



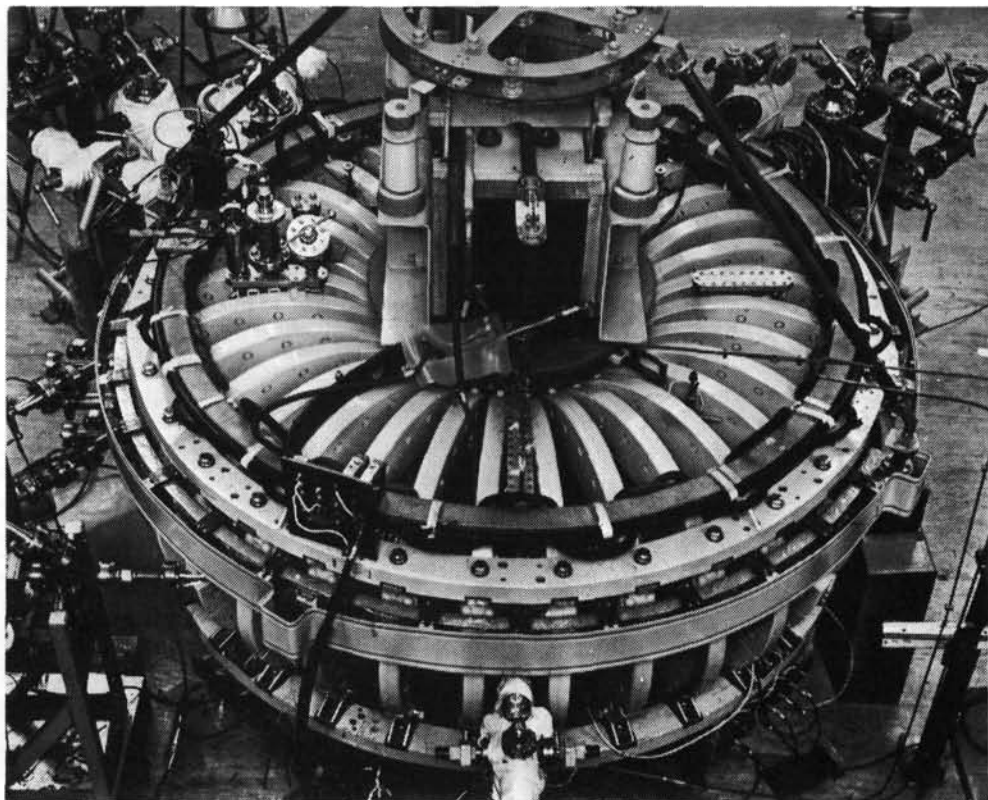
Succès possible dans le domaine de la fusion nucléaire contrôlée

La cinquième Conférence de l'AIEA sur la physique des plasmas et la recherche concernant la fusion nucléaire contrôlée a montré que des progrès avaient été réalisés dans la connaissance de la physique de la fusion nucléaire, bien qu'aucun succès décisif n'ait été signalé.

SYSTEMES DE CONFINEMENT MAGNETIQUE

Il ressort en général des communications faites au cours de la Conférence que des progrès constants vers la rentabilité des expériences sont faits aussi bien avec les dispositifs à facteur bêta faible (γ compris les Tokamaks) qu'avec les dispositifs à facteur bêta élevé.

En ce qui concerne les Tokamaks, le plus important appareil de ce type en fonctionnement est le TFR français. Les tout premiers résultats, publiés à la Conférence, montrent que la température des ions progresse comme prévu avec la taille, mais que celle des électrons et



le temps de confinement ne suivent pas la même évolution. On continuera de suivre de près le déroulement des travaux sur le TFR ainsi que les résultats de l'expérimentation sur des appareils encore plus grands, tels que le T-10 (URSS) et le PLT (USA) qui sont en construction.

Bien que les **Stellarators** actuels présentent encore tous l'inconvénient de ne pouvoir contenir que de faibles quantités de plasma, on a obtenu de nouveaux résultats intéressants en comparant les vitesses de diffusion dans les Stellarators chauffés par effet Joule (Wendelstein IIb) et les Tokamaks.

On disposera prochainement de plusieurs appareils de taille un peu plus grande.

En ce qui concerne les configurations à bêta élevé, on a fait état de plusieurs expériences réalisées avec succès sur deux Stellarators, Isar T1 et Scyllac, on a démontré l'existence d'équilibres toriques et on s'efforce maintenant d'améliorer les résultats en utilisant la stabilisation par rétroaction. On a démontré dans un certain nombre d'expériences que le chauffage du plasma par ondes de choc permettait, en premier lieu, de chauffer rapidement et efficacement les ions et, simultanément, de séparer le plasma des parois, et donc peut-être de réduire les impuretés.

Un autre groupe de dispositifs à bêta élevé appliquant la striction hélicoïdale, a été soumis à plusieurs expériences intéressantes portant particulièrement sur les strictions de section allongée ou les strictions annulaires; ces configurations semblent prometteuses puisqu'elles permettaient théoriquement de travailler avec des courants beaucoup plus élevés.

La Conférence a également montré qu'il sera probablement nécessaire de prévoir un chauffage supplémentaire, au moins pendant les premières expériences à bilan énergétique nul. On s'intéresse tout particulièrement à l'injection de neutres au sujet de laquelle les groupes ORMAK et ATC ont communiqué des résultats intéressants. On a également examiné les méthodes de chauffage des plasmas par un champ électromagnétique haute fréquence.

La Conférence n'a pas permis d'éclaircir complètement le problème des impuretés. Certains groupes estiment que, dans les limites d'un facteur deux, il n'y a pas de signes d'accumulation d'impuretés au centre du plasma. Ceci contredit des observations faites antérieurement sur les Tokamaks de Kourchatov. On a largement examiné les différentes façons de réduire le niveau d'impuretés en utilisant notamment une couche de plasma froid. Certaines expériences (dispositifs JFT-2 et Héliotron-D) ont prouvé qu'on pourrait améliorer le comportement du plasma en le séparant de la paroi au moyen d'une couche de gaz froid.

CONFINEMENT PAR INERTIE

Les plasmas produits par laser ont été étudiés en Union soviétique à l'Institut Lebedev et aux Etats-Unis au KMSF et à Los Alamos. On les a soumis à des expériences qui ont permis d'obtenir des taux de compression de 100 avec des ampoules de verre remplies de deuterium-tritium (KMSF) et des pastilles de carbure de deutérium. On a également constaté au cours de ces expériences la production de 10^5 à 10^7 neutrons probablement d'origine thermonucléaire.

L'Union soviétique, les Etats-Unis, la République fédérale d'Allemagne et le Japon construisent maintenant des lasers modernes d'une puissance accrue et l'on peut escompter s'approcher très près du bilan énergétique nul aux alentours de 1975/76, c'est-à-dire du point où l'apport d'énergie nécessaire à la réaction devient égal à la quantité nette d'énergie produite. Des équipes du laboratoire Sandia et de l'Institut Kourchatov ont relaté des expériences effectuées sur des plasmas produits en irradiant une cible sphérique par un faisceau d'électrons. Les densités (10^{21} cm^{-3}) et les températures de plasma (0,5-1 keV)

obtenues au cours de ces expériences sont voisines des paramètres qui caractérisent les plasmas produits par laser. Il semble actuellement que ces deux types de systèmes à confinement par inertie offrent des perspectives d'avenir raisonnables.

On a également continué d'examiner une autre idée qui pourrait se révéler prometteuse et qui consiste à utiliser l'implosion de l'enveloppe pour obtenir des plasmas à forte densité d'énergie. Ce principe reste toutefois à vérifier expérimentalement.

La cinquième Conférence a fait apparaître des changements notables tant dans le rôle que dans l'orientation des études théoriques. Si la théorie des plasmas poursuit son chemin, elle est de plus en plus utilisée à des fins pratiques pour expliquer les résultats expérimentaux. Les théoriciens réunis à Tokyo se sont préoccupés, entre autres, de la stabilité des plasmas dans des configurations toriques complexes et de problèmes tels que le confinement du plasma au moyen d'une stabilisation par rétroaction, du confinement du plasma dans des systèmes comportant des déflecteurs et de l'optimisation de la géométrie torique et de la configuration de la section des colonnes de plasmas. Ils ont également étudié sous différents angles l'influence des impuretés sur le plasma, ainsi que les moyens de diminuer leur accumulation. De même qu'aux conférences précédentes, les participants ont parlé des différents types d'instabilités mais, cette fois, ils n'ont pas signalé en avoir véritablement découvert de nouveaux. Ils ont au contraire poussé plus avant l'étude des types connus, par exemple l'instabilité d'ions et d'électrons piégés ou les instabilités magnétohydrodynamiques du plasma avec la section non circulaire de la colonne.

La théorie de l'interaction de faisceaux laser et de faisceaux d'électrons relativistes avec les cibles a été étudiée récemment de façon approfondie aux Etats-Unis et en Union soviétique. On a communiqué pour la première fois à la Conférence de Tokyo les résultats d'expériences détaillées de simulation numérique portant sur des cibles à couches multiples. Ces résultats ont montré que de telles cibles permettent d'accroître sensiblement le rendement et de réduire les limitations imposées à l'impulsion laser.

Environ une communication sur dix était consacrée aux réacteurs. Ce sujet a également été examiné au cours d'une réunion spéciale tenue en soirée et durant laquelle on a présenté des résultats de l'équipe de Culham sur les problèmes de réacteur (Culham, Royaume-Uni, février 1974).

Aux Etats-Unis, plusieurs groupes de recherche ont conçu un réacteur d'un type entièrement nouveau: Il s'agit d'un système à deux éléments contenant un plasma relativement froid avec injection d'un faisceau de neutres rapides. Il permet d'étudier le plasma dans des conditions proches de celles d'un réacteur et peut être utilisé comme source intense de neutrons sur les matériaux. Les équipes de Livermore et d'Argonne ont présenté des installations de ce type respectivement à miroirs et à striction azimutale.

Dans le même ordre d'idées, on peut citer des plans de réacteurs hybrides à fission et à fusion dans lesquels les couches contenant des matières fissiles permettent d'obtenir un gain d'énergie.

On peut espérer que les recherches effectuées dans ces différentes directions permettront d'obtenir pour la première fois un bilan énergétique nul dans le domaine de la fusion nucléaire contrôlée.