

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

découvrir par quel processus ces changements s'opèrent sous l'effet des rayonnements et d'en étudier la nature. En d'autres termes, il faut expliquer pourquoi et comment les rayonnements produisent les effets observés. On ne peut mettre au point de méthodes efficaces de protection et de traitement avant de connaître la réponse exacte à ces questions.

### **Contrats de recherche**

L'AIEA a accordé à des institutions scientifiques de plusieurs pays des contrats de recherche portant sur les problèmes dont la solution pourrait jeter quelque lumière sur divers aspects de la question. Un des sujets de recherche est l'étude des effets de petites doses de rayonnements, dont la connaissance est indispensable pour établir les doses maximums admissibles pour les personnes s'occupant de radiologie et d'autres travailleurs. L'Agence a accordé à l'Institut de pharmacologie de l'Université de Vienne un contrat de recherche en vue de déterminer comment les cellules, notamment les cellules nerveuses, réagissent aux faibles doses de rayonnements. On a observé que même des doses suffisamment réduites pour éviter tous les symptômes du mal des rayons peuvent provoquer des réactions instantanées nullement négligeables; on pense que le système nerveux joue un rôle important dans ces réactions. Mais on ne sait pas de façon certaine comment les réactions se produisent ni s'il est possible de les atténuer ou de les supprimer au moyen de certaines substances protectrices. Il se peut que les recherches entreprises par l'Institut de pharmacologie de Vienne permettent de répondre à cette question et de résoudre d'autres problèmes connexes.

Les effets immédiats et les effets à petite dose des rayonnements ionisants ont fait récemment l'objet d'un colloque international organisé par la Commission nationale italienne pour la recherche nucléaire, en collaboration avec l'AIEA et l'UNESCO. Des spécialistes de la radiobiologie appartenant à 15 pays ont pris part à ce colloque, qui s'est réuni à Venise pendant cinq jours, du 22 au 26 juin 1959.

D'autres recherches importantes ont trait à l'action de certaines substances dans le domaine de la protection radiologique. La présence de certains produits chimiques dans un système biologique au cours de l'irradiation augmente la résistance du système aux rayonnements; des études dans ce domaine présenteraient une grande utilité pratique et permettraient aussi de mieux comprendre le comportement des cellules. Aux termes d'un contrat de recherche accordé par l'AIEA, l'Institut de physiologie de l'Université de Vienne étudie les modalités de l'action protectrice exercée par certains composés chimiques.

Parmi les effets que peuvent produire les rayonnements, les effets génétiques provoquent une grande inquiétude. A peu près tout le monde sait maintenant que les rayonnements ionisants peuvent causer des mutations génétiques et que, dans des organismes complexes tel que l'organisme humain, ces mutations sont presque toujours nuisibles. Il s'agit donc d'étudier comment les gènes s'altèrent sous l'effet de l'irradiation et de déterminer quels

rapports existent entre les divers types et doses de rayonnements et la fréquence des mutations. Ces études doivent nécessairement se faire par des méthodes indirectes car des expériences directes portant sur des êtres humains seraient évidemment trop dangereuses. Aux termes d'un contrat accordé par l'AIEA, l'Institut de génétique médicale de l'Université d'Upsala procède actuellement à des études cytogénétiques pour déterminer quels effets les rayonnements ont sur des cellules humaines cultivées in vitro.

### **Effets sur les micro-organismes**

Si les expériences in vitro permettent de tirer certaines conclusions au sujet des effets des rayonnements sur les cellules humaines, on peut aussi approfondir la connaissance de ces effets en étudiant comment certains organismes plus primitifs réagissent aux rayonnements. Il se peut même que ces études permettent de résoudre une des énigmes de la radiobiologie. On a constaté d'énormes différences de radiosensibilité entre divers organismes; les doses présumées létales varient d'environ 200 unités roentgen pour les mammifères à 200 000 r ou davantage pour les organismes unicellulaires. On a également observé des différences de sensibilité entre plusieurs micro-organismes et entre plusieurs mammifères. Ces différences sont connues depuis fort longtemps mais on n'a pas encore pu en donner une raison convaincante. Les savants ne voient même pas quelle explication donner, fût-elle provisoire. Cependant, la question présente une importance capitale car si l'on arrivait à comprendre les raisons de ces différences, on trouverait peut-être la clef des problèmes fondamentaux de la radiobiologie. Ce n'est que lorsqu'on connaîtra exactement ces raisons que l'on aura des bases solides pour mettre au point des méthodes de protection radiologique.

L'Agence a passé avec le Chester Beatty Research Institute de Londres un contrat de recherche en vue de découvrir les raisons des différences de radiosensibilité observées entre plusieurs micro-organismes. Indépendamment de son utilité pour la radiobiologie pure et pour la radiologie appliquée à la protection contre les rayonnements, il se peut que cette recherche présente un intérêt dans le domaine de la conservation des aliments et des produits pharmaceutiques par irradiation. Une des principales difficultés de la stérilisation des denrées alimentaires et des produits pharmaceutiques réside dans le fait que beaucoup de bactéries ont une grande résistance aux rayonnements ionisants. Il se peut que, dans certains cas, la dose nécessaire pour leur destruction nuise à la qualité des aliments ou produits. L'expérience actuelle montre que la stérilisation peut nécessiter des doses comprises entre 200 000 et 600 000 r. Une des solutions possibles consisterait donc à trouver une méthode permettant d'augmenter la radiosensibilité des bactéries par des moyens artificiels avant de les exposer aux rayonnements; une faible dose de rayonnements ne présentant aucun danger pourrait alors s'avérer pleinement efficace. Les recherches effectuées par

le Chester Beatty Research Institute visent notamment à trouver un moyen de rendre les micro-

organismes plus sensibles aux rayonnements qu'ils ne le sont normalement.

## L'AGE ATOMIQUE ET LES PROBLEMES DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA FORMATION

L'extension rapide des applications pacifiques de l'énergie atomique a entraîné inévitablement une demande accrue d'experts spécialisés dans les diverses branches des sciences et de la technologie nucléaires. Le développement de l'enseignement et de la formation dans ces domaines n'a pas toujours pu aller de pair avec l'accroissement constant de la demande, et de nombreux pays doivent faire face à une grande pénurie de personnel qualifié.

Les techniciens en mesure d'entreprendre les travaux très spécialisés se rapportant à l'énergie atomique sont peu nombreux, même parmi ceux qui ont reçu une formation scientifique ou technique générale. De plus, les sciences et la technologie nucléaires elles-mêmes se subdivisent en de nombreuses disciplines spécialisées, et la pénurie de personnel possédant les connaissances et la formation nécessaires se fait sentir de plus en plus à mesure que la spécialisation devient plus grande.

La formation en matière de sciences et de technologie nucléaires est l'un des principaux problèmes qui retiennent l'attention de l'Agence internationale de l'énergie atomique. Mais il est évident qu'un problème de cette ampleur ne pourra être résolu directement par les seuls efforts des organisations internationales, et qu'il exigera l'action concertée de toutes les nations qui s'intéressent au développement de l'énergie atomique. De plus, pour qu'une formation spécialisée porte ses fruits, il faut qu'elle repose sur un enseignement de base adéquat. Les établissements d'enseignement général devront donc donner à leurs élèves les éléments nécessaires à toute spécialisation en sciences et en technologie nucléaires.

Le problème est d'une extrême complexité et s'étend à divers aspects de la politique suivie en matière d'enseignement. Par exemple, il peut déterminer dans une certaine mesure l'importance qui sera donnée aux sciences aux premiers stades des études générales. De plus, il peut obliger à remanier les programmes et les méthodes de l'enseignement scientifique traditionnel à ses divers degrés.

### Journées d'études de Saclay

On a reconnu depuis longtemps la nécessité d'organiser des échanges de vues entre experts, afin de procéder à un examen détaillé de l'ensemble du problème. Tel a été l'objet des journées d'études internationales organisées conjointement par les deux institutions internationales qui assument les



Vue générale du Centre d'études nucléaires de Saclay (France)

plus grandes responsabilités dans ce domaine : l'AIEA et l'UNESCO. D'éminents savants, venus de 31 pays, ont participé à ces journées d'études, qui se sont tenues au Centre d'études nucléaires de Saclay du 6 au 10 juillet 1959, et au cours desquelles vingt-huit communications ont été présentées. Les auteurs de ces communications, comme ceux qui ont participé aux discussions, possédaient une grande expérience dans d'importants domaines de l'enseignement et de la recherche et pouvaient donc parler en pleine connaissance de cause, non seulement des besoins que créent les travaux se rapportant à l'énergie atomique, mais aussi des problèmes particuliers qui se posent dans le domaine de l'enseignement, de la formation et de la recherche.

Des allocutions ont été prononcées à la séance d'ouverture par M. Sterling Cole, Directeur général de l'AIEA, M. Malcolm Adiseshiah, Directeur général de l'UNESCO par intérim et M. Francis Perrin, Haut-Commissaire français à l'énergie atomique. Les journées d'études ont comporté quatre grandes réunions. La première, qui a été consacrée au rôle de l'université dans la formation des techniciens en matière d'énergie nucléaire, s'est tenue sous la présidence du Professeur Glenn Murphy de l'Iowa State University (Etats-Unis). La deuxième a porté sur l'enseignement de la technologie nucléaire dans les écoles d'ingénieurs; le Professeur Jack Diamond, de la Victoria University de Manchester (Royaume-Uni), exerçait les fonctions de président. Au cours de la troisième réunion, présidée par M. Bertrand Goldschmidt, Directeur des relations extérieures du