

sur les normes internationales minimales qui devraient être adoptées en matière de responsabilité civile; au cours de la deuxième série de réunions, le groupe a terminé l'examen en première lecture d'un projet de convention. (Il a achevé ses travaux au mois d'août, lors d'une dernière série de réunions.)

Résumé

Résumant l'ensemble des activités de l'Agence au cours de l'année écoulée, le Conseil des gouverneurs conclut dans son rapport: "Au cours de l'année écoulée, l'Agence a entrepris des activités dans tous les domaines prévus par son Statut. Toutefois, l'ampleur de ces activités a été extrêmement variable; elles ont été importantes surtout en matière d'assistance technique (y compris les bourses), de santé et

de sécurité et de protection radiologique. L'exécution du programme de conférences de l'Agence a été entreprise dans de bonnes conditions, de même que le programme d'aide à la recherche. L'Agence a commencé à jouer le rôle de fournisseur de matières, ce qui a amené la première application de garanties. L'Agence a ainsi commencé à répondre aux besoins des Etats Membres dans de nombreux domaines et le Conseil espère que l'année 1960 verra se confirmer cette tendance, la plupart des programmes déjà entrepris s'établissant sur des bases solides et se développant à une cadence plus régulière. Une nouvelle expansion des activités de l'Agence dépendra pour une très large part de la mesure dans laquelle elle sera appelée à exercer ses fonctions en matière de développement de l'énergie d'origine nucléaire et de fourniture de matières."

LES RAYONNEMENTS DANS L'INDUSTRIE

LA CONFERENCE DE VARSOVIE EN EXAMINE LES APPLICATIONS

Des savants venus de beaucoup de régions du monde se sont réunis à Varsovie, lors d'une conférence importante organisée par l'Agence internationale de l'énergie atomique, pour examiner l'emploi des sources de rayonnements intenses dans l'industrie, notamment dans les opérations chimiques. Pendant cinq jours, du 8 au 12 septembre, ils ont examiné en détail tous les aspects essentiels de ce problème, dont l'importance ne cesse de s'accroître. La Conférence a permis de procéder non seulement à une évaluation des techniques employées et des résultats obtenus, mais encore à un échange de vues sur les nouvelles tendances qui se manifestent dans ce domaine et qui, si l'on en juge par l'expérience acquise dans divers pays, permettent déjà d'entrevoir de brillantes perspectives.

Une simple classification permet de répartir les modes d'emploi des rayonnements ionisants en deux grandes catégories. En premier lieu, ils peuvent servir comme un instrument d'étude, de mesure et d'essai; en second lieu, ils permettent d'amorcer directement des réactions chimiques. Ces deux fonctions sont illustrées par les emplois bien connus des rayonnements en médecine et en biologie. C'est ainsi, par exemple, que les rayonnements peuvent aider à dépister et à situer des tumeurs malignes, et qu'il est également possible de les utiliser pour détruire de telles tumeurs. D'autre part, ils peuvent révéler certains processus compliqués de la croissance des plantes et, en même temps, amorcer des opérations qui ont pour effet la production de nouvelles variétés de plantes.

De même, sur le plan industriel, les rayonnements servent à la fois d'instrument de détection, d'essai et de mesure, et d'agent actif dans l'amorçage de réactions chimiques utiles. En tant qu'instrument de contrôle, ils ont trouvé une multitude d'emplois qui ont apporté à l'industrie des bénéfices de

l'ordre de plusieurs centaines de millions de dollars. Ainsi, ils ont permis de dépister des fuites dans les pipelines et dans les conduites d'eau, de gaz et d'électricité; ils ont servi à mesurer l'épaisseur des plaques de métal et, partant, à en assurer l'uniformité, à mesurer le niveau et la densité des combustibles et à contrôler le degré de perfection des mélanges. La plupart de ces applications se font au moyen de petites sources radioactives que l'on utilise extérieurement, ou que l'on introduit dans la substance en question où elles jouent le rôle d'un traceur.

Stérilisation

La stérilisation constitue un champ d'application important des rayonnements ionisants. L'industrie pharmaceutique, par exemple, manquait d'une méthode permettant de stériliser des matières sensibles, telles que les protéines et les enzymes, sans recourir à des moyens thermiques ou à des produits chimiques hautement réactifs. A cet égard, les rayonnements ionisants offrent une méthode des plus efficaces, car on peut les utiliser avec succès pour détruire des micro-organismes en appliquant des doses qui sont d'une innocuité absolue en ce qui concerne la plupart de ces matières. En outre, ils présentent certains avantages particuliers. En premier lieu, ils permettent d'appliquer la stérilisation à des colis fermés; en deuxième lieu, il devient ainsi possible d'employer du matériel d'emballage d'un genre nouveau, à la fois moins coûteux et plus pratique; enfin, cette méthode est aisément adaptable à un traitement continu.

A Varsovie, les experts ont discuté de la technique de cette méthode et des conditions que doit réunir la source de rayonnement; ils ont traité également d'un sujet connexe, à savoir la stérilisation de l'équipement médical: instruments de chirurgie, aiguilles hypodermiques et matériel en caoutchouc.

Dans le même ordre d'idées, une autre application particulière a retenu leur attention; il s'agit de la stérilisation par les rayons gamma des ampoules d'eau distillée, méthode qui peut être économiquement avantageuse dans l'industrie.

L'action stérilisante des rayonnements présente aussi une grande utilité pour la conservation des denrées alimentaires; dans plusieurs pays, des recherches intensives ont été entreprises pour trouver une méthode sûre et efficace permettant de traiter les aliments par les rayonnements ionisants. Un compte rendu de ces recherches et des résultats obtenus a été présenté à la conférence et lui a permis d'évaluer les perspectives d'avenir. La neutralisation des virus par les rayons gamma permet non seulement d'éliminer les agents d'infection contenus dans les aliments et les produits pharmaceutiques, mais peut aussi donner lieu à la formation de vaccins composés de virus morts, qui conservent leur aptitude à former des anticorps tout en ayant cessé d'être des agents d'infection. Le problème que pose la fabrication des vaccins à l'aide des rayonnements revêt un grand intérêt en raison des inconvénients inhérents aux méthodes de neutralisation des virus que l'on applique à l'heure actuelle.

Réactions chimiques

D'ordinaire, l'amorçage des réactions chimiques nécessite l'emploi de sources de rayonnements plus intenses et plus puissantes. Ces rayonnements peuvent émaner de substances telles que le cobalt-60 et le césium-137 ou être produits par des machines qui servent à accélérer les particules nucléaires et les portent à de très hautes énergies. Le cobalt-60 est un isotope radioactif du cobalt qui résulte de l'irradiation au moyen de neutrons du cobalt-59 ordinaire, tandis que le césium radioactif ou césium-137 constitue l'un des produits finals de la fission

Ouverture de la Conférence scientifique sur l'emploi des sources de rayonnements intenses dans l'industrie au Palais Namiestnikowski, à Varsovie. De gauche à droite: M. Henry Seligman, Directeur général adjoint de l'AIEA, M. Winiewicz, Vice-Ministre des Affaires étrangères de Pologne, M. Piotr Jaroszewicz, adjoint du Premier Ministre de Pologne, M. Sterling Cole, Directeur général de l'AIEA, M. Stefan Jedrychowski, Président de la Commission de planification économique d'Etat de Pologne, M. Wilhelm Billig, Haut Commissaire à l'énergie nucléaire de Pologne et M. Arkadiy Rylov, Directeur général adjoint de l'AIEA



nucléaire s'opérant dans un réacteur. L'un et l'autre émettent des rayons gamma très pénétrants et possèdent des périodes assez longues, ce qui signifie que leur radioactivité se maintient pendant des laps de temps considérables. Parmi les machines employées pour accélérer les particules, les plus utiles dans ce domaine sont celles qui, en accélérant les électrons, les portent à des énergies sensiblement supérieures à celles que possèdent les électrons (particules bêta) émis par les substances radioactives.

Ces rayonnements à très hautes énergies provoquent des réactions intéressantes, tant dans la vie organique que dans les matières destinées à l'industrie. Certes, il est possible d'obtenir beaucoup de ces réactions par des moyens différents, par exemple en recourant aux produits chimiques, à la chaleur ou à la pression. A cet égard, les rayonnements constituent une méthode supplémentaire, mais qui se révèle souvent plus efficace. Il s'agit, d'ailleurs, d'une méthode relativement récente, dont l'efficacité et les avantages économiques iront probablement croissant à mesure que progresseront les recherches et l'expérience pratique.

Polymérisation et réticulation

Les emplois industriels les plus importants se situent notamment dans le domaine de la polymérisation. Les polymères - éléments constitutifs des matières plastiques - sont de longues chaînes de molécules dont la formation, appelée polymérisation, est généralement due à une chaleur et à une pression extrêmes. Cependant, grâce aux rayonnements, on peut réaliser cette opération à des températures et des pressions sensiblement inférieures à ce qui est normalement nécessaire. Ainsi, on obtient d'habitude le polyéthylène - matière plastique bien connue - en amenant les molécules de l'éthylène à se grouper en de longues chaînes sous l'action de températures et de pressions très élevées. Par contre, si l'éthylène est irradié, le processus de la formation en chaîne (c'est-à-dire de la polymérisation) est possible sans que l'on ait besoin de recourir à ces températures et pressions extrêmes.

Un autre phénomène marquant est constitué par la réticulation, caractérisée par le fait que les polymères s'enchaînent les uns aux autres à leurs points de croisement. Grâce à ce procédé, une masse importante de matière plastique peut être transformée en un très petit nombre de molécules, ce qui a pour effet de donner à la substance une résistance à des températures beaucoup plus élevées.

Plusieurs des mémoires présentés à la Conférence de Varsovie portaient sur l'application des rayonnements ionisants à la polymérisation et d'autres réactions utiles, employées dans la fabrication et le traitement des matières plastiques. On a étudié sous divers angles la polymérisation de la série éthylène des hydrocarbures et l'on a exposé leurs caractéristiques techniques et les conditions requises à cet égard. Certains experts ont fait ressortir que la

réticulation provoquée par les rayonnements permettait d'obtenir un produit de meilleure qualité et ouvrait ainsi la voie à de nouvelles applications du polyéthylène. Depuis plusieurs années, on vend des pellicules de polyéthylène irradié et l'on fabrique du fil électrique ayant comme isolant du polyéthylène irradié. Parmi les autres réactions qui ont fait l'objet d'une discussion, il y a lieu de signaler la réticulation de l'alcool polyvinylique (APV) et du chlorure polyvinylique (CPV), polymères bien connus dérivés du groupe des éthylènes.

Plusieurs mémoires avaient trait à l'oxydation et à la chloration en chaîne des hydrocarbures, qui sont, l'une et l'autre, parmi les procédés chimiques les plus importants utilisés dans l'industrie. On a également traité des effets des rayonnements sur les réactions de carbonisation et de méthanation. Un autre sujet qui a été abordé concernait la possibilité d'améliorer les catalyseurs par voie d'irradiation. On se rend de plus en plus compte que certains des effets produits par les rayonnements ionisants pourront probablement influencer les propriétés des catalyseurs et on s'est efforcé de modifier l'action catalytique des solides en les exposant aux rayonnements nucléaires.

Technologie et aspects économiques

Une grande partie des mémoires présentés à la conférence portait sur des problèmes qui intéressent la conception et la réalisation de sources de rayonnements convenant aux différentes applications industrielles. Ces mémoires décrivaient en détail divers types de sources au cobalt; leur fonctionnement a été exposé sur la base de l'expérience acquise et a fait l'objet d'une discussion. Par exemple, l'auteur d'un de ces mémoires a traité des problèmes que pose la construction d'un dispositif d'irradiation mobile destiné à empêcher la germination des

pommes de terre entreposées dans les magasins. Les participants ont également examiné l'efficacité et l'utilité relatives de diverses sources de rayonnement. Non seulement leur attention s'est portée sur les rayonnements de grande pénétration, tels que les rayons gamma émis par les sources au cobalt ou les électrons accélérés artificiellement dans les accélérateurs de particules, mais ils ont aussi envisagé les possibilités d'emploi des rayonnements bêta ordinaires émis par les produits de fission. Dans beaucoup de procédés industriels, un traitement superficiel par rayonnements est préférable à une irradiation pénétrante; dans ces cas, des sources bêta constituées par des produits de fission pourraient être particulièrement utiles.

Le problème du prix de revient est lié à celui de l'efficacité technique. La conférence a examiné non seulement les avantages économiques relatifs que présentent les divers types de sources de rayonnement, mais encore la question de plus grande portée, qui est de savoir si le traitement par rayonnements est plus intéressant du point de vue économique que les méthodes de traitement classiques, et, dans ce cas, dans quels domaines. Les participants ont aussi étudié la possibilité de réduire, dans certains champs d'application déterminés, le coût du traitement par rayonnements.

Enfin, la conférence a permis aux divers spécialistes d'échanger des renseignements sur les sources de rayonnements fonctionnant dans les différents pays, et sur la nature des applications expérimentales ou commerciales actuellement à l'étude. Ainsi, il leur a été possible de procéder à une évaluation de l'ensemble du sujet, de faire le point des dernières réalisations scientifiques et techniques dans ce domaine et d'ébaucher dans les grandes lignes l'évolution et les progrès auxquels on peut s'attendre dans le proche avenir.

RECHERCHE RADIOBIOLOGIQUE

La sécurité dans la production et l'utilisation des substances radioactives et la protection contre les rayonnements ionisants intéressent directement l'Agence internationale de l'énergie atomique. Aussi, l'Agence s'est-elle attachée, d'une part, à établir des normes de sécurité et s'est-elle efforcée, d'autre part, d'encourager la recherche portant sur les effets biologiques des rayonnements. La recherche radiobiologique présente une importance essentielle dans un monde où l'emploi des sources de rayonnements se développe partout car les mesures de protection radiologique et le traitement du mal des rayons ne sauraient être efficaces que si l'on comprend parfaitement les effets des rayonnements ionisants sur les organismes vivants.

Dès à présent, un travail considérable a été accompli dans ce domaine. A peu près tout le monde sait maintenant que les rayonnements ionisants causent des dommages aux organismes vivants; en fait,

les effets nocifs des rayonnements ont été observés dès le début de la radiologie. Depuis quelques années, on a de plus en plus conscience de ces dangers, et l'on s'efforce de mettre au point des méthodes de protection et de traitement.

Sans doute possède-t-on beaucoup de renseignements sur les symptômes des radiolésions, mais on ne sait pas encore exactement quels sont la nature et le mécanisme des dommages que provoquent les rayonnements. Il n'est pas étonnant qu'une dose d'irradiation très élevée entraîne la mort instantanée des cellules exposées; il est beaucoup plus surprenant de constater que des cellules sont détruites même lorsque les doses auxquelles elles sont exposées ne contiennent que des quantités infimes d'énergie. On sait fort peu de choses du processus subtil par lequel des transformations complexes s'opèrent dans les cellules, même sous l'effet de très petites doses de rayonnements. Il s'agit donc surtout de