



Canberra

6. À LA SUITE DES ATTENTATS DU 11 SEPTEMBRE 2001, des milliers de portiques de détection de radioactivité fonctionnant à base d'hélium 3 ont été installés aux États-Unis et ailleurs. Les réserves américaines d'hélium 3 se sont alors effondrées, provoquant une pénurie de cet isotope et une hausse vertigineuse de son prix.

réfrigérateurs à dilution, qui permettent d'obtenir des températures proches du zéro absolu et qui ne peuvent fonctionner que grâce à l'hélium 3, sont arrêtés ou attendent une hypothétique livraison de gaz pour démarrer.

Comme le souligne Henri Godfrin, chercheur du CNRS à Grenoble et spécialiste des recherches aux ultrabasses températures, l'hélium 3 sert de fluide cryogénique afin d'atteindre des températures très proches du zéro absolu, de l'ordre d'une centaine de microkelvins. Des températures indispensables notamment à la sensibilité de détecteurs de particules cosmiques destinés à traquer la matière noire et l'énergie noire, dont on pense qu'elles constituent la plus grande partie de l'Univers. H. Godfrin, comme d'autres chercheurs de sa spécialité, recycle l'hélium 3 dont il dispose. Certaines équipes en empruntent dans le cadre de collaborations avec d'autres instituts. L'hélium 3 étant un isotope stable, on peut le rendre à son propriétaire une fois les travaux terminés.

La recherche en imagerie médicale reste le dernier secteur, en dehors de la sécurité des États-Unis, à bénéficier de quelques privilèges en matière d'approvisionnement. Inhalé par le patient, l'hélium 3 (après polarisation magnétique) permet d'obtenir des images intéressantes des voies respiratoires des poumons, par la technique d'ima-

gerie par résonance magnétique nucléaire (IRM). Cette technique d'IRM sur l'hélium 3 n'en est toutefois pas encore au stade clinique, et n'est pas incontournable.

Recherches bloquées et avenir incertain

Aujourd'hui, il est devenu presque impossible de lancer de nouvelles recherches nécessitant de l'hélium 3. Il est même simplement trop coûteux de l'envisager. Des efforts sont par conséquent portés sur un meilleur recyclage de cet isotope et sur une recherche d'alternatives possibles. Le gouvernement américain a sollicité les industriels pour fournir un nouveau matériel de détection de matières nucléaires fonctionnant sans hélium 3. Mais le choix est limité. Le seul autre matériau qui permet de détecter efficacement des neutrons est le bore. Une autre option est un matériau scintillant tel que le lithium 6, qui émet de la lumière lorsque les neutrons absorbés créent des particules chargées. Des détecteurs prototypes utilisant le bore 10 ont montré que l'on pouvait atteindre un assez haut niveau de détection des neutrons, et le gouvernement américain devrait prendre une décision définitive prochainement.

Toutefois, même si les futurs détecteurs de neutrons fonctionneront sans

hélium 3, l'offre globale de cet isotope restera probablement inférieure aux besoins des scientifiques – 65 000 litres par an, alors que sa production est actuellement de 10 000 à 20 000 litres par an, selon une étude du ministère américain de l'Énergie (*Department of Energy*). L'urgence est donc maintenant d'augmenter la production.

Aux États-Unis, le recyclage et la purification du tritium contenu dans les ogives nucléaires devraient produire 8 000 à 10 000 litres d'hélium 3 par an, alors que les besoins américains seuls sont estimés à 13 000-15 000 litres par an ! Un supplément provenant du site de stockage de Savannah River, en Caroline du Sud, site de traitement des matériaux nucléaires, devrait fournir environ 10 000 litres, mais de façon ponctuelle.

Quelles sont alors les autres alternatives ? L'une serait de faire appel à des accélérateurs de particules. On peut en effet créer de nouveaux isotopes grâce à des collisions très énergétiques. La spallation nucléaire est ainsi une réaction nucléaire dans laquelle un noyau atomique est frappé par une particule incidente (neutron, proton, etc.) ou une onde électromagnétique de grande énergie. Par la violence de l'impact (énergie mise en jeu), le noyau cible se brise en produisant des jets de particules plus légères : neutrons, protons, ou noyau léger de deutérium ou d'hélium... mais cette solution n'est ni facile à mettre en œuvre ni bon marché.

Certains proposent même l'exploitation minière de la Lune. En effet, les missions *Apollo* ont ramené des roches dont l'analyse a montré qu'elles contenaient de l'hélium 3. D'où provient-il ? Le Soleil expédie dans l'espace interplanétaire, sous forme de « vent solaire », des particules – surtout des protons, des électrons et des noyaux d'hélium 3. En passant au voisinage de la Terre, ce vent solaire est dévié par le bouclier magnétique terrestre. Sur la surface lunaire, il s'accumule. Les scientifiques estiment qu'environ un million de tonnes d'hélium 3 se trouvent sur la Lune. Les Chinois envisageraient d'établir une base lunaire en 2024 et de commencer à extraire l'hélium 3 dès l'année suivante, si tant est que la technologie nécessaire soit mise au point d'ici là... Il reste qu'à ce jour, pour de nombreux scientifiques utilisateurs d'hélium 3, l'avenir reste incertain. Davantage encore que pour ceux d'hélium 4. ■

Systeme immunitaire contre cancer

Eric von Hofe

Et si notre meilleur allié contre le cancer était... notre propre organisme ? Des traitements visant à apprendre au système immunitaire à reconnaître et à combattre les tumeurs sont en cours de développement.

Depuis les années 1970, les cancérologues proposent à leurs patients trois traitements principaux : la chirurgie, la chimiothérapie et la radiothérapie. Ces traitements, agressifs pour l'organisme, ont été peu à peu perfectionnés, afin d'atténuer leurs effets secondaires et d'augmenter leur efficacité. En outre, de nouveaux médicaments ciblés, tel *Herceptin*, sont apparus. Ils attaquent seulement les cellules cancéreuses, tandis que la chimiothérapie détruit toutes les cellules à croissance rapide (ce qui explique notamment qu'elle fasse tomber les cheveux). Pour le groupe des cancers invasifs (qui ne restent pas localisés), le taux moyen de survie à cinq ans est passé de 50 à 66 pour cent au cours des 40 dernières années. Malgré ces progrès, de nombreuses personnes qui passent ce cap ont une durée de vie diminuée.

Les chercheurs considèrent depuis longtemps qu'une piste de traitement prometteuse consiste à inciter le système immunitaire à mieux combattre les tumeurs. Toutefois, des décennies d'efforts se sont soldées par une succession d'échecs. Dans les années 1980, par exemple, on pensait que des molécules du système immunitaire nommées interférons pouvaient stimuler les défenses de l'organisme au point de guérir la plupart, voire la totalité, des cancers, mais l'espoir s'est vite évanoui. Aujourd'hui, si les interférons sont employés pour traiter certains cancers, ils n'ont pas l'efficacité et la polyvalence espérées. Durant les années 2000, de nombreux essais cliniques ont testé différentes approches fondées sur des vaccins (des substances visant à stimuler le système immunitaire du malade), mais sans succès. On commençait à croire que cette piste n'aboutirait jamais...

Pourtant, en 2010, un succès a enfin été obtenu : la FDA (*Food and Drug Administration*), l'Administration américaine qui délivre les autorisations de mise sur le marché des médicaments et des produits alimentaires, a validé le premier vaccin destiné au traitement du cancer (il n'est pas autorisé en Europe pour l'instant). Nommé *Provenge*, il ne guérit pas le cancer, mais, associé à une chimiothérapie, il allonge de plusieurs mois la vie d'hommes atteints d'un cancer avancé de la prostate.

Pour développer ce vaccin, les scientifiques ont réexaminé la façon dont le système immunitaire agit contre les cellules cancéreuses et celle dont les tumeurs se défendent contre ses attaques. Aujourd'hui, les cancérologues affichent un optimisme prudent sur leur capacité à développer des traitements immunostimulants spécifiques, utilisables en même temps que la chirurgie.



Don Saalinger

gie, la chimiothérapie et la radiothérapie, avec des effets secondaires guère plus graves qu'un mauvais rhume.

Beaucoup d'entre nous se concentrent sur les vaccins thérapeutiques. Ceux-ci diffèrent de la plupart des vaccins usuels, dits préventifs, qui empêchent certaines infections dont les conséquences peuvent être graves (rougeole, hépatite B, poliomyélite, etc.). En effet, les vaccins thérapeutiques anticancéreux apprennent à l'organisme à reconnaître et à détruire les cellules tumorales présentes dans ses tissus.

La plupart des vaccins préventifs entraînent une simple réaction fondée sur les anticorps, efficace contre de nombreux types d'infections. Les anticorps sont des molécules qui se fixent sur les agents pathogènes, tels les virus de la grippe, et les empêchent d'infecter les cellules. Toutefois, de telles réactions ne sont en général pas assez puissantes pour détruire des cellules cancéreuses. Pour ce faire, le système immunitaire doit stimuler un groupe de cellules nommées lymphocytes T. Ces derniers se répartissent en deux types principaux, distingués par leurs récepteurs (des protéines situées sur leurs membranes externes). Les lymphocytes qui seraient les plus efficaces pour détruire les cellules cancéreuses présentent des récepteurs dits CD8 (on les nomme CD8+). Le second type est constitué des lymphocytes CD4+, qui portent des récepteurs CD4.

L'idée d'un vaccin contre le cancer n'est pas nouvelle. À la fin du XIX^e siècle, le chirurgien américain William Coley a cherché un tel vaccin, après avoir été informé de cas de rémissions ayant suivi des infections potentiellement mortelles chez des cancéreux. Pour simuler ces infections sans risque, Coley a chauffé un mélange de deux souches de bactéries mortelles, de façon à les tuer pour les rendre inoffensives, puis l'a injecté à des patients. La préparation déclenchait de fortes fièvres, que Coley prolongeait par des injections quotidiennes. Il constata que la survie à long terme était supérieure chez les cancéreux ayant reçu sa préparation.

Une idée qui remonte à plus d'un siècle

Il émit l'hypothèse que les fortes fièvres de ses patients suractivaient leur système immunitaire affaibli, de sorte qu'il reconnaissait et attaquait les tumeurs. Il avança, de façon en partie justifiée, que sa préparation était une sorte de vaccin contre le cancer.

On utilisa quelque temps cette préparation, qu'on nomma toxine de Coley, contre divers cancers. Mais dans les années 1950, des médecins ont commencé à obtenir de meilleurs résultats avec la chimiothérapie. La toxine de Coley cessa alors d'être employée et la recherche de vaccins contre le cancer connut un coup d'arrêt.

L'ESSENTIEL

■ **Les traitements classiques du cancer (chirurgie, chimiothérapie et radiothérapie) ont amélioré la survie des malades, mais beaucoup ne sont pas guéris.**

■ **On cherche à stimuler leur système immunitaire pour qu'il combatte les tumeurs, une technique nommée immunothérapie.**

■ **De nombreux essais ont échoué, mais une nouvelle génération de produits est en cours de développement. L'un d'eux est déjà commercialisé aux États-Unis.**