



**HAL**  
open science

# Nouvelle approche de mesure de l'activité cérébrale sous RF

Delia Arnaud-Cormos

► **To cite this version:**

Delia Arnaud-Cormos. Nouvelle approche de mesure de l'activité cérébrale sous RF : Imagerie ultrasonore fonctionnelle du cerveau de rongeurs sous exposition RF. Les cahiers de la Recherche : Santé, Environnement, Travail, 2022, 20, pp.30-31. anses-04109371

**HAL Id: anses-04109371**

**<https://anses.hal.science/anses-04109371>**

Submitted on 30 May 2023

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

## Nouvelle approche de mesure de l'activité cérébrale sous RF

Imagerie ultrasonore fonctionnelle du cerveau de rongeurs sous exposition RF

**Delia ARNAUD-CORMOS**, Xlim, UMR 7252  
CNR - Limoges

Équipe partenaire : **Yann Percherancier**,  
Université de Bordeaux I, IMS CNRS UMR 5218 -  
Talence

Étude de faisabilité (de déc. 2018 à mai 2020) –  
Financement : 49.712 € – Contact : delia.arnaud-  
cormos@xlim.fr

**Mots-clés** : cerveau, in vivo, expérimentation animale, radiofréquence, imagerie ultrasonore, rayonnement électromagnétique, téléphone mobile, système nerveux central, dosimétrie, absorption onde, interaction, neurone, échodoppler

Un grand nombre de recherche ont été menées, ces vingt dernières années, pour répondre aux nombreuses questions soulevées par l'utilisation croissante des téléphones portables et/ou des systèmes de télécommunications sans fil. Mais les résultats sont souvent contradictoires et ne parviennent pas à démêler les mécanismes d'interaction entre les neurones et les rayonnements des téléphones portables. Comment évaluer les effets biologiques potentiels induits par les champs électromagnétiques ? Comment déchiffrer ces interactions subtiles entre la matière vivante et les radiofréquences (RF) de faible niveau ?

Une nouvelle technique révolutionnaire laisse entrevoir de nouvelles possibilités pour observer *in vivo* l'activité cérébrale (en temps réel) et la connectivité fonctionnelle<sup>99</sup> sur des souris exposées aux radiofréquences.

<sup>99</sup> Manière dont les différentes régions du cerveau interagissent entre elles et forment des réseaux dits « fonctionnels » (en anglais, « *resting state networks* »).

## La neuro-imagerie

La neuro-imagerie est une technique récente d'imagerie cérébrale ; elle permet de suivre l'activité du cerveau à travers des changements des flux sanguins. Grâce à une nouvelle méthode « fUS »<sup>100</sup>, qui marque l'introduction des ultrasons dans cette forme d'imagerie cérébrale, elle permet d'« imager » en temps quasi-réel l'activité cérébrale chez de petits animaux (ex. rongeurs) avec une grande résolution spatiale et temporelle.

Par conséquent, notre objectif est d'essayer de tirer parti de cette technique au cours d'un protocole expérimental, pour affiner les mesures obtenues lors de l'exposition de souris aux RF de faible intensité.

## Le projet de recherche : RadioFlow

Après avoir amélioré le rapport « signal » à « bruit » des images, nous avons exploité un système qui permet d'« imager » le cerveau de la souris anesthésiée par échographie Doppler, c'est-à-dire de la manière la moins invasive possible<sup>101</sup>. Ainsi, les principaux objectifs de notre projet sont :

1. Le développement et la caractérisation d'un système « tête seule » pour l'enregistrement de l'activité cérébrale des souris lors de leur exposition aux radiofréquences ;
2. La réalisation de tests préliminaires pour évaluer l'efficacité de cette nouvelle application pour la surveillance de l'activité cérébrale des souris ;
3. L'obtention, à partir des investigations *in vivo*, de résultats préliminaires sur cette activité cérébrale pendant l'exposition aux RF.

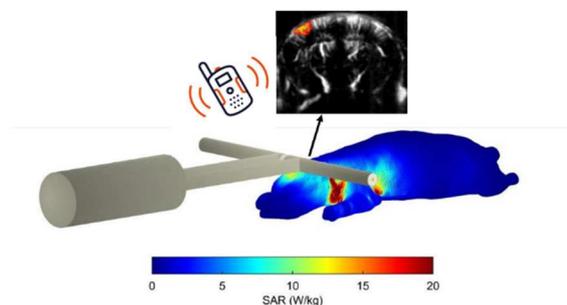
<sup>100</sup> De l'anglais « *functional ultrasound imaging* ».

<sup>101</sup> Sans chirurgie lourde et injection d'agents de contraste.

## Méthodologie

Un nouveau système expérimental a été conçu pour permettre simultanément :

- L'exposition des souris « tête seule » aux champs RF à l'aide d'une antenne dipôle<sup>102</sup> (ou dipolaire) ;
- L'enregistrement de l'activité cérébrale avec une sonde à ultrasons (fUS) développée par la startup Iconeus<sup>103</sup>.



**Illustration 22 : Suivi de l'activité cérébrale de souris pendant l'exposition aux RF (Crédits : XLIM-IMS)**

Pour fournir une dosimétrie complète et précise de l'interaction entre le champ électromagnétique généré par l'antenne et les souris, trois modèles « fantômes » ont été utilisés et caractérisés, de forme de plus en plus réaliste : rectangulaire plat, souris simplifiée et en forme de souris.

Le débit d'absorption spécifique<sup>104</sup> (DAS) du système d'exposition a été évalué au moyen de mesures de température expérimentales et de simulations numériques de champ électrique. Sur la base de la dosimétrie, des expositions ont été réalisées à des valeurs DAS de 2W/kg, 6 W/kg, CW<sup>105</sup> et GSM<sup>106</sup>.

<sup>102</sup> Antenne constituée de deux brins métalliques, alimentée en son milieu pour transmettre (ou recevoir) de l'énergie électromagnétique : adaptée, ici, à la fréquence considérée de 1,8 gigahertz (GHz).

<sup>103</sup> Site internet : <http://iconeus.com>

<sup>104</sup> Ou SAR en anglais « *Specific Absorption Rate* ».

<sup>105</sup> De l'anglais « *continuous wave* » pour onde continue : onde électromagnétique d'amplitude et de fréquence constantes.

## Résultats

Pour la première fois, nous avons évalué dans cette étude, la possibilité d'analyser les réponses cérébrales en temps réel des souris lors d'une exposition aux RF. Ces travaux constituent une première étape fondamentale pour une étude plus poussée des interactions entre RF et le système nerveux central.

L'analyse des résultats obtenus à 6 W/kg ne montre clairement aucun impact de l'exposition sur la réponse évoquée dans le cortex sensoriel primaire<sup>107</sup> « S1HL » gauche, après stimulation des moustaches controlatérales et de la matrice de connectivité fonctionnelle moyenne. Les résultats complémentaires à 2W/kg vont faire aussi l'objet d'une analyse approfondie.

Nous envisageons de poursuivre nos efforts pour évaluer les effets des RF, sur l'activité cérébrale de souris éveillées et apporter de précieuses informations, en particulier lors de l'étude de nouveaux signaux.

### Publications :

R. Orlacchio, Y. Percherancier, F. Poulletier de Gannes, A. Hurtier, I. Lagroye, P. Leveque, D. Arnaud-Cormos, "In Vivo Functional Ultrasound (fUS) Real-Time Imaging of Mice Brain Under Radiofrequency Exposure". *Bioelectromagnetics*, Avril 2022.

<sup>106</sup> De l'anglais « *Global System for Mobile Communication* », norme numérique pour la téléphonie mobile.

<sup>107</sup> Cortex sensoriel primaire, membres postérieurs. De l'anglais, « *Primary sensory cortex hind limb* ».