

---

# PO-RT-03 Elaboration d'une méthode de caractérisation des distorsions géométriques en IRM 3D : application à la stéréotaxie

Anou Sewonu<sup>\*†1,2</sup>, Olivier Meyrignac<sup>2,3</sup>, Fanny Carbillet<sup>1</sup>, Hervé Rousseau<sup>2,3</sup>, and Ramiro Moreno<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ALARA Expertise, Strasbourg – Alara Expertise – 4 rue La Fayette - 67100 STRASBOURG, France

<sup>2</sup>Institut des Maladies Métaboliques et Cardiovasculaires, Toulouse (I2MC) – Inserm, CHU Toulouse, Université Paul Sabatier (UPS) - Toulouse III – 1 avenue du Prof Jean Poulhes - BP 84225 - 31432 Toulouse Cedex 4, France

<sup>3</sup>Radiologie, Pôle imagerie – Université Paul Sabatier (UPS) - Toulouse III, CHU Toulouse – 1, avenue du Professeur Jean Poulhès - TSA 50032 - 31059 Toulouse cedex 9, France

## Résumé

### Introduction

L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est de plus en plus utilisée pour la planification de traitements par radiochirurgie et radiothérapie car elle la modalité d'imagerie par excellence pour l'exploration morphologique et fonctionnelle du cerveau. Néanmoins ses images sont intrinsèquement soumises à des distorsions géométriques en raison de limitations techniques de conception résultant en des défauts d'homogénéité du champ magnétique statique ( $B_0$ ) et de linéarité des gradients de champ. En routine clinique, mesurer ces distorsions est un enjeu majeur pour la prise en charge des patients. Notre étude présente l'élaboration d'une méthode de mesure des distorsions pour les acquisitions d'IRM 3D et son utilisation dans un contexte d'application stéréotaxique.

### Matériels et méthode

La méthode se base sur l'utilisation d'un fantôme de taille 170x170x170mm composé de 3621 points de contrôle (sphères de diamètre=5mm). Ils sont disposés de façon équidistante suivant une configuration cylindrique et leurs positions spatiales ( $\mathbf{XYZ}_{ref}$ ) sont connues et servent de référence. Le fantôme a été fabriqué par impression 3D.

Principe: Les positions des points sont mesurées à partir d'IRM 3D de ce fantôme ( $\mathbf{XYZ}_{irm}$ ). Les distorsions sont évaluées en soustrayant les positions de référence de celles mesurées à l'IRM ( $\delta = \mathbf{XYZ}_{ref} - \mathbf{XYZ}_{irm}$ ).

Analyse des images: L'algorithme d'extraction des positions des points de contrôle à partir des images a été programmé en MATLAB. Il est principalement basé sur une détection de structures par connectivité de voxels. Les positions des points de contrôle sont obtenus en calculant les barycentres des structures détectées.

---

\*Intervenant

†Auteur correspondant: asewonu@alara-expertise.fr

Validation: L'algorithme d'analyse a été validé par une approche de simulation consistant à appliquer un champ de déformations, d'amplitude variable et définie, à un volume 3D synthétique comportant les points de contrôle. La fiabilité de l'algorithme a été évaluée en comparant les mesures réalisées sur ces données synthétiques avec les déformations appliquées.

Application clinique: Notre méthode a été appliquée dans un contexte clinique d'IRM stéréotaxique pour la planification de radiothérapie (imagerie cérébrale, IRM 1.5T, antenne tête en réseau phasé). Nous avons employé les séquences 3D dédiées (écho de gradient 3D en inversion-récupération, TR/TE/TI=1940/2.95/1100ms, voxel=1x1x1mm<sup>3</sup>). Les images ont été acquises avec et sans la correction de distorsions proposée par le constructeur. La limite de tolérance est de  $\pm 1$ mm.

## Résultats

L'expérience de validation indique que l'algorithme permet de caractériser les déformations géométriques avec une **fiabilité > 97%**. Les mesures réalisées avec la séquence 3D d'IRM stéréotaxique ont fourni les résultats suivants: sans correction **-1.41 mm <  $\delta$  < 0.38mm** ; avec correction **-1.1mm <  $\delta$  < 0.32mm**.

## Conclusion

Notre méthode permet une caractérisation directe et hautement précise des distorsions géométriques. Elle s'inscrit dans une démarche d'assurance qualité et d'optimisation de pratique en routine clinique. Nos travaux se poursuivent dans le but d'évaluer la robustesse de l'algorithme d'analyse par rapport au bruit d'acquisition ainsi que la reproductibilité de notre méthode et, surtout, de corriger les distorsions mesurées dans les images cliniques.

**Mots-Clés:** IRM, stéréotaxie, contrôle qualité, distorsions géométriques