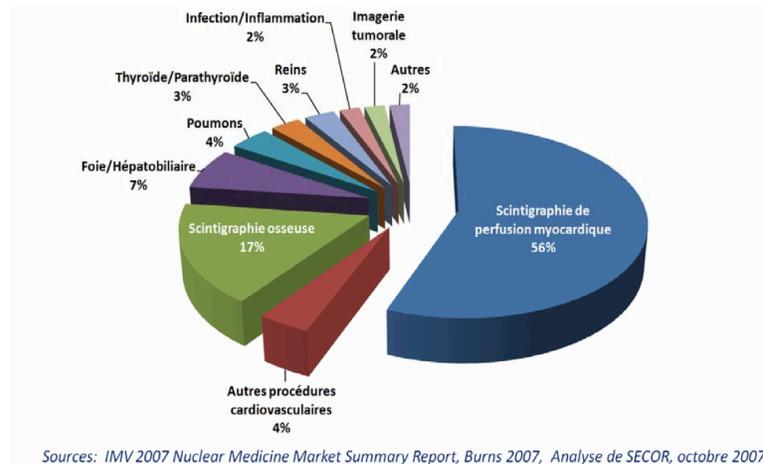


Il y a déjà trois ans que la crise des isotopes médicaux fait les manchettes mais l'approvisionnement mondial demeure en péril à cause du grand âge des quelques réacteurs nucléaires qui les fabriquent. On s'inquiète surtout pour le Technetium-99m, l'isotope qui sert à 80% de l'imagerie médicale de diagnostic à travers le monde. 95% de l'approvisionnement mondial vient d'à peine 5 réacteurs, au Canada, en Belgique, en France, aux Pays-Bas et en Afrique du Sud. Comme le réacteur NRU du Canada fermera en 2016, Ottawa cherche des solutions de rechange qui ne dépendraient pas des réacteurs nucléaires. Le Gouvernement fédéral annoncera prochainement la distribution de 35 millions \$ dans le cadre du Programme de contribution financière à la production d'isotopes ne nécessitant pas de réacteur. Ce programme vise à développer de nouvelles technologies pour la production d'isotopes médicaux.

L'utilité du technétium 99m

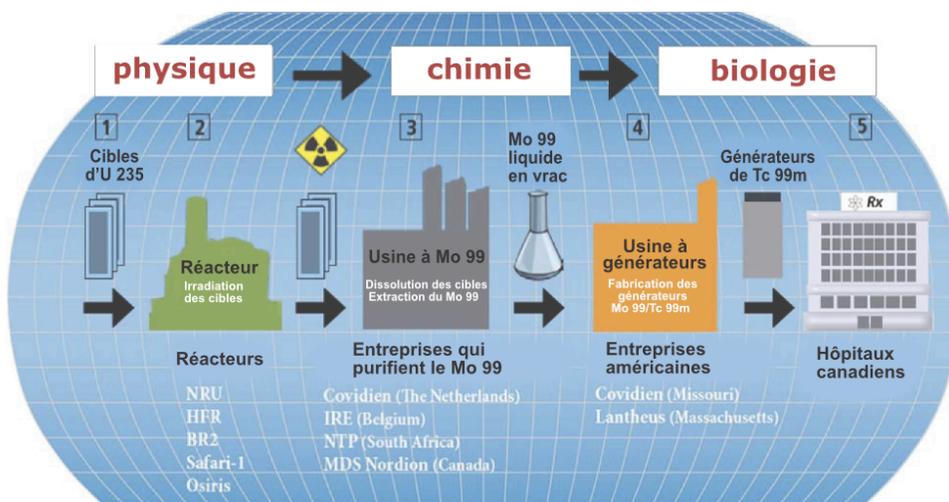
Le Tc99m est un élément radioactif qui émet des rayons gamma et qui disparaît en quelques heures. On l'utilise chaque année dans 24 million procédures d'imagerie médicale : Une fois le technétium injecté dans le patient, les médecins détectent les rayons gamma qu'il émet à l'aide d'une caméra SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography). Le Tc99m est normalement fixé à divers produits qui vont se concentrer chacun dans un organe particulier. Lié au MIBI (Methoxyisobutylisonitrile) par exemple, il permettra d'observer une circulation sanguine anormale dans le cœur. Lié à des globules blancs, il permettra de voir des abcès autrement indétectables.



Le Tc99m a l'avantage d'émettre des rayons gamma faciles à détecter. On peut l'attacher à une large gamme de molécules différentes, ce qui multiplie les applications possibles. Il offre enfin l'avantage d'être éliminé assez rapidement ce qui réduit l'exposition du patient. Par contre, cette courte demi-vie veut aussi dire qu'on ne peut pas l'entreposer à long terme. On doit sans cesse en fabriquer d'autre.

La filière de production du Tc-99m au Canada

L'actuel système canadien de production d'isotopes médicaux est complexe :



L'actuel système canadien de production d'isotopes médicaux (Cette image obtenue de TRIUMF est libre de droits.)

Des cibles d'uranium 235 très enrichi obtenues des États-Unis sont d'abord irradiées pendant une semaine dans le réacteur canadien NRU.
 À la sortie du réacteur, les cibles radioactives sont dissoutes à la compagnie Nordion qui en extrait le Mo99. Cet élément est totalement exporté aux États-Unis où on le dispose dans des générateurs de Tc99m. (Ces générateurs servent à extraire le Tc-99m issu de la fission naturelle du Mo-99.)
 Les générateurs sont finalement réexpédiés aux hôpitaux canadiens où le personnel médical n'a qu'à y faire couler de l'eau salée pour récupérer le technétium.

On ne veut plus de réacteurs nucléaires

Les cinq réacteurs qui alimentent la planète en Tc 99m consomment tous de l'**uranium hautement enrichi**, avec lequel on pourrait aisément fabriquer des bombes. Pour réduire les **risques de détournement**, les États-Unis ont déjà annoncé qu'ils cesseraient de nous fournir cet uranium, quelque part entre 2016 et 2019.
 Les réacteurs qui fabriquent des isotopes médicaux produisent aussi les mêmes **déchets dangereux** qu'une centrale nucléaire. Contrairement aux isotopes que nous exportons, ces déchets demeurent chez nous.

Plusieurs technologies canadiennes se font concurrence

La crise récente des isotopes médicaux, a fait la preuve qu'il est urgent de revoir toute la filière de fabrication et de distribution de ces isotopes. Cela oblige à imaginer de nouvelles techniques de production d'isotopes plus fiables, plus sécuritaires et plus rentables dans des délais très courts.
 Le Gouvernement ayant éliminé l'option des réacteurs nucléaires à base d'uranium, les propositions doivent toutes avoir recours à des accélérateurs de particules : cyclotrons ou accélérateurs linéaires. Le Canada possède déjà plusieurs entreprises qui fabriquent de

tels appareils. Elles sont concentrées dans la région de Vancouver, autour du centre TRIUMF ainsi qu'à proximité des laboratoires d'Énergie Atomique du Canada, à Winnipeg et Ottawa.

C'est un des enjeux du «programme national d'aide à la fabrication d'isotopes médicaux sans recourir à des réacteurs nucléaires», dont Ottawa annoncera les bénéficiaires dans quelques heures.

Deux grandes filières technologiques se font concurrence et au moins quatre groupes techno-industriels ont proposé leur solution dans l'espoir d'obtenir leur part des 35 millions\$ annoncés au dernier budget fédéral.

Deux filières concurrentes

Même si tous les projets n'ont pas été dévoilés publiquement, ceux qui le sont s'articulent autour de deux grandes technologies qui utilisent le Molybdène 100 (Mo100) comme matière première.

Plusieurs groupes proposent donc que **les hôpitaux fabriquent eux-mêmes leur technétium 99m à l'aide de petits cyclotrons**. Ces accélérateurs circulaires projettent des protons sur des cibles de Mo100 pour les transformer en Tc 99m. Quelques hôpitaux canadiens possèdent déjà de tels cyclotrons avec lesquels ils fabriquent d'autres types d'isotopes médicaux. L'hôpital universitaire de Sherbrooke a fait la preuve, récemment, que ces machines peuvent aussi fabriquer du Tc99m de qualité médicale.

Au moins deux autres groupes proposent de transformer plutôt le molybdène 100 en Mo 99 avec de petits **accélérateurs linéaires d'électrons**. Comme le Mo99 est instable, il se transforme spontanément en Tc99m, avec une demi-vie de 66 heures. (La moitié se transforme à chaque 66 heures.)

L'alliance TRIUMF-CNRC-Mevex propose donc de distribuer de petits accélérateurs linéaires dans les hôpitaux comme on le fait avec les cyclotrons, ce qui permettrait d'utiliser directement le Tc 99m.

Par contre, le consortium Acsion-Université du Manitoba semble favoriser un système plus centralisé où l'on séparerait d'abord les deux isotopes de molybdène (Mo100 et Mo99). On distribuerait ensuite le Mo99 dans les hôpitaux où se ferait l'extraction finale du Tc99m. (C'est déjà comme cela que le technétium 99m parvient aux hôpitaux en ce moment.)

Les autres isotopes médicaux

On peut aussi faire de l'imagerie médicale à l'aide de la tomographie à émission de positrons (PET). Ici, la caméra détecte les positrons qu'émettent d'autres isotopes, comme le fluor-18. Ces isotopes ont une vie utile très courte, si bien que les hôpitaux doivent être situés à proximité d'un cyclotron capable de les fabriquer. Cette contrainte, et le fait qu'elles soient plus onéreuses, explique qu'il n'y ait qu'une trentaine de caméras PET au Canada, dont 15 au Québec. Les caméras PET devraient quand même se multiplier car elles sont plus rapides et plus précises, souvent avec une dose de radiation plus faible pour le patient.

References:

Eric Turcotte, MD FRCPC, Pleinière d'ouverture du congrès de la CAMRT 2010 (Canadian Association of Medical Radiation Technologists) sur la crise des isotopes. (2010)

Francois Benard, Thomas Ruth and Timothy Meyer. "Accelerator Alternatives to producing Molybdenum-99 / Technetium-99m," in Canada's Isotope Crisis: What Next? ed. Jatin Nathwani and Donald Wallace. (Kingston: Queens University Press, 2010).

Thomas Burnett and Jill Chitra. "Medical Isotopes Supply: A Global Conversation," in Canada's Isotope Crisis: What Next? ed. Jatin Nathwani and Donald Wallace. (Kingston: Queens University Press, 2010).

The Global Medical Isotope Crisis: Winnipeg to the Rescue! Jeff Martin, University of Winnipeg and Prairie Isotope Production Enterprise; Inaugral Lecture Series 2009

Rapport du Groupe d'experts sur la production des isotopes médicaux, remis au Ministre des Ressources naturelles du Canada le 30 novembre 2009. Peter Goodhand, Richard Drouin, Thom Mason, Eric Turcotte <http://nrcan.gc.ca/eneene/sources/uranuc/pdf/panrep-rapexp-fra.pdf>

La réaction du Gouvernement canadien au rapport groupe d'experts :
<http://nrcan.gc.ca/eneene/sources/uranuc/isotopes-gc-re-fra.php>