

318 - Juin 2022



BRÈVES DE L'IRAMIS



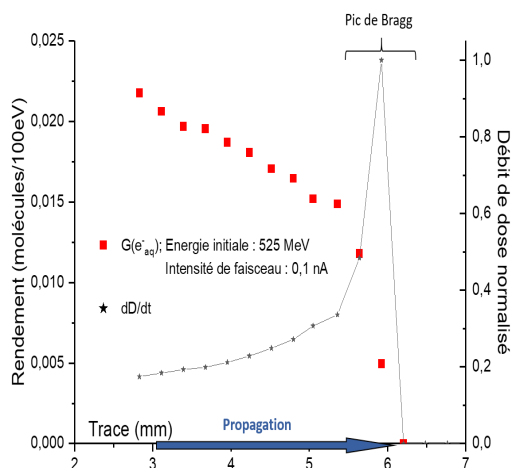
Imagerie de la chimie radicalaire le long des traces d'ions carbonés accélérés, jusque dans le pic de Bragg

Julien Audouin : tél : 01.69.08/12.07, julien.audouin@cea.fr

Gérard Baldacchino : tél : /57.02, gerard.baldacchino@cea.fr

La hadronthérapie permet de traiter avec précision des tumeurs profondes en utilisant astucieusement le dépôt d'énergie au pic de Bragg des ions accélérés. Les dommages induits dans les tissus traversés par ces ions sont liés majoritairement à la toxicité des radicaux libres de l'eau, notamment $\cdot\text{OH}$ et e_{aq}^- , formés dans les traces d'ionisation. La mesure expérimentale du rendement G de ces radicaux libres en début de trace, où les dépôts d'énergie varient peu, a permis de reconstituer une partie de l'histoire des dépôts énergétiques de l'ion. Mais les valeurs de G , au pic de Bragg, n'étaient pas mesurées en raison de la variation spatiale très forte du débit de dose, dD/dt (courbe en gris). Le montage optique en ligne que nous avons réalisé rend possible l'analyse des rendements, y compris au pic de Bragg, avec une précision submilli-métrique, et permet de compléter l'histoire du parcours de l'ion. Ce montage allie une technique de spectroscopie de fluorescence à une technique de capture chimique. Des molécules réagissent sélectivement avec le radical d'intérêt pour

former une molécule fluorescente. La lumière de fluorescence émise au cours du temps par cette dernière est collectée par un faisceau de fibres optiques relié à une caméra CMOS. Le traitement des images à haute résolution prises par la caméra permet ensuite la détermination des rendements (carrés rouges). Les résultats obtenus avec un faisceau d'ions carbone de 525 MeV, fourni par le GANIL, en collaboration avec le CIMAP, sont conformes aux simulations et permettent d'entrevoir des conséquences en radiobiologie. Ces recherches sont notamment effectuées dans le cadre de l'initiative interdisciplinaire INanoTheRad de l'Université Paris-Saclay.



Courbe de Bragg de rendement radiolytique (axe des ordonnées à gauche, carrés rouges) de l'électron hydraté dans une trace d'ion carbone avec une énergie initiale de 525 MeV et une intensité de faisceau de 0,1 nA. Chaque point correspond à une mesure avec une fibre optique de 250 μm de diamètre. Le rendement s'effondre au niveau du pic de Bragg conformément aux prédictions actuelles des simulations. La courbe en gris représente le débit de dose normalisé (axe des ordonnées à droite), montrant le pic de Bragg.