

# OMRI A CHAMP ULTRA-FAIBLE : un nouveau système d'imagerie des radicaux libres chez les rongeurs

Dahmane Boudries \*<sup>1</sup>, Philippe Massot<sup>1</sup>, Philippe Mellet<sup>1</sup>, Elodie Parzy<sup>1</sup>, Seda Seren<sup>1</sup>, Jean-Michel Franconi<sup>1</sup>, Eric Thiaudiere<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de résonance magnétique des systèmes biologiques (CRMSB) – Université de Bordeaux, Centre National de la Recherche Scientifique – Bât. A4 - case 93 146 Rue Léo Saignat 33076 BORDEAUX CEDEX, France

**Objectifs :** Le but de cette étude était d'évaluer la faisabilité de l'OMRI (IRM rehaussée par l'effet Overhauser) à champ ultra bas pour observer la biodistribution des radicaux libres chez des rats vivants.

**Matériels et Méthodes :** Le système instrumental PrimoGAIA ULF intègre (1) : une cage B0 capable de créer un champ magnétique statique dans n'importe quelle direction de 0 à 206 $\mu$ T et de compenser en même temps le champ magnétique terrestre ; une unité de pré-polarisation magnétique (bobine solénoïde commutable produisant 20mT) ; une unité RPE (émetteur RF, bobine en cage d'oiseau (D=62mm, L=95mm) fonctionne à 72MHz à 206 $\mu$ T ; une unité RMN 1H (canal d'émission/réception à 8.79kHz ; bobine "gradiomètre" d'émission-réception basse fréquence de 110mm de long et 80mm de diamètre) ; un système de gradients 3D pour le codage spatial; un séquenceur programmé sous Matlab®. Séquences : Toutes les expériences RMN ont été réalisées à 206 $\mu$ T et comprenaient une étape de préparation, soit une pré-polarisation à 20mT pour l'imagerie anatomique, soit une irradiation RPE pour l'OMRI. L'imagerie in-vivo a été réalisée chez des rats femelles Wistar anesthésiés (kétamine/xylazine) (masse corporelle 250g). Les rats ont été soit injectés par voie i.v. avec 1ml de TOPCA à 200mM, soit instillés par voie intratrachéale avec 100 $\mu$ l de 3-carboxy-proxyl à 100mM. Une séquence ZTE (TR/TE = 245/13ms) a été utilisée.

**Résultats :** Avec la pré-polarisation magnétique, la forme générale du corps entier du rat a pu être acquise en 3D lors de 3 expériences distinctes (Fig.2). Le SNR moyen était de l'ordre de 10. L'OMRI réalisée soit dans l'abdomen soit dans le thorax a permis une visualisation claire des nitroxydes dans les reins (Fig.2.C-D), la vessie (Fig.2.B-D) et les poumons (Fig.2.A). Le SNR était de l'ordre de 3-5.

**Conclusion :** Le système à faible coût a permis à la fois l'imagerie 3D classique avec pré-polarisation et l'OMRI en 3D chez les rongeurs vivants (1). Les nitroxydes utilisés étaient stables et non toxiques. Aucun problème de chauffage des tissus n'a été rencontré, grâce à la basse fréquence RPE. Cette étude ouvre la voie à l'imagerie moléculaire future de la protéolyse dans le contexte des maladies inflammatoires, par exemple dans les poumons ou les reins. D'autres développements sont en cours pour transposer cette approche sur des animaux plus grands.

---

\*Intervenant

**References** : 1- Boudries, D., Massot, P., Parzy, E., Seren, S., Mellet, P., Franconi, J. M., Miraux, S., Bezançon, E., Marque, S.R.A., Audran, G., Muetzel, M., Wintzheimer, S., Fidler, F., & Thiaudiere, E. (2023). A system for in vivo on-demand ultra-low field Overhauser-enhanced 3D-Magnetic resonance imaging. *Journal of Magnetic Resonance*, 348, 107383. doi.org/10.1016/j.jmr.2023.107383

**Mots-Clés:** IRM, OMRI, champ magnétique ultra, faible, nitroxydes, in, vivo

## Figures

### I. *In-vitro*

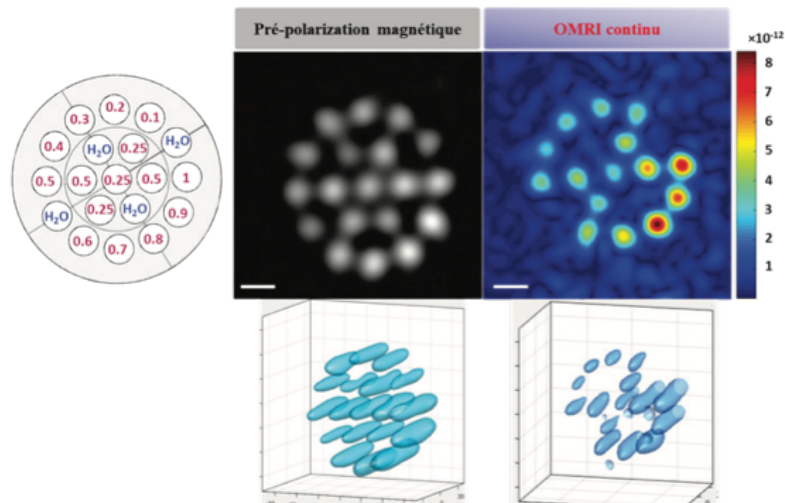


Figure 1 : Image 3D in-vitro sur fantôme en pré-polarisation magnétique et en OMRI, schéma à gauche décrit la répartition des tubes de 1mL avec différentes concentrations de TOPCA (de 0,1 à 1mM), et des tubes d'eau de 1mL comme référence. Au centre, une image 3D obtenue par pré-polarisation magnétique et à droite l'OMRI avec la même résolution spatiale (une seule coupe est montrée).

### II. *In-vivo*

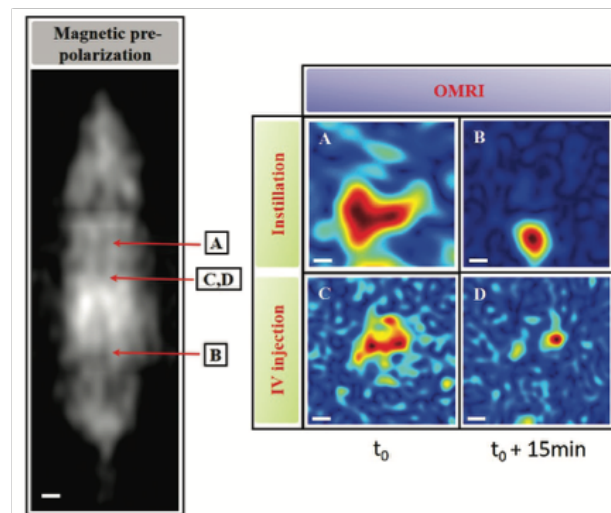


Figure 2 : Image 3D en OMRI du rat post instillation (A, B) ou post-injection i.v. (C, D). (A) champ de vue thoracique, 2 minutes post-instillation ; (B) champ de vue abdominal (vessie), 15 minutes post-instillation ; (C) champ de vue abdominal (reins) pendant l'injection i.v. ; (D) même champ de vue que (C, reins et vessie), 15 minutes post-injection i.v.