

# LES DOSSIERS

## Sortir du nucléaire



# ITER

## un soleil artificiel à portée de main ?

Mythes et réalités de la recherche sur la fusion nucléaire

## Les obstacles à la fusion sur Terre

ITER poursuit une longue série de tentatives pour reproduire l'énergie des étoiles. Mais les recherches se heurtent à des difficultés majeures.

Depuis la découverte de la fusion nucléaire, l'homme rêve de maîtriser cette source d'énergie. Mais si l'on n'a jamais construit de centrales à fusion, c'est que les obstacles sont nombreux, voire infranchissables :

- **Il faut des températures gigantesques** (100-150 millions de degrés) pour pouvoir "marier" des noyaux qui, par nature, se repoussent. Aucun récipient matériel n'y résisterait. L'une des voies de recherche est de produire une "bouteille magnétique" immatérielle. Dans une installation nommée "tokamak", on utilise des électro-aimants supraconducteurs maintenus à  $-269^{\circ}\text{C}$ . Reste à chauffer et garder sous contrôle le mélange gazeux (plasma). Jusqu'à présent, ces expériences consomment plus d'énergie qu'elles n'en produisent (quand elles en produisent !), et ne durent — au mieux — que quelques secondes, voire minutes.

- **L'hydrogène fusionnant difficilement, il faut utiliser deux de ses isotopes** : le deutérium (stable) et le tritium (hautement radioactif). Le tritium n'est pas présent naturellement sur terre. Il est produit en petite quantité dans les réacteurs nucléaires. La France n'en produit qu'1 kg/an

(à usage militaire). Si un projet industriel de réacteur à fusion devait voir le jour, il pourrait consommer plus de 50 kg de tritium par an ! Pour résoudre ce problème d'approvisionnement, il est envisagé, dans des projets ultérieurs, de produire le tritium au cœur du tokamak. Une opération d'une grande complexité, dont la faisabilité n'est pas démontrée.

- **La réaction de fusion produit des neutrons de très haute énergie.** Insensibles au champ magnétique, ils vont heurter les parois du tokamak. C'est l'énergie de ce flux de neutrons qui est censée, un jour, fournir la chaleur permettant de produire de la vapeur, puis de l'électricité. Pourtant, de l'aveu même de l'Académie des Sciences, "aucun matériau existant n'est susceptible de résister à cette énergie colossale". De plus, ce bombardement rend la paroi radioactive, un effet secondaire très indésirable.

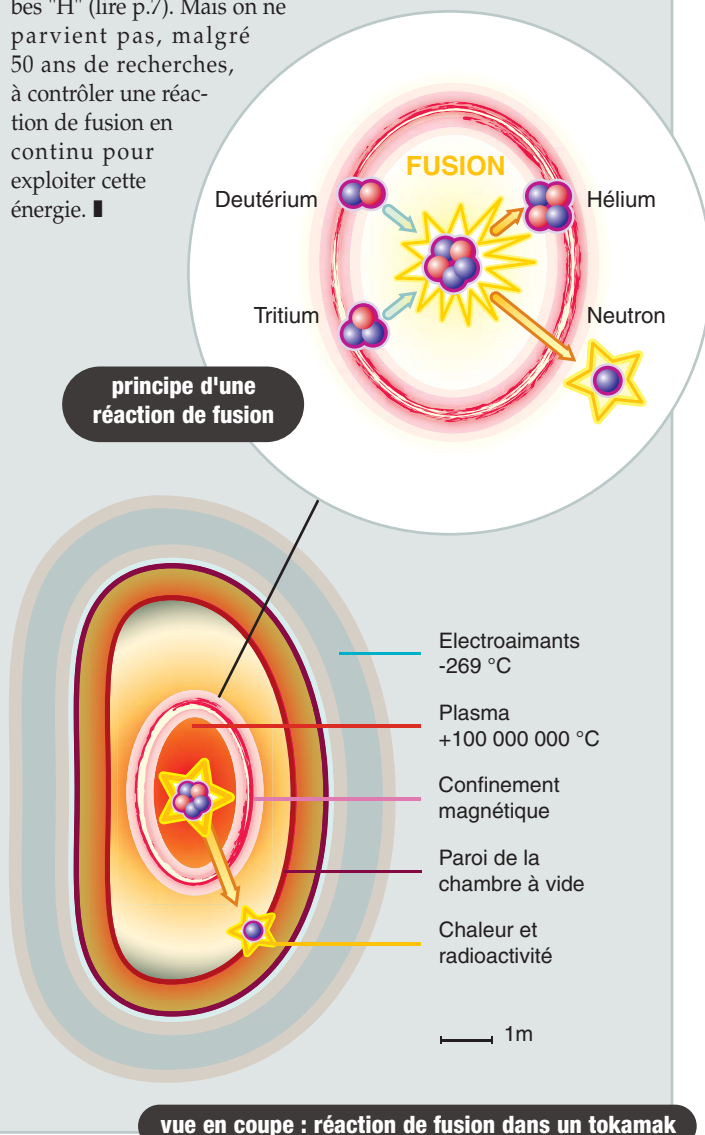
De ces trois difficultés, seule la première doit être vraiment étudiée par le réacteur expérimental ITER. Son objectif : produire une puissance de 500 MW pendant 400 secondes pour seulement 50 MW injectés. Mais l'histoire montre qu'il ne suffit pas de construire une nouvelle machine pour aboutir. Le but de JET, l'un des prédécesseurs d'ITER, était d'atteindre 100 MW. Son "record" n'a pas dépassé 16 MW, pendant 1,4 s, pour 25 MW injectés.

Quant aux programmes de recherche sur la résistance des parois et la production de tritium, ils sont négligés par les décideurs politiques qui les jugent moins prestigieux. La fusion ne produira pourtant jamais d'électricité si l'on ne résout pas ces problèmes. ■

### Fission, fusion : quelle différence ?

Bombes atomiques et centrales nucléaires utilisent le même processus : casser de gros noyaux (uranium, plutonium) pour produire des noyaux plus légers (déchets radioactifs) et de l'énergie ; c'est la fission.

La fusion, au contraire, réunit des noyaux très légers (hydrogène) pour produire de l'hélium et une quantité d'énergie encore plus importante. C'est la réaction qui fait briller les étoiles. Sur Terre, on sait la provoquer au sein des bombes "H" (lire p.7). Mais on ne parvient pas, malgré 50 ans de recherches, à contrôler une réaction de fusion en continu pour exploiter cette énergie. ■



On nous annonce que l'on va mettre le Soleil en boîte. La formule est jolie. Le problème, c'est que l'on ne sait pas fabriquer la boîte.

S. Balibar, physicien

## sommaire

Comprendre la fusion	2.
Les fausses promesses d'ITER	4.
ITER débarque en Provence	6.
La France défend ses intérêts nucléaires	7.
Monde : des scientifiques contre ITER	8.
Relever le défi énergétique	10.
ITER en question	12.



**Réseau "Sortir du nucléaire"**  
Fédération de 800 associations  
9 rue Dumenge, 69317 Lyon Cedex 04  
Tel : 04 78 28 29 22 - Fax : 04 72 07 70 04  
contact@sortirdunucleaire.fr  
[www.sortirdunucleaire.fr](http://www.sortirdunucleaire.fr)

Créé fin 1997, le Réseau "Sortir du nucléaire" est une fédération citoyenne, agréée pour la protection de l'environnement. En 2007, elle rassemble 800 associations et 17 000 membres individuels autour d'une charte d'objectifs communs. Association libre et indépendante, elle est financée exclusivement grâce aux dons et cotisations de ses membres. Loin de toute considération politicienne, le Réseau veut faire entendre la voix d'une majorité de l'opinion publique qui souhaite que la France s'engage le plus vite possible sur la voie de la sortie du nucléaire.

Ce dossier offre à chacun les éléments permettant de se forger sa propre opinion sur le projet ITER. Fruit d'un travail d'enquête, notre analyse s'appuie sur des données fiables et vérifiables. Un dossier complet présentant toutes les sources, ainsi que des ressources complémentaires, est consultable sur le site [www.sortirdunucleaire.fr](http://www.sortirdunucleaire.fr)

Supplément à la revue Sortir du nucléaire n°35 - juin-juillet 2007. CPPAP : 0608 G 83296 ISSN : 1276-342 X. Directeur de publication : Patrice Bouveret. Maquette : Nathalie Navarre Graphiste[s]. Imprimé à 60 000 exemplaires par Savoy Offset sur papier 100 % recyclé. Un grand merci à tous ceux et celles qui ont participé à la réalisation de ce journal.

## A quoi bon réinventer le soleil ?

Lorsqu'on vous parle de "domestiquer l'énergie du soleil", vous pensez sans doute "panneaux solaires"... Mais un tel manque d'ambition ne sied pas à nos politiciens. Depuis des lustres, c'est la fusion nucléaire qu'ils désirent contrôler.

A en croire ses promoteurs, le réacteur expérimental ITER tentera donc d'imiter les étoiles, dans l'objectif généreux d'apporter à l'humanité une énergie sûre, propre et illimitée.

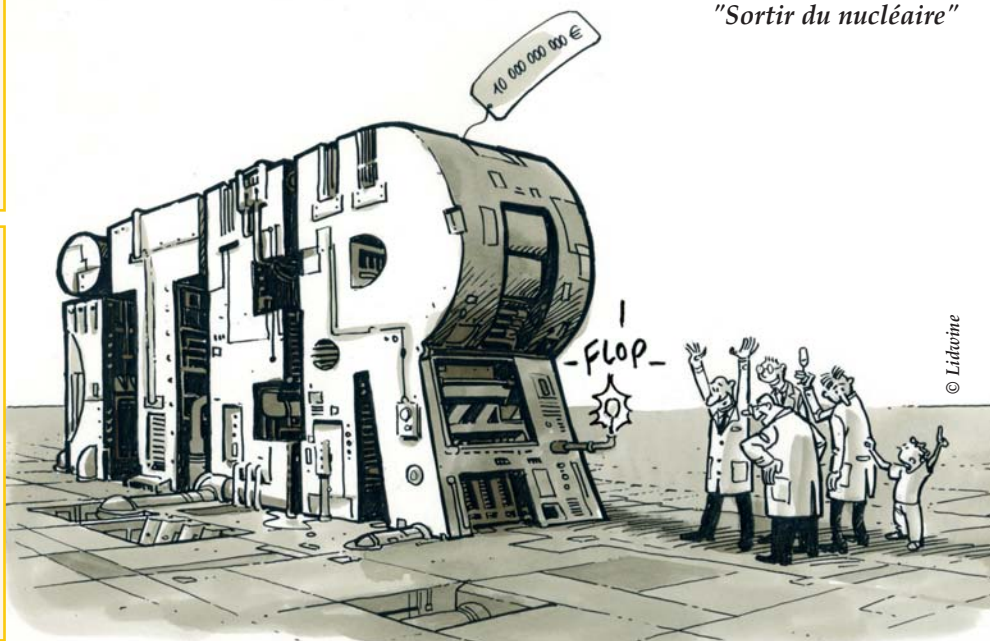
La promesse est séduisante. Mais que découvre-t-on en examinant sérieusement les faits ? Que ce projet de recherche, engagé sur 30 ans, ne vise qu'à obtenir une bouffée de chaleur pendant une durée record de 6 minutes. Pour ce faire, il engloutira un budget pharaonique, produira des tonnes de déchets radioactifs, et détournera les meilleures équipes de recherches pendant des décennies. Ce sont d'ailleurs d'éminents physiciens qui nous alertent sur les risques de ce projet aux chances de succès quasi nulles.

Notre opposition au projet ITER ne relève donc pas d'un quelconque "blocage idéologique". Nous dénonçons le fantasme de toute-puissance et la stratégie de fuite en avant qu'il cautionne.

La médiatisation plus qu'optimiste dont a bénéficié ITER semble n'avoir qu'un seul but : permettre aux autorités d'écarter toute remise en cause de leur politique énergétique. L'ampleur des enjeux actuels nous impose pourtant d'agir sans attendre. L'avènement de la fusion d'ici à la fin du siècle s'avère à la fois trop tardive et trop hypothétique.

Un soleil magnifique brille déjà sur notre planète. Quel besoin avons-nous de le réinventer ? La tête dans les étoiles mais les pieds sur terre, il ne tient qu'à nous d'apprendre à mieux tirer parti de cette énergie — véritablement propre, abondante et accessible à tous. ■

Le Réseau  
"Sortir du nucléaire"



# Les fausses promesses d'ITER

Si l'on en croit les promoteurs du réacteur expérimental ITER, "c'est l'aventure des faiseurs d'étoiles qui prend place aujourd'hui. Ce projet nous apporterait une énergie "accessible à tous, participant à la lutte contre l'effet de serre" (Futura Science), d'énergie que d'un litre de pétrole" (Jacques Chirac). Qui ne serait pas séduit par pareilles promesses ? Mais dès lors qu'on se penche

## une énergie ?

### ITER ne produira pas d'électricité !

"ITER n'est pas un réacteur : c'est un engin destiné à la recherche fondamentale, un engin qui offre peu de chances de réussite !" (C. Allègre). Son objectif d'ici à 30 ans : tenter de produire 10 fois plus d'énergie qu'il n'en consomme, pendant 6 à 7 minutes.

Avant tout résultat, ses promoteurs ont déjà imaginé le successeur d'ITER. Surnommé "DEMO", il sera censé "mettre en application les découvertes" et produire de l'électricité. "Restera à transformer ces résultats (...) en réalisations pratiques. On est loin du compte : (...) la faisabilité industrielle d'un réacteur thermonucléaire producteur d'énergie est hors de portée de toute prévision humaine..." (R. Dautray)

## sûre ?

### Une installation nucléaire à risques.

ITER utilisera du tritium. Ce gaz radioactif est dangereux en cas d'inhalation. Sous forme d'eau tritiée, il peut rentrer dans la chaîne alimentaire et se fixer dans l'organisme. Difficile à stocker (il fuit même à travers les métaux), il s'enflamme au contact de l'air.

D'après le Prix Nobel M. Koshiba, "ITER est extrêmement dangereux du point de vue de la sûreté et de la contamination environnementale. (...) Le tritium est hautement toxique avec une dose mortelle de 1 mg". Les 2 kg de tritium présents dans ITER "pourraient tuer 2 millions de personnes. (...) Le flux radioactif de 2 kg de tritium est à peu près du même niveau que celui produit par l'accident de Tchernobyl."

D'autre part, "les neutrons produits avec ITER ont une énergie plus de dix fois supérieure à ceux d'un réacteur à fission. Ils rendent radioactifs le mur de l'engin ainsi que les matériaux de construction [qui] ne pourront être éliminés avant plusieurs centaines d'années en raison de leur radioactivité élevée". Le risque : "une grande partie des nappes phréatiques sera contaminée, et la zone de contamination augmente avec le temps, ce qui crée un risque extrêmement grave pour l'environnement."

## économique ?

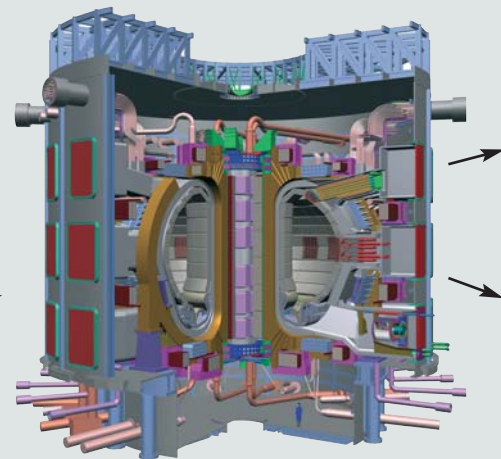
### ITER doit coûter 10 milliards d'euros !

ITER est le programme de recherche le plus coûteux qui ait jamais été lancé, à part la Station Spatiale Internationale. Il s'inscrit dans une série de dispendieuses recherches sur la fusion qui ne sont pas près d'aboutir (lire p.8). Pour le physicien américain W. Parkins, "L'histoire de ce rêve est aussi décourageante qu'onéreuse". Ses estimations indiquent que le coût des futurs réacteurs industriels pourrait atteindre 15 milliards de dollars l'unité, interdisant toute rentabilité.

Coût : 10 000 000 000 €

Consommation d'énergie

Deutérium + tritium



Recherches jusqu'en 2040  
Applications à une date imprévisible

## abondante ?

### Le tritium utilisé dans ITER ne se trouve pas dans l'eau de mer.

ITER va utiliser 2 formes rares d'hydrogène : le deutérium et le tritium. Le deutérium peut être extrait de l'eau de mer. Il n'en est pas gratuit pour autant (2 000 \$/kg). Mais il n'existe aucune source naturelle de tritium. On ne sait le fabriquer qu'en faible quantité, à un prix de revient astronomique : 20 millions de dollars sont prévus dans le budget officiel d'ITER pour acquérir les 2 kg de tritium nécessaires aux expériences.

Des études sont prévues pour tenter de produire du tritium au cœur d'un futur réacteur. Cette opération implique de multiplier les neutrons et d'élaborer une paroi spécifique couplée à une usine de séparation isotopique. Autant de procédés complexes et extrêmement coûteux, que l'on n'est pas sûr de pouvoir maîtriser.

## Une énergie propre, sûre, abondante et économique, pour l'avenir de l'humanité ?

afin de développer une source d'énergie quasi illimitée, sûre, propre, pour le bien de l'humanité" (film Starmakers). "ne produisant aucune substance radioactive" (People's Daily), et permettant de "tirer d'un litre d'eau de mer autant sur le dossier, on comprend que ces annonces sont largement infondées. Il suffit de laisser la parole aux scientifiques pour en juger.

### propre ?

#### ITER va produire 30 000 tonnes de déchets radioactifs !

La réaction de fusion entre deutérium et tritium génère de l'hélium (un gaz inerte) mais aussi un flux de neutrons. Celui-ci, en heurtant les parois du réacteur, va les rendre radioactives. "La quantité de matériaux radioactifs produits est du même ordre de grandeur que dans une centrale à fission. Le seul avantage : [on produit] seulement des éléments dont la durée de vie est de quelques centaines d'années : au prix, cependant, d'une radioactivité plus grande". (J. Treiner)

Hélium  
+ déchets



Si ITER est relié aux lignes électriques, c'est uniquement pour être alimenté. En pointe, sa consommation atteindra 620 MW (soit la moitié de la production d'un réacteur nucléaire). Cet appel de puissance nécessite de doubler la ligne haute tension du site.

Production  
zéro kWh

### contre l'effet de serre ?

#### La planète se réchauffe : ITER ne répond pas à l'urgence.

"Il faut une singulière dose d'optimisme pour imaginer que l'utilisation industrielle de la fusion mettra moins de cinquante ans pour être disponible. (...) L'épuisement des ressources fossiles et surtout le réchauffement climatique sont des problèmes urgents. Les mesures à prendre sont immédiates et ITER ne doit surtout pas servir d'alibi." (E. Brézin, président de l'Académie des sciences)



### de demain ?

#### 1950, 2000, 2050, 2100... 50 ans qu'on nous promet le soleil.

Cela fait longtemps que la fusion est pour demain. Mais les échéances reculent.

"En 1950, nous espérions réaliser le réacteur thermonucléaire en 10 ans, 15 ans au grand maximum". (A. Sakharov, "père" de la bombe H russe et des premiers tokamaks)

1974 : "Le but semble visible maintenant..." (extrait de *Nuclear and Particle Physics*)

1978 : "Cela prendra certainement jusqu'à l'an 2000 pour passer d'un réacteur expérimental à une utilisation commerciale". (R. Dorf, *Energy, Resources and Policy*)

2007 : "La production d'énergie pourrait intervenir vers 2060-2080" (B. Bigot, haut commissaire à l'énergie atomique)

D'où le dicton qui circule parmi les chercheurs : "La fusion est l'énergie du futur... et il en sera toujours ainsi !"

### pour le bien de l'humanité ?

#### Une technologie réservée aux pays riches ... et aux militaires

"Ces installations réclament les meilleurs techniciens (...) dans des conditions de sécurité optimales. Et ce serait littéralement impossible dans le tiers-monde." (P-G. de Gennes)

"Un danger pourrait concerner la prolifération : le tritium est, en utilisant des masses infimes, l'un des ingrédients principaux des armes nucléaires..." (R. Daustray)

# ITER s'installe en Provence

**Cadarache concentre déjà de nombreuses installations nucléaires. ITER causera de nouveaux dommages à l'environnement.**

C'est à Cadarache, dans les Bouches-du-Rhône, qu'ITER doit être implanté à partir de 2008. Ce site en pleine expansion abrite déjà l'un des plus grands centres nucléaires français. Outre des installations d'études civiles et militaires, s'y trouvent notamment regroupés plusieurs parcs d'entreposage de déchets radioactifs, des ateliers de traitement de matières nucléaires, huit réacteurs de recherche, ainsi qu'un des "petits frères" d'ITER, le tokamak Tore Supra. Le site présente pourtant un haut risque sismique, étant localisé sur la faille la plus active de France. Le danger est aggravé par la présence de plusieurs tonnes de plutonium, la plus redoutable des matières nucléaires. L'Autorité de Sûreté Nucléaire réclame d'ailleurs depuis des années la fermeture de plusieurs installations pour "tenue au séisme insuffisante".

La construction d'ITER implique plusieurs aménagements lourds pour l'environnement local et la qualité de vie. La venue de 300 convois exceptionnels nécessite d'aménager un itinéraire de 100 km, de l'étang de Berre à Cadarache. Pour élargir la route, il faudra abattre des arbres, démolir des ponts et surélever des pylônes, à travers plusieurs zones classées Natura 2000.

L'implantation des bâtiments amputera de 180 hectares une forêt domaniale. Le réacteur devant être en partie enfoui, un vallon entier sera comblé. La ligne haute tension qui alimente le centre nucléaire sera doublée pour fournir la puissance nécessaire

aux expériences d'ITER. En période de fonctionnement, ITER provoquera des rejets de tritium radioactif dans l'air et dans l'eau de la Durance. Enfin, plus de 30 000 tonnes de déchets radioactifs seront générées par les expérimentations. ■



ITER doit être construit à Cadarache, l'un des plus grands centres nucléaires de France

## Des créations d'emplois payées au prix fort

Création d'emplois, rayonnement scientifique et touristique... l'implantation d'ITER est présentée comme une chance pour la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (PACA).

Les collectivités locales prennent en charge la moitié de l'investissement français, soit 467 millions d'euros en 10 ans. Les charges sont réparties entre la région, 6 départements et le Pays d'Aix. 70 millions iront à l'alimentation en eau et électricité d'ITER, 81 millions à l'itinéraire pour convois exceptionnels et 55 millions à la construction d'une école inter-

nationale, réservée à 70 % aux enfants du personnel. Face aux craintes d'une flambée des prix, 12 millions sont débloqués pour lutter contre la spéculation foncière.

Les retombées locales s'annoncent plus faibles qu'escomptées. En 2002, *L'Expansion* annonçait l'arrivée de "3000 chercheurs" et un chantier de "près de 10 000 personnes". Aujourd'hui, on table officiellement sur 500 emplois pendant les 10 ans de chantier, 1000 emplois durant les 20 ans de fonctionnement, et 1400 à 2400 emplois indirects dans la région.

### Au détriment des énergies propres

Pendant ce temps, les énergies renouvelables restent peu soutenues (10 fois moins en PACA qu'en Rhône-Alpes, pour 2002). Sous la pression des écologistes, le Conseil Régional PACA a promis d'accorder 150 millions d'euros sur 10 ans à ces énergies durables et fortement créatrices d'emplois. Après 10 millions en 2007, ce budget, voté annuellement, devrait augmenter progressivement. La vigilance s'impose sur la destination des fonds, dans une région qui a inauguré en 2006 un pôle de

compétitivité *Energies non génératrices de gaz à effet de serre* qui regroupe les énergies renouvelables, le nucléaire de fission et la fusion ! ■

Les régions voisines conjuguent emploi et solaire. Le projet Alliance PV, lancé en Rhône-Alpes en 2007, pourrait créer 1400 emplois en 5 ans. Ce programme de recherche, soutenu par le Conseil Général de l'Isère, coûtera 160 millions d'euros. Les innovations permettraient la fabrication de panneaux solaires à un coût réduit.

Goût du prestige, exception nucléaire, intérêts militaires

## L'Etat défend sa vision de la grandeur de la France

Pour obtenir l'implantation d'ITER à Cadarache face à 4 pays rivaux, la France n'a pas hésité à jouer de tous ses moyens diplomatiques, ni à doubler sa participation financière dans le projet. Pourquoi un tel engouement gouvernemental ?

Avec ITER, la France reste fidèle à son goût pour les projets prestigieux, centralisés et ruineux (Concorde, A380...). A l'égard du nucléaire, la position française demeure une exception internationale : aucun pays n'a autant misé sur cette industrie. En poursuivant les recherches dans ce domaine, la France justifie ainsi les centrales à fission actuelles, présentées comme une étape transitoire avant l'arrivée de la fusion. ITER est

mis en avant comme solution providentielle, ravivant la croyance que notre salut viendra du futur et du progrès technologique. Cette stratégie permet donc à la France de ne rien changer à sa politique énergétique. Enfin, la fusion présente de nombreux intérêts d'ordre militaire.

### Sans consultation démocratique

La décision de recevoir ITER a été prise sans réelle consultation démocratique. Tout a été négocié au niveau des instances internationales. La présentation du projet, largement relayée dans les médias, s'est appuyée sur un discours propagandiste, minimisant les énormes incertitudes scientifiques. Le débat public



De 2003 à 2005, la diplomatie française a bataillé pour remporter ITER

n'a porté que sur les conséquences et les modalités de l'installation, non sur son opportunité.

En janvier 2006, un sondage Eurobaromètre avait pourtant

révéillé que Français et Européens citent en premier l'énergie solaire quand on leur demande quelle solution leur gouvernement devrait favoriser dans les années à venir. ■

## La fusion : un enjeu avant tout militaire

**La fusion, c'est l'énergie du soleil. Mais c'est aussi celle, moins flatteuse, des bombes H.**

Dans une bombe atomique (celle d'Hiroshima et Nagasaki), on utilise du plutonium ou de l'uranium enrichi. Depuis 1952, on sait fabriquer une arme encore plus puissante, la bombe thermonucléaire dite "H". Le principe : ajouter quelques grammes de tritium. Comprimé par l'explosion atomique, celui-ci fusionne et libère une énergie 10 fois plus importante.

L'objectif annoncé d'ITER est purement civil. Il contiendra 2 kg de tritium pour réaliser ses expériences — assez pour alimenter des centaines de bombes H. Le tritium est difficile à fabriquer, et les stocks sont limités. Pour résoudre les problèmes d'approvisionnement, des études sont prévues sur la production



La bombe H : seule application actuelle à la fusion sur Terre

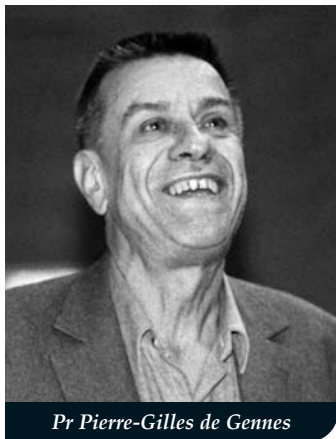
de tritium. Ces recherches ne peuvent que susciter un vif intérêt de la part de l'armée.

En parallèle, la France mène un autre projet sur la fusion : le Laser Mégajoule, prévu pour 2012, qui coûtera 1,5 milliard d'euros. Les expériences visent à déclencher une réaction de fusion par convergence de faisceaux laser. L'objectif officiel, purement militaire, est de permettre la simulation d'explosions nucléaires. Les programmes sont supervisés par le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA). Les autorités nient tout lien entre les deux. On a pourtant peine à croire que les avancées civiles n'enrichiront pas le domaine militaire...

**Nul ne sait si la production d'électricité grâce à la fusion sera possible un jour. Mais c'est à court terme que les recherches risquent de contribuer à la création de nouvelles armes de destruction massive. ■**

## Des physiciens contestent le bien-fondé d'ITER

Loin de faire l'unanimité dans la communauté scientifique, ITER est la cible de critiques sévères de la part de chercheurs reconnus. Parmi eux, deux Prix Nobel de physique. Pierre-Gilles de Gennes déclarait en 2006 : *"Je trouve que l'on consacre beaucoup trop d'argent à des actions qui n'en valent pas la peine.*



Pr Pierre-Gilles de Gennes



Pr Masatochi Koshiba

*Exemple, la fusion nucléaire. (...) Quoique grand défenseur des grosses machines communautaires il y a trente ans, (...) je n'y crois malheureusement plus, même si j'ai connu les débuts enthousiastes de la fusion."* Son homologue japonais, Masatoshi Koshiba, s'est opposé en 2003 à la candidature de son pays, esti-

mant qu'ITER ne remplissait pas *"un certain nombre de conditions, à savoir la sûreté et les coûts économiques"*.

Des voix s'élèvent à l'Académie des Sciences. Claude Allègre fustige ITER qui, selon lui, *"est encore un de ces projets de prestige qui ont, dans le passé, épuisé les finances de notre recherche"*. Pour Robert Dautray, ancien Haut Commissaire à l'Energie Atomique, *"la fusion ne peut pas encore être comptée avec certitude parmi les sources industrielles d'énergie"*. Il s'inquiète du devenir du tritium, 2000 fois plus radioactif que le plutonium, alors qu'*"on n'a toujours pas mis en service (...) un stockage définitif des déchets tritiés irradiés..."*

Trois physiciens, S. Balibar, Y. Pomeau et J. Treiner regrettent que *"la grande presse n'in-*

*siste guère (...) sur les énormes incertitudes qui pèsent encore sur la génération d'énergie commerciale à partir de la fusion"*.

Le physicien américain William Parkins, quant à lui, conclut de ses années de recherche qu'*"il est temps de présenter la fusion pour ce qu'elle est : un problème de physique, et non une source d'énergie"*. ■

Un réacteur de fusion, c'est à la fois Superphénix et La Hague au même endroit.

P-G. de Gennes

## Recherche sur la fusion : un gouffre sans fond

### ITER plombera les budgets de l'énergie sans jamais en produire...

La fusion est une illustration frappante de la foi des politiques en la technologie. 50 ans de vaines recherches ne les ont pas découragés : ils continuent de financer cette source d'énergie supposée miraculeuse, qui n'a jamais produit un seul kWh.

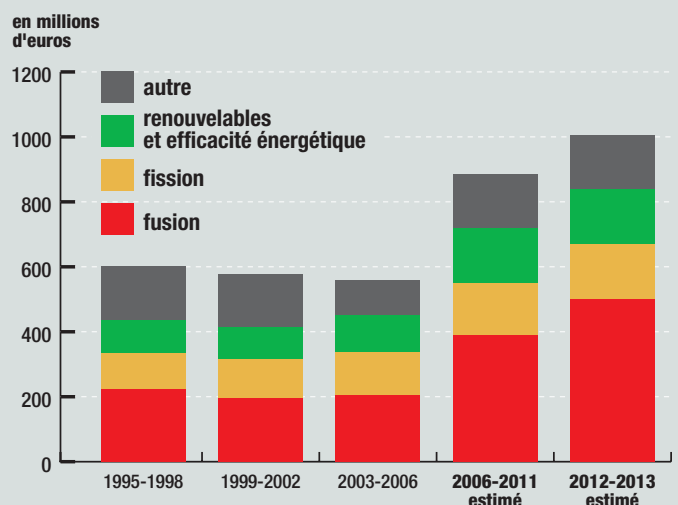
Au moins 27 milliards d'euros ont été investis dans la recherche mondiale pour la fusion entre 1974 et 2005, d'après l'Agence Internationale de l'Energie. Sur la même période, le budget consacré à l'ensemble des énergies renouvelables n'a atteint que 24 milliards.

En France, la fusion a reçu 9 % du budget public de recherche et développement (R&D) pour l'énergie en 2002. Le nucléaire de fission se taille la part du

lion avec 68 % sur un total de 445 millions. Il ne reste que 6 % pour les renouvelables, 5 % pour l'efficacité énergétique et 12 % pour les énergies fossiles et autres.

Au niveau européen, la fusion dispose déjà du premier budget de R&D pour l'énergie. L'arrivée d'ITER va faire presque doubler cette dotation qui pourrait atteindre 389 millions/an d'ici à 5 ans — à comparer avec les 168 millions/an envisagés pour les renouvelables et l'efficacité énergétique. En s'engageant à financer ITER pour les 30 ans à venir, l'Union Européenne (UE) a mis le doigt dans l'engrenage. Il ne restera pour toutes les autres sources d'énergie qu'un demi budget à se partager.

### Budgets de l'Union Européenne pour la R&D sur l'énergie, en moyenne par an, de 1995 à 2013



Et ce n'est qu'un début. Un rapport de 2002 du parlement allemand estime *"qu'il faudra encore dépenser un total de 60 à 80 milliards sur une période de*

*50 ans (dont 20 à 30 milliards pour l'UE) avant qu'il soit envisageable de produire de l'énergie avec la fusion nucléaire"*. ■



ITER : un soleil artificiel à portée de main ?

# 20 ans de négociations internationales

Quand les tractations politiques prennent le pas sur les enjeux scientifiques.



L'accord final sur la construction d'ITER a été signé le 21 novembre 2006 par les chefs d'Etat des pays partenaires

Loin des aspects scientifiques, les débats portent alors sur le lieu d'implantation de la machine. Les candidatures de la France et du Japon divisent les camps jusqu'en 2005. Cadarache finit par l'emporter. En compensation, le Japon obtient 20 % des contrats liés à la construction et 20 % du personnel permanent, pour 10 % de participation au budget. Un coût global de 10 milliards d'euros est prévu, pour 10 ans de chantier et 20 ans d'expérimentations. La France supporte 20 % des dépenses et l'UE, 30 %. Les autres partenaires (rejoints par l'Inde en 2006) apportent moins de 10 % chacun — une mise relativement réduite, pour un accès garanti à des résultats qui, eux, ne le sont pas... ■

C'est aux chercheurs russes que l'on doit la conception des premiers tokamaks, l'un des dispositifs permettant l'étude des réactions de fusion. Pour sceller la détente Est-Ouest, l'URSS lance l'idée, en 1985, d'élaborer en commun un tokamak nouvelle génération. Le projet ITER

voit le jour en 1986 et réunit les USA, le Japon, l'URSS et l'Union Européenne (UE). En 1998, les USA abandonnent le projet qu'ils jugent trop coûteux. Les objectifs et le budget sont alors revus à la baisse. En 2003, les USA reviennent derrière la Chine, suivis par la Corée du Sud.

## Crise énergétique : la fusion n'est pas la solution miracle

Notre rapport à l'énergie est très préoccupant. Les sociétés modernes sont dépendantes d'une consommation toujours croissante et non soutenable. La demande d'énergie mondiale n'est assurée qu'à 15 % par le bois et l'hydraulique. Ce sont les énergies fossiles (gaz, charbon, pétrole) qui en couvrent plus de 80 %.

Les hydrocarbures s'épuisent et leur prix augmente. La course pour garantir les approvisionnements suscite déjà des conflits internationaux. De plus, ces combustibles produisent beaucoup de CO<sub>2</sub>. Il nous faut pourtant diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050 si nous voulons enrayer le changement climatique.

Quant au nucléaire, sa place dans le bilan énergétique mondial reste marginale — pour un risque maximal. Vulnérable aux accidents, il produit des déchets radioactifs et permet à un nombre croissant de pays de se doter de l'arme atomique.

Le modèle de croissance occidentale nous met en péril. C'est pourtant la seule voie proposée aux pays en développement, tandis que 2 milliards d'hommes n'ont pas accès à l'électricité.

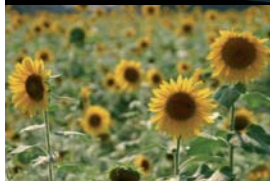
Face à ces enjeux d'envergure, la fusion n'apporte aucune réponse crédible :

- Si elle est jamais disponible, ce sera trop tard pour éviter le bouleversement climatique.

- Son potentiel resterait insuffisant face aux besoins. Qu'on fasse une simple comparaison : le nucléaire de fission est utilisé depuis plus de 40 ans et fournit moins de 5 % de l'énergie mondiale !

- Technologie de pointe, elle exige des investissements démesurés et un haut niveau de maîtrise. Elle ne sortira pas du cercle fermé des pays les plus industrialisés.

**D'autres solutions, moins techno-scientistes, permettraient un développement plus juste et respectueux de l'environnement. Il est temps que le mirage de la fusion cesse de les éclipser. ■**



# Relever le défi énergétique

**L'urgence impose de consacrer nos moyens à des solutions réalistes et non à des rêves**

Pénurie des ressources, réchauffement climatique, risque nucléaire, conflits internationaux et profondes inégalités : une vraie crise de l'énergie est devant nous si nous n'agissons pas.

Attendre notre salut des technologies futures est séduisant et dangereux. Nucléaire propre, capture du CO<sub>2</sub>, hydrogène pour remplacer le pétrole,

fusion... tous ces mirages nous font miroiter que nous pourrions être sauvés sans rien changer à nos modes de vie. On ne sait si ces procédés seront au point un jour. Mais ils cautionnent notre fuite en avant, sans jamais remédier aux causes réelles des problèmes.

Nous ne pouvons nous dispenser d'agir en invoquant des rêves

devant l'urgence. Nous devons affronter nos responsabilités et consacrer nos moyens financiers et humains aux solutions disponibles immédiatement, ou à court terme. Relever le défi énergétique implique de consommer moins — et mieux. Les mesures présentées ici le permettent, nous devons les mettre en œuvre dès à présent. ■

## Recherche : financer les énergies selon leur mérite

Un rapport de 2005 des Verts Européens propose d'allouer les crédits de recherche et développement (R&D) de l'Union Européenne (UE) aux technologies capables — à brève échéance — de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et la dépendance au pétrole, d'éviter les importations, et de créer des emplois.

Les mesures d'efficacité énergétique et les énergies renouvela-

bles remplissent tous ces critères. Il faudrait donc leur consacrer la majorité des fonds européens pour l'énergie (contre 1/5 jusqu'à présent) afin de favoriser leur développement et réduire leur coût.

Les industries du pétrole, du charbon et du nucléaire génèrent des profits privés énormes. En vertu du principe du pollueur-payeur inscrit dans les traités de

l'UE, ce sont elles, et non les fonds publics, qui devraient financer la recherche sur la gestion des déchets radioactifs ou la capture du CO<sub>2</sub>.

La fusion, quant à elle, sera incapable de répondre avant longtemps aux critères qui s'imposent dès à présent. La large priorité budgétaire dont elle bénéficie n'a donc pas lieu d'être. ■

## Consommer mieux au lieu de produire plus

Le modèle énergétique actuel est basé sur une croissance infinie alors que les ressources sont limitées. Un collège d'experts démontre qu'il est possible de sortir de cette impasse. Il préconise une démarche en 3 volets : sobriété, efficacité, renouvelables.

La sobriété consiste à supprimer les gaspillages. L'efficacité permet de réduire les pertes en favorisant des solutions performantes (éclairage, électro-ménager, bâtiment...). Les renouvelables couvrent les besoins énergétiques

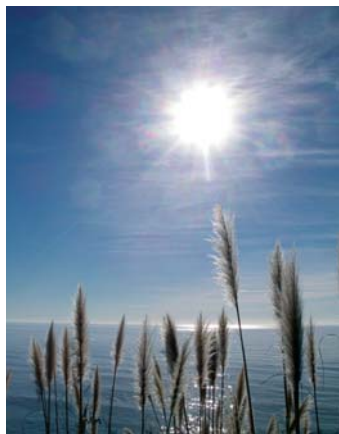
ainsi maîtrisés, pour un investissement raisonnable.

Le scénario *NégaWatt pour la France* suit cette démarche. Il propose une série d'actions concrètes basées uniquement sur des techniques éprouvées et sans risque. D'ici à 2050, on pourrait ainsi économiser 64 % d'énergie, produire 71 % de l'énergie primaire avec les renouvelables, et diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre du secteur énergétique. Le recours au nucléaire deviendrait inutile vers 2040.



Des études allemandes et suisses, notamment, parviennent à des conclusions similaires. **La condition impérative pour obtenir de tels résultats : appliquer dès maintenant les mesures préconisées.** ■

# La seule fusion propre, sûre et bon marché : le soleil !



Ne l'oublions pas : nous disposons déjà d'un réacteur de fusion fiable et efficace à 100 %. C'est le soleil. Il fournit chaque jour à la Terre 8 000 fois plus d'énergie que l'humanité n'en consomme. Il fait pousser les plantes, génère le vent, la pluie et les courants marins. C'est donc l'origine des principales énergies renouvelables.

Les technologies pour capter ces formes d'énergie existent. Certaines sont déjà éprouvées, comme le bois ou l'hydraulique. D'autres, plus récentes et déjà compétitives, restent insuffisamment développées. Le biogaz permet de valoriser les déchets agricoles. Une éolienne moderne peut alimenter des milliers de foyers. Un chauffe-eau solaire est amorti en 5 à 8 ans.

D'autres procédés nécessitent encore des améliorations et devraient constituer autant de priorités de recherche. Les panneaux photovoltaïques pourraient équiper les toitures à grande échelle, de nouveaux matériaux promettant une baisse des coûts. Des centrales solaires à miroirs paraboliques, couvrant une faible partie des déserts, permettraient aux pays arides de devenir producteurs d'électricité. Hydroliennes et bouées houlomotrices seraient capables d'exploiter l'énergie des mers.

Une utilisation complémentaire permet de pallier l'intermittence de ces énergies. Ainsi, El Hierro (Canaries) sera d'ici à 2009 la première île alimentée en électricité d'origine 100 % renouvelable : l'énergie fournie par des éoliennes pompe de l'eau vers un réservoir. En l'absence de vent, cette eau actionne les turbines d'une centrale hydraulique.

Le Parlement Européen a recensé 21 sources d'énergies renouvelables qui méritent d'être soutenues et développées. Elles sont exploitables sur toute la planète, et à une échéance prévisible — contrairement à la fusion. Pourtant, elles ne reçoivent — toutes confondues — que 20 % du budget de l'énergie de l'UE.

Dans son *Plaidoyer pour les énergies renouvelables*, le député Hermann Scheer explique qu'en Allemagne "ce nouveau secteur industriel a déjà créé 170 000 emplois. Aucun programme politique de soutien à l'indus-

trie n'a coûté aussi peu et n'a atteint autant de résultats en si peu de temps ! (...) En six ans, les coûts d'investissement ont chuté de 40 %. (...) Si ce développement se poursuit au même rythme, la production d'électricité d'origine nucléaire et fossile aura été entièrement remplacée dans environ quarante ans". ■



Coupon-réponse à découper et à envoyer à : Réseau "Sortir du nucléaire", 9 rue Dumenge, 69317 Lyon Cedex 04  
Catalogue complet et paiement sécurisé par carte bancaire sur [www.sortirdunucleaire.fr](http://www.sortirdunucleaire.fr)

## Pour en savoir plus

	Qté	Prix
Brochure <i>Par ici la sortie du nucléaire</i> , 52 p. ....	.....	3€
Livre <i>Guide des énergies vertes pour la maison</i> , 159 p. ....	.....	22€
Livre <i>Changement climatique, comprendre et agir</i> , 286 p. ....	.....	22€
Livre <i>Le complexe nucléaire, liens entre l'atome civil et militaire</i> , 144 p. ....	.....	10€
DVD 40mn + livret <i>Comprendre la radioactivité et savoir utiliser un radiamètre</i> ...	.....	15€
Autocollant <i>STOP ITER</i> / Ø 12 cm. ....	.....	L'un : 1€, les 10 : 7,50€
Badge <i>STOP ITER</i> / Ø 3,8 cm. ....	.....	L'un : 1€, les 10 : 7,50€

Frais d'envoi : ajouter 3€ pour un article, 4,50€ pour plusieurs :

**Total :**



