

## CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES : DE LA DOSIMÉTRIE À LA SANTÉ HUMAINE Les effets du Wi-Fi: les résultats des études réalisées au laboratoire IMS.

### Wi-Fi bioeffects: Data obtained in the IMS laboratory.

*Isabelle Lagroye\**, *Florence Poulletier De Gannes\**, *Saliha Aït-Aïssa\**, *Emmanuelle Haro\*\**, *Annabelle Hurtier\*\**, *Murielle Taxile\**, *Laureline Le Montagner\*\**, *Axel Athané\**, *Sébastien Duleu\*\*\*\**, *Yan Percherancier\*\**, *Michel Geffard\*\*\*\**, *Gilles Ruffié\*\*\**, *Bernard Billaudel\*\**, *Bernard Veyret\*\**.

\*Laboratoire de Bioélectromagnétisme, Ecole Pratique des Hautes Etudes, ENSCBP, Pessac, France {isabelle.lagroye ; florence.poulletier ; murielle.taxile}@ims-bordeaux.fr

\*\*Université de Bordeaux, laboratoire IMS, groupe Bioélectronique, ENSCBP, Pessac, France {emmanuelle.haro ; annabelle.hurtier ; yann.percherancier ; bernard.veyret}@ims-bordeaux.fr

\*\*\*Université de Bordeaux, laboratoire IMS, IMS Transfert-A2M, ENSCBP, Pessac, France {gilles.ruffie}@ims-bordeaux.fr

\*\*\*\* GemacBio, St Jean d'Ilac, France {mg.idrph}@wanadoo.fr

Mots-clefs: Wi-Fi, cerveau, système immunitaire, tératologie, fertilité

Key-words : Wi-Fi, brain, immune system, teratology, fertility

#### Résumé

Depuis 2007, le laboratoire IMS a entrepris, à travers différents projets, des recherches sur les effets toxicologiques du signal de communication sans fil Wi-Fi fonctionnant à 2450 MHz. Les effets toxicologiques d'expositions répétées *in utero* ou *in utero* et en début de vie, à différents niveaux de puissance, ont été recherchés, avec des marqueurs de stress ou de toxicité dans le cerveau (gliose, apoptose, protéines de choc thermique, stress radicalaire) et le sang (micronoyaux, néoantigènes toxiques) chez le rat et dans les cellules spléniques du système immunitaire (phénotypage, marqueurs d'activation, production de cytokines, cytotoxicité des cellules natural killer, prolifération lymphocytaire) chez la souris. De plus, les effets sur le développement (tératologie) et sur la fertilité ont été suivis chez de jeunes rats. Les résultats publiés à ce jour suggèrent que des expositions répétées à un signal Wi-Fi, jusqu'à 4 W/kg, n'induisent pas de réponse de stress dans le cerveau et ne perturbent pas le développement chez le rat. Au terme de cette recherche, l'ensemble des résultats donnera une vision relativement large des effets toxicologiques du signal Wi-Fi.

#### Introduction

La popularité des systèmes de communication sans fil utilisant la technologie de type Wi-Fi ne cesse d'augmenter aussi bien dans l'environnement professionnel que domestique. En terme de risque pour la santé, peu de données sont disponibles sur l'effet d'exposition à ce type de signal et la préoccupation principale est concentrée sur l'exposition à long terme.

Ainsi, les effets potentiels d'une exposition précoce dans leur vie des nouvelles générations à ce type de signal sont sans réponse aujourd'hui. De même, des doutes subsistent pour une association entre la baisse de la fécondité et de la fertilité et ce type d'exposition. Depuis 2007, le laboratoire IMS cherche à apporter un certain nombre d'éléments de réponse à ces interrogations. Plus précisément, nos recherches se sont focalisées sur les effets d'exposition *in utero* à 2450 MHz sur le système nerveux et le développement de rats et sur le système immunitaire de souris. Les effets sur la fertilité ont été également suivis chez de jeunes rats mâles et femelles.

### 1. Matériels et Méthodes

#### 1.1 Dosimétrie

Le système d'exposition est une chambre réverbérante cubique (Satimo®), composée de 6 antennes et de 3 brasseurs de mode qui assurent une exposition homogène dans le temps à un signal Wi-Fi. Quatre niveaux de débit d'absorption spécifiques (DAS) peuvent être obtenus corps entier: 0 ; 0,08 ; 0,4 et 4 W/kg. La dosimétrie a été réalisée et publiée [1]. Les expositions sont réalisées en aveugle (l'expérimentateur ne connaît le niveau d'exposition, lequel est codé de A à D). Les animaux sont libres de leurs mouvements dans les cages placées dans la chambre réverbérante.

#### 1.2. Biologie

L'ensemble des expérimentations a été réalisé en aveugle et des animaux contrôles cages, maintenus dans l'animalerie, ont été inclus dans les protocoles. L'immunohistochimie et la cytométrie en flux ont été utilisées pour la recherche des différents marqueurs cellulaires et moléculaires dans le cerveau et le système immunitaire. La recherche des effets tératogènes et de la perturbation de la fertilité a été réalisée en aveugle en collaboration avec Evic-France (Blanquefort, France).

## 2. Résultats

Les conditions d'exposition et l'ensemble des paramètres étudiés sont résumés dans le tableau ci-dessous par projet de recherche. Les résultats sont indiqués quand ils ont fait l'objet d'une publication [2, 3, 4]. Pour les résultats non publiés, les marqueurs biologiques étudiés sont indiqués.

Projet	Cible	Conditions d'exposition	Résultats
ERYA ELEYAR	Système nerveux central	0 ; 0,08 ; 0,4 et 4 W/kg 2h/j, 5 j/semaine, 2 semaines <i>in utero</i> et/ou 5 post-natales	[2, 3] Pas d'effets sur : ✓ apoptose, ✓ protéines de choc thermique ✓ stress radicalaire ✓ gliose ✓ marqueurs sanguins
ERYA	Système immunitaire	0 ; 0,08 ; 0,4 et 4 W/kg 2h/j, 5 j/semaine, 2 semaines <i>in utero</i> et 5 post-natales	Non publiés ✓ phénotypage, ✓ marqueurs d'activation, ✓ production de cytokines ✓ cytotoxicité des natural killers ✓ prolifération lymphocytaire
EROPS	Système nerveux central	0 ; 0,08 ; 0,4 et 4 W/kg 2h/j, 6 j/semaine, 18 j <i>in utero</i> + suivi aux âges de 2 j, 1, 2 et 3 mois	Non publiés ✓ apoptose ✓ protéines de choc thermique ✓ gliose ✓ microgliose ✓ micronoyaux ✓ marqueurs sanguins
INUTER	Développement	0 ; 0,08 ; 0,4 et 4 W/kg 2h/j, 6 j/semaine, 18 j <i>in utero</i>	[4] Pas d'effets sur ✓ développement pré-natal ✓ développement post-natal
EROPS	Fertilité - Fécondité	0 ; 0,08 et 4 W/kg 1h/j, 6 j/semaine. Males (3 semaines d'exposition), Femelles (2 semaines), couples après	Non publiés ✓ organes sexuels ✓ développement pré-natal

		accouplement (3 semaines)	
--	--	---------------------------	--

### 3. Conclusion

Les résultats publiés ne semblent pas suggérer d'effets délétères des expositions répétées au Wi-Fi *in utero* et en début de vie pour les paramètres étudiés. La publication de l'ensemble des résultats donnera une vision globale des effets d'expositions répétées au signal Wi-Fi chez les jeunes rongeurs.

### 4. Remerciements

Ces travaux ont été subventionnés par l'Agence Nationale de la Recherche (contrat n°2008 CESA 007 01), la Fondation Santé et Radiofréquences (contrats n° 2006-6 et 2008-2) et France Telecom R&D (contrat 46142804). Nous remercions particulièrement J Wiart et T. Wu (Orange labs) pour la dosimétrie de la chambre réverbérante.

### Références bibliographiques

1. Wu T. et al. Whole-body new-born and young rats' exposure assessment in a reverberating chamber operating at 2.4 GHz, 2010, Phys. Med. Biol, 55(6):1619-30.
2. Aït Aïssa S. et al. In situ detection of gliosis and apoptosis in the brains of young rats exposed in utero to a Wi-Fi signal. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences CRAS Physique. 2010, Volume 11 (9-10) : 592-601.
3. Ait-Aïssa S. et al. In-utero and early-life Exposure of Rats to a Wi-Fi Signal: Screening of Immune Markers in Sera and Gestational Outcome. Bioelectromagnetics, 2011, in press.
4. Poullétier de Gannes F et al. Effect of in-utero Wi-Fi exposure on the pre- and post-natal development of rats. Birth Defects Research Part B: Developmental and Reproductive Toxicology, 2011, in press