

APPLICATIONS DES RADIOISOTOPES DE COURTE PERIODE

L'emploi des radioisotopes comme indicateurs s'est généralisé dans le monde entier. Jusqu'à présent, on avait surtout utilisé à cette fin des radioisotopes de période relativement longue, c'est-à-dire dont la radioactivité initiale ne diminue de moitié qu'au bout de plusieurs jours, de plusieurs semaines, voire de plusieurs années. Ainsi, l'un des radioisotopes les plus fréquemment utilisés, l'iode-131, a une période de huit jours.

Si une longue période peut, à certains égards, constituer un avantage, elle peut, sous d'autres rapports importants, présenter un inconvénient certain. Par exemple, si un radioisotope est utilisé pour étudier ou vérifier un procédé industriel ou agricole, il est évidemment souhaitable qu'il ne reste aucune trace de radioactivité dans le produit destiné à être manipulé ou consommé. Il faut donc prévoir des délais suffisamment longs pour que les radioisotopes présents dans le produit perdent leur activité par désintégration naturelle : or, plus la période est courte, plus ces délais seront réduits. De même, lorsque les radioisotopes sont utilisés en médecine pour le diagnostic, il est souhaitable de réduire au minimum la dose de rayonnements administrée au patient lors de l'examen. Il peut également être nécessaire de procéder à un nouvel examen de temps à autre, sans avoir à se préoccuper de la radioactivité subsistant dans l'organisme depuis l'examen précédent. Pour ces deux raisons, il est préférable de recourir à un radioisotope de courte période plutôt qu'à un radioisotope de longue période, bien qu'il entre évidemment des considérations autres que la période dans le choix d'un radioisotope pour un examen donné.

On entend généralement par radioisotopes de courte période ceux dont la période se compte en secondes, en minutes ou en heures. De par leur nature même, ces radioisotopes doivent être employés sur le lieu de production ou à proximité, à moins qu'il soit possible d'en produire et d'en expédier une quantité dont l'activité soit égale à plusieurs fois celle dont l'utilisateur a besoin. Jusqu'ici, seuls les établissements situés assez près d'un centre de production important pouvaient donc avoir recours à ces radioisotopes; ces établissements se trouvaient évidemment dans les pays avancés.

Radioisotopes produits dans de petits réacteurs de recherche

Un nouveau facteur est venu modifier cette situation. De nombreux petits réacteurs de recherche entrent maintenant en service dans diverses régions

du monde, particulièrement dans les pays en voie de développement. Ces réacteurs peuvent être utilisés à des fins diverses et principalement pour la production de radioisotopes. En outre, il s'est révélé plus économique de produire dans ces petits réacteurs des radioisotopes de courte période que des radioisotopes de longue période.

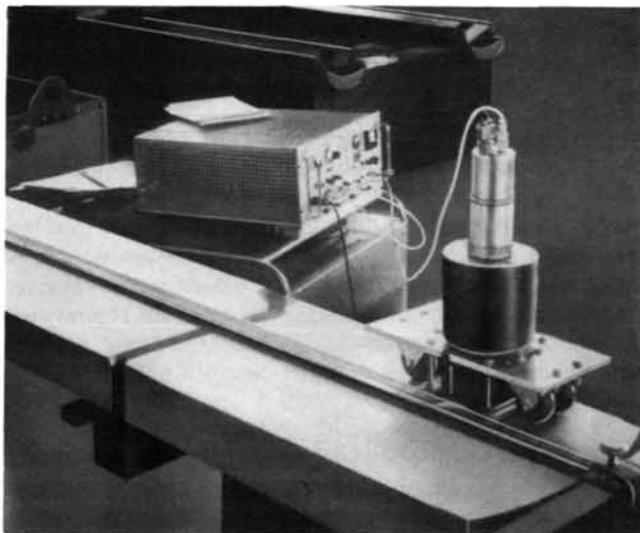
Si l'on veut utiliser au mieux la source de radioisotopes que constituent ces réacteurs de recherche, il est indispensable, tout d'abord, d'échanger et de diffuser les renseignements que l'on possède sur la production et la séparation des radioisotopes de courte période et sur les divers usages auxquels ils peuvent servir. C'est dans ce but que l'Agence internationale de l'énergie atomique a organisé en novembre dernier, à Vienne, des Journées d'études sur les applications des radioisotopes de courte période obtenus dans de petits réacteurs de recherche. Quarante et une spécialistes venus de 29 pays y ont assisté.

La réunion a débuté par deux exposés généraux présentés par MM. L.G. Stang Jr. et P.C. Aebersold (tous deux des Etats-Unis) qui ont passé en revue l'ensemble du problème de la production et de la séparation. Ces exposés ont été suivis d'une douzaine de rapports émanant d'instituts de plusieurs pays et portant sur les différentes méthodes de production de radioisotopes.

Les Journées ont été principalement consacrées à l'emploi des radioisotopes de courte période comme indicateurs, ce qui représente en fait leur principale application à l'heure actuelle.

Emplois dans l'industrie

M. L.G. Erwall (Suède) s'est étendu sur l'emploi des radioisotopes de courte période dans l'industrie, plus particulièrement dans l'industrie de son propre pays. "Lorsqu'on choisit un radioindicateur pour une application donnée", a-t-il dit, "on s'efforce généralement d'en prendre un qui ait une période aussi courte que possible; ceci s'explique notamment par la nécessité d'éviter une contamination de longue durée des produits : du fait des rayonnements émis, cette contamination pourrait en effet, non seulement constituer un danger pour l'homme, mais également présenter des inconvénients si le produit doit être utilisé, par exemple, dans des boîtes de pellicules photographiques ou dans les boîtiers ou écrans de détecteurs de rayonnements." Se référant à l'emploi des indicateurs pour l'étude et le contrôle du mouvement



Appareil pour l'étude des courants de convection dans de gros lingots d'acier en cours de solidification. On introduit une petite quantité d'or-198 à différents moments après le coulage et on observe, par comptage extérieur, la manière dont les constituants s'ordonnent (Extrait du mémoire de A. Kohn, Institut de recherches de la sidérurgie, France)

des solides, M. Erwall a expliqué que "les radioindicateurs offraient par rapport aux autres indicateurs possibles les deux principaux avantages suivants : quantité extrêmement réduite de matière nécessaire et pouvoir de pénétration du rayonnement gamma. Grâce au premier de ces avantages, on peut faire une étude à l'aide d'une quantité si minime d'indicateur qu'il ne se produira aucune concentration susceptible de nuire au traitement normal. Le second avantage permet de mesurer la radioactivité, c'est-à-dire la concentration de l'indicateur, exclusivement de l'extérieur, sans avoir à introduire un appareil de mesure qui risque de gêner le transport de la matière."

M. Erwall a cité, comme exemple, les fours rotatifs utilisés dans l'industrie du ciment : on introduit à l'entrée du four une petite quantité de produit marqué et on détermine, à l'aide de détecteurs montés à l'extérieur du four, le temps mis par l'indicateur pour arriver en divers points. Dans une des expériences, la matière première contenait un certain pourcentage de potassium, dont on voulait principalement étudier le comportement. A cette fin, on a marqué quelques kilogrammes de matière première en y ajoutant une solution aqueuse de sel de potassium-42. De même, dans d'autres industries, on introduit des morceaux de matière marqués dans des hauts-fourneaux ou des digesteurs de cellulose et on mesure leur vitesse de déplacement en enregistrant la radioactivité à l'entrée et à la sortie.

Pour illustrer l'emploi des indicateurs avec des liquides, M. Erwall a décrit comment on a déterminé, à l'aide de bromure d'ammonium radioac-

tif, le débit et la dilution des eaux usées provenant d'usines de cellulose et comment d'autres indicateurs ont servi à détecter et à localiser des fuites dans les canalisations d'eau et des infiltrations dans les barrages.

Un spécialiste coréen, M. Chong Kuk Kim, a exposé comment le sodium-24 à courte période, produit dans le réacteur Triga Mark II récemment installé en Corée, avait permis de localiser une fuite dans un réservoir d'eau d'irrigation. Les exposés de MM. J. Guizerix (France) et E. Gaspar (Roumanie) ont également porté sur la détection des fuites.

Emplois en médecine et en agriculture

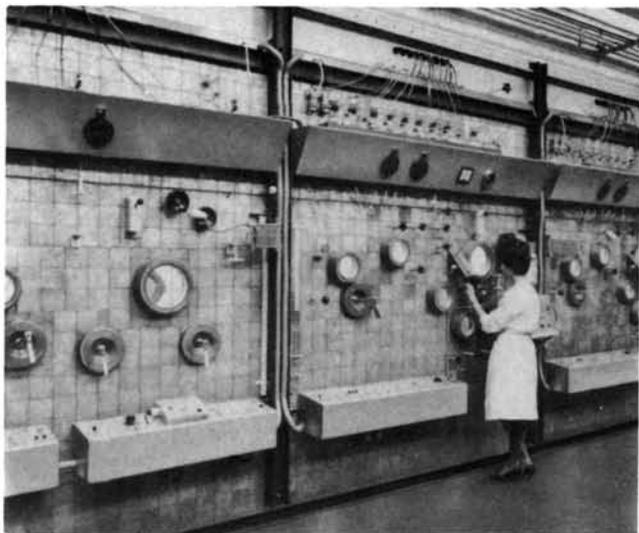
Deux des mémoires consacrés à l'emploi des radioisotopes de courte période en médecine portaient sur l'emploi de l'yttrium-90 comme source de rayonnement pour le traitement du cancer. Selon M. M. H. Duggan (Royaume-Uni), l'implantation de sources d'yttrium-90 dans l'hypophyse, qui a été utilisée très fréquemment dans le passé pour le traitement de certains types de cancer du sein, a récemment permis d'espérer que l'on pourrait ainsi enrayer la cécité due au diabète.

Les résultats expérimentaux pouvant intéresser l'agriculture ont fait l'objet du mémoire présenté par M. J. C. Arthur (Etats-Unis) qui a employé le cuivre-64 (radioactif) pour étudier le mécanisme de réaction des enzymes que l'on suppose être à l'origine du brunissement et de la décoloration des fruits et des légumes au cours de leur traitement.

Autres emplois

M. E. Somer (Danemark) a décrit des études faites à l'aide de bromure-82 pour déterminer le débit et la distribution des eaux usées, cette détermination étant une condition préalable de la protection des zones de villégiature et de pêche situées le long de la côte danoise contre la pollution sans cesse croissante des eaux.

En Australie, où l'on cherche actuellement à augmenter les précipitations dans certaines régions, en fabriquant artificiellement des nuages à l'aide de particules d'iodure d'argent, lâchées d'un aéronef, on a utilisé du cuivre-64 (radioactif) pour étudier le mouvement et la dispersion de la substance semée. M. J. S. Watt, qui a rendu compte de ces expériences, a dit qu'il était particulièrement intéressant de déterminer la proportion de cette substance dont la température descend en dessous de zéro et qui peut, de ce fait, favoriser la formation de grands cristaux de glace qui se transformeront ensuite en pluie. M. Watt a déclaré que la solution de ce problème pouvait influencer sensiblement sur la méthode de semis actuellement employée.



Installation pour le traitement chimique télécommandé des radioisotopes à courte période. Les trois cellules que l'on peut voir sur la photo sont « blindées » et reliées par un « convoyeur » (Extrait du mémoire de MM. Douis et M. Valade, Centre d'études nucléaires de Saclay, France)

M. C. C. Thomas (Etats-Unis) a décrit un autre exemple de l'emploi des radioisotopes de courte période. Il s'agit de la mesure de la quantité d'encre de papier carbone qui se dépose sur certaines parties des machines à traiter les données et qui, si elle est trop élevée, risque de nuire à leur fonctionnement.

Analyse par activation

Les radioisotopes peuvent aussi servir pour l'"activation" de certaines substances aux fins d'analyse : c'est là un emploi qui diffère beaucoup des applications comme radioindicateurs, et pour lequel on peut employer des radioisotopes de très courte période (moins d'une minute). L'analyse par activation est une méthode qui consiste à déterminer qualitativement ou quantitativement la présence de très petites quantités de certains éléments en les exposant aux rayonnements émis par un cyclotron ou un réacteur. Cette irradiation donne lieu à la formation de radioisotopes. Etant donné que chaque radioisotope émet une espèce caractéristique de rayonnement, il est possible de détecter, d'identifier et de mesurer de cette façon de très petites quantités des éléments en question.

MM. L. G. Stang (Etats-Unis) et D. A. Yachine (Union soviétique) ont décrit des circuits qui permet-

tent, par un système de pompage, d'envoyer des solutions dans un réacteur et de les en extraire, en vue de procéder à des analyses par activation. Cette méthode d'analyse peut être appliquée pour la détermination des impuretés contenues dans les métaux, la détection et la mesure du strontium dans les os, et même pour le dépistage des criminels. Sur ce dernier point, M. V. P. Guinn (Etats-Unis) a dit que les lubrifiants commerciaux, utilisés dans les automobiles, contiennent des impuretés qui dénotent leur origine et qu'il est possible, au moyen de l'analyse par activation de traces de ces lubrifiants, d'identifier le coupable en cas de délit de fuite après l'accident.

Méthodes de production

Il n'est pas nécessaire que tous les radioisotopes de courte période soient produits dans des réacteurs locaux. Dans certains cas, comme M. Aebersold (Etats-Unis) l'a fait remarquer, il serait peut-être préférable de produire dans de grands réacteurs les radioisotopes dont la période est supérieure à 12 heures : on leur donnerait une activité spécifique élevée et on les laisserait se désintégrer en cours de transport, à moins que le système de protection contre les rayonnements ne soulève des difficultés excessives.

Les participants se sont longuement penchés sur les problèmes que posent l'introduction d'échantillons à irradier dans le réacteur ainsi que leur retrait et leur traitement après irradiation. La tendance moderne est d'employer des systèmes de transport pneumatique, le tube à échantillons se déplaçant sous l'effet de l'air comprimé ou du vide. M. C. Taylor (Royaume-Uni) a cependant fait remarquer que le système du type convoyeur à bande était également efficace.

Une autre méthode de production des radioisotopes de courte période, exposée par M. L. G. Stang (Etats-Unis), consiste à séparer les produits de filiation des ascendants. Avec cette méthode, le produit obtenu dans le réacteur n'est pas le radioisotope de courte période dont l'utilisateur a besoin, mais un isotope "ascendant", dont la période est longue et qui se désintègre ensuite pour donner naissance à un produit de filiation de courte période. L'utilisateur reçoit sous emballage à la fois l'ascendant et le produit de filiation qui se trouvent dans un état d'équilibre qui se rétablit de lui-même après extraction du produit de filiation.