PRÉFACE

Cet ouvrage présente, de manière condensée, la substance et les conclusions d'une réunion de deux jours organisée les 19 et 20 février 2013 par l'Académie des sciences sur l'emploi des fluides caloporteurs dans les réacteurs à neutrons rapides de IV^e génération. Les organisateurs de cette réunion étaient Yves Bréchet, Robert Dautray, Jacques Friedel et Georges Martin.

Ce type de réacteur doit fissionner tous les noyaux d'uranium et pas seulement la fraction minimale d'uranium-235 des réacteurs des générations précédentes. Il doit ainsi travailler dans des conditions plus extrêmes, pour entraîner les produits de fission hors du combustible et transformer cette énergie de fission en chaleur à l'aide d'un fluide caloporteur ; et cette chaleur à haute température sera finalement transformée en énergie consommable sous forme d'électricité ou de travail mécanique.

La IV^e génération est actuellement la seule qui puisse produire, par la fission de l'uranium, des flux d'énergie significatifs à l'échelle du siècle, et bien au-delà, et pour toutes les grandes métropoles mondiales. Et le choix d'un fluide caloporteur approprié conduit au développement de réacteurs de caractéristiques différentes. C'est ce qui explique que, dans l'histoire déjà longue et complexe de cette question, plusieurs solutions aient été envisagées et plus ou moins développées, en France comme au niveau international.

L'Académie des sciences, secondée par des membres de l'Académie des technologies, a pensé souhaitable de faire un état des lieux aussi complet et précis que possible, avec la participation essentielle des spécialistes les plus compétents et dans les secteurs actuellement les plus actifs. Après avoir présenté le cadre général du problème posé du point de vue scientifique et technique comme de celui de la réalisation industrielle, ce texte analyse quatre types de solutions, qui concernent les métaux liquides, les gaz et les sels fondus. Il en souligne finalement les problèmes communs, mais aussi les caractéristiques différentes auxquelles ces solutions conduisent, notamment en ce qui concerne la taille et le régime thermique de ces réacteurs.

Le texte qui suit et ses conclusions sont édités sous la responsabilité de l'Académie des sciences. Il comprend quatre chapitres : une synthèse des questions scientifiques et techniques générées par chaque choix de fluide caloporteur, chapitre qui extrait les points clés des exposés présentés au cours du séminaire (R. Dautray et Y. Bréchet), une introduction aux réacteurs de IV^e génération vus sous l'aspect des fluides caloporteurs (F. Carré), un article dégageant les exigences industrielles de développement d'un de ces réacteurs, celui refroidi au sodium (F. Gauché) et un chapitre de conclusion qui

illustre de manière comparative les grands défis restant à relever et demandant des recherches approfondies (Y. Bamberger). Ils sont étoffés par la publication, sous forme d'un CD-Rom associé au présent volume, des présentations faites lors des différentes contributions orales à cette conférence. Avec les références nombreuses et bien choisies des articles du texte principal et les discussions que les présentations orales ont suscitées, cette réunion fournit une image détaillée, que nous pensons assez exacte et équilibrée, sur l'état de l'art de cette question essentielle d'un point de vue technique. Les points les plus marquants sont résumés dans la postface de É. Brézin.

Nous sommes très reconnaissants aux différents organismes approchés d'avoir rendu cette réunion possible, et aux différents et nombreux participants d'avoir fait un effort particulier de clarté et d'équilibre dans leur présentation.

Nous pensons en effet que l'Académie des sciences est parfaitement justifiée à émettre, dans les domaines de sa compétence, des avis détaillés qui analysent et comparent différentes solutions scientifiques, et concluent, s'il existe, sur leur domaine possible de validité. En revanche, les choix entre ces solutions dépendent aussi en grande partie de l'histoire et des besoins socio-économiques, qui sont plus proprement à la charge du ou des gouvernements et des citoyens qu'ils représentent. Il en est particulièrement ainsi dans les domaines comme le nucléaire où l'évolution ne peut être qu'à moyen ou long terme.

C'est dans cet esprit que l'Académie des sciences s'est exprimée depuis quelques années sur de grands thèmes de société touchant, tant la métallurgie ou les mégaséismes que l'avenir du nucléaire dans ses III^e et IV^e générations. Ces réflexions ont toutes donné lieu à la publication de textes édités sous la responsabilité de l'Académie des sciences, et le plus souvent accompagnés sur le site Internet de l'Académie par des compléments tirés des réunions préparatoires.

Des commentaires plus détaillés seront présentés dans ce livre, tant sur l'état de l'art des divers caloporteurs que sur leurs différences. Mais la lecture initiale de l'ensemble des contributions que nous proposons dans cette introduction sera structurée en cinq items : transfert de chaleur, propriétés nucléaires, chimie, matériaux et, enfin, risques.

Jacques Friedel

Membre de l'Académie des sciences