

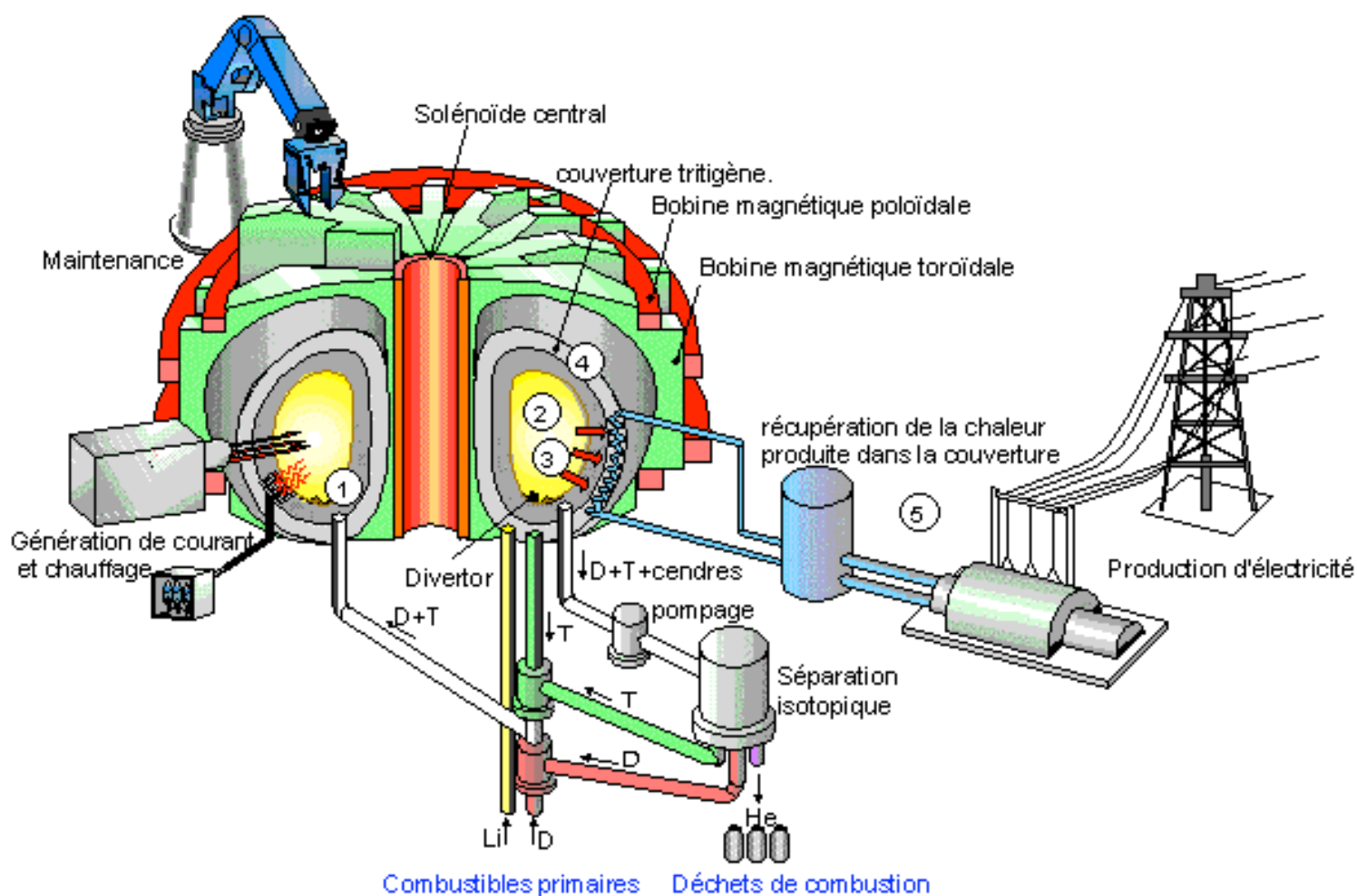
## Résumé

ITER est un projet qui a été ultra-médiatisé depuis longtemps. Médiatisé et schématisé à l'extrême, en tentant de résumer ce projet à des images accrocheuses comme "le soleil en éprouvette", "de l'énergie illimitée", etc. Mais la science ne se joue pas à coup d'images fantasmagoriques et de clips vidéos, assortis de belles images de synthèse. . L'idée d'extraire de l'énergie par la fusion de deux isotopes de l'hydrogène, le deutérium et le tritium 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 palier 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 ceci 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 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. Par ailleurs, ce qui est visé dans ITER est un temps de fonctionnement plus long (400 à 1000 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 pu permettre de créer ce champ magnétique pendant 6 minutes, la température à laquelle le plasma était portée restant inférieure à la température de démarrage des réactions de fusion. 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 par des 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 restant devraient être tapissés de tungstène, plus résistant en température (3000°C), mais présentant d'autres inconvénients. 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 le 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 : neutron plus lithium donne hélium plus tritium plus énergie (la réaction est exothermique) Ce qui fait que le fonctionnement global d'un réacteur à fusion, est Deutérium plus lithium donne deux hélium plus de l'énergie. On voit que ceci est censé assurer au passage une indispensable protection du fragile aimant supraconducteur, qui se situe immédiatement après cette couverture tritigène (dont feu le prix Nobel de Gennes signalait la fragilité, tandis que Masatoshi Koshiya, autre prix Nobel, Japonais, 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. 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 du 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.

Ca 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. 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 compose avec de nombreux corps, l'oxygène, l'eau et même .. l'azote, et ses composés sont toxiques. La liste des problèmes non résolus, pour ce projet ITER, est longue. 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. 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 inmanquablement arrachement d'atomes, à la fois de béryllium et de tungstène, qui viendront polluer le plasma. 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 ceci n'a pas été testé, et cela 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 fusions 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, ceci entraînant aussitôt la dislocation de la première paroi en béryllium, toxique, cancérigène. Si la formule du mélange lithium-plomb il y aura émission de plomb, également biotoxique. Emission 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.



### Générateur à fusion, schéma officiel

- (1) : Injection de mélange deutérium-tritium, par le « divertor »
- (2) Le plasma, en jaune
- (3) Flux de neutrons à 14 MeV, frappant la couverture de lithium, régénérant le tritium et représentant l'essentiel du dégagement de l'énergie de fusion. .
- (4) Cette couverture régénérant de tritium, qui sert aussi à capter les calories
- (5) Lesquelles sont envoyées vers un ensemble échangeur de chaleur-générateur de vapeur-turbine à gaz-alternateur