

Une méthode variationnelle pour l'imagerie en résonance paramagnétique électronique

Maud KEREBEL, Université Paris Descartes

Mots-clés : Imagerie, Méthode variationnelle, Résonance paramagnétique électronique

L'imagerie par résonance paramagnétique électronique (IRPE) est une technologie récente permettant d'identifier et de localiser les radicaux libres *in vitro* ou *in vivo*, ce qui mène à des applications dans les sciences biomédicales ou des matériaux. Les données brutes fournies par la machine consistent en la transformée de Radon de l'échantillon, convoluée avec le spectre de résonance paramagnétique, à laquelle se rajoute un bruit gaussien. Actuellement, les images sont générées par le logiciel propriétaire fourni avec l'appareil, qui utilise la rétroprojection filtrée. Cette méthode a l'avantage de la rapidité, mais elle requiert des données équiréparties spatialement et n'est pas très robuste sur des acquisitions avec peu de données.

Afin d'augmenter la qualité de reconstruction des images, nous proposons une méthode variationnelle pour inverser le modèle de formation direct [1]. Celui-ci s'appuie sur un terme L^2 pour l'attache aux données et sur la variation totale et une seminorme de Besov pour le terme de régularisation. La seminorme de Besov est implémentée en utilisant une transformée en curvelettes à laquelle est appliquée la norme L^1 . Ces choix de régularisation permettent à notre modèle de reconstruire à la fois les images aux endroits où l'information est manquante, ainsi que les détails dans les zones texturées. Cela permet de réduire les temps d'acquisition, ouvrant la voie aux expériences cliniques.

Le problème de minimisation est résolu en utilisant l'algorithme primal-dual de Chambolle et Pock [2]. Une analyse approfondie du modèle direct permet de l'inverser en évitant l'usage de la rétroprojection filtrée et des transformées de Fourier non-uniformes. Les simulations numériques montrent que le modèle variationnel est supérieur à la rétroprojection filtrée, à la fois visuellement et quantitativement. Des améliorations significatives de la reconstruction ont également été obtenues sur une phalange irradiée.

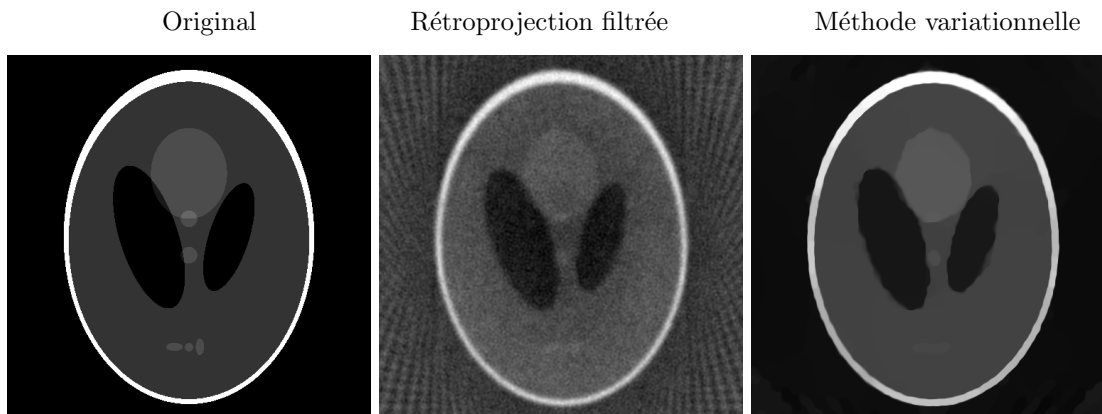


Figure 1: Robustesse à la diminution des données d'acquisition

Références

- [1] SYLVAIN DURAND, YVES-MICHEL FRAPART ET MAUD KEREBEL, *Electron paramagnetic resonance image reconstruction with total variation and curvelets regularization* <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01419832v2>, soumis en décembre 2016.
- [2] ANTONIN CHAMBOLLE ET THOMAS POCK, *A First-Order Primal-Dual Algorithm for Convex Problems with Applications to Imaging*, Journal of Mathematical Imaging and Vision, 2011.