

Dessin de Jean-Pierre Petit.

« **S**oleil en éprouvette »,  
 « énergie illimitée », la  
 communication autour de l'ITER  
 (International Thermonuclear  
 Experimental Reactor) fait rêver...  
 Pourtant, derrière les beaux  
 discours, se cache un projet qui  
 cumule les problèmes non résolus,  
 et dont les risques pour l'humanité  
 sont redoutables.



**A**strophysicien, ancien directeur de recherche au CNRS, auteur, dessinateur, spécialiste émérite de la physique des plasmas, Jean-Pierre Petit, en expert inflexible, s'indigne, traque et dénonce les mensonges du monde de l'énergie qui empêchent les vraies solutions de voir le jour. À visiter sans modération aucune : [www.jp-petit.org](http://www.jp-petit.org).

# ITER

## est incontrôlable et extrêmement dangereux

# L

'idée d'extraire de l'énergie par la fusion de deux isotopes de l'hydrogène, le deutérium (D) et le tritium (T) est fondée sur deux réactions, et non sur une seule. Le deutérium abonde dans la nature. Il n'est pas radioactif. Le tritium n'existe pas en quantités appréciables à l'état naturel. Doté d'une durée de vie de 12,3 années, il est radioactif et donc biotoxique.

Pour démarrer, un réacteur à fusion devrait être chargé d'un mélange D-T à 50/50. Puis différents moyens de chauffage porteraient ce mélange à une température dépassant cent millions de degrés, pour que les réactions de fusion, donnant un noyau d'hélium et un neutron de forte énergie, puissent démarrer. Un système de confinement magnétique, maintes fois décrit, est là pour éviter l'évasion de ce plasma. En 1991, cette fusion D-T a pu être obtenue dans le tokamak anglais JET, à Culham, Angleterre, pendant une courte seconde. Durant ce temps de fonctionnement, la fusion a produit une énergie brute

équivalant à 70 % de l'énergie qui avait été injectée. On appelle cela le coefficient Q. *Grosso modo*, l'énergie dégagée croît comme le volume du plasma, alors que les pertes évoluent comme la surface du plasma. Très schématiquement, on peut donc dire que si l'on prend une machine deux fois plus grande (le rapport d'ITER vis-à-vis du JET), ce rapport Q sera doublé. Il paraît très probable que ce but sera atteint, mais ceci laisse un vaste arrière-plan de problèmes non résolus.

### Système supraconducteur

Par ailleurs, ce qui est visé dans ITER est un temps de fonctionnement plus long (400 à 1 000 secondes) qui ne peut être assuré qu'en créant le champ magnétique à l'aide d'un système supraconducteur, baignant dans de l'hélium liquide, refroidi à moins 270 °C. Dans cette optique, le projet s'est appuyé sur les travaux réalisés par les Français, à Cadarache, sur un tokamak équipé d'un

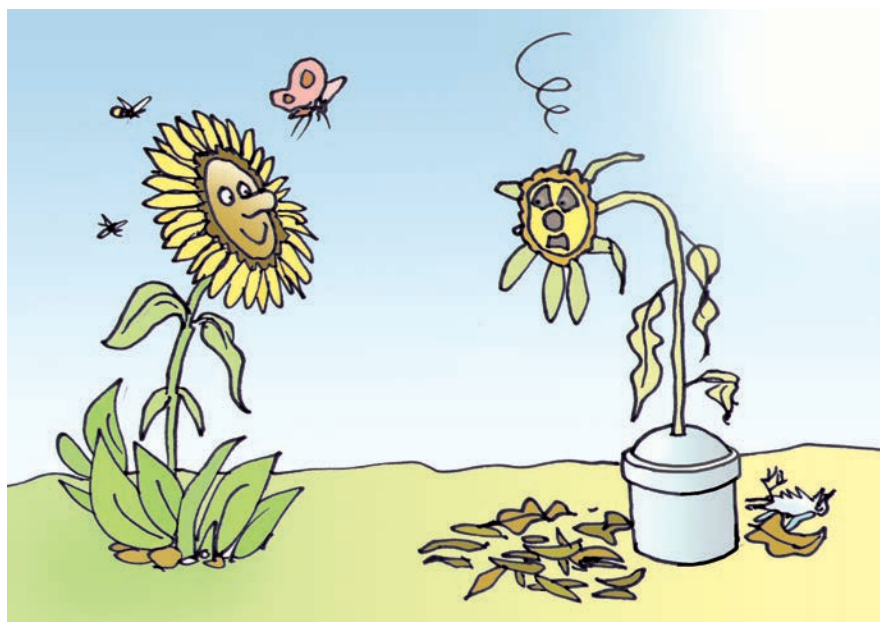
aimant supraconducteur, développant 4 teslas, d'une taille plus modeste, mais qui a permis de créer ce champ magnétique pendant 6 minutes, la température à laquelle le plasma était porté restant inférieure à la température de démarrage des réactions de fusion.

### Métal cancérigène

Les travaux réalisés sur Tore Supra ainsi que sur d'autres machines ont donné quelques indications sur les interactions plasma-paroi, sans conduire à une formule valable. On a recouvert la surface interne du tore de tuiles de carbone. Mais celles-ci se sont comportées comme des « pompes à hydrogène », absorbant en particulier le tritium, radioactif. Ce choix n'a donc pas été retenu. Le projet ITER est donc censé démarrer sans qu'on ait testé le comportement de la « première paroi », au contact du plasma de fusion. Dans cette chambre de 1000 mètres carrés, 700 doivent être recouverts d'un métal léger, le béryllium, notoirement toxique (maladie professionnelle : la béryllose) et cancérigène. Il fond à 1280 °C et bout à 2400. Les 300 mètres carrés restants devraient être tapissés de tungstène, plus résistant en température (3000 °C), mais présentant d'autres inconvénients.

### Tritium synthétisé

Le problème le plus important a été occulté. Un générateur à fusion ne saurait fonctionner avec un apport extérieur de tritium. Il n'y aura pas « d'usine à tritium » à la clé, extérieure au réacteur. Ce tritium devra être synthétisé dans une couverture de lithium, immédiatement au contact de la première paroi. Cette synthèse donne du tritium et de l'hélium, en absorbant au passage les neutrons émis par la fusion, qui franchissent sans encombre la barrière magnétique. Le lithium est un métal à bas point de fusion : 180 °C, ébullition à 1300 °C. La réaction est donc :  $\text{Li} + \text{n} \rightarrow \text{He} + \text{T} + \text{énergie}$  (la réaction est exothermique). Ce qui fait que le fonctionnement global d'un réacteur à fusion est  $\text{Li} + \text{D} \rightarrow 2\text{He} + \text{énergie}$ . On voit que cela est censé assurer au passage une indispensable protection du fragile aimant supraconducteur, qui se situe immédiatement après cette couverture tritigène. Rappelons au passage que feu le Prix Nobel Pierre-Gilles de Gennes signalait la fragilité de cet aimant, tandis que le Japonais Masatoshi Koshiha, autre Prix Nobel, s'inquiétait de l'impact de neutrons dotés d'une forte énergie : 14 MeV contre 2 MeV pour les neutrons émis lors de la fission. Le lithium peut se trouver à l'état liquide, mélangé à du plomb. Le refroidissement serait alors assuré par de l'eau pressurisée.



Dessin de Jean-Pierre Petit.

### Aimant sous-protégé

Dans la seconde formule, le lithium serait intégré dans une céramique, auquel cas le réfrigérant et fluide caloporteur serait de l'hélium. Il n'est pas prévu, dans la manip ITER, de tester l'ensemble. C'est-à-dire que la machine sera incomplète. Seuls de timides essais de comportement d'éléments tritigènes seront envisagés, alors qu'avant de lancer ce projet, ces essais auraient dû en toute logique être effectués sur le JET. En fait, dans l'expérience ITER, le fragile aimant supraconducteur sera simplement protégé du bombardement neutronique par une couche protectrice, par exemple en plomb, qui fera au passage office de puits de chaleur.

Ce n'est que dans DEMO, la machine suivante, que la production d'énergie par fusion serait associée à une régénération du tritium par l'indispensable couverture tritigène.

### Instables plasmas

Il ne semble pas raisonnable d'engager un projet aussi coûteux et lourd sans que ces éléments tritigènes aient fait l'objet de tests préalables, positifs. ITER comporte trop d'aléas, trop de problèmes non résolus. Au passage, le lithium est extrêmement réactif, brûle dans l'air et explose au contact de l'eau\*. Il se combine avec de nombreux corps, l'oxygène, l'eau et même... l'azote, et ses composés sont toxiques. Personne ne peut préjuger du comportement de la première paroi en béryllium. En dépit de décennies de travaux, les plasmas de fusion restent foncièrement instables.

On a délibérément laissé le public et les décideurs dans l'ignorance de ces aspects que les concepteurs du projet ne sauraient nier, ressortant l'éternel argument « il n'y a pas de risque zéro ».

L'image qu'on en donne, vis-à-vis de leur confinement magnétique, est de les comparer à une chambre à air mal gonflée qu'on tenterait d'emprisonner avec des bandes elles-mêmes élastiques. Au hasard de ces manifestations d'instabilités, ce plasma entre en contact avec la paroi et l'abrase. Un réacteur à fusion est une chaudière, qui produit « de la cendre », en l'occurrence de l'hélium, qu'il faudra extraire en continu. Pas plus de 10 % d'hélium, sinon extinction. Le réacteur à fusion comprend donc un système d'extraction et de réinjection appelé « divertor », situé à la base de la chambre, comportant deux rainures bien visibles. Là, le plasma sera en contact avec la paroi, et le tungstène devra être utilisé. Il y aura immanquablement arrachement d'atomes, à la fois de béryllium et de tungstène, qui viendront polluer le plasma.

### Pollution par le tungstène

Le divertor, outre qu'il est là pour extraire la « cendre-hélium » et réinjecter du combustible frais, du mélange D-T, devra dépolluer le plasma en continu. La pollution par le tungstène est très problématique, car ces atomes sont alors la source d'un refroidissement radiatif intense, pouvant entraîner l'arrêt des réactions de fusion. Tout cela n'a pas été testé, ce qui fait beaucoup d'expériences inédites à la fois pour une machine à 15 milliards d'euros. Au niveau de DEMO, la machine deviendra en outre foncièrement dangereuse, du fait de la présence du lithium et du plomb. L'extraction des calories, déjà testée sur Tore-Supra, passe par des canalisations à eau pressurisée. Une cohabitation problématique et dangereuse. On a coutume de dire qu'un générateur à fusion ne présente pas le risque des générateurs à fission, étant donné qu'au moindre dysfonctionnement, les réactions de fusion cessent immédiatement. Certes. Mais le danger réside dans les « périphériques ». Si le lithium est mis en contact avec l'air, il brûle. S'il est au contact d'eau, il explose, ce qui entraîne aussitôt la dislocation de la première paroi en béryllium, toxique, cancérigène. Avec la formule du mélange lithium-plomb, il y aura émission de plomb, également biotoxique, émission du tritium, radioactif, contenu dans la chambre et de celui produit dans une couverture tritigène disloquée. Tout dysfonctionnement du réacteur complet deviendrait immédiatement ingérable. Si le lithium brûle, on ne sait pas l'éteindre. L'hélium liquide voisin sera alors vaporisé. L'énorme énergie contenue dans l'aimant sera alors dégagée par effet Joule, via des forces considérables. On a délibérément laissé le public et les décideurs dans l'ignorance de ces aspects que les concepteurs du projet ne sauraient nier, ressortant l'éternel argument « *il n'y a pas de risque zéro* ».

Conclusion: il s'agit d'un projet d'un coût incontrôlable, problématique et à terme extrêmement dangereux au plan de la simple santé publique. ●

Jean-Pierre Petit

\* Voir <http://www.youtube.com/watch?v=ojGaAGDVcCc>

## ► Z machine<sup>1</sup>, épilogue

**B**iarritz, le 5 juin 2011<sup>2</sup>. J'arrive avec un ami chercheur, secoueur occasionnel de cocotiers trop mûrs: « *Jean-Christophe, on fera comme si on ne se connaissait pas. Les organisateurs français ne me quitteront pas de l'œil. Mais pas vous. Comme ça, vous pourrez filmer et enregistrer.* » Dimanche, je retrouve Malcom Haines, qui doit faire l'ouverture du congrès, le lendemain. En tête à tête, il confirme tout: les 2 milliards de degrés de la Z machine des laboratoires Sandia décrits dans son papier paru dans les *Physical Review Letters* de 2006 et le passage à la Z-R machine et ses 26 millions d'ampères, avec laquelle les Américains visent les 8 milliards de degrés Celsius. « *Je pense qu'ils l'ont déjà fait. Mais même cette question est secret défense* », me confie-t-il.

Le lendemain, il fait son exposé. Je lui repose ces questions, en public. Pour les 8 milliards de degrés, il dit que c'est « *théoriquement possible* ». Incroyable: personne ne bronche! Les laboratoires Sandia ont envoyé un petit étudiant qui présente de vagues simulations. Il faut en savoir plus. J'attaque la peinture russe du congrès, Valentin Smirnov<sup>3</sup>: « *Vous avez entendu Haines. Il confirme son papier de 2006. Et vous, qu'en pensez-vous?* » Le Russe fait silence, me scrute. « *Je vais vous faire une réponse politiquement correcte: Malcom est un grand scientifique. Mais vous savez, une température, ça se calcule à travers un modèle...* » Ah non, bonhomme! Pas de ça avec moi. N'essaye pas de faire passer mon vieil ami Malcom pour un vieux con, pour des raisons politiques! Je démolis ses arguments comme on abat des quilles. Puis je tente de le piquer au vif: « *Avec les 5 méga-ampères de votre ANGARA 5, vous les Russes, vous êtes sacrément à la traîne par rapport aux Américains!* » Ça marche, il se cabre: « *Nous avons une machine de 50 méga-ampères en construction!* » Et voilà, il a lâché le morceau! Les Russes ont rejoint les Américains dans la course aux bombes à fusion pure. Et dans les congrès, c'est: « *Silence, on désinforme* »!

1. La Z machine est un générateur de rayons X. Cet article fait référence à ceux publiés dans NEXUS n° 73, « *La Z machine, énergie propre ou arme atomique?* », et dans NEXUS n° 74, « *Sortir du nucléaire, c'est une question de survie!* ».

2. La huitième édition du colloque international « *Dense Z-Pinch Machine* » se tenait à Biarritz du 6 au 9 juin dernier.

3. Directeur du département fusion de l'Institut Kurchatov des hautes températures (Moscou), le n° 1 de la fusion et des Z machines russes.

