

**Journées de réflexion sur le tomographie proton (PCT)
CPPM, Marseille, 14 novembre 2012**

Présents :

Jérôme Baudot (IPHC), Yannick Boursier (CPPM), David Brasse (IPHC), Franca Cassol (CPPM), Daniel Cussol (LPC-Caen), Denis Dauvergne (IPNL), George Dedes (IPNL-CREATIS), Christian Finck (IPHC), Joël Hérault (CAL-Nice), Jochen Krimmer (IPNL), Marc Labalme (LPC-Caen), Patrick Le Dû (IPNL), Jean Michel Létang (CREATIS), Gérard Montarou (LPC-Clermont), Christian Morel (CPPM), Valérian Reithinger (IPNL), Regina Rescigno (IPHC), Marc Rousseau (IPHC), Etienne Testa (IPNL)

Objectifs :

Cette journée avait pour objectif de faire l'état des lieux de l'imagerie proton au niveau national et international, pour alimenter la discussion quant à l'opportunité de lancer un programme de R&D dont l'objectif principal pourrait être la réalisation d'un prototype par les équipes du GDR MI2B.

Un certain nombre d'exposés ont permis de faire une revue des enjeux de la radiographie proton, des projets internationaux en cours et des recherches menées par les différents groupes représentés, notamment –mais pas uniquement– dans le cadre des projets Physique-Cancer Protom et Qapivi (voir le programme sur <https://indico.in2p3.fr/conferenceTimeTable.py?confId=7370#20121114> ainsi que les copies des présentations). Une discussion s'est ensuite engagée sur la stratégie à adopter.

Compte-rendu de la discussion :

La discussion est lancée par Gérard Montarou (GM) qui souhaite savoir ce qu'il est possible d'amener en tomographie proton (PCT) par rapport aux projets déjà existants. Est-il cohérent de lancer un projet de PCT dans le contexte du GDR MI2B ? David Brasse (DB) se demande s'il faut intégrer des collaborations existantes pour cela. Il fait remarquer que deux ou trois collaborations internationales travaillent, connaissent l'état de l'art, ont évolué au cours des dernières années et ont identifié des verrous technologiques. Joël Hérault (JH) note que ces collaborations ont développé des prototypes, mais aucun n'a encore pu fournir un système d'imagerie réellement exploitable. Patrick Le Dû (PLD) rappelle que le groupe de Loma Linda fixe aujourd'hui un horizon à 10 ans pour obtenir un système et qu'il y travaille déjà depuis 12 ans.

Christian Morel (CM) insiste sur le fait qu'il s'agit avant tout de répondre au pourquoi d'un tel projet : quel est le problème à résoudre ? JH estime que la conversion des unités Hounsfield (HU) en pouvoir d'arrêt des protons n'est pas fiable. Denis Dauvergne (DD) indique que deux finalités doivent être envisagées : d'une part de permettre le remplacement de la tomographie à rayons (XCT) par la PCT pour le calcul du plan de traitement et d'autre part de permettre la vérification en ligne du positionnement du patient. DB se demande si le fait d'installer la XCT en salle de traitement pourrait donner plus de confiance quant au positionnement du patient. JH répond que cela ne suffirait pas, car la XCT n'est pas la bonne sonde pour déterminer la densité électronique et rien ne pourra remplacer la mesure directe la densité électronique par la PCT.

CM se demande quels seraient les verrous à lever une fois l'intérêt opérationnel établi ? Pour JH, le parcours résiduel des protons doit pouvoir être connu avec une précision de quelques mm. DB pense qu'il s'agit est de savoir quels sont les observables déterminantes pour pouvoir établir un plan de

traitement précis. Il note par exemple que le potentiel d'ionisation moyen reste mal connu et que ceci peut impacter la précision du plan de traitement. Cécile Bopp, étudiante en thèse à l'IPHC effectue actuellement un travail de simulation sur les observables. Ses conclusions sont attendues d'ici à deux ans, mais les premiers résultats ont été présentés lors de la conférence IEEE NSS/MIC 2012. DB se demande néanmoins comment il pourrait être possible de formuler une réponse motivée à nos questionnements d'ici à six mois. A ce jour, seuls Georges Dedes à l'IPNL et Cécile Bopp à l'IPHC (projet PROTOM) sont impliqués dans ce type de tâche. Il serait bon que Cécile et Georges travaillent de manière concertée sur le sujet. Cette implication doit se poursuivre au delà du projet PROTOM sur les simulations. Des pistes existent. Il faut lister les observables, avec une approche multiparamétrique incluant énergie résiduelle, atténuation et déviation, afin d'obtenir des indications pertinentes pour rédiger une lettre d'intention. Par exemple, DB se demande si le fait de pouvoir différencier des tissus avec des taux d'oxygénation différents, parmi des tissus présentant des densités électroniques équivalentes, pourrait représenter un avantage diagnostique.

En conclusion, l'avis unanime est qu'il faut poursuivre le travail de simulation entrepris, montrer que nous sommes capables d'aller au-delà de cet état de l'art, qui n'a pas encore permis la mise au point d'un prototype en routine clinique. En parallèle, une expression claire de l'intérêt des cliniciens et des physiciens médicaux est nécessaire. Dans le cas où les conclusions des travaux de simulation en cours montrent que l'on peut être compétitif, la question reste ouverte de savoir s'il faut se lancer dans un développement au sein du GDR MI2B ou rentrer dans une collaboration internationale. Un développement de prototype ne pourra de toute façon pas être réalisé dans le cadre de l'enveloppe attribuée pour une ANR. Le cas échéant, une lettre d'intention pourrait être présentée au CS de l'IN2P3, qui serait suivie dans les deux ans, avec l'approbation du CS, par une proposition de projet, avec une description technique détaillée, tout comme pour une expérience de physique nucléaire ou de physique des particules. Les développements en cours (électronique, acquisition, détecteurs de tracking), notamment dans le cadre des projets soutenus par le Plan Cancer, l'ANR et le projet européen ENVISION, pourraient alors être réinvestis pour la conception d'un démonstrateur en fonction du cahier des charges. Décision est prise de tenir une nouvelle réunion au CAL à Nice en mars 2013 pour faire un point d'avancement sur les travaux de simulation et sur les questions évoquées ci-dessus.