

## Projet HIMWR

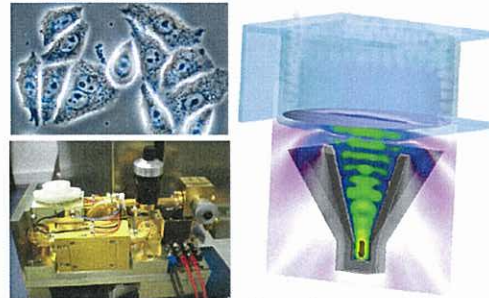
# Nouveaux systèmes de communications haut débit en ondes millimétriques : étude des effets biologiques

### Instrumentation et dosimétrie pour les expériences in vitro en millimétrique

Les systèmes de communication sans fil se sont considérablement développés durant la dernière décennie (GSM, Bluetooth, WiMAX, etc.). En raison de la saturation de la partie basse du spectre micro-onde et des besoins croissants en transmission haut débit, de multiples applications grand public pourraient émerger très prochainement en millimétrique. En particulier, les fréquences situées au voisinage de 60 GHz sont parfaitement adaptées aux communications très haut débit à courte portée en environnement domestique et professionnel. Ces rayonnements étant absents de notre environnement naturel en raison de la forte absorption créée par l'oxygène atmosphérique, les organismes vivants n'y ont encore jamais été exposés de façon chronique. Pour étudier les impacts éventuels de ces futurs systèmes, nous avons mis au point, caractérisé et validé des dispositifs qui permettent l'exposition de cellules aux ondes millimétriques. Une étude dosimétrique complète a également été menée pour les échantillons biologiques exposés.

### Impact des ondes millimétriques sur le stress cellulaire

Nous avons adopté une approche in vitro pour vérifier si les ondes millimétriques de faible puissance (inférieure à  $1\text{mW/cm}^2$ ) pouvaient induire des perturbations au niveau de la physiologie cellulaire. En utilisant différents modèles de cultures de cellules humaines (cellules gliales, cellules de peau), nous avons étudié si des expositions pouvaient affecter le bon fonctionnement du réticulum endoplasmique, un compartiment cellulaire de choix car vulnérable à de multiples perturbations environnementales et impliqué dans la genèse de nombreuses pathologies. L'influence des paramètres physiques tels que la puissance, la fréquence ou encore la durée et le mode d'exposition a été analysée. Ce travail a ensuite été élargi, et l'effet des ondes millimétriques sur la synthèse et la sécrétion de protéines spécifiquement liées à la réponse inflammatoire a été étudié. Enfin, par la technique des puces à ADN, nous avons suivi une approche transcriptomique à haut-débit portant sur l'ensemble du génome humain. Le but de ce travail est de déterminer s'il existe des gènes sensibles aux ondes millimétriques. Une centaine de gènes candidats a été trouvée, et actuellement des expériences complémentaires sont en cours afin de vérifier si l'expression de ces gènes est réellement affectée par l'exposition aux ondes, ou s'il s'agit de faux positifs inhérent à la technique des biopuces.



Cellules observées à l'aide d'un microscope (à gauche en haut), générateur millimétrique à 60 GHz (à gauche en bas) et modèle numérique des cellules exposées par une antenne (à droite).

Le projet « HIMWR » est un projet expérimental coordonné par l'Université de Rennes 1 UMR CNRS 6026. Il associe aussi l'Institut d'Électronique et de Télécommunications de Rennes UMR CNRS 6164. Le projet a commencé en décembre 2006 pour une durée de 36 mois : il bénéficie d'une aide ANR de 200 k€ pour un coût global de l'ordre de 950 k€.

### IMPACTS

#### Résultats majeurs

Dans le cadre de ce projet, deux systèmes d'exposition pour les expériences bioélectromagnétiques ont été mis en place. Une étude dosimétrique a été réalisée pour déterminer précisément la densité de puissance incidente et la répartition de débit d'absorption spécifique dans les cellules exposées aux ondes millimétriques. Les analyses biologiques ont montré que les ondes millimétriques de très faibles puissances (inférieure à  $1\text{mW/cm}^2$ ), quelles que soient les fréquences, puissances ou mode d'exposition utilisés, ne perturbent pas l'équilibre et le fonctionnement du réticulum endoplasmique. À partir de  $1\text{mW/cm}^2$ , des effets sur la réponse inflammatoire commencent à apparaître et de légères modifications de l'expression génique ont été observées. Des expériences complémentaires sont en cours afin de vérifier si ces modifications ne sont pas le résultat d'un effet thermique.

#### Production scientifique et brevets

Les résultats de ce projet ont donné lieu à quatre publications dans plusieurs revues internationales de haut niveau avec comité de lecture (IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Bioelectromagnetics, Cell Biology and Toxicology). Ils ont également fait l'objet de six présentations dans des conférences internationales et cinq communications dans des colloques nationaux.