

**Intitulé de l'Unité d'Enseignement** : Compatibilité électromagnétique approfondie et compatibilité radioélectrique

### Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux	10h CM ; 4h TD ; 4h TP ; 4h CC (soutenances)
Nombre de crédits de l'UE	3 ECTS
Spécialité où l'UE est proposée	Systèmes communicants
Semestre où l'enseignement est proposé	S3

#### a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement

L'approche statistique de l'électromagnétisme s'est développée depuis de nombreuses années en compatibilité électromagnétique et en propagation. Après un rappel nécessaire de probabilités et de statistiques, on va en illustrer tout l'intérêt en étudiant d'abord les chambres réverbérantes à brassage de modes qui sont devenues des outils familiers des industriels pour qualifier leurs équipements en matière de compatibilité électromagnétique. On s'intéressera aux fondements des chambres réverbérantes, en allant de leur conception à leur utilisation, et de la connaissance des modes excités et de leurs propriétés jusqu'à l'établissement des propriétés statistiques des champs électromagnétiques produits, en se basant sur le modèle de Hill.

On appliquera ensuite cette approche statistique de l'électromagnétisme à l'étude de la compatibilité radioélectrique des systèmes émetteurs-récepteurs qui, avec le déploiement de systèmes mobiles sur des spectres de plus en plus larges et la multiplication des objets connectés, va prendre une importance croissante dans les prochaines années. Après une présentation détaillée des concepts requis en compatibilité radioélectrique, on modélisera des scénarii d'interférences électromagnétiques à l'aide du logiciel Seamcat, en particulier dans le contexte représentatif des communications ferroviaires (ERTMS, GSM-R, 5G Rail), qui sera développé. Des soutenances individuelles compléteront ces cours et travaux dirigés. Elles porteront sur des recherches décrites dans des articles récents dans les domaines des chambres réverbérantes et de la compatibilité radioélectrique.

#### b) Contenu de l'Unité d'Enseignement

Présentation générale et exemples - Historique des organismes normalisateurs - Rappels de probabilités et de statistiques – Distributions continues, statistiques descriptives - Chambres réverbérantes : principes et fonctionnement – Effet des parois – Critique du modèle de Dunn – Grandeurs probabilistes – Modèle de Hill - Propriétés statistiques des chambres réverbérantes - Compatibilité radioélectrique : concepts et grandeurs d'intérêt, définition, normes, gestion du spectre – Exemple des radiocommunications ferroviaires – Présentation du domaine - Introduction à l'ERTMS et au GSM-R – Exemples de problèmes de compatibilité radioélectrique : cohabitation Bluetooth-Wifi, cohabitation du GSM-R avec le GSM ou le LTE – Évolution de l'ERTMS : 5G Rail et applications – Études de cas avec le logiciel SEAMCAT.

#### c) Pré-requis

Électromagnétisme (ondes planes, antennes, propagation guidée, guides d'ondes, cavités). Probabilités et statistiques.

#### d) Modalités de contrôle des Connaissances

Soutenances individuelles avec présentation orale et rapport écrit.

#### e) Références bibliographiques

David A. Hill, Plane Wave Integral Representation for Fields in Reverberation Chambers, IEEE TRANSACTIONS ON ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY, VOL. 40, NO. 3, AUGUST 1998, pp. 209-217.

Hamid Ouaddi, Virginie, Jean Rioult, Lamine Kone, CRBM (Chambre Réverbérante à Brassage de Mode), [http://cem.inrets.fr/index\\_crbrm.htm](http://cem.inrets.fr/index_crbrm.htm) (14-10-21)

SEAMCAT Handbook Edition 2. ECO / Project SEAMCAT. <https://docdb.cept.org/download/1270> (14-10-21)

### Organisation pédagogique

Enseignements présentsiels	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours	10	2	12
Enseignements dirigés	4	2	12
Travaux pratiques	4	2	12
Projet (soutenance)	4		
Autre			