



**HAL**  
open science

## Effet des radiofréquences sur des modèles de vulnérabilité cérébrale : développement et neuro-inflammation

Anne-Sophie Villegier

► **To cite this version:**

Anne-Sophie Villegier. Effet des radiofréquences sur des modèles de vulnérabilité cérébrale : développement et neuro-inflammation. Rapport Scientifique INERIS, 2017, 2016-2017, pp.16-17. ineris-01869653

**HAL Id: ineris-01869653**

**<https://ineris.hal.science/ineris-01869653>**

Submitted on 6 Sep 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# EFFET DES RADIOFRÉQUENCES SUR DES MODÈLES DE VULNÉRABILITÉ CÉRÉBRALE : DÉVELOPPEMENT ET NEURO-INFLAMMATION

Contributeur  
Anne-Sophie  
VILLÉGIÉ

Les applications utilisant les champs électromagnétiques (CEM) se sont considérablement développées depuis plusieurs années. Quotidiennement, ces applications peuvent notamment fonctionner dans l'environnement rapproché des femmes enceintes ou être intensivement utilisées au niveau de la tête dès l'adolescence. Les organismes immatures sont susceptibles d'être fragilisés par des expositions combinées (à des agents infectieux par exemple), pertinentes d'un point de vue environnemental.

Dans ce contexte, l'Ineris a réalisé des expériences visant à étudier si des CEM appliqués en prénatal ou à l'adolescence modifieraient à long terme l'homéostasie des cellules gliales et les capacités sensori-motrices, émotionnelles, et de recherche de nouveauté. De plus, l'hypothèse selon laquelle un état inflammatoire pourrait rendre ces organismes plus vulnérables en réponse aux CEM a été testée.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

Des rats en contention ont été exposés aux CEM (puissance d'émission 0, 1 et 4 W, 45 min/jours, 20 jours). Les antennes boucles ont été positionnées soit contre l'abdomen entre les jours gestationnels 2 et 20 (débit d'absorption spécifique (DAS) moyen : 0, 0,7 et 2,6 W/kg) (Expérience 1), soit sur la tête à l'adolescence (DAS : 0, 1,5 et 6 W/kg) (Expériences 2 et 3).

- DAS cérébral maximum dans ces études = 6 W/kg
- Durée : 45 min, répétées (1 exposition/jour, durant 1 mois)
- Rapport théorique exposition homme/rat = 4
- Exposition humaine correspondante = 24 W/kg
- Limite de la commission internationale sur la radioprotection non ionisante (ICNIRP) = 2 W/kg,
- Utilisation d'un téléphone = 0,5 W/kg

=> Donc *6 W/kg chez le rat* correspond chez l'Homme à 12 fois les limites de l'ICNIRP et *48 fois le niveau induit par l'utilisation du téléphone portable*.

Les effets d'une co-exposition CEM / agents bactériens ont été étudiés avec les lipopolysaccharides (LPS) des fragments bactériens connus pour déclencher une réponse inflammatoire. Afin d'induire une fragilisation, les LPS ont été injectés soit aux jours gestationnels 15, 17 et 19 (Expériences 1 et 2) soit par micro-perfusion intra-cérébrale dès l'adolescence (Expérience 3).

Les mesures ont été effectuées chez l'adolescent et l'adulte pour l'inhibition du réflexe de sursaut (filtrage sensoriel), le conditionnement de peur (mémoire émotionnelle), le champ ouvert (exploration et adaptation à la nouveauté, anxiété), et le labyrinthe en croix surélevé (anxiété), et depuis le stade juvénile pour les niveaux cérébraux de glial fibrillary acidic protein (GFAP) et d'interleukines. L'augmentation de ces deux marqueurs indique une réponse inflammatoire.

## RÉSULTATS

D'après les résultats, des expositions gestationnelles ont affecté à long terme la fonction cérébrale :

- À l'adolescence, l'exploration de la nouveauté est diminuée (-19 %) avec le niveau élevé de CEM.
- Chez l'adulte :
  - > Le niveau élevé de CEM réduit la capacité de filtrage sensoriel uniquement dans le groupe avec neuro-inflammation (**figure 1**).
  - > L'activité exploratoire est augmentée avec le LPS (+48 %).

Des expositions commencées à l'adolescence affectent la fonction cérébrale adulte :

- La micro-perfusion de LPS augmente les niveaux de GFAP dans plusieurs régions du cerveau (le cortex, l'hippocampe, l'amygdale et le striatum).
- Lorsque le niveau de GFAP est augmenté dans l'amygdale antérieure, la mémoire émotionnelle est réduite de manière DAS-dépendante (**figure 2**).

Les résultats n'indiquent pas d'effet sur les réponses comportementales en lien avec l'anxiété et sur les niveaux cérébraux d'interleukines.

**CONCLUSION**

Pour la première fois, l’hypothèse d’une fragilité liée aux co-expositions CEM / inflammation a été testée en prénatal et chez l’adolescent. Les données obtenues soutiennent les hypothèses selon lesquelles des expositions aux CEM durant le développement du cerveau peuvent induire des désadaptations comportementales à long terme et un évènement inflammatoire combiné à ces expositions augmente la vulnérabilité des organismes aux CEM. Des effets DAS-dépendants ont été mis en évidence, renforçant l’hypothèse d’une causalité entre exposition et déficit. Cette étude, avec d’autres, apporte des résultats en faveur d’une attention particulière à accorder à la protection des organismes en développement pré et post-natal, susceptibles de recevoir des expositions environnementales combinées avec les CEM.

**Références**

Petitdant, N.; Lecomte, A.; Robidel, F.; Gamez, C.; Blazy, K.; Villégier, A.S. Cerebral radiofrequency exposures during adolescence: Impact on astrocytes and brain functions in healthy and pathologic rat models. *Bioelectromagnetics*. 2016 Jul;37(5):338-50.

Petitdant, N.; Lecomte, A.; Robidel, F.; Gamez, C.; Blazy, K.; Villégier, A.S. Alteration of adaptive behaviors in progeny after maternal mobile phone exposure. *Soumis au Schizophrenia Research Journal*.

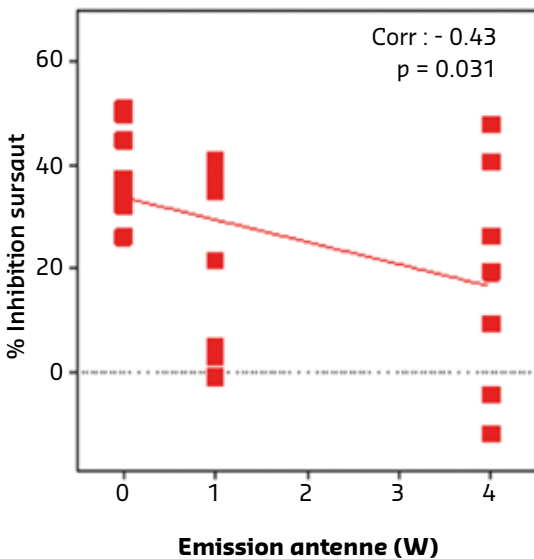
**ABSTRACT /**

The widespread exposure of radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF) devices raises questions on their possible health consequences on the immature brain. Neuro-development is a period of sensitivity to environmental challenges such as inflammatory insults. Here, we assessed whether sensory-motor gating, emotionality, and novelty seeking were affected by RF-EMF exposures in fetus or adolescent rats, and tested whether maternal immune activation or adolescent neuro-inflammation would increase RF-EMF toxicity.

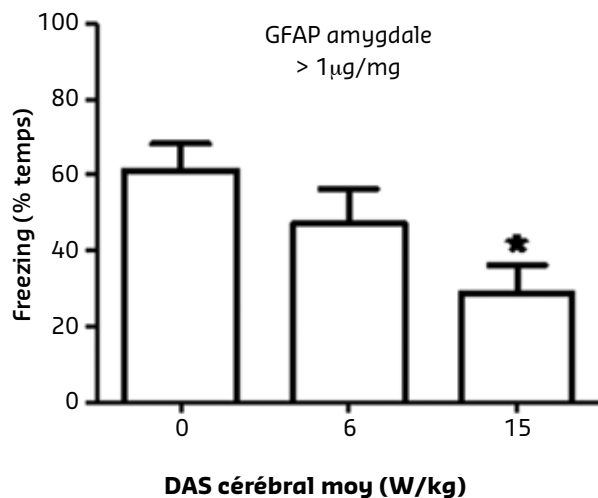
Rats were daily exposed to RF-EMF with loop antennas adjoining the abdomen of pregnant females (fetus body specific absorption rates (SAR): 0, 0.7 or 2.6 W/kg) or the head of adolescents (brain SAR: 0, 1.5 or 6 W/kg).

Our result indicated that novelty seeking at adolescence was reduced after gestational exposure at 2.6 W/kg. Maternal immune activation induced a SAR-dependent reduction of sensory-motor gating in adults and adolescent neuro-inflammation elicited a SAR-dependent reduction of emotionality.

These data support the fact that special attention is needed for protection of developing organisms from combined environmental exposures with RF-EMF.



**Figure 1 /** La capacité de filtrage sensoriel mesurée par l’inhibition du reflex de sursaut est réduite chez l’adolescent à la suite d’expositions gestationnelles combinées aux CEM-RF et aux LPS. N = 9 / groupe.



**Figure 2 /** La mémoire émotionnelle mesurée par Freezing (immobilisation de l’animal) est réduite chez l’adulte à la suite d’expositions commencées chez l’adolescent combinant les CEM-RF et une neuro-inflammation dans l’amygdale (niveaux augmentés de GFAP). N = 10 / groupe.