



HAL
open science

OPTIMISATION D'IMPULSIONS RADIOFREQUENCES A FAIBLE ENERGIE ET A T2 COURT EN IRM

Emilio Molina, Hélène Ratiney, Eric van Reeth

► **To cite this version:**

Emilio Molina, Hélène Ratiney, Eric van Reeth. OPTIMISATION D'IMPULSIONS RADIOFREQUENCES A FAIBLE ENERGIE ET A T2 COURT EN IRM. journées Recherche en Imagerie et Technologies pour la Santé (RITS), Jun 2024, Aubiere, France. hal-04630136

HAL Id: hal-04630136

<https://hal.science/hal-04630136>

Submitted on 1 Jul 2024

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, publi es ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou priv es.

OPTIMISATION D'IMPULSIONS RADIOFREQUENCES A FAIBLE ENERGIE ET A T₂ COURT EN IRM

Emilio Molina¹, Hélène Ratiney¹, Eric Van Reeth^{1,2}

1. CREATIS, INSA Lyon, Université Claude Bernard Lyon1, CNRS UMR5220, Inserm U1294, F-69621, LYON, France

2. CPE Lyon, Villeurbanne, 69100, France

Introduction

En résonance magnétique nucléaire (RMN), des impulsions des radiofréquences (RF) sont appliquées pour créer un signal détectable dans des régions spectrales/spatiales spécifiques. Le dépôt d'énergie RF est soumis à des contraintes pratiques: i) le débit d'absorption spécifique, proportionnel à l'énergie RF, est soumis à des seuils pour limiter l'échauffement du patient, et ii) le respect des contraintes matérielles des antennes utilisées. L'imagerie des tissus à T₂ courts est un défi pour l'IRM puisque la relaxation att enu e fortement le signal pendant l'excitation RF, induisant une perte de signal significative ainsi qu'un profil de coupe d egrad e. L'effet de la relaxation peut être limit e en utilisant des impulsions dont le pic d'amplitude est retard e (e.g impulsions Shinnar-LeRoux à minimum de phase), et de durée la plus courte possible. Depuis les travaux [1], le contrôle optimal (CO) est utilis e pour le design d'impulsions RF en RMN. Il permet de calculer l'impulsion RF optimale au sens d'un critère défini, en se basant sur une modélisation précise de la dynamique du système (ici l'aimantation). Ce travail présente une approche originale de la prise en compte des contraintes d'énergie RF lors du calcul de l'impulsion. Nous présentons les résultats obtenus en simulation ainsi que des résultats *in vitro* acquis sur échantillon sur un IRM Bruker 11.7T. Le résultat est compar e avec une impulsion Shinnar-Le roux (SLR) [2] à minimum de phase.

Méthodes

La m ethodre repose sur le contrôle de l'aimantation des isochromats $\vec{M} = (M_x, M_y, M_z)$, dont la dynamique est décrite par les équations de Bloch :

$$\begin{aligned} \dot{M}_x(t) &= -\frac{M_x(t)}{T_2} + \Delta w_0 M_y(t) - w_y(t) M_z(t) \\ \dot{M}_y(t) &= -\frac{M_y(t)}{T_2} - \Delta w_0 M_x(t) + w_x(t) M_z(t) \\ \dot{M}_z(t) &= -\frac{M_0 - M_z(t)}{T_1} + w_y(t) M_x(t) - w_x(t) M_y(t). \end{aligned} \quad (1)$$

Dans les équations, les fonctions $w_x(t)$ et $w_y(t)$ représentent les composantes de l'impulsion et sont nos variables de contrôle. L'objectif est d'amener l'aimantation $\vec{M}(T)$ à l'instant T aussi près que possible d'une valeur cible, formalisée comme une contrainte dans l'algorithme. La fonction de coût à minimiser est l'énergie de l'impulsion, définie telle que:

$$\frac{T}{4\pi^2} \int_0^T w_x^2(t) + w_y^2(t) dt \quad (2)$$

Afin de résoudre ce problème de contrôle optimal, nous adaptons l'algorithme GRAPE [3]. Les calculs ont été

r ealis es en considérant une valeur de T₂ à 5 ms. Le produit temps/bande passante (TBP) des impulsions testées a été arbitrairement choisi à 14.

Résultats

La Figure 1 compare les impulsions RF ainsi que les profils de coupe simul es et expérimentaux, obtenus avec les stratégies CO et SLR.

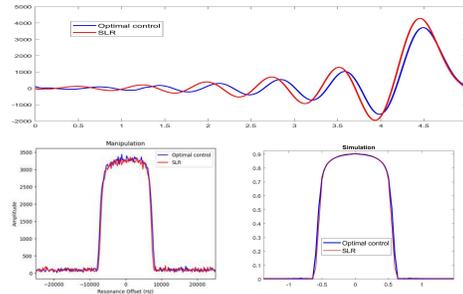


Figure 1: Impulsions (en haut) et profils (en bas, acquis à gauche, simul es à droite) obtenus avec notre m ethodre en bleu et avec la m ethodre SLR en rouge.

Les résultats simul es montrent une très forte similarité des profils de coupe SLR et CO. La tendance est respectée expérimentalement, bien que le signal soit plus hétérogène dans la coupe. Dans l'expérience présentée, notre impulsion génère plus de signal dans la zone excitée, bien qu'avec plus de bruit, et des valeurs très similaires à l'impulsion SLR en dehors de la zone excitée. L'impulsion CO réduit cependant l'énergie déposée de 29% par rapport à la SLR.

Discussion

Ces résultats sont en cours de validation expérimentale. Il est envisag e d'étendre ces travaux pour l'optimisation d'impulsions à faible TBP, pour une application sur des séquences UTE (Ultra-short Echo Time).

Références

- [1] Conolly S. et al, IEEE TMI, 5(2):106-115, 1986.
- [2] Pauly J. et al, IEEE TMI, 10(1):53-65, 1991.
- [3] Khaneja N. et al, JMR, 172(2):296-305, 2005.

Remerciements

Ces travaux sont financ es par l'ANR LOOP (ANR-22-CE45-0013), dans le cadre ANR-11-LABX-0063. Les acquisitions ont été réalisées sur la plateforme PILoT affiliée au réseau FLI - ANR-11-INBS-0006.