

# ATOUT

CADARACHE

n°9  
Septembre  
Octobre  
2005

Le magazine du centre de Cadarache



EDITION SPÉCIALE ITER

## Un projet essentiel pour l'avenir

Défis scientifiques  
et technologiques p.IV

Des vies dédiées  
à la fusion p.VI

L'engagement régional p.VIII

Un projet structurant  
pour PACA p.X

Les racines d'Iter p.XII

cea



## Un projet essentiel pour l'avenir

*Le 28 juin 2005, au terme d'un long processus de négociations internationales, Cadarache était choisi comme site d'accueil du projet Iter. Deux jours après, Jacques Chirac rendait hommage à la communauté scientifique internationale, aux nombreuses personnalités politiques présentes et aux personnels du CEA et de Cadarache. Morceaux choisis.*

Accompagné de Gilles de Robien, ministre de l'Education et de la Recherche, le président de la République a été accueilli à Cadarache par Alain Bugat, administrateur général du CEA, Bernard Bigot, haut commissaire à l'énergie atomique et Pascale Amenc-Antoni, directeur du CEA/Cadarache, le 30 juin 2005. Sa visite a débuté par la découverte du site où sera construit Iter; puis il s'est rendu à Tore Supra, avant de conclure par une allocution devant une assemblée de près de mille cinq cents personnes composée de personnalités politiques, représentants des services de l'Etat,

personnels du CEA et de Cadarache que Jacques Chirac avait souhaité rencontrer et qu'il a vivement remerciés pour leur mobilisation. « C'est la reconnaissance de l'excellence de vos travaux [...]. Au nom de la France, je veux dire, à chacune et chacun d'entre vous, chercheurs, ingénieurs, techniciens, personnels du CEA à Cadarache, bravo et merci. Je tiens aussi à saluer l'engagement si ferme, si dynamique de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur et de toutes les collectivités qui la composent. C'est aussi un grand succès pour l'Europe.



Un succès qui fait la preuve que, quand l'Europe est unie, quand elle est ambitieuse, elle est au premier rang de l'innovation et du progrès ».

Evoquant les enjeux d'Iter, il a estimé que « ce projet est essentiel pour notre avenir. Face à l'effet de serre, notre combat est de stabiliser les émissions d'ici fin 2012 et de les diviser par quatre d'ici à 2050. Et ceci en agissant sur les émissions des centrales thermiques et le transport routier et aérien. Nous devons aussi progresser vers les énergies du futur. C'est tout le sens d'Iter » a-t-il précisé.



Janez Potocnik, Claudie Haigneré, François Goulard, François d'Aubert

## Un succès européen et international

Janez Potocnik, commissaire européen à la recherche, en présence de François Goulard, ministre délégué à l'enseignement supérieur et à la recherche, est venu découvrir le site d'implantation d'Iter à Cadarache le 3 juillet dernier. A cette occasion, il a mis l'accent sur les enjeux d'Iter « pour la région, pour l'Europe et le monde entier : dans 30 ans, l'Europe importera environ 70 % des ressources nécessaires pour couvrir ses besoins énergétiques. Nous avons besoin de développer un mix énergétique durable et la fusion peut jouer un rôle important. Iter mettra la théorie en pratique et nous apportera les réponses dont nous avons besoin pour développer une autre énergie non productrice de gaz à effet de serre ». Au cours de la visite, François Goulard a rendu hommage à Philippe Busquin et Janez Potocnik pour « leur action déterminante » ainsi qu'à Claudie Haigneré et François d'Aubert présents lors de cette visite pour leur « engagement sans faille ». Il a souligné « le caractère extraordinaire de voir se rassembler la Chine, la Corée du Sud, les Etats-Unis, le Japon, la Russie et l'Europe, et peut-être d'autres encore, autour d'un projet commun ». Ce fait unique montre la capacité de la recherche à faire travailler des hommes et des femmes du monde entier sur un sujet aussi vital pour l'humanité ».

Le président de la République a particulièrement remercié le Japon en mettant en avant « son remarquable sens et esprit de responsabilité et de consensus » de même que la Russie et la Chine qui « dès l'origine, ont soutenu la candidature de la France ».

Puis, Jacques Chirac a annoncé la création de l'agence Iter France au sein du CEA<sup>1</sup>, avant de remercier chacune et chacun « de rendre possible cette magnifique aventure scientifique ».

**le développement du projet sur son sol.  
Elle assurera aussi l'interface opérationnelle  
vis-à-vis des structures européennes  
et de l'organisation internationale.**

## Énergies :

# préparer "l'après pétrole"

*Confrontée à la raréfaction des ressources fossiles et aux menaces qu'elles font peser sur l'environnement, l'humanité doit développer des sources d'énergie multiples, respectueuses de l'environnement, sûres et économiques. Dans ce contexte, la fusion ouvre des perspectives.*



A l'échelle de la planète, 87 % des besoins en énergie primaire sont assurés par les énergies fossiles dont 38 % par le pétrole, 25 % par le charbon et 24 % par le gaz naturel, environ 6,5 % par l'énergie nucléaire et 6,5 % par les énergies renouvelables, comme l'hydraulique, l'éolien, la biomasse ou le solaire. Au sein de l'Union européenne, les proportions sont légèrement différentes : la part des énergies fossiles (dont 15 % pour le charbon, 43 % pour le pétrole et 24 % pour le gaz) est de 82 % et celle du nucléaire beaucoup plus importante (16 %). Les deux-tiers de ces ressources, dont la totalité de l'énergie nucléaire, sont utilisés pour produire de l'électricité ; le tiers restant est consommé directement sous forme de combustible ou de carburant.

Partout cependant, la domination des « énergies fossiles » – charbon, gaz, pétrole – se révèle écrasante. Les besoins en énergie dépendent pour plus de 80 % d'une ressource qui s'épuise et dont l'utilisation massive perturbe les grands équilibres de la planète.

A l'horizon du XXI<sup>e</sup> siècle, certains pays, et particulièrement la Chine, voient leur consommation augmenter de manière spectaculaire, l'humanité se trouve confrontée à un redoutable défi : poursuivre son développement et préserver son environnement, c'est-à-dire développer, pour « l'après pétrole » des sources d'énergies qui soient à la fois disponibles, respectueuses de l'environnement, sûres et économiques.

Dans l'éventail des choix énergétiques auxquels nous devons dès aujourd'hui procéder, des options majeures se dessinent : l'économie et la rationalisation de la consommation ; le développement des énergies renouvelables, dont la part pourrait être augmentée de manière significative ; la poursuite des programmes nucléaires, dont certaines filières ouvrent la voie à la production d'hydrogène, et l'exploration,

grâce à Iter, des potentialités de la fusion.

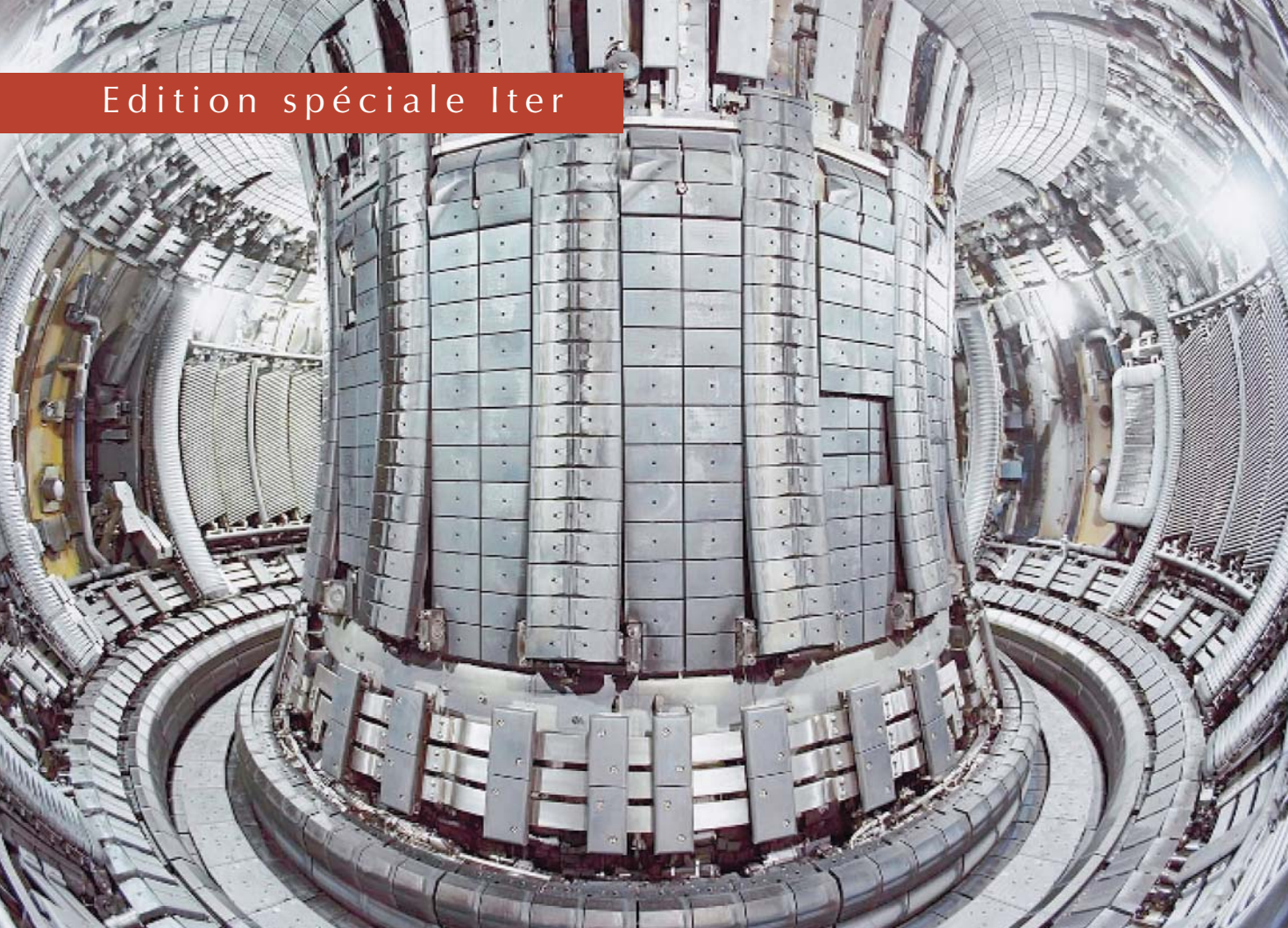
Sur tous ces fronts, Cadarache est présent. Sur la plate-forme solaire où l'on améliore constamment les batteries destinées au stockage de l'énergie, dans le domaine de la biomasse avec le développement d'un projet de plate-forme expérimentale de démonstration de production de carburants diesel par traitement thermique, dans les laboratoires où se précisent les performances des réacteurs de fission du futur (génération IV) ; autour de Tore-Supra, dont l'expérience et les résultats nourrissent le programme Iter ; dès demain, avec Iter lui-même, Cadarache jouera un rôle moteur dans la nécessaire mutation du contexte énergétique vers laquelle nos sociétés se dirigent.

## Le terme d'un cycle

Le pétrole ? Les experts s'accordent pour lui accorder un sursis d'une quarantaine d'années. Le gaz ? Deux décennies de plus. Le charbon ? Disons un peu plus de deux siècles. L'uranium ? Lui aussi s'épuise, même si les réacteurs du futur sauront mieux utiliser son potentiel énergétique. Ces projections le montrent clairement : l'histoire de l'humanité touche au terme d'un cycle, caractérisé par l'abondance, le faible coût et la disponibilité de l'énergie.

Les 6 milliards d'habitants de cette planète, consomment chaque année 9 milliards de tonnes-équivalent pétrole (Tep) dont l'essentiel (80 %) est constitué de combustibles fossiles. Ce qui conduit à rejeter dans l'atmosphère plus de vingt milliards de tonnes de gaz à effet de serre<sup>1</sup> qui contribuent de manière décisive à l'augmentation des températures moyennes – déjà 1° de plus depuis 1900 – et au dérèglement du climat. En 2050, le nombre d'habitants s'élèvera probablement à 10 milliards et nos besoins à 15, voire 20 ou 25 milliards de Tep.

1 - La France fait exception. Relativement à d'autres pays industrialisés, ses rejets sont faibles du fait d'un recours important à l'énergie nucléaire, laquelle ne génère pas de gaz à effet de serre.



Intérieur du JET

## Défis scientifiques et technologiques

*Les recherches pour la fusion irriguent de nombreux domaines de recherche, universitaires et industriels : matériaux, électronique de puissance, cryogénie, robotique, optique... Les connaissances engrangées par les uns et les autres permettent de progresser dans la maîtrise de l'énergie de fusion.*

Dans le monde, plusieurs milliers de personnes travaillent dans et pour le domaine de la fusion. Les chercheurs continuent de décortiquer les phénomènes complexes se produisant au cœur de la matière, les ingénieurs relèvent de nouveaux défis technologiques quand d'autres imaginent des robots d'un nouveau type... Leurs réalisations qui se nourrissent de travaux théoriques et d'expérimentation, sans cesse renouvelés, sont essentiels à la réussite d'Iter,

fruit d'une coopération internationale! réunissant la Chine, la Corée du Sud, le Japon, les Etats-Unis, l'Europe et la Russie.

### Sauts technologiques

Pour les ingénieurs et les technologues, Iter représente un saut d'un facteur 3 à 5 sur les dimensions par rapport à ses prédécesseurs Tore Supra à Cadarache, JET à Culham en Angleterre et JT 60 au Japon. Tore Supra a permis de montrer que l'on pouvait contrôler un plasma pendant un temps record de plus de six minutes. Le JET a obtenu une réaction de fusion d'une puissance de 16 MW pendant environ une minute. Le JT 60 a battu le record de température du plasma avec plus de 200 millions de degrés obtenus en 1996.

En construisant Iter, les chercheurs obtiendront une réaction de fusion de 500 MW pendant plusieurs minutes à partir d'une énergie de 50 MW, soit une énergie dix fois supérieure à

celle qu'ils auront fournie. Une étape déterminante sur le chemin du développement d'un futur réacteur à fusion de dimension industrielle. Tous se sont attelés à débloquer des verrous technologiques en particulier dans les domaines des matériaux, de certains composants et de la robotique.

### Monde des extrêmes

Au cœur d'Iter, certains matériaux au contact du plasma devront résister à des flux d'énergie très élevés (de l'ordre de 10 MW à 20 MW par m<sup>2</sup> en pointe) et des températures proches de 200 millions de degrés pour les unes et du zéro absolu (moins 271 degrés) pour les autres. Mais il n'existe pas aujourd'hui de matériau ayant toutes les propriétés requises à la fois. Les chercheurs et ingénieurs ont donc élaboré des composants spécifiques comme ceux qui équiperont le divertor de la machine (cf. « comment ça marche page VII),

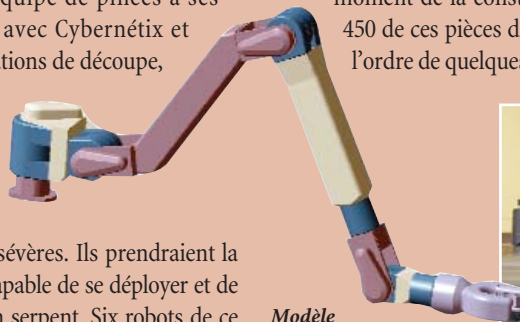


Tore supra

© B. Hervet/ANP

## Des robots du troisième type

L'un des défis d'Iter consiste à devoir se passer de l'intervention humaine à l'intérieur de la machine. Pour cela, plusieurs projets sont à l'étude dans le cadre de coopérations développées avec des industriels (Cybernétix, EADST...). Certains développements actuellement effectués en laboratoire par les équipes du CEA à Fontenay-aux-Roses portent sur l'adaptation du projet Maestro, un bras télémanipulateur de 30 à 40 cm équipé de pinces à ses extrémités, développé en collaboration avec Cybernétix et l'Ifremer. Dans Iter, il sera dédié aux opérations de découpe, soudage, boulonnage de composeurs majeurs, comme les cassettes du divertor... Parallèlement, les ingénieurs visent la mise au point de robots d'inspections capables de travailler dans des conditions de vide et de température sévères. Ils prendraient la forme d'un bras articulé à cinq segments capable de se déployer et de se faufiler à l'intérieur de la machine tel un serpent. Six robots de ce type seront nécessaires dans Iter pour inspecter la totalité des éléments internes de la première paroi de la machine, prélever des échantillons ou encore aspirer des particules de poussière. Dans le cadre des études de qualification, un prototype de démonstration est en cours d'élaboration pour être opérationnel sur Tore Supra début 2007.



*Modèle MAESTRO pour ITER avec hydraulique à eau*

*Prototype MAESTRO en hall d'essai à Fontenay-aux-Roses*



Le troisième type de systèmes robotisés concerne l'installation et la maintenance des modules de couverture de l'enceinte du plasma. Les pistes explorées visent à réaliser un rail circulaire de 360° qui se déploie à l'intérieur de la machine. Un chariot satellite, équipé d'un bras télescopique et circulant sur ce rail, devra être capable d'aller chercher l'un ou l'autre des modules. Une aide qui sera précieuse au moment de la construction d'Iter lorsqu'il faudra assembler 450 de ces pièces de 4 tonnes chacune avec une précision de l'ordre de quelques millimètres !

une espèce « de cendrier » servant à évacuer les éléments susceptibles de perturber la réaction de fusion (les noyaux d'hélium ayant transmis toute leur énergie au plasma et les impuretés arrachées aux parois). Il s'agit d'éléments en composite de carbone et en cuivre au sein desquels circule de l'eau sous pression pour évacuer la chaleur. Leur développement a nécessité la mise au point de méthodes d'assemblage spécifiques (mécanique, brasage, soudage...) requérant le concours d'industriels.



*Le développement de composites en fibres de carbone avec SNECMA a débouché sur des applications pour les freins et embrayages utilisés dans l'aviation, les chemins de fer, la course automobile.*

### La recherche partagée

C'est notamment grâce à ce type de matériau, testé sur Tore Supra, que les équipes de Cadarache ont réussi leur record de durée de maintien du plasma durant plus de six minutes en 2003. « Ces éléments permettent d'absorber environ 20 % de la chaleur du plasma. Les 80 % restants sont transportés par les neutrons qui atteignent un autre matériau. L'échauffement n'est alors plus une difficulté, mais les propriétés mécaniques du matériau atteint se trouvent modifiées. « Iter ne sera pas affecté par ce type de phénomènes compte tenu de la faible quantité de neutrons générée lors des expérimentations. Dans la perspective du développement d'un réacteur industriel, nous savons que nous devons poursuivre les études sur les matériaux capables de résister à ces neutrons de forte énergie, en particulier des aciers spéciaux (Eurofer) qui ont déjà été testés. Il reste à éprouver leur longévité en

situation réelle. C'est le sens du programme de recherche qui pourrait être développé en complément à Iter » précise Gabriel Marbach. Des perspectives qui vont conforter les multiples collaborations établies dans ce domaine avec une douzaine de laboratoires du CNRS, l'école polytechnique, Centrale Paris, l'École supérieure des Arts et Métiers, l'institut des sciences et génie des matériaux et procédés à Odeillo, le centre d'étude et de recherche par irradiation à Orléans et des laboratoires

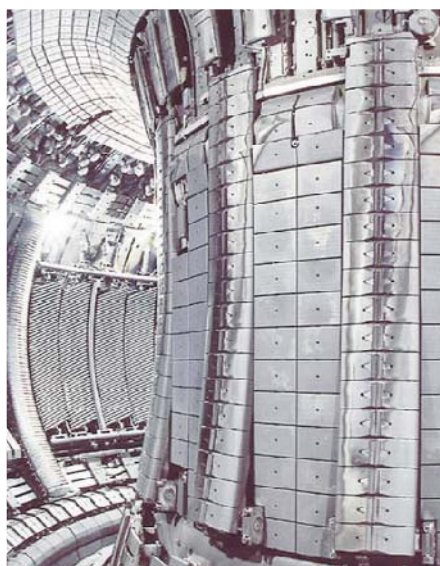
universitaires sur l'ensemble du territoire national : le laboratoire de thermodynamique et de physico-chimie métallurgie à St Martin d'Heres, le laboratoire des composites thermostrostructuraux à l'université de Bordeaux, le laboratoire de modélisation en mécanique (université Pierre et Marie Curie) à Paris, le laboratoire de recherche de physique d'interaction ionique et moléculaire de l'université de Provence (Marseille), l'un des plus gros laboratoires de physique des plasmas de la région PACA...

### Locomotive technologique

Les recherches pour la fusion agissent aussi comme un moteur pour l'industrie. Par exemple, la société Air Liquide a déployé des compétences spécifiques dans la mise au point des systèmes nécessaires au refroidissement des bobines supraconductrices<sup>2</sup> d'Iter qui fonctionneront à 4,5 kelvins avec une circulation forcée d'hélium liquide ou supercritique. « Ils ont mis au point la première machine ayant une puissance frigorifique unique au monde. Une expérience qu'ils ont pu ensuite valoriser auprès d'autres clients comme le Cem » précise Gabriel Marbach. Des progrès technologiques qui irrigueront, sans aucun doute, d'autres domaines comme la médecine et l'astronomie...

1- L'Inde a souhaité rejoindre le projet au cours de l'été 2005

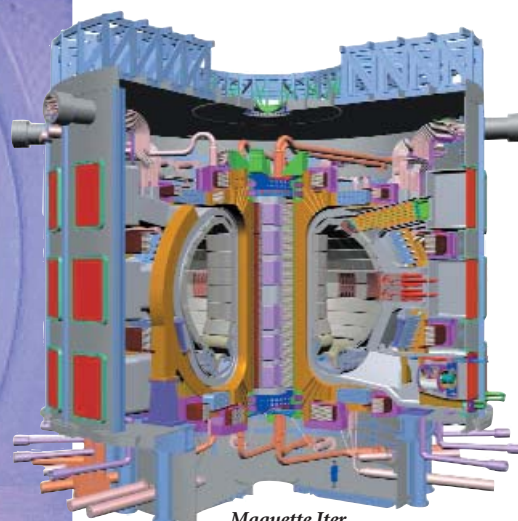
2- Les bobines supraconductrices servent à produire les champs magnétiques qui permettent de confiner le plasma.



Intérieur du JET



Intérieur Tore Supra (avec plasma)



Maquette Iter

## Des vies dédiées à la fusion

*Paul-Henri Rebut, Robert Aymar, Jean Jacquinot, Michel Chatelier ont au moins un point commun : celui de s'être engagé, avec passion et sans retenue, dans les recherches sur la fusion. Esquisses.*

A la fin des années 50, les physiciens qui s'étaient aventurés dans la conquête de l'énergie de fusion se comptaient sur les doigts d'une main. Parmi eux, au CEA, on comptait Paul-Henri Rebut, Robert Aymar, Jean Jacquinot, rejoints dix ans plus tard par Michel Chatelier. Ils ont investi de nombreux champs de recherche pour découvrir, peu à peu, comment reproduire l'énergie du soleil. Pour commencer, il leur a fallu comprendre les lois de la physique qui gouvernent le plasma : un environnement où les atomes sont disloqués et dont la température peut varier d'une dizaine de milliers à une centaine de millions de degrés. Au terme d'une dizaine d'années d'études, ils sont parvenus à établir ces connaissances de base tout en cherchant, en parallèle, à les tester, les vérifier et les valider. « A l'époque, nous avançons un peu à tâtons sur la base de différents concepts de « machines ». C'est en 1968 que nous avons vraiment décollé » se souvient Paul-Henri Rebut, le « père » du premier tokamak français. C'est l'époque où les scientifiques russes produisent un plasma d'une dizaine de millions de degrés dans un tokamak<sup>1</sup>. A partir de là, les Français redoubleront d'efforts pour mettre au point le tokamak TFR au CEA/Fontenay-aux-Roses qui deviendra la machine la plus performante au monde de 1973 à 1976 battant des records de

températures de 20 millions de degrés. De 1978 à 1983, on verra naître le JET à Culham en Angleterre qui détient les records de puissance de fusion. Quelques années plus tard, la première machine supraconductrice Tore Supra, sera mise au point sous la conduite de Robert Aymar à Cadarache...



**Paul-Henri Rebut**

a débuté ses recherches sur la fusion au CEA en 1958 se passionnant plus particulièrement pour les systèmes de confinement magnétique. C'est sous son impulsion

que le premier tokamak français verra le jour au CEA/Fontenay-aux-Roses au début des années 70. Ensuite, il dirigera dans les années 70 les études de conception du JET en Angleterre. Avec ses équipes, il obtiendra le premier record de puissance de fusion du JET en novembre 1991, puis dirigera les premières études de conception d'Iter à San Diego aux Etats-Unis.

**Robert Aymar** a joué un rôle majeur dans le développement des programmes de recherche sur la fusion tout au long de sa carrière. Outre ses travaux sur la physique des



plasmas en 1959 au CEA, il a dirigé le projet Tore Supra depuis sa conception jusqu'à sa mise en service en 1988 à Cadarache. Dans les années 90, tout en assurant la direction des sciences de la

matière au CEA, il est fortement impliqué dans le développement du programme fusion, comme Président du comité européen de gestion de la technologie de la fusion, membre du Conseil scientifique du JET et du comité consultatif technique d'Iter. Jusqu'en septembre 2003, il était directeur de l'équipe internationale Iter. Depuis janvier 2004, il est directeur général du CERN.



**Jean Jacquinot**

a débuté ses recherches à Fontenay-aux-Roses en 1962 avec deux domaines de prédilection : le confinement des plasmas et le chauffage des

plasmas par ondes électromagnétiques. Après avoir réussi à mettre au point des systèmes de chauffage du plasma qui

# La fusion, comment ça marche ?

Iter sera un tokamak<sup>(1)</sup>. C'est avec ce type de machine dont le principe a été établi à l'origine par les scientifiques russes en 1968 que la technique de l'énergie de fusion par confinement magnétique a été mise au point : le plasma est créé grâce à une décharge électrique ; de puissants aimants électriques permettent de l'éloigner des parois de la machine et l'empêchent ainsi de se refroidir. Mode d'emploi.

## 1 - Injection du combustible

Le mélange de deutérium et de tritium (de quelques milligrammes à 1 gramme) sera introduit dans une chambre à vide et chauffé à plus de 100 millions de degrés. Dans le futur, le tritium sera produit à l'intérieur du réacteur à fusion. Pour cela, les parois internes seront constituées avec des matériaux contenant du lithium, qui bombardé par les neutrons issus de la réaction de fusion, se transformera en tritium. Iter disposera de quelques composants internes de ce type afin de réaliser des expérimentations nécessaires à la validation de cette technologie dans la perspective d'un réacteur industriel.

## 2 - Le chauffage

Trois modes de chauffage permettent d'atteindre les 100 millions de degrés nécessaires aux réactions de fusion :

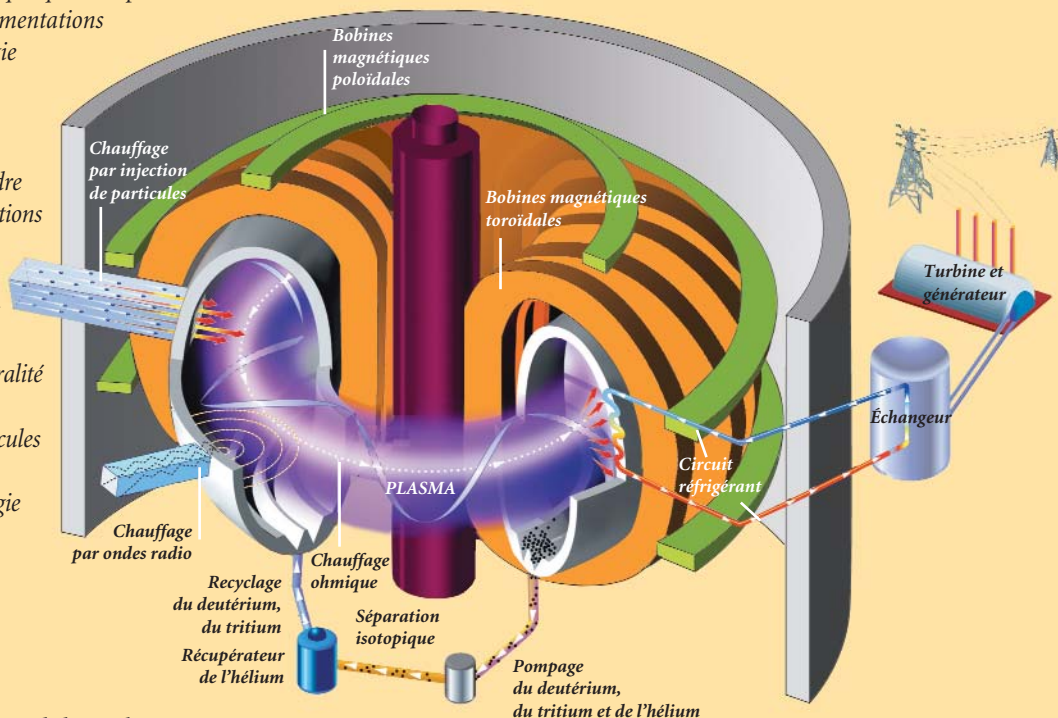
- le chauffage ohmique qui correspond au courant électrique qui circule à l'intérieur du plasma ;
- l'injection d'atomes de deutérium : leur neutralité électrique permet de franchir la barrière du champ magnétique pour frapper les particules du plasma et augmenter leur agitation ;
- les ondes radio qui communiquent leur énergie aux ions et électrons du plasma. Une fois les réactions de fusion déclenchées, l'hélium produit (gaz inerte) participe à son tour au chauffage du plasma.

## 3 - Le confinement

Le plasma (gaz chauffé) est confiné à l'intérieur de la machine par des champs magnétiques intenses (50 000 fois le champ terrestre), générés par des bobines supraconductrices : les bobines toroïdales pour produire le champ principal de confinement ; les bobines poloïdales pour produire et contrôler le courant dans le plasma ainsi que sa position dans la chambre à vide. Les particules dotées d'une charge électrique sont sensibles à ces champs matérialisés par des lignes, autour desquelles elles tournent décrivant ainsi une hélice. Le champ magnétique, lui aussi en forme d'hélice, est généré par des courants électriques qui circulent à l'extérieur (dans les bobines) et au cœur du plasma.

## 4 - Le divertor

Les noyaux d'hélium ayant transmis toute leur énergie au plasma et les impuretés arrachées aux parois sont récupérés par le divertor, un dispositif magnétique situé sur le plancher du tokamak.



## 5 - Comment l'électricité sera-t-elle produite à terme ?

Iter, qui est une installation de recherche, n'a pas été conçu pour produire de l'électricité. Toutefois les principes pour produire l'électricité par énergie de fusion sont connus : l'énergie libérée par la réaction de fusion entre le deutérium et le tritium sera transmise à un circuit d'eau ou d'hélium (circuit réfrigérant). La chaleur transportée vers un échangeur sera alors cédée à un second circuit. Transformée en vapeur, l'eau de ce second circuit actionnera des turbines qui produiront de l'électricité.

permettront au tokamak TFR situé sur le centre du CEA/Fontenay-aux-Roses de battre des records de température dans les années 70, il décide de rejoindre le JET en 1982 dont il deviendra directeur quelques années plus tard (en 1999). Il rejoint en 2000 le centre de Cadarache à la tête du département de recherche sur la fusion contrôlée du CEA et sera très impliqué dans le développement du dossier Iter, en particulier dans le cadre des négociations et des études européennes de site pour l'implantation du projet à Cadarache. Depuis novembre 2004, il est conseiller



scientifique du Haut Commissaire à l'énergie atomique. Michel Chatelier a fait ses premières armes sur le tokamak TFR à Fontenay-aux-Roses (1973 à 1986). Il a apporté une large contribution au développement des appareils de mesures permettant de déterminer les performances et les propriétés des plasmas.

scientifique du Haut Commissaire à l'énergie atomique.

Michel Chatelier a fait ses premières armes sur le tokamak TFR à Fontenay-aux-Roses (1973 à 1986).

Il a apporté une large contribution au développement des appareils de mesures permettant de déterminer les performances et les propriétés des plasmas.

Lorsqu'il rejoint le centre de Cadarache en 1986, où se regroupent toutes les équipes de recherche sur la fusion du CEA (Fontenay-aux-Roses et Grenoble), il s'intéresse aux procédés permettant d'extraire la puissance thermique du plasma sur de longues durées. Depuis novembre 2004, il dirige le groupe de recherche de l'association Euratom-CEA sur la fusion contrôlée à Cadarache.

<sup>1</sup>-Acronyme russe de Toroidalnaya Kamera Magnitnyimi katushkami (chambre à vide toroïdale et bobine magnétique).



## L'engagement régional

*L'engagement des collectivités territoriales, qui participent au financement du coût de la construction du projet, va bien au-delà de leur contribution financière. La capacité d'organisation de la région dans toutes ses composantes est l'une des clés du succès de l'implantation d'Iter en Provence.*

Le 20 juin 2002, trois ans avant que Cadarache ne soit choisi pour accueillir ITER, René Pellat, alors haut commissaire à l'énergie atomique, était venu à Marseille présenter le projet aux conseillers généraux des Bouches-du-Rhône réunis dans l'hémicycle de l'Hôtel du Département. Son intervention, aussi argumentée que passionnée, s'était conclue sur ces mots : « Sans vous, on ne le fera pas. »

Dans la partie serrée qui se jouait alors, les collectivités territoriales étaient appelées à jouer un rôle essentiel. Plus encore que l'engagement financier auquel elles pouvaient consentir, c'était leur implication politique, sociale, humaine, leur capacité à « porter » le projet aux côtés des scientifiques qui, au bout du compte, feraient la différence.

Aux 452 millions d'euros apportés par le Conseil régional Paca, les Conseils généraux des Bouches-du-Rhône, de Vaucluse, des Alpes-de-Haute-Provence, des Hautes Alpes, du Var et la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix, soit pratiquement 10 % du coût de construction du projet, s'ajoutera

sans doute bientôt une nouvelle contribution : celle des Alpes-Maritimes.

### La « qualité de la préparation »

Ayant fait la preuve de leur capacité de mobilisation, les collectivités territoriales entendent aujourd'hui démontrer qu'elles peuvent s'organiser de manière efficace pour relever les multiples défis auxquels la construction et l'exploitation d'Iter confrontent notre espace régional. Dans le cadre de la mission confiée par le Premier ministre, le préfet de région veillera au traitement des mesures d'accompagnement en se consacrant notamment à la création d'une école internationale, la maîtrise du foncier, la réalisation d'un nombre adéquat de logements pour les besoins des personnels Iter, l'aménagement d'un itinéraire routier d'acheminement de charges exceptionnelles. Différentes structures sont ainsi créées dont un comité de pilotage constitué par le préfet de région qui rassemble « tous ceux qui, à un titre ou un autre, sont concernés par le projet. » Parmi ces « 130 à 140 personnes » figurent

bien évidemment les élus, mais également des responsables associatifs, des élus consulaires, des représentants du CEA et des services de l'Etat.

C'est sur une autre structure que reposera la capacité de suivi de l'opération. Il s'agit de l'agence Iter France qui sera chargée de suivre, pour la part qui incombe à la France, le développement du projet sur son sol. Elle assurera aussi l'interface opérationnelle vis-à-vis des structures européennes et internationales. Cette agence sera dotée d'un comité de suivi composé des présidents des collectivités territoriales, du préfet et du directeur d'Iter France.

Une « commission de haut niveau », que le Premier ministre a demandé au préfet de mettre en place dès l'annonce du





choix de Cadarache, complète d'ores et déjà le dispositif. Cette structure placée auprès du préfet a pour mission de coordonner le suivi des différentes actions liées à l'implantation d'Iter en Provence (itinéraire pour le transport de gros composants, école internationale, optimisation des impacts économiques et sociaux en région...).

Le préfet de région le sait d'expérience. Dans ses précédentes fonctions, il a eu à organiser l'implantation, à Bordeaux, du Laser Mégajoule (LMJ) et la construction de la route qu'empruntent, jusqu'à Toulouse, les pièces les plus volumineuses de l'Airbus A 380. Si l'ampleur de ces chantiers était moindre, certaines des problématiques étaient similaires - dans tous les cas, estime aujourd'hui Christian Frémont, c'est « la qualité de la préparation qui conditionne le succès des opérations. »



*Christian Frémont*



*René Pellat  
et Jean-Noël Guérini,  
le 20 juin 2002 au conseil  
général  
des Bouches-du-Rhône*



## Saint-Paul s'équipe...



Quand on écrira à Iter, c'est le code postal de Saint-Paul-lez-Durance qu'on inscrira sur l'enveloppe puisque c'est sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance que se trouve le terrain où Iter sera construit. Comme l'ensemble de la région, Saint Paul-lez-Durance entend tout mettre en œuvre, pour tirer le meilleur parti de l'implantation de la machine. « La géographie et le plan d'occupation des sols nous offrent peu de possibilités d'aménagements, regrette Roger Pizot, maire de la commune depuis 1995. Nous sommes entourés d'un

côté par l'autoroute et la Durance, de l'autre par un massif boisé, à l'ouest par l'étranglement de Mirabeau et à l'est par notre zone industrielle qui, pour l'heure, ne peut pas être étendue. »

C'est donc à l'intérieur même du village que se manifestera le premier impact de la construction d'Iter : un « petit centre commercial », accueillant une dizaine d'établissements, sera bientôt construit sur l'emplacement actuel des courts de tennis, lesquels seront déplacés au Jas du Dauphin, au sud de la commune. « Nous allons également mettre en chantier un petit programme de dix appartements T2 et T3, poursuit le maire. Ils seront loués au prix coûtant par la mairie ».



## Le temps du débat

Le débat public prévu à la fin de l'année 2005 vise deux objectifs majeurs : présenter les enjeux scientifiques, techniques, d'aménagement du territoire de l'implantation d'Iter en Provence ; répondre aux questions et recueillir tous les arguments du public.

L'organisation de ce débat a été confiée par la commission nationale du débat public (CNDP) à une commission particulière de débat public, présidée par Patrick Legrand, membre de la CNDP et directeur de l'unité « mission environnement et société » à l'Inra. Cette commission indépendante comprend six personnalités : Michèle Attar, directeur de la Fédération nationale des sociétés coopératives d'HLM, Yves François, producteur de céréales dans l'Isère, Isabelle Giri, consultante affaires publiques en santé (Acess conseil), Didier Houi, directeur de l'Agence régionale pour l'environnement Midi-Pyrénées, Patricia Jean-Drouart, artiste-peintre et Hervé le Guyader, professeur à l'université Pierre et Marie Curie. « A partir des qualités humaines, des capacités d'écoute et d'ouverture d'esprit de chacun, j'ai souhaité assurer une représentation la plus large possible » précise Patrick Legrand. Ensemble, ils mettront tout en œuvre pour permettre à chacun de s'informer et d'échanger en toute sérénité. Car, pour eux, si le choix de la réalisation d'Iter et son implantation sont acquis, cela n'exclut pas la nécessité de répondre au public sur la justification d'un tel projet, ses enjeux économiques et sociaux, son insertion dans l'environnement...

*Pour en savoir plus sur la CNDP, consulter <http://www.debatpublic.fr>*



Saint Paul-lez-Durance

# Un projet structurant pour PACA

*Les collectivités territoriales se sont mobilisées pour accueillir le projet Iter en Provence dans une logique de territoire partagé. Le point sur les questions d'aménagement posées.*

Les acteurs du monde politique, institutionnel, universitaire et économique régional en sont convaincus : « Iter constituera un phare pour l'économie régionale, les sciences, l'enseignement, l'industrie, les technologies et le pôle de compétitivité labellisé le 12 juillet 2005 par le gouvernement ». Depuis trois ans, sous l'égide d'un comité de pilotage régional présidé par le Préfet de région, tous apportent leur concours pour bâtir une offre régionale complète en termes d'accueil, de logements, d'offre éducative, de développement de zones d'activité économique et d'aménagement.

## Logements-foncier

Les besoins de logement transitoires liés au chantier Iter durant la phase de construction sont évalués à environ 2 000 logements en pointe et à environ 1000 logements pour les personnels Iter durant les 20 ans d'exploitation (à partir de 2015 environ). Pour répondre à ce besoin, plusieurs mesures sont envisagées avec les communes environnantes prenant en compte également les besoins déjà existants :

- création de zones d'aménagement différé avec contrôle de la dérive des prix des terrains ;

Phase de construction (2007-2015)	
Nombre de personnes employées par Iter	500
Emplois indirects ou induits	3 000 en France dont 1 400 en PACA
Montant des dépenses (pendant 10 ans)	180 millions d'euros par an dont 100 en PACA
Phase d'exploitation (2015-2035)	
Nombre de personnes employées par Iter	1000 (600 pour l'exploitation et 400 scientifiques) dont 2/3 d'étrangers
Emplois indirects ou induits	3 250 en France dont 2 400 en PACA
Montant des dépenses (pendant 20 ans)	165 millions d'euros par an dont 135 en PACA

- réhabilitation de logements vacants. Une capacité d'environ 2 500 logements, la plupart nécessitant des opérations de réhabilitation, a été mise en évidence par la direction régionale de l'équipement, en collaboration avec l'agence d'urbanisme du Pays d'Aix, dans le cadre d'un diagnostic portant sur 18 communes des Bouches-du-Rhône et des trois départements limitrophes (Alpes-de-Haute-Provence, Var, Vaucluse) ;
- programmation de projets immobiliers à vocation locative dans les communes proches de Cadarache ;

- l'accès aux infrastructures touristiques hors période estivale.

En complément, le CEA/Cadarache a décidé de doubler la capacité de logement du « Hameau » situé à proximité du centre et réservé aux stagiaires, doctorants et collaborateurs temporaires.

## Offre éducative

Suite à une étude coordonnée par le directeur des Lycées du Conseil régional PACA, au cours de l'automne 2003, et en complément de l'offre éducative régionale existante<sup>1</sup>, la

<sup>1</sup> - Lycée international de Luynes, sections internationales aux collèges Mignet et Campra



*Insertion d'Iter dans le paysage (Tore Supra au premier plan)*



*Vue de Manosque*

proposition définie vise à créer une école publique internationale, rassemblant environ 1400 élèves depuis la maternelle jusqu'au bac. Ouverte aux enfants des résidents locaux et étrangers, qu'ils soient employés par Iter ou non, elle offrira huit sections linguistiques (allemand, anglais, chinois, coréen, français, italien, japonais et russe). Les équipements sportifs et culturels seront accessibles aux associations locales.

### Recherche, enseignement, formation

Les acteurs régionaux (universités, organismes de recherche, écoles d'ingénieurs...) se sont mobilisés afin de s'associer aux projets de recherche et développement technologiques engendrés par Iter en renforçant des liens existants sous forme d'enseignement ou de collaboration scientifique. « Au total, une dizaine de laboratoires peuvent s'impliquer directement dans les travaux d'Iter » estime Roland Stamm qui dirige un laboratoire de recherche de la région dans le domaine de la physique des plasmas à l'université de Provence. Les sciences de la fusion offriront un débouché pour les laboratoires existants et les

étudiants de la région. Dans cette perspective, un Mastère sur les sciences de la fusion, à vocation nationale et internationale, est en cours d'élaboration.

### Tissu économique

Des initiatives ont été prises afin d'informer les entreprises sur les compétences recherchées, les former aux appels d'offres européens, leur permettre de nouer des partenariats avec de grands groupes européens ou des autres pays partenaires. Au cours des premières « rencontres économiques » qui se sont déroulées le 17 octobre 2005 à Marseille, la chambre régionale de commerce et d'industrie (CRCI) a présenté un dispositif structuré autour de la formation et l'information sur les mécanismes de passation des marchés, la veille sur les appels d'offre, la connaissance des différents donneurs d'ordre, la sous-traitance...

### Aménagements des infrastructures

#### Infrastructures routières

Un itinéraire d'une centaine de km au total empruntant les voiries existantes a été défini pour l'acheminement du port de Fos-sur-Mer

jusqu'à Cadarache d'une trentaine d'éléments aux dimensions exceptionnelles pouvant mesurer jusqu'à 17 mètres et peser jusqu'à 600 tonnes. Quelques aménagements routiers seront nécessaires :

- élargissement d'une route communale ou mise en place d'une piste en bordure de la base aérienne de Salon-de-Provence pour contourner Lançon-de-Provence ;
- rectification d'une série de virages (virages du Garri) sur la commune de Rognes ;
- élargissement de la route (RD 15) ou création d'une piste pour contourner Peyrolles-en-Provence ;
- élargissement de la route départementale (RD 952) en surplomb de la Durance à hauteur du pont de Mirabeau.

#### Alimentations en eau

Un schéma d'alimentation en eau nécessaire au refroidissement d'Iter a été étudié en relation avec la société du canal de Provence. L'approvisionnement se fera par des canalisations à écoulement gravitaire. Les volumes évalués (environ 1,5 millions de m<sup>3</sup> par an) ne représenteront qu'un très faible pourcentage (0,7 %) des ressources du canal de Provence.

### Alimentations électriques

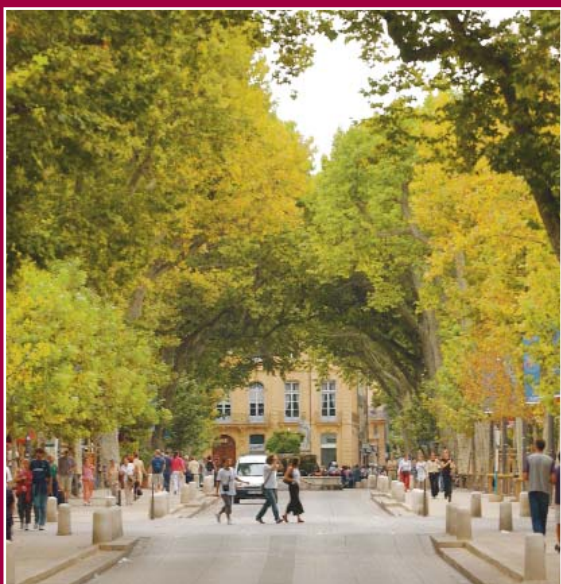
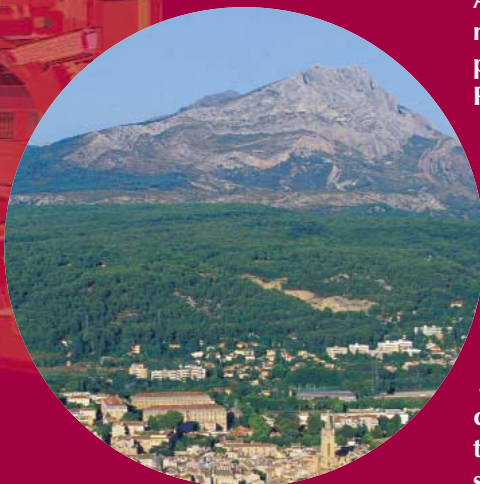
Une double ligne de 400 kV remplacera, sur le même tracé, la ligne existante à simple circuit qui alimente l'installation Tore Supra sur le centre de Cadarache depuis 1987. Cette double ligne qui sera prolongée sur environ 1 km au-delà de Tore Supra sera raccordée sur la ligne existante Tavel-Butre.



# Les racines d'Iter

Il y a plus de 45 ans quand le Commissariat à l'Énergie Atomique décida de s'implanter à Cadarache, Manosque n'était alors qu'une bourgade de 6 000 habitants, Aix une petite ville qui en comptait à peine plus de 50 000 et Pertuis un gros village. L'implantation du centre, dont les effectifs passeraient d'une centaine de personnes en 1960 à près de 2 500 à la fin des années soixante-dix, allait donner une impulsion à la région. A Manosque, où l'impact de « Cadarache » sera le plus sensible, avec en particulier plus de 15% des actifs qui travailleront bientôt, directement ou indirectement, pour le CEA. Car dans le sillage de Cadarache, de nombreuses entreprises se créent ou réorientent leurs activités. Autour du centre, bénéficiant de ses commandes, de son soutien et de ses transferts de technologie, tout un réseau de PME/PMI va peu à peu s'élaborer. Il constitue aujourd'hui le fer de lance de l'activité économique régionale.

Dans le même temps, pour répondre aux besoins de ces populations nouvelles, les communes s'équipent. Partout se construisent des écoles, des piscines, des salles de cinéma, des bibliothèques. La mutation n'est plus seulement économique et technologique, elle est désormais sociale et culturelle. C'est sur ce terreau qu'Iter va prendre racine. Comme l'avait fait Cadarache il y a bientôt un demi-siècle, Iter va communiquer à son environnement une nouvelle impulsion dont bénéficiera la région tout entière.



*Directeur de la publication : Pascale Amenc-Antoni  
Rédaction : Sylvie André - Pierre Bec  
Iconographie : Dominique Denis - Crédit photo : CEA,  
Saint-Paul-Lez-Durance, Pertuis, Manosque, Aix-en-Provence,  
Patrice Fiet, Dominique Denis, Dimitri Hadjiyannakis  
Photothèque EDF, X  
Dépôt légal le 16 avril 2004 - ISSN : 1766-4594  
Conception graphique : Signum com.*

