

Master thesis : Multi-echo ^{23}Na MRI Sequence Evaluation for Quantitative Mapping (including introduction to research methodology)

Auteur : Minne, Romane

Promoteur(s) : Phillips, Christophe

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil biomédical, à finalité spécialisée

Année académique : 2025-2026

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/26149>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Multi-echo ^{23}Na MRI Sequence Evaluation for Quantitative Mapping

Author: Romane Minne

Section: Biomedical Engineering

Academic year: 2025–2026

Supervisor: Christophe Phillips

Co-supervisor: Mikhail Zubkov

Sodium magnetic resonance imaging (^{23}Na MRI) is a promising imaging modality that provides information on tissue viability and cellular homeostasis beyond what can be obtained with conventional hydrogen MRI. However, its clinical and research applications remain challenging because of the low sodium concentration *in vivo*, its lower gyromagnetic ratio, and the rapid decay of the MR signal, which result in a low signal-to-noise ratio (SNR).

The first objective of this thesis was to optimize sodium MRI acquisition parameters in order to maximize SNR while maintaining clinically acceptable acquisition times and respecting specific absorption rate (SAR) constraints. A theoretical optimization framework based on the signal equation of spoiled gradient-echo imaging was developed and experimentally validated using homogeneous sodium phantoms. This approach enabled the determination of an optimal combination of repetition time, flip angle, and number of radial projections.

The second objective was the development and evaluation of quantitative sodium relaxation mapping methods. Longitudinal relaxation times (T_1) were estimated using the variable flip angle method, while effective transverse relaxation times (T_2^*) were obtained from multi-echo acquisitions combined with voxel-wise fitting procedures. The performance of conventional Ultra-Short Echo Time (UTE) imaging was compared with Density-Adapted Radial Acquisition (DARAD), a sampling strategy designed to improve acquisition efficiency and image quality in sodium MRI.

Phantom experiments demonstrated that DARAD acquisitions produced more homogeneous parameter maps and narrower relaxation time distributions than conventional UTE acquisitions. The proposed methodology was subsequently applied to human brain imaging, where quantitative T_1 and T_2^* maps were generated. The results suggest that density-adapted radial sampling improves the robustness and precision of sodium relaxation parameter estimation.

Overall, this work demonstrates the feasibility of quantitative sodium relaxation mapping at 7T and highlights the advantages of DARAD acquisitions for sodium MRI.