

PROGRES SUR LE PLAN DE LA FUSION

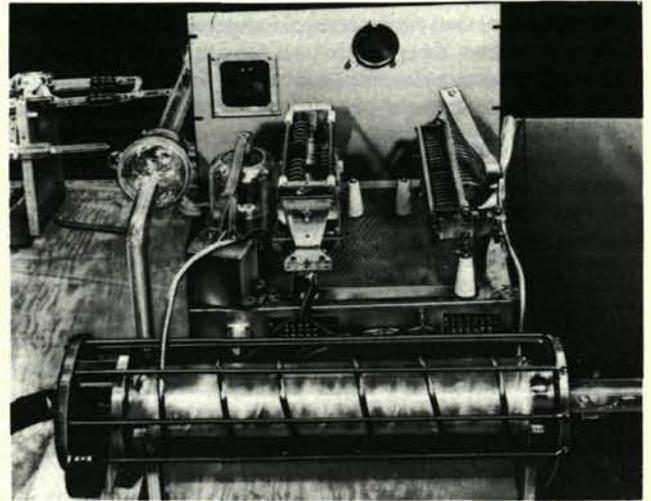
L'AGENCE ASSUME UN ROLE NOUVEAU

La fusion thermonucléaire contrôlée constitue actuellement l'expérience la plus hardie à laquelle s'attaque la science atomique, et cela non seulement à cause de sa nature extrêmement complexe, mais encore en raison des avantages virtuellement illimités qui pourraient résulter de son succès. A cet égard, l'avenir ouvre des perspectives insoupçonnées; s'il était possible de déclencher des réactions thermonucléaires contrôlées se soldant par un bénéfice net en énergie, les besoins énergétiques croissants du monde pourraient être satisfaits d'une manière permanente, car l'homme disposerait alors de réserves en combustible aussi abondantes que celles où il puise l'eau.

La nouvelle de cette possibilité fut, dès le début, accueillie avec un enthousiasme général, sans que l'on se rende suffisamment compte des énormes difficultés auxquelles se heurtait une telle entreprise. Les débats qui se sont déroulés l'an dernier à la Conférence de Genève ont révélé au grand public la nature de quelques-unes de ces difficultés. Aussi bien pendant qu'après la Conférence, les hommes de science ont, dans l'ensemble, hésité à formuler des pronostics trop optimistes et les rapports qui ont été présentés depuis un an environ sur les recherches thermonucléaires ont confirmé le bien-fondé de cette attitude prudente.

En même temps, on pourrait faire valoir que, si l'optimisme de la première heure s'est inévitablement trouvé quelque peu mitigé, c'est uniquement parce qu'on comprend à présent beaucoup mieux la nature des difficultés et que, par voie de conséquence, on est mieux averti des problèmes scientifiques et techniques essentiels qui restent à résoudre. Or, c'est précisément cette compréhension progressive, cette connaissance et cette expérience sans cesse croissantes, fondées sur des recherches et des essais continus, qui constituent la garantie la plus sûre du succès ultime. D'ailleurs, ceux qui ont entrepris cette tâche ne doutent guère de la réussite finale, mais on reconnaît que la voie qui y mène est ardue et, à beaucoup d'égards, encore imprévisible.

On sait maintenant que le problème consiste essentiellement à chauffer de l'hydrogène lourd en portant ce gaz à une température où les noyaux entrent en fusion, la rapidité de leur mouvement annulant leur répulsion électrique naturelle; en même temps, il s'agit de maintenir le gaz dans un état de densité extrême pour permettre aux noyaux de s'entrechoquer, d'entrer en fusion, de libérer de l'énergie sous forme de chaleur, déclenchant ainsi une réaction en chaîne thermique. La température nécessaire à cet effet est extrêmement élevée, mais les hommes de science sont convaincus qu'il sera possible de l'atteindre au moyen de décharges électriques formidables. Ce qui semble plus difficile,

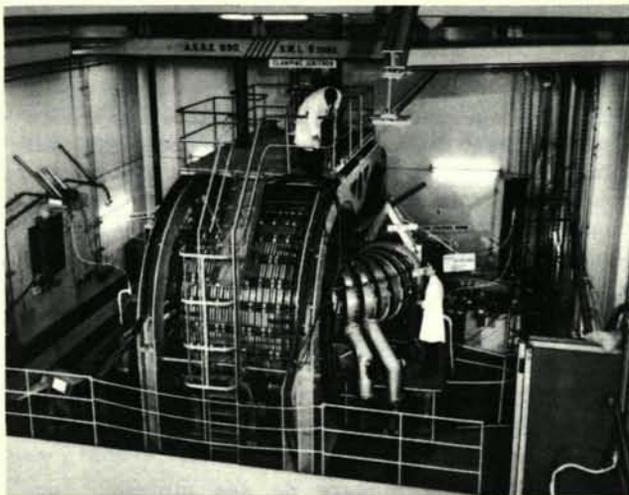


La "striction" du gaz krypton surchauffé, lors d'une expérience effectuée au laboratoire scientifique de Los Alamos (Etats-Unis). La ligne blanche marque la décharge électrique et la "striction"

c'est d'obtenir que le gaz surchauffé - ou le plasma, comme on l'appelle quand il est complètement ionisé - se montre docile. Il faut que le gaz reste dans un état de densité extrême même lorsqu'il est porté à une température de plusieurs millions de degrés. En fait, il faut, en quelque sorte, qu'il se contienne lui-même; il ne faut pas qu'il touche aux parois du récipient, ce qui causerait la perte d'une partie de sa chaleur et de surcroît ferait volatiliser le récipient.

Comportement du plasma

Par suite d'une décharge électrique puissante, le plasma se trouve rétréci et délimité par son propre champ magnétique. Cet effet, dit de "striction", donne lieu à la formation d'une sorte de "bouteille magnétique" qui contiendra le plasma; malheureusement, il n'est guère facile de conférer à cette "bouteille" la stabilité et l'étanchéité voulues. On s'est efforcé d'éliminer les fuites par l'application de lignes de force magnétiques supplémentaires, mais, pour citer les paroles d'un homme de science, le plasma s'est montré jusqu'ici trop astucieux au gré des savants. Dans une large mesure, il a résisté aux efforts tendant à le rendre stable; cependant, les spécialistes comprennent de mieux en mieux les causes de son instabilité et espèrent qu'on trouvera le moyen de les éliminer. Si on arrive à domestiquer le plasma, si l'on parvient à créer et à maintenir les températures nécessaires, la fusion thermonucléaire finira sans doute par se produire. Ensuite, il faudra veiller à ce que l'énergie créée par cette fusion soit supérieure à celle qu'on a dépensée en chauffant le plasma. Après quoi, la



L'appareil Zeta qui a servi aux essais de contrôle des réactions thermonucléaires, à Harwell (Royaume-Uni). On y voit le bobinage du transformateur et l'anneau dans lequel l'hydrogène lourd a été porté à une température de 5 millions de degrés C

production d'énergie pourra suivre le cycle classique ou bien, comme le prévoient certains savants, on pourra trouver le moyen de transformer directement la chaleur en énergie électrique.

Depuis quelque temps, des recherches et des expériences intensives sur ces problèmes se poursuivent dans plusieurs pays, notamment aux Etats-Unis, dans le Royaume-Uni et dans l'Union soviétique. L'an dernier, à la Conférence de Genève, on a rendu publics un grand nombre de renseignements sur cette question; ce qui ressort de ces informations d'une manière particulièrement frappante, c'est que, dans tous les pays les plus avancés sur le plan de la recherche thermonucléaire, les travaux ont suivi une orientation à peu près semblable. Certes, la manière d'aborder la question sous l'angle technique différerait à certains égards selon les pays, voire à l'intérieur d'un même pays, mais, dans toutes ces expériences, les problèmes fondamentaux restaient toujours les mêmes et les résultats obtenus étaient singulièrement semblables. A ce propos, le Professeur Edward Teller (Etats-Unis) a fait la constatation suivante : "Le parallélisme étroit de l'évolution des recherches est vraiment remarquable. Certainement, cette similitude s'explique par le fait que vous vivons dans un même monde et que nous obéissons tous aux mêmes lois de la nature."

Par conséquent, la nécessité d'un vaste échange de connaissances et de données expérimentales se fait plus que jamais sentir; les doubles emplois pourraient être évités et les progrès accélérés par la mise en commun de renseignements sur les derniers résultats des expériences et sur les déductions théoriques les plus récentes. Une importante mesure concrète a été adoptée à cet égard par le Comité consultatif scientifique de l'Agence internationale de l'énergie atomique, qui a recommandé que l'Agence devienne le centre mondial pour l'échange de renseignements sur les progrès réalisés en matière de

recherche thermonucléaire et de physique des plasmas. Le Comité a notamment proposé que l'Agence commence la publication d'une revue scientifique consacrée exclusivement à cette question. Il a estimé qu'étant donné l'intérêt croissant que beaucoup de pays portent à la recherche thermonucléaire, il serait utile d'aiguiller les efforts sur les domaines offrant les meilleures perspectives d'avenir, et d'organiser la collaboration à l'échelle mondiale. Les membres du Comité, représentant les trois pays les plus avancés en la matière - Sir John Cockcroft (Royaume-Uni) et les professeurs Vassily S. Emelyanov (URSS) et Isidor I. Rabi (Etats-Unis) - ont déclaré qu'ils s'efforceront personnellement d'obtenir de leurs gouvernements qu'ils accordent à l'Agence un puissant appui pour lui permettre de remplir le nouveau rôle qui lui est assigné.

A l'heure actuelle, les plans relatifs à la mise en oeuvre de cette recommandation sont déjà bien avancés. La revue envisagée commencera à paraître au cours de l'année prochaine. Elle publiera notamment des articles originaux sur la recherche théorique et la recherche appliquée ainsi que sur les techniques qui s'y rattachent.

Importance de la collaboration

Si les objectifs visés dans la recommandation sont atteints, les recherches sur la fusion prendront un nouvel essor, non seulement dans les pays où elles constituent déjà une pratique bien établie, mais aussi dans ceux où elles viennent d'être entreprises ou envisagées sur un plan limité. Une large diffusion des connaissances acquises et des données de l'expérience permettrait à ces derniers Etats d'éviter, dans une certaine mesure, les tâtonnements de la première étape et de commencer les travaux à un stade quelque peu plus rapproché du but final. En

Maquette d'Ogra, appareil destiné aux expériences thermonucléaires qui a été construit en URSS. M. Werner Heisenberg, le physicien allemand bien connu (deuxième à partir de la gauche), examine la maquette à une exposition organisée l'an dernier pendant la Conférence de Genève.



ce qui concerne les pays plus avancés, nombreux sont les hommes de science éminents qui ont souligné le grand intérêt que présentent pour eux les échanges de renseignements. Parlant des échanges de données scientifiques qui ont eu lieu l'an dernier à Genève, le professeur L. A. Artsimovitch (URSS) a déclaré : "C'est probablement ce qu'on a fait de plus important en vue de la solution du problème."

Depuis lors, une année s'est écoulée; cette année a été marquée, pour les spécialistes de la fusion, par une activité intense. Les savants ont réévalué les résultats obtenus et ont procédé à des

expériences nouvelles après avoir apporté aux techniques en usage les modifications qu'ils avaient jugées propres à assurer les meilleures chances de succès. Les résultats de ces expériences feront peut-être songer à de nouvelles méthodes d'approche ou permettront d'apporter des améliorations aux techniques expérimentales courantes. En conséquence, le besoin d'une tribune permanente pour les échanges systématiques de renseignements est de plus en plus ressenti et c'est dans une large mesure que le programme de travail de l'Agence pourra faire face.

ENERGIE ATOMIQUE ET MESURES DE CONTROLE

De nos jours, il est à peine besoin d'expliquer longuement pourquoi il faut réglementer le développement de l'énergie atomique au moyen d'un système de contrôle approprié. Devant la puissance destructive de l'énergie atomique, le monde entier est saisi d'une grande inquiétude. Autant que la conscience des perspectives extraordinaires de prospérité économique qu'ouvre l'exploitation de cette forme d'énergie, cette inquiétude est l'une des raisons de la création de l'Agence internationale de l'énergie atomique.

L'utilisation de l'énergie atomique à des fins exclusivement pacifiques est un idéal auquel chacun souscrit volontiers. Mais la réalisation de cet idéal dépend d'un grand nombre de facteurs complexes qui ne sont pas de la compétence de l'Agence. Toutefois, dans le domaine limité qui est le sien, l'Agence a le devoir de s'assurer que ses efforts pour favoriser les applications pacifiques ne contribuent pas à augmenter les possibilités d'utilisation militaire.

Nécessité d'un contrôle de l'Agence

On comprendra aisément pourquoi l'Agence doit s'occuper de ce problème si l'on se rappelle que les applications pacifiques et les usages militaires de l'énergie atomique ont la même base scientifique et technologique. Fondamentalement, dans un réacteur et dans un engin nucléaire, il y a production d'énergie selon le même principe; seuls les détails techniques et par conséquent les modes de production sont différents. Il n'est donc pas impossible de détourner à des fins militaires certaines installations ou matières essentielles pour les applications pacifiques.

L'Agence faillirait à la tâche qui lui a été confiée si, en encourageant le développement de l'énergie atomique à des fins pacifiques, elle favorisait aussi ses applications militaires. Aussi l'Agence doit-elle faire tout ce qui est en son pouvoir pour prévenir les abus. Lorsqu'elle a été créée, les auteurs du Statut ont été parfaitement conscients de l'importance de cette fonction: dans l'énoncé des "Objectifs", il est dit que l'Agence

"s'assure, dans la mesure de ses moyens, que l'aide fournie par elle-même ou à sa demande ou sous sa direction ou sous son contrôle n'est pas utilisée de manière à servir à des fins militaires".

Le détournement à des fins militaires n'est pas le seul risque auquel l'Agence doit parer; elle a un autre rôle à jouer en raison de la nature des matières nécessaires pour les travaux mettant en jeu l'énergie nucléaire. Etant donné que les produits de base sont radioactifs et que tous les rayonnements ionisants peuvent être dangereux, l'Agence doit faire en sorte qu'en fournissant son assistance elle ne contribue pas à augmenter les risques d'irradiation et de contamination radioactive. Elle doit établir des normes d'utilisation pour les activités exercées sous ses auspices ou avec son aide. Par conséquent, aux termes du Statut, l'Agence a pour attributions d'établir et d'adopter des normes et mesures "destinées à protéger la santé et à réduire au minimum les dangers auxquels sont exposés les personnes et les biens" et de prendre des dispositions pour appliquer ces normes et mesures. A la demande d'un Etat, l'Agence peut aussi appliquer des garanties et des mesures de santé et de sécurité aux activités de cet Etat dans le domaine de l'énergie atomique ou, à la demande des parties, aux opérations effectuées en vertu d'un accord bilatéral ou multilatéral.

Dès le début de ses opérations, l'Agence a entrepris un examen approfondi de tous les aspects du problème; après de longs mois d'étude et de consultations entre experts, on a rédigé un projet de règlement. Le Conseil des gouverneurs de l'Agence examine actuellement ce projet qui contient les principes relatifs à l'application des garanties de l'Agence et définit les procédures pour la mise en oeuvre de ces principes.

Deux catégories de garanties

Puisque les garanties visent deux objectifs, on peut faire la distinction entre celles qui tendent à prévenir le détournement de l'aide de l'Agence à des fins militaires et celles qui ont trait aux risques pour la santé et la sécurité. Pour ce qui est des