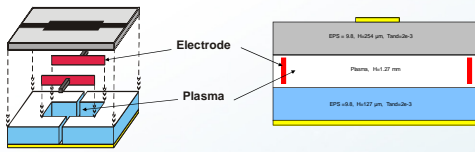




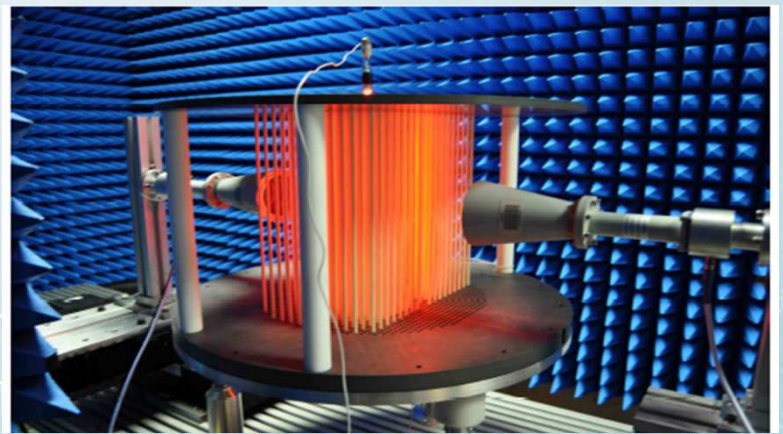
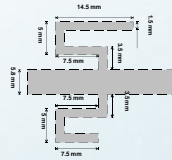
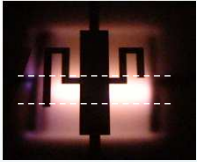
PLASMAX-Interactions micro-ondes/plasmas et applications aérospatiales

F.Christophe, V.Inguibert, F.Rogier (Onera*) , J.P. Bœuf, O.Pascal (Laplace**), P.Degond (IMT***)

Le projet, qui s'est déroulé de mars 2008 à juin 2011, a réuni des physiciens, des numériciens, des expérimentateurs autour de plusieurs thèmes qui vont de la compréhension et la prédiction des conditions de claquage dans un gaz ou au voisinage d'un matériau sous l'effet d'un champ électromagnétique intense, à la conception de nouveaux dispositifs hyperfréquence reconfigurables grâce à la modulation par commande électrique de la densité d'un plasma. La simulation numérique de certains des phénomènes en jeu nécessite la résolution couplée des équations de la mécanique des fluides et de l'électromagnétisme, qui lorsqu'elles sont traitées séparément figurent déjà sur la liste des plus grosses demandes en puissance de calcul...



← Schéma de principe et premiers essais d'une maquette de filtre micro-onde reconfigurable par injection d'un plasma dans une cavité du substrat. De nouvelles structures sont à l'étude pour corriger certains des défauts observés (hétérogénéité du plasma, absorption, ...)



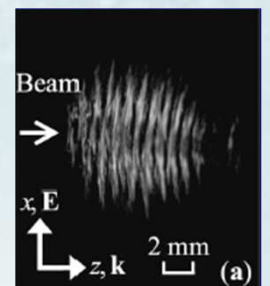
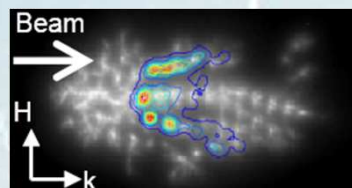
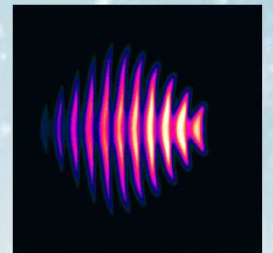
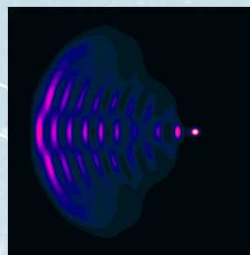
Les métamatériaux peuvent être constitués en hyperfréquence de tiges métalliques ou diélectriques régulièrement espacées, qui produisent des effets inhabituels de propagation des ondes ou de localisation, avec des applications potentielles en filtrage et rayonnement d'antennes. Les travaux en collaboration avec la PME régionale CIRTEM ont permis de commander à volonté l'allumage et la densité de plasma dans des capillaires remplis de gaz à basse pression qui peuvent remplacer des tiges du matériau, et faire varier par exemple l'orientation du faisceau émergent.

L'illustration représente un tel matériau en cours de caractérisation.

Le claquage dans l'air ou en atmosphère raréfiée en présence d'un champ électromagnétique de forte densité de puissance est un phénomène qui peut intervenir dans différentes circonstances, et donne lieu si on les observe avec une caméra ultra rapide (images d'en bas, d'après des travaux américains) à des structures filamenteuses difficiles à interpréter jusque là. Les modèles qui ont été établis au cours du projet Plasmax, et les techniques de résolution numérique à haute performance, permettent maintenant de les expliquer. D'autres effets liés à l'émission d'électrons secondaires dans un matériau bombardé dans le vide par un premier électron en présence d'un champ hyperfréquence, qui limitent le fonctionnement des émetteurs sur satellites, sont également mieux compris désormais.

Un "coup de fouet" à la carrière de jeunes chercheurs

Sur les 11 post-docs et jeunes ingénieurs recrutés pour le projet Plasmax, 3 ont maintenant un poste de maître de conférence, 5 un CDI en relation avec les travaux qu'ils ont effectués, 3 poursuivent un nouveau post-doc ou équivalent



*: Départements Electromagnétisme et Radar, Environnement Spatial, Traitement de l'Information et Modélisation
** : Laboratoire Plasma et Conversion d'Energie, équipes, Groupes de Recherche en Electromagnétisme, et Plasmas Hors Equilibre
***: Institut de Mathématiques de Toulouse, équipe Mathématiques pour l'Ingénierie et la Physique