



UNION-IHEDN

www.revue-defense-ihedn.fr

Enjeux de défense et de sécurité civils et militaires

ALAIN JUILLET  
Les enjeux du XXI<sup>e</sup> siècle  
par l'intelligence économique

# ITER : UNE AUTRE VOIE POUR LE NUCLEAIRE

Philippe Bronsart<sup>1</sup> Alexandre Viet<sup>2</sup>

Le grand dossier

37

**A côté de la fission, l'énergie de fusion thermonucléaire apparaît comme un autre défi technologique à relever. L'implantation du projet ITER sur le site de Cadarache dans les Bouches-du-Rhône est officielle depuis le 28 juin 2005.**

## Présentation de l'organisation

Fruit d'une collaboration internationale entre la Chine, l'Union Européenne, le Japon, la Corée du Sud, la Fédération de Russie, les USA et récemment l'Inde, et regroupant ainsi plus de la moitié de la population mondiale, ITER est la suite logique d'un certain nombre de programmes R&D antérieurs : parmi lesquels JET (Union Européenne) qui détient le record de puissance à 16 MW, JT60 au Japon qui détient le record de température 200 millions de degrés, ou Tore Supra à Cadarache lequel détient le record de durée

à forte puissance avec 6 minutes et 18 secondes.

ITER, dirigée par Kaname IKEDA, est une organisation internationale qui existe juridiquement depuis la ratification du traité international " Joint Implementing Agreement " le 21 novembre 2006 au Palais de l'Élysée par l'ensemble des partenaires du projet.

Cette organisation assurera la maîtrise d'ouvrage de la construction et de l'exploitation. Et fait nouveau, notamment pour l'Autorité de Sûreté Nucléaire, elle sera aussi l'exploit-

tant nucléaire.

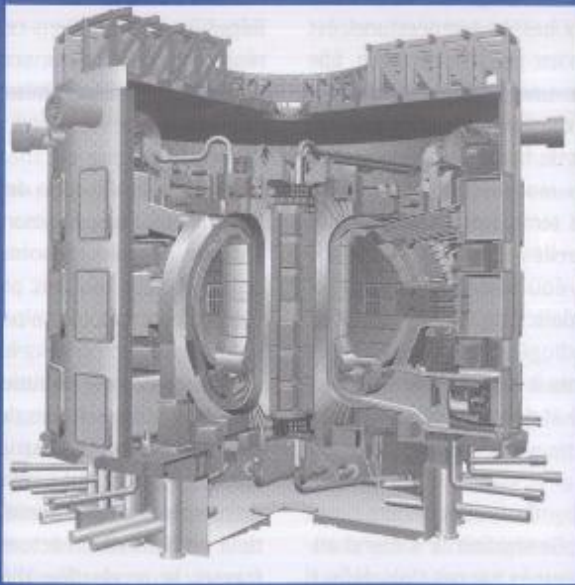
Dans chaque pays fournisseur, une agence dite " domestique " sera responsable des fournitures que chaque pays s'est engagé à livrer à cette équipe internationale.

L'Agence ITER France devra également observer la réglementation française en matière de sûreté, de sécurité, de radiopro-

*1/ Responsable du pôle d'étude " Défense Civile " - AREVA. Ancien Délégué Régional Marseille-Provence ANAJ-IHEDN*

*2/ Vice-président de la SFEN JG*

*Correspondant JG SFEN Provence-Alpes-Côte d'Azur*



Maquette d'étude

tection, d'hygiène et d'environnement. Après avoir mené le débat public pour le compte des sept partenaires, l'Agence ITER France sera chargée de faire remonter les fonds français vers l'Europe, de préparer le site, de la coordination et du suivi des actions françaises pour ITER en liaison avec la mission préfectorale dirigée par Yannick IMBERT et sous l'égide de

F r a n ç o i s  
d ' A U B E R T ,  
Ambassadeur

### Le grand dossier

**38** et Haut Représentant pour la réalisation en France du projet ITER, ainsi que du démantèlement de la machine.

ITER deviendra la nouvelle référence pour d'autres grands projets scientifiques. Son coût total est estimé à 10 milliards d'Euros : 5 milliards d'Euros seront affectés à la construction sur une période de 10 ans, dont une grosse partie (80%) est constituée par les équipements et les bâtiments fournis en nature par les sept partenaires du projet, l'aménagement de l'environnement du site se chiffrant à hauteur de 155 millions d'Euros (aménagement du réseau routier entre Fos-sur-Mer et Cadarache, réalisation d'une école

internationale) entièrement prise en charge par la France; les 5 autres milliards d'Euros iront à l'exploitation sur une période de 20 ans environ, ainsi qu'au démantèlement (estimé à 530 millions d'Euro).

### Les lots se répartissent en trois catégories :

- les bâtiments annexes et le réacteur, les canalisations, la construction, la maîtrise d'œuvre de la réalisation de l'ensemble du bâtiment seront fournis par l'Union Européenne (" partenaire hôte ");
- les contributions en nature, constituant la majorité des composants fournis, reviennent aux pays partenaires ;
- enfin un pot commun - " Joint Fund " - sera à disposition de l'organisation internationale pour ses marchés directs.

Cette répartition est finalisée sur la base de 50% pour l'UE et 10% pour chacun des partenaires ; la contribution de l'Inde étant réservée aux aléas technologiques. Notons que les 50% de l'UE incluent 38% pris sur le budget commun Euratom, auquel il faut ajouter une contribution directe de 12% de la France. Sur la part française, près de la moitié provient de financements de toutes les collectivités de la région PACA (467 millions d'Euros) qui attendent en retour une dynamisation économique de leur territoire.

Parmi les secteurs d'activité concernés, on peut citer le BTP, bien que ce dernier manque pour l'instant de potentiel, l'électromécanique, les services, l'agroalimentaire, la mécanique, l'électronique. Pendant la construction, on estime que 500 personnes seront employées par ITER, 3000

emplois indirects seront créés en France, dont 1400 en région. Et pendant l'exploitation, on prévoit 1 000 employés par ITER, la création de 3 250 emplois indirects en France, dont 2400 en PACA.

Les métiers de la fusion sont bien sûr au premier plan (70% d'ingénieurs, 30% de techniciens), d'où la création récente d'un master " Sciences de la fusion " offert par une dizaine d'universités. Mais on constate que la main d'œuvre est d'ores et déjà rare notamment en électriciens, en spécialiste de la ventilation ou en électromécaniciens. Les opérations de défrichage, puis de terrassements ont commencé début 2007. Le premier béton pour le Tokamak est attendu en 2009. L'assemblage de la machine débutera en 2012, sa mise en service et le premier plasma sont prévus en 2016.

### Les enjeux de la fusion

La fusion de l'hydrogène telle qu'elle s'effectue dans le Soleil est très complexe et d'une faible probabilité, elle ne peut donc être utilisée sur Terre ; seuls des systèmes plus petits et l'utilisation d'isotope de l'hydrogène comme le deutérium et le tritium peuvent nous permettre de produire de l'énergie de fusion ; les ressources en combustibles nécessaires à cette production d'énergie par la fusion que sont le lithium et le deutérium sont abondants sur Terre, et permettent ainsi un futur brillant pour la fusion.

### Les enjeux de la fusion sont de trois ordres :

tout d'abord il faut reproduire au moins la température du cœur du soleil soit plusieurs dizaines de millions de degrés ; il faut ensuite créer une densité suffisante, bien qu'extrêmement faible, de l'ordre de 1/50.000 de la densité de l'air ; et enfin il faut que le coût soit acceptable, c'est-à-dire que le coût énergétique pour créer cela doit être très inférieur au gain en terme d'énergie et cela exige que l'isolation thermique du système doit être suffisante pour que, livré à lui-même, il faille quelques secondes pour qu'il perde son énergie.

Aujourd'hui la fusion est considérée comme une option d'avenir. Ce n'était pas le cas il y a quelques années. L'effet de taille des résultats obtenus depuis les premières expériences russes dans les années 60 jusqu'au JET indiquent une progression très favorable, qui a été à la base du projet ITER. Sujet à la pointe des sciences modernes, un réacteur à fusion est un exploit scientifique, technologique et industriel. ITER aura un gain de 10 : Au lieu de consommer 23 mégawatts pour en produire 16 comme sur JET, on consommera 50 mégawatts pour en produire 500, le tout



Le futur site

pendant près d'un quart d'heure.

La mission du projet ITER s'articule autour de trois axes : produire des plasmas à la puissance 10 fois supérieure à la puissance injectée, étudier et optimiser le comportement du plasma, développer les technologies nécessaires aux futurs réacteurs.

Dans les deux années qui suivront la mise en service, les résultats permettront de savoir à quoi s'en tenir. On démontrera que l'on sait produire de la puissance ; encore faudra-t-il, pour la vendre à un opérateur, améliorer la durée et de préférence atteindre la permanence. Pour assurer le passage à une machine de type industriel fiable et crédible économiquement, les défis technologiques sont en effet nombreux : développer les matériaux de structure, obtenir une maintenance robotisée, approfondir les méthodes de chauffage (micro-ondes, accélérateurs de particules) et de contrôle du plasma pour la sûreté de l'installation, développer de nouveaux systèmes supraconducteurs nécessaires au confinement magnétique, optimiser le cycle du combustible, c'est-à-dire extraire les cendres et alimenter en combustible tritium, un matériau radioactif dont on a une expérience encore assez modeste dans ce domaine d'application et qu'il faudrait régénérer dans la couverture de lithium.

Par ailleurs les négociations entre le Japon et l'Union Européenne pour le choix du site d'implantation d'ITER, ont conduit à accélérer le programme de recherche sur la fusion, en créant de nouveaux éléments de programme pour traiter parallèlement à ITER la question des matériaux ; il est ainsi prévu prochainement à Rokkasho-Mura (Japon) de construire l'International Fusion Materials Irradiation Facility (IFMIF), un accélérateur d'irradiation qui permettra de préparer les choix de matériaux de structure du futur démonstrateur industriel, et qui donnera

ses premiers résultats d'ici 2020.

#### Quelles perspectives pour l'industrie ?

Du point de vue d'un industriel, qu'il soit constructeur ou exploitant d'installations de production d'énergie, les perspectives produits/marchés d'ITER n'offrent aucunes opportunités sur le court terme. La faisabilité de principe, tout comme la faisabilité opérationnelle technologique, sont encore inconnues. On n'a aucune idée des conditions industrielles de production et d'exploitation : Pour quels besoins à satisfaire ? A quel prix ? Qui seront les clients ? Et quelles seront les conditions économiques ?

Il en va tout autrement sur le long terme. La fission et la fusion sont les deux versants d'une même réalité. Exploiter ce potentiel implique de faire les recherches scientifiques et technologiques qui sauront le moment venu garantir l'exploitation industrielle. On voit dans cette approche un tronc commun aux technologies nucléaires : densité importante d'énergie, radioactivité, matières et matériaux, sûreté. Mais les spécificités de la fusion ne peuvent être étudiées que via des installations spécifiques. Pour cela ITER est indispensable. AREVA attend du projet ITER une dynamique de progrès considérable dans des disciplines que le Groupe considère comme clefs : gestion des matières nucléaires, neutronique, thermique, matériaux de structure, calculs scientifiques, radiochimie, etc. Cet intérêt d'AREVA pour les technologies de la fusion date d'un certain temps, notamment à travers le groupement européen d'industriels EFET (European Fusion Engineering and Technology) dont la présidence a été assurée par Framatome-ANP pendant presque 10 ans.

De plus AREVA est présent dans tous les pays partenaires du projet ITER, et possède ainsi des interfaces avec les agences

domestiques de ces pays ; ces agences domestiques s'intéressent à certaines compétences du groupe AREVA pour réaliser leur contribution technique à ITER.

AREVA est actuellement prêt à intervenir sur la fourniture de certains composants, sur des technologies de base, sur la métrologie, sur la conduite de projet, etc. ITER n'est pas une opportunité seulement pour les entreprises de hautes technologies, et sur ce point il faudra veiller à ce que les industriels majeurs aident ces entreprises peut-être moins technologiques à profiter de ce tremplin pour s'accoutumer à un certain nombre de technologies avancées.

Néanmoins une difficulté persiste : les règles doivent être clairement définies, et surtout l'internationalisation du projet, la séparation des tâches ne doit pas brouiller la bonne gouvernance du projet ; par ailleurs il conviendra également de bien régler les problématiques liées à la propriété industrielle.

Nous emprunterons notre conclusion à Philippe GARDERET : " Il ne faut pas se tromper de combat, l'heure n'est pas pour nous de vendre des réacteurs de fusion à EDF ou à ses homologues ; par contre, entre-temps, il serait absurde de ne pas comprendre que de s'investir dans des technologies de ce type c'est à la fois faire progresser l'industrie et faire progresser les technologies nucléaires et donc défendre ainsi globalement une solution énergétique à laquelle on croit ".

Le vendredi 6 octobre 2006 a eu lieu à l'Institut d'Etudes Politiques d'Aix en Provence le colloque organisé conjointement par l'ASSOCIATION NATIONALE DES AUDITEURS JEUNES DE L'INSTITUT DES

#### Le grand dossier

HAUTES ETUDES DE DEFENSE NATIONALE (ANAI-IHEDN - Provence) et le CLUB JEUNE GENERATION DE LA SOCIETE FRANÇAISE D'ENERGIE NUCLEAIRE (SFEN-JG) pour s'interroger sur " Quel avenir pour l'énergie nucléaire ? "

Les principaux acteurs de l'industrie, de la recherche et de la politique ont ainsi répondu à cette question ; notamment Mme Pascale AMENC-ANTONI, Adjointe au Directeur général chargé de l'administration d'ITER, M. Michel CHATELIER, Directeur du département de recherche sur la fusion contrôlée au CEA et Responsable du groupe de recherche de l'Association Euratom-CEA, ainsi que M. Philippe GARDERET, Directeur scientifique d'AREVA, ont développé les enjeux organisationnels, scientifiques et économiques du projet international ITER, que nous vous présentons ici.

L'intégralité des actes du colloque est téléchargeable sur les sites internet de l'ANAI-IHEDN ([www.anai-ihedn.org](http://www.anai-ihedn.org)) et de la SFEN JG ([www.sfen-jg.org](http://www.sfen-jg.org)).