

# La fusion par confinement magnétique et les enjeux «matériaux»

**Philippe MAGAUD, Louis DOCEUL, Sylvain MADELEINE, Christophe PORTAFAIX,**

*Association Euratom-CEA, Institut de Recherche sur la Fusion par confinement Magnétique (IRFM), CEA  
Cadarache, 13108 St Paul Lez Durance*

Au cœur du soleil et des étoiles, les noyaux légers se combinent ou fusionnent pour former des noyaux plus lourds. Ce processus dégage une énergie considérable et est à l'origine de la chaleur et de la lumière que nous recevons. Maîtriser sur terre de telles réactions à des fins de production d'énergie, ouvrirait la voie à des ressources quasiment illimitées. C'est l'objectif des recherches engagées par les grandes nations industrielles avec en particulier la construction d'ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) à Cadarache dans les Bouches-du-Rhône.

L'avenir énergétique de cette filière repose d'une part sur la compréhension puis la maîtrise des phénomènes complexes intervenant dans les plasmas de fusion et d'autre part sur la mise en œuvre de composants spécifiques dont la performance est intimement liée aux matériaux utilisés. L'exposé ciblera en particulier trois composants clés d'une installation de fusion par confinement magnétique :

- le système magnétique, formé d'un ensemble d'aimants supraconducteurs qui crée le piège magnétique où se déroulent les réactions de fusion. Les contraintes spécifiques de ces grands aimants où circulent des courants de plusieurs kA seront abordées en incluant les aspects liés aux phénomènes électromagnétiques influant la conception mécanique de ces composants.
- Les composants face au plasma forment la première surface matérielle en face du plasma. Ils doivent résister aux agressions des plasmas de fusion comme en particulier des flux de chaleur de l'ordre de la dizaine de MW.m<sup>-2</sup>. La mise en œuvre de ces composants activement refroidis par de l'eau pressurisée fait appel à des technologies de pointe incluant l'assemblage de matériaux fortement hétérogènes mais aussi des moyens d'essais très spécifiques (station de tests à haut flux). La conception, la fabrication, la qualification puis l'exploitation de tels composants seront décrites.
- Les couvertures productrices de tritium seront abordées essentiellement sous l'angle des matériaux de structure qui constituent une limite importante à leur performance globale. La conception générale de ces composants multifonctions ainsi que la problématique de leur intégration dans une machine de fusion du type ITER seront aussi illustrées.

Pour chaque composant, l'état de l'art sera présenté ainsi que les étapes restant à réaliser pour ITER et le réacteur de fusion