

Etudes et FORMations en Télécommunication

- Réseau et Services IMS
- Nouvelles Technologies IP
- Signalisation et Intelligence dans les Réseaux
 - Réseaux et Services Mobiles 2G à 5G
- Virtualisation de réseaux et de services
 - M2M et Internet des objets

Formations Réseaux et Services de Télécommunication 2020

La Formation	4
FORMATIONS RESEAUX ET SERVICES TELECOM	7
LES RESEAUX ET SERVICES DE TELECOMMUNICATION ET SI DES OPERATEURS	8
INTERCONNEXION ENTRE LES RESEAUX DE TELEPHONIE FIXES, MOBILES ET DE NOUVELLES GENERATIONS (NGN, IMS) ET ROAMING 2G/3G/4G	11
BACKHAULING IP	14
ACCES xDSL : ARCHITECTURE ET SERVICES	16
TRES HAUT DEBIT : FTTH, FTTB/C, FTTDP	18
ETHERNET CARRIER CLASS	20
LES NOUVELLES TECHNOLOGIES IP	22
MPLS EN ENVIRONNEMENT IP	25
LES SERVICES IP	26
EVOLUTIONS DU RESEAU DE TRANSPORT IP : MPLS, MPLS-TP, PBB-TE	29
LE PROTOCOLE IPV6.....	31
WEBRTC : ARCHITECTURE ET SERVICES	34
VIRTUALISATION DE RESEAU ET DE SERVICE , SND ET NFV, CLOUD ET OPENSTACK.....	36
FORMATIONS RESEAUX ET SERVICES MOBILES	39
LES RESEAUX ET SERVICES MOBILES ET LEURS EVOLUTIONS	40
PLANIFICATION DES RESEAUX CELLULAIRES	44
OPTIMISATION ET EXPLOITATION DES RESEAUX CELLULAIRES	46
LA PMR ET SES EVOLUTIONS 4G.....	47
LE RESEAU ET LES SERVICES GSM.....	49
LE RESEAU GPRS ET SES EVOLUTIONS.....	52
NEXT GENERATION NETWORK (NGN) POUR LES MOBILES : 3GPP R4	55
ARCHITECTURE DE SERVICE SMS : SHORT MESSAGE SERVICE	57
EVOLUTIONS DU SMS : SMS OVER IMS, SMS IN MME, M2M DEVICE TRIGGERING, SMS OVER CDMA.....	59
PROGRAMME.....	60
CAMEL ET SES EVOLUTIONS	62
MAP : MOBILE APPLICATION PART	64
AUTHENTIFICATION MOBILE POUR LES SERVICES MOBILES, WIRELESS ET INTERNET	66
FORMATIONS 4G & 5G	69
TRES HAUT DEBIT MOBILE : LTE, ePC, PCC, CSFB et VOLTE.....	70
LA 5G POUR MANAGERS	72
RADIO 5G.....	73
RESEAU CŒUR 5G : 5GC	75
RESEAU DE SIGNALISATION HTTP2 POUR LE RESEAU CŒUR 5GC	78
BASE DE DONNEES 5G : UDM, UDR et UDSF	80
MTC 5G VERSUS LTE-M ET NB-IOT 4G	83
ARCHITECTURES 3GPP POUR LES COMMUNICATIONS V2X ET EV2X	85
RESEAU ET SERVICES 5G ET IMPACTS SI.....	88
RESEAU MOBILE 4G : EVOLVED PACKET CORE (EPC) AVANCE	91
LONG TERM EVOLUTION : NORMES ET INGENIERIE RADIO	94
AU CŒUR DE L'INTERFACE RADIO LTE ET LTE ADVANCED.....	96
GESTION DE LA MOBILITE ET GESTION DE SESSION LTE : PROCEDURES, BEARERS ET PROTOCOLES ASSOCIES.....	98
ROAMING DANS LES RESEAUX 2G, 3G, 4G et 5G.....	101
TRES HAUT DEBIT MOBILE : LTE, ePC, PCC, IMS ET IMPACTS SI.....	104
M2M ET INTERNET DES OBJETS : VISION RESEAU ET SERVICES	107
EVOLUTIONS DU RESEAU COEUR MOBILE POUR M2M/IOT : LTE-M ET NB-IOT.....	110
DIAMETER ET SES APPLICATIONS DANS LE CONTEXTE GPRS/LTE/IMS	113



PCC (POLICY AND CHARGING CONTROL) DANS LA 3G, L'EPS ET L'IMS	115
VOIX SUR LTE (VoLTE) AVEC IMS	118
ARCHITECTURE d'ACCES WIFI A L'EPC ET SERVICE VOWIFI ASSOCIE	121
RCS UP : RICH COMMUNICATION SUITE UNIVERSAL PROFILE.....	124
FORMATIONS NOUVELLE GENERATION DE RESEAUX (NGN)....	126
ARCHITECTURE DE RESEAU ET DE SERVICES IMS: IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM	127
ARCHITECTURES DE RESEAU ET DE SERVICES POUR LA CONVERGENCE FIXE-MOBILE ET IMS.....	130
IP CENTREX ET SON INTEGRATION DANS LES RESEAUX NGN / IMS.....	133
ARCHITECTURE, PROTOCOLE ET SERVICES MEGACO/H.248.....	135
ARCHITECTURE, PROTOCOLE ET SERVICES SIP.....	137
SIGTRAN, M3UA ET SCTP	141
MEDIAS SUR IP	143



EFORT (Etudes et **FOR**mations en **T**élécommunication) 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, 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, Proximus, Telenet, Prosodie, BICS, Onatel, Completel, UNE, INWI, OPT, MTN, SFR, Andorra Telecom.

Constructeurs : Nokia, Cisco, Oracle, Ericsson, Fujitsu, Bull, IBM, Hewlett Packard, Ulticom, Avaya, Thomson Multimedia, Sofrecom, Keymile, Comverse, Cirpack, Genesys, eServGlobal, N-Soft, Netbricks, EXFO, INTEL, Red Hat, Expandium.

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

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
Formations Réseaux et Services Télécom	
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
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

Formations Réseaux et Services Mobiles	
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

Formations 4G & 5G	
Très haut débit mobile : Evolution de la 3G avec LTE, ePC, PCC, CSFB et VoLTE	3 jours
5G pour Managers	1 jour

Radio 5G	2 jours
Réseau Cœur 5G : 5GC	3 jours
Réseau de Signalisation HTTP2 pour le 5GC	3 jours
Base de données 5G : UDM, UDR et UDSF	3 jours
mMTC 5G versus LTE-M et NB-IoT 4G	2 jours
Architectures 3GPP pour les Communications V2X et eV2X	2 jours
Réseau et Services 5G et Impacts SI	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, 4G et 5G	4 jours
M2M et Internet des Objets : Vision Réseau et Services	2 jours
Evolutions du Réseau Cœur Mobile pour M2M/IoT : LTE-M et NB-IoT	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	3 jours
RCS UP : Rich Communication Suite Universal Profile	2 jours

Formations Nouvelle Génération de Réseaux (NGN)

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
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 Système d'Information des Opérateurs	3 jours
Interconnexion entre les réseaux de téléphonie fixes, mobiles et de nouvelles générations (NGN, IMS) et interconnexion pour le roaming	3 jours
Accès xDSL : Architecture et Services	2 jours
Très Haut Débit Fixe: xDSL, FTTx, 4G/5G	2 jours
Les Nouvelles Technologies IP	2 à 3 jours
Les Services IP	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 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 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" 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 de signalisation
 - 1.3.1. Structure d'un réseau de signalisation
 - 1.3.1.1. SS7/SIGTRAN
 - 1.3.1.2. DIAMETER
 - 1.3.1.3. HTTP2
 - 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. 4G/5G
 - 1.5. Réseaux mobiles
 - 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 EPC
 - 1.5.5.1. Réseau d'accès 4G (LTE) et réseau cœur 4G (EPC)
 - 1.5.5.2. Architecture du réseau 4G
 - 1.5.5.3. Les services de la 4G
- 1.5.6. NR et 5GC
 - 1.5.6.1. Réseau d'accès 5G (NR) et réseau cœur 5G (5GC)
 - 1.5.6.2. Déploiement de la 5G en mode NSA et mode SA
 - 1.5.6.3. Technologie de slice de réseau
 - 1.5.6.4. Les services de la 5G
- 1.5.7. LPWA : Réseaux adaptés pour M2M/IoT
 - 1.5.7.1. Technologies LPWA : LoRa, LTE-M, NB-IoT, mMTC
 - 1.5.7.2. Fonctionnalités communes à toutes les technologies LPWA
 - 1.5.7.3. Architecture générique LPWA
 - 1.5.7.4. Comparaison entre les technologies LPWA
- 1.6. Evolution vers l'architecture de réseau et de services IMS
 - 1.6.1. IMS
 - 1.6.1.1. IMS pour la convergence fixe-mobile
 - 1.6.1.2. Architecture de réseau IMS
 - 1.6.1.3. Services IMS
 - 1.6.1.3.1. Service conversationnels
 - 1.6.1.3.2. Présence
 - 1.6.1.3.3. Messagerie
 - 1.6.1.3.4. Services de contenu
 - 1.6.1.3.5. 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 : Ventes, 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) ET ROAMING 2G/3G/4G

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. Comprendre les problèmes de l'interconnexion des réseaux pour assurer le roaming voix et data mobile (SS7, SIGTRAN, DIAMETER, GRX/IPX, IMS). 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 pour VoLTE, VoWiFi), l'interconnexion avec les réseaux de circuit existants fixes et mobiles aujourd'hui et l'interconnexion avec les autres réseaux de voix sur IP 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 en prenant en compte la portabilité du numéro avec notamment ENUM/DNS. Elle décrit l'interconnexion de réseau ainsi que l'interconnexion de services pour des services tels que la voix, RCS, MMS, etc.. Elle présente aussi les problématiques d'interconnexion pour la mise en œuvre d'accords de roaming 2G, 3G et 4G avec notamment les interconnexions des réseaux SS7, SIGTRAN, GRX, IPX et DIAMETER.

1. La problématique de l'interconnexion
2. Rappel sur les architectures de télécommunication
 - 2.1. RTC
 - 2.2. Réseau mobile R4 (domaine circuit mobile)
 - 2.3. Réseau mobile paquet (GPRS et ePC)
 - 2.4. Réseau NGN
 - 2.5. 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. Protocole ISUP international et ISUP national
 - 3.1.3. Commutateurs RTC de transit
 - 3.1.4. 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 (ISUP/TDM) et interconnexion IP (SIP-I/RTP)
 - 3.3. Interconnexion IMS
 - 3.3.1. IMS Fixe (SIP)
 - 3.3.2. IMS Mobile (SIP avec préconditions)
 - 3.3.3. Interconnexion IMS Mobile / IMS Mobile
 - 3.3.4. Interconnexion IMS Fixe / IMS Fixe

- 3.3.5. Interconnexion IMS Mobile / IMS Fixe
 - 3.3.6. Interconnexion IMS / RTC
 - 3.3.7. Interconnexion IMS / R4
 - 3.4. Interconnexion IP/IPX
 - 3.5. Interconnexion MMS
 - 3.6. Interconnexion RCS
4. Carriers internationaux
- 4.1. Carriers au niveau de la signalisation : SS7, SIGTRAN, DIAMETER
 - 4.2. Carriers au niveau du transport IP : GRX, IPX
 - 4.3. Carriers au niveau voix TDM (RTC) et Voix sur IP (IMS)
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. MSRP (RCS)
 - 5.2.5. SMTP (MMS)
 - 5.2.6. Codecs utilisés pour l'interconnexion
 - 5.3. Protocoles support : DNS, ENUM
6. Les éléments pour l'interconnexion Voix sur IP 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 4G
 - 7.3.1.1. Interconnexion IPX
 - 7.3.1.2. Caractéristiques du réseau IPX
 - 7.3.1.3. Acteurs du réseau IPX
 - 7.3.1.4. Options de connectivité IPX
 - 7.3.1.5. QoS et SLA IPX

- 7.3.1.6. Types de trafic d'application pris en charge par l'IPX
- 7.3.2. Roaming pour la Voix sur IP sur LTE (VoLTE)
 - 7.3.2.1. Interconnexion IMS
- 7.4. Réseau international d'interconnexion entre opérateurs pour le roaming 2G/3G/4G
 - 7.4.1. Réseau de signalisation international
 - 7.4.1.1. Réseau SS7 international
 - 7.4.1.1.1. MAP pour la gestion de la mobilité
 - 7.4.1.1.2. CAP pour l'invocation des services CAMEL
 - 7.4.1.1.3. Les couches SS7 : MTP, SCCP, TCAP
 - 7.4.1.1.4. Le routage SS7 : Par Point Code (PC) et par Global Title (GT)
 - 7.4.1.1.5. La gestion SS7
 - 7.4.1.2. Réseau SIGTRAN international
 - 7.4.1.2.1. Emulation SS7 via SIGTRAN
 - 7.4.1.2.2. La couche de transport SIGTRAN : SCTP
 - 7.4.1.2.3. Les couches d'adaptation SIGTRAN : M3UA, M2PA
 - 7.4.1.3. Réseau DIAMETER international
 - 7.4.1.3.1. Les applications DIAMETER pour le roaming international LTE : S6a/S6d, S9
 - 7.4.1.3.2. L'architecture de réseau de signalisation DIAMETER avec les agents
 - 7.4.1.3.3. Routage DIAMETER
 - 7.4.2. Réseau IP international pour le roaming data : GRX et IPX

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... *vieillesse*
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, FTTDP

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, FTTDP) 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 épissurage... 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'envol 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, Andia, 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 proposées 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, groupeware, 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, ADSL2+, VDSL, FTTH / Fibre optique)
 - 7.6.2. Service de connectique 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 congestion explicite dans Ipv6

11. IPv6 et Sécurité : IPsec
 - 11.1. Association de sécurité Ipv6
 - 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 , SDN ET NFV, CLOUD ET OPENSTACK

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. Comprendre le cloud. Pratiquer sur la plate-forme opensource Openstack.

Pré-requis : Aucune connaissance particulière

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

Durée de la formation: 5 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, notamment avec l'arrivée du réseau 5G dont le réseau d'accès et le réseau cœur sont complètement conçus sur la base des technologies SDN et NFV. 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 œuvre dans le matériel propriétaire, permettant un déploiement et une exploitation plus flexibles. La technologie SDN consiste à séparer la couche de contrôle des flux de la couche d'acheminement des flux qui transmet le trafic réseau, l'objectif de cette dissociation étant de créer un réseau centralisé et programmable par des applications. Les technologies SDN et NFV sont décrites dans cette formation. Cette formation présente aussi les concepts du cloud computing et les services qu'il offre tels que SaaS, PaaS et IaaS. Openstack qui représente un ensemble de logiciels open source permettant de déployer des infrastructures de cloud computing de type IaaS est décrit et des travaux pratiques sont proposés pour déployer manuellement un cloud Openstack.

Partie 1 : SDN (1 jour)

1. SDN : Software Defined Network
 - 1.1. Pourquoi SDN ?
 - 1.2. Architecture du SDN
 - 1.3. Caractéristiques du SDN
 - 1.4. Les composants du SDN
 - 1.4.1. Le contrôleur
 - 1.4.2. Les commutateurs
 - 1.4.3. Les Applications
 - 1.4.4. Les interfaces SDN et les protocoles/APIs associés
 - 1.5. Exemple de solutions SDN
 - 1.5.1. SD-WAN
 - 1.5.2. SDN pour la mise en oeuvre de VLAN/VxLAN dans un data center virtualisé
2. Openflow en tant que southbound API
 - 2.1. But d'Openflow

- 2.2. Structure d'un commutateur Openflow
- 2.3. Tables OpenFlow : Table de flux, table de métrage, table de groupe
- 2.4. Pipeline Openflow
- 2.5. Protocole Openflow
- 2.6. Call flows OpenFlow

3. SDN et Service Chaining
 - 3.1. Définition service chaining
 - 3.2. Prérequis pour faire du Service Chaining

4. Avantages de SDN aux applications critiques
 - 4.1. Apports concrets techniques par SDN
 - 4.2. Apports concrets Dev Ops par SDN
 - 4.3. Apports concrets Sécurité par SDN
 - 4.4. Apports concrets OSS par SDN

5. Mettre en oeuvre un réseau SDN
 - 5.1. Etapes de mise en oeuvre

6. Conclusion SDN
 - 6.1. Les points à maîtriser
 - 6.2. Les points à suivre dans le futur

Partie 2 : Virtualisation, NFV et Cloud Computing (2 jours)

7. Virtualisation
 - 7.1. Définition de la virtualisation
 - 7.2. Concepts, principes et propriété de la virtualisation
 - 7.3. Virtualisation de serveur, virtualisation du stockage et virtualisation de réseau
 - 7.4. Bénéfices de la virtualisation
 - 7.5. Gestion des machines virtuelles
 - 7.6. Définition de l'hyperviseur
 - 7.6.1. Hyperviseur de type 1
 - 7.6.2. Hyperviseur de type 2
 - 7.7. Conteneur
 - 7.7.1. Conteneurisation versus virtualisation
 - 7.7.2. Techniques de conteneurisation
 - 7.7.2.1. LXC
 - 7.7.2.2. LXD
 - 7.7.2.3. Docker
 - 7.8. Kubernetes pour l'orchestration d'applications développées en micro-services
 - 7.8.1. Cluster, Master et Node Kubernetes
 - 7.8.2. Fichier manifest pour la déclaration de déploiement de son application
 - 7.8.3. Objets kubernetes : Node, Service, Replica-Set, Deployment
 - 7.8.4. Mise en oeuvre du déploiement d'une application Kubernetes

8. Cloud computing
 - 8.1. Différence entre virtualisation et cloud
 - 8.1.1. Cloud = Virtualisation + Self service + Pay as you go + APIs de service
 - 8.2. Modèles de services cloud
 - 8.2.1. SAAS : Software as a service pour les utilisateurs
 - 8.2.2. PAAS : Platform as a service pour les développeurs
 - 8.2.3. IAAS : Infrastructure as a service pour les exploitants
 - 8.3. Modèles de déploiement de clouds



- 8.3.1. Clouds publics
- 8.3.2. Clouds privés
- 8.3.3. Clouds hybrides
- 8.4. Système d'exploitation cloud (Openstack)
 - 8.4.1. Architecture Openstack
 - 8.4.2. Composants Openstack
 - 8.4.3. Méthodes de déploiement et variations
- 9. ETSI NFV
 - 9.1. Vue d'ensemble du cadre NFV
 - 9.2. Architecture NFV-MANO et NFVI
 - 9.3. VNFs
 - 9.3.1. Définition, composants, architecture
 - 9.4. Orchestration NFV
 - 9.5. Gestionnaires de VNF
 - 9.6. OpenStack come NFVI/VIM
 - 9.7. Les catalogues (service, VNF) et repositories (ressources et NFV)
 - 9.8. Interfaces entre les entités de l'architecture NFV
 - 9.9. Call flow pour l'instanciation d'un service réseau
- 10. 5G et NFV
 - 10.1. Réseau 5G et environnement NFV
 - 10.2. Rappels 5G
 - 10.2.1. Réseau accès 5G et Cloud RAN
 - 10.2.2. Architecture du réseau cœur 5G
 - 10.2.3. Slices de réseau 5G
 - 10.3. 5G, micro-services et conteneurisation
 - 10.4. Rôle de NFV et des orchestrateurs pour la 5G
 - 10.5. Cas d'étude pour une migration 5G

Partie III : Openstack (2 jours sur machine)

- 11. Pratique Openstack
 - 11.1. Découverte OpenStack et manipulation des différents services
 - 11.2. Compréhension du fonctionnement du projet OpenStack et de ses composants
 - 11.2.1. Keystone : Authentification, autorisation et catalogue de services
 - 11.2.2. Nova : Compute
 - 11.2.3. Glance : Registre d'images
 - 11.2.4. Neutron : Réseau en tant que service
 - 11.2.5. Cinder : Stockage block
 - 11.2.6. Horizon : Dashboard web
 - 11.2.7. Swift : Stockage objet
 - 11.2.8. Ceilometer : Collecte de métriques
 - 11.2.9. Heat : Orchestration des ressources
 - 11.2.10. Autres composants
 - 11.3. Connaissance des bonnes pratiques de déploiement et de configuration d'OpenStack
 - 11.4. Déploiement manuel d'un cloud OpenStack pour fournir de l'IaaS

FORMATIONS RESEAUX ET SERVICES MOBILES

TITRE	DUREE
Les Réseaux et Services Mobiles et leurs Evolutions : De la 2G à la 5G	3 à 4 jours
Planification des Réseaux Cellulaires	3 jours
Optimisation et Exploitation des Réseaux Cellulaires	3 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
Next Generation Network (NGN) pour les Mobiles : 3GPP R4	2 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, 5G).

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

Pré-requis : Connaissances de base sur les réseaux

Durée de la formation: 5 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 présente 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. La 5G est décrite avec ses deux modes NSA et SA.

1. Les réseaux mobiles et leurs évolutions : 2G, 2G+, 3G, 3G+, 4G et 5G
2. Architecture du réseau et des services GSM et interfonctionnement avec le RTC.
 - 2.1. L'architecture fonctionnelle du GSM
 - 2.2. Dimensionnement d'un réseau GSM
 - 2.3. Identités et Adressage dans un réseau
 - 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/HLR 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
 - 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
 - 6.2.2. 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. 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

- 9. 5G
 - 9.1. Objectifs de la 5G
 - 9.2. Mode NSA
 - 9.3. Mode SA
 - 9.4. La radio 5G (NR, New Radio) et le réseau d'accès 5G
 - 9.5. Le réseau cœur 5GC et la prise en charge des radios LTE, NR et WiFi
 - 9.5.1. Les fonctions réseau du réseau cœur 5GC
 - 9.6. Le réseau de signalisation 5GC basé sur des proxys HTTP2
 - 9.7. Le slicing de réseau dans le réseau 5G
 - 9.8. Procédure 5G : Enregistrement, établissement de session PDU, etc.

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 (*commissioning*) 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.

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 & 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 & TETRA, performance TEDS
 - 3.3.3. Evolution IP TETRAPOL
 - 3.4. Autres voies PMR : DMR & d-PMR
4. Réseau PMR & 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 (Connection 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

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^{er} cas : Accès 2G
 - 5.1.2. 2^{ème} 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

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).

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 su 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-MWF 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 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.

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. Désenregistrement 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



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 Enanced 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/HLR, 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

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_{Upenc} , K_{RRCenc} , 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 ISM
 - 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. I-WLAN

- 1.31. Identités I-WLAN
- 1.32. Architecture I-WLAN
 - 1.32.1. 3GPP AAA Server
 - 1.32.2. Wireless Access Gateway (WAG)
 - 1.32.3. Packet Data Gateway (PDG)
 - 1.32.4. Attachement au réseau I-WLAN
- 1.33. Interfaces
- 1.34. Authentification I-WLAN
 - 1.34.1. EAP-SIM (2G) et EAP-AKA (3G)
 - 1.34.2. Call flow pour l'authentification I-WLAN

9. Femtocell

- 1.35. Identités Femtocell
- 1.36. Architecture Femtocell
 - 1.36.1. Home nodeB
 - 1.36.2. Home NodeB GW
 - 1.36.3. 3GPP AAA Server
- 1.37. Interfaces
- 1.38. Authentification Femtocell
 - 1.38.1. Call flow pour l'authentification Femtocell

10. Voix sur IP

- 10.1. SRTP pour le chiffrement et la protection de l'intégrité des flux de voix sur IP
- 10.2. Echange de clés : SDES, MIKEY, ZRTP

FORMATIONS 4G & 5G

TITRE	DUREE
4G. Très haut débit mobile : Evolution de la 3G avec LTE, ePC, PCC, CSFB et VoLTE	3 jours
5G. La 5G pour les Managers	1 jour
5G. Radio 5G	2 jours
5G. Réseau coeur 5G : 5GC	3 jours
5G. Réseau de Signalisation HTTP2 dans le 5GC	3 jours
5G. Base de données 5G : UDM, UDR et UDSF	3 jours
5G. mMTC 5G versus LTE-M et NB-IoT 4G	2 jours
5G. Architectures 3GPP pour les Communications V2X et eV2X	2 jours
5G. Réseau et Services 5G et Impacts SI	2 jours
4G. Réseau Mobile 4G : Evolved Packet Core (ePC) Avancé	3 jours
4G. Long Term Evolution : Normes et Ingénierie Radio	3 jours
4G. Au cœur de l'interface radio LTE et LTE Advanced	2 jours
4G. Gestion de mobilité et gestion de session LTE : Procédures, Bearers et protocoles associés	2 jours
5G. Roaming dans les Réseaux Mobiles 2G, 3G, 4G et 5G	4 jours
M2M et Internet des Objets : Vision Réseau, Services et SI	3 jours
4G. Evolutions du Réseau Cœur Mobile pour M2M/IoT : LTE-M et NB-IoT	2 jours
4G. DIAMETER et ses Applications dans le contexte GPRS/LTE/IMS	3 jours
4G. PCC (Policy and Charging Control) Dans la 3G, 4G et l'IMS	2 jours
4G. Voix sur LTE (VoLTE) avec IMS	3 jours
4G. Architecture d'accès WiFi à l'ePC et service VoWiFi associé	2 jours
4G. RCS UP : Rich Communication Suite Universal Profile	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 interfonctionner 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.

PROGRAMME

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 coeur EPS : ePC
 - 4.1. Réseau coeur 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

LA 5G POUR MANAGERS

Objectifs du séminaire : Comprendre à un haut niveau les évolutions du réseau mobile vers la 5G pour mieux appréhender l'écosystème 5G de bout en bout (Accès, Réseau, Services et SI)

Pré-requis : Connaissance de base sur les réseaux mobiles

Public: Manager réseau et SI, Architecture réseau technique et SI 5G

Durée du séminaire : 1 jour

Nombre maximum de participants : 12

PROGRAMME

Le but de cette formation est d'introduire le réseau et les services 5G, notamment :

- Le réseau d'accès 5G avec la nouvelle radio NR
- Le réseau cœur 5GC prenant en charge la radio LTE, la radio WiFi et la nouvelle radio 5G
- Les fonctions réseau du réseau cœur 5G (5GC)
- Le slicing de réseau dans le réseau 5G notamment les slices pour Enhanced Mobile Broadband (eMBB), Massive IoT (mMTC) et Ultra Reliable and Low Latency Communication (uRLLC)
- Les services 5G notamment les services PCC (Policy and Charging Control) et les services via la NEF (Network Exposure Function)
- Les impacts SI de la 5G

1. De la 4G à la 5G

2. La radio 5G (NR, New Radio) et le réseau d'accès 5G

2.1 5G NSA (Non Stand Alone)

2.2 5G SA (Stand Alone)

2.3. La 5G pour le mobile d'une part et le fixe d'autre part (FWA, Fixed Wireless Access)

3. Le réseau cœur 5GC et la prise en charge des radios LTE, NR et WiFi

4. Les fonctions réseau du réseau cœur 5GC

5. Le réseau de signalisation 5GC basé sur des proxys HTTP2

6. Le slicing de réseau dans le réseau 5G : Network as a Service

7. Le Roaming 5G et les services associés

7. L'évolution de PCC (Policy and Charging Control) dans le contexte de la 5G

8. API de Service exposée au monde externe via la NEF (Network Exposure Function)

9. Impacts de la 5G sur le système d'information (SI)

RADIO 5G

Objectifs du cours : Comprendre les évolutions de des réseaux mobiles vers la 5G, comprendre en particulier les aspects radio, puis le 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

PROGRAMME

Les technologies mobiles 3G et 4G se sont principalement focalisées sur la mise en œuvre d'un accès large bande mobile, fournissant des débits de plus en plus élevés. Cet objectif continue en 5G avec une capacités et des débits plus élevés requis pour des services tels que la vidéo. Mais le futur réseau 5G fournira un accès mobile à n'importe quelle entité pour la mise en œuvre de l'Internet des objets (Internet of Things, IoT). En effet, les compteurs et les capteurs sont des exemples de machines qui devront être connectées. Tout cela "change la nature du réseau" puisque la 5G devra absorber la demande de ces objets qui, contrairement aux smartphones, sont peu gourmands en débit et en consommation d'énergie. Le but de cette formation est d'introduction le réseau 5G, notamment, son réseau d'accès en particulier, ainsi que son réseau cœur, ses services et l'état de la normalisation liée à la 5G.

1. Introduction

- 1.1. Panels des standards 2G, 3G et 4G
- 1.2. 5G : Quels challenges ?
- 1.3. Les initiatives et standardisation 5G actuelles
- 1.4. 5G : Mode non standalone (NSA) et mode standalone (SA)
- 1.5. Fixed Wireless Access

2. La 5G du côté Service :

- 2.1. Modèles de service 5G
- 2.2. Codecs audio et vidéo
- 2.3. Réalité virtuelle et augmentée
- 2.4. Services Multicast et Broadcast
- 2.5. Fixed Wireless Access
- 2.6. Public safety et 5G
- 2.7. V2X
- 2.8. D2D/V2X 5G
- 2.9. Massive Machine Type Communication (mMTC)
- 2.10. Shared spectrum

3. La 5G du côté Réseau :

- 3.1. Architectures Virtualisées : SDN, NFV et Cloud
- 3.2. Mobile Edge Computing (MEC)
- 3.3. Cloud RAN
- 3.4. Fonctions du réseau cœur 5G (5GC)
- 3.5. Slice de réseau
- 3.6. QoS dans le réseau 5G
- 3.7. Interfonctionnement 5GC/EPC

3.8. Procédures 5G : Enregistrement, établissement de session PDU

4. La 5G du côté Radio :

- 4.1. Spectre 5G
- 4.2. OFDM 5G
- 4.3. MIMO 5G
- 4.4. Numérogie flexible 5G
- 4.5. Self Backhauling 5G
- 4.6. Duplex et Structure 5G
- 4.7. DMA 5G
- 4.8. Carrier Aggregation 5G
- 4.9. Codage canal
- 4.10. Multicast
- 4.11. Handover 5G

5. Scénarios de déploiement

- 5.1. Coexistence entre NR-LTE et Co-déploiement
- 5.2. Migration de l'architecture option 3x à l'architecture en option 2
- 5.3. LTE Dual Connectivity
- 5.4. DL and UL sharing
- 5.5. Supplementary Uplink

6. Massive Mimo et beamforming

- 6.1. Fonctionnement du Massive MIMO.
- 6.2. Fonctionnement du Beamforming et beam tracking.
- 6.3. Analog, Digital et Hybrid Beamforming
- 6.4. Beam Management in New radio.

7. La Standardisation 5G :

- 7.1. Les acteurs de la standardisation
- 7.2. Le calendrier de la standardisation

8. Conclusion

RESEAU CŒUR 5G : 5GC

Objectifs du cours : Comprendre le réseau cœur paquet mobile 5G

Pré-requis : Connaissance des réseaux cœur paquet mobiles GPRS et ePC

Public: Ingénieurs télécom, Architectes télécom, Consultants télécom, ingénieur cœur de réseau

Durée de la formation : 3 jours

Nombre maximum de participants : 12

PROGRAMME

Le but de cette formation est de présenter le réseau cœur paquet mobile 5G appelé 5GC (5G Core) , notamment:

- Le réseau cœur 5GC prenant en charge la radio LTE, la radio WiFi et la nouvelle radio 5G
- Les fonctions réseau du réseau cœur 5G (5GC)
- Le réseau de signalisation basé sur des proxy HTTP pour le routage des opérations de service HTTP2 internes et externes (roaming)
- Le slicing de réseau dans le réseau cœur 5C
- L'interfonctionnement entre 5GC et ePC
- Le Policy and Charging Control dans le 5GC
- L'exposition de services réseau au monde externe via la NEF (Network Exposure Function)
- Les procédures de service 5GC (Enregistrement/désenregistrement de l'UE, établissement de session PDU, etc).
- La voix sur IP dans le contexte 5G

1. Evolution du réseau ePC pour l'interfonctionnement avec le nouveau réseau 5G

- 1.1. Réseau d'accès 4G : LTE, LTE-Advanced, LTE-Advanced-Pro
- 1.2. Réseau Coeur ePC et Architecture CUPS (Control and User Plane Separation)
 - 1.2.1. Décomposition SGW/PGW : SGW-C/PGW-C et SGW-U/PGW-U
- 1.3. LTE pour l'IoT : LTE-M et NB-IoT

2. Réseau cœur 5G (5GC)

- 2.1. Support des RAT NR, LTE et WiFi
- 2.2. Fonctions réseau 5GC
 - 2.2.1. Authentication Server Function (AUSF)
 - 2.2.2. Core Access and Mobility Management Function (AMF)
 - 2.2.3. Session Management Function (SMF)
 - 2.2.4. Network Exposure Function (NEF)
 - 2.2.5. NF Repository Function (NRF)
 - 2.2.6. Policy Control function (PCF)
 - 2.2.7. User Data Repository (UDR)
 - 2.2.8. Unified Data Management (UDM)
 - 2.2.9. Network Slice Selection Function (NSSF)
 - 2.2.10. User plane Function (UPF)
 - 2.2.11. Application Function (AF)
 - 2.2.12. Unstructured Data Server Function (UDSF)
 - 2.2.13. Binding Support Function (BSF)
 - 2.2.14. Security Edge Protection Proxy (SEPP)
 - 2.2.15. Network Data Analytics Function (NWDAF)
 - 2.2.16. Charging Function (CHF)
- 2.3. Interfaces point à point et interfaces de service

- 2.4. Principe d'API REST
- 2.5. Architecture de roaming 5GC : Local Bakout et Home Routed
- 2.6. Session PDU
- 2.7. QoS 5GC
- 2.8. Procédures 5GC
 - 2.8.1. Procédure d'enregistrement
 - 2.8.2. Procédure d'établissement de session PDU
 - 2.8.3. Procédure Service Request initiée par l'UE
 - 2.8.4. Procédure Service Request initiée par le réseau
- 2.9. Interfonctionnement avec l'ePC
 - 2.9.1. Enregistrement unique
 - 2.9.2. Double enregistrement
- 2.10. SMS avec NAS 5GC

3. Réseau de signalisation 5GC
 - 3.1. Mode quasi-associé pour le plan de contrôle du réseau 5GC
 - 3.2. Security Edge Protection Proxy (SEPP) et ses fonctions
 - 3.2.1. Routing
 - 3.2.2. Load balancing
 - 3.2.3. Session binding
 - 3.2.4. Firewalling
 - 3.2.5. Topology hiding
 - 3.3. Relation entre SEPP et NRF
 - 3.4. Scénarii de routage

4. Network slicing ou comment créer des réseaux personnalisés afin d'offrir une solution optimisée pour des scénarii associés à différents marchés, e.g., en terme de fonctionnalité, performance et isolation
 - 4.1. Terminologie et définitions
 - 4.2. Architecture Coeur de réseau de slice de réseau
 - 4.3. Fonctions de réseau communes et fonction de réseau spécifiques à une instance de slice de réseau
 - 4.4. Création, modification et suppression d'une instance de slice de réseau
 - 4.5. Support de slice de réseau en roaming
 - 4.6. Sélection et association d'une session PDU à une instance de slice de réseau

5. Policy control et taxation dans la 5G (PCC)
 - 5.1. Policy control ou l'intelligence du réseau 5G
 - 5.2. Nouveaux scénarii PCC par rapport à ceux de la 4G
 - 5.3. Architecture PCC : SMF, AMF, PCF, NWDA, Charging System, NEF, AF
 - 5.4. Nouvelles interfaces de service pour PCC
 - 5.5. Règles PCC
 - 5.5.1. Règles de mobility management
 - 5.5.2. Règles de session management
 - 5.5.2.1. Règles de gestion de QoS
 - 5.5.2.2. Règles de traffic steering

6. Network Exposure dans la 5G
 - 6.1. Architecture NEF (Network Exposure Function) et interfaces de service
 - 6.2. Exposition de capacité de souscription/notification à des événements de réseau au monde externe et au monde interne
 - 6.3. Exposition de capacité de provisioning aux fonctions externes
 - 6.4. Exposition de capacités PCC à des fonctions externes
 - 6.5. Exposition de capacités internes du cœur de réseau pour l'analytique



6.6. Exposition de capacité de service de device triggering

- 7. Voix sur IP sur 5G : VoNR
 - 7.1. Architecture IMS pour VoNR
 - 7.2. RAT Fallback
 - 7.3. EPS Fallback
 - 7.4. Emergency Services Fallback

RESEAU DE SIGNALISATION HTTP2 POUR LE RESEAU CŒUR 5GC

Objectifs du séminaire : Comprendre l'architecture de signalisation associée au plan contrôle du réseau 5GC

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

Pré-requis : Connaissance du monde de la signalisation en télécommunication

Durée du séminaire : 3 jours

Nombre maximum de participants : 12

PROGRAMME

L'introduction du réseau 5G fait apparaître un nouveau protocole de signalisation utilisé par les fonctions du plan contrôle du réseau coeur 5G, à savoir HTTP2 (HyperText Transfer Protocol version 2). Comme avec les réseaux coeur 2G/3G qui utilisent un réseau de signalisation SS7/SIGTRAN et le réseau coeur 4G qui utilise un réseau de signalisation DIAMETER, il est nécessaire pour le réseau coeur 5G de mettre en œuvre un réseau de signalisation HTTP2/JSON avec des routeurs de signalisation appelés SCP (Service Communication Proxy) pour le routage HTTP/2 interne à un réseau mobile et SEPP (Security Edge Protection Proxy) pour le routage entre un réseau mobile et les réseaux externes dans le contexte du roaming. HTTP/2 hérite du protocole HTTP/1.1 ses méthodes, ses codes de statut, ses headers mais améliore différents aspects du protocole HTTP/1.1 tels que le passage d'un protocole texte à un protocole binaire, le multiplexage sur une même connexion TCP d'un grand nombre de requêtes/réponses HTTP avec la priorisation des flux HTTP, la compression des en-têtes HTTP avec la méthode HPACK, le mécanisme de Server Push, etc. L'échange des données dans les payloads des requêtes et réponses HTTP s'effectue au format JSON (JavaScript Object Notation) Le but de cette formation est de présenter :

- Le protocole HTTP/1.1 pour comprendre le protocole HTTP/2,
- Les optimisations apportées par le protocole HTTP/2,
- Le réseau coeur 5G et notamment les fonctions de ce réseau qui contribuent au routage de la signalisation HTTP2, notamment, NRF, BSF, NSSF, SCP et SEPP, ainsi que leurs interfaces de service.
- Le routage de la signalisation HTTP/2.

1. Architecture 5GC

1.1. Plan Contrôle 5GC

1.1.1. Fonctions du plan contrôle

1.1.2. Fonctions communes

1.1.3. Fonctions spécifiques à un slice de réseau

1.1.4. Architecture du plan contrôle basée sur le service

1.1.5. Interface de service

1.1.5.1. NF service

1.1.5.2. Opération de service

1.1.6. Fonctions du plan contrôle contribuant au routage du trafic HTTP2 : NSSF, NRF, BSF, SCP, SEPP, NEF

1.2. Plan usager 5GC

2. Protocole HTTP2

- 2.1. Protocole HTTP/1.1 : Méthodes, code de statut, Headers
 - 2.2. Principes HTTP/2 : Message, Trame et Stream
 - 2.3. Le format binaire
 - 2.4. Multiplexage de flux
 - 2.5. Priorités et dépendances
 - 2.6. Compression d'en-tête : HPACK
 - 2.6.1. Table statique
 - 2.6.2. Table dynamique
 - 2.6.3. Encodage Huffman
 - 2.5. Server push
 - 2.6. HTTP2 et TLS
 - 2.7. JSON
-
3. API REST
 - 3.1. Principes REST
 - 3.2. Contraintes REST
 - 3.3. Exemples d'APIS de service dans le contexte 5GC relatives aux fonctions de routage
 - 3.4. API de service de la NRF
 - 3.5. API de service de la BSF
 - 3.6. API de service de la NSSF
-
4. Architecture du réseau de signalisation HTTP2
 - 4.1. Mode de communication
 - 4.1.1. Communication directe avec et sans interaction avec NRF
 - 4.1.2. Communication indirecte avec et sans délégation de découverte
 - 4.2. Entité SCP (Service Communication Proxy) pour le routage de la signalisation HTTP2 interne à un réseau mobile
 - 4.3. Entité SEPP (Security Edge Protection Proxy) pour le routage HTTP2 entre un réseau mobile et les réseaux externes (dans le contexte du roaming)
 - 4.4. Entité NRF pour les données de routage
 - 4.5. Fonctions SCP : Routage, partage de charge et contrôle de congestion
 - 4.6. Fonctions additionnelles SEPP : Masquage de la topologie et firewalling
 - 4.7. Entité BSF et session binding
 - 4.8. SCP/SEPP/SBF et Agent DIAMETER (DEA/DRA) combinés pour l'interfonctionnement 5GC/EPC
-
5. Procédures 5GS et HTTP2
 - 5.1. Enregistrement/Désenregistrement
 - 5.2. Mise à jour de localisation
 - 5.3. Etablissement de session PDU
 - 5.4. Service request

BASE DE DONNEES 5G : UDM, UDR et UDSF

Objectifs du séminaire : Présenter les fonctions 5G relatives aux données, en particulier UDM, UDR et UDSF

Pré-requis : Connaissance minimum du HSS dans le contexte 4G

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

Durée du séminaire : 3 jours

Nombre maximum de participants : 12

PROGRAMME

Le but de cette formation est :

1. d'introduire les interfaces du HSS pour mieux comprendre son évolution vers la 5G,
2. décrire les interfaces de service liées aux fonctions de stockage de données dans le 5GS, en particulier, UDM, UDR et UDSF
3. présenter les call flows impliquant ces fonctions pour la compréhension de leur interface de service.
4. présenter l'interfonctionnement entre HSS et UDM lorsque les UDRs EPS et 5GS sont distinctes.

1. Rappel sur les interfaces du HSS

- 1.1. S6a/S6d
- 1.2. S6c
- 1.3. S6t
- 1.4. SWx
- 1.5. Cx
- 1.6. Sh
- 1.7. Call flows pour la compréhension des interfaces
 - 1.7.1. Attachement/détachement dans le contexte EPS (S6a)
 - 1.7.2. Attachement/détachement dans le contexte WiFi connecté à l'ePC (SWx)
 - 1.7.3. Enregistrement/désenregistrement dans le contexte IMS (Cx, Sh)
 - 1.7.4. Envoi/Réception de SMS dans le contexte EPS (S6c)
 - 1.7.5. Souscription/Notification à des événements dans le contexte LTE-M/NB-IoT (S6t)
 - 1.7.6. Autorisation NIDD dans le contexte NB-IoT (S6t)
 - 1.7.7. Configuration de paramètres d'application dans le contexte LTE-M/NB-IoT

2. Introduction au 5GC

- 2.1. Architecture basée sur le service
- 2.2. Principes de slices de réseau
- 2.3. NFs (Network Functions) du 5GC
- 2.4. Découverte des instances NFs via la NRF
- 2.5. Principes de Services NF associés aux interfaces de services des NFs

3. Interface Nudm associée à la fonction UDM

- 3.1. Services NF associés à l'interface de service Nudm de l'UDM
 - 3.1.1. Nudm_UEContextManagement (Nudm_uecm)
 - 3.1.2. Nudm_SubscriberDataManagement (Nudm_sdm)
 - 3.1.3. Nudm_UEAuthentication Service (Nudm_ueau)
 - 3.1.4. Nudm_EventExposure Service (Nudm_ee)
 - 3.1.5. Nudm_ParameterProvision Service (Nudm_pp)
 - 3.1.6. Nudm_NIDDAuthorization Service (Nudm-niddau)

- 3.1.7. Numd_MobileTerminated Service (Nudm_mt)
- 3.1.8. Notifications explicités versus notifications implicites
- 3.2. Call flows pour la compréhension de l'interface Nudm
 - 3.2.1. Enregistrement
 - 3.2.2. Changement de tracking Area et ré-enregistrement
 - 3.2.3. Désenregistrement
 - 3.2.4. Relocalisation d'AMF
 - 3.2.5. Etablissement de session PDU
 - 3.2.6. Souscription/Notification à des événements
 - 3.2.7. Autorisation NIDD dans le contexte mMTC
 - 3.2.8. Configuration de paramètres d'application
- 4. Interface Nausf associée à la fonction AUSF
 - 4.1. Architecture d'authentification 5G
 - 4.1.1. ARPF
 - 4.1.2. AUSF
 - 4.1.3. SEAF
 - 4.1.4. SIDF
 - 4.1.5. Third party authentication center
 - 4.2. Procédure d'authentification Non-3GPP
 - 4.3. Procédure d'authentification 3GPP
 - 4.4. Interface Nausf
 - 4.5. Mapping entre interfaces Nausf et Nudm pour la procédure d'authentification
 - 4.6. Différence entre l'authentification LTE et l'authentification 5G
- 5. Interface Nudr associée à la fonction UDR 5G
 - 5.1. Interface de service Nudr
 - 5.2. Données stockées dans l'UDR 5G
 - 5.2.1. Données de souscription
 - 5.2.1.1. Authentication data
 - 5.2.1.2. Context data
 - 5.2.1.3. Provisioned data
 - 5.2.1.4. Shared data
 - 5.2.1.5. Group data
 - 5.2.2. Données de politiques
 - 5.2.2.1. AM policy data
 - 5.2.2.2. UE policy data
 - 5.2.2.3. SM policy data
 - 5.2.2.4. Background data transfer policy data
 - 5.2.3. Données structurées exposées à des applications externes
 - 5.2.3.1. Access and mobility data
 - 5.2.3.2. Session management data
 - 5.2.4. Données d'application
 - 5.2.4.1. Packet flow descriptor data
 - 5.2.4.2. Influence data
 - 5.3. Clients de l'interface Nudr : UDM, PCF et NEF
 - 5.4. Call flows pour la compréhension des interactions avec l'UDR 5G
- 6. Interface Nudsf associée à la fonction UDSF
 - 6.1. Interface de service Nudsf
 - 6.2. Données stockées dans l'UDSF
 - 6.3. Call flows pour la compréhension des interactions avec l'UDSF
- 7. Interfonctionnement entre HSS et UDM si l'UDR EPS et l'UDR 5GS sont distinctes



- 7.1. Architecture d'interfonctionnement HSS/UDM
- 7.2. Procédures d'interfonctionnement
 - 7.2.1. Procédure d'authentification
 - 7.2.2. Procédures de mobilité 5G vers 4G et 4G vers 5G
 - 7.2.3. Procédure T-ADS
 - 7.2.4. Procédure de réception de SMS
 - 7.2.5. Procédure de restauration de P-CSCF

MMTC 5G VERSUS LTE-M ET NB-IOT 4G

Objectifs du séminaire : Comprendre la mise en œuvre du cellular IoT en 5G avec mMTC et comparer avec la mise en œuvre du cellular IoT en 4G avec LTE-M et NB-IoT.

Pré-requis : Connaissance minimum de LTE-M/NB-IoT

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

Durée du séminaire : 2 jours

Nombre maximum de participants : 12

PROGRAMME

Le but de cette formation est de montrer la prise en charge des devices IoT dans le contexte de la 5G avec le slice de réseau mMTC et de la comparer avec la prise en charge de ces devices dans le contexte 4G avec des réseaux dédiés.

La formation décrit en particulier

- Les architectures 5GS et EPS
 - Le slice de réseau 5G mMTC versus DECOR/eDECOR en 4G
 - Les services de la plate-forme NEF versus ceux de la plate-forme SCEF
 - Les mécanismes d'économie d'énergie des devices IoT en 5G et 4G
 - Les modes de communication des devices IoT en 5G et 4G et la mobilité 5G/4G et 4G/5G pour ces communications.
 - Les mécanismes de contrôle de congestion 5G versus ceux en 4G
1. Architecture 5G pour mMTC versus architecture LTE-M/NB-IoT
 - 1.1. AMF, SMF, AUSF, SMSF versus MME
 - 1.2. SMF, UPF versus SGW et PGW
 - 1.3. PCF versus PCRF
 - 1.4. CHF versus OCS et OFCS
 - 1.5. NEF versus SCEF
 - 1.6. UDM versus HSS
 - 1.7. Interfonctionnement entre 5G et 4G
 2. Slice de réseau 5G versus DECOR/eDECOR en 4G
 - 2.1. Architecture de slice de réseau mMTC
 - 2.2. Architecture DECOR et eDECOR
 - 2.3. Interfonctionnement entre slice 5G et DECOR/eDECOR
 3. NEF versus SCEF
 - 3.1. Services NEF versus services SCEF
 - 3.2. Interfaces de la NEF
 - 3.3. Interfaces de la SCEF
 - 3.4. Généralisation de la NEF pour tout type de slice de réseau (eMBB, mMTC, uRLLC)
 4. Economie d'énergie en 5G et 4G
 - 4.1. eDRX et PSM en 4G
 - 4.2. MICO en 5G
 - 4.3. Différences entre les deux approches pour préserver la batterie du device MTC
 5. Modes de communication mMTC versus modes de communication LTE-M/NB-IoT

- 5.1. Modes de communication LTE-M/NB-IoT
 - 5.1.1. User plan optimization
 - 5.1.2. Control plan optimization (DoNAS) avec adresse IP
 - 5.1.3. Control plan optimization (DoNAS) avec NIDD et SCEF
 - 5.1.4. Control plan optimization (DoNAS) avec NIDD sans SCEF et tunnel UDP/IP entre PGW et AS
 - 5.2. Modes de communication mMTC
 - 5.2.1. DoNAS avec adresse IPv4, IPv6 ou unstructured (Non-IP) pour des données non fréquentes
 - 5.2.1.1. DoNAS via AMF, SMF et N6
 - 5.2.1.2. DoNAS via AMF et UPF
 - 5.2.1.3. DoNAS avec NIDD via AMF, SMF et NEF
 - 5.2.1.4. DoNAS sans session PDU (Non Session Data Delivery (NSDD))
 - 5.2.2. User plane pour des données non fréquentes
 - 5.2.2.1. Small Data Fast Path communication (SDFP)
 - 5.2.2.2. Small Data Communication based on Data PDU router
 - 5.2.3. User plane pour des données fréquentes
 - 5.3. Reliable data service (RDS) entre UE et NEF versus RDS entre UE et SCEF
 - 5.4. Mobilité entre les solutions 5G et solutions 4G
-
- 6. Mécanismes de contrôle de congestion 5G versus mécanismes de congestion 4G
 - 6.1. Control plane load control, congestion and overload control en 5G
 - 6.1.1. AMF load balancing
 - 6.1.2. AMF load-rebalancing,
 - 6.1.3. TNL (Transport Network Layer entre 5GC et 5G-AN) load(re-)balancing.
 - 6.1.4. AMF and SMF overload control.
 - 6.1.5. NAS level, DNN based and S-NSSAI (slicing) based congestion control
 - 6.2. Control plane load control, congestion and overload control en 4G
 - 6.2.1. Low priority
 - 6.2.2. Backhoff ESM
 - 6.2.3. Backoff EMM
 - 6.2.4. Backoff RRC
 - 6.3. Différences entre les mécanismes 5G et 4G

ARCHITECTURES 3GPP POUR LES COMMUNICATIONS V2X ET EV2X

Objectifs du séminaire : décrire les services et l'architecture V2X ; décrire les besoins eV2X, les services eV2X associés, l'architecture 5G pour eV2X et le slice de réseau uRLLC pour satisfaire les exigences de latence, gigue, et fiabilité.

Prérequis : Connaissance minimum du réseau 5G

Public: Ingénieurs télécom, Architectes télécom, Consultants télécom

Durée du séminaire : 2 jours

Nombre maximum de participants : 12

PROGRAMME

Les véhicules connectés existent depuis environ 10 ans avec un développement des services qui a suivi celui des technologies cellulaires (2G, 3G, 4G). Aujourd'hui, il est possible de recevoir et de signaler des informations de trafic ou d'accéder à des services d'Infotainment à bord. Au-delà de ces développements commerciaux et métiers, le service d'appels d'urgence (eCall) est le premier service de connectivité à être obligatoire sur l'ensemble des nouveaux véhicules depuis 2018. Il impose donc une connectivité des véhicules aux réseaux cellulaires et une géolocalisation grâce aux systèmes de localisation satellitaires (e.g., GPS). A ce titre, l'eCall marque le démarrage à grand échelle des services de connectivité pour les véhicules.

Dans le contexte global du transport routier, la connectivité sera un atout majeur pour accompagner le démarrage de nouveaux services commerciaux et l'émergence de nouvelles orientations de la communauté européenne et des états membres dans ce domaine. L'échange de données entre véhicules, les centres de gestion de trafic et l'Internet permettront de développer de nouveaux services pour les utilisateurs de la voiture.

L'industrie automobile va subir deux évolutions majeures avec le développement de la conduite autonome et celui des services de sécurité routière et de gestion de trafic. Ces deux évolutions nécessiteront le déploiement de la nouvelle technologie 5G.

La conduite autonome va exiger qu'un grand nombre de données issues de capteurs de la voiture soient agrégées pour calculer la trajectoire de la voiture ; les communications entre véhicules et entre véhicules et infrastructures permettront à celles-ci d'échanger des messages temps réel plus riches concernant les évolutions du trafic routier. Elles contribueront à l'acquisition d'une vision plus large de l'espace de déplacement propre à chaque véhicule.

L'adoption de standards de qualité est absolument indispensable pour offrir aux véhicules des communications fiables et sécurisées tout en permettant l'interopérabilité des services au niveau global. Des standards basés sur des plateformes ouvertes sont nécessaires pour le déploiement des systèmes et leur interopérabilité mais aussi pour éviter la fragmentation du marché et le report du déploiement des technologies V2X. Les travaux de standardisation menés initialement par 3GPP appelés V2X sont actuellement étendus pour concerner de nouveaux schémas d'architecture destinés à supporter les communications eV2X (pour Vehicule to Everything) pour permettre de faire communiquer en temps réel les véhicules avec leur environnement afin d'améliorer la sécurité routière, l'efficacité du trafic et les économies d'énergie.

Le but de cette formation est de présenter l'écosystème V2X et de décrire les besoins eV2X, les services associés, l'architecture 5G pour eV2X et le slice de réseau uRLLC pour satisfaire les exigences de latence, gigue, et fiabilité.

1. De V2X à eV2X
 - 1.1. Standards V2X
 - 1.2. Support des types d'application V2X avec 3GPP
 - 1.2.1. Vehicle-to-Vehicle (V2V)

- 1.2.2. Vehicle-to-Pedestrian (V2P)
- 1.2.3. Vehicle-to-Network (V2N)
- 1.2.4. Vehicle-to-Infrastructure (V2I)
- 1.3. Niveau d'automatisation
 - 1.3.1. Niveau 0: no automation
 - 1.3.2. Niveau 1: driver assistance
 - 1.3.3. Niveau 2: partial automation
 - 1.3.4. Niveau 3: conditional automation
 - 1.3.5. Niveau 4: high automation
 - 1.3.6. Niveau 5: full automation
- 1.4. V2X versus 802.11P
- 1.5. Spectre pour les services V2X
- 1.6. Améliorations 3GPP pour le support eV2X
 - 1.6.1. eV2X versus V2X
- 1.7. Services de communication Vehicle-to-everything (eV2X)
 - 1.7.1. Vehicle platooning (échange d'information entre le groupe de véhicules voyageant ensemble)
 - 1.7.2. Advanced driving (conduite semi ou totalement automatique)
 - 1.7.3. Extended sensors (échange d'information collectées par des capteurs entre véhicules, mobiles des piétons et serveurs d'application V2X)
 - 1.7.4. Remote driving (contrôle à distance du véhicule par un conducteurs ou une application V2X)
2. Architecture pour les services V2X
 - 2.1. Communication V2X basée sur PC5
 - 2.2. Communication V2X basé sur LTE-Uu
 - 2.3. Architecture V2X basée sur PC5 et LTE-Uu
 - 2.3.1. V2X Application Server
 - 2.3.2. V2X Control Function
 - 2.3.3. V2X Application
 - 2.3.4. Interfaces V1, V2, V3, V4, V5, LTE-Uu et PC5
 - 2.4. Provisioning des politiques/paramètres pour les communications V2X sur l'UE via PC5 et LTE-Uu
 - 2.5. Transmission/Réception des messages V2X via PC5 et LTE-Uu
 - 2.6. Call flows pour les procédures associées
3. Architecture pour les services eV2X
 - 3.1. Communication eV2X basée sur PC5
 - 3.2. Communication eV2X basé sur NG-Uu
 - 3.3. Provisioning de service sur l'UE pour les communications eV2X via PC5 et NG-Uu
 - 3.4. Impacts eV2X sur les procédures 5GC
 - 3.4.1. Procédure d'nregistrement de l'UE
 - 3.4.2. Procédure Service Request de l'UE
 - 3.4.3. Procédure de Handover N2
 - 3.4.4. Procédure de Handover Xn
 - 3.4.5. Impacts sur les entités et interfaces existantes
4. Slice uRLLC
 - 4.1. Eléments clé pour satisfaire les exigences uRLLC sur la latence, la gigue et la fiabilité
 - 4.2. Minimisation de la mobilité de l'UE sur la latence et la gigue entre le réseau d'accès et le réseau cœur et dans le réseau cœur



- 4.3. Transmission plus fiable que celle d'un seul tunnel du plan usager sur les interfaces N3 et N9 dans le plan usager
- 4.4. Supervision de la QoS des QoS flows avec les exigences uRLLC
- 4.5. Impacts sur policy control et charging control

RESEAU ET SERVICES 5G ET IMPACTS SI

Objectifs du séminaire : Présenter l'évolution vers la 5G, les familles d'usage de la 5G, l'architecture du système 5G. Décrire le principe de slice de réseau qui est un « network as a service » et sa gestion. Présenter les plate-formes de service 5G notamment Policy and charging control et Network exposure function 5G. Décrire le modèle de données 5G avec les données de souscription, les données de policing et les données d'application. Montrer l'impact de la 5G sur le SI.

Prérequis : Connaissance minimum du réseau mobile 4G et du protocole IP

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

Durée du séminaire : 2 jours

Nombre maximum de participants : 12 participants

PROGRAMME

L'utilisation d'un mobile et de ses applications est désormais fermement ancrée dans le quotidien : les appareils portables connectés sont de plus en plus performants : ils remplacent bien souvent le téléphone fixe, l'appareil photo, voire l'ordinateur et même le téléviseur. Le volume de données échangées sur les réseaux mobiles n'arrête pas de doubler d'une année à l'autre et dans les 5 ans à venir, il aura été multiplié par 10 par rapport à l'utilisation actuelle. De nouvelles solutions doivent donc être trouvées afin de pouvoir répondre à cette demande et d'optimiser l'utilisation des ressources. L'augmentation du nombre d'applications, leur diversification ainsi que l'amélioration de la qualité des réseaux mobiles ont conduit à l'augmentation de la demande, à l'apparition de nouveaux usages et de nouveaux utilisateurs. La 5G se situe au carrefour de ces nouveaux usages ; elle ambitionne de répondre mieux et simultanément à cette grande variété de besoins et ces nouvelles demandes, via une technologie unifiée qui prend en compte, dès sa conception, cette diversité. La 5G définit trois grandes familles d'usage avec leurs exigences respectives et potentiellement incompatibles entre elles:

1. mMTC – Massive Machine Type Communications : communications entre une grande quantité d'objets avec des besoins de qualité de service variés. L'objectif de cette catégorie est de répondre à l'augmentation exponentielle de la densité d'objets connectés ;
2. eMBB – Enhanced Mobile Broadband : connexion en ultra haut débit en outdoor et en indoor avec uniformité de la qualité de service, même en bordure de cellule ;
3. uRLLC – Ultra-reliable and Low Latency Communications : communications ultra-fiables pour les besoins critiques avec une très faible latence, pour une réactivité accrue.

Le but de cette formation est de décrire le réseau 5G dans son ensemble via les familles d'usage qu'il adresse, via les KPIs attendus, son architecture de réseau de bout en bout, avec notamment une architecture de réseau basée sur le service pour plus de flexibilité et d'évolutivité. Le concept de slice de réseau pour le marché entreprise qui représente un « network as a service » est développé. Les services PCC (Policy and Charging Control) et les APs de service exposées au monde externe via une network exposure function sont décrits. Le modèle de données 5G associé au client avec notamment les données de souscription, les données de policing, les données structurées pour exposition et les données d'application est développé.

Par ailleurs, cette formation introduit l'impact de la 5G sur le SI avec la compréhension du provisionning de l'utilisateur et des slices de réseau 5G, la gestion de la QoS des sessions de données, et du policy control et de la taxation.

1. De la 4G à la 5G
2. Familles d'usage de la 5G

- 2.1. eMBB - Enhanced Mobile Broadband
- 2.2. mMTC - Massive Machine Type Communications
- 2.3. uRLLC - Ultra-reliable and Low Latency Communications
- 2.4. Catalogue de slices notamment pour le marché entreprise

3. KPIs 5G

4. Architecture 5GS (5G System)
 - 4.1. Concepts et principes sous-jacents à l'architecture 5GC
 - 4.2. Architecture du réseau d'accès 5G RAN
 - 4.3. Architecture du réseau coeur 5G (5GC, 5G Core)
 - 4.4. Fonctions de réseau 5GS (5G RAN + 5GC)
 - 4.5. Les interfaces de service : API REST/HTTP pour la communication entre fonctions du plan contrôle du réseau 5G
 - 4.6. Relations entre 5G, SDN, NFV et le cadre de gestion NFV pour la mise en œuvre du réseau 5G

5. Identités 5G
 - 5.1. SUPI versus IMSI
 - 5.2. GPSI versus MSISDN
 - 5.3. PEI versus IMEI
 - 5.4. SUCI
 - 5.5. Identités de groupe :
 - 5.5.1. Identité de groupe externe
 - 5.5.2. Identité de groupe interne

6. Slices de réseau
 - 6.1. Fonctions communes aux différents slices de réseau
 - 6.2. Fonctions spécifiques à chaque slice de réseau
 - 6.3. Configuration d'une instance de slice de réseau pour un client donné.
 - 6.4. Caractéristiques du slice
 - 6.5. Exemples de slices de réseau,
 - 6.5.1. Slice eMBB
 - 6.5.2. Slice IoT

7. Modèle de données relatif à la souscription 5G
 - 7.1. Données de souscription
 - 7.1.1. Données de gestion de mobilité
 - 7.1.2. Données de gestion de session
 - 7.1.3. Données de gestion de SMS
 - 7.2. Données de policing
 - 7.2.1. Politiques de QoS et de gating
 - 7.2.2. Politiques de traffic steering
 - 7.2.3. Politiques de gestion de mobilité
 - 7.2.4. Politiques de sélection de réseau accès
 - 7.3. Données structurées pour exposition
 - 7.4. Données d'application

8. Procédures 5G
 - 8.1. Enregistrement/désenregistrement
 - 8.2. Etablissement de session PDU IPv4, IPv6, Ethernet et non-structurée

9. Voix sur IP sur la 5G avec IMS

- 10. Provisioning dans la 5G
 - 10.1. Provisioning de l'UE
 - 10.1.1. Provisioning du modèle de données relatif à la 5G dans l'UDR
 - 10.2. Provisioning de slice de réseau

- 11. Gestion des performances de la 5G
 - 11.1. Modèle de QoS 5G
 - 11.2. Mise en œuvre et gestion de la QoS pour les sessions PDU et les flux de service

- 12. Policy control et taxation dans la 5G (PCC)
 - 12.1. Policy control ou l'intelligence du réseau 5G
 - 12.2. Nouveaux scénarii PCC par rapport à ceux de la 4G
 - 12.3. Architecture PCC
 - 12.4. Règles PCC
 - 12.4.1. Politiques de mobility management
 - 12.4.2. Politiques de session management
 - 12.4.3. Politiques de traffic steering
 - 12.4.4. Politiques de access network discovery and selection

- 13. NEF : Network Exposure Function
 - 13.1. Service de souscription/Notification à des événements
 - 13.2. Service de provisioning de données d'application
 - 13.3. Services PCC tels que le sponsoring de données
 - 13.4. Service de device triggering
 - 13.5. Services de livraison de données non-IP (données unstructured)

- 14. Mise en œuvre de la 5G avec SDN et NFV
 - 14.1. Cloud RAN
 - 14.1.1. Architecture Cloud RAN
 - 14.2. Cloud Core Network
 - 14.2.1. Architecture Cloud Core network
 - 14.3. Network as a service



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

PROGRAMME

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 Swa, SWm, SWx, S2a, S2b, Sta, 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, PDCP).

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'Authentification
 - 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, 4G et 5G

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 : 5 jours

PROGRAMME

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^{er} 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^{ème} chapitre traite de l'architecture du réseau de signalisation pour le trafic de signalisation relatif à des roamers. Le 3^{ème} chapitre présente la voix en roaming ; le 4^{ème} chapitre décrit le SMS en situation de roaming ; le 5^{ème} chapitre concerne les services à valeur ajoutée tels que prépayé et accès à la boîte vocale en roaming. Le 6^{ème} chapitre est dédié à la data en roaming. Le 7^{ème} chapitre traite du roaming 3G et le 8^{ème} chapitre traite de la facturation en roaming avec l'importance des clearinghouses. Le 8^{ème} chapitre est dédié au roaming 4G./LTE avec les interconnexions DIAMETER et IPX. Le 9^{ème} chapitre décrit le roaming 5G à venir avec les interconnexions HTTP2 et 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. LTE ET ROAMING
 - 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)

- 10. 5G ET ROAMING
 - 10.1. Roaming data
 - 10.2. Architecture de signalisation HTTP2
 - 10.2.1. Protocole HTTP2
 - 10.2.2. Proxy HTTP2 interne à l'opérateur mobile : SCP
 - 10.2.3. Proxy HTTP2 d'interconnexion : SEPP
 - 10.2.4. Routage HTTP2 inter-opérateur
 - 10.2.5. Sécurité de l'échange des messages HTTP2 inter-opérateur
 - 10.3. Réseau IP inter opérateur : IPX
 - 10.4. Enregistrement d'un client 5G en situation de roaming
 - 10.5. Gestion de la mobilité d'un client 5G en roaming
 - 10.6. Etablissement d'une session PDU par un client 5G en roaming
 - 10.7. 5G et voix en roaming
 - 10.7.1. EPS Fallback
 - 10.7.2. Voix sur IP sur NR (VoNR)

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 par 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. États 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 utilisateur
 - 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/MS
 - 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 SMSC
 - 7.6.2. Réveil via SGSN / MME/MS 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

EVOLUTIONS DU RESEAU COEUR MOBILE POUR M2M/IOT : LTE-M ET NB-IOT

Objectifs du séminaire : Comprendre les Evolutions 3GPP R13 et R14 pour un coeur de réseau mobile adapté aux communications M2M/IoT, notamment LTE-M et NB-IoT

Pré-requis : Connaissance du réseau cœur mobile

Public: Ingénieurs télécom, Architectes télécom, Consultants télécom, ingénieur cœur de réseau

Durée du séminaire : 2 jours

Le réseau cœur mobile évolue dans les Releases 3GPP R13 et R14 pour prendre en charge de manière efficace des devices MTC (Machine Type Communication). Le résultat est appelé cloT (Cellular Internet of Things) avec deux variantes, LTE-M (LTE for MTC) et NB-IoT (Narrowband IoT) qui concernent l'évolution du réseau LTE. Parmi ces évolutions figurent :

- AESE (Architecture Enhancements for Services) pour exposer des APIs associées à des capacités de service afin de fournir des services à valeur ajoutée à des applications d'entreprises externes.
- DECOR (Dedicated Core Network) qui concerne l'usage d'un réseau cœur dédié afin de fournir des caractéristiques et fonctions spécifiques ou afin d'isoler des usagers spécifiques tels que les usagers MTC.
- Extended DRX (Extended Discontinuous Reception) pour optimiser la consommation d'énergie par le device MTC.
- Les améliorations HLCom (High Latency Communication) considèrent le scénario où les applications communiquent avec des devices momentanément injoignables (potentiellement pour une longue période) sur l'accès 3GPP IP et la possibilité de supporter un grand nombre d'entre eux dans le réseau mobile sans affecter les performances de manière négative: Le scénario spécifique concerne le sens descendant pour les devices qui ne sont pas accessibles pour une longue période en raison du mode économie d'énergie (PSM) et les problèmes liés à de tels devices tel que le rejet de paquet lorsque l'UE dort, les retransmissions fréquentes, la charge dans le réseau coeur et le gaspillage de ressources radio.
- MONTE (Monitoring Enhancements) afin de superviser différents événements relatifs aux devices MTC.
- GROUPE (Group Based Enhancements) qui inclut des fonctionnalités afin de gérer des groupes de device MTC dans le réseau mobile : livraison de message à un groupe de devices, contrôle de congestion d'un groupe de device, adressage d'un groupe de devices, policy control relatif à un groupe de devices.
- NIDD (Non-IP Data Delivery) afin de remplacer l'établissement de bearers de données IP consommateur en énergie par une extension du protocole NAS (Non-Access Stratum) pour permettre de transférer sur le plan de contrôle de petits volumes de données (La pile de protocole IP n'est plus nécessaire).

Le but de cette formation est de présenter l'ensemble de ces extensions avec les architectures/interfaces associées, les fonctionnalités sous-jacentes et les call flows pour mieux appréhender ces fonctionnalités.

1. Evolution de l'architecture de réseau mobile pour les communications MTC avec des fonctions d'exposition de capacité de service (AESE)
 - 1.1. Architecture sans roaming
 - 1.2. Architecture avec roaming (home routed et local breakout)

- 1.3. Entités de l'architecture
 - 1.3.1. SCEF/MTC-IWF
 - 1.3.2. MTC-AAA
 - 1.3.3. IWK-SCEF
 - 1.3.4. SCS/AS
 - 1.3.5. HSS
 - 1.3.6. SGSN/MME/MSF Server
 - 1.3.7. SMSC
 - 1.3.8. PCRF
 - 1.3.9. RCAF
- 1.4. Interfaces de l'architecture
2. Cœur réseau dédié pour les devices M2M/IoT (DECOR, Dedicated core)
 - 2.1. Principes
 - 2.2. Architecture cœur paquet dédié
 - 2.3. Assignment de MME/SGSN dédié
 - 2.3.1. Assignment pendant l'Attach
 - 2.3.2. Assignment pendant le handover
 - 2.3.3. Maintien des nœuds dédiés lors de TAU/RAU
 - 2.4. Fonction de sélection de SGW/PGW dédiés
 - 2.5. Resélection de nœud dédiés du réseau cœur par le HSS lors d'un changement de profil par souscription
 - 2.6. Architecture cœur circuit dédié et fonctions associées
3. Procédure de réveil de device MTC
 - 3.1. Réveil d'un device via T4
 - 3.2. Réveil d'un device via SMS
 - 3.3. Call flows associés aux différents scénarii
4. Procédure de Supervision d'événements relatifs à des devices MTC (MONTE, Monitoring Enhancements)
 - 4.1. Types d'événement
 - 4.1.1. Perte de connectivité
 - 4.1.2. Joignabilité de l'UE
 - 4.1.3. Rapport de localisation
 - 4.1.4. Changement d'associationn IMSI-IMEI
 - 4.1.5. Etat de roaming
 - 4.1.6. Echec de communication
 - 4.1.7. Disponibilité après l'échec de la procédure DDN (Downlink Data Notification)
 - 4.1.8. Nombre d'UEs présents dans une aire géographique
 - 4.1.9. Etat du réseau dans une aire géographique
 - 4.2. Types de supervision
 - 4.2.1. Supervision d'événement via HSS
 - 4.2.2. Supervision d'événement via MME
 - 4.2.3. Supervision d'événement via SGSN
 - 4.2.4. Supervision d'événement via PCRF
 - 4.2.5. Supervision d'événement via GMLC
 - 4.2.6. Supervision d'événement via RCAF
 - 4.2.7. Supervision d'événement via IWK-SCEF en situation de roaming
 - 4.3. Call flows pour la supervision/notification des événements via les différentes entités
5. Procédure de gestion de groupe de device MTC (GROUPE, Group Enhancements)
 - 5.1. Optimisations du réseau mobile pour les groupes de device MTC

- 5.2. Group-based messaging
- 5.3. Policy control pour des groupes de devices MTC
- 5.4. Groupes et identificateurs de groupe

- 6. Extended DRX, PSM et HLCOM
 - 6.1. Extended idle mode DRX (eDRX) pour la réduction de la consommation d'énergie de l'UE
 - 6.1.1. Principes de l'Extended idle mode DRX
 - 6.1.2. Paging pour extended idle mode DRX avec UTRAN
 - 6.1.3. Paging pour extended idle mode DRX avec E-UTRAN
 - 6.2. Power save mode (PSM) pour la réduction de la consommation d'énergie de l'UE
 - 6.3. High latency communication (HLCOM) et Extended DRX
 - 6.3.1. Approche basée sur une mise en tampon étendue du trafic de données entrant dans le Serving GW
 - 6.3.2. Approche basée sur la procédure de supervision d'événement où les événements sont soit UE Reachability soit Availability after DDN failure.

- 7. Options pour la connectivité de données
 - 7.1. IP sur plan usager avec ou sans optimisation sur le plan usager
 - 7.2. IP sur plan contrôle avec optimisation sur plan de contrôle
 - 7.3. Non-IP sur plan contrôle avec optimisation sur plan de contrôle

- 8. Livraison de non-IP Data
 - 8.1. Approche NIDD (NIDD, Non-IP Data Delivery)
 - 8.1.1. Etablissement de connexion T6a/T6b entre MME/SGSN et SCEF
 - 8.1.2. Configuration NIDD
 - 8.1.3. Procédure NIDD pour le trafic entrant
 - 8.1.4. Procédure NIDD pour le trafic sortant
 - 8.1.5. Libération de la connexion T6a/T6b entre MME/SGSN et SCEF
 - 8.1.6. Modification de la connexion T6a/T6b lors d'un changement de MME/SGSN
 - 8.1.7. Etablissement/Modification/libération de la connexion T6a/T6b en roaming via l'entité IWK-SCEF
 - 8.1.8. Taxation NIDD
 - 8.2. Small data : Transfert des données via NAS et non pas eRAB et réutilisation du tunnel GTP-U réseau entre SGW et PGW
 - 8.2.1. Trafic small data sortant
 - 8.2.2. Trafic small data entrant

- 9. eCall et LTE
 - 9.1. eCall avec la solution CS-Fallback
 - 9.2. eCall avec la solution VoLTE/IMS
 - 9.2.1. Principes d'architecture
 - 9.2.2. Attachement à LTE et demande de session eCall
 - 9.2.3. Transfert de MSD
 - 9.2.4. Identité de l'appelant
 - 9.2.5. Callback pour eCall

- 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 applications 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/UA, 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 utilisée 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. Information 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 UP : RICH COMMUNICATION SUITE UNIVERSAL PROFILE

Objectifs : Comprendre l'architecture de service RCS UP, les capacités de service RCS UP et la convergence du service RCS UP avec VoLTE/ViLTE/VoWiFi/ViWiFi.

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 UP complète VoLTE (Voice over LTE), ViLTE (Video over LTE), VoWiFi (Voice over WiFi aussi appelé WiFi Calling) et ViWiFi (Video over WiFi) 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 Universal Profile (UP), de montrer les call-flows associés aux capacités de service RCS UP 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 jusqu'à RCS Universal Profile (UP)
- 1.6. Fournisseurs de plates-formes et de clients RCS UP
- 1.7. Différence "simple im" et "cpm"
- 1.8. Documents de référence RCS UP
- 1.9. Etat de déploiement de la suite RCS UP

2. RCS UP

- 2.1. Principes
- 2.2. Architecture

- 2.3. Configuration du service RCS UP
 - 2.3.1. Paramètres de configuration pour l'enregistrement IMS
 - 2.3.2. Paramètres de configuration du client RCS
- 2.4. Processus d'enregistrement
 - 2.4.1. Identités
 - 2.4.2. Premier enregistrement et découverte des contacts qui sont aussi des clients RCS
 - 2.4.3. Re-enregistrement
 - 2.4.4. Désenregistrement
 - 2.4.5. Méthodes d'authentification durant l'enregistrement
- 2.5. Découverte des capacités afin de comprendre le sous-ensemble de services RCS disponible pour communiquer avec d'autres contacts
- 2.6. Capacités RCS : chat, file transfer, image share, video share
 - 2.6.1. Découverte des capacités via la requete SIP OPTIONS
 - 2.6.2. Découverte des capacités via la présence
- 2.7. Protocoles RCS : SIP, RTP, MSRP
- 2.8. APN et considérations roaming pour RCS
- 2.9. Service RCS et valeur de Feature Tag
- 2.10. Call flows des services RCS UP
 - 2.10.1. Standalone messaging
 - 2.10.2. 1-to-1 chat
 - 2.10.3. Group chat
 - 2.10.4. Audio messaging
 - 2.10.5. Visual Voice Messaging
 - 2.10.6. Messaging dans le contexte du multi-device
 - 2.10.7. File transfer
 - 2.10.8. Enriched voice calling
 - 2.10.8.1. Content sharing and video share during a call
 - 2.10.8.2. Content share and video share without a call
 - 2.10.9. Social presence information
 - 2.10.10. IP voice call
 - 2.10.11. IP video call
 - 2.10.12. Geolocation
 - 2.10.13. Chatbot

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
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 souhaitera 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^{ème} 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 système 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^{ème} 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^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} plays
 - 4.2.13.1. 2^{ème} play : téléphonie depuis un téléphone analogique raccordé à un IAD ou Box SIP.
 - 4.2.13.2. 3^{ème} play : IPTV : Télévision broadcast et vidéo à la demande
 - 4.2.13.3. 4^{ème} play : Téléphone convergent avec voix sur IP (protocole de signalisation SIP) dans l'environnement WiFi et voix GSM hors de l'environnement WiFi
 - 4.2.13.4. 5^{ème} 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

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 MGC 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 requête 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 NAT 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