

UNE EXPERIENCE UNIQUE

MESURE DE DOSES DE RAYONNEMENTS A VINCA

Une expérience scientifique unique qui contribuera vraisemblablement à accroître notre connaissance des effets des rayonnements sur l'homme et à améliorer les mesures de protection a été faite récemment sous les auspices de l'Agence internationale de l'énergie atomique. Pour la première fois dans l'histoire des applications pacifiques de l'énergie atomique, une expérience a été effectuée par une équipe internationale de chercheurs afin de déterminer les doses exactes d'exposition aux rayonnements lors d'un accident de réacteur.

L'expérience a eu lieu à Vinca, en Yougoslavie, où en octobre 1958 six personnes avaient été exposées à des doses élevées de neutrons et de rayons gamma au cours de l'emballage d'une pile de puissance nulle. Un de ces chercheurs est mort mais les cinq autres ont été traités avec succès à l'Hôpital Curie à Paris sous la direction du Docteur Henri Jammet. Chez quatre d'entre eux on a greffé de la moelle osseuse saine pour contrebalancer les effets des rayonnements sur les tissus hématopoïétiques*.

Ce traitement, on s'en souvient, a suscité un vif intérêt dans les milieux scientifiques et médicaux. On a reconnu aussitôt que si l'on pouvait établir la relation entre les effets produits sur les personnes irradiées, - qui avaient été soigneusement examinées avant le traitement - et les doses exactes de rayonnements auxquelles elles avaient été exposées, un grand pas serait fait dans la connaissance, au point de vue quantitatif, des conséquences biologiques d'une exposition à une dose élevée de rayonnements intenses. Pour des raisons évidentes, les effets des rayonnements sur l'homme ne peuvent être déterminés par l'expérience directe. D'autre part, il est essentiel d'établir une relation quantitative valable entre les doses de rayonnements et leurs effets sur l'homme. Des données précises sur cette relation peuvent d'ailleurs aider à mettre au point et à étendre l'application de la méthode de traitement adoptée à l'Hôpital Curie.

L'occasion offerte était unique. Les effets produits avaient été étudiés avec soin. Tout indiquait que les doses reçues par cinq des personnes exposées approchaient ou même dépassaient la dose généralement considérée comme létale. Si l'on pouvait maintenant déterminer ces doses d'une façon plus précise, on serait à même d'établir la relation entre elles et les effets non seulement de l'irradiation, mais aussi du traitement suivi.

Le Directeur général de l'Agence a donc suggéré aux autorités yougoslaves de faire procéder à une expérience de dosimétrie par une équipe internationale de chercheurs, à Vinca. Les autorités yougoslaves ont accepté cette suggestion et ont indiqué à l'Agence qu'elles étaient prêtes à coopérer activement à l'expérience. L'Agence et la Commission fédérale yougoslave de l'énergie atomique ont conclu le 2 février 1960 un accord officiel aux termes duquel l'Agence se chargeait d'organiser et d'effectuer l'expérience en faisant de nouveau diverger et fonctionner le réacteur après avoir pris les mesures de sécurité appropriées et installé des dispositifs spéciaux pour la mesure des rayonnements.

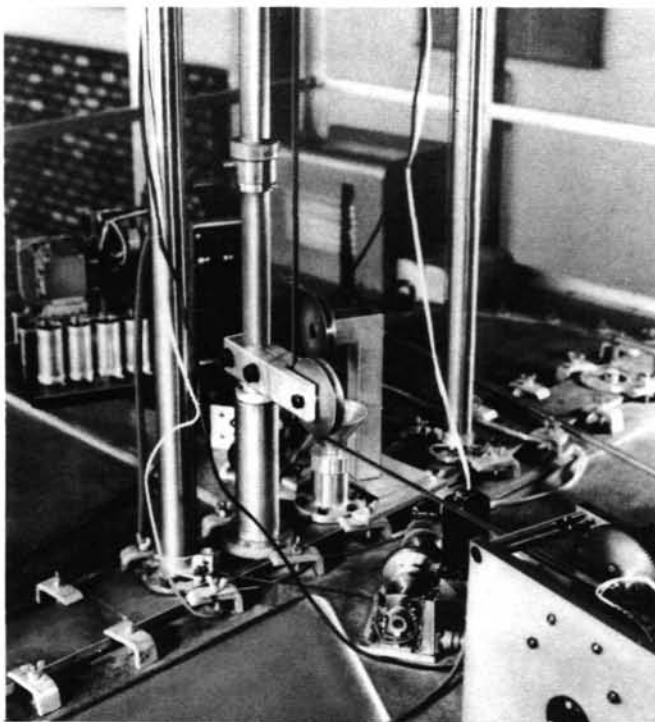
Consultations et dispositions prises

L'Agence a consulté les autorités atomiques de différents pays; de nombreux pays et organismes se sont déclarés disposés à participer à l'exécution du projet. On a cependant jugé nécessaire, pour la bonne marche des opérations, de limiter le nombre des participants. La Yougoslavie a accepté de mettre à la disposition de l'Agence le réacteur et les laboratoires annexes, à l'Institut Boris Kidric de Vinca, et de fournir des consultants, du personnel, des instruments et ses services.

Aux fins de l'expérience, il a été décidé que des experts français du Centre d'études nucléaires de Saclay remettraient au point le dispositif de contrôle du réacteur et se chargeraient de sa mise en divergence et de son fonctionnement. L'eau lourde (6,5 tonnes d'une valeur approximative de 400 000 dollars) servant de ralentisseur a été offerte gratuitement par l'Atomic Energy Authority du Royaume-Uni. Des experts du service de physique sanitaire du Laboratoire national d'Oak Ridge (Etats-Unis), spécialisés dans ce genre de travaux, ont offert d'entreprendre les mesures de rayonnements et de fournir le matériel nécessaire. Un chercheur anglais s'est joint à eux et a fourni une partie du matériel pour les mesures de rayonnements. L'Institut Boris Kidric de Vinca s'est chargé des travaux préparatoires d'aménagement du réacteur et des laboratoires annexes et a renforcé le blindage des murs de la salle du réacteur pour permettre de faire fonctionner celui-ci à une puissance beaucoup plus élevée que celle prévue à l'origine. On a choisi un niveau de puissance plus élevé afin de faciliter les mesures. L'Institut a fourni les services de consultants et techniciens ainsi que l'aide administrative et matérielle nécessaire à la conduite efficace de l'expérience.

L'eau lourde est arrivée de Harwell à Vinca à la fin mars. Douze experts français, dirigés par

* Certains détails du traitement et les origines de l'expérience de Vinca sont exposés dans l'article intitulé «Expérience à Vinca» paru dans le dernier numéro de ce bulletin (Vol. 2, No 2, avril 1960).



Partie du mécanisme des barres de contrôle, au haut du réacteur

le Docteur Jacky Weill et M. Jacques Furet sont arrivés au début d'avril avec le matériel de Saclay. L'équipe américaine, composée de sept spécialistes de physique sanitaire et dirigée par les Docteurs George S. Hurst et Rufus H. Ritchie, est également arrivée à Vinca au début d'avril avec un matériel hautement spécialisé, comprenant quatre fantômes ou mannequins en matière plastique remplis d'une solution saline.

Divergence et fonctionnement

Le tableau et les appareils de contrôle du réacteur, qui avaient été mis au point et construits à Saclay en cinq semaines ont été montés à Vinca en deux semaines. Après ces travaux préliminaires, l'équipe française s'est acquittée en moins d'une journée de la tâche fastidieuse qui consistait à siphonner les 6,5 tonnes d'eau lourde des fûts dans le circuit du réacteur. Le réacteur, qui n'avait pas fonctionné depuis l'accident d'octobre 1958, a divergé à nouveau pour la première fois le 20 avril à 18 h. 09. Le niveau critique de l'eau dans le réacteur de même que le fonctionnement et l'efficacité des barres de contrôle et de l'équipement télécommandé ont été vérifiés. De bons résultats ont été obtenus, et l'on a pu, au cours de la même soirée, faire fonctionner le réacteur à une puissance de 5 watts pendant huit courtes périodes, pour l'expérience de dosimétrie. Le 22 avril on l'a fait de nouveau fonctionner à une puissance de 1 kilowatt, et le 25 avril, à 5 kilowatts; cette dernière montée en puissance terminait l'expérience.

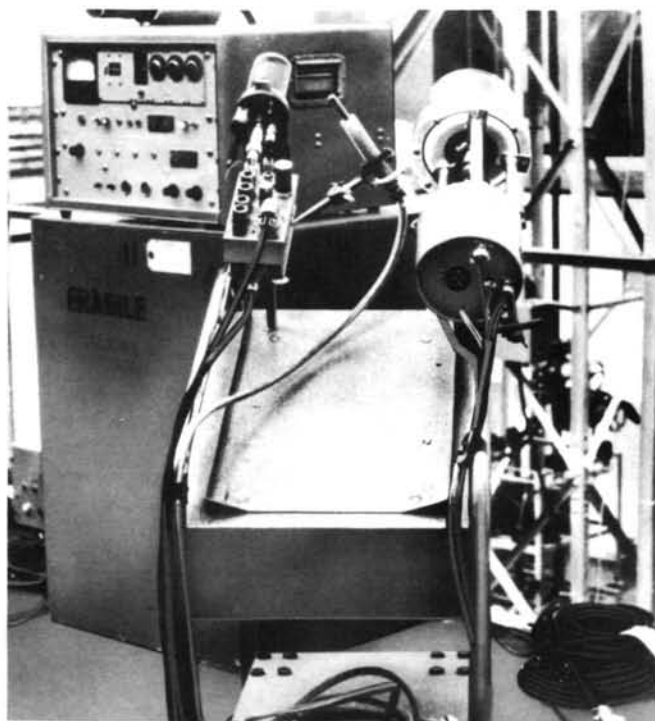
Les techniques modernes de dosimétrie les plus précises qui aient été mises au point à Oak Ridge ont été employées lors de l'expérience. On a mesuré simultanément les doses de neutrons et de rayons gamma aux endroits où les victimes de l'accident étaient supposées se trouver. On a étudié les effets des rayonnements sur les solutions salines des fantômes. On s'est efforcé, en particulier, de déterminer la distribution de l'énergie des rayonnements, car les effets biologiques des neutrons et des rayons gamma sont différents. En fait, c'est le rapport entre les diverses composantes des rayonnements qu'il est particulièrement intéressant de connaître car c'est lui qui doit aider à évaluer les doses exactes. La dose d'une de ces composantes, les neutrons lents, avait déjà été déterminée au cours du traitement des malades. Si l'on peut, grâce à l'expérience, préciser avec certitude le rapport des composantes, on sera en mesure de calculer les doses de neutrons rapides et de rayons gamma, car ce rapport n'est pas modifié par le niveau de puissance auquel le réacteur a fonctionné.

Coopération internationale

Des détails sur l'expérience ont été donnés par les experts et techniciens chargés de son organisation et de son exécution, au cours d'une conférence de presse tenue à Vinca le 27 avril. Le Dr Henri Jammet était également présent. M. G. W. C. Tait, Directeur de la Division de la santé et de la sécurité de l'AIEA, a ouvert la conférence en exposant les grandes lignes de l'expérience. Parlant de son caractère unique, il a déclaré : "Cette expérience est un témoignage de la solidarité internationale dans un domaine extrêmement délicat où les participants ont fait oeuvre de pionniers. Elle promet d'apporter une réelle contribution au progrès scientifique et ses résultats seront communiqués à tous les Membres de l'Agence internationale et de l'Organisation des Nations Unies. Harwell, Saclay et Oak Ridge se trouvent maintenant plus étroitement liés encore que par le passé à l'Institut Boris Kidric, et l'Agence internationale a réalisé l'un de ses projets majeurs qu'il n'a pas toujours paru facile de mener à bien".

Un technicien français vérifie la pureté de l'eau lourde





Appareil de contrôle des rayonnements faisant partie des instruments de dosimétrie apportés d'Oak Ridge (Etats-Unis)

En réponse à une question, M. Tait a déclaré que les conditions dans lesquelles s'était produit l'accident de Vinca avaient fourni l'occasion unique d'obtenir des renseignements utiles. Le Dr Hurst a dit que d'autres accidents avaient été partiellement étudiés mais que, dans certains cas, il n'avait pas été possible d'obtenir suffisamment de renseignements pour permettre une étude détaillée. Il a néanmoins ajouté qu'il s'était produit aux Etats-Unis un accident pour lequel on avait pu faire des recherches analogues à celles de Vinca, l'accident survenu à Oak Ridge en juin 1958.

Décrivant les modifications apportées au réacteur par l'équipe française, le Dr Weill a dit qu'avant l'expérience le réacteur n'était pas destiné à fonctionner à la puissance nécessaire aux opérations de dosimétrie à entreprendre. Deux facteurs étaient importants pour cette expérience : il fallait augmenter la sécurité de fonctionnement et installer les dispositifs de contrôle nécessaires pour le fonctionnement du réacteur à une puissance bien supérieure à celle pour laquelle il avait été conçu.

Un correspondant a demandé si les conditions de l'expérience étaient exactement similaires à celles de l'accident d'octobre 1958. Le Dr Hurst a expliqué qu'il n'était pas nécessaire de reproduire les conditions exactes de l'accident car les techniques de dosimétrie n'étaient pas fonction de ce fait. En outre, il aurait probablement été impossible de le faire en raison de certains facteurs inconnus, notamment ceux qui ont trait à l'emplacement exact des victimes au moment de l'accident. Le Dr Weill a dit qu'il était intéressant de préciser la nature ou la composition des rayonnements, c'est-à-dire le rapport entre les neutrons et les

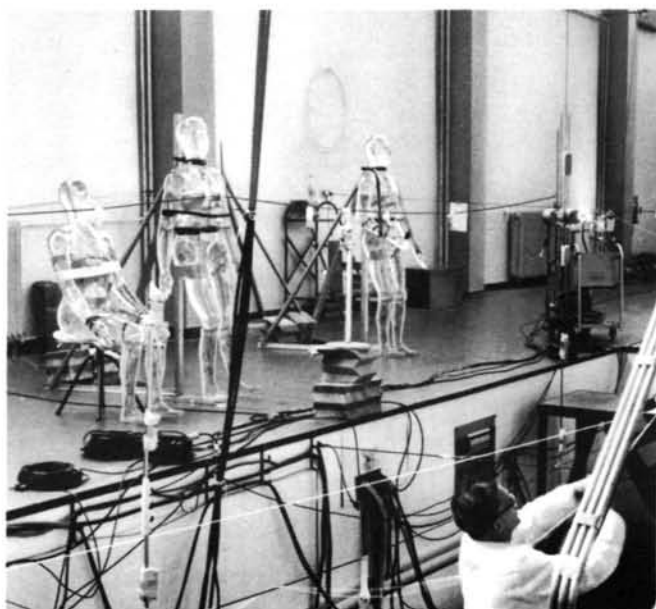
rayons gamma. M. Tait a ajouté que l'expérience était destinée à fournir des données scientifiques déterminées et que même s'il avait été possible de reproduire les conditions physiques de l'accident, il doutait que cela eût été vraiment souhaitable. D'autre part, M. Ritchie a souligné qu'il était important de s'assurer que la configuration de la salle du réacteur était exactement la même qu'au moment de l'accident, car la diffusion sur les murs, le plancher et les objets de la pièce influait sur la distribution des neutrons thermiques lents et cela risquait de modifier la relation dose-effet déjà déterminée lors du traitement des patients.

Intérêt médical

En réponse à plusieurs questions qui lui ont été adressées sur l'intérêt que présente l'expérience au point de vue médical, le Dr Jammet a expliqué que les conséquences médicales avaient été soigneusement étudiées sur les personnes victimes de l'accident de Vinca; il s'agissait maintenant de déterminer les doses de rayonnements auxquelles elles avaient été effectivement exposées. Il a toutefois indiqué que du point de vue médical il s'agissait également de mettre au point une méthode de traitement adaptable aux cas individuels. En ce qui concerne les Yougoslaves, tous les patients n'ont pas été soignés de la même façon et les résultats n'ont pas été identiques. Le public ne devait pas croire que la thérapeutique adoptée pouvait être utilisée comme un remède positif dans tous les cas. Il y a toujours des facteurs inconnus et le problème est d'adapter le traitement aux conditions particulières à chaque cas. Néanmoins, l'expérience de Vinca a certainement apporté une grande contribution, "une nouvelle pierre, a-t-il déclaré, à l'édifice de nos recherches dans le domaine médical".

A la question concernant les projets éventuels de la Fondation Curie pour le traitement de cas analogues, le Dr Jammet a répondu qu'il espérait

Mannequins mis en place pour l'expérience



ne pas avoir trop d'occasions d'exercer ses talents dans ce domaine; il y a lieu d'espérer que les cas d'irradiation ne seront ni fréquents ni nombreux. De toute façon, tous les cas ne sont pas identiques, et le traitement varierait selon les circonstances. En outre, il y avait des cas qui ne nécessitaient aucun traitement, et d'autres pour lesquels un traitement était inutile. L'Hôpital Curie n'avait donc aucun programme de traitement arrêté. Le Dr Hurst a déclaré que la méthode de traitement employée pour les savants yougoslaves n'avait encore été utilisée dans aucun autre cas analogue. En ce qui concerne l'accident d'Oak Ridge, les personnes irradiées avaient reçu une dose plus faible et l'on n'avait pas jugé nécessaire d'essayer un traitement de ce genre.

Dans d'autres cas d'irradiation aux Etats-Unis la dose avait été si forte qu'un tel traitement aurait été inutile.

Parlant de l'intérêt de l'expérience en général, le Dr Hurst a dit que depuis l'avènement de l'énergie atomique on s'était beaucoup préoccupé des effets des rayonnements sur l'homme mais que jusqu'ici l'on n'avait guère eu l'occasion d'établir une relation quantitative entre les quantités de rayonnement et leurs conséquences. On profiterait de toutes celles qui s'offriraient pour préciser cette relation et être ainsi en mesure de déterminer les seuils de tolérance pour les différentes opérations relatives à l'énergie atomique.

MESURES DE SECURITE RADIOLOGIQUE

La sécurité dans les opérations atomiques revêt une importance exceptionnelle en raison du caractère particulier des risques qu'entraînent ces opérations. Sans doute les dangers que présentent les activités industrielles classiques peuvent-ils conduire à des catastrophes, mais on en connaît bien la nature et ils peuvent être circonscrits par des méthodes qu'il est relativement simple d'établir et d'appliquer. Au contraire, les risques d'irradiation, inhérents à la plupart des activités concernant l'énergie atomique, sont beaucoup plus complexes; les effets des rayonnements et même leur simple présence peuvent facilement passer inaperçus avant que le mal ne soit fait. Seule l'adoption de mesures de sécurité spéciales peut assurer une protection efficace.

Depuis la création de l'Agence internationale de l'énergie atomique, la sécurité radiologique a été l'une des préoccupations essentielles de cette organisation. Il est maintenant universellement admis que l'énergie atomique contribuera au bien-être de l'humanité, et il est certain que les activités entreprises pour en tirer profit ne cesseront de se développer. Mais quelle triste ironie si ces progrès devaient être accomplis au prix de la santé et de la sécurité de l'homme! Tout en contribuant à développer l'utilisation de l'énergie atomique en vue du progrès social et économique, l'Agence doit s'efforcer de veiller à ce que cette activité ne fasse pas peser une menace sur la santé des générations actuelles et sur leur descendance.

C'est peut-être là un objectif trop ambitieux pour une seule organisation, mais l'Agence doit au moins s'assurer que tout est mis en oeuvre pour que les travaux effectués avec son aide ne causent pas de dommages à la vie ou aux biens. Il ne faut

pas oublier en effet qu'en dépit du caractère insidieux des dangers des rayonnements nucléaires, on peut supprimer la plupart des risques de dommage en adoptant des mesures de sécurité appropriées.

Certes, on ne peut éliminer les sources de danger. L'émission de rayonnements ionisants est régie par une loi naturelle immuable; les substances qui émettent ces rayonnements sont indispensables aux opérations atomiques et il n'y a pas grand'chose à faire pour réduire ou modifier sensiblement les effets de l'irradiation. Mais on peut et on doit veiller à ce que des personnes ne soient pas exposées à des doses de rayonnement susceptibles d'être nuisibles.

C'est là l'objet essentiel des règlements de sécurité radiologique. Toutefois, pour élaborer et mettre en oeuvre correctement ces règlements, il faut tenir compte d'un très grand nombre de considérations diverses de caractère technique et administratif. Du point de vue technique, il faut étudier le comportement des diverses substances radioactives, déterminer les niveaux au-dessus desquels les rayonnements peuvent être dangereux, enfin trouver les moyens de maintenir les doses d'exposition aux rayonnements en deçà du seuil de danger avec une marge de sécurité suffisante. Sur le plan administratif, il faut veiller à ce que les règlements techniques soient bien observés, mais aussi à ce que le développement des applications pacifiques de l'énergie atomique n'en soit pas inutilement entravé pour autant. Car enfin, si l'on veut exploiter l'énergie atomique dans la vie de tous les jours, on ne saurait bannir l'emploi des substances radioactives, et, d'une manière ou d'une autre, l'homme entrera en contact avec ces substances à tous les stades de la production, de l'entreposage et de