



Les effets potentiels des radiofréquences sur les thermorécepteurs

René de Seze, Brahim Selmaoui

► To cite this version:

René de Seze, Brahim Selmaoui. Les effets potentiels des radiofréquences sur les thermorécepteurs : Modélisation numérique de l'interaction des champs RF sur les récepteurs thermiques : mécanismes et expérimentations vivo et vitro. Les cahiers de la Recherche : Santé, Environnement, Travail, 2022, 20, pp.21-22. 10.3917/re1.103.0023 . anses-04107733

HAL Id: anses-04107733

<https://anses.hal.science/anses-04107733>

Submitted on 26 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

Les effets potentiels des radiofréquences sur les thermorécepteurs

Modélisation numérique de l'interaction des champs RF sur les récepteurs thermiques : mécanismes et expérimentations *vivo* et *in vitro*

René DE SEZE et Brahim SELMAOUI,
Ineris, TEAM Peri/Tox, Verneuil-en-Halatte

Équipes partenaires : **Yann Percherancier**, IMS CNRS UMR 5218, Talence – **Christian Person**, Telecom Bretagne, Brest – **Francesca Apollonio**, Department of Information Engineering, Electronics and Telecommunications Sapienza, Université de Rome, Italie

Projet de recherche (en cours depuis nov. 2020 -
Durée : 40 mois) – Financement : 199.935 € –
Contact : brahim.selmaoui@ineris.fr

Mots-clés : radiofréquence, interaction, modélisation, thermorégulation, température corporelle, récepteur, antagoniste, mécanisme action, expérimentation animale, in vivo, in vitro, modèle, molécule, dosimétrie, souris, technologies de l'information et de la communication

À ce jour, les seuls effets connus et validés des radiofréquences (RF) sur la matière vivante sont les effets thermiques tels que l'échauffement des tissus. En raison des risques associés, des recommandations et des normes ont été définies afin d'assurer la protection de la population générale (restrictions de base). Ainsi, les valeurs limites d'exposition des personnes aux champs électromagnétiques imposées par la réglementation correspondent au débit d'absorption spécifique (DAS), qui s'exprime en watts par kilogramme (W/kg) : 0,08 W/kg (corps entier) et 2W/kg (pour la tête ou le tronc)⁶⁹.

⁶⁹ Décret No 2002-775 du 3 mai 2002 qui transpose en droit français la recommandation européenne 1999/519/CE du 12 juillet 1999 à partir du guide ICNIRP pour l'établissement de limites d'exposition (1998).

Toutefois, des expérimentations menées en laboratoire ont montré des modifications de l'homéostasie (ex. température) chez des rats juvéniles exposés à des RF de faible intensité⁷⁰.

La thermorégulation

Exposé au chaud ou au froid, l'organisme met en œuvre des mécanismes de régulation qui lui permettent de se maintenir à une température souhaitée. Ces mécanismes reposent sur un équilibre constant (homéostasie) entre les apports et les pertes de chaleur (ex. apport alimentaire, activité locomotrice, sommeil). Après avoir exposé des rats⁷¹ pendant cinq semaines (23h/24, 7j/7) à des ondes de faible intensité⁷², il a été observé que ceux-ci adoptaient une stratégie d'évitement des températures les plus basses⁷³.

Cette réaction proviendrait d'une sensibilité accrue au froid due à un effet direct des RF sur les thermorécepteurs possédant une protéine TRPM-8, elle-même sensible au froid. Face à cette hypothèse, la question des effets potentiels des RF sur la matière vivante aux niveaux cellulaires et moléculaires se pose notamment sur les protéines impliquées dans la réponse au stress cellulaire telles que d'autres canaux TRP⁷⁴.

⁷⁰ Amandine Pelletier, Jean-Pierre Libert, *Effets cumulés des ONIE : co-exposition aux ONIE et à une contrainte thermique*, Cairn.info :

<https://doi.org/10.3917/re1.103.0023>

Pelletier, A., et al. (2013). "Effects of chronic exposure to radiofrequency electromagnetic fields on energy balance in developing rats." *Environmental Science and Pollution Research* 20(5): 2735 - 2746

⁷¹ Âgés de trois semaines.

⁷² Du type de celles émises par des antennes relais (900 MHz, 1 V/m, 0,3 W/kg).

⁷³ Les animaux étaient libres de se déplacer dans trois enceintes régulées chacune à des températures différentes (24, 28 et 31°C).

⁷⁴ De l'anglais « *Transient Receptor Potential* ».

La technique du BRET

Au cours des vingt dernières années, les approches basées sur le transfert d'énergie par résonance (RET) ont offert de nouvelles possibilités pour suivre en temps réel et sur des cellules vivantes, les interactions entre protéines ou leurs changements de conformation. Afin de pouvoir exposer des cellules vivantes aux champs RF, cette technique a nécessité la mise au point d'un dispositif expérimental à l'aide de sondes BRET (bioluminescence), basé sur les canaux TRP thermosensibles et sur des fibres optiques reliées à un spectromètre. Cette technique prometteuse est de plus en plus utilisée pour l'étude de l'activité protéique dans la matière vivante⁷⁵.

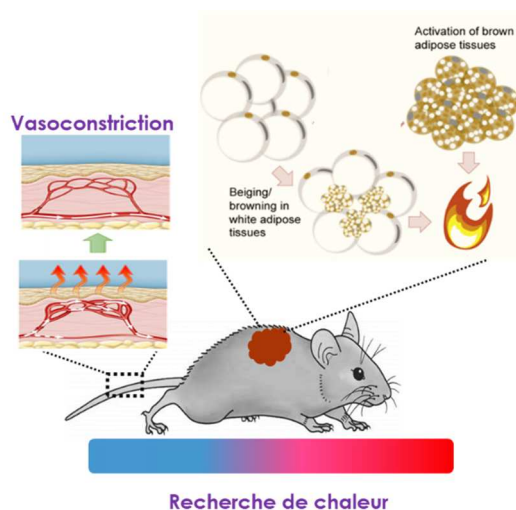


Illustration 18 : La régulation thermique, en réponse au froid (Auteur : Thi Cuc Mai)

Le projet de recherche : MOTHERR

L'objectif de cette étude est d'évaluer en temps réel sur la matière vivante (fibroblastes

primaires et lignées cellulaires) les effets potentiels de l'exposition aux champs RF (LTE, 5G)⁷⁶ en suivant l'activité des canaux ioniques TRP à l'aide de la technique du BRET.

Méthodologie

En parallèle, nous mènerons des expériences pharmacologiques *in vivo* avec différents composés actifs (médicaments) pour vérifier la spécificité des effets observés et leur corrélation avec les expériences *in vitro*.

En outre, un modèle numérique (dynamique moléculaire) permettra de décrire les mécanismes d'interaction et de vérifier si les effets observés peuvent s'expliquer par des modèles « classiques » d'interaction. L'étude des effets des RF sur les différents récepteurs thermiques sera aussi recherchée, en fonction des températures ambiantes et du froid (ex. interaction possible avec des agonistes/antagonistes).

Résultats préliminaires

- Les sondes TRP ont été conçues et leur réponse en fonction de la température a été caractérisée. Les premiers résultats avec exposition RF n'ont pas montré de modification.
- Les modèles de canaux récepteurs TRP ont été élaborés afin d'étudier l'interaction des radiofréquences avec leur configuration.
- L'utilisation d'antagonistes a montré différents effets sur la cinétique thermique entre les animaux exposés et contrôles.
- Un effet sur l'hormone de stimulation thyroïdienne TSH a été observé, et les concentrations des hormones thyroïdiennes T3 et T4 sont étudiées plus en détail.

⁷⁵ RF-BioCell, *Etude en temps réel des effets cellulaires globaux des champs radiofréquences*, projet porté par Yann Percherancier (2013-RF-195) - Yann Percherancier. Mémoire pour l'obtention de L'Habilitation à Diriger des Recherches Etude des effets cellulaires et moléculaires des champs électromagnétiques. Sciences du Vivant [q-bio]. Université de Bordeaux, 2017. (tel-02525164)

⁷⁶ De 4 mW/kg à 4W/kg.