



ITER Ou le rêve de l'énergie infinie

Note – Février 2004

La fusion, réaction de l'astre solaire, constitue le rêve ultime de l'énergie infinie, de la maîtrise de l'homme sur la nature : maîtriser la fusion, c'est apprivoiser le soleil !

Avec le retour de la fusion au premier plan médiatique reviennent les slogans dignes des lancements des grands programmes nucléaires (de fission) que l'on croyait révolus : « *ITER c'est la technologie du futur qui permettra de produire de l'électricité à bas prix pour une durée illimitée (...)* »¹.

Nous voilà ainsi revenu à l'époque de l'« Atom for Peace » et de la prophétie prononcée par Eisenhower à Genève dans les années 50 : « *l'énergie nucléaire va fournir à l'humanité de l'énergie gratuite en quantité illimitée* ».

L'histoire récente nous a pourtant montré les limites (coûts, technologie difficile à maîtriser..) et les risques (déchets, accidents, prolifération...) du nucléaire de fission. Gageons que loin des slogans alléchants, les difficultés pour maîtriser la fusion sont et seront nombreuses.

D'ailleurs, la recherche sur cette réaction ne date pas d'hier. Elle a commencé dès le début de l'ère nucléaire. A l'époque, on nous annonçait déjà des avancées décisives dans les 50 ans à venir.

Aujourd'hui les discours optimistes nous donnent rendez-vous dans la deuxième moitié du siècle. Le jour où la fusion sauvera l'humanité n'est pas encore arrivé. D'ici là, ne nous laissons pas endormir par des discours hypnotiques car les enjeux énergétiques nécessitent une réaction immédiate.

- **La fusion : simple comme un soleil**

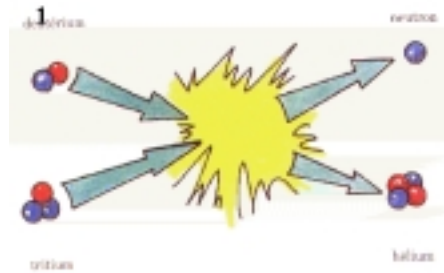
Le principe :

La fusion consiste, à l'inverse de la fission (casser des « gros noyaux ») à rapprocher suffisamment deux atomes légers pour qu'ils donnent un plus gros. Cette réaction donne lieu à un fort dégagement d'énergie.

L'énergie que le soleil et les autres étoiles nous envoient sous forme de chaleur et de lumière provient de ce type de réaction qui se produit à leur surface.

La fusion est réalisée à partir de deux isotopes de l'hydrogène : le deutérium et le tritium.

¹ Extrait d'une publicité du Conseil Général des Bouches-du-Rhône, dans le supplément de la Provence du 17/12/2003.



Les limites :

Pour que la réaction puisse se réaliser et produire de l'énergie, il faut des conditions très spécifiques. En effet, la fusion de deux noyaux ne se réalise que s'ils se rapprochent suffisamment l'un de l'autre ; or, ceux-ci ils sont chargés électriquement et se repoussent par conséquent fortement.

Pour vaincre cette répulsion, le mélange deutérium/tritium doit être porté à très haute température, et suffisamment dense ; et ceci, pendant un temps suffisant !

Une température supérieure à 100 millions de degrés est ainsi nécessaire pour que le mélange alors appelé plasma devienne fonctionnel. Un apport considérable d'énergie est donc indispensable. A ce jour, aucune expérience n'a permis de libérer une puissance au moins égale à celle fournie pour le chauffage du mélange !

A de telles températures, se pose aussi le problème du confinement² : aucun récipient matériel ne peut contenir un plasma aussi chaud . Dans le confinement envisagé pour ITER, c'est à l'aide de champs magnétiques intenses que le plasma sera piégé dans une zone torique (forme d'une chambre à air). Ces importants champs magnétiques demandent eux-mêmes une importante alimentation électrique et une technologie complexe (les aimants supraconducteurs refroidis à près de -270°C !). Ainsi, les rares succès de courants de plasma ont seulement duré quelques dizaines de secondes.

Bref, derrière un principe apparemment simple, la fusion exige de surmonter un ensemble de problèmes technologiques qui constitue un obstacle peut-être à jamais infranchissable.

Si la fusion apparaît comme un sujet de recherche passionnant pour un physicien, il n'en demeure pas moins qu'au sein même du milieu nucléaire, certains membres sont convaincus que la machine à fusion n'atteindra jamais le stade de la rentabilité économique.

La fusion n'est pas prête de contribuer au bilan énergétique de l'humanité !

- **La fusion : entre pollution et prolifération**

Une technologie propre ?

Le projet ITER et la fusion, plus globalement, n'est pas une technologie propre.

Lors de son fonctionnement, le réacteur utilisera du tritium. L'ensemble de l'installation va être contaminée par le tritium dont les qualités physico-chimiques identiques à celles de l'hydrogène, lui valent de diffuser facilement à travers les métaux... créant ainsi des rejets dans l'environnement. Selon des estimations, ces rejets seront 10 fois supérieurs aux rejets totaux de tritium émis par les 19 réacteurs allemands ! Or, la radiotoxicité du tritium n'est pas sans conséquence sur la santé contrairement aux discours traditionnels.

² Dans le cas du soleil, le confinement est assuré par gravitation. Chose impossible à recréer à l'échelle d'une machine, à moins de construire une machine de la taille d'un astre !

De plus, le flux de neutrons créé lors de la réaction de fusion va céder son énergie à la paroi en la chauffant et en activant les matériaux qui la constitue, engendrant ainsi une production d'éléments radioactifs lourds. S'il s'avère vrai que la fusion crée moins de déchets à vie longue, il est néanmoins faux d'affirmer qu'elle n'en crée aucun.

Enfin, chaque année, une portion de l'enceinte - circuits magnétiques compris - devra être changée en raison de l'usure rapide de sa paroi intérieure. Celle-ci constituera un volume important de déchets de très haute activité, de durée de vie plus ou moins longue.

En résumé, le réacteur à fusion présenté comme un réacteur écologique, va produire une nuisance radiologique au moins égale à celle des réacteurs actuelles !

La fusion et la prolifération :

Les réacteurs de fusion expérimentaux comme ITER ainsi que les réacteurs à fusion de taille commerciale, posent le problème de la prolifération du tritium. En effet, leur fonctionnement implique l'usage annuel de plusieurs kilogrammes de tritium, c'est à dire, des quantités comparables à celles qui seraient utilisées dans un arsenal de plusieurs milliers de têtes nucléaires « dopées » au tritium.

Par exemple, aux USA, le stock de tritium est de l'ordre de 100 kg, il correspond à une moyenne de 10g de tritium par tête nucléaire³.

A ce titre, les discussions actuelles sur le choix du site d'accueil se posent également en terme de prolifération ; la Chine, par exemple, voit d'un mauvais œil le fait que le Japon ait accès à d'importante quantité de tritium à travers le projet ITER.

A plus long terme, le développement de la technologie de la fusion accentuera ce problème à l'échelle mondiale, à l'instar du nucléaire de fission qui pose aujourd'hui de graves problèmes de prolifération. Il suffira à des pays de prétexter le développement de la recherche sur la fusion pour avoir accès à des quantités importantes de tritium.

A noter par ailleurs qu'au sujet du terrorisme, de faibles quantités de tritium peuvent augmenter considérablement les effets d'une bombe atomique artisanale à la portée d'un groupe terroriste.

- **Le projet ITER**

Quelques chiffres

Le coût du projet est estimé entre 10 et 30 milliards de dollars sur 30 ans, dont un investissement de près de 5 milliard d'euros (chaque pays partenaire apporte 470 millions d'euros (M€)).

La France, candidate pour accueillir le projet ITER, devra prendre en charge les coûts liés au développement des nouvelles infrastructures nécessaires (routes, lignes haute-tension, écoles...).

Le Conseil Régional de PACA a promis 152 M€, le Conseil Général des Alpes de Haute-Provence 10 M€, des Bouches-du-Rhône 152 M€, du Var 30 M€, du Vaucluse 28 M€, et la Communauté du pays d'Aix 75 M€.

La phase de construction devrait avoir lieu sur la période 2005-2015. Et créer de 3000 à 5000 emplois. La phase de campagne d'essai s'étalera sur la période 2015-2035. Et créer 1000 emplois directs et en moyenne 2400 emplois indirects. Ces chiffres avancés par les promoteurs du projet (scientifiques et politiques) doivent être vus avec beaucoup de précaution tant les annonces de ce genre ont pour habitude de ne pas se réaliser complètement.

³ ITER : Le réacteur thermonucléaire expérimental, international et ...Les implications des sources d'énergie basées sur la fusion thermonucléaire dans la prolifération des armes nucléaires, de André GSOPNER et Jean-Pierre HURNI ,Institut Indépendant de recherche technologique, janvier 2004

Remarque : suite à la phase de construction et d'expérimentation qui devrait être réalisée sous la responsabilité d'une entité juridique propre au projet ITER, il est prévu que le démantèlement et ses risques technologiques et financiers revienne sous la responsabilité du CEA !

Pour démarrer ITER, il faut disposer de 500 MW (soit la moitié de la capacité d'une centrale nucléaire !), fournis par l'ensemble du réseau pendant une dizaine de secondes. Pour chauffer le nuage chaud de deutérium et de tritium (plasma) qu'il contient, il faut quelques dizaines de MW pendant 400 secondes. Enfin, de façon permanente, l'installation a besoin de 120 MW. Bref, loin de produire de l'énergie, ITER sera un gouffre électrique.

Iter à Cadarache :

L'implantation du projet ITER à Cadarache va avoir des conséquences importantes sur la région et son environnement. En voici une liste non exhaustive :

- Nécessité d'acheminer la puissance électrique considérable (plusieurs gigawatts) nécessaire pour le chauffage du plasma. Cela impose la création de lignes HT supplémentaires.
- Destruction des riches milieux de la forêt domaniale de Cadarache déjà déstabilisée par les sondages. Plantations faites depuis moins de trente ans avec des fonds publics et un engagement trentenaire de l'Etat d'en conserver la vocation forestière. Unité de population génétiquement pure de mouflons, avifaune du confluent Durance -Verdon.
- Elargissement des routes menant au site pour faire passer les transporteurs de pièces volumineuses du réacteur...

• En résumé :

1

Dans les enjeux énergétiques, l'urgence est un facteur primordial, notamment dans le cadre de la lutte contre les changements climatiques : il faut réduire nos émissions de gaz à effet de serre par 4 d'ici 2050 ! C'est à dire qu'il faudra avoir trouver et développer des solutions bien avant que la fusion ait produit son premier kWh – si un jour elle en produit !

Dans ces conditions, détourner des fonds massifs (plusieurs milliards d'euros) et les compétences des réelles solutions est une aberration et accentue le danger global.

A titre d'exemple, avec les 10 milliards nécessaires au projet, il serait possible de construire 10 000 MW d'éolien off-shore, ie 70 fois la capacité aujourd'hui installée en France !

Les énormes moyens débloqués par les collectivités locales devraient être utilisés pour développer les renouvelables (aides, subventions...) et l'efficacité énergétique, elles aussi créatrices d'emplois et actrices du développement local.

L'engouement pour le projet ITER est donc totalement surréaliste et en déconnexion des enjeux actuels. Le déferlement des déclarations et des discours pro-ITER est à la mesure de l'aveuglement général face à la tâche qui nous attend.

2

Le projet ITER et la fusion plus globalement n'est pas une technologie propre et sûre.

Tout d'abord, les réacteurs de fusion expérimentaux comme ITER ainsi que les réacteurs à fusion de taille commerciale posent le problème de la prolifération du tritium parce que leur fonctionnement implique l'usage annuel de kilogrammes de tritium, c'est à dire des quantités comparables à celles qui seraient utilisées dans un arsenal de plusieurs milliers de têtes nucléaires «dopées » au tritium.

Par exemple, aux USA, le stock de tritium est de l'ordre de 100 kg, il correspond à une moyenne de 10g de tritium par tête nucléaire⁴.

A ce titre, les discussions actuelles sur le choix du site d'accueil se posent aussi en terme de prolifération, la Chine voyant par exemple d'un mauvais œil le fait que le Japon ait accès à d'importante quantité de tritium à travers le projet ITER.

A plus long terme, le développement de la technologie de la fusion, accentuera ce problème à l'échelle mondiale, tout comme le nucléaire de fission pose aujourd'hui de graves problèmes de prolifération. Il suffira à des pays de prétexte le développement de la recherche sur la fusion pour avoir accès à des quantités importantes de tritium.

Deuxièmement, il est scandaleux de dire que la fusion est une technologie propre.

En fonctionnement le réacteur rejettera du tritium. Ces rejets estimés seront 10 fois supérieurs aux rejets totaux de tritium émis par les 19 réacteurs allemands ! Or la radiotoxicité du tritium est fortement débattue.

De plus, lors de la réaction le flux de neutrons cède son énergie à la paroi en la chauffant et en activant les matériaux qui la constitue. On a ainsi une production d'éléments radioactifs lourds. Si il vrai que la fusion créer moins de déchets à vie longue, il est faux de dire qu'elle n'en crée aucun.

En terme de quantité, les éléments de paroi devant être remplacés régulièrement, un tonnage de déchets plus important que dans les réacteur à fission, est produit.

3

L'implantation même du projet ITER à Cadarache va avoir des conséquences importantes sur la région et sont environnement. En voici une liste non exhaustive :

- Nécessité d'acheminer la puissance électrique considérable (plusieurs gigawatts) nécessaire pour le chauffage du plasma. Cela impose la création de lignes HT supplémentaires.
- Destruction des riches milieux de la forêt domaniale de Cadarache déjà déstabilisée par les sondages. Plantations faites depuis moins de trente ans avec des fonds publics et un engagement trentenaire de l'Etat d'en conserver la vocation forestière. Unité de population génétiquement pure de mouflons, avifaune du confluent Durance -Verdon.
- Elargissement des routes menant au site pour faire passer les transporteurs de pièces volumineuses du réacteur...

En savoir + :

La gazette nucléaire n° 201/202 (nov 2002) et 211/212 (jan 2004)

La commission énergie des Verts : <http://vertsenergie.ouvaton.org/>

Le site du projet ITER : www.iter.org

Le CEA : <http://www-fusion-magnetique.cea.fr/accueil/index.htm>

⁴ ITER : Le réacteur thermonucléaire expérimental, international et ...Les implications des sources d'énergie basées sur la fusion thermonucléaire dans la prolifération des armes nucléaires, de André GSOPNER et Jean-Pierre HURNI ,Institut Indépendant de recherche technologique, janvier 2004