
Sujet de thèse

Equipe : RMN et optique
Directeur de thèse : Anne-Laure Perrier (MC UCB) / Olivier Beuf (CR CNRS)
Contact : anne-laure.perrier@adm.univ-lyon1.fr / olivier.beuf@univ-lyon1.fr

Capteurs de mesure « haute densité » pour la bio-intégration et bio-fonctionnalité du cartilage articulaire en IRM du petit animal

Contexte:

La prévalence et l'incidence des pertes de substance cartilagineuses dans le genou restent mal connues du fait d'une grande variété de pathologies pouvant en être à l'origine. Le traitement des lésions cartilagineuses localisées ou diffuses reste ainsi un problème d'actualité. Les difficultés de traitement de ces lésions tiennent aux faibles capacités de réparation spontanée du cartilage. Il apparaît donc nécessaire de stimuler, guider, mais surtout d'évaluer la réparation du cartilage. L'imagerie par Résonance Magnétique (IRM), technique non invasive, est aujourd'hui incontournable pour évaluer les performances dans le diagnostic, le suivi et l'évaluation des lésions du cartilage (1) et de leur réparation. Dans le cadre du projet CEMABIR financé par l'ANR, l'équipe définit les bases méthodologiques pour l'évaluation expérimentale de la bio-intégration et de la bio-fonctionnalité d'un implant cartilagineux (cellules souches mésoenchymateuses d'origine humaine et matrice collagénique) dans le genou de rat. Ces résultats permettront de définir les conditions optimales pour l'évaluation et le suivi IRM non traumatique de la bio-intégration d'un greffon chondrogénique, en vue d'un ultérieur transfert clinique.

Objectif:

L'objectif de la thèse est de concevoir et réaliser des capteurs spécifiques pour quantifier morphologiquement l'épaisseur du cartilage ainsi que pour caractériser la structure du cartilage articulaire sur un modèle d'arthrose du genou du rat. Une première série de capteurs fondés sur la mise en réseau de dipôles magnétiques sera étudiée pour explorer simultanément les deux articulations de l'animal sur un système 7T (2). Une stratégie spécifique de connexion dynamique entre les éléments des capteurs et les canaux de réceptions au cours de la séquence d'acquisition permettra d'augmenter la densité apparente du nombre de canaux de réception.

Dans une seconde partie, d'autres antennes fondées sur la propagation du signal RF en champ lointain seront étudiées. Cette méthode innovante récemment publiée (3) se présente comme une alternative attractive à haut champ magnétique, c'est-à-dire lorsque la longueur d'onde du signal RMN devient petite devant la taille de la région à explorer. Les deux approches (champ proche et lointain) seront systématiquement comparées afin de mettre en évidence les avantages de chaque approche.

Méthodologie:

- Développement des capteurs réseaux 4/8 canaux pour l'imagerie simultanée des articulations.
- Concevoir un dispositif d'attribution et de gestion dynamique des canaux de réception.
- Valider ces capteurs et dispositifs *in vitro* puis *in vivo* sur le système 7T de la plateforme Animage.
- Développer un système innovant fondé sur la propagation d'une onde électromagnétique dans un guide d'onde pour des applications petit animal (simuler et concevoir un guide d'onde puis des antennes d'émission-réceptions)
- Comparer cette nouvelle méthode de mesure aux méthodes habituelles en termes de rapport signal sur bruit, résolution spatiale et/ou temporelle, champ de vue.

Compétences requises :

Electronique, hyperfréquences, conception de dipôle magnétique et d'antenne, travail d'équipe, bon niveau en anglais.

Bibliographie :

1. Goebel JC, Bolbos R, Pinzano A, Schaeffer M, Rengle A, Galois L, Etienne S, Netter P, Loeuille D, Beuf O, Gillet P, « In vivo rat knee cartilage volume measurement using quantitative high resolution MRI (7T): Feasibility and reproducibility », *Biomed Mater Eng*, 18:247-252, 2008.
2. Rengle A, Armenean M, Bolbos R, Goebel J-C, Pinzano-Watrin A, Saint-James H, Gillet P, Beuf O, «A dedicated two-channel phased array receiver coil for high resolution MRI of the rat knee cartilage at 7T », *IEEE Trans Biomed Eng*, 56(12):2891-2897, December 2009.

3. Brunner D-O, De Zanche N, Frohlich J, Paska J, Pruessmann K-P, « Travelling-wave nuclear magnetic resonance », *Nature*, 457:994-998, February 2009.