SIXIEME CONFERENCE INTERNATIONALE DE BERCHTESGADEN, REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE, 6–13 OCTOBRE 1976

La Conférence a réuni 434 scientifiques venus de 30 pays et de quatre organisations internationales.

# Physique des plasmas et recherches sur la fusion nucléaire contrôlée

Cette conférence a permi de faire le point des progrès réalisés dans la recherche sur la fusion depuis la dernière Conférence tenue à Tokyo en 1974. Les participants ont présenté 150 mémoires sur les systèmes de confinement magnétique et les systèmes de confinement par inertie, la théorie des plasmas et les conceptions de réacteurs de fusion.

L'élément le plus intéressant a probablement été l'annonce des premiers résultats des expériences faites sur les deux grands tokamaks, le T-10 en Union soviétique et le PLT aux Etats-Unis. Ces résultats confirment, comme on s'y attendait, qu'on peut accroître sensiblement les paramètres du plasma et les temps de confinement de l'énergie (de 40 à 60 msec) en augmentant la dimension des dispositifs, ce qui est conforme aux lois théoriques de similitude. La conduite de ces deux expérimentations présente des concordances importantes, T-10 ayant cependant une concentration d'impuretés moindre .

Autre résultat important de la recherche relative aux tokamaks, le groupe Alcator (Etats-Unis d'Amérique) et le groupe Pulsator (République fédérale d'Allemagne) ont annoncé qu'ils avaient obtenu un fonctionnement satisfaisant à des densités relativement élevées. L'augmentation de la densité a entraîné un accroissement de $n\tau$ qui atteint maintenant la valeur record de $10^{13}\,cm^{-3}\,s$.

Plusieurs groupes (en particulier le groupe français TFR), ont fait état de l'utilisation satisfaisante de chauffage par injection de neutres dans les tokamaks. Ces résultats confirment les espoirs qui avaient été placés dans cette méthode de chauffage.

L'élément le plus remarquable de cette conférence a été cependant l'annonce de densités élevées de plasma obtenues dans des dispositifs de confinement magnétique autres que les tokamaks. Dans la machine à miroirs 2XII de Livermore (Etats-Unis) on a atteint des densités de $10^{13}\,cm^{-3}$ en utilisant des systèmes puissants d'injection de neutres (5MW). L'avenir des stellarators apparaît plus brillant, car on est parvenu à dépasser la limite de diffusion de Bohm à laquelle en se heurtait auparavant. Les résultats annoncés pour CLEO (Royaume-Uni), Wendelstein VII-A (RFA) et L2 (URSS) laissent apparaître des temps de confinement supérieurs d'au moins dix fois à ceux de Bohm. Les températures obtenues par chauffage ohmique atteignent actuellement 900 eV, mais il sera très intéressant de voir la façon dont fonctionneront ces dispositifs lorsqu'on leur appliquera des méthodes de chauffage non ohmiques.

A l'appui du tableau optimiste qu'ils présentaient, les expérimentateurs ont soumis des mémoires théoriques. Au cours des deux dernières années, aucun fait nouveau désagréable tel qu'un nouveau type d'instabilité n'est apparu sur le plan théorique. Au contraire, les participants ont proposé au cours de la Conférence un certain nombre de solutions pour

maîtriser les instabilités, accroître le facteur bêta, de limiter l'afflux d'impuretés, etc. Ils ont montré le rôle de plus en plus important que les ordinateurs seront appelés à jouer dans l'élaboration de la théorie des plasmas en particulier pour les effets non linéaires, qui ne peuvent être traîtés par les méthodes analytiques.

Les mémoires consacrés aux systèmes de confinement par inertie, à la fusion par laser et à la fusion par faisceaux d'électrons ont été relativement peu nombreux, probablement parce que les grandes installations actuellement construites aux Etats-Unis, en URSS et au Japon ne seront pas achevées avant 1977 ou 1978. Les principaux sujets traités ont été l'interaction entre le rayonnement laser et le plasma, les expériences de compression, la production d'un faisceau d'électrons relativistes, le transport et l'interaction avec les cibles. L'absorption par résonance, le chauffage par résonance paramétrique, la production d'ions et d'électrons énergétiques pourraient, selon un certain nombre de mémoires traitant des transferts d'énergie des faisceaux laser au plasma, être dus essentiellement à la turbulence hydromagnétique. Quelques laboratoires ont rapporté des compressions de volume de plus de 1000 fois exercées sur des pastilles creuses. On espère obtenir de nouveaux résultats importants avec la réalisation des grandes expérimentations telles que Shiva (10 kJ) à Livermore, Delfin (10 kJ) à Lebedev, l'expérimentation sur le laser à $CO_2$ de 100 kJ à Los Alamos, Gekko XII et Lekko III à Osaka.

Dans la fusion par faisceau d'électrons, les problèmes les plus difficiles à résoudre sont posés par le transport du faisceau d'électrons et sa concentration sur la cible par l'interaction entre le faisceau et le plasma et par le transfert d'énergie. L'équipe de Kourtchatov (URSS) a décrit des expériences où elle est parvenue à obtenir des compressions de volume de 1000 fois. Des résultats analogues ont été obtenus à Sandia (EU).

Un nombre limité de mémoires a porté sur les problèmes techniques et les conceptions de réacteurs. Dans le tokamak, il semble que l'on ait tendance à réduire la dimension du réacteur et donc le coût de sa construction en augmentant à la fois la charge de la première paroi et la densité d'énergie dans le plasma thermonucléaire. Deux principes de réacteurs autres que celui du tokamak ont été prsentés: il s'agit d'un réacteur à miroirs situé près de Livermore et d'un réacteur à pulsation linéaire à facteur bêta élevé installé près de Los Alamos.

En somme, la recherche sur la fusion fait des progrès constants et l'on n'a pas signalé de nouveaux obstacles majeurs. Les chercheurs sont de plus en plus convaincus que l'une au moins des voies qu'ils suivent les conduira à la fusion contrôlée.