

## [Formation] LTE – Au cœur du réseau radio et de l'interface air de la 4G

### OBJECTIFS

- Présenter les facteurs motivant l'apparition de la 4G
- Décrire l'intérêt de l'utilisation de l'OFDM et des techniques à multiples antennes
- Expliquer l'architecture réseau du LTE pour supporter l'internet mobile
- Identifier les aspects des réseaux LTE
- Décrire finement l'interface air LTE FDD et TDD et ses performances
- Poser la problématique de déploiement du réseau et l'ingénierie radio associée
- Décrire les versions successives du LTE et leurs apports vers l'internet des objets (IoT)
- Comparer les performances du LTE avec celle de WiMAX et de la 3G

### PROGRAMME

#### Introduction et rappels sur les concepts cellulaires

- Transmission numérique (codage/protection/modulation)
- Liaison radio
- Planification cellulaire

#### Historique

- Limitations des réseaux 3G
- Technologie 4G et ses drivers
- Besoins en haut-débit
- Drivers pour LTE
- Technologies sous-jacentes : OFDM et réseau cœur évolué

#### Architecture réseaux LTE

- System Architecture Evolution (SAE)
- Interfaces et protocoles
- Évolution à partir des réseaux UMTS actuels



### DATES ET LIEUX

Nous contacter pour les sessions à venir

### PUBLIC / PREREQUIS

Toute personne impliquée dans des postes techniques ou de management de projet (recherche, développement de produits, déploiement de réseaux) ayant déjà des connaissances de base sur les réseaux de télécommunication.

Une connaissance des réseaux GSM, GPRS/EDGE, UMTS est requise bien qu'un rappel des concepts cellulaires soit effectué au début de la formation.

### COORDINATEURS

#### Jean-Noël ROZEC

Ingénieur spécialiste des réseaux radio-mobiles GSM, GPRS, EDGE, UMTS, HSDPA, HSUPA, 3G-LTE et WiMAX, il est architecte système, spécialiste des systèmes OFDM, contributeur à la définition de la couche physique (OFDM/OFDMA) du standard DOCSIS 3.1 au sein de CableLabs et Senior Member Technical Staff chez THALES.

### MODALITES PEDAGOGIQUES

Des exemples illustrent les concepts théoriques.

## Services

- Du classique (Phonie, Data Circuit) au multimédia (2 Mbit/s)
- Services de communauté et de localisation
- Notion de QoS

## Protocoles

- Strates E-UTRAN : User et Control Plane / Access et Non Access Stratum
- Liens E-UTRAN et CN
- Canaux logiques, canaux de transport, canaux physiques
- Couches E-UTRAN : MAC, RLC, PDCP, BMC, RRC, RRM

## Principes de l'OFDM et de l'OFDMA

- Définition d'un signal OFDM
- Multi-trajets et préfixe cyclique
- Sous-porteuses et sous-canaux
- Concepts de l'OFDMA
- OFDMA vs. CDMA

## Principes des antennes multiples

- Techniques des antennes multiples
- Principes de diversité (Tx Div, Rx-Div, Beamforming, etc.)
- MIMO, MIMO Precoding, Virtual MIMO

## Enhanced UMTS Air Interface (E-UTRAN)

- Concepts clés
- OFDMA/SC-FDMA
- Structure de trames Downlink (DL) et Uplink (UL)

## Système Radio

- Acquisition du réseau
- Schedulers DL et UL
- AMC et H-ARQ
- Gestion de la puissance
- Mobilité et mesures associées

## Procédures réseaux

- SAE Bearer et QoS
- Procédures RACH
- Procédures d'enregistrement
- Sécurité
- Établissement d'un appel phonie, d'un appel data
- Handover

## Ingénierie radio OFDMA

- Équations fondamentales

- Capacité ou couverture : le dilemme
- Réutilisation de fréquences
- Méthodes de réduction des interférences

## Déploiement et interfonctionnement

- Challenge du déploiement (bandes de fréquences, coûts, risques, etc.)
- Interfonctionnement avec UMTS et GSM, CDMA2000 et d'autres systèmes

## Release 9, 10 et +

- LTE-Advanced (aspects radio)
- Améliorations LTE
- IoT, M2M

## Comparaison des technologies 4G et 3G

- Avantages et inconvénients de l'interface air WiMAX 802.16m et LTE Advanced

## Synthèse et conclusion

Appelez le 01 75 31 95 90  
International : +33 (0)1 75 31 95 90

[contact.exed@telecom-paris.fr](mailto:contact.exed@telecom-paris.fr) / [executive-education.telecom-paris.fr](http://executive-education.telecom-paris.fr)