

Press Release

FOR IMMEDIATE RELEASE



Route de Vinon-sur-Verdon ☀ CS 90 046 ☀ B3067 Saint-Paul-lez-Durance Cedex ☀ France

Comment:

Robert Arnoux

Robert.Arnoux@iter.org

04 42 17 66 20

ITER : LA MOITIÉ DU CHEMIN PARCOURU

SAINT-PAUL-LEZ-DURANCE, Bouches-du-Rhône, 6 décembre 2017 – Le programme ITER (acronyme de Réacteur thermonucléaire expérimental international) a parcouru la moitié de la distance qui le sépare de sa mise en service.

ITER est une machine expérimentale dans laquelle des noyaux d'hydrogène, confinés par de puissants champs magnétiques, fusionnent en libérant de considérables quantités d'énergie thermique. Dans les machines commerciales qui succéderont à ITER, cette énergie, sous forme de vapeur, alimentera une turbine, couplée à un alternateur pour produire de l'électricité. L'énergie de fusion présente de nombreux avantages :

- china • L'énergie de fusion est une énergie non carbonée, respectueuse de l'environnement. Un gramme d'hydrogène libère autant d'énergie que 8 tonnes de pétrole.
- eu • ITER utilise deux formes d'hydrogène (isotopes) : le deutérium, que l'on extrait sans difficulté de l'eau, et le tritium, qui sera produit dans l'enceinte même de la machine à partir de lithium. Les combustibles de la fusion sont disponibles en abondance et peuvent assurer l'alimentation en électricité des mégapoles et des industries pendant des millions d'années.
- india • La moindre perturbation survenant dans le fonctionnement du réacteur entraîne automatiquement et instantanément l'arrêt de la réaction – de manière sûre et sans intervention extérieure. La chambre à vide de la machine ne contient jamais plus de 2 à 3 grammes de combustible ; un accident de type « fonte du cœur » n'est pas concevable du point de vue de la physique.
- japan • Les coûts de construction et d'exploitation d'une centrale de fusion seront comparables à ceux d'une centrale nucléaire conventionnelle. Mais contrairement à celle-ci, une centrale de fusion n'aura pas à supporter le coût de gestion des déchets hautement radioactifs à vie longue – simplement parce que la fusion n'en produit pas. Contrairement aussi aux centrales thermiques (pétrole, gaz, charbon) une centrale de fusion ne produit ni CO₂ ni autre gaz à effet de serre.
- korea
- rossia
- usa

ITER est le programme de recherche scientifique le plus complexe jamais réalisé. Pour créer les conditions propices à la fusion des noyaux, le plasma d'hydrogène sera porté à 150 millions de degrés Celsius – une température dix fois supérieure à celle qui règne au cœur du Soleil. La réaction se produit dans une enceinte de forme toroïdale au cœur d'une machine appelée « tokamak »¹. De puissants aimants supraconducteurs entourent cette enceinte, confinant le plasma très chaud et le maintenant à distance des parois. Les aimants supraconducteurs doivent être refroidis à la température du vide interstellaire – *moins* 269° C.

Trente-cinq nations participent à la construction de l'installation ITER en France, dans le département des Bouches-du-Rhône. Les quelque dix millions de pièces de la machine sont fabriquées dans les usines de trois continents, puis livrées sur le site d'ITER pour y être assemblées.

Chacun des sept membres d'ITER – la Chine, l'Union européenne (Euratom), l'Inde, le Japon, la Corée, la Russie et les États-Unis – contribue sa part de fournitures industrielles, ce qui ajoute à la complexité du programme.

¹ « Tokamak » est un acronyme russe qui signifie « Chambre toroïdale, bobines magnétiques ». L'architecture tokamak a été développée à la fin des années 1950 en Union soviétique s'est imposée, au fil des décennies, comme la plus performante.



Le 1er décembre, ITER a officiellement annoncé aux gouvernements des pays membres du programme que 50% de l'ensemble des activités indispensables pour produire le « premier plasma »² avait été réalisé. Ce premier plasma, prévu pour le mois de décembre 2025, constitue la première étape du programme opérationnel de la machine ITER.

Pour Bernard Bigot, le directeur général d'ITER, « les enjeux du programme sont considérables. Quand nous aurons démontré la faisabilité de l'énergie de fusion, le monde disposera d'une alternative aux énergies fossiles. En complément des énergies solaire, éolienne et autres sources renouvelables, l'énergie de fusion offrira une option nouvelle. »

« Le succès d'ITER, ajoute-t-il, repose sur une gestion de projet et une ingénierie des systèmes extrêmement exigeantes, ainsi que sur une intégration quasiment parfaite de l'ensemble des activités. La conception d'ITER procède de ce que l'expertise scientifique et industrielle de chacun de ses membres peut apporter de meilleur. Seul, aucun pays n'aurait disposé des moyens indispensables à une telle entreprise. Au sein d'ITER, dans le travail quotidien, nous nous enrichissons mutuellement de notre diversité. »

Le passage du seuil des 50% d'activités réalisées est une étape cruciale.

« ITER et la fusion, hier comme aujourd'hui, ont pu compter sur le soutien des grands dirigeants de la planète, poursuit Bernard Bigot. Le concept d'ITER a été lancé en 1985 lors du sommet Reagan-Gorbatchev à Genève, et lorsque l'Accord ITER a été signé en 2006, le président Chirac, le président Bush et le Premier ministre indien Manmohan Singh lui ont apporté un soutien sans réserves. »

« Plus récemment, ITER a fait l'objet d'un échange de lettres entre les présidents Macron et Trump peu de temps après leur rencontre à Paris au mois de juillet. Un mois plus tôt, le président chinois Xi Jinping avait accueilli Vladimir Poutine et d'autres dirigeants à l'exposition mondiale sur l'énergie d'Astana, au Kazakhstan. ITER et la fusion figuraient en bonne place dans les allées de l'exposition. »

« D'autres dirigeants, de manière moins visible publiquement, se sont personnellement impliqués dans ITER, témoignant de l'importance qu'ils accordent à ce programme. »

Pourquoi l'organisation industrielle est-elle si complexe ?

Les membres d'ITER apportent l'essentiel de leur contribution en fabriquant les pièces de la machine et les éléments de l'installation. Cette contribution « en nature » représente 80% du coût total, qui est estimé à 18 milliards d'euros.

Certains de ces éléments, dont certains mesurent plus de 17 mètres de haut et pèsent plusieurs centaines de tonnes, doivent être ajustés avec une précision de l'ordre du millimètre. L'intégration de chaque pièce, de chaque système, obéit à un planning extrêmement précis.

Ce mode de fonctionnement a été voulu par les membres d'ITER, en premier lieu pour que leurs propres établissements industriels bénéficient des commandes du programme ; en second lieu pour que ces mêmes établissements acquièrent une expertise dans les domaines de haute technologie tels que l'électronique de puissance, la cryogénie, la robotique ou la science des matériaux. Cette expertise génère, à son tour, d'importantes retombées technologiques et industrielles hors de leur domaine d'origine.

Ainsi, par exemple, l'expertise acquise pour réaliser les aimants supraconducteurs d'ITER s'applique au domaine médical et a permis de réaliser des cartographies du cerveau avec une précision jamais atteinte jusqu'ici.

² Ce que nous appelons « l'ensemble des activités indispensables pour produire le premier plasma » dans notre système de mesure de performance recouvre, d'un bout à l'autre, les activités suivantes : conception, fabrication des éléments de la machine et des systèmes de l'installation, construction des bâtiments, expédition et livraison, assemblage et installation.



L'Union européenne assume 45% des coûts, la Chine, l'Inde, le Japon, la Corée, la Russie et les Etats-Unis contribuent chacun à hauteur de 9%. Chacun des membres accède librement à la propriété intellectuelle et aux innovations technologiques issues du programme ITER.

A quelle échéance les centrales de fusion commerciales seront-elles opérationnelles ?

On estime que les premières centrales de fusion pourraient être opérationnelles dès 2040. Mais le calendrier précis dépendra avant tout de la situation énergétique de chaque pays et de la volonté politique de ses dirigeants.

Quelle sera leur puissance ?

Le tokamak ITER est conçu pour produire 500 MW de puissance thermique. Ses dimensions sont adaptées à l'étude, pour la première fois dans l'histoire, d'un plasma « en ignition », quasiment auto-entretenu – un état de la matière qui n'existe qu'au cœur du Soleil et des étoiles. Dans un plasma en ignition, l'essentiel du chauffage provient de la réaction elle-même. Le retour d'expérience d'ITER permettra d'optimiser la conception des futures centrales de production.

Quel sera le coût d'une centrale de fusion ? Combien de centrales seront nécessaires ?

Le coût initial (investissement) d'une centrale de fusion d'une puissance de 2,000 MW électriques devrait être de l'ordre de 8,5 milliards d'euros. Le coût de cet investissement initial sera compensé par des coûts d'exploitation très faibles, un prix du combustible négligeable et la durabilité des équipements, dont seul un petit nombre devra être remplacé au cours des quelque 60 années de durée de vie de la centrale. Parallèlement à l'augmentation du nombre des centrales, les coûts d'investissement ne pourront que décroître.

En l'état actuel des niveaux de consommation, une seule centrale de fusion suffirait pour alimenter en électricité une ville de la taille de Washington (USA), Francfort (Allemagne) ou Séville (Espagne).

« Si la fusion est déployée sur la totalité de la planète, l'usage de l'électricité se répandra de manière quasi-universelle, réduisant les émissions de gaz à effet de serre résultant des transports, de la construction de bâtiments, des industries, anticipe Bernard Bigot. Mettre à la disposition de tous une source d'énergie propre, abondante, sûre et économique constituerait un miracle à l'échelle de la planète. »

CONTEXTE

Conçu pour démontrer la faisabilité scientifique et technologique de l'énergie de fusion, ITER sera la plus grande installation expérimentale de fusion jamais construite. La fusion est à l'origine de l'énergie du Soleil et des étoiles : quand des noyaux d'atomes légers fusionnent pour former des noyaux plus lourds, une grande quantité d'énergie est libérée. La recherche sur la fusion vise à maîtriser une source d'énergie à la fois sûre, fiable et respectueuse de l'environnement. ITER est également une entreprise de coopération scientifique internationale sans équivalent.

La contribution de l'Europe représente à peu près la moitié du coût de construction ; les six autres Membres engagés dans cette entreprise (la Chine, l'Inde, le Japon, la République de Corée, la Fédération de Russie et les États-Unis) contribuent à part égale à l'autre moitié. ITER est en cours de construction à Saint-Paul-lez-Durance, en France, dans le département des Bouches-du-Rhône.

Pour plus d'informations sur le programme ITER, cliquer [ici](#).