

Étude du DAS en IRM cérébrale pédiatrique à 7 teslas pour une antenne de transmission parallèle

Natalia Dudysheva¹, Nicolas Boulant¹, Edouard Chazel², Michel Luong^{1,2}, Vincent Gras¹

¹Université Paris-Saclay, CEA, CNRS, BAOBAB, Gif sur Yvette France, ²Université Paris-Saclay, CEA, IRFU, Gif sur Yvette France

Objectifs : Grâce à l'augmentation de SNR, l'IRM à 7 teslas (7 T) apporte un gain diagnostique par rapport à l'IRM 3 T, notamment dans la détection de malformations corticales du développement [1]. Ce gain est maximisé en utilisant la transmission parallèle (pTx) qui offre une homogénéité d'angle de bascule au moins comparable à celle de l'IRM 3 T [2]. Cette technologie implique néanmoins une gestion plus élaborée du débit d'absorption spécifique (DAS) pour prévenir tout risque d'échauffement local des tissus [3]. Jusqu'à présent, de par l'absence d'étude spécifique, la modélisation du DAS pour l'IRM cérébrale à 7 T exclut la population des moins 12 ans. Cependant, certaines maladies de l'enfant comme l'épilepsie pourraient être diagnostiquées précocement avec un diagnostic amélioré à 7 T. Dans ce travail, nous rapportons une méthodologie en cours de développement qui vise à garantir le respect de limites de DAS (selon les recommandations de la norme IEC 60601-2-33) pendant un examen IRM 7 T pédiatrique dès 6 ans.

Matériels et Méthodes : Cette étude de sécurité porte sur l'antenne Avanti2 8Tx/32Rx développée au CEA/IRFU. En se basant sur des images anatomiques 3 T (pondération T₁, résolution isotrope 1 mm) acquises sur des enfants de 4 à 15 ans et sur une modélisation numérique d'antenne (logiciels HFSS et code CEA GORF3D), nous avons simulé les matrices de DAS moyenné sur 10g de tissus pour plus de 50 sujets (modèles VARDAS). Pour calibrer et valider ces données, nous avons réalisé deux fantômes anatomiques (représentatif des modèles Ella et Thelonius [4]) rempli d'un composé de polyvinylpyrrolidone ($\epsilon_r = 45,5$ et $\sigma = 0,87$ S/m). Ces fantômes nous permettent de comparer directement les simulations et les mesures i) du champ B₁⁺ de transmission (méthode turbo-FLASH) et ii) de l'échauffement local (méthode PRF [5]).

Résultats : L'analyse des modèles VARDAS nous a permis de calculer un ensemble de matrices de contrôle du DAS (VOP) en temps réel [6] prenant en compte la variabilité anatomique de la population 6-12 ans. La comparaison des cartes B₁⁺ mesurées et simulées fournit une matrice de calibration corrigeant la prédiction imparfaite des pertes (notamment par couplage) sous HFSS. Cette calibration est appliquée aux simulations (et par conséquent aux VOP) pour réduire les biais de modélisation. Expérimentalement, les cartes B₁⁺ obtenues sur fantôme montrent un bon accord avec les simulations calibrées. Les mesures thermographiques réalisées montrent enfin que la modélisation HFSS permet de prédire correctement les points chauds en intensité et en localisation.

Conclusion : La méthodologie présentée fournit des VOP spécifiques pour l'IRM 7 T pédiatrique pour l'antenne Avanti2. L'approche expérimentale nous permet de vérifier la qualité de la modélisation sous HFSS et, à terme, la cohérence des VOP issus de cette modélisation.

Références : [1] Opheim, G. et al., *Neurology*, 2021; [2] Gras, V. et al., *MRM*, 2017; [3] Fiedlera, T. M. et al., *NeuroImage*, 2018 ; [4] Gosselin et al., *PMB*, 2014 ; [5] Oh, S. et al., *MRM*, 2010. [6] Eichfelder, G. and Gebhardt, M., *MRM*, 2011.

Remerciements : Projet MOSAR ANR-21-CE19-0028