

# GRE - Groupe de Recherche en Electromagnétisme

Responsable : Pr Olivier PASCAL – Responsable adjointe : Pr Nathalie RAVEU



Deux axes majeurs de recherche :

- **Modélisation numérique pour l'électromagnétisme** - Amélioration des méthodes numériques existantes pour l'électromagnétisme et développement de méthodes dédiées à des applications innovantes.
- **Conception de circuits passifs innovants** – Développement de nouvelles topologies de circuits. Mise en œuvre technologique et intégration, développement de synthèses de filtres.

Ces deux thématiques permettent de développer un axe transversal sur l'**ingénierie micro-ondes / plasma**, qui représente un marqueur fort du groupe, développé en partenariat très étroit avec le groupe GREPHE du LAPLACE dans le cadre de l'action transversale **3EP** (Electromagnétisme Electro-dynamique Energétiques et Plasmas).

Le GRE en quelques chiffres:

- 6 Pr. (dont 3 émérites),
- 5 MCF (dont 4 HDR en 2015)
- 1 CR CNRS
- 2 IR (dont 1 HDR)

De 2009 à mi 2014:

- 19 thèses et 5 HDR soutenues
- 69 articles internationaux avec actes
- 13 articles nationaux avec actes
- 156 communications internationales avec acte
- 37 communications internationales avec acte
- 4 ouvrages ou chapitres d'ouvrages scientifiques

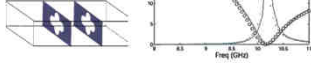
## Modélisation numérique pour l'électromagnétisme

Spectre large de compétences en méthodes numériques : modales, asymptotiques, éléments finis volumiques et de frontière ...

### Hybridation de méthodes

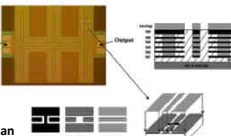
- **Variationnelle multimodale avec les Eléments Finis**

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gabès (Tunisie)



- **Wave Concept Iterative Process avec FDTLM, EF, HDG**

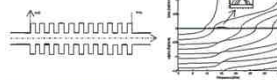
⇒ Prise en compte des inhomogénéités dans la modélisation des structures planaires  
 Faculté des Sciences de Tétouan (Maroc), INRIA Sophia Antipolis



### Méthode variationnelle multimodale

- **Dimensionnement de structures périodiques**

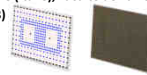
Université de Constantine (Algérie)



### Modélisation par WCIP de circuits SIW/SINRD

- **Analyse de circuits planaires, Résolution de problèmes de diffraction**

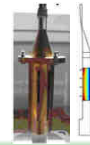
⇒ Conception de dispositifs passifs intégrés dans le substrat  
 Université de Pavie (Italie), Faculté de Tunis (Tunisie), LAPLACE (GREM3)



### Source microonde

- **Conception d'applicateur microondes**

⇒ Traitement de la biomasse par des microondes de puissance  
 CIRIMAT, Université de Sichuan (Chine)



### Systèmes embarqués

- **Amélioration du canal de transmission de données**

⇒ Capteurs déportés en automobile

Continental, LAAS



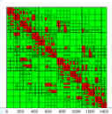
⇒ Capteur sur les moteurs électriques  
 LAPLACE (CODIASE), Sup'COM (Tunisie) et ENIT (Tunisie)



### Méthodes intégrales, accélération de méthodes

- **Approche multi-grille, multi-domaine, Pré-conditionneurs, H matrices et compression ACA**

⇒ Technique avancée de calcul pour différentes formulations quasi statiques  
 GZELab, INRIA, CERFACS, LAAS (OSE), LAPLACE (CS, GREM3, GREPHE), ONERA



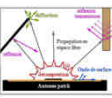
### Propagation des ondes

- **En milieu aléatoire**

⇒ Résolution analytique et numérique (équation parabolique 3D/2D + écrans de phase multiples).

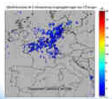
- **Sur des scènes de grandes tailles**

⇒ Hybridation équation parabolique/Faisceaux Gaussiens  
 CNES, ONERA, Région Midi Pyrénées



- **Interactions ondes / objets de grande taille**

⇒ Décomposition du rayonnement en faisceaux Gaussiens et calcul de leur interaction avec la structure (interaction antenne/structure, systèmes quasi-optiques)  
 CNES, ENAC, ONERA



- **Modélisation du canal de propagation pour les systèmes de communication**

⇒ Générateur spatio-temporel des affaiblissements atmosphériques,  
 CNES, ONERA

### Applications innovantes

- **Antennes OAM (Moment Angulaire Orbital), approfondissement théorique et limitations**

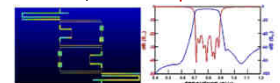
⇒ Etude des propriétés physiques du moment angulaire pour augmenter les capacités de communication, modulation q-bit et sondage atmosphérique  
 CNES, DGA, ENAC, ISAE, IETR



### Topologies innovantes

- **Nouvelles synthèses de filtres**

⇒ Amélioration des performances, large bande  
 IEMN, LAAS, Lab-STICC, Universiti Teknologi Mara (Malaisie), STMicroelectronics, Thales Alenia Space



### Multi-physiques et multi-échelles

- **Approche « asynchrone », équations de Maxwell couplage plasma**

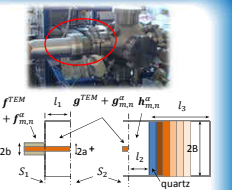
⇒ Développement d'un outils d'aide à la conception de dispositifs micro-ondes/plasma  
 IMFT, IRIT, LAPLACE, ONERA

## Interactions micro-ondes / plasma

### Création d'un plasma par RF

- **Modèle modal spécifique d'une impédance de surface créée par un plasma (diélectrique à pertes)**

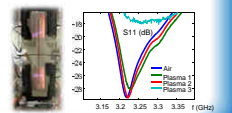
⇒ Générateur plasma avec excitation microondes (optimisation forme de la cavité, impédance d'entrée pour adaptation, couplage microondes plasma ...)  
 LAPLACE (GREPHE), Thales



### Modélisation d'un plasma

- **Evaluation de la permittivité complexe d'un plasma dans une structure multi-couche**

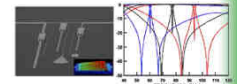
⇒ Modélisation et mesure des propriétés d'un plasma homogénéisé dans un circuit planaire  
 LAPLACE (GREPHE)



### Circuits reconfigurables

- **Bande millimétrique et sub-millimétrique, utilisation de MEMS ou Varactor**

⇒ Des circuits reconfigurables sont conçus pour adresser les systèmes multistandards et améliorer leur compacité.  
 ONERA, LAAS, Lab-STICC, Universiti Teknologi Mara (Malaisie)



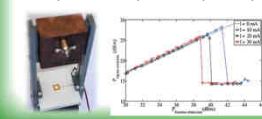
- **Micro-commutateur / filtres pseudo-volumiques SIW**

⇒ Circuits hybrides planaires-SIW utilisant la conductivité et les pertes du plasma.  
 LAPLACE (GREPHE)



- **Co-intégration de micro-décharges dans des circuits planaires**

⇒ Antenne auto-limitante, protection front-end contre agressions HPM (High Power Micro-wave).  
 ISAE (ENSICA-DEOS), LAPLACE (GREPHE)



- **Antennes BIE ou antennes à ondes de fuite**

⇒ Modification du diagramme de rayonnement en fonction des paramètres plasma  
 LAPLACE (GREPHE)

