

Réponses aux questions posées pendant la conférence sur : La fusion nucléaire par confinement magnétique : avancées, défis et perspectives

- 100 kg de deutérium + 150 kg de tritium consommé par an pour 1 GW de puissance produit combien de kg d'Hélium ? Verra-t-on une industrie connexe de dirigeables se développer aux cotés des réacteurs de fusion ?

200 kg d'hélium ... c'est très peu

- Quelle sera la durée des runs en fonctionnement continu prévus ou espérés pour ITER ? de l'ordre de grandeur de dizaines de minutes, d'heures ou plus ?

L'objectif est 3000 secondes avec $Q > 5$ contre 400 secondes en régime inductif avec $Q > 10$.

- Quelle est la compétition des Nations sur la fusion ? Il y a-t-il un pays en avance majeure sur tous les autres ?

Il y a une grande coopération internationale puisque ITER est construit par 7 partenaires (Union Européenne, Chine, Corée, Etats-Unis, Inde, Japon, USA). Chaque pays a aussi son programme domestique. L'Europe avec le JET, machine européenne, a obtenu les meilleurs résultats, mais la Chine investit énormément et a un programme très ambitieux.

- Est-ce-que les nouveaux développements (CFS du MIT...) remettent en cause la pertinence des choix technologiques développés pour ITER ou envisagés pour DEMO ?

Non cela n'aura pas d'impact pour ITER dont la construction est en cours, par contre cela peut modifier les choix techniques pour DEMO.

- Outre le tritium, il y a une problématique de béryllium sur ITER : qu'est-ce-qui génère le béryllium dans la réaction ?

Le béryllium n'est pas produit par les réactions de fusion. Il est utilisé pour la couverture du mur de JET et d'ITER, car il a le point de fusion le plus élevé (1287°C) de tous les métaux légers hors carbone et une excellente conductivité thermique.

- Un tel rendement théorique dans un rapport 250 à 160 000 paraît complètement illusoire. Donc, combien d'énergie faut-il injecter dans le milieu entre le plasma et l'enceinte pour espérer avoir un système stable ?

Il ne s'agit aucunement d'un rendement ! Le rapport de 250 kg à 160 000 000 kg et non pas 160 000 !) correspond simplement au rapport entre la masse totale d'hydrogène (250 = 100 kg de deutérium + 150 kg de tritium) qui sera consommée annuellement dans un réacteur à fusion de 1 GWe, et la masse d'hydrogène que ce même réacteur pourrait annuellement produire par électrolyse de l'eau, en y consacrant toute l'énergie électrique produite, soit environ 8 TWh. Bien sûr ce rapport de l'ordre du million reflète celui entre les ordres de grandeur des énergies de liaisons chimiques et nucléaire au sein des atomes.

Si la suite de la question se rapporte à la puissance qu'il est nécessaire d'injecter de l'extérieur dans le plasma (injection de neutres et d'ondes électromagnétiques) pour le chauffer et maintenir le courant, pour ce qui concerne ITER ce sera 50 MW. Puissance à mettre en rapport avec une puissance de fusion escomptée de 500 MW. Ce qui donne un facteur d'amplification Q de 10. Mais ITER n'est pas une machine destinée à produire de l'énergie électrique. Le futur réacteur aura un facteur d'amplification nettement plus élevé que 10.

- Flux neutronique 14MeV et fluence > 0.3 MW a/m² : quelles sont les valeurs sur JET ? Quelle est la connaissance actuelle sur la tenue des matériaux à ces valeurs ? (Aciers, capteurs... notamment)

Les flux neutroniques de JET ne posent pas de problème pour les éléments de structures. Quelques capteurs (caméras, détecteurs) ont dû être adaptés, blindés ou retirés pour les expériences avec le tritium.

Dans ITER, la tenue des capteurs et des éléments associés au flux neutronique fait partie des contraintes de développement. La solution la plus simple est de déporter les capteurs à l'extérieur de l'enceinte à vide.

Ce flux neutronique a été pris en compte pour le choix des matériaux de structure, le dimensionnement des éléments de première paroi afin d'atténuer le flux neutronique tombant sur les aimants supraconducteurs et pour l'implantation des diagnostics (chicanes pour éviter les visées directes).