RAPPORT SUR LE COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA DIFFUSION INELASTIQUE DES NEUTRONS, VIENNE, 17–21 OCTOBRE 1977

181 participants et 10 observateurs venus de 30 pays et de 3 organisations internationales ont participé à ce colloque. Soixante-dix-sept communications ont été présentées au cours de dix sessions scientifiques.

Les neutrons et la recherche sur la matière condensée

Les neutrons offrent un moyen puissant et parfois irremplaçable de recherche sur la structure et les propriétés de la matière. Quand on introduit un échantillon d'une substance dans un faisceau de neutrons, diverses réactions se produisent entre ces derniers et la matière. Les neutrons perdent de l'énergie ou en gagnent, changent de trajectoire ou bien se diffusent. Lorsque ces actions réciproques ne modifient pas l'énergie des neutrons, le processus prend le nom de diffusion élastique ou diffraction. Lorsque l'énergie des neutrons change, on parle de diffusion inélastique. La façon dont les neutrons se diffusent permet de tirer de ce phénomène des conclusions quant aux propriétés de la matière, à sa structure, aux vibrations des atomes et des molécules, aux niveaux d'énergie, aux changements de phase, etc.

L'utilisation des neutrons dans ces recherches remonte aux années 1950, époque à laquelle on a commencé à pouvoir faire appel aux faisceaux de neutrons. Ce domaine a retenu l'attention de l'AIEA, qui lui a consacré un premier colloque en 1962. Le plus récent a été le cinquième de la série.

Jusqu'à présent, la plupart des travaux effectués à l'aide de techniques de diffusion des neutrons ont eu le caractère de recherches fondamentales, mais on s'intéresse de plus en plus aux applications pratiques. Le colloque a surtout porté sur la technique proprement dite, sur les sources de neutrons et les instruments, et sur les diverses branches de la science des matériaux dans lesquelles on utilise cette méthode. En 1976, l'AIEA a réuni un groupe consultatif sur la diffusion des neutrons en recherche appliquée, dont les débats, accompagnés d'informations recueillies ultérieurement, ont été publiés dans le N° 4 de 1977 de la Revue d'énergie atomique ainsi que dans le N° 204 de la collection Rapports techniques de l'AIEA.

Le colloque a fourni une représentation fidèle de l'évolution récente des travaux et des projets concernant les sources de neutrons et les nouvelles méthodes d'expérience, ainsi que des diverses études expérimentales effectuées. On peut dire que la diffusion des neutrons a exercé une influence sur presque toutes les branches de la science de la matière condensée. Aussi la réunion n'a-t-elle pas pu examiner la totalité du domaine de la diffusion des neutrons. C'est ainsi par exemple qu'elle ne s'est pas beaucoup étendue sur la dynamique des réseaux ni sur la diffusion sous angle réduit, ces sujets ayant déjà été traités dans d'autres réunions récentes (Conférence internationale de la dynamique des réseaux, Paris, 5–9 septembre, et 4ème Conférence internationale sur la diffusion sous angle réduit des rayons X et des neutrons, Gatlinburg, (Etats-Unis), 3–7 octobre).

Les communications présentées lors des sessions scientifiques ont porté sur les sources de neutrons et les instruments (sujets qui ont de fait constitué l'élément essentiel de cohésion de la réunion), sur la spectroscopie moléculaire, les cristaux et polymères liquides, les liquides monoatomiques, les excitations magnétiques et les changements de phase, la présence d'hydrogène dans les métaux et les phénomènes de surface. Cinq rapports généraux ont traité des réalisations importantes intervenues dans les domaines suivants: excitations

rotationnelles et effet tunnel; instabilités hydrodynamiques; propriétés dynamiques des liquides simples; instabilité de l'onde de densité de charge et changements de phase disproportionnés; dynamique de l'hydrogène dans les métaux.

La technique et le champ des activités se sont considérablement développés depuis le dernier colloque tenu à ce sujet en 1972 à Grenoble. La technique de diffusion des neutrons a atteint une maturité qui permet aujourd'hui de présenter des résultats dans des conférences spécifiquement consacrées à la recherche sur la matière condensée. Certaines communications ont été le produit d'un travail d'équipe entre les spécialistes des matériaux et ceux de la diffusion des neutrons, l'installation de diffusion ayant joué le rôle essentiel dans la partie expérimentale des travaux. Les grands centres paraissent avoir fourni le plus grand nombre de communications, mais les installations d'importance moyenne permettent elles aussi la réalisation de travaux originaux à condition de disposer d'instruments et de systèmes modernes de collecte de données.

Pour ouvrir de nouvelles voies à la recherche en matière de diffusion des neutrons, il faudra construire de nouvelles sources, plus productives, qui permettent de réaliser certaines expériences de haute résolution, et étendre le champ d'application des neutrons à la gamme des hautes énergies. Plusieurs nouvelles sources, dont le financement est assuré ou qui sont déjà en construction, s'offrent actuellement. Le réacteur pulsé IBR-2 de l'Institut de recherches nucléaires de Doubna entrera prochainement en service; l'accélérateur linéaire de Harwell, au Royaume-Uni, sera achevé en 1978, et le financement de la puissante source de neutrons par spallation du Laboratoire Rutherford, au Royaume-Uni, a été approuvé. Cette dernière a pour principe un tir de protons à haute énergie sur une cible d'uranium. On a calculé qu'elle est deux fois plus puissante que les sources pulsées actuellement utilisées dans la recherche sur la matière condensée et peut par conséquent donner des résultats égaux ou supérieurs aux réacteurs à état stable présentant les flux les plus élevés qui soient actuellement en service ou projetés.

Au cours des discussions, on a souligné qu'il était nécessaire pour tirer pleinement parti de ces sources nouvelles de poursuivre le développement des instruments et des systèmes de collecte de données. On a signalé l'apparition de nouvelles sources ultra-froides susceptibles de trouver, entre autres, des applications dans les recherches en spectroscopie moléculaire.

Le colloque a exposé les principaux résultats et tendances de l'application de la diffusion des neutrons aux recherches sur les phénomènes d'effet tunnel, sur le comportement dynamique des cristaux moléculaires et sur la conformation des polymères. On a montré que s'il était possible d'utiliser la technique de diffusion des neutrons pour mettre à l'épreuve des idées nouvelles, les résultats n'étaient pas toujours faciles à interpréter. La diffusion des neutrons ne donne pas toujours, à elle seule, des résultats d'expérience permettant de faire la distinction entre des théories différentes. Certains instruments de diffusion des neutrons sont aujourd'hui d'une puissance telle que l'on peut par exemple mesurer en quelques heures le rayon de rotation de plusieurs échantillons de polymères au moyen de l'appareil de diffusion sous angle réduit du Laboratoire Laue-Langevin.

Les nouvelles sources de neutrons devant entrer en service au cours des prochaines années, le colloque a recommandé de tenir dans 4 ou 5 ans une réunion internationale consacrée aux résultats obtenus par ces nouvelles installations. Il a déclaré que la célébration en 1982 du cinquantenaire de la découverte du neutron devrait ne pas passer sous silence la contribution apportée par la diffusion des neutrons à la recherche sur les matériaux.