

LES RADIOISOTOPES DANS LA RECHERCHE ET DANS L'INDUSTRIE

Une étude d'ensemble des applications actuelles des radioisotopes dans les sciences physiques et dans l'industrie a été faite au cours d'une grande conférence internationale qui s'est tenue à Copenhague du 6 au 16 septembre 1960. Cette conférence, organisée par l'Agence internationale de l'énergie atomique en coopération avec l'UNESCO, a réuni quelque 500 hommes de science représentant 40 pays et 11 organisations internationales.

Les communications qui ont été présentées et les échanges de vues qui ont eu lieu ont montré que les applications des isotopes se diversifient de plus en plus et qu'elles passent rapidement du domaine des recherches et des expériences entreprises avec l'appui d'autorités officielles à celui de la pratique industrielle courante. L'évolution qui en résulte n'a pas seulement un intérêt technique : dans certains pays avancés, elle a déjà permis à l'industrie de réaliser des économies de l'ordre de plusieurs millions de dollars. L'importance de cette évolution ressort, non seulement des résultats signalés à la Conférence, mais aussi de la composition même de celle-ci. Pour la première fois dans une réunion de ce genre, un grand nombre de participants représentaient des groupements techniques et industriels et une grande partie des 150 communications se rapportaient, directement ou indirectement, aux applications industrielles des radioisotopes.

Se référant au fait que la Conférence réunissait des hommes de science venus de nombreux pays, le Premier Ministre du Danemark, M. Viggo Kampmann, a déclaré au cours de la séance d'ouverture : "Le nombre des participants montre que ce domaine particulier de la science nucléaire est considéré comme étant peut-être celui qui, dans l'immédiat, peut offrir le plus d'intérêt pratique pour l'humanité." Le Directeur général de l'Agence, M. Sterling Cole, a rappelé que, selon des avis autorisés, les radioisotopes présentent peut-être, pour l'instant du moins, une importance plus grande encore que la production d'énergie d'origine nucléaire, notamment pour les régions sous-développées.

Développement de la recherche au moyen des radioisotopes

Au cours de la séance d'ouverture, le Professeur Niels Bohr, savant de renommée mondiale, a également pris la parole en qualité de Président de

la Commission de l'énergie atomique du Danemark. Il a rappelé que la recherche nucléaire, entreprise dans le seul but d'étendre le champ des connaissances, a été "lourde de conséquences, car elle a révélé des possibilités insoupçonnées d'application pratique pour le bien-être de l'humanité". Rappelant les débuts de la recherche au moyen des radioisotopes, M. Bohr a fait observer que le champ d'études était alors fort limité du fait que le nombre des radioisotopes connus était très restreint. "Cependant, grâce aux progrès de la physique expérimentale, il a été possible de produire artificiellement un nombre toujours croissant de radioéléments; avec l'amélioration constante des méthodes de mesure, cela a permis d'élargir sensiblement le domaine de la recherche au moyen des radioisotopes. Enfin, la découverte de la fission de l'uranium et la libération, par les réactions en chaîne, de l'énergie emmagasinée dans les noyaux, a permis de produire des radioisotopes en quantités presque illimitées et a ouvert la voie à leurs nombreuses applications, notamment à des fins industrielles."

Depuis lors, a ajouté M. Bohr, l'emploi des radioisotopes comme indicateurs est devenu une méthode de travail indispensable, non seulement dans la quasi-totalité des domaines de la physique, mais aussi en biologie, ce qui a permis d'immenses progrès dans l'étude des organismes vivants, voire dans les recherches archéologiques. En raison même de l'ampleur du problème, a conclu M. Bohr, l'Agence avait été fort bien inspirée en donnant pour tâche à la Conférence de Copenhague d'étudier essentiellement l'utilisation des radioisotopes dans les sciences physiques et dans l'industrie.

Les premières séances de la Conférence ont été consacrées à l'emploi des radioisotopes dans les domaines suivants : géophysique, métallurgie, physique de l'état solide et physique nucléaire. La Conférence est ensuite passée aux applications industrielles des radioisotopes, qui ont été divisées en deux catégories : emploi des radioisotopes comme indicateurs; applications faisant appel aux pouvoirs de pénétration, d'absorption et de diffusion des rayonnements. La seconde semaine de la Conférence a été consacrée à l'emploi des isotopes dans divers domaines de la chimie, allant de l'analyse chimique pour déceler des quantités extrêmement faibles de matières à l'étude du processus de différentes réactions chimiques.



M. Viggo Kampmann, Premier Ministre du Danemark, qui a ouvert la Conférence sur l'emploi des radioisotopes dans les sciences physiques et dans l'industrie, organisée par l'AIEA à Copenhague, s'entretient avec le Professeur Niels Bohr, Président de la Commission danoise de l'énergie atomique, à gauche, et avec M. Sterling Cole, Directeur général de l'AIEA

Emploi des radioisotopes en géophysique et en météorologie

Pour ce qui est de la géophysique, de nouvelles méthodes de prospection minière et charbonnière à l'aide des radioisotopes ont été décrites par trois spécialistes de l'Union soviétique. Ils ont expliqué comment, en introduisant une source radioactive dans un trou de sonde et en mesurant le rayonnement réfléchi sur un détecteur, on peut déterminer la profondeur, l'épaisseur et la structure des veines de charbon. Cette technique permet également de distinguer les différentes couches de minerai traversées par la sonde et d'évaluer leur teneur.

Une autre communication émanant de l'Union soviétique portait sur les méthodes permettant d'évaluer, au moyen du radiocarbone (carbone-14), l'âge de spécimens géologiques et archéologiques. Le radiocarbone que les essais d'armes nucléaires ont libéré, principalement dans la stratosphère, permet d'étudier le transport du gaz carbonique de la stratosphère à la troposphère; cette question a fait l'objet d'une communication présentée par un expert danois. Il a expliqué de quelle manière l'étude de l'accroissement de la teneur de céréales en radiocarbone a fait apparaître des variations selon la latitude dans ce transport et, partant, dans la contamination par le radiocarbone. Il ressort de mesures effectuées au Danemark sur des céréales qu'en 1958 et 1959 la teneur en carbone-14 de ces céréales accusait une augmentation supérieure de plusieurs centièmes à l'augmentation moyenne pour l'hémisphère nord.

Deux communications, dont l'une était présentée par trois experts des Etats-Unis et l'autre par deux experts de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), ont décrit la manière dont les radioisotopes peuvent être utilisés pour étudier les météorites et pour expliquer des phénomènes cosmiques. Pendant leur parcours à travers l'espace, les météorites sont exposées à des rayons cosmiques qui produisent des radioisotopes dans les

matières qui entrent dans leur constitution. Etant donné que tout radioélément a une période qui lui est propre, l'analyse de ceux qui sont contenus dans une météorite peut donner des renseignements utiles sur le temps de parcours interplanétaire de cette météorite. Comme les météorites constituent la seule source de matières extra-terrestres qui nous soit accessible, leur étude peut également fournir des indications sur les conditions existant dans d'autres parties du système solaire. L'analyse des radioisotopes contenus dans les météorites peut fournir des données sur les variations d'intensité des rayons cosmiques dans l'espace et aider ainsi à comprendre la nature de la source des rayons cosmiques.

L'emploi des radioisotopes dans la recherche météorologique a été étudié au cours de deux séances hors programme.

Physique des métaux

Des experts de plusieurs pays ont traité des applications des radioisotopes en métallurgie. Les radioisotopes sont maintenant largement utilisés pour étudier le comportement des métaux dans diverses conditions; on espère que les résultats de ces études permettront à la fois de mieux connaître les propriétés des métaux et de perfectionner les procédés employés dans l'industrie métallurgique. Un expert du Royaume-Uni a expliqué, par exemple, la manière dont les radioisotopes peuvent être utilisés pour l'étude des déformations que subissent les métaux dans la fabrication de tubes: en incorporant une substance radioactive au métal, on peut déterminer toutes les déformations qu'il subit au cours des opérations.

Les participants ont également traité des applications des radioisotopes dans les recherches sur les semi-conducteurs, c'est-à-dire des matières - comme le silicium et le germanium - qui sont utilisées dans les transistors. Les semi-conducteurs tirent leurs propriétés essentielles de la présence dans un métal de très grande pureté d'une quantité extrêmement faible d'impuretés; les substances radioactives peuvent servir à la fois à des recherches sur les métaux semi-conducteurs et à leur manipulation. Les transistors sont en train de remplacer les tubes classiques de radio dans de nombreuses branches de l'électronique; on espère que l'emploi des radioisotopes aidera à produire des transistors de meilleure qualité et de plus grande précision.

Comme il a été indiqué précédemment, les applications industrielles des radioisotopes sont de deux sortes: emploi de petites quantités de substances radioactives comme indicateurs; applications découlant des pouvoirs de pénétration, d'absorption et de diffusion des rayonnements, pour la mesure et le contrôle de matières et d'appareils. Dans le premier cas, il s'agit essentiellement d'étudier l'emplacement ou le parcours d'un radioisotope au cours d'un processus qu'il n'est peut-être pas possible d'étudier par d'autres moyens; dans le second, on mesure des rayonnements pendant leur interaction avec la matière ou le système à étudier.

Emploi des radioisotopes comme indicateurs

Les débats de la Conférence de Copenhague ont fait ressortir le rôle croissant joué par les "indicateurs" radioactifs dans l'étude et la mesure du degré d'usure des moteurs et des pièces mécaniques. Avec les moyens classiques, on ne peut déterminer exactement l'usure qu'après une longue période de service ; au contraire, les radioisotopes permettent de mesurer l'usure avec une très grande précision après un temps assez court. On se sert couramment de radioisotopes pour étudier l'usure du métal ; les résultats obtenus permettent de mettre au point des alliages plus résistants. L'industrie en a déjà tiré d'énormes avantages.

Après avoir rendu une pièce mécanique radioactive, on peut mesurer le taux d'usure d'après le dépôt de radioactivité dans l'huile de graissage. Trois experts des Etats-Unis ont décrit dans leur communication une méthode d'étude de l'usure des moteurs diesel par la mesure du taux de radioactivité à la fois dans l'huile et dans les gaz d'échappement.

Dans certains cas, l'usure est liée au transfert de métal d'une pièce à une autre. Si l'une des surfaces de friction est rendue radioactive, le transfert de particules métalliques à l'autre surface peut être déterminé en mesurant la radioactivité acquise par cette dernière. Quatre experts britanniques ont décrit dans un mémoire cette méthode et d'autres utilisant les indicateurs radioactifs pour les recherches sur la lubrification et l'usure.

Deux experts de l'Union soviétique ont expliqué comment les radioisotopes peuvent servir à évaluer l'efficacité des lubrifiants - analyse utile pour la production de lubrifiants de haute qualité. Un expert tchécoslovaque a traité du contrôle radioisotopique de l'usure du roulement principal d'un grand turbo-générateur.

Deux experts canadiens ont démontré comment les indicateurs radioactifs pouvaient être utilisés pour marquer des boulets de broyeurs en vue d'obtenir des indications sur leur durée dans diverses conditions de fonctionnement et de faire une comparaison entre des boulets de compositions ou de types différents. Ils ont suivi un lot de boulets d'acier moulé, marqués par du radiofer ou du radiocobalt, pendant une opération de broyage qui a duré plusieurs semaines, ce qui a permis de recueillir des données sur leur usure et leur perte de poids.

Parmi les autres applications industrielles des radioisotopes examinées lors de la Conférence, on peut citer l'utilisation de gaz radioactifs pour la détection de fuites dans des éléments hermétiquement scellés ; cette méthode est d'une sensibilité beaucoup plus grande que les méthodes classiques. L'élément est immergé dans un gaz radioactif sous pression et le rayonnement qui pénètre dans l'élément est ensuite mesuré ; on peut encore introduire un gaz radioactif dans l'élément avant de le sceller : la perte d'activité permet d'évaluer l'importance de la fuite.



Près de 600 hommes de science de 42 pays ont assisté à la Conférence sur l'emploi des radioisotopes dans les sciences physiques et dans l'industrie, organisée par l'AIEA à Copenhague

Deux experts du Laboratoire de recherches de Wantage, Royaume-Uni, ont également décrit une méthode pour la mesure continue du débit de gaz dans un tuyau à l'aide d'une source radioactive montée sur volet. Un détecteur externe et une source radioactive fixée à une soupape qui s'ouvre plus ou moins selon le débit constituent un dispositif autonome pour la mesure continue du débit. En fixant la source radioactive sur la partie inférieure du volet, on peut augmenter, en fonction du débit et par conséquent de l'inclinaison du volet, l'intensité des rayonnements en un point extérieur au tuyau. Cette méthode est particulièrement utile dans les cas extrêmes où il est difficile de se servir des systèmes de mesure classiques, par exemple lorsque la pression du gaz est trop élevée ou que le tuyau est inaccessible.

Autres applications industrielles

Deux experts d'une société britannique de recherche pétrolière ont décrit des méthodes permettant l'analyse continue du soufre dans une raffinerie au moyen des radioisotopes. La teneur en soufre des effluents d'une raffinerie doit être maintenue au-dessous d'un certain niveau pour que le produit soit de qualité satisfaisante ; un système de mesure continue est donc très utile. Or, actuellement, les raffineries sont obligées de faire en laboratoire des mesures qui sont relativement lentes ; l'emploi des radioisotopes pour des mesures continues devrait permettre des économies considérables. La méthode est fondée sur le fait que les atomes de soufre absorbent beaucoup plus certains rayonnements que ne le font les atomes de carbone et d'hydrogène, de sorte que l'on peut ainsi mesurer des variations même légères dans la teneur en soufre des hydrocarbures (tels que le pétrole).

Des experts des Pays-Bas et de l'Union soviétique ont rendu compte de méthodes utilisant l'hydrogène radioactif (tritium) pour déterminer la répartition des eaux dans un champ pétrolier. Pour l'exploitation des gisements de pétrole, il est très utile de pouvoir calculer quantitativement le mouvement des nappes d'eau.

Certaines applications possibles des isotopes dans l'industrie du caoutchouc ont été décrites par quatre experts tchécoslovaques. Ils ont montré que la résistance des pneus pouvait être évaluée plus rapidement et plus exactement au cours d'essais sur route en utilisant des radioisotopes.

Actuellement, l'application industrielle la plus intéressante du point de vue des économies réalisées est l'emploi des radioisotopes pour les mesures d'épaisseurs ; deux experts français ont rendu compte des progrès récemment accomplis dans ce domaine. La méthode la plus employée consiste à mesurer la pénétration des rayonnements à travers les matières étudiées. Par exemple, l'épaisseur de feuilles de métal fabriquées en série dans une usine peut être déterminée en faisant passer chaque feuille entre une substance radioactive et un instrument de mesure des rayonnements. L'intensité du rayonnement ayant traversé la feuille dépendant de l'épaisseur de cette dernière, on obtient ainsi des mesures continues, extrêmement rapides et précises.

Applications chimiques

Plusieurs séances ont été consacrées aux applications des radioisotopes en chimie analytique, organique et physique. L'emploi des radioisotopes pour l'analyse des matières a suscité un vif intérêt ; divers experts britanniques, américains et français ont évoqué les progrès récents dans les techniques d'analyses isotopiques. Les expériences et les résultats mentionnés à la Conférence ont prouvé que ces techniques sont devenues indispensables pour certaines recherches importantes qu'il est impossible de mener par d'autres moyens.

Si l'échantillon à analyser est rendu radioactif, on peut facilement déterminer ses composants car le rayonnement d'un radioisotope particulier est caractéristique. En mesurant et en étudiant les rayonnements émis par l'échantillon, on peut déterminer la nature et la quantité de tous ses composants.

Un des grands avantages de cette technique est que l'analyse ne modifie ni la structure physique ni la composition de la substance étudiée. Elle est particulièrement utile lorsqu'il s'agit de déterminer la présence d'un élément en quantité trop faible pour être décelée par d'autres moyens. Comme on l'a dit plus haut, une application fort importante de cette technique est l'analyse des métaux utilisés dans les transistors. On peut également l'employer dans des recherches métallurgiques plus générales, par exemple pour déterminer la teneur en hydrogène des métaux.

Les problèmes que pose la production des radioisotopes et des composés marqués ont également fait l'objet de séances particulières.

Dans leurs communications, des experts britanniques et un expert polonais ont montré que les radioisotopes se révèlent également utiles dans des domaines qui n'ont apparemment que peu de rapports avec la science et la technologie. Deux spécialistes d'Oxford ont expliqué que l'analyse de 500 pièces de monnaie grecque en argent du V^e siècle avant J.C. avait permis d'obtenir des données intéressantes sur les relations commerciales de cette période et d'établir que certaines de ces pièces avaient été délibérément altérées. L'expert polonais a expliqué comment l'emploi des rayonnements nucléaires avait permis de déterminer les méthodes utilisées, il y a 800 ans, pour le coulage de la grande porte en bronze de la cathédrale royale de Gniezno (Pologne), et de recueillir ainsi de précieux enseignements sur la technologie de l'art médiéval.

Conclusions

Commentant les travaux de la Conférence, maints participants ont souligné que les applications des radioisotopes ne cessent de se multiplier, non seulement dans des domaines nouveaux de la recherche et dans l'industrie, mais aussi dans de nombreux pays. M. Paul C. Aebersold, directeur du Service des isotopes de la Commission de l'énergie atomique des Etats-Unis, a dit que depuis la première Conférence sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques, tenue à Genève en 1955, on s'intéresse de plus en plus dans maints pays aux avantages pratiques que l'emploi des radioisotopes peut offrir dans l'immédiat. Si l'exploitation de l'énergie nucléaire dans des conditions rentables semble plus lente à s'imposer qu'on ne le prévoyait à une certaine époque, l'emploi des radioisotopes produits par les réacteurs de recherche et de formation actuellement en service dans de nombreux pays offre, en revanche, un intérêt pratique immédiat.

M. John Putman, du Laboratoire de recherche de Wantage (Royaume-Uni), a fait remarquer que si les principes ou méthodes de base relatifs à l'emploi des radioisotopes ne sont plus du domaine de l'inédit, les travaux de la Conférence ont mis en lumière les perfectionnements et les applications des méthodes proposées quelques années plus tôt. Dans plusieurs pays, l'emploi des radioisotopes a largement débordé le cadre des laboratoires directement intéressés. M. Putman a souligné que l'un des résultats les plus utiles des conférences du genre de celle de Copenhague était de permettre des échanges de vues officiels entre hommes de science de divers pays.

M. V. Botchkarev, directeur du laboratoire d'isotopes de l'Office central de l'énergie atomique de l'URSS, a également souligné l'importance des échanges de vues. La Conférence a montré, a-t-il ajouté, qu'au cours des dernières années de nouveaux résultats intéressants ont été acquis en matière de production et d'utilisation des radioisotopes. Il a relevé l'intérêt manifesté par de nombreux participants à l'égard des applications des radioisotopes dans l'industrie et dans la prospection minière.

Les séances de la Conférence ont été présidées par les experts suivants : J. Koch, Danemark ;

M. Rollier, Italie; A. Tcherbane, Union soviétique;
P. C. Aebersold, Etats-Unis; J. N. Gregory, Australia;
Henry Seligman, AIEA; Ch. Fisher, France;
C. Burckhardt, Suisse; J. L. Putman, Royaume-Uni;
J. Hoste, Belgique; K. Kimura, Japon; W. Herr,
Allemagne; K. Wilzbach, Etats-Unis; V. Botchkarev,

URSS; J. Fuksa, Tchécoslovaquie; C. C. Evans,
Royaume-Uni; F. Strassmann, Allemagne; L. Jur-
kiewicz, Pologne; P. Albert, France; A. H. W. Aten,
Pays-Bas.

Les actes de la Conférence seront publiés par
l'Agence internationale de l'énergie atomique.
