

Programme ANR :
Santé-Environnement Santé-Travail (SEST)



Projet :



Impacts sur la santé des
rayonnements millimétriques

Maxim Zhadobov, *chercheur CNRS*

Résumé

❑ **Titre :**

Impacts sur la santé des rayonnements millimétriques

❑ **Acronyme :**

HIMWR (Health impacts of millimeter wave radiations)

❑ **Thématique ANR SEST :**

Impacts des conditions environnementales sur la santé humaine

❑ **Équipes impliquées :**

Biologie cellulaire : Équipe HIP, UMR CNRS 6026, Univ. Rennes 1

Electromagnétisme : IETR, UMR CNRS 6164, Univ. Rennes 1

❑ **Durée :**

Déc. 2006 - déc. 2009 (prolongée jusqu'au juin 2010)

Contexte et motivations (1/2)

Objectif

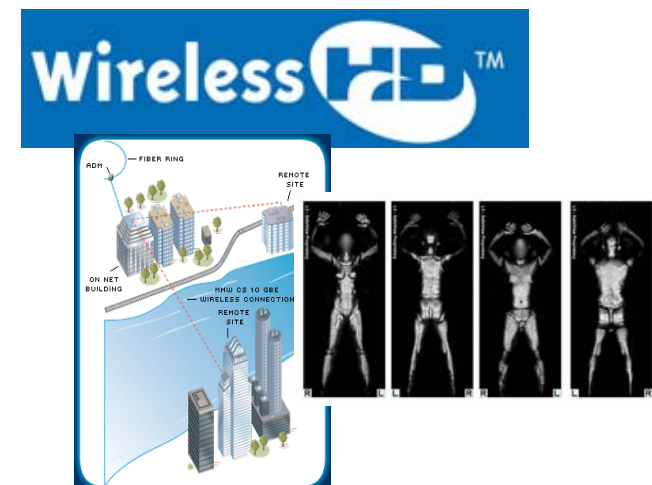
Évaluer les changements potentiels au niveau cellulaire et sub-cellulaire liés aux expositions aux rayonnements millimétriques

Contexte

1. Intérêt fondamental (mécanismes, applications biomédicales potentielles, etc.)

2. Biocompatibilité de systèmes sans fil émergents

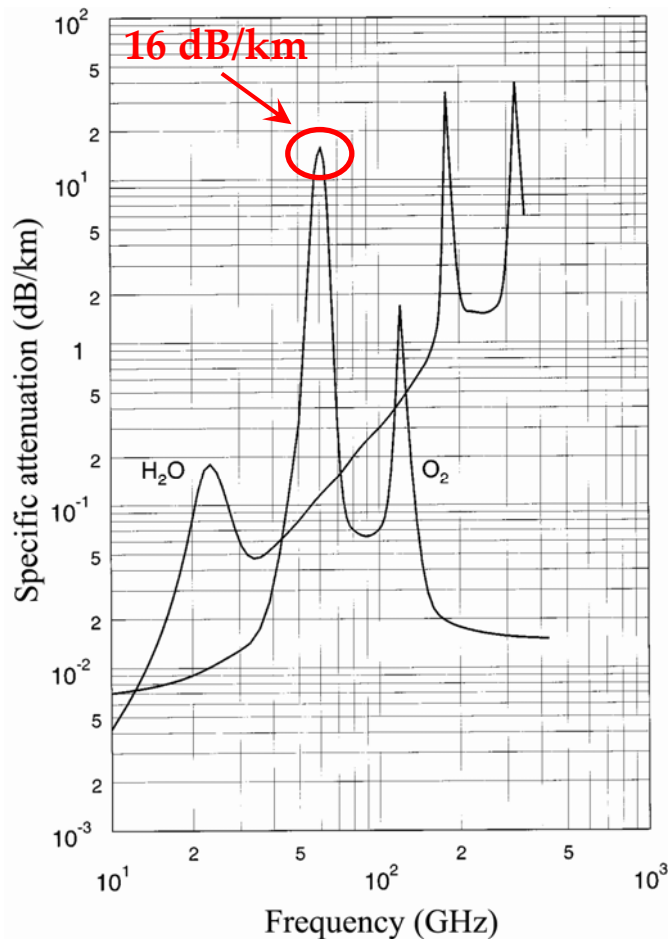
- *Réseaux personnels sans fil (57-64 GHz)*
- *Communications point-à-point (35, 70, 80, 94 GHz)*
- *Systemes de transport intelligent (63-64, 76-81 GHz)*
- *Systemes d'imagerie, de localisation et de surveillance (27-33 GHz)*



Contexte et motivations (2/2)

Intérêt de la bande 57-64 GHz

Spectre d'absorption atmosphérique
de l'oxygène et de l'eau



Forte atténuation atmosphérique
dans la bande 57-64 GHz

Ces fréquences sont absentes du spectre naturel

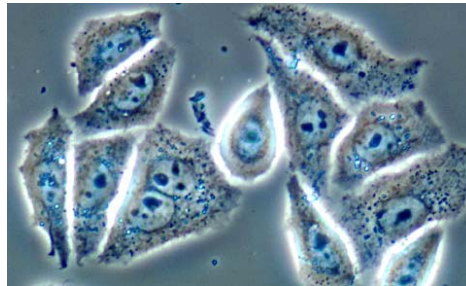
Applications émergentes:
Réseaux personnels sans fil à haut débit
(WPAN)

L'organisme humain n'est jamais soumis à ces
rayonnements dans les conditions naturelles

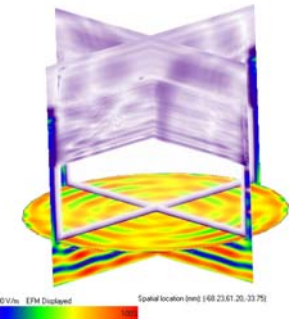
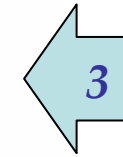
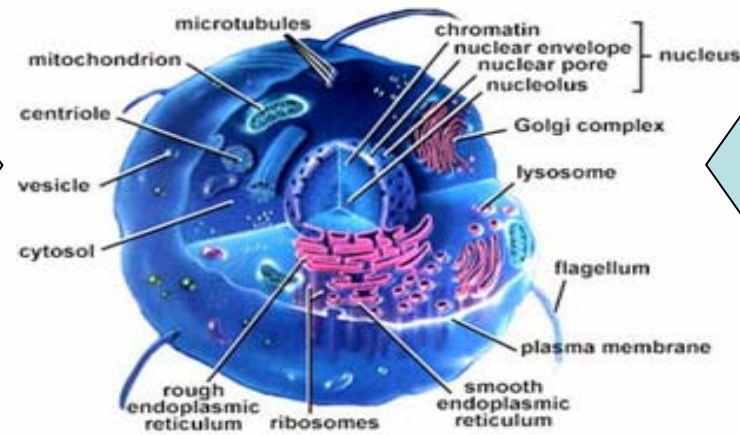
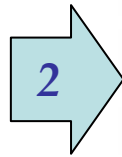
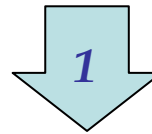
Axes de recherche

Impacts sur les processus cellulaires

Stress cellulaire
sur les cellules
humaines



Approche globale
(puces à ADN)



*Instrumentation pour les
expériences in vitro en ondes
millimétriques*

*Dosimétrie numérique
et expérimentale*

Tâches scientifiques du projet

1 : Mise au point des conditions expérimentales

Objectif : définir les meilleures conditions d'exposition pour l'étude in vitro des effets bioélectromagnétiques des ondes millimétriques

- Mise en place d'un système d'exposition
- Caractérisation de l'exposition & dosimétrie
- Analyse du stress cellulaire sur des gènes biomarqueurs candidats
- Effet des paramètres physiques des ondes sur le stress cellulaire

Tâches effectuées

Tâches effectuées
& en cours

2 : Criblage à large échelle par la technique des puces à ADN

Objectif : déterminer si les ondes millimétriques de faible puissance peuvent altérer l'expression génique.

- Exposition de culture primaire de keratinocytes humains
- Criblage par biopuces Agilent 44K
- Validation expérimentale des résultats obtenus

Tâches effectuées

En cours

3 : Analyse des mécanismes moléculaires impliqués dans la réponse génique aux expositions

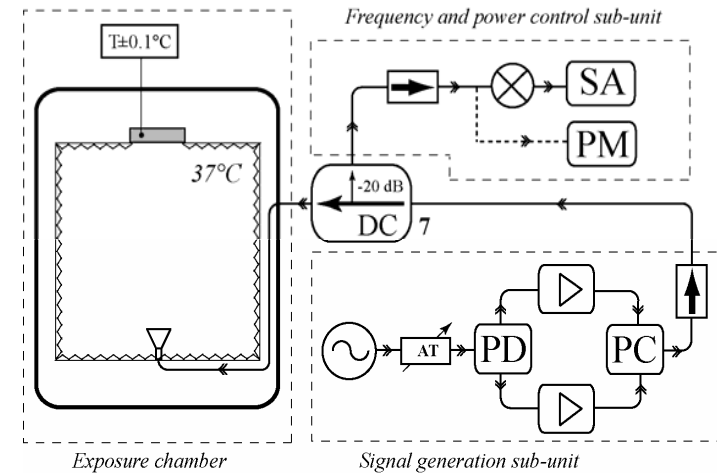
Objectif : à partir des gènes précédemment identifiés, commencer les études sur l'identification des voies de signalisation cellulaires mises en jeu

A venir

Résultats (électromagnétisme)

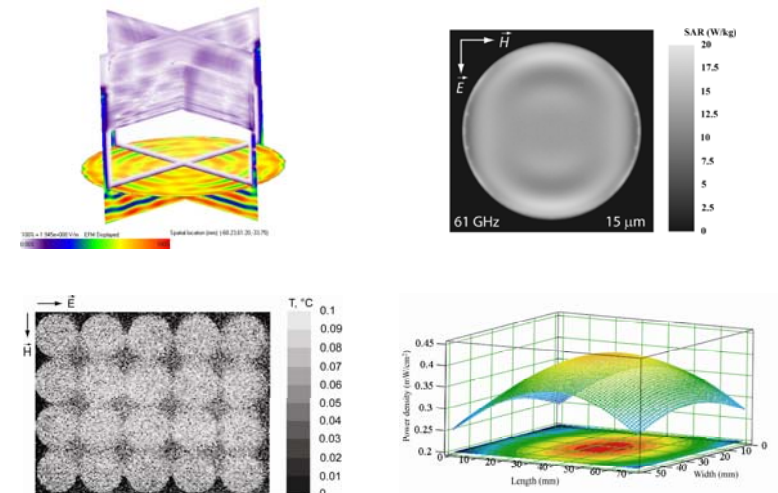
1. Systèmes d'exposition

- ✓ Développement et mise en place de deux systèmes d'exposition (50-75 GHz)
- ✓ Intégration des échantillons biologiques
- ✓ Contrôle des paramètres de rayonnement
- ✓ Réalisation des expositions en champ lointain



2. Dosimétrie numérique et expérimentale

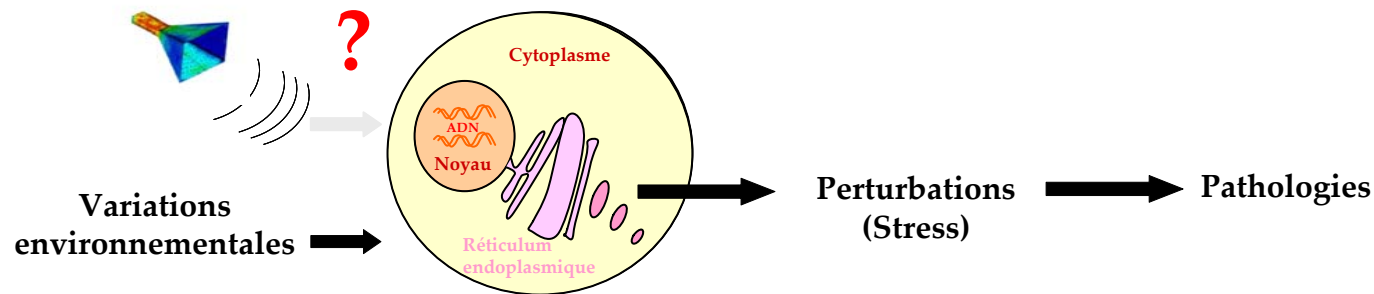
- ✓ Modélisation électromagnétique
- ✓ Dosimétrie expérimentale (thermométrie IR)
- ✓ Dosimétrie thermique (*étude en cours*)



Résultats (biologie cellulaire)

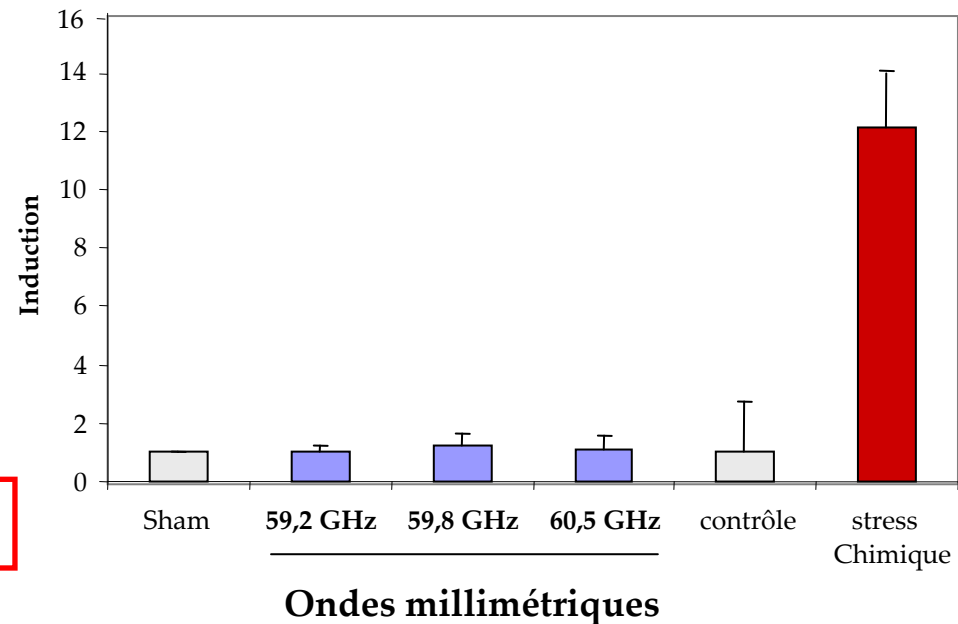
3. Stress cellulaire sur les cellules humaines

✓ Stress du réticulum



✓ Etude de l'effet de la fréquence (bande 59-61 GHz) et de la puissance (jusqu'à 1mW/cm²) sur le stress réticulaire

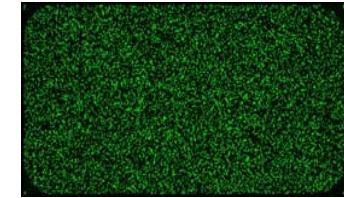
Pas de stress après exposition



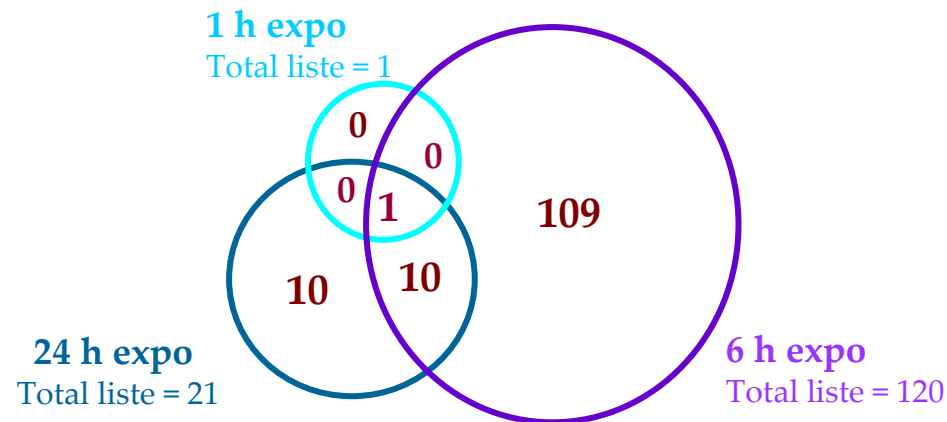
Résultats (biologie cellulaire)

4. Approche globale (puces à ADN)

- ✓ Exposition de cellules de peau humaine aux ondes millimétriques pendant 1h, 6h et 24h à 60,4 GHz (1 mW/cm²)
- ✓ Puces pangénomiques Agilent 44K => 41 000 transcrits uniques
- ✓ Analyse de l'expression différentielle :
 - Analyse par des tests statistiques robustes => **0 gènes sélectionnés**
 - Analyse par des tests statistiques moins exigeants => **130 gènes**
- ✓ Validation expérimentale en cours pour vérifier s'il s'agit ou non de faux-positifs



Variation de l'expression génique principalement observées après 6h d'exposition



Gènes différentiellement exprimés
(Fold Change > 2 ; pValue < 0,05)

Valorisation

✓ **Revue internationale**

⇒ 5 articles (IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, IEEE Trans. Antennas and Propagation, Bioelectromagnetics, Cell Biology and Toxicology)

✓ **Conférences nationales et internationales**

⇒ 6 présentations dans les conférences internationales (BEMS Meeting [2009,2008], PIERS 2009, IRMMW-THz 2008)

⇒ 5 communications dans les colloques nationaux

✓ **Thèse**

⇒ C. Nicolas Nicolaz « Contribution à l'étude du stress cellulaire potentiellement induit par les ondes millimétriques » (soutenance prévue le 26 novembre 2009, Université de Rennes 1)

Personnels impliqués dans le projet



UMR CNRS 6026

www.umr6026.univ-rennes1.fr

- Yves Le DREAN
- Denis MICHEL
- Christophe NICOLAS NICOLAZ
- Catherine LE QUEMENT
- Fabienne DESMOTS

Contact à HIP :

yves.le-drean@univ-rennes1.fr



UMR CNRS 6164

www.ietr.org

- Ronan SAULEAU
- Maxim ZHADOBOV
- Laurent LE COQ
- Daniel THOUROUDE

Contact à l'IETR :

ronan.sauleau@univ-rennes1.fr