

Mini-Symposium 3

Méthodes numériques appliquées aux antennes, à la propagation et à la CEM

Ronan SAULEAU, IETR, Université de Rennes 1

Dans le domaine des antennes au sens large, la modélisation électromagnétique de dispositifs classiques (antennes élémentaires, réseaux passifs, etc.) est désormais relativement bien éprouvée. Sont actuellement disponibles de nombreux logiciels commerciaux 2.5-D et 3-D basés sur la résolution numérique des équations de Maxwell dans les domaines temporel et fréquentiel.

Cependant, l'analyse électromagnétique des performances de nombreuses configurations intermédiaires (réseaux d'antennes de géométrie complexe, antennes multi-faisceaux, antennes non périodiques, etc.) et de dispositifs de grande taille demeure un véritable enjeu: elle nécessite le développement d'outils de conception spécifiques. Un second axe de recherche concerne la modélisation de dispositifs actifs ou reconfigurables intégrant des composants électroniques ou micro-électro-mécaniques (MEMS) et/ou des matériaux agiles (anisotropes, non linéaires). Les méthodes de résolution doivent alors inclure des formulations multi-physiques. Plus généralement, la nécessaire prise en compte des interactions entre les systèmes rayonnants et leur environnement proche (couplage ondes / structures en CEM, interactions ondes / personnes, antennes sur plates-formes, etc.) conduit à des tailles de problèmes à résoudre souvent incompatibles avec les ressources informatiques disponibles. Le recours à des méthodes dédiées telles les approches multi-échelles, les techniques itératives (par exemple la FMM), les méthodes de décomposition de domaines ou de sous-structuration devient alors indispensable pour apporter de réelles solutions aux problèmes industriels. Mais ces approches sont délicates à généraliser, surtout en 3-D. En outre, la complexité croissante des problèmes à analyser impose de plus en plus l'hybridation entre différentes méthodes. Enfin, la synthèse et l'optimisation électromagnétiques constituent également deux enjeux à relever au cours de ces prochaines années car elles permettent de réduire les durées de conception de manière significative et conduisent à la détermination de géométries innovantes dont la topologie est souvent non intuitive. Là encore, il convient de mettre en place des outils de synthèse automatique impliquant soit une ré-organisation nouvelle des calculs, soit le couplage de méthodes puissantes d'analyse électromagnétique à des algorithmes d'optimisation locale ou globale.

L'ensemble des problématiques évoquées ci-dessus sera abordé au cours de ce mini-symposium intitulé "Méthodes numériques appliquées aux antennes, à la propagation et à la CEM". Les présentations choisies n'ont pas la prétention de dresser un état de l'art exhaustif des méthodes numériques actuellement mises en uvre pour la résolution de problèmes d'électromagnétisme (CEM, propagation des ondes en milieux complexes, antennes, interactions ondes / structures). Il s'agit plutôt d'illustrer le contexte général que nous venons de décrire en mettant l'accent sur certains besoins exprimés et verrons à lever. Ainsi, quatre présentations invitées composent le mini-symposium. Elles seront effectuées par des agences ou industriels (Centre National d'Etudes Spatiales, Toulouse; France Télécom Recherche & Développement, Issy-les-Moulineaux) et par des universitaires (XLIM - Limoges, IETR - Rennes).

La première conférence (CNES) est consacrée aux enjeux, aux objectifs et aux spécificités de la modélisation d'antennes pour les applications spatiales. Nous verrons en particulier que la très grande diversité des besoins industriels (allant de la modélisation du composant unique au satellite dans sa globalité) impose le recours à une très large gamme de méthodes numériques (méthodes asymptotiques, méthodes globales, méthodes rapides, hybridation).

La seconde présentation (FT R&D) est consacrée à la modélisation électromagnétique des interactions ondes / personnes dans un contexte très varié (étude de conformité, de sécurité, de compréhension des phénomènes d'interactions ou encore d'élaboration de systèmes d'exposition). Plusieurs situations concrètes illustrant l'utilisation adaptative de modèles numériques (FDTD, MoM) en dosimétrie seront décrites.

Le troisième exposé (XLIM) décrit l'utilisation de la méthode des différences finies dans le domaine temporel (FDTD) pour la résolution de problèmes de Compatibilité Electromagnétique (CEM), c'est-à-dire l'étude du couplage des champs électromagnétiques rayonnés avec des systèmes électroniques. Trois

cas de figure seront envisagés: couplage onde / structure et techniques de sous-maillage, couplage d'une onde rayonnée par un canal foudre, représentation d'éléments localisés dans une analyse électromagnétique temporelle.

Enfin, la quatrième présentation (IETR) se propose d'aborder le problème de la conception optimale de dispositifs rayonnants en résolvant des problèmes d'optimisation de formes. Des formulations originales (optimisation locale et globale combinée à des méthodes intégrales et asymptotiques) seront décrites et illustrées au travers d'exemples pertinents conduisant à la conception d'antennes de géométrie innovantes (optimisation d'antennes planaires et d'antennes lentilles intégrées 3-D).

Je remercie les intervenants pour leur contribution et j'espère que de fructueux échanges pourront être établis au cours de ce mini-symposium entre les Communautés "Antennes et propagation" et "Analyse numérique".