

Optimisation de capteurs pour l'IRM à champ faible en imagerie vétérinaire : mesure de volumes en surface in vivo.

Thomas Feuillet^{1,2}, Marie-José Seurin², Hervé Saint-Jalmes^{3,4}, Olivier Beuf¹

¹Université de Lyon, CREATIS ; CNRS UMR 5220 ; Inserm U1044; INSA-Lyon; Université Lyon 1, Villeurbanne, France ;

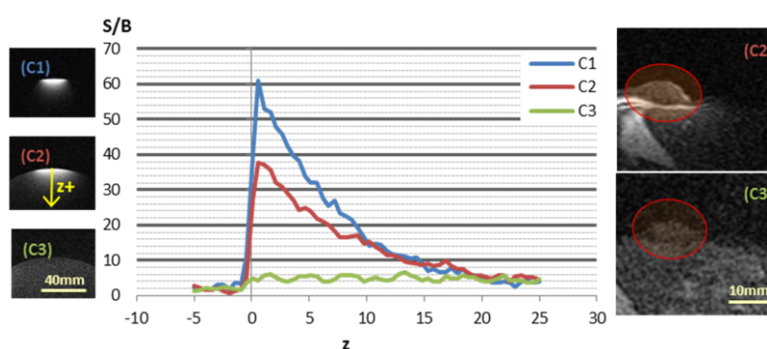
²CIRMA, Marcy l'Etoile, France ; ³LTSI; Inserm U1099; Université Rennes 1, Rennes, France ; ⁴CRLCC; Centre Eugène Marquis, Rennes, France

Introduction: l'IRM à faible champ appliqué à l'imagerie vétérinaire emploie presque exclusivement des capteurs pour l'homme qui ne sont pas adaptés à la morphologie du moyen animal. Dans le cadre d'une étude visant à mesurer le volume d'une injection de gel en sous cutanée sur lapin, des capteurs de surface dédiés à l'application ont été conçus puis caractérisés.

Matériel et méthodes: Le lapin a été préalablement injecté sur 8 sites sous-cutanés de part et d'autre de sa colonne vertébrale d'un gel expérimental (composition non dévoilée) en quantité approximative (~200µL) pour chaque site. L'imager utilisé est un modèle Vet-MR 0,18T à aimant permanent ouvert, à champ magnétique statique vertical de chez Esaote. Les 3 capteurs utilisés sont : (C1) = capteur simple boucle (diamètre 20mm) de fil de cuivre (section circulaire 1mm) optimisé pour l'application^(1, 2) ; (C2) = capteur « double boucle » constitué de 2 solénoïdes (N=3 spires, diamètre=35mm, diamètre fil cuivre=1mm) en série (électriquement) ; (C3) = capteur industriel Esaote pour épaule humaine (diamètre approximatif = 200mm). Le découplage des capteurs de surface (conçus au laboratoire) vis-à-vis de l'antenne d'émission est de type passif et obtenu via des diodes Schottky 1N5817 tête-bêche. Les performances des différents capteurs en termes de rapport signal-surbruit (S/B) sur les images d'un fantôme (bouteille 1,5L : solution de 50mM NaCl + 5mM NiCl₂) ont été comparées. La séquence de caractérisation est de type écho de gradient 3D (TR=26ms, TE=10ms, NEX=1, FA=45°, matrice=256x256x52 / FOV=130x130x31.2mm³). Le profil de sensibilité est obtenu à partir de la mesure du S/B du bord au centre du fantôme (Figure 1, images de gauche). Après caractérisation, le lapin a été injecté puis l'imagerie a été effectuée à l'aide des capteurs (C2) et (C3) (Figure 1, images de droite, injection entourée en rouge) à l'aide d'une séquence en écho de gradient 3D (TR=26ms, TE=10ms, NEX=2, FA=25°, matrice 256x256x52 / FOV 130x130x31.2 mm³). Le capteur (C2) a été placé à proximité (env. 10mm) du site d'injection. Pour le capteur (C3), la totalité du lapin a été placée dans le capteur volumique. La mesure du volume du site est obtenue à partir d'une segmentation manuelle.

Résultats: Les profils de S/B pour les capteurs (C1), (C2) et (C3) sont illustrés à la Figure 1. La mesure du volume avec (C3) a été impossible à cause du trop faible S/B. Avec (C2) la mesure du volume injecté a été possible et quantifié à 330±50 µL.

Figure 1 : Graphe au centre : profils du S/B de l'extérieur vers l'intérieur de la bouteille (z+). Capteurs de surface placés vers z=-2mm ; bouteille situé à z>0mm. Images à gauche : fantôme observé avec chacun des capteurs (C1), (C2) et (C3) et axe z pour les profils de S/B. Images à droite : images agrandies des sites injectés, obtenues avec les capteurs (C2) et (C3).



Discussion: La conception d'un nouveau capteur a permis de gagner un facteur ~12,2 sur le S/B entre le capteur volumique (C3) et de surface (C1) localement (à proximité du capteur : z=0). Avec le capteur (C2), la mesure du volume du gel injecté a été possible avec une séquence d'écho de gradient 3D avec des coupes d'épaisseur 0,6mm, à la limite des performances du système. On observe d'autre part un facteur ~1,6 sur le S/B entre (C2) et (C1), à proximité du capteur (z=0mm), même si (C2) et (C1) ont une sensibilité équivalente à longue distance (z>10mm). Le capteur (C1) permettra de préciser la mesure du volume par la suite. Pour des objets distants de plus de 20mm, l'utilisation de ces nouveaux capteurs n'est plus justifiée. En revanche, pour une distance de 6mm du bord du fantôme, on mesure un gain de ~5,6 sur le S/B entre le capteur (C3) et (C1) et ~4,2 entre (C3) et (C2). Cette distance de 6mm correspond environ à la profondeur maximale d'exploration d'un site d'injection de gel sur le lapin.

Références:

- (1) DOTY F.D. et al., *Radio frequency coil technology for small-animal MRI*, NMR Biomed. 2007, Vol. 20: pp. 304–325.
- (2) HYDE J.S., *Surface and Other Local Coils for In Vivo Studies*, Encyclopedia of Magnetic Resonance, 2007.