

# FUSION NUCLÉAIRE

*Maîtriser  
la véritable  
énergie solaire*

*Petit rappel historique. Notre magazine tire son nom d'une association aujourd'hui défunte, la Fondation pour l'énergie de fusion. Cette association, née aux Etats-Unis en 1974, se battait dans le monde entier pour défendre les grands projets scientifiques et techniques contre leurs ennemis. La fusion était toute indiquée pour incarner ce combat. Nous faisons aujourd'hui le point sur ce sujet avec Jérôme Pamela, directeur du Département de la fusion au Commissariat à l'énergie atomique, après une introduction sur les enjeux énergétiques actuels. Deux articles de Charles Stevens sont consacrés à des machines « exotiques » : le foyer de plasma et la machine Z.*

# L'énergie du développement durable, c'est la fusion !

**L**e sommet de la Terre de Rio de Janeiro, en 1992, proclama avec magnificence l'avènement d'un nouveau concept : le développement durable (ou soutenable, dans certaines traductions). Désormais, c'était promis, on allait penser aux générations futures, on n'allait plus raisonner à court terme. Le concept nouveau a plu et a été décliné à toutes les sauces, au point de faire désormais partie du vocabulaire « politiquement correct ». Voyons quelle en fut l'application au plan énergétique. On pouvait, de prime abord, penser que cette attention portée aux générations futures allait profiter aux énergies de l'avenir, comme les surgénérateurs, qui recèlent un immense potentiel énergétique, équivalent à celui du charbon sans en avoir les inconvénients (émissions atmosphériques et faible densité énergétique). En réalité, Superphénix, le plus gros surgénérateur du monde, a été fermé pour des raisons politiques : c'était le cadeau de fiançailles accordé par Lionel Jospin aux Verts, qui ont fait du développement durable leur cheval de bataille. À l'inverse, les énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz) que l'on aurait pu croire pénalisées par l'idée de développement durable, se retrouvent aujourd'hui en plein boom. Plus question d'économiser le pétrole, dont le prix n'a jamais été aussi bas. Et le gaz est présenté comme la panacée universelle par un cœur de bien-pensants, où l'on retrouve les sociétés privées comme Vivendi (ex-Générale des eaux), les milieux financiers ultralibéraux, les Verts et autres écologistes de tout poil, chantant tous la même chanson : le gaz est l'énergie propre de demain, c'est l'énergie du développement durable. Curieux, pour

**EMMANUEL GRENIER**

un combustible dont on aura épuisé les ressources européennes dans le cadre de la génération actuelle. Si l'on continue au rythme actuel, les Européens d'aujourd'hui vont ainsi laisser à leurs enfants un continent où il ne restera quasiment plus de gaz : nouvelle définition du souci des générations futures...

Toutefois, jusqu'ici, nous n'avons parlé que des technologies existantes. Quid de la fusion thermonucléaire ? C'est déjà un vieux rêve de l'humanité que de vouloir maîtriser l'énergie du Soleil. On sait déjà le faire puisque, indirectement, toutes les énergies sont solaires. C'est le cas des énergies biologiques (animaux de trait, biogaz, bois de chauffage, etc.) car on ne pourrait concevoir de biomasse sans énergie solaire alimentant la photosynthèse. Mais aussi l'énergie éolienne : le vent correspond à des déplacements de masses d'air, provoqués par les différences de température dues au réchauffement lumineux. Ou encore les énergies fossiles, qui ne sont finalement que des énergies biologiques accumulées et stockées dans le sous-sol. Ou, bien sûr, les panneaux solaires photo-électriques. Néanmoins, dans tous ces cas, l'énergie solaire n'est utilisée que de façon lointaine, vu la faible densité avec laquelle elle arrive à la surface de la planète. En mai 1951, l'homme (en l'occurrence des militaires américains) produisit pour la première fois sur Terre les réactions qui se déroulent dans les étoiles. Le 1er mars 1954, la première bombe H explosait à Bikini. L'homme sait donc déclencher le feu de la fusion ther-

monucléaire, mais il ne peut pas encore le maîtriser. Depuis lors, les chercheurs de différentes disciplines (physique des plasmas, énergie dirigée, supraconduction, science des matériaux, etc.) sont engagés dans une course à la fusion. Il s'agit de réaliser dans un réacteur, de façon continue, la réaction qui donne toute sa formidable énergie à la bombe H ou au Soleil. L'enjeu est d'autant plus important que la fusion donnerait à l'humanité une source d'énergie très concentrée et utilisant un combustible quasi illimité.

Après des débuts strictement militaires, les recherches sur la fusion magnétique sont très vite sorties du domaine classifié : le grand physicien soviétique Igor Kurtchatov fit ainsi sensation en donnant un exposé des travaux menés en Russie, dès 1956, à Londres. Depuis lors, c'est sans doute l'un des domaines scientifiques où il y a la meilleure collaboration internationale, notamment Est-Ouest. Et cette collaboration n'est pas de trop dans la mesure où les problèmes à résoudre sont immenses. Cela explique en partie le fait que les progrès soient beaucoup plus lents que dans le cas de la fission thermonucléaire, domaine qui pouvait tolérer le « bricolage ». Les premières bombes américaines, ou encore la première pile atomique française, Zoé, dont on vient de fêter le cinquantième anniversaire, relevaient ainsi du « bricolage » technologique autour de concepts scientifiques. Ce bricolage ne fonctionne plus pour la fusion parce que l'on se situe à des densités de puissance beaucoup plus élevées, qui entraînent de fortes exigences techniques pour les matériaux et les systèmes. Malgré ces difficultés, les recherches sur la fusion progressent

régulièrement et l'on espère bien atteindre l'ignition avec les machines de la prochaine génération, puis la démonstration de la génération d'électricité avec la génération suivante.

Le projet ITER est à ce titre porteur de grands espoirs pour l'humanité toute entière, puisqu'il doit permettre d'effectuer plusieurs démonstrations technologiques décisives avant la construction d'un réacteur prototype (voir entretien avec Jérôme Pamela). C'est pourquoi la restriction de crédits dont il fait l'objet constitue un véritable scandale. Une société qui se targue de « développement durable » devrait au contraire augmenter les crédits consacrés à ces recherches, car ce sont elles qui garantissent un avenir vivable pour l'humanité. Or elle fait exactement l'inverse, à commencer par les Américains qui ont fait part de leur intention de quitter le partenariat international ITER. Le Congrès dominé par les conservateurs et les ultralibéraux veut en effet rogner sur toutes les dépenses qu'il qualifie d'inutiles : infrastructures, santé, recherche spatiale et fusion. Les trois partenaires restants (Russie, Union européenne et Japon) ont fait connaître leur volonté de poursuivre les travaux mais à un rythme fortement ralenti. Il n'est plus question aujourd'hui, sauf bouleversement politique majeur, d'une mise en service pour 2005, comme prévu auparavant. Dans le meilleur des cas, si la construction démarrait maintenant, il faudrait au moins neuf ans avant d'obtenir le premier plasma. Mais on en est très loin : loin de décider du lancement de la construction, on s'oriente plutôt vers une redéfinition du projet qui rognerait ses objectifs en optant pour une machine beaucoup moins ambitieuse. Les fanatiques antinucléaires de tout bord se réjouissent de ces contretemps et souhaitent désormais ouvertement l'arrêt définitif du projet. C'est

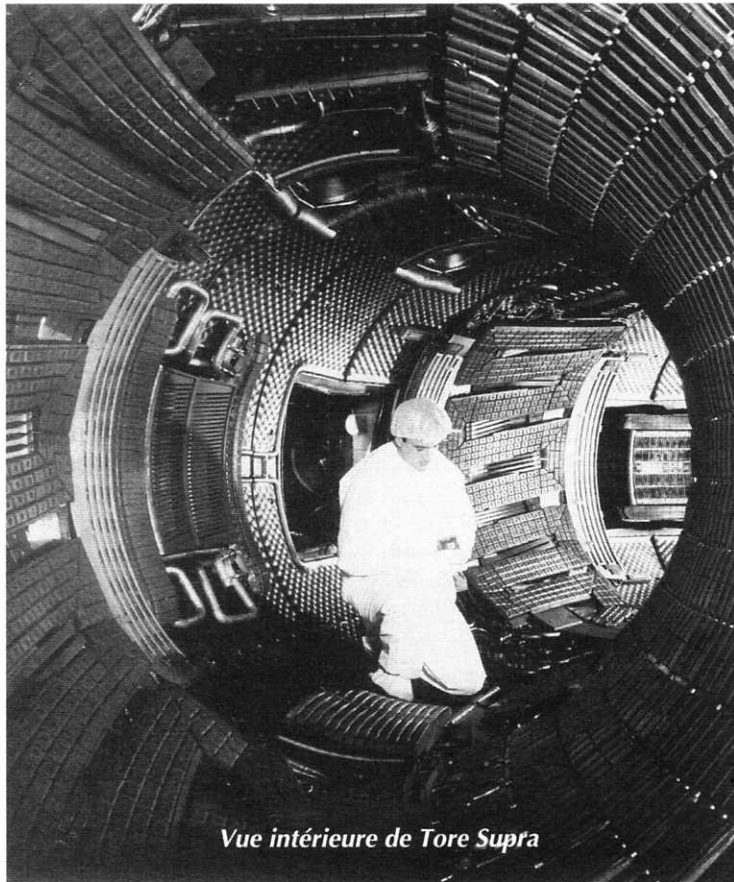
notamment le cas du réseau français « Sortir du nucléaire », qui regroupe les Verts, Greenpeace, le WWF, les Amis de la Terre et des dizaines d'associations locales. Ces écologistes ont malheureusement marqué des points au niveau de la Commission européenne, puisque le 5<sup>e</sup> programme cadre de recherche et développement technologique, qui porte sur la période 1999-2002, ne prévoit aucun crédit pour le démarrage de la construction d'ITER. Et la part du programme allouée au nucléaire en général (fis-

scientifiques, surtout aux Etats-Unis, ont fait des promesses qu'ils ne pouvaient pas tenir ; ils ont vendu du rêve pour obtenir des budgets plus importants. Il n'empêche que les progrès ont été considérables dans cette technique. En 1997, le réacteur européen JET battait des records mondiaux en brûlant un combustible composé de 50% de deutérium et de 50% de tritium : 13 MW de puissance, 14 MJ d'énergie produite. Ceci avec un rapport entre la puissance de fusion produite et la puissance de chauffage utilisée atteignant

60%. On approche donc le « breakeven », c'est-à-dire le moment où la puissance produite dépasse la puissance dépensée dans le fonctionnement du système. Devant ces succès, mais aussi devant les incertitudes sur ITER, l'exploitation de JET a été prolongée jusqu'à la fin de cette année.

Il s'agit cependant de mesures de pis-aller, qui ne résolvent pas le problème essentiel, qui relève du politique. Investir dans la fusion, c'est faire acte de foi dans l'intelligence humaine, c'est affirmer sa confiance dans la continuation des progrès de l'espèce. Or la notion même de progrès technique est aujourd'hui contestée, non plus seulement par les idéologues de la nouvelle droite ou par les écologistes, mais de fa-

çon généralisée dans toute la société. Pour que la fusion thermonucléaire voit le jour, il faudra inéluctablement en passer par un combat des valeurs. C'est ce grand combat que les pionniers du CEA, issus de la Résistance au nazisme, avaient su mener, pour l'indépendance de la France, mais plus largement pour l'ensemble de l'humanité. Si la direction actuelle du CEA est parfaitement capable d'apporter des réponses techniques objectives, elle refuse avec obstination de mener ce combat « subjectif » et passionné contre les forces de la réaction. Nous voudrions contribuer à le susciter par ce dossier



Vue intérieure de Tore Supra

sion et fusion) baisse de 8 à 7%...

Le programme ITER ne représente pourtant pas un investissement considérable, au regard des enjeux : 60 milliards de francs sur dix ans à dépenser par l'ensemble des pays les plus riches, ce n'est pas grand chose à côté de ce qu'un seul pays (le nôtre) a su dépenser pour sauver une banque pourrie comme le Crédit Lyonnais... D'autant qu'il ne s'agit pas là de réparer les erreurs de quelques énarques dégénérés mais bien de préparer l'avenir. Les opposants à la fusion se plaisent à souligner que les chercheurs promettent « un réacteur de fusion dans vingt ans » depuis... quarante ans. Il est vrai que certains