

Le projet français d'hadronthérapie : ETOILE

Marcel Bajard
et le groupe de projet ETOILE

En 1999, à l'initiative de l'Université Claude Bernard Lyon1 (UCBL), une première étude de faisabilité d'un centre d'hadronthérapie par faisceaux d'ions carbone a été élaborée avec les responsables de la fondation TERA en Italie, porteurs d'un projet équivalent. Un avant-projet a ensuite été entrepris, à partir de septembre 2000, dans le cadre d'une convention tripartite UCBL, CEA/DSM et CNRS/IN2P3. Le groupe de travail mis sur pied avec des spécialistes de ces organismes a remis son rapport en décembre 2001 en le présentant aux représentants de la région Rhône-Alpes et de la Communauté Urbaine de Lyon, principaux financeurs de l'étude avec le Ministère de la Recherche, l'ANVAR et l'UCBL. Le groupe de travail a été constitué avec des physiciens des accélérateurs en association avec des médecins oncologues et radiothérapeutes des hôpitaux de Lyon et Grenoble et du Centre de lutte contre le Cancer Léon Bérard à Lyon.

Ce projet est basé sur l'expérience clinique acquise au Japon (NIRS-Chiba) et en Allemagne (GSI-Heidelberg). Il a de nombreux dénominateurs communs et des collaborations avec les projets comparables, CNAO à Pavie et HICAT à Heidelberg, maintenant partiellement ou totalement financés, mais aussi le projet autrichien MedAustron. Il a largement profité de l'expérience du CERN à travers l'étude PIMMS (Protons Ions Medical Machine Study) et du Centre de Protonthérapie d'Orsay (CPO) qui traite avec des protons plusieurs centaines de patients par an.

L'avant-projet ETOILE est composé d'une partie médicale et économique et d'une partie technique [1].

L'accélérateur fournira essentiellement des ions carbone, mais aussi des protons et des ions légers de l'hélium à l'oxygène. La distance à atteindre doit varier de 2 à 27 cm de profondeur dans un équivalent tissu, ce qui représente une énergie incidente de 85 à 400 MeV/uma pour des ions carbone. Trois salles de traitement sont actuellement prévues : deux avec un faisceau horizontal et une avec un faisceau vertical avec la possibilité éventuelle de délivrer aussi un faisceau horizontal au même isocentre. Un système rotatif isocentrique (gantry) est à l'étude, soit en plus, soit à la place du faisceau vertical. Une salle d'expérimentation en radiobiologie est aussi envisagée. Le cahier des charges donné par les radiothérapeutes prévoit un système de distribution active de la dose au patient. Ce système, appelé "rasterscanning", est situé dans la salle de traitement mais pourrait être facilement remplacé par un système passif de distribution de la dose dans le cas de tumeurs très mobiles (poumon).

Il est prévu de traiter 1000 patients par an avec pour chacun une moyenne de 15 séances. L'expérience japonaise a cependant montré que pour certaines indications, le nombre de séances pourrait être réduit ce qui augmenterait sensiblement le nombre de patients traités.

Comme pour les autres projets européens, le choix de la machine s'est porté sur un synchrotron. C'est, en effet, l'accélérateur le mieux adapté aux exigences du cahier des charges en matière d'énergie de faisceau, de changements rapides d'énergie, de souplesse d'utilisation pour un déclenchement sur un signal donné par la respiration du patient, d'extraction lente et de contrôle de la distribution de la dose. Le projet ETOILE a été étudié en utilisant l'anneau PIMMS, comme c'est aussi le cas pour les projets CNAO et MedAustron. Le LINAC injecteur, après des sources d'ions de type ECR, est le même que celui conçu par Frankfort pour HICAT. Enfin, il est souhaitable que le contrôle d'une telle machine associé au contrôle de la distribution de la dose devra être commun à tous les projets européens pour que le contrôle de qualité et la sûreté soient conformes à la législation européenne.

Des études spécifiques ont été menées pour le bâtiment et la disposition des salles des parties médicales et techniques, ainsi que pour toutes les infrastructures et la radioprotection. Il a été prévu d'inclure dans le bâtiment tous les systèmes d'imagerie nécessaires.

Selon un scénario basé sur 44 semaines de fonctionnement pour le traitement, les personnels médicaux et techniques ont été prévus ainsi que leur coût et celui de l'exploitation. Le coût du projet a été étudié en détails mais demande à être réactualisé en fonction de l'érosion monétaire et d'un groupement industriel possible au niveau des projets européens.

La construction est prévue en cinq ans incluant l'avant-projet détaillé. Parallèlement aux études techniques pour expertiser les autres projets et aux études complémentaires nécessaires pour évaluer le mode d'extraction, le dessin d'une gantry carbone (700 tonnes) et ses conséquences sur le bâtiment, les possibilités des sites d'accueil (étude d'impact), des recherches fondamentales sont entreprises dans plusieurs directions :

- Interaction entre les ions carbone et la matière vivante
- Etablissement des plans de traitement
- Possibilités de l'utilisation en ligne d'une caméra par tomographie électron-positrons
- Contrôle de la position du patient et simulation du suivi en ligne du mouvement des organes mobiles
- Aspects économiques

Un comité médical a été constitué avec des oncologues, des radiothérapeutes et des spécialistes d'organes. Huit groupes définissent les indications potentielles et les recrutements de patients. Un cadre européen est maintenant envisagé pour coordonner toutes ces actions.

Le projet ETOILE est associé aux autres projets européens dans le cadre du réseau ENLIGHT.

En mars 2003 le Président Chirac a présenté le "Plan Cancer" où ETOILE est clairement mentionné dans la 70^{ème} proposition. Des discussions sont engagées avec les ministères de la Santé et de la Recherche pour le financement d'une partie des investissements.

Actuellement les actions techniques entreprises sont les suivantes :

- De nouvelles collaborations sont recherchées avec les autres projets afin d'optimiser le développement de sous-systèmes et pour avoir le maximum d'éléments communs afin d'économiser du temps et de l'argent.
- Des études spécifiques sont prévues pour préparer l'avant-projet détaillé, affiner le planning et le budget.

Référence [1]: Projet ETOILE, rapport LYCEN 2002-01 IPN-Lyon ou rapport interne 02-06 CEA/DAPNIA

Volume 0 : Résumé

Volume 1 : Aspects médicaux et économiques. Recherches associées

Volume 2 : Avant-projet technique