

Conclusions et propositions

Aboutissement de quarante ans de recherche en confinement magnétique, fruit d'une coopération internationale et européenne exceptionnelle, Iter est un jalon scientifique et technique décisif vers l'exploitation de l'énergie de fusion. Le maintien d'une collaboration internationale la plus large possible fait partie des conditions indispensables à remplir pour assurer une qualité scientifique et technique à la hauteur des enjeux et au niveau de celle qui a conduit aux succès du passé, élargir le recrutement des personnels à une communauté suffisamment étendue et alléger la charge financière pour chacune des parties impliquées.

La contribution française à l'exploitation scientifique de la machine devrait être préparée dès aujourd'hui en constituant un pôle scientifique « fusion magnétique » regroupant les efforts des organismes publics de recherche (physique et technologie) et en organisant les enseignements nécessaires à la formation des chercheurs, ingénieurs et techniciens indispensables à la réussite de ce programme. Dans ce contexte, il paraît nécessaire de maintenir Tore Supra en activité comme base d'un programme d'accompagnement pour préparer la mise en service de la nouvelle machine.

Au niveau européen, la coordination qui a permis de placer l'Europe en tête des recherches sur la fusion par confinement magnétique doit être maintenue. Toutefois, il semble souhaitable d'assurer la dualité entre recherche et conduite de projet. Le renforcement des efforts de modélisation, dans un cadre européen est indispensable pour atteindre le niveau des États-Unis et du Japon afin d'accompagner la démarche théorique qui doit elle-même être stimulée et encouragée dans le domaine de la turbulence et des instabilités en phase non linéaire. Cette démarche implique l'existence de moyens de calculs disposant d'une puissance et d'une disponibilité suffisantes, ainsi que la formation et le recrutement de chercheurs dans ces domaines afin que se forme en Europe une communauté de la modélisation « fusion », à la hauteur des enjeux et qui devrait être, en qualité et en volume, équivalente à celle des États-Unis ou du Japon.

En ce qui concerne les matériaux pour le réacteur, dans un premier temps, la simulation et la théorie devraient également être encouragées et organisées au niveau européen, en attendant des moyens expérimentaux dans le cadre de la collaboration internationale IFMIF (International Fusion Material Irradiation Facility). Les compétences de la communauté des matériaux pour la fission nucléaire devraient être fortement sollicitées. Il semble important de la rassembler dans une structure de projet, chargée du développement des matériaux résistants aux neutrons rapides. Il faut rappeler que la mise au point d'un matériau est toujours une affaire longue (15 à 20 ans), *a fortiori* dans le cas de la fusion où on se trouve dans des conditions inédites par la valeur élevée du rapport entre le taux de production d'hélium insoluble et le taux de production de défauts ponctuels par irradiation. Cependant, des progrès rapides sont attendus en matière de modélisation prédictive du comportement des matériaux dans ces conditions de fonctionnement tout à fait nouvelles.

La coordination de l'ensemble du programme fusion par confinement magnétique pourrait être efficacement développée dans un cadre international en s'appuyant sur deux pôles : Iter et l'exploitation commune des grands moyens expérimentaux.

Pour la fusion par confinement inertiel, l'étape ultime de la démonstration de faisabilité de la FCI, en réalisant la combustion du DT en laboratoire, est en cours.

Le contexte purement national du confinement inertiel a facilité la mise en place de structures efficaces de collaboration entre le CEA et les organismes de recherche civile. Cette situation doit être maintenue et encouragée. Elle constitue une expérience à laquelle la communauté de la fusion magnétique pourrait s'intéresser dans le cadre de la création du pôle scientifique mentionné précédemment. Il peut en résulter un rapprochement des deux communautés sur des questions communes comme l'enseignement, la conception du réacteur et les matériaux.

L'ouverture des installations Lil (et d'un laser petawatt qui lui sera couplé) et bientôt LMJ, constitue une opportunité unique pour la recherche, à la fois dans le domaine fondamental de la connaissance de la matière portée à des conditions extrêmes, pour des travaux prospectifs sur l'énergie et pour réaliser des diagnostics de plasmas en commun. Il est essentiel que cette volonté d'ouverture de la France, concrétisée par la création de l'ILP, bénéficie d'une promotion internationale importante. Par ailleurs, une concertation européenne dans le domaine de l'énergie par confinement inertiel apparaît maintenant pertinente ; il serait souhaitable en particulier de mener une réflexion sur la conception d'un réacteur viable et sur les actions à entreprendre pour progresser dans ce sens.

Finalement, il faut souligner la nécessité de créer un nouveau programme de formation aux sciences de la fusion, destiné aux scientifiques et aux techniciens qui seront amenés à exploiter, dans moins d'une dizaine d'année, Iter et le LMJ, deux complexes de recherche d'une envergure sans précédent que la France a entrepris de construire sur son sol.

- Chapitre 1 – La filière Tokamak et la machine Iter
- Chapitre 2 – La fusion par confinement inertiel
- Chapitre 3 – Les plasmas chauds magnétisés
- Chapitre 4 – L'interaction laser-plasma et laser petawatt
- Chapitre 5 – La physique atomique pour la fusion
- Chapitre 6 – La simulation numérique.
- Chapitre 7 – L'interaction plasma-paroi
- Chapitre 8 – Les matériaux pour la fusion
- Chapitre 9 – Les études de sûreté
- Chapitre 10 – La fusion par confinement inertiel et l'astrophysique