



**FC9DM01 1 750 € 2,5 jour(s)**

## **Propagation des ondes radio dans les systèmes sans fils**

### **OBJECTIFS**

- Présenter les paramètres et les lois fondamentales de la propagation des ondes électromagnétiques dans les principaux environnements intérieurs, extérieurs, des courtes jusqu'aux longues distances.
- Expliquer l'impact des ondes radio sur la conception, la planification et l'exploitation des différents systèmes sans fils actuels.
- Rendre compte des problématiques d'exposition radioélectrique en les interprétant à partir des indicateurs appropriés.
- Situer les principaux modèles de propagation, les méthodes de simulation et de mesures.
- Identifier les différents phénomènes liés à la propagation parmi les causes de dysfonctionnement d'un système en mentionnant les parades usuelles à ces phénomènes.

### **PROGRAMME**

#### **Notions fondamentales**

- Ondes électromagnétiques (EM)
- Antennes et rayonnement, couplage, surface équivalente radar (SER)
- Propagation des ondes électromagnétiques dans l'environnement : LOS, interactions élémentaires et complexes, radio-couverture et variabilité, exposition aux rayonnements non ionisants
- Propriétés EM des matériaux, modèle numérique de terrain (MNT)

#### **Canal de propagation en contexte radio-mobile**

- Modèles d'affaiblissement
- Trajets multiples, modèles à SER, variabilité, canal multi-antennes (MIMO)
- Modèles d'affaiblissement
- Modèles déterministes dérivés de l'optique géométrique et lancé/tracé des rayons
- Modèle statique large bande
- Introduction à la planification radio cellulaire à l'aide d'un logiciel d'ingénierie dédié (MNT et antennes, couverture et multi trajets, cellules, débits,...)
- Techniques de mesure des antennes et de la propagation/transmission



### **DATES ET LIEUX**

Nous contacter pour les sessions à venir

### **PUBLIC / PREREQUIS**

Cadres techniques, techniciens, formateurs, ingénieurs, souhaitant mieux comprendre les problématiques liées à la propagation des ondes radioélectriques.

Connaissances de base en mathématiques (niveau terminale scientifique) et connaissances générales en télécommunications.

### **COORDINATEURS**

#### **Patrice PAJUSCO**

Responsable du Département "Micro-ondes" d'IMT Atlantique, il a été précédemment responsable de l'équipe de modélisation de la propagation pour l'étude et le déploiement de systèmes radio à Orange Labs. Ses recherches au sein du Lab-STICC portent sur la modélisation et la caractérisation spatio-temporelle des canaux de propagation.

#### **François LE PENNEC**

Enseignant-chercheur au département "Micro-ondes" d'IMT Atlantique. Il effectue ses recherches au sein du laboratoire en sciences et techniques de l'information, de la communication et de la connaissance (Lab-STICC) dans le pôle « Micro-ondes » et matériaux. Son expertise porte sur les modélisations et simulations circuit et électromagnétique des transmissions radiofréquences. Ses travaux concernent les nouveaux systèmes économes en énergie et

## Expérimentations


- Mesures sur banc de propagation : loi de Friis, effets des antennes, polarisation
- Mise en évidence expérimentale des effets multi-trajets (démonstrations)

renouvelables dans les environnements terrestres et maritimes.

## MODALITES PEDAGOGIQUES

Cette formation est illustrée par des manipulations tirant parti des moyens modernes et conviviaux de simulation et de mesure :

Simulations de radio-couvertures et multi-trajets en environnements complexes dans le contexte des systèmes cellulaires modernes : mise en œuvre avec un logiciel industriel de haut niveau  
Mesures de phénomènes radio en environnement indoor

 N°Vert 0 800 880 915

[contact@telecom-evolution.fr](mailto:contact@telecom-evolution.fr) / [www.telecom-evolution.fr](http://www.telecom-evolution.fr)