informatique d'entreprise, a permis l'émergence d'un nouveau type d'usages et d'applications : le Machine To Machine ou M2M. En effet, la banalisation des objets communicants fixes ou mobiles, la baisse des coûts de communication, l'amélioration de la performance des réseaux et la disponibilité de plates-formes de services dédiées permettant de gérer une multitude d'objets, ont ouvert aux entreprises de nouveaux domaines d'activités, impactant directement leurs processus et leurs offres.

Le M2M est la convergence de trois familles de technologies : des objets intelligents reliés par des réseaux de télécommunication (fixe ou mobile) à un centre informatique en charge de la prise de décisions. Le M2M s'applique à différents domaines tels que l'automobile, l'énergie, la santé, etc.

L'Internet des objets représente l'extension d'Internet à des objets afin de leur permettre d'interagir et d'échanger des informations à tout moment et en tout lieu. Des machines, des objets de tous les jours et des éléments virtuels (comme des photographies numériques) peuvent désormais être identifiés de la même façon que des individus sur l'Internet des gens. Dans le monde de l'Internet des Objets (IdO ou IoT en anglais), les objets sont maintenant sur un pied d'égalité avec les êtres humains. Dès lors, le M2M doit être considéré comme un sous-ensemble de l'IoT.

Le but de cette formation orientée Réseau et Services M2M et IoT est de :

- définir de manière exhaustive les différents aspects relatifs aux termes M2M (Machine to Machine) et IoT (Internet of Things)
- décrire le marché M2M
- Introduire les différents domaines d'application M2M et IoT, le M2M pouvant être considéré comme un sous ensemble de l'IoT
- Détailler les architectures de service M2M et IoT
- Présenter les optimisations réseau spécifiées par 3GPP pour adapter de manière optimale le réseau mobile aux applications M2M
- Introduire les différents protocoles et réseaux de communication supports de l'IoT

### PROGRAMME

1. M2M et Internet of Things : Une définition
  - 1.1. Définition 3GPP et définition ETSI de M2M
  - 1.2. Définition de l'IoT (Internet of Things)
  - 1.3. Les fonctionnalités du M2M et de l'IoT
  - 1.4. M2M sous-ensemble de l'IoT

2. Le marché M2M
  - 2.1. La part des abonnements M2M par rapport au nombre global d'abonnements des opérateurs par pays et par continent
  - 2.2. La chaîne de valeur M2M
  - 2.3. Modèles de business
  - 2.4. L'embedded SIM et son impact sur le marché M2M
  - 2.5. Tarification des services M2M
3. Domaines d'application du M2M et de l'IoT et architectures de service associées
  - 3.1. Domaines d'application M2M
    - 3.1.1. La gestion de flotte de véhicules (e.g., suivi de la livraison)
    - 3.1.2. La voiture connectée
    - 3.1.3. Le suivi logistique (e.g., contrôle des stocks en temps réel)
    - 3.1.4. La télémétrie (e.g., compteurs d'énergie communicants ou équipements permettant le suivi des patients à domicile)
    - 3.1.5. etc.
  - 3.2. Domaines d'application supplémentaires avec l'IoT
    - 3.2.1. L'agriculture.
    - 3.2.2. L'électronique grand public
    - 3.2.3. L'infrastructure
    - 3.2.4. La ville intelligente
    - 3.2.5. Les services publics
    - 3.2.6. La santé et bien-être
    - 3.2.7. Les processus industriels
    - 3.2.8. La domotique
    - 3.2.9. etc.
  - 3.3. Caractérisation du trafic M2M/IoT par domaine d'application
  - 3.4. Architectures de service M2M/IoT pour les différents domaines mentionnés
4. Les réseaux pour le M2M et l'IoT
  - 4.1. Les réseaux mobiles
  - 4.2. Les réseaux LP-WAN (Low Power Wide Area Network)
    - 4.2.1. Le standard LTN
      - 4.2.1.1. Avantages et applications des réseaux LTN
      - 4.2.1.2. Architecture de réseau LTN
      - 4.2.1.3. Interfaces du réseau LTN
    - 4.2.2. Les technologies LORA, SIGFOX, RPMA, WEIGHTLESS, etc.
  - 4.3. Les réseaux WPAN (Wireless Personal Area Network)
    - 4.3.1. Zigbee, Z-wave, IEEE 802.15.4, Bluetooth Low Energy, WiFi Low Energy
  - 4.4. Les réseaux fixes
5. Evolution de l'adressage des devices M2M et impacts sur les architectures de réseau/service
  - 5.1. MSISDN (E.164) de taille actuelle
  - 5.2. MSISDN (E.164) sur 15 digits
  - 5.3. URI (Uniform Resource Indicator)
  - 5.4. SIP URI et TEL URI
  - 5.5. Adresses IPv4, IPv6

6. Architecture WEB/REST pour la mise en oeuvre des architectures M2M/IoT et API LWM2M
  - 6.1. Principes REST
  - 6.2. Les proxy et leur fonctionnalité
  - 6.3. Protocole HTTP dans le contexte REST
  - 6.4. Protocole COAP dans le contexte REST
  - 6.5. Interfonctionnement COAP/REST
  - 6.6. API LWM2M
    - 6.6.1. Bootstrap
    - 6.6.2. Enregistrement
    - 6.6.3. Device management and service enablement
    - 6.6.4. Souscription à des événements et notification
    - 6.6.5. Exemples de scénarii
7. Architecture de réseau 3GPP MTC (Machine Type Communication) pour la prise en charge des services M2M de manière optimisée
  - 7.1. Entités de l'architecture
    - 7.1.1. MTC-IWF
    - 7.1.2. HSS
    - 7.1.3. GGSN/PGW
    - 7.1.4. SGSN/MME/MSC
    - 7.1.5. MTC AAA
    - 7.1.6. CDF/CGF
  - 7.2. Nouvelles Interfaces
    - 7.2.1. Tsms
    - 7.2.2. T4, T5a, T5b, T5c, T6m, T6n
    - 7.2.3. Tsp
  - 7.3. Architecture MTC sans roaming
  - 7.4. Architecture MTC en situation de roaming en mode home routed
  - 7.5. Architecture MTC en situation de roaming en mode local breakout
  - 7.6. Fonction de déclenchement ou réveil de l'équipement M2M
    - 7.6.1. Réveil via SMS
    - 7.6.2. Réveil via SGSN / MME/MSC Server
    - 7.6.3. Réveil via le plan usager
    - 7.6.4. Réveil pour des groupes de devices via CBC ou MBMS
  - 7.7. Méthodes d'envoi de données par le device M2M
    - 7.7.1. Plan de contrôle
    - 7.7.2. Plan d'usager
  - 7.8. Optimisations architecturales pour supporter les applications M2M
    - 7.8.1. Capacités de services M2M communes et spécifiques (orientées réseau)
    - 7.8.2. Contrôle de la surcharge et de la congestion
    - 7.8.3. Supervision des devices M2M
    - 7.8.4. Gestion des groupes de devices M2M
    - 7.8.5. Sécurité et taxation



## M2M ET INTERNET DES OBJETS : VISION SERVICES ET SI

*Objectifs du cours* : Comprendre les domaines d'applications M2M (Machine to Machine) et IoT (Internet of Things), les architectures de service proposées par les organismes de télécommunication et ceux proposés par les OTT, et l'impact de l'introduction des applications M2M/IoT sur le système d'information des opérateurs de télécommunication.

*Public*: Ingénieurs télécom et SI, Architectes télécom et SI, Consultants télécom et SI, ingénieurs avant-vente

*Pré-requis* : Aucune connaissance particulière

*Durée de la formation*: 2 jours.

*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

Le développement des technologies de communication et des équipements intelligents, combinés à l'informatique d'entreprise, a permis l'émergence d'un nouveau type d'usages et d'applications : le Machine To Machine ou M2M. En effet, la banalisation des objets communicants fixes ou mobiles, la baisse des coûts de communication, l'amélioration de la performance des réseaux et la disponibilité de plates-formes de services dédiées permettant de gérer une multitude d'objets, ont ouvert aux entreprises de nouveaux domaines d'activités, impactant directement leurs processus et leurs offres.

Le M2M est la convergence de trois familles de technologies : des objets intelligents reliés par des réseaux de télécommunication (fixe ou mobile) à un centre informatique en charge de la prise de décisions. Le M2M s'applique à différents domaines tels que l'automobile, l'énergie, la santé, etc.

L'Internet des objets représente l'extension d'Internet à des objets afin de leur permettre d'interagir et d'échanger des informations à tout moment et en tout lieu. Des machines, des objets de tous les jours et des éléments virtuels (comme des photographies numériques) peuvent désormais être identifiés de la même façon que des individus sur l'Internet des gens. Dans le monde de l'Internet des Objets (IdO ou IoT en anglais), les objets sont maintenant sur un pied d'égalité avec les êtres humains. Dès lors, le M2M doit être considéré comme un sous-ensemble de l'IoT.

Le but de cette formation orientée Services et SI M2M et IoT est de :

- définir de manière exhaustive les différents aspects relatifs aux termes M2M (Machine to Machine) et IoT (Internet of Things)
- décrire le marché M2M et IoT
- Introduire les différents domaines d'application M2M et IoT.
- Présenter une architecture de références de service M2M
- Détailler les architectures de service M2M et IoT proposées par les instances de normalisation ainsi que celles principales proposées par les Over the Top (OTT)
- Présenter le cycle de vie du device M2M/IoT et sa gestion (device management)
- Décrire l'impact de l'introduction des applications M2M sur le Système d'information (SI) des opérateurs de télécommunication notamment en terme d'inventaire réseau / service, provisioning, assurance et policy & charging.

### PROGRAMME

#### 1. M2M et Internet of Things : Une définition

- 1.1. Définition 3GPP et définition ETSI de M2M
- 1.2. Définition de l'IoT (Internet of Things)
- 1.3. Les fonctionnalités du M2M et de l'IoT
- 1.4. M2M sous-ensemble de l'IoT

#### 2. Le marché M2M

- 2.1. La part des abonnements M2M par rapport au nombre global d'abonnements des opérateurs par pays et par continent
- 2.2. La chaîne de valeur M2M
- 2.3. L'opérateur MMO (Machine to Machine Operator), son infrastructure et sa valeur ajoutée
- 2.4. Modèles de business
- 2.5. L'embedded SIM et son impact sur le marché M2M
- 2.6. Tarification des services M2M aujourd'hui

#### 3. Domaines d'application du M2M et de l'IoT et architectures de service associées

- 3.1. Domaines d'application M2M
  - 3.1.1. La gestion de flotte de véhicules (e.g., suivi de la livraison)
  - 3.1.2. La voiture connectée
  - 3.1.3. Le suivi logistique (e.g., contrôle des stocks en temps réel)
  - 3.1.4. La télémétrie (e.g., compteurs d'énergie communicants ou équipements permettant le suivi des patients à domicile)
  - 3.1.5. etc.
- 3.2. Domaines d'application supplémentaires avec l'IoT
  - 3.2.1. L'agriculture.
  - 3.2.2. L'électronique grand public
  - 3.2.3. L'infrastructure
  - 3.2.4. La ville intelligente
  - 3.2.5. Les services publics
  - 3.2.6. La santé et bien-être
  - 3.2.7. Les processus industriels
  - 3.2.8. La domotique
  - 3.2.9. etc.
- 3.3. Caractérisation du trafic M2M/IoT par domaine d'application
- 3.4. Architectures de service M2M/IoT pour les différents domaines mentionnés

#### 4. Architecture de référence pour M2M/IoT

#### 5. Les architectures de service des OTTs et de forums

- 5.1. Initiative Allseen Alliance Forum de Microsoft, LG, Qualcomm, Panasonic
  - 5.1.1. Les Frameworks de services
    - 5.1.1.1. Device Information & Configuration
    - 5.1.1.2. Onboarding
    - 5.1.1.3. Notifications
    - 5.1.1.4. Control Panel
    - 5.1.1.5. Audio
  - 5.1.2. Framework commun sous-jacent
    - 5.1.2.1. Discovery
    - 5.1.2.2. Security
    - 5.1.2.3. Connection management
    - 5.1.2.4. Network management
  - 5.1.3. Le client léger
  - 5.1.4. Exemples d'applications IoT avec les frameworks de service
- 5.2. IPSO (IP for smart objects) Alliance

- 5.2.1. Modèle d'objet commun utilise via le protocole COAP ou HTTP entre les devices IoT et les applications qui les gèrent.
  - 5.2.1.1. Les types d'objet
- 5.2.2. Les protocoles de communication candidats basés sur IP
- 5.3. Initiative Open Interconnect Forum (OIC) de Dell, Intel, Samsung
- 6. Les architectures de service proposées par la normalisation
  - 6.1. Architecture de service M2M ETSI
    - 6.1.1. Entités de l'architecture : M2M device, M2M gateway, M2M core, M2M application, M2M management functions
    - 6.1.2. Capacités de services ETSI M2M
      - 6.1.2.1. Application Enablement (xAE)
      - 6.1.2.2. Generic Communication (xGC)
      - 6.1.2.3. Reachability, Addressing and Repository (xRAR)
      - 6.1.2.4. Communication Selection (xCS)
      - 6.1.2.5. Remote Entity Management (xREM)
      - 6.1.2.6. SECurity (xSEC)
      - 6.1.2.7. History and Data Retention (xHDR)
      - 6.1.2.8. Transaction Management (xTM)
      - 6.1.2.9. Telco Operator Exposure (xTOE)
      - 6.1.2.10. Interworking Proxy (xIP)
    - 6.1.3. Interfaces associées
  - 6.2. Architecture de service 3GPP pour des services réseau
    - 6.2.1. Services proposés
      - 6.2.1.1. Réveil de l'objet
      - 6.2.1.2. Time controlled
      - 6.2.1.3. Small data transmission
      - 6.2.1.4. Low mobility
      - 6.2.1.5. Monitoring
      - 6.2.1.6. Group-based management
    - 6.2.2. Interfaces de l'architecture
  - 6.3. Style d'architecture WEB/REST pour la mise en oeuvre des architectures de service M2M/IoT
    - 6.3.1. Principes REST
    - 6.3.2. Pourquoi REST dans le contexte M2M/IoT
    - 6.3.3. Les proxy et leur fonctionnalité
    - 6.3.4. Protocole HTTP dans le contexte REST
    - 6.3.5. Protocole COAP dans le contexte REST
    - 6.3.6. Interfonctionnement COAP/REST
    - 6.3.7. Exemples de scénarii
    - 6.3.8. REST versus SOAP
- 7. Device M2M
  - 7.1. Caractéristiques d'un device M2M
    - 7.1.1. Microcontrôleur
    - 7.1.2. Source d'énergie
    - 7.1.3. Communication
    - 7.1.4. OS
    - 7.1.5. Applications et environnement pour les exécuter
    - 7.1.6. Device management
    - 7.1.7. etc.
  - 7.2. Types de devices M2M
    - 7.2.1. Device de base
    - 7.2.2. Device évolué

- 7.2.3. Gateway
  - 7.2.3.1. Fonctions du gateway
- 7.3. Scénarii de déploiement des devices
- 7.4. Gestion des devices
  - 7.4.1. Activation de device
  - 7.4.2. Configuration de device
  - 7.4.3. Mises à jour logicielle de device
  - 7.4.4. Gestion des fautes
  - 7.4.5. Modèle de données de gestion des devices
- 7.5. Evolution de l'adressage des devices M2M
  - 7.5.1. MSISDN (E.164) de taille actuelle
  - 7.5.2. MSISDN (E.164) sur 15 digits
  - 7.5.3. URI (Uniform Resource Indicator)
  - 7.5.4. SIP URI et TEL URI
  - 7.5.5. Adresses IPv4, IPv6
- 8. Gestion des données M2M
  - 8.1. Génération des données par le device
  - 8.2. Acquisition des données via des moyens de communication
  - 8.3. Validation des données
  - 8.4. Stockage des données
  - 8.5. Traitement des données
  - 8.6. Analyse des données
- 9. Impacts sur l'OSS/BSS
  - 9.1. Modèles de données de gestion du M2M pour un inventaire réseau et services M2M/IoT
  - 9.2. Provisioning du M2M
    - 9.2.1. Provisioning des devices M2M/IoT
    - 9.2.2. Provisioning de la carte SIM notamment embedded SIM dans le cas mobile
    - 9.2.3. Provisioning du réseau (HLR/HSS) dans le cas mobile
    - 9.2.4. Provisioning de la plate-forme de service
  - 9.3. Charging
    - 9.3.1. Charging par device
    - 9.3.2. Charging par groupe de device
    - 9.3.3. Online versus Offline Charging
  - 9.4. Policy control pour le M2M
  - 9.5. Assurance
    - 9.5.1. Gestion d'événements
- 10. Conclusion

## DIAMETER ET SES APPLICATIONS DANS LE CONTEXTE GPRS/LTE/IMS

*Objectifs du cours:* Le but de cette formation est de présenter le protocole DIAMETER et ses application liées aux architectures d'authentification et de taxation LTE et IMS ainsi qu'à l'architecture de taxation data mobile 3G.

*Public :* Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom

*Pré-requis :* Connaissance du protocole IP

*Durée de la formation:* 2 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

Le protocole DIAMETER successeur du protocole RADIUS est un protocole AAA (Authentication, Authorization, Accounting). Il permet aux opérateurs d'authentifier des utilisateurs, de leur autoriser certains services et de collecter des informations sur l'utilisation des ressources. Il s'agit du protocole le plus à même de satisfaire les nouveaux besoins suscités par la mobilité. En particulier, il permet aux opérateurs d'authentifier un utilisateur ayant souscrit un abonnement auprès d'un autre opérateur. DIAMETER est un protocole en particulier utilisé par le 3GPP pour ses architectures LTE (Long Term Evolution of 3G) et IMS (IP Multimedia Subsystem). Il permet entre autres l'authentification et l'autorisation et la taxation online et offline des clients LTE et IMS. Le but de cette formation est de présenter le protocole DIAMETER et ses applications liées aux architectures LTE et IMS et à la taxation 3G data/LTE avec PCC (Policy and Charging Control).

1. Le protocole RADIUS
2. Le protocole de base DIAMETER
  - 2.1. Avantages de DIAMETER par rapport à RADIUS
  - 2.2. Types de Noeuds DIAMETER
    - 2.2.1. Client, Serveur, Agent Relai, Agent Proxy, Agent de redirection, Agent de translation
  - 2.3. Messages DIAMETER
    - 2.3.1. Format des messages DIAMETER
    - 2.3.2. Codes de Commandes DIAMETER (Message Type)
    - 2.3.3. Format AVP (Attribute-Value Pair)
    - 2.3.4. Transport et Routage DIAMETER
      - 2.3.4.1. Concepts de transport DIAMETER
      - 2.3.4.2. Concepts de Tables de Routages (Peer table et Realm-based routing table) et Routage DIAMETER
      - 2.3.4.3. Scénario de routage dans une architecture PCC
    - 2.3.5. Négociation de capacité DIAMETER
    - 2.3.6. Exigences de sécurité DIAMETER
3. Architectures LTE et IMS et la place de DIAMETER dans ces architectures
4. Application DIAMETER dans le contexte LTE
  - 4.1. S6 : Interface permettant au SGSN/MME d'authentifier l'utilisateur LTE et d'obtenir son profil
    - 4.1.1. Commandes ULR/ULA, CLR/CLA, PUR/PUA, NOR/NOA, RSR/RSA, IDR/IDA, DSR/DSA, AIR/AIA

- 4.1.2. Procédure d'attachement à la LTE et exemples de commandes et leurs AVPs
  - 4.2. S13 : Interface permettant au SGSN/MME de vérifier le statut de l'IMEI de l'utilisateur LTE
    - 4.2.1. Commandes ECR/ECA
  - 4.3. Gx : Interface permettant au GGSN/PDN GW d'obtenir les règles de taxation auprès du PCRF
    - 4.3.1. Exemple de règles
    - 4.3.2. Commandes CCR/CCA et RAR/RAA
    - 4.3.3. Exemples de messages CCR/CCA et leurs AVPs
  - 4.4. S9 : Interface entre PCRFs du réseau visité et du réseau nominal
  - 4.5. Gy : Interface de taxation online 3G (à partir de 3GPP R6) ou LTE
    - 4.5.1. Exemple de scénarii online charging
    - 4.5.2. Commandes CCR/CCA
    - 4.5.3. Exemples de messages CCR/CCA et leurs AVPs
  - 4.6. Gz : Interface de taxation offline 3G (à partir de 3GPP R6) ou LTE
    - 4.6.1. Commandes ACR/ACA
  - 4.7. Rx : Interface entre l'AF (e.g. P-CSCF) et le PCRF pour le contrôle de l'accès de l'utilisateur 3G ou LTE
    - 4.7.1. Commandes AAR/AAA, RAR/RAA, STR/STA, ASR/ASA
    - 4.7.2. Scénario de réservation de ressources à l'accès
5. Application DIAMETER dans le contexte IMS
    - 5.1. Cx : Interface entre le S-CSCF et le HSS pour l'authentification de l'utilisateur IMS
      - 5.1.1. Commandes UAR/UAA, SAR/SAA, LIR/LIA, MAR/MAA, RTR/RTA, PPR/PPA
      - 5.1.2. Enregistrement de l'UE au réseau IMS
    - 5.2. Dx : Interface entre le I-CSCF et le SLF et entre le S-CSCF et le SLF pour identifier le HSS de l'utilisateur IMS
    - 5.3. Sh : Interface entre l'AS et le HSS de l'utilisateur IMS
      - 5.3.1. Commandes UDR/UDA, PUR/PUA, SNR/SNA, PNR/PNA
      - 5.3.2. Scénarii d'usage de l'interface Sh
    - 5.4. Dh : Interface entre l'AS et le SLF pour identifier le HSS de l'utilisateur IMS
    - 5.5. Ro : Interface de taxation online IMS
      - 5.5.1. Commandes CRR/CCA
      - 5.5.2. Scénarii de taxation online
    - 5.6. Rf : Interface de taxation offline IMS
      - 5.6.1. Commandes ACR/ACA
      - 5.6.2. Scénarii de taxation offline

## PCC (POLICY AND CHARGING CONTROL) DANS LA 3G, L'EPS ET L'IMS

*Objectifs du cours* : Comprendre les principes et l'architecture de contrôle de QoS et contrôle de la taxation (PCC, Policy and Charging Control) dans les environnements 3G, LTE, xDSL et IMS ainsi que les scénarii d'usage.

*Public* : Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom

*Pré-requis* : Connaissance minimum du réseau GPRS

*Durée de la formation* : 2 jours

*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

En mettant en œuvre un contrôle de la qualité de service (QoS) et de la taxation, les opérateurs de service fixe et mobile peuvent :

- garantir la bande passante pour les services à haut revenu,
- réaliser une segmentation du marché,
- assurer un usage adéquat du réseau par les flux de service
- bloquer ou dégrader les flux de service qui dégradent les performances du réseau
- garantir la meilleure expérience utilisateur possible
- taxer les flux de services avec les méthodes de taxation online et offline.

Les politiques de QoS et de taxation sont configurées dans un nœud centralisé appelé le PCRF (Policy and Charging Rules Function) ou RACS (Resource and Admission Control Subsystem) situé entre le service et les différents domaines de transport (e.g., 3G, LTE, xDSL, accès câble). Le PCRF a accès aux données de souscription de l'utilisateur afin de pouvoir adapter l'usage des ressources de transport par le service ainsi que la taxation du service en fonction du profil de l'utilisateur.

Le but de cette formation est de (1) présenter les principes, les concepts, l'architecture et les interfaces PCC (Policy and Charging Control) (2) décrire l'architecture PCC dans les contextes 3G, EPS (LTE), xDSL et IMS (3) décrire les interfaces Gx et Gy utilisées dans l'architecture PCC (4) présenter des scénarii d'usage PCC dans le contexte des services de données et dans le contexte de l'IMS.

### 1. PCC : Définition

- 1.1. Principes et concepts sous-jacents à PCC
- 1.2. Domaines PCC
  - 1.2.1. Contrôle du gating
  - 1.2.2. Contrôle de la QoS
  - 1.2.3. Contrôle de la taxation
- 1.3. PCC dans le monde mobile
- 1.4. PCC dans le monde fixe

### 2. Architecture du réseau paquet 3G (i.e., GPRS) et PCC dans ce contexte

- 2.1. Nœuds GPRS
- 2.2. PCRF dans le contexte des réseaux 3G
- 2.3. Taxation GPRS
  - 2.3.1. Taxation volume
  - 2.3.2. Taxation sur la base des flux de service
    - 2.3.2.1. Taxation online
    - 2.3.2.2. Taxation offline
- 2.4. Contrôle de la QoS GPRS
  - 2.4.1. QoS et contexte PDP
  - 2.4.2. Etablissement de contexte PDP par l'UE
  - 2.4.3. Etablissement de contexte PDP par le réseau

### 2.4.4. Contrôle de la QoS et du Gating GPRS

## 3. Architecture EPS (LTE/ePC) et PCC dans ce contexte

- 3.1. Nœuds du réseau EPS
- 3.2. PCRF dans le réseau EPS
- 3.3. Taxation EPS sur la base des flux de service
  - 3.3.1. Taxation online
  - 3.3.2. Taxation offline
- 3.4. Inspection de paquet (DPI, Deep Packet Inspection)
- 3.5. Contrôle de la QoS EPS
  - 3.5.1. Paramètres de QoS EPS : QCI, ARP, GBR, MBR, APN-AMBR, UE-AMBR
  - 3.5.2. Bearer EPS
    - 3.5.2.1. Default bearer
    - 3.5.2.2. Dedicated bearer
  - 3.5.3. Etablissement de bearer par l'UE
  - 3.5.4. Etablissement de bearer par le réseau
  - 3.5.5. Contrôle de la QoS et du Gating EPS

## 4. Entités de l'architecture PCC

- 4.1. PCRF
- 4.2. AF (e.g., P-CSCF)
- 4.3. PCEF (e.g., GGSN, PDN GW)
- 4.4. BBERF (e.g., Serving GW, ePDG)
- 4.5. SPR
- 4.6. TDF

## 5. Interfaces PCC

- 5.1. Le protocole DIAMETER pour la compréhension des interfaces PCC
- 5.2. Messages DIAMETER
- 5.3. AVPs DIAMETER
- 5.4. Routage DIAMETER
- 5.5. Utilisation du DRA (DIAMETER routing Agent) pour le routage des messages DIAMETER dans le contexte PCC
- 5.6. Interfaces
  - 5.6.1. Rx
  - 5.6.2. Gx
  - 5.6.3. Gxa
  - 5.6.4. Gxb
  - 5.6.5. Gxc
  - 5.6.6. S9
  - 5.6.7. Sp
  - 5.6.8. Sd
  - 5.6.9. Sy
  - 5.6.10. Gy
  - 5.6.11. Gz
- 5.7. Présentation de traces sur certaines interfaces notamment Rx, Gx et Gy

## 6. Les règles PCC

- 6.1. Définition d'une règle PCC
- 6.2. Contenu des règles PCC
- 6.3. Informations relatives à la description du flux de service
- 6.4. Informations relatives à la QoS associée au flux de service et au gate status
- 6.5. Informations relatives au contrôle de la taxation du flux de service
- 6.6. Règles dynamiquement générées et règles prédéfinies

- 6.7. Règles et DPI
  - 6.7.1. SPI : Shallow Packet Inspection
  - 6.7.2. DPI : Deep Packet Inspection
  - 6.7.3. H-DPI : Heuristic-based DPI
7. Scénarii PCC
  - 7.1. Fair use
  - 7.2. Anti bill shock
  - 7.3. Freemium
  - 7.4. Contrôle parental
  - 7.5. Bonus et promotions
  - 7.6. Suivi conso
  - 7.7. Redirection de trafic
  - 7.8. Turbo button
  - 7.9. RAN congestion control
  - 7.10. etc.
8. PCC et IMS
  - 8.1. Architecture IMS et relation avec PCC
    - 8.1.1. Etablissement de session IMS et PCC
      - 8.1.1.1. Cas de l'accès 3G+
      - 8.1.1.2. Cas de l'accès EPS
      - 8.1.1.3. Cas de l'accès xDSL
    - 8.1.2. Modification de session IMS et PCC
    - 8.1.3. Libération de session IMS et PCC
9. Le futur de PCC

## VOIX SUR LTE (VoLTE) AVEC IMS

*Objectifs* : Comprendre les principes, l'architecture et les services de VoLTE (Voix sur LTE) sur la base de l'architecture IMS

*Public* : Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et services télécom, responsables télécom, ingénieurs avant-vente

*Pré-requis* : Connaissance minimum des principes de Voix sur IP et du monde des mobiles

*Durée de la formation* : 4 jours

*Nombre maximum de participants* : 12 participants.

L'IMS (IP Multimedia Subsystem) existe en tant qu'architecture pour offrir des services multimédia sur IP depuis un certain nombre d'années et de nombreux fournisseurs d'infrastructures ont investi de manière importante dans le développement de leurs produits et solutions IMS. Mais l'acceptation du marché a été plus lente que prévue. A présent, la technologie d'accès LTE (Long Term Evolution) prenant forme, la plate-forme IMS a un nouveau domaine d'application qui lui permettra de se projeter dans le futur. Le but de ce cours est de présenter l'IMS en considérant l'EPS (Evolved Packet System) comme réseau d'accès large bande. L'EPS est constitué du réseau d'accès LTE et du réseau coeur paquet appelé ePC (Evolved Packet Core). L'EPS est un réseau accès large bande connecté au monde IP (Internet / Intranet).

La formation :

- Introduit les contraintes IMS que l'EPS doit satisfaire
- Décrit l'architecture IMS pour l'EPS
- Présente les protocoles IMS
- Montre l'application du roaming IMS lorsqu'un usager s'enregistre à un réseau visité EPS
- Décrit comment les ressources sont réservées dans le réseau EPS lorsqu'une session IMS est établie depuis le réseau nominal ou depuis un réseau visité
- Illustre les différentes procédures IMS considérant l'accès EPS: enregistrement, établissement de session, envoi / réception de SMS, taxation online et offline voix et SMS
- Présente le traitement de l'appel d'urgence
- Décrit les services que l'IMS doit offrir dans le contexte VoLTE : MMTel, USSD, SMS, et les services CAMEL
- Montre comment la continuité de la voix est garantie quand l'utilisateur se déplace pendant l'appel de l'environnement EPS/IMS à la 2G/3G avec prise en charge de l'appel par la release R4 (NGN Mobile).

### 1. Introduction à l'EPS (LTE + ePC) et impact de VoLTE sur l'EPS

#### 1.1. Architecture EPS

#### 1.2. EPS, VoLTE et HSS

##### 1.2.1. HLR (2G/3G)

##### 1.2.2. HSS (EPS)

##### 1.2.3. UPSF (IMS)

#### 1.3. EPS, VoLTE et PCC

##### 1.3.1. Architecture PCC

##### 1.3.2. Nouvelles interfaces PCC

###### 1.3.2.1. Rx (Policy Control)

###### 1.3.2.2. Ro (Online Charging)

###### 1.3.2.3. Rf (Offline Charging)

#### 1.4. EPS et QoS pour VoLTE

##### 1.4.1. Default bearer pour la signalisation SIP (APN IMS)

- 1.4.2. Dedicated bearer pour la voix (QCI = 1)
  - 1.4.3. Dedicated bearers pour la visiophonie
  - 1.4.4. Default bearer pour la signalisation XCAP
2. Architecture IMS
- 2.1. CSCF : P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF pour le contrôle des sessions multimédia
  - 2.2. IMS-MGW, MGCF, BGCF, T-SGW pour l'interfonctionnement avec le domaine circuit (RTC, GSM)
  - 2.3. Base de données HSS, SLF et proxy agent DIAMETER pour la gestion de la mobilité de l'utilisateur
  - 2.4. PCRF pour le policy control
  - 2.5. IMS-ALG, IMS-AGW, IBCF, TrGW pour le bearer control
  - 2.6. CDF et OCS pour les taxations offline et online respectivement
  - 2.7. AS, MRF et SCIM pour l'exécution des services, la livraison des flux média et la gestion de l'interaction de services respectivement
  - 2.8. ATCF et ATGW pour le traitement SR-VCC
  - 2.9. E-CSCF et LRF pour les sessions d'urgence
3. Procédures IMS: Enregistrement
- 3.1. Enregistrement depuis l'accès EPS
    - 3.1.1. Enregistrement depuis le réseau nominal
    - 3.1.2. Enregistrement depuis un réseau visité
    - 3.1.3. Authentification avec ISIM ou avec USIM
    - 3.1.4. Profil usager
    - 3.1.5. Souscription pour les notifications de changement d'état d'enregistrement
4. Procédures IMS: Contrôle de session
- 4.1. Etablissement de session voix depuis l'accès EPS avec et sans situation de roaming
5. Procédures IMS : Policy Control pour la réservation de ressources dans l'EPS (i.e., dedicated bearer)
- 5.1. Interface Rx entre P-CSCF et PCRF
    - 5.1.1. Session Rx pour l'enregistrement IMS
    - 5.1.2. Session Rx pour le contrôle de session IMS
  - 5.2. Interface Gx entre PCRF et PCEF (i.e., PDN GW)
  - 5.3. Scénarii correspondants
6. Procédures IMS : Contrôle du média
- 6.1. Interface Iq entre P-CSCF/IMS-ALG et IMS-AGW
  - 6.2. Interface Ix entre IBCF et TrGW
  - 6.3. Scénarii correspondants
7. Procédures IMS : Session d'urgence
- 7.1. Architecture de session d'urgence : P-CSCF, E-CSCF, LRF, PSAP
  - 7.2. Etablissement de Default bearer pour l'APN Emergency
  - 7.3. Enregistrement pour une session d'urgence
  - 7.4. Etablissement d'une session d'urgence
8. Services MMTel : Services complémentaires de la téléphonie incluant USSD
- 8.1. Les services MMTel
  - 8.2. Configuration des services MMTel
  - 8.3. Invocation de service MMTel
  - 8.4. Scénarii pour l'invocation de quelques services MMTel incluant l'USSD

9. SMS avec IMS
- 9.1. Architecture de service SMS avec IMS
    - 9.1.1. IP-SM-GW AS
    - 9.1.2. HLR
    - 9.1.3. HSS
    - 9.1.4. SMSC
  - 9.2. Scénarii d'envoi et de réception de SMS
10. Services CAMEL avec IMS
- 10.1. Architecture de Service CAMEL invoquées depuis l'IMS
    - 10.1.1. IM-SSF
    - 10.1.2. HLR
    - 10.1.3. SCPs
    - 10.1.4. MRF
    - 10.1.5. O-IM-CSI, T-IMS-CSI
  - 10.2. Scénarii d'invocation du service CAMEL prepaid avec IMS
11. SR-VCC (Single Radio voice call Continuity) pour garantir la continuité de la session voix entre LTE+ePC/IMS et 2G/3G R4
- 11.1. Architecture SR-VCC
    - 11.1.1. Interface Sv pour le handover paquet → circuit
    - 11.1.2. Interface S3 pour le handover paquet → paquet
    - 11.1.3. Interface Mg/I2 pour le MSC Server
    - 11.1.4. SCC AS
  - 11.2. Scénarii SRVCC
  - 11.3. Architecture SR-VCC en situation de roaming
    - 11.3.1. ATCF
    - 11.3.2. ATGW
12. IMS Centralized services (ICS) et SR-VCC
- 12.1. Services de la téléphonie IMS pour les architectures LTE/IMS et 2G/3G R4
  - 12.2. AS SCC AS (Service Centralization and Continuity) pour l'ICS
  - 12.3. Concepts d'IMRN et CSRN
13. Taxation IMS
- 13.1. Taxation Offline
    - 13.1.1. Interface Rf basée sur DIAMETER
    - 13.1.2. CDRs IMS
  - 13.2. Taxation Online
    - 13.2.1. Interfaces Ro, Rc, Re basées sur DIAMETER
14. Conclusion

## ARCHITECTURE d'ACCES WIFI A L'EPC ET SERVICE VOWIFI ASSOCIE

**Objectifs :** Comprendre les architectures d'interfonctionnement entre accès non-3GPP (e.g., WiFi) et le réseau cœur paquet mobile 4G (ePC) ainsi que les procédures d'authentification, de gestion de la mobilité, de gestion de session, de gestion de la QoS et de taxation et comment le service VoWiFi est offert dans cette architecture avec le handover VoLTE → VoWiFi et vice versa.

**Public :** Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et services télécom, responsables télécom, ingénieurs avant-vente

**Pré-requis :** Connaissance du réseau cœur ePC et de la VoLTE

**Durée de la formation :** 2 jours

**Nombre maximum de participants :** 12 participants.

Le but de cette formation est de présenter l'interfonctionnement entre WLAN (accès non 3GPP) au réseau cœur paquet 4G appelé Evolved Packet Core (ePC). L'offload du trafic de l'accès à WiFi en est une des principales raisons. L'offload vise à décharger une partie du trafic de données des utilisateurs du réseau mobile de l'opérateur sur un réseau filaire via les cellules WiFi. Ce détournement du signal vise à répondre à la demande exponentiellement croissante de consommation de l'Internet mobile. Par ailleurs cette solution permet l'authentification par l'opérateur mobile du client WiFi. Enfin la gestion de la mobilité 4G/WiFi est prise en compte ce qui permet au client de conserver son adresse IP et donc ses sessions de données en changeant de technologie d'accès. Ce scénario s'appelle Carrier WiFi.

Un autre scénario se profile : WiFi Calling. L'utilisateur utilise le WiFi pour accéder directement à internet et le WiFi Calling pour les services de téléphonie et SMS avec son opérateur mobile.

A ce jour, toutefois, les services de WiFi calling (Voice over IP over WiFi, VoWiFi) ont gagné le marché grand public, offrant la possibilité de téléphoner via un accès WiFi dans les zones n'ayant pas de couverture mobile ou à l'intérieur des bâtiments où la réception radio mobile est mauvaise ou en cas de pic de trafic momentané. Deux scénarii se profilent donc à l'horizon : Carrier WiFi aussi appelé offload WiFi pour les services de données (typiquement l'accès à Internet) et WiFi calling ou VoWiFi qui offre de téléphoner et d'envoyer et recevoir ses SMS depuis un accès WiFi notamment lorsque la couverture radio mobile est absente ou de mauvaise qualité.

La formation décrit les architectures d'interfonctionnement entre accès non 3GPP (e.g., WLAN) trusted ou non-trusted et le réseau ePC, les interfaces associées, ainsi que les procédures d'authentification, de gestion de la mobilité, de gestion de session, de gestion de la QoS et de taxation sous-jacentes. Les architectures de roaming associées sont aussi décrites. Le cas de la WiFi Calling ou VoWiFi est décrit avec son architecture, les procédures d'enregistrement, d'établissement de session et notamment de handover VoLTE/VoWiFi et VoWiFi/VoLTE et transfert de session de VoWiFi au domaine circuit et vice versa (aussi appelé DR-VCC).

### 1. Introduction

- 1.1. Pourquoi l'interfonctionnement WLAN (I-WLAN) ?
- 1.2. Chemin de migration 3GPP pour l'évolution I-WLAN
- 1.3. Scénarii offload
  - 1.3.1. Fonction ANDSF (Access Network Discovery and selection function) pour la découverte des méthodes d'offload à appliquer aux flux IP
  - 1.3.2. Méthode d'offload MAPCON : Multiple Access PDN Connectivity

- 1.3.3. Méthode d'offload IFOM : IP Flow Mobility
- 1.3.4. Méthode d'offload NSWO : Non-seamless WLAN offload)
- 1.4. Gestion de la mobilité, gestion de session et prise en charge de la sécurité pour des accès non-3GPP tels que WLAN
- 1.5. Scénario d'accès non-3GPP non fiable
- 1.6. Scénario d'accès non-3GPP fiable
2. Accès WLAN à l'ePC
  - 2.1. Sélection de réseau d'accès
  - 2.2. Allocation d'adresse IP et prise en charge de la mobilité
  - 2.3. Prise en charge de la QoS et de la taxation
  - 2.4. Accès non 3GPP (e.g., WLAN) non fiable
    - 2.4.1. Architecture et Interfaces
    - 2.4.2. ePDG
    - 2.4.3. Support de la mobilité IP (S2b)
    - 2.4.4. 3GPP AAA Server (SWa, SWm, SWx)
    - 2.4.5. Scénario de roaming et architectures associées (home routed traffic, local breakout)
  - 2.5. Accès non 3GPP (e.g., WLAN) non fiable
    - 2.5.1. Architecture et Interfaces
    - 2.5.2. Trusted AN
    - 2.5.3. Support de la mobilité IP (S2a)
    - 2.5.4. Prise en charge de la sécurité (STa, SWx)
    - 2.5.5. Scénario de roaming et architectures associées (home routed traffic, local breakout)
3. Authentification, Autorisation et Sécurité
  - 3.1. Sécurité WLAN vs sécurité dans les réseaux 3GPP
  - 3.2. HSS vs 3GPP AAA-Server (SWx)
  - 3.3. Identités utilisées pour la sécurité : NAI, Informations USIM info, etc.
  - 3.4. 3GPP EAP-AKA
  - 3.5. IKEv2
  - 3.6. Procédures d'authentification et procédures d'autorisation
4. Interface SWx entre le 3GPP AAA Server et le HSS
  - 4.1. Procédure d'authentification
    - 4.1.1. Multimedia-Authentication-Request/Answer (MAR/MAA)
  - 4.2. Procédure de mise à jour de localisation
    - 4.2.1. Server-Assignment-Request/Answer (SAR/SAA)
    - 4.2.2. Registration-Termination-Request/Answer (RTR/RTA)
  - 4.3. Procédure de prise en charge des données de souscription
    - 4.3.1. Push-Profile-Request/Answer (PPR/PPA)
  - 4.4. Procédure de gestion des fautes
    - 4.4.1. Utilise PPR/PPA et SAR/SAA
5. Interface SWm entre l'ePDG et le 3GPP AAA Server
  - 5.1. Procédure d'authentification et d'autorisation
    - 5.1.1. Diameter EAP Request/Answer (DER/DEA)
    - 5.1.2. Authenticate Authorize Request/Answer (AAR/AAA)
    - 5.1.3. Re-Authorize Request/Answer (RAR/RAA)
  - 5.2. Procédure de libération de session
    - 5.2.1. Session Termination Request/Answer (STR/STA)
    - 5.2.2. Abort Session Request/Answer (ASR/ASA)

6. Interface STa entre le NAS du réseau d'accès non-3GPP fiable et le 3GPP AAA server
  - 6.1. Procédure d'authentification et d'autorisation
    - 6.1.1. Diameter EAP Request.Answer (DER/DEA)
    - 6.1.2. Authenticate Authorize Request/Answer (AAR/AAA)
    - 6.1.3. Re-Authorize Request/Answer (RAR/RAA)
  - 6.2. Procédure de libération de session
    - 6.2.1. Session Termination Request/Answer (STR/STA)
    - 6.2.2. Abort Session Request/Answer (ASR/ASA)
7. Interface S6b entre le PDN GW et le 3GPP AAA server
  - 7.1. Procédure d'authentification et d'autorisation
    - 7.1.1. Diameter EAP Request.Answer (DER/DEA)
    - 7.1.2. Authenticate Authorize Request/Answer (AAR/AAA)
    - 7.1.3. Re-Authorize Request/Answer (RAR/RAA)
  - 7.2. Procédure de libération de session
    - 7.2.1. Session Termination Request/Answer (STR/STA)
    - 7.2.2. Abort Session Request/Answer (ASR/ASA)
8. Interfaces S2a et S2b
  - 8.1. Variante GTP
    - 8.1.1. GTPv2-C pour le plan de contrôle
    - 8.1.2. GTPv1-U pour le plan usager
  - 8.2. Variante PMIP/GRE
  - 8.3. Différences entre les deux variantes
9. VoWiFi
  - 9.1. Architecture VoWiFi : GSMA IR 51
  - 9.2. Similitudes et différences entre VoLTE et VoWiFi
  - 9.3. Enregistrement VoWiFi
  - 9.4. Etablissement de session VoWiFi
  - 9.5. Invocation de services VoWiFi
  - 9.6. Policy Control lors de la session VoWiFi
  - 9.7. Roaming VoWiFi
  - 9.8. Appel d'urgence VoWiFi
  - 9.9. Mobilité de session VoLTE à VoWiFi et vice versa

## RCS : RICH COMMUNICATION SUITE

*Objectifs* : Comprendre l'architecture de service RCS, les capacités de service RCS et la convergence du service RCS avec VoLTE/ViLTE (RCS-5).

*Public* : Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et services télécom, responsables télécom, ingénieurs avant-vente

*Pré-requis* : Connaissance de SIP et IMS

*Durée de la formation* : 2 jours

*Nombre maximum de participants* : 12 participants.

Rich Communication Services (RCS) est défini par l'association GSM et offre au client un ensemble de fonctionnalités innovantes : le client peut initier des sessions chat individuelles ou de groupe et échanger des images ou des vidéos pendant une session téléphonique ou session chat. Les sessions de messagerie sont directement initiées depuis le carnet d'adresse, qui contient les informations des contacts traditionnels ainsi que leurs capacités de communication telles chat, video/image share, et file transfer. Avec RCS, les opérateurs ont les outils pour concurrencer les services OTT tels que Skype et Facebook Messenger. RCS a l'avantage de fonctionner entre réseaux et entre devices à la différence des services OTT qui ne peuvent être utilisés que lorsque le client a téléchargé l'application correspondante sur son device et que les participants à la session ont tous la même application.

Pour les opérateurs avec un réseau IMS, les devices RCS se connectent via un accès approprié tel que Wi-Fi, LTE, 3G. Le device doit alors s'enregistrer et s'authentifier avec de pouvoir utiliser le service de messagerie RCS. Les procédures d'enregistrement, d'authentification et de routage des requêtes SIP sont toutes prises en charge par différentes entités de l'architecture IMS. Dès lors que le device est enregistré, le réseau IMS route tous les messages RCS au service de messagerie RCS et aux autres réseaux IMS.

L'ensemble de services RCS 5.2 inclut toutes les services de RCS-e et la plupart des fonctionnalités de RCS Release 1-4 en étendant la base avec de nouveaux services tels que IP Voice/Video Calling. La fonctionnalité RCS 5.2 complète VoLTE (Voice over LTE) et ViLTE (Video over LTE) englobant un ensemble de services de communication avancés basés sur IMS.

Le but de cette formation est de présenter le service RCS, de décrire la fonctionnalité RCS dans ses différentes releases notamment RCS-e et RCS-5, de montrer les call-flows associés aux capacités de service RCS-e et RCS-5 et présenter les problématiques d'interfonctionnement et de roaming associées.

### 1. Bases RCS

- 1.1. Qu'est-ce que RCS?
- 1.2. Pourquoi RCS?
- 1.3. Principes RCS
- 1.4. Architecture simplifiée RCS
- 1.5. Vue d'ensemble des fonctionnalités des releases RCS
  - 1.5.1. RCS Release 1 et ses fonctionnalités
  - 1.5.2. RCS Release 2 et ses fonctionnalités
  - 1.5.3. RCS Release 3 et ses fonctionnalités
  - 1.5.4. RCS Release 4 et ses fonctionnalités
  - 1.5.5. RCS-e et ses fonctionnalités
  - 1.5.6. RCS Release 5 et ses fonctionnalités



- 1.6. RCS versus Joyn
  - 1.6.1. RCS-e versus Joyn Hot Fixes
  - 1.6.2. RCS 5 versus Joyn Blackbird Drop
- 1.7. Fournisseurs de clients RCS
2. RCS-e
  - 2.1. Principes RCS-e
  - 2.2. Architecture RCS-e
  - 2.3. Configuration du service RCS
    - 2.3.1. Paramètres de configuration pour l'enregistrement IMS
    - 2.3.2. Paramètres de configuration du client RCS-e
  - 2.4. Processus d'enregistrement
    - 2.4.1. Identités
    - 2.4.2. Premier enregistrement et découverte des contacts qui sont aussi des clients RCS-e
    - 2.4.3. Re-enregistrement
    - 2.4.4. Désenregistrement
    - 2.4.5. Méthodes d'authentification durant l'enregistrement
      - 2.4.5.1. SSO/GIBA
      - 2.4.5.2. Authentification AKA
      - 2.4.5.3. Digest (Authentication login/password)
  - 2.5. Découverte des capacités afin de comprendre le sous-ensemble de services RCS-e disponible pour communiquer avec d'autres contacts
    - 2.5.1. Capacités RCS-e : chat, file transfer, image share, video share
    - 2.5.2. Découverte des capacités via la requête SIP OPTIONS
    - 2.5.3. Découverte des capacités via la présence
  - 2.6. Protocoles RCS-e : SIP, RTP, MSRP
  - 2.7. APN et considérations roaming pour RCS-e
  - 2.8. Service RCS-e et valeur de Feature Tag
  - 2.9. Call flows des services RCS-e
    - 2.9.1. Service Instant messaging (IM)/Chat
      - 2.9.1.1. 1-to-1 chat : Initiation et terminaison
      - 2.9.1.2. Group chat : initiation et terminaison, ajout de adding participant, retrait de participant, échange de message
    - 2.9.2. RCS-e durant un appel
      - 2.9.2.1. Echange de capacités durant un appel
      - 2.9.2.2. Partage de video durant un appel
      - 2.9.2.3. Partage d'images durant un appel
    - 2.9.3. Transfert de fichier
3. RCS 5
  - 3.1. Architecture RCS 5
  - 3.2. Protocoles RCS 5 : SIP, RTP, MSRP, HTTP, IMAP, SUPL
  - 3.3. Call flows des services RCS-e
    - 3.3.1. Standalone messaging
    - 3.3.2. 1-to-1 chat
    - 3.3.3. Group chat
    - 3.3.4. File transfer
    - 3.3.5. Content sharing and video share during a call
    - 3.3.6. Content share and video share without a call
    - 3.3.7. Social presence information
    - 3.3.8. IP voice call
    - 3.3.9. IP video call
    - 3.3.10. Geolocation

- 3.4. Guides d'interfonctionnement RCS-5 (IR 90)
- 3.5. APN et considérations roaming pour RCS 5
  - 3.5.1. APN Internet pour RCS 5
  - 3.5.2. APN IMS pour RCS 5
- 3.6. Convergence de RCS 5 et VoLTE/ViLTE

## FORMATIONS NOUVELLE GENERATION DE RESEAUX (NGN)

TITRE	DUREE
Architecture de Réseau et de Service IMS : IP Multimedia Subsystem	3 jours
Architectures de réseau et de services pour la convergence fixe-mobile et IMS	3 jours
Next Generation Network	2 à 5 jours
IP Centrex et son Intégration dans les réseaux NGN / IMS	2 jours
Architecture, Protocole et Services MEGACO/H.248	2 jours
Architecture, Protocole et Services SIP (Session Initiation Protocol)	2 jours
SIGTRAN : Signaling Transport over IP	2 jours

## ARCHITECTURE DE RESEAU ET DE SERVICES IMS: IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM

*Objectifs du cours :* Comprendre l'architecture de réseau et de services IMS dans le contexte des architectures fixe et mobile de nouvelle génération et de leur convergence .

*Pré-requis :* Connaissance de base sur les réseaux

*Public:* Ingénieurs Télécom, Architectes Réseau, Consultants Télécom , ingénieurs avant-vente

*Durée de la formation:* 3 jours

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

L'Internet supporte déjà de puis plusieurs années et avec une excellente qualité de nombreux services à succès tels que l'E-mail, le WEB, le streaming audio/vidéo, le « chat », etc. Dans les domaines des applications de téléphonie et les communications multimédia, Microsoft (MSN), Yahoo (Messenger), Ebay (Skype) et Google (GoogleTalk) sont déjà présents sur ce marché mais proposent des solutions de téléphonie propriétaires. La téléphonie devient donc une application sur Internet parmi d'autres et tout fournisseur d'application sur l'Internet peut proposer le service de téléphonie sur IP à ses clients indépendamment du type d'accès à Internet que son client utilise ADSL, câble ou UMTS. Dans ce contexte les opérateurs de telecom dont le service de téléphonie était jusqu'à présent le core business se trouvent face à une alternative :

- Soit recentrer leur business autour des applications sur IP dont la téléphonie et dans cette hypothèse ils devront rapidement développer les architectures IMS avant que des solutions propriétaires se soient largement adoptées,
- Soit abandonner le marché des applications et réduire leur business à celui de fournisseur d'accès et de transporteur de paquets IP. Mais ce dernier choix est très dangereux : l'accès comme le transport sont devenus des commodités sujet à une très forte pression sur les prix.

L'IMS –IP Multimedia Subsystem- défini par le monde des télécommunications est une nouvelle architecture basée sur de nouveaux concepts, de nouvelles technologies, de nouveaux partenaires et un nouvel écosystème. IMS supporte les sessions temps réels (voix, vidéo, conférence) et non temps réel (Push To Talk, Présence, messagerie instantanée) sur un réseau tout IP. La décision de déployer l'IMS implique une migration vers une architecture de réseau tout IP, une approche nouvelle pour la création et le déploiement de nouveaux services qui s'intègre dans une vision de convergence de services entre opérateurs fixes, mobiles et Internet. L'IMS est donc une décision stratégique plus qu'une décision de migration vers une nouvelle technologie de réseau. Dans ce contexte, l'acquisition de la compréhension des fondements architecturaux, normatifs et des solutions déjà disponibles sont fondamentales pour tout acteur –opérateur, fournisseur d'équipements, ou clients- qui souhaite prendre sa place dans la révolution en cours du business émergent des services sur IP.

Cette formation aborde les scénarios de migration vers l'IMS, traite des investissements correspondants, des architectures de réseau et de services de l'IMS, des catégories de nouveaux services envisagés et la facturation de ces services ; elle donne donc toutes les clés nécessaires au développement de business dans le cadre de ce nouveau concept.

1. Evolution des réseaux mobiles
  - 1.1. Evolutions de l'accès mobile
  - 1.2. Cœur de réseau mobile
    - 1.2.1. Domaine circuit : GSM (2G et 3G)
    - 1.2.2. Domaine paquet : GPRS (2G, 3G et 3G+)

- 1.2.3. Domaine paquet ePC (4G)
- 1.3. Evolution du domaine circuit vers NGN Mobile (R4) en 2G/3G
- 1.4. Introduction de l'IMS pour la voix sur HSPA (3G+), voix sur HSPA+ (3G+) et voix sur LTE (4G)
2. Evolution du réseaux fixe
  - 2.1. RTC
  - 2.2. NGN pour le remplacement du RTC
  - 2.3. IMS pour le remplacement du RTC
  - 2.4. IMS pour les offres triple play et quadruple play dans le contexte de l'accès large bande xDSL
3. Architecture de réseau IMS
  - 3.1. Entités
    - 3.1.1. CSCF : P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF pour le contrôle de session multimédia IMS
    - 3.1.2. E-CSCF, LRF pour la prise en charge des appels d'urgence
    - 3.1.3. IMS-MGW, BGCF, MGCF, T-SGW pour l'interfonctionnement avec les réseaux de commutation de circuit (RTC, GSM)
    - 3.1.4. TrGW, IBCF pour l'interfonctionnement avec d'autres réseaux IMS
    - 3.1.5. HSS, SLF, DRF pour la mobilité de l'utilisateur et des services
    - 3.1.6. PCRF pour le contrôle de la QoS à l'accès
    - 3.1.7. CDF et OCS pour la taxation
  - 3.2. Interfaces définies par l'architecture de réseau IMS
  - 3.3. Protocoles IMS
    - 3.3.1. SIP / SDP : Session Initiation Protocol / Session Description Protocol
      - 3.3.1.1. Principes de SIP
      - 3.3.1.2. Identités SIP
      - 3.3.1.3. Gestion de mobilité et contrôle de session SIP
      - 3.3.1.4. Requêtes et réponses SIP
      - 3.3.1.5. Modèle de session SIP
    - 3.3.2. DIAMETER
      - 3.3.2.1. Principes de DIAMETER
      - 3.3.2.2. Entités DIAMETER
      - 3.3.2.3. Protocole de base DIAMETER
        - 3.3.2.3.1. Messages DIAMETER
        - 3.3.2.3.2. AVP DIAMETER
      - 3.3.2.4. Routage DIAMETER
      - 3.3.2.5. Application DIAMETER pour l'IMS : Cx, Sh, Ro, Rf
    - 3.3.3. RTP / RTCP pour le transport des flux voix, visiophonie et vidéo sur IP
    - 3.3.4. MSRP
    - 3.3.5. GCP/H.248
    - 3.3.6. SIGTRAN
  - 3.4. Gestion de la mobilité IMS : Enregistrement, ré-enregistrement, désenregistrement au/du réseau IMS
  - 3.5. Contrôle de session IMS
    - 3.5.1. Etablissement de sessions IMS dans les contextes fixe et mobile
  - 3.6. Single Radio Voice call continuity (SR-VCC) et IMS
    - 3.6.1. Concept SR-VCC et architecture SR-VCC
    - 3.6.2. Etablissement de session IMS impliquant SR-VCC
  - 3.7. Taxation IMS
    - 3.7.1. Taxation on-line
    - 3.7.2. Taxation off-line

4. Architecture de service IMS
  - 4.1. Entités
    - 4.1.1. SIP AS (Application Server)
    - 4.1.2. IM SSF (IMS Service Switching Function)
    - 4.1.3. SCIM (Service Capability Interaction Manager)
    - 4.1.4. MRF (Multimedia Resource Function)
  - 4.2. Interfaces définies par l'architecture de service IMS
  - 4.3. Profil d'utilisateur IMS et profils de service associés
  - 4.4. Invocation de services pour des appels entrants et sortants
  - 4.5. Application Server
    - 4.5.1. Mode de fonctionnement d'un SIP Application Server
    - 4.5.2. Fonctionnalités du SIP Application Server
    - 4.5.3. Interfaces du SIP Application Server : ISC (SIP), Sh (DIAMETER), XCAP
  - 4.6. MRF, Multimedia Resource Function
    - 4.6.1. Fonctionnalités du MRF
    - 4.6.2. Interfaces du MRF
  - 4.7. Utilisation du SCIM
    - 4.7.1. Invocation de services avec SCIM et sans SCIM
  - 4.8. Capacités de service IMS
    - 4.8.1. Multimedia Telephony : TAS
    - 4.8.2. Short Messaging
    - 4.8.3. Présence
    - 4.8.4. Conférencing
    - 4.8.5. Single Radio Voice Call Continuity (SR-VCC)
    - 4.8.6. IPTV
    - 4.8.7. Group List Management
    - 4.8.8. Hosted enterprise services : IP Centrex
    - 4.8.9. Video sharing
    - 4.8.10. etc.
5. Solutions IMS des fournisseurs

## ARCHITECTURES DE RESEAU ET DE SERVICES POUR LA CONVERGENCE FIXE-MOBILE ET IMS

*Objectif du cours:* Comprendre toutes les dimensions de la convergence fixe-mobile pour les opérateurs de télécommunication et l'importance de l'IMS

*Public:* Ingénieurs télécom et réseaux, Architectes télécom et réseaux, Consultants télécom et réseaux.

*Pré-requis :* Connaissance minimum des réseaux voix fixe et mobile et de la technologie IP

*Durée de la formation:* 3 jours.

Nombre maximum de participants : 12

Le trafic de téléphonie fixe a suivi une progression lente ces dernières années et a déjà commencé à stagner voir décroître. Cette évolution est en partie due à une substitution progressive du service fixe par le mobile. A l'inverse, les communications de données explosent, entraînées par le succès de l'Internet et par les volumes de plus en plus importants que s'échangent les entreprises.

Le processus s'amplifie par les transferts de services jusqu'à présent supportés par les réseaux traditionnels, dont parmi les plus importants les services audiovisuels. Il existe par ailleurs un très fort besoin de convergence entre les services : L'utilisateur d'un téléphone mobile et d'un téléphone fixe souhaite être identifié par un seul numéro, n'avoir qu'une seule boîte vocale, avec un répertoire unique ; de même lorsqu'il navigue sur un site Internet de vente par correspondance, il souhaiterait pouvoir établir des communications multimédia avec le vendeur, etc.

La convergence prend deux formes principales : entre le fixe et le mobile et entre la voix et les données. Une autre forme de convergence se fait jour, entre les réseaux de télévision et de télécommunication. Les grands acteurs se préparent à remodeler le paysage et la frontière entre télévision et télécommunication ira de plus en plus en s'estompant, notamment avec le 3<sup>ème</sup> play appelé IPTV.

Toutes ces évolutions nécessitent une profonde mutation des réseaux actuels et de leur gestion. La tâche est particulièrement délicate pour les opérateurs car les investissements mis en jeu sont considérables et elle doit être conduite dans un environnement global très mouvant et incertain. Cet environnement flou résulte des incertitudes sur les marchés et les usages, sur l'environnement réglementaire, l'intensité de la concurrence, la diversité des modèles de rôles et d'acteurs et les multiples solutions techniques engendrées par les progrès de la technologie.

Pour progresser malgré tout, les opérateurs, les fournisseurs de services, les équipementiers ont besoin de se donner une architecture, dite de référence, qui représente une vision idéale à moyen terme, partagée par le plus grand nombre. Aujourd'hui cette architecture de référence est appelée NGN (Next Generation Network) par la communauté des télécommunications. Le NGN peut être défini comme un réseau unique, partagé par tous les services, avec des interfaces ouvertes aux différents acteurs. L'opérateur devra analyser et évaluer les chemins de migration qui permettront de passer de son réseau existant à une architecture NGN. NGN peut prendre deux formes : NGN téléphonie qui a pour but de remplacer les réseaux voix fixe-mobile, et NGN multimédia aussi appelé IMS (IP multimedia Subsystem) pour une offre de services conversationnels multimédia à des clients fixe-mobile.

Le but de ce séminaire est de montrer les différentes dimensions de la convergence, sa mise en œuvre actuelle avec des offres de services multi-play et les architectures de réseau moyen et long termes qui permettront sa réalisation de manière unifiée.

### PROGRAMME

1. Convergence d'un point de vue historique : Comment la technologie, le marché et les acteurs se sont développés et ont conduit à la convergence des réseaux et des services

1.1. Evolution des réseaux d'accès :

1.1.1. Roadmap des réseaux 2G vers les 3G et 4G (R3, R4, R5, R6, R7, R8)

1.1.2. Evolution vers le haut débit de l'accès mobile : W-CDMA, HSDPA/HSUPA, LTE/SAE

1.1.3. Les technologies d'accès non cellulaires, normalisées ou propriétaires : WiFi, WiMAX, UMA

1.1.4. Evolution vers le haut débit pour l'accès fixe : xDSL, Câble, FTTx

1.2. Evolution de l'architecture du cœur de réseau : CS/PS, NGN puis IMS

1.3. Evolution de l'architecture de service : RI, CAMEL, Architectures de service Parlay/OSA, Parlay X, SIP

2. Dimensions de la convergence

2.1. Convergence du terminal fixe-mobile

2.2. Convergence des accès fixes-mobiles

2.3. Convergence du transport

2.4. Convergence des réseaux cœur fixe-mobile

2.5. Convergence des services fixes-mobiles

2.6. Convergence des systèmes d'information avec notamment la convergence de la taxation prépayée-postpayée

3. Offres convergentes

3.1. Quadruple play : Accès large bande à Internet, Téléphonie, Télévision et Téléphone convergent

3.2. Quintuple play (appelé quadruple play +): Quadruple play avec des services SIP tels que la présence, la conférence, le chat, etc.

4. Architectures de réseau et de services convergentes : NGN et IMS

4.1. NGN Téléphonie Fixe (NGN Class4 et NGN Class5) et mobile (R4)

4.1.1. Stratégies d'introduction du NGN

4.1.1.1. Scénario NGN mobile avec accès 2G et accès 3G

4.1.1.2. Scénario NGN fixe : Remplacement RTC

4.1.1.3. Scénario NGN fixe : VoDSL ou 2<sup>ème</sup> play

4.1.2. Entités NGN Réseau fixe

4.1.3. Entités NGN Réseau mobile

4.1.4. Etablissement de sessions NGN

4.2. NGN Multimédia : IMS Fixe et mobile

4.2.1. IMS ou une architecture de réseau et de service convergente

4.2.2. Normalisation IMS et les différentes étapes pour arriver à la convergence

4.2.3. Chemin de migration pour une la mise en œuvre d'une architecture long

terme conforme à l'IMS

4.2.4. Architecture IMS réseau

4.2.5. Architecture IMS service

4.2.6. Les protocoles de l'IMS

4.2.7. Roaming IMS

4.2.8. Taxation IMS

4.2.8.1. Taxation Off-line

4.2.8.2. Taxation On-line

4.2.9. Authentification IMS

4.2.10. Etablissement de sessions IMS

4.2.11. Invocation de services IMS

4.2.12. Remplacement du RTC par IMS plutôt que par NGN

- 4.2.12.1. Emulation PSTN/ISDN avec NGN
- 4.2.12.2. Emulation PSTN/ISDN avec IMS
- 4.2.13. IMS pour le 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> plays
  - 4.2.13.1. 2<sup>ème</sup> play : téléphonie depuis un téléphone analogique raccordé à un IAD ou Box SIP.
  - 4.2.13.2. 3<sup>ème</sup> play : IPTV : Télévision broadcast et vidéo à la demande
  - 4.2.13.3. 4<sup>ème</sup> play : Téléphone convergent avec voix sur IP (prococole de signalisation SIP) dans l'environnement WiFi et voix GSM hors de l'environnement WiFi
  - 4.2.13.4. 5<sup>ème</sup> play : services SIP dans l'environnement WiFi
- 4.3. Offres constructeurs
- 4.4. Coûts d'investissement
  - 4.4.1. Eléments à prendre en compte
  - 4.4.2. Méthode proposée pour le calcul des couts
  - 4.4.3. Application au cas de l'accès mobile 3G
  - 4.4.4. Application au cas de l'accès filaire xDSL
- 5. Autres approches pour la convergence fixe-mobile
  - 5.1. UMA : Unlicensed Mobile Architecture
  - 5.2. Homezone sur la base de la technologie GSM

5.3.

## NEXT GENERATION NETWORK (NGN)

*Public* : Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et services télécom, responsables télécom, ingénieurs avant-vente

*Pré-requis* : Connaissance minimum du réseau voix d'un opérateur et du protocole IP.

*Durée de la formation*: 2 jours.

*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

La commutation téléphonique évolue. Une nouvelle génération d'architectures de réseaux apparaît permettant d'offrir de nouveaux services émergents mixant voix et données : Les Next Generation Networks (NGN) pour les opérateurs, et les réseaux de téléphonie sur IP pour les entreprises. Le but de ce cours est de présenter les principes, l'architecture, les services et la gestion des NGNs et des réseaux de téléphonie sur IP.

### PROGRAMME

#### 1. Next Generation Network et Réseaux de téléphonie sur IP

- 1.1. Les réseaux de voix
  - 1.1.1. Le réseau téléphonique commuté
  - 1.1.2. Le réseau sémaphore Numéro 7
  - 1.1.3. Le réseau intelligent
- 1.2. Scénario de Téléphonie sur IP pour les entreprises
- 1.3. NGN : Scénario de remplacement des centres de transit téléphoniques par des trunking gateways
- 1.4. NGN : Scénario de remplacement des centres d'accès téléphoniques par des access ou residential gateways

#### 2. Les composants de l'architecture

- 1.1. Le Media Gateway
  - 1.1.1. Trunking Gateway
  - 1.1.2. Residential Gateway
  - 1.1.3. Access Gateway
  - 1.1.4. Integrated Access Device
- 1.2. Le Media Gateway Controller ou Softswitch
- 1.3. Le Signaling Gateway
- 1.4. Interfaces entre les composants
- 1.5. Interfaçage avec le RTC, le RI et le Réseau sémaphore Numéro 7

#### 3. Les protocoles

- 3.1. SIP
  - 3.1.1. User Agent
  - 3.1.2. Proxy server
  - 3.1.3. Redirect Server
  - 3.1.4. Registrar
  - 3.1.5. Les flux d'information SIP
- 3.2. H.323
  - 3.2.1. H.323 Endpoint
  - 3.2.2. H.323 Gatekeeper (Direct routed Call, Gatekeeper Routed Call)
  - 3.2.3. Multipoint Control Unit
  - 3.2.4. H.323 Gateway
  - 3.2.5. Les protocoles H.225 RAS, H.225 Q.931, H.245
  - 3.2.6. H.323 v1, v2 et v3

- 3.3. MGCP/MEGACO/H.248
  - 3.3.1. Philosophie
  - 3.3.2. Différences entre MGCP, MEGACO et H.248
  - 3.3.2. Protocoles et services
  - 3.3.3. Scénarios d'appel MEGACO
- 3.4. Q.BICC CS-1 et CS-2 et SIP-T pour l'échange de signalisation entre Media Gateway Controllers
- 3.5. SIGTRAN pour le transport de la signalisation SS7 (ISUP, INAP) par IP
  - 3.5.1. SCTP
  - 3.5.2. M3UA, M2UA, SUA, V5UA, IUA
- 3.6. Positionnement de H.323 et SIP par rapport à MEGACO et exemples de scénarios
- 3.7. RTP et RTCP pour le transport de la parole, de la vidéo et des données temps réel
4. Réseaux mobiles et NGN : UMTS Release 99 (R3), UMTS Release 2000(R4), UMTS R5 et 3G.IP
5. Les services complémentaires et à valeur ajoutée
  - 5.1. Les services complémentaires SIP
  - 5.2. Les services complémentaires H.323 : H.450
  - 5.3. Réseau Intelligent et NGN : JAIN, Parlay
  - 5.4. Catalogue de services de téléphonie sur IP et NGN
6. La gestion de réseaux et de services de Voix sur IP
  - 6.1. Les MIBs H.323, SIP et MEGACO
  - 6.2. Gestion d'élément de réseau
  - 6.4. Gestion de réseau, de service et facturation du service
7. Les solutions des constructeurs
  - 7.1. ERICSSON : Engine, IPT et IPulse
  - 7.2. ALCATEL : A1000 Softswitch, EGK
  - 7.3. SIEMENS : Surpass
  - 7.4. CISCO : Open Packet Telephony
  - 7.5. CLARENT : IP Telephony
  - 7.6. NORTEL : Succession
  - 7.7. SONUS NETWORKS : Softswitch
  - 7.8. LUCENT : Softswitch
  - 7.8. Comparaison entre les différentes solutions
7. Quelques recommandations

## IP CENTREX ET SON INTEGRATION DANS LES RESEAUX NGN / IMS

*Objectif du cours:* Maîtriser les principes, l'architecture et les services de l'IP-Centrex dans des environnements de type NGN et IMS

*Pré-requis :* Connaissance de base sur les réseaux de télécommunication et sur les réseaux NGN

*Public:* Ingénieurs Télécom, Architectes Réseau, Consultants Télécom , ingénieurs avant-vente

*Durée de la formation:* 2 jours

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

Ce cours a pour objectif d'introduire les principes, l'architecture, les services de l'IP-Centrex.

1. Introduction au Centrex
  - 1.1. Définition
  - 1.2. Architecture
  - 1.3. Centrex versus PABX
2. Introduction à l'IP-Centrex
  - 2.1. Définition
  - 2.2. IP-Centrex versus IP-PBX
  - 2.3. Composants de l'architecture IP-Centrex basée sur NGN
    - 2.3.1. Softswitch
    - 2.3.2. Media Gateway
    - 2.3.3. Application Server IP-Centrex
    - 2.3.4. IP Media Server
  - 2.4. Les protocoles de l'architecture IP-Centrex
    - 2.4.1. MGCP et ses packages
    - 2.4.2. MEGACO/H.248
    - 2.4.3. SIP/H.323
    - 2.4.4. VoiceXML
    - 2.4.5. RTP
  - 2.5. Considérations réseau pour l'IP-Centrex
  - 2.6. Stratégie de déploiement de l'IP-Centrex
    - 2.6.1. Migration contrôlée à l'IP-Centrex avec prise en compte de l'existant
    - 2.6.2. Implantation nouvelle de l'IP-Centrex en remplacement de l'existant
3. Services IP-Centrex et leur mise en œuvre
  - 3.1. Anonymous Call Rejection
  - 3.2. Automatic Callback/Ring Again
  - 3.3. Automatic Line/Direct Connect ("Hotline")
  - 3.4. Barge In
  - 3.5. Call Block
  - 3.6. Call Forwarding (Busy, Don't Answer, Multiple Simultaneous, Variable, Selective)
  - 3.7. Call Hold
  - 3.8. Call Park
  - 3.9. Call Pickup
  - 3.10. Call Restrictions/Station Restrictions.
  - 3.11. Last Number Redial
  - 3.12. Customized ringing
  - 3.13. Call Transfer

- 3.14. Call Waiting Indication
  - 3.15. Caller ID
  - 3.16. Calling Line Identity Restriction
  - 3.17. Consultation Hold
  - 3.18. Distinctive Ringing
  - 3.19. Hunt Groups
  - 3.20. Music-On-Hold
  - 3.21. Speed Dialing
  - 3.22. Station Message Detail Recording (SMDR)
  - 3.23. Three-Way Conferencing
  - 3.24. Toll Restriction
  - 3.25. etc.
4. Mise en œuvre de l'IP-Centrex dans une architecture IMS
    - 4.1. Composants de l'architecture IMS
    - 4.2. Intégration de l'IP-Centrex comme application dans l'IMS
    - 4.3. Exemple de scénarios d'appel entrant et sortant impliquant l'IP-Centrex
  5. Critères d'évaluation d'un IP-Centrex
  6. Evaluation financière pour la mise en œuvre d'un IP-Centrex

## ARCHITECTURE, PROTOCOLE ET SERVICES MEGACO/H.248

*Objectif du cours:* Présenter l'architecture, le protocole et les services MEGACO/H.248.  
*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom.  
*Pré-requis :* Connaissance minimum du réseau voix d'un opérateur et du protocole IP.  
*Durée de la formation:* 2 jours.  
*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

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 détermine l'acheminement de trafic. Par ailleurs, il fournit toutes les informations permettant la taxation des appels et la mesure des performances du réseau.

L'architecture Next Generation Network (NGN) est constituée de deux entités principales : Media Gateway (MGW) et Media Gateway Controller (MGC).

Le protocole MEGACO/H.248 est le protocole de contrôle NGN où le MLGC contrôle 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 connexions.

Cette formation introduit l'architecture MEGACO, avec les MGCs et les MGWs, et les concepts de terminaison et de contexte. Le protocole MEGACO est illustré à travers des scénarios d'établissement et de libération d'appel. La fourniture de services complémentaires est aussi introduite.

### PROGRAMME

1. Architecture MEGACO
  - 1.1. Media Gateway Controller (MGC)
    - 1.1.1. Structure générique d'un MGC
    - 1.1.2. Fonction de traitement d'appel
    - 1.1.3. Fonction de contrôle du support
  - 1.2. Media Gateway (MGW)
    - 1.2.1. Structure générique d'un MGW
  - 1.3. Terminaison MEGACO
  - 1.4. Contexte MEGACO
2. Transactions et Commandes MEGACO
  - 2.1. Transactions MEGACO
    - 2.1.1. Transaction request
    - 2.1.2. Transaction reply
    - 2.1.3. Transaction pending
  - 2.2. Commandes MEGACO
    - 2.2.1. Add
    - 2.2.2. Modify
    - 2.2.3. Subtract
    - 2.2.4. Move
    - 2.2.5. AuditValue
    - 2.2.6. AuditCapabilities
    - 2.2.7. Notify
    - 2.2.8. Service Change

3. Descripteurs MEGACO
  - 3.1. Modem Descriptor
  - 3.2. Multiplex Descriptor
  - 3.3. Media Descriptor
  - 3.4. Events Descriptor
  - 3.5. Signals Descriptor
  - 3.6. Audit Descriptor
  - 3.7. Service Change Descriptor
  - 3.8. DigitMap Descriptor
  - 3.9. Statistics Descriptor
  - 3.10. Observed Events Descriptor
  - 3.11. Topology Descriptor
4. Paquetages MEGACO
  - 4.1. Tone Generator Package
  - 4.2. Tone Detection Package
  - 4.3. Basic DTMF Generator Package
  - 4.4. DTMF detection Package
  - 4.5. Call Progress Tones Generator Package
  - 4.6. Call Progress Tones Detection Package
  - 4.7. Analog Line Supervision Package
  - 4.8. Basic Continuity Package
  - 4.9. Network Package
  - 4.10. RTP Package
  - 4.11. TDM Circuit Package
5. Etablissement d'appel avec MEGACO
  - 5.1. Appel entre un Residential Gateway et un Trunking Gateway
  - 5.2. Appel entre deux Trunking Gateways
  - 5.3. Appel entre deux Residential Gateways
  - 5.4. Appel entre un Access Gateway et un Residential Gateway
  - 5.5. Appel entre un access gateway et un Trunking Gateway
  - 5.6. Connexion entre un Residential Gateway et un IVR
  - 5.7. Connexions entre un Trunking Gateway et un IVR
6. Fourniture de services complémentaires avec MEGACO
7. MEGACO versus autres protocoles de contrôle
  - 7.1. MEGACO versus MGCP
  - 7.2. MEGACO versus H.248
  - 7.3. MEGACO versus IPDC

## ARCHITECTURE, PROTOCOLE ET SERVICES SIP

*Objectif du cours:* Présenter l'architecture, le protocole et les services SIP (Session Initiation Protocol).

*Public:* Ingénieurs télécom et réseau, Architectes réseau, Consultants réseaux et télécom, Responsable Télécom.

*Pré-requis :* Connaissance minimum du protocole IP et du monde de la téléphonie.

*Durée de la formation:* 3 jours.

*Nombre maximum de participants:* 12 participants.

SIP est un protocole de signalisation défini par l'IETF (Internet Engineering Task Force) permettant l'établissement, la libération et la modification de sessions multimédias. Il hérite de certaines fonctionnalités des protocoles HTTP (Hyper Text Transport Protocol) utilisé pour naviguer sur le WEB, et SMTP (Simple Mail Transport Protocol) utilisé pour transmettre des messages électroniques (E-mail). Le protocole SIP fournit la signalisation nécessaire à la création, sur réseaux IP, des fonctions de téléphonie similaires à celles du protocole ISUP dans le monde SS7 ou à celles du protocole H.323. SIP fait l'unanimité dans le monde de la téléphonie sur IP par sa simplicité et sa bonne intégration à l'architecture Internet et en font le candidat idéal pour les terminaux légers et mobiles. Cette formation introduit l'architecture SIP avec ses capacités, ses entités, ses requêtes et réponses, ses headers, son routage, ses extensions notamment pour l'IMS. L'application de SIP au monde mobile avec la release 4 et SIP-I est décrite. Par ailleurs l'application de SIP à l'architecture IMS est détaillée au niveau réseau et services. Dans le monde IMS, chaque session doit être établie avec la mise en œuvre de la qualité de service. Le policy control qui permet la réservation des ressources est présentée. Les aspects relatifs à l'authentification et la sécurité (chiffrement et protection de l'intégrité) des flux SIP et des flux RTP sont traités, ainsi que la traversée des NATs pour les flux SIP et les média.

### PROGRAMME

1. Introduction à SIP
2. Entités et architecture SIP
  - 2.1. SIP User Agent
  - 2.2. SIP Gateway
  - 2.3. SIP Proxy Server Call Stateful, Stateful et Stateless
  - 2.4. SIP Redirect Server
  - 2.5. SIP Registrar
  - 2.6. SIP Back-To-Back User Agent
3. Requête et Réponses SIP
  - 3.1. Requêtes
    - 3.1.1. INVITE
    - 3.1.2. REGISTER
    - 3.1.3. BYE
    - 3.1.4. ACK
    - 3.1.5. CANCEL
    - 3.1.6. OPTIONS
    - 3.1.7. INFO
    - 3.1.8. PRACK
    - 3.1.9. SUBSCRIBE
    - 3.1.10. PUBLISH



- 3.1.11. NOTIFY
- 3.1.12. REFER
- 3.1.13. UPDATE
- 3.1.14. MESSAGE
- 3.2. Réponses
  - 3.2.1. Informational : 1XX
  - 3.2.2. Success : 2XX
  - 3.2.3. Redirection : 3XX
  - 3.2.4. Client Error : 4XX
  - 3.2.5. Server Error : 5XX
  - 3.2.6. Global Error : 6XX
- 4. En-têtes SIP
  - 4.1. General Headers
  - 4.2. Request Headers
  - 4.3. Response Headers
  - 4.4. Entity Headers
- 5. Routage SIP
  - 5.1. Headers pour le routage des requêtes et des réponses
    - 5.1.1. Request URI
    - 5.1.2. Via
    - 5.1.3. From et To
    - 5.1.4. Contact
    - 5.1.5. P-Asserted-Identity
    - 5.1.6. P-Preferred-Identity
    - 5.1.7. P-Called-Party-ID
    - 5.1.8. Route et Record-Route
  - 5.2. Scénarii d'appel impliquant le routage des requêtes et des réponses SIP
- 6. Session Description Protocol (SDP) et son utilisation par SIP
- 7. Scénarii d'établissement d'appel avec SIP
- 8. Mise en oeuvre des services complémentaires avec SIP
  - 8.1. CLIP, CLIR, CCBS, Hold, CW, Voicemail, Call Barring, Call Forward, Call Transfer, etc.
- 9. SIP-I (SIP with Encapsulated ISUP) pour la signalisation entre MGCs / MSC Servers
  - 9.1. SIP-I et NGN Mobile (R4)
  - 9.2. Format de message SIP-I
  - 9.3. Scénario d'appel inter-opérateur mobile impliquant SIP-I
  - 9.4. Comparaison entre SIP-I et BICC
- 10. Introduction à RTP et RTCP
  - 10.1. 10.1. Architecture RTP
  - 10.2. 10.2. Mixer et translator RTP
  - 10.3. 10.3. Codecs audio, visio, vidéo
  - 10.4. 10.4. Formats de payload RTP
  - 10.5. 10.5. Compression d'en-tête RTP avec ROHC (Robust Header Compression)
  - 10.6. 10.6. Architecture RTCP et messages RTCP

- 11. SIP et IMS
  - 11.1. Entités IMS
    - 11.1.1. CSCF : P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF, E-CSCF pour le contrôle de session multimédia IMS
    - 11.1.2. IMS-MGW, BGCF, MGCF, T-SGW pour l'interfonctionnement avec les réseaux de commutation de circuit (RTC, GSM)
    - 11.1.3. IBCF et TrGW pour l'interfonctionnement entre réseaux IMS
    - 11.1.4. HSS et SLF pour la mobilité de l'utilisateur et des services
  - 11.2. Identités de l'utilisateur IMS
  - 11.3. Enregistrement au réseau IMS
  - 11.4. Etablissement de session dans le réseau IMS
- 12. IMS et réservation de ressources dans l'accès notamment mobile : Policy Control
  - 12.1. Préconditions de QoS dans les messages SIP pour la réservation de ressources pour la session IMS
  - 12.2. Architecture de Policy Control IMS
  - 12.3. Interface Rx entre P-CSCF et PCRF
    - 12.3.1. AAR/AAA, RAR/RAA, STR/STA et ASR/ASA
  - 12.4. Interface Gx entre PCRF et PCEF (i.e., PDN GW)
    - 12.4.1. CCR/CCA et RAR/RAA
  - 12.5. Scénarii d'établissement/modification/libération de dedicated bearers pour le transport de la voix sur IP sur LTE ou de contextes PDP secondaires pour le transport de la voix sur IP sur HSPA ou HSPA+
- 13. SIP/IMS et sécurité
  - 13.1. Identités SIP/IMS
    - 13.1.1. Identité privée
    - 13.1.2. Identité publique
  - 13.2. Enregistrement au réseau SIP/IMS avec authentification
  - 13.3. Procédure d'authentification pour un client SIP/IMS pour les scénarii suivants:
    - 13.3.1. Client SIP/IMS mobile ayant une carte USIM et le module ISIM (IMS SIM Module)
    - 13.3.2. Client SIP/IMS mobile ayant une carte USIM sans module ISM
    - 13.3.3. Client SIP/IMS ayant un accès fixe
    - 13.3.4. Authentification AKA 3G, AKA IMS et HTTP Digest pour l'authentification au monde IMS
  - 13.4. Chiffrement et protection de l'intégrité de la signalisation SIP
    - 13.4.1. Echange des clés dans le monde mobile et le monde fixe
    - 13.4.2. IPSec
    - 13.4.3. TLS
    - 13.4.4. Chiffrement de la signalisation SIP
    - 13.4.5. Protection de l'intégrité de la signalisation SIP
  - 13.5. Chiffrement et protection de l'intégrité du trafic RTP
    - 13.5.1. Méthodes d'échange des clés
      - 13.5.1.1. Méthode SDES (RFC 4568)
      - 13.5.1.2. Méthode Mikey (RFC 4567)
      - 13.5.1.3. Méthode ZRTP (RFC 6189)
      - 13.5.1.4. Comparaison entre ces trois méthodes
    - 13.5.2. Secure RTP (SRTP) pour le transport des flux média (audio et vidéo) avec chiffrement et protection de l'intégrité (RFC 5763)
- 14. SIP/IMS et NAT
  - 14.1. Fonctionnalité NAT et fonctionnement du NAT

- 14.2. Avantages du NAT
  - 14.3. Inconvénients du NAT
  - 14.4. Types de NAT
  - 14.5. NAT et SIP
  - 14.6. Protocole STUN
  - 14.7. Solutions de traversée de NAP pour SIP
  - 14.8. Solutions de traversée de NAT pour le média
15. Architectures de Services à valeur ajoutée avec SIP
- 15.1. Serveur d'application SIP
  - 15.2. SCIM (Service Capability Interaction Manager)
  - 15.3. Multimedia Resource Function (MRF)
  - 15.4. Mécanismes d'invocation des serveurs d'application
    - 15.4.1. Modèle d'appel SIP
    - 15.4.2. Marque de service SIP (Filter Criteria) et critère de Déclenchement
    - 15.4.3. Modèles d'invocation
    - 15.4.4. Capacités de service SIP

## SIGTRAN, M3UA ET SCTP

*Objectif* : Comprendre les principes, l'architecture, les protocoles et les fonctionnalités de SIGTRAN (notamment M3UA et SCTP) ainsi que ses applications  
*Public* : Ingénieurs télécom, Consultants réseaux et télécom, Architectes réseau et télécom  
*Pré-requis* : Connaissance minimum du réseau SS7 et du protocole IP  
*Durée de la formation*: 2 jours  
*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

SIGTRAN est un groupe de travail à l'IETF qui traite la problématique du transport de la signalisation téléphonique sur IP. SIGTRAN définit :

- un protocole de transport commun appelé SCTP (Stream Control Transmission Protocol) qui assure le transport fiable de la signalisation sur IP,
- des couches d'adaptation qui supportent des primitives spécifiques telles que requises par des protocoles de signalisation spécifiques tels que ISUP, Q.931, BSSAP, etc.

Cette formation introduit brièvement l'architecture SS7 et ses protocoles de signalisation, puis présente les chemins de migration de la signalisation téléphonique à SIGTRAN. La formation décrit par ailleurs le protocole SCTP et la couche d'adaptation M3UA.

### 1. Introduction à SS7

#### 1.1. Modes SS7

- 1.1.1. Mode Associé
- 1.1.2. Mode Quasi-associé
- 1.1.3. Mode Non-associé

#### 1.2. Architecture de Réseau SS7

- 1.2.1. Canaux de Signalisation
- 1.2.2. Noeuds SS7
  - 1.2.2.1. Signaling transfer points
  - 1.2.2.2. Signaling points

#### 1.3. Dimensionnement du Réseau SS7

#### 1.4. Pile de Protocole SS7

### 2. Framework SIGTRAN et son application

#### 2.1. SCTP

#### 2.2. SCTP versus TCP et UDP

#### 2.3. Couches d'Adaptation

- 2.3.1. Couches d'adaptation en mode asymétrique : M2UA, M3UA, SUA
- 2.3.2. Couches d'adaptation en mode symétrique : M2PA, M3UA, SUA

### 3. Migration à SIGTRAN

- 3.1. Migration du réseau SS7 à SIGTRAN pour augmenter la capacité du réseau SS7 : SIGTRAN Trunking
- 3.2. Migration des end-systèmes (HLR, SCP, SMSC, MSC Server, etc) à SIGTRAN pour augmenter la capacité de connectivité du end-système en terme de signalisation : Application offload
- 3.3. Remplacement complet de SS7 par SIGTRAN

### 4. Protocole SCTP et Service SCTP

- 4.1. Endpoint SCTP
- 4.2. Association SCTP
- 4.3. Streams SCTP

- 4.4. Chunks SCTP
  - 4.5. Primitives SCTP
  - 4.6. Messages SCTP
  - 4.7. Etablissement et Libération de l'association SCTP
  - 4.8. Transfert de données SCTP data et acquittement de ces données
  - 4.9. Abandon (Abort) de l'association SCTP
  - 4.10. Traces SCTP
5. M3UA Adaptation layer
- 5.1. Architecture commune à toutes les UAs (User Adaptations)
    - 5.1.1. Terminologie commune
      - 5.1.1.1. SG, SGP, AS, ASP, IPSP
    - 5.1.2. Messages Communs
      - 5.1.2.1. ASP Traffic Maintenance Messages
      - 5.1.2.2. ASP State Maintenance Messages
      - 5.1.2.3. Management Messages
      - 5.1.2.4. Routing Key Management Messages
  - 5.2. Architecture M3UA
  - 5.3. Messages spécifiques M3UA
    - 5.3.1. MTP3 Transfer Messages
    - 5.3.2. Signaling Network Management Messages
  - 5.4. Traces M3UA

## MEDIAS SUR IP

*Objectifs du cours* : Comprendre le transport des média voix, vidéo, visio, fax, modem et données sur IP

*Pré-requis* : Connaissance des principes de la « Voix sur IP » et de la signalisation SIP/SDP  
*Public*: Ingénieurs télé, comConsultants réseaux et télécom, Architectes réseau et services télécom, responsables télécom, ingénieurs avant-vente

*Durée du séminaire* : 2 jours

*Nombre maximum de participants*: 12 participants.

Le but de ce cours est de décrire les différents protocoles utilisés sur le plan usager pour le transport de flux multimédia. Sont étudiés en particulier les protocoles : - RTP (Real Time Transport Protocol) pour le transport des flux audio et vidéo ainsi que les DTMFs - SRTP (Secure Real Time Transport Protocol) pour le transport des flux audio et vidéo sécurisés (i.e., avec chiffrement et protection de l'intégrité) - RTCP (Real Time Transport Control Protocol) pour le contrôle des flux RTP fournissant des informations sur la QoS des flux RTPs et sur les participants de la session. - MSRP (Message Session Relay Protocol) pour le transport de données de type texte, fichier, photo, images dans les contexte de session de messagerie instantanée. - Les principes de numérisation de la voix sont expliqués ; les méthodes de codage audio G.711, AMR (Adaptive Multirate Codec) et AMR-WB (AMR Wideband) sont décrits à l'aide de traces pour bien appréhender les formats de données associés. - Dans le monde des mobile il est important d'optimiser l'usage de la ressource radio. C'est la raison pour laquelle les flux RTP et RTCP sont compressés à l'aide de la méthode RoHC (Robust Header Compression) décrite dans ce cours. - Le transport des flux fax et modem est rendu possible sur IP à l'aide de deux méthodes : Passthrough en utilisant un encodage G.711 transporté sur RTP/UDP/IP et Relay en utilisant un protocole dédié : T.38 pour le trafic fax sur IP et SPRT (Simple Packet Relay Transport) pour le trafic modem sur IP. - Le réseau IP doit être adapté afin de transporter des flux multimédia avec le plus de garanties possibles. 3 méthodes existent et sont décrites dans ce cours : - MPLS (Multiprotocol Label Switching) pour commuter et non router un paquet IP - DiffServ (Differentiated Services) pour associer des priorités aux flux - RSVP (Resource Reservation Protocol) pour une réservation de ressources sur tous les nœuds du chemin.

### 1. Introduction à la voix sur IP

- 1.1. Principes de la voix et de la vidéo sur IP
- 1.2. Qualité d'une conversation téléphonique
- 1.3. Problèmes liés à des réseau IP best effort pour la voix et la vidéo sur IP
- 1.4. Qualité de service dans les réseaux IP
  - 1.4.1. DiffServ
  - 1.4.2. IntServ / RSVP
  - 1.4.3. MPLS
- 1.5. Techniques d'encodage de la voix
  - 1.5.1. Encodage PCM : G.711
  - 1.5.2. Encodage ADPCM : G.726, G.722
  - 1.5.3. Encodage CELP : AMR, WB-AMR, G.729
- 1.6. Codecs
  - 1.6.1. Codecs voix
  - 1.6.2. Codecs visiophonie
  - 1.6.3. Codecs vidéo
  - 1.6.4. Codecs données temps réel
- 1.7. Fonctionnement de la voix
- 1.8. Fonctionnement du modem
  - 1.8.1. Etablissement/libération d'un appel model
  - 1.8.2. Modem passthrough pour un transport sur IP

- 1.8.3. Modem relay pour un transport sur IP
  - 1.8.3.1. Transport du trafic modem : SPRT/UDP/IP
- 1.9. Fonctionnement du fax
  - 1.9.1. Fonctionnement du fax sur un réseau circuit
  - 1.9.2. Etablissement d'un appel fax traditionnel
  - 1.9.3. Etablissement d'un appel fax avec SIP
  - 1.9.4. Mode passthrough pour un transport du fax sur IP (G.711)
  - 1.9.5. Mode relai pour un transport du fax sur IP (T.38)
    - 1.9.5.1. Transport de l'encodage T.38 : TCP, UDP, RTP
- 1.10. Fonctionnement de DTMF
  - 1.10.1. DTMF encodés via G.711 et transportés sur RTP/UDP/IP
  - 1.10.2. DTMF transportés dans un payload telephone-event d'un paquet RTP (RFC 4733)
    - 1.10.3. DTMF transportés dans un body d'une requête SIP INFO
- 1.11. Optimisation du transport de la voix sur IP
  - 1.11.1. Suppression de silence
  - 1.11.2. Multiplexage RTP
  - 1.11.3. Robust Header Compression (RoHC)
- 2. Introduction à RTP et RTCP
  - 2.1. Architecture RTP
    - 2.1.1. Mixer et translator RTP
    - 2.1.2. En-tête RTP
    - 2.1.3. Formats de payload RTP
    - 2.1.4. Trafic généré en fonction du codec utilisé
    - 2.1.5. Comfort Noise Generation et RTP
  - 2.2. Architecture RTCP
    - 2.2.1. Role de RTCP
    - 2.2.2. Mode de fonctionnement RTCP
    - 2.2.3. Paquets RTCP : SDES, RR, SR, BYE, APP
    - 2.2.4. Calcul du RTT
    - 2.2.5. Calcul de la gigue (jitter)
    - 2.2.6. Méthode de calcul du débit généré par la voix sur IP
  - 2.3. Descriptions SDP pour les flux RTP AMR, AMR-WB et G.711
  - 2.4. RTP et sécurité : SRTP, SDES, MIKEY et ZRTP
  - 2.5. Traces RTP (encodage G.711, AMR, AMR-WB, H.263) et RTCP
- 3. Introduction à MSRP
  - 3.1. Description SDP pour une session de données utilisant un transport MSRP
  - 3.2. Protocole MSRP
    - 3.2.1. SEND
    - 3.2.2. REPORT
  - 3.3. Traces MSRP