

ORGANISME : Unité INSERM 836, Équipe 6 RSRM: "Rayonnement Synchrotron et Recherche Médicale"  
ADRESSE : ESRF Medical Beamline ID17  
6, rue Jules Horowitz  
BP220  
38043 Grenoble Cedex

## STAGE

**Intitulé du sujet : Reconstruction tomographique locale en projections limitées pour la réalisation d'une dosimétrie de transit dans le cadre d'essais cliniques de radiothérapie stéréotaxique par rayonnement synchrotron.**

**Contexte :** La radiothérapie stéréotaxique par rayonnement synchrotron (SSRT) est une technique innovante de radiothérapie qui utilise les rayons x monochromatiques intenses d'énergie réglable, produits par un établissement de rayonnement synchrotron tel que l'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility). Cette technique, initialement développée pour le traitement des gliomes, combine les avantages balistiques d'une irradiation par arthrothérapie stéréotaxique, avec le renfort de dose par photoactivation d'un élément lourd (iode par exemple) préalablement introduit dans le volume cible (tumeur) [1]. La SSRT est en cours de transfert vers la recherche clinique, les premiers patients seront traités par cette technique au cours de l'année 2010.

Des travaux sont en cours pour le développement d'un système de planification de traitement (TPS), qui permettra l'élaboration pour chaque patient d'un plan d'irradiation distribuant la dose (énergie déposée par le traitement) de façon satisfaisante dans la cible (tumeur), et de façon minimale dans les tissus sains. Le TPS doit donc permettre le calcul précis de la dose en 3D dans le patient. Ce calcul sera réalisé par un code Monte Carlo qui requiert, en plus de la géométrie 3D du patient (obtenue par scanner), la concentration de l'élément lourd dans les différents tissus. La concentration de l'élément lourd est mesurée dans les conditions d'injection par scanner X et sert de référence pour les calculs de dose. L'hypothèse est donc faite que lors du traitement, les conditions obtenues quelques jours auparavant seront reproduites, mais ceci peut être remis en cause car la tumeur peut évoluer et les conditions physiologiques du patient peuvent changer. Si la mesure préalable suffit pour le calcul de dose, il est nécessaire de déterminer avec certitude la dose effectivement reçue par le patient pendant le traitement (dosimétrie *in vivo*), afin de contrôler parfaitement son déroulement et de pouvoir l'ajuster au besoin lors des fractions suivantes.

**Objectif du stage :** Il s'agira de concevoir et mettre en œuvre une méthode de dosimétrie *in vivo*, appelée dosimétrie de transit, basée sur une mesure de dose en entrée et sortie du patient, et sur une reconstruction 3D de la concentration d'élément lourd effectivement présente dans la tumeur au moment de l'irradiation.

**Méthodes :** La tomographie par rayons X est une technique d'imagerie permettant de déduire la concentration de l'élément lourd dans les tissus. Le stagiaire aura à imaginer et développer un outil de reconstruction tomographique dans les conditions particulières de l'irradiation à l'ESRF. La difficulté de ce problème provient de deux limitations par rapport à la tomographie classique :

- le nombre de projections sera faible, car il correspondra aux nombre de ports d'irradiation, spécifique à chaque patient, mais limité à 10 maximum.
- pour chaque projection, le champ de vue sera restreint, et se limitera à la zone cible (tumeur et marges).

La résolution de ce problème sera néanmoins facilité car nous bénéficierons d'images tomographiques complètes prises avant injection et donc d'informations *a priori*.

Quelques solutions aux limitations citées ci-dessus ont été proposées : le faible nombre de projections peut-être contourné avec des solutions itératives de reconstruction-reprojection ou par des méthodes de reconstruction algébrique [2], et d'autres algorithmes peuvent permettre d'étendre le champ de vue [3]. Par ailleurs, ce stage s'appuiera également sur des travaux de stages de l'équipe GMCAO (TIMC) [4] et d'une étude préliminaire menée dans notre équipe [5], pendant lesquels a été développé et évalué un premier algorithme de reconstruction tomographique dite pseudo-locale, mais pour des problématiques différentes.

**Résultat attendu :** Un algorithme de reconstruction tomographie locale en projections limitées adapté à la dosimétrie de transit devra être développé pour la radiothérapie par rayonnement synchrotron, puis devra être validé expérimentalement sur des objets test et éventuellement *in vivo*.

**Références :**

- [1] Adam, J. F. et al. (2006). "Prolonged survival of Fischer rats bearing F98 glioma after iodine-enhanced synchrotron stereotactic radiotherapy." *International Journal Of Radiation Oncology Biology Physics* 64(2): 603-611.
- [2] Andersen, A.H. (1989). "Algebraic reconstruction in CT from limited views." *Medical Imaging, IEEE Transactions on Medical Imaging* 8(1): 50-55
- [3] Hsieh J et al. (2004). "A novel reconstruction algorithm to extend the CT scan field-of-view." *Medical Physics* 31(9): 2385-91.
- [4] Soussen C. (1996) "Algorithme de reconstruction pseudo-locale." Rapport de DEA de mathématiques appliquées.
- [5] Elduayen Aldaz C. (2002) "Images tomographiques à double résolution et évaluation d'un algorithme de reconstruction pseudo-locale en vue de son utilisation dans le cadre de la tomothérapie par rayonnement synchrotron." Rapport de DEA de génie biologique et médical.

**Type de stage :** Il s'agit d'un stage orienté recherche car il existe peu de travaux de ce type dans la littérature scientifique associée.

**Lieu du stage et type de lieu d'accueil :** *Lieu :* sur le site de l'ESRF, dans un des bureaux affectés à l'unité INSERM 836-6. *Type de structure:* laboratoire de recherche.

**Domaines Abordés :** traitement d'image ; modélisation ; reconstruction tomographique ; méthodes expérimentales ; Radiologie ; radiothérapie ; rayonnement synchrotron ;

**Principales techniques utilisées :** programmation : C++, Matlab ou IDL. Méthodes expérimentales : CT-scanners du CHU de Grenoble, rayonnement synchrotron (ESRF). Outils d'analyse d'image : ImageJ.

**Confidentialité :** Aucune. L'objectif est la rédaction d'un article scientifique à soumettre dans une revue scientifique internationale à comité de lecture.

**STAGIAIRE SOUHAITE**

**Nous recherchons un étudiant au profil Master 2 / 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur, mathématiques appliquées / modélisation / imagerie, ayant de bonnes connaissances en programmation.**

**Formation antérieure souhaitée :** Programmation scientifique, mathématiques appliquées, problèmes inverses, traitement d'image.

**Connaissances particulières :** Anglais (obligatoire, étant la langue officielle à l'ESRF), logiciels d'analyse d'image (ex: imageJ + ). Programmation (C++, Matlab ou IDL)

**ENCADREMENT**

Encadrement :	Nom Adam	Prénom Jean-François	Fonction MCF
	Téléphone 04 76 88 29 89	Télécopie 04 76 88 28 85	E mail adam@esrf.fr
	Nom Vautrin	Prénom Mathias	Fonction Doctorant CIFRE
	Téléphone 04 76 88 29 89	Télécopie 04 76 88 28 85	E mail vautrin@esrf.fr
	Nom Desbat	Prénom Laurent	Fonction PU
	Téléphone 04 56 52 00 51	Télécopie	E mail laurent.desbat@imag.fr

Responsable D'équipe	Nom Estève	Prénom François	Fonction PU-PH
	Téléphone 04 76 88 29 45	Télécopie 04 76 88 28 85	E mail esteve@esrf.fr

**LOGISTIQUE**

**Financement :** Vacances INSERM (1/3 smic)

**Logement :** Non

**Autres :** Mise à disposition d'un bureau, d'un ordinateur (PC), d'un terminal X connecté aux serveurs de calcul de l'ESRF. Licences IDL/Matlab/FEMLAB etc. Accès privilégié aux scanners/IRM du CHU de Grenoble.

**Collaborations :** Laurent Desbat, Laboratoire TIMC-IMAG, équipe GMCAO

**PERSPECTIVES**

- **Ce stage peut-il déboucher sur une proposition de thèse ?** À voir en fonction des besoins de l'équipe et des résultats du candidat

- **Ce stage peut-il déboucher sur une proposition d'embauche par l'organisme ?** Pas à ce jour