

## ANALYSE DES RISQUES

### Les aspects techniques et réglementaires du projet .....34

- Les principes de base de conception de l'installation .....34
- Les principes de l'analyse de sûreté.....36
- Les rejets d'ITER .....38
- La phase de cessation définitive d'exploitation 39
- La phase de démantèlement .....40
- La gestion des déchets radioactifs produits par ITER.....41
- Le transport de produits radioactifs .....43
- La sécurité et la prévention des actes de malveillance.....43

### Les impacts sur la santé et sur l'environnement ....44

- L'impact en fonctionnement normal.....44
- L'impact en situation accidentelle.....45
- La surveillance de l'environnement .....45

### La tenue au séisme .....48

### L'impact sur le patrimoine et impact visuel .....49

### L'impact sur la faune et la flore .....51

L'installation ITER, mettant en œuvre des matières radioactives, sera une installation nucléaire de base soumise à la réglementation française correspondante.

La sûreté de l'installation ITER, comme pour celle de toutes les installations nucléaires en France, est fondée sur le principe de la "défense en profondeur" : plusieurs "lignes de défense" assurent la sûreté de l'installation et protègent le personnel, le public et l'environnement des conséquences de situations normales ou accidentelles.

La définition et la mise en œuvre de ces lignes de défense découlent des études de risques effectuées lors de la conception de l'installation et des études d'impact sur l'environnement du fonctionnement normal de l'installation et de situations accidentelles.

Sûreté de l'installation et impacts sur l'environnement sont au cœur de cette deuxième partie du dossier du débat.

## Les aspects techniques et réglementaires du projet

*La construction et l'exploitation d'ITER seront effectuées dans le cadre d'une organisation définie par un traité international entre les partenaires du projet. Cette organisation internationale sera soumise à la réglementation française pour les aspects de sécurité et de sûreté. Comme pour toute installation sur le territoire français qui met en œuvre des matières radioactives, il revient à l'autorité de sûreté nucléaire d'en autoriser la création et l'exploitation d'ITER après analyse des dossiers de sûreté. Elle est ensuite chargée du contrôle et la surveillance de l'installation.*

### Principes de base de conception de l'installation

#### **ITER, une installation nucléaire de base\***

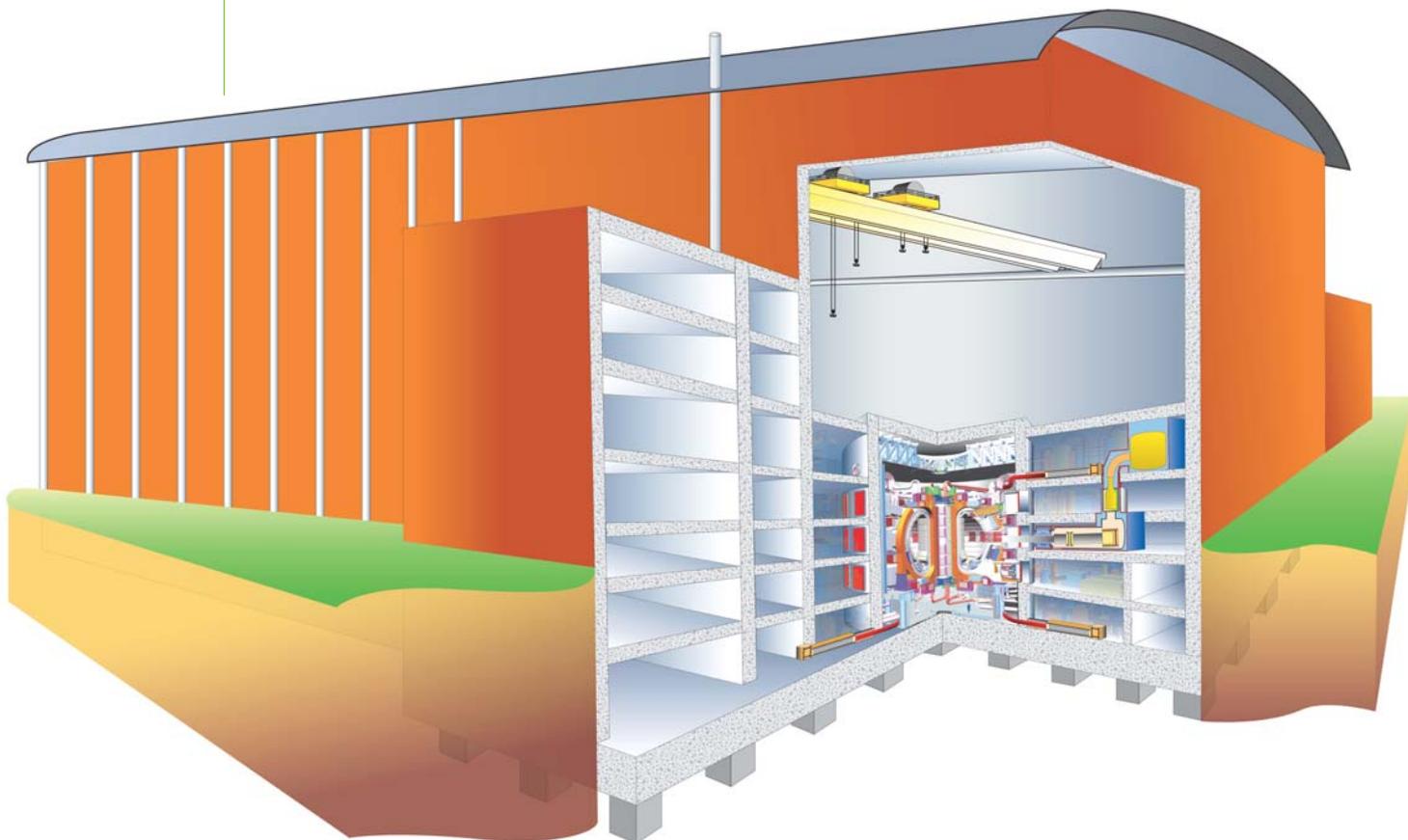
La réaction nucléaire dans ITER consistera en la fusion du deutérium (isotope stable de l'hydrogène) et du tritium (isotope radioactif de l'hydrogène). La réaction produit de l'hélium (gaz stable non radioactif) et un neutron de haute énergie qui entraînera l'activation\* des matériaux internes d'ITER.

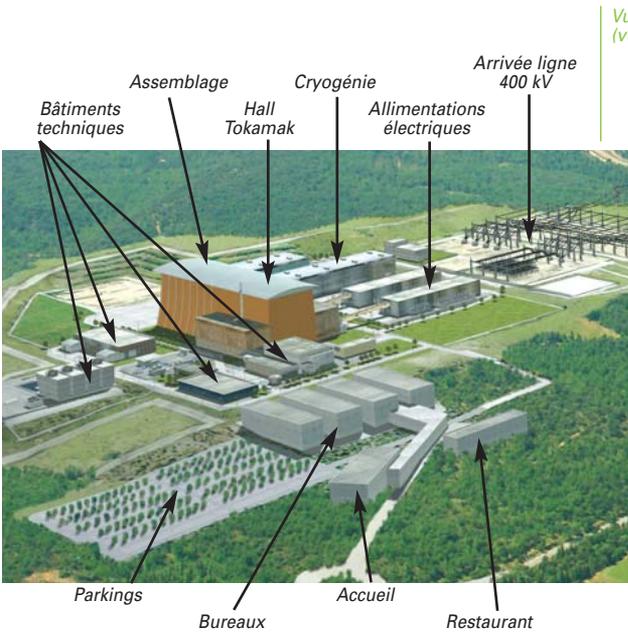
Ainsi, l'installation va, une fois mise en fonctionnement, contenir un inventaire en éléments radioactifs de deux natures :

- le tritium nécessaire pour la réaction de fusion ;
- les composants face au plasma et les matériaux de structure ayant été activés.

Ce qui justifie que, conformément à la législation française, l'installation soit classée installation nucléaire de base\*.

*Vue d'artiste  
intérieure du  
hall tokamak*





Vue d'ensemble du site (vue d'artiste)

### Exploitant nucléaire et autorité de contrôle

#### L'exploitant nucléaire

L'exploitant nucléaire d'une installation nucléaire de base est l'entité officiellement reconnue comme responsable d'une installation nucléaire et autorisée à l'exploiter en application du décret 63-1228 du 11 décembre 1963, modifié le 26 février 2002. Ce décret, relatif aux installations nucléaires, régit la classification des installations nucléaires et les processus de création, construction, démarrage, fonctionnement et surveillance. A ce titre, l'exploitant nucléaire prend les mesures nécessaires à la mise en œuvre des prescriptions législatives et réglementaires applicables aux activités présentant des risques nucléaires ainsi qu'à l'organisation de la sûreté nucléaire. Il définit aussi une organisation des contrôles des activités en application de l'arrêté du 10 août 1984 relatif à la qualité de la conception, de la construction et de l'exploitation des installations nucléaires de base. L'organisation internationale ITER aura la responsabilité d'exploitant nucléaire.



#### L'autorité de sûreté nucléaire

ITER en tant qu'installation nucléaire de base sera placée sous le contrôle de l'autorité de sûreté nucléaire qui assure, au nom de l'État, le

contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France pour protéger le public, les travailleurs et l'environnement des risques liés à l'utilisation du nucléaire. Elle contribue à l'information des citoyens.

L'autorité de sûreté nucléaire est placée sous l'autorité conjointe du ministre de l'Ecologie et du Développement durable, du ministre de l'Economie, des Finances et de l'Industrie et du ministre de la Santé et des Solidarités. Elle exerce son activité dans les différents domaines que sont l'examen technique de la sûreté des installations nucléaires de base, la gestion des déchets radioactifs, la maîtrise de l'impact des installations nucléaires, le contrôle du transport des matières radioactives à usage civil et la radioprotection.

Elle recourt à l'expertise d'appuis techniques extérieurs, notamment de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et sollicite les avis et recommandations de groupes d'experts provenant d'horizons scientifiques et techniques diversifiés.

### La sûreté d'ITER, fondée sur le principe de la « défense en profondeur »

La sûreté d'ITER, comme pour toutes les installations nucléaires en France, est fondée sur le principe de la "défense en profondeur" qui organise la sûreté en plusieurs lignes de défense, relatives à la conception, la réalisation et l'exploitation de l'installation ; la surveillance et les moyens de sauvegarde et la limitation des conséquences en cas de défaillance des lignes précédentes (situation accidentelle).

La sûreté des installations nucléaires est définie comme l'ensemble des dispositions techniques prises aux stades de la conception, de la construction, puis de l'exploitation et enfin du démantèlement pour :

- **assurer le fonctionnement normal de l'installation** : la conception et la réalisation des équipements reposent sur la prise en compte de marges et la mise en place de dispositions préventives pour éviter les défaillances ;
- **envisager néanmoins la survenue de défaillances** : ce qui conduit à mettre en place des systèmes de détection et à prévoir les dispositions permettant de revenir à l'état sûr.
- **considérer des scénarios accidentels hypothétiques** : bien que toutes les dispositions pour éviter les défaillances soient prises, les actions de protection complémentaires pour limiter les conséquences d'un accident hypothétique aux niveaux les plus bas possibles sont prévues.

Dans l'installation ITER, des barrières de confinement seront interposées entre les produits radioactifs, le personnel, le public et l'environnement. Leur efficacité est évaluée et contrôlée, tant pour les scénarios de fonctionnement normal qu'accidentel. L'évacuation de la puissance thermique est également une fonction importante pour la sûreté. Elle est assurée par un système d'échangeurs thermiques redondants.

## Principes de l'analyse de sûreté

La démarche de sûreté d'ITER a été intégrée aux études depuis le début des travaux de conception. L'équipe internationale ITER, et le CEA, ont effectué une analyse de sûreté de l'installation ITER adaptée au site de Cadarache dont l'autorité de sûreté nucléaire a accepté les principes en décembre 2002. Cette analyse, complétée et prenant en compte toutes les phases de la vie de l'installation (construction, tests lors du démarrage, fonctionnement avec plasma, opérations de maintenance, opérations de cessation définitive d'exploitation et démantèlement), servira de base aux études de dangers et d'impact qui seront présentées en enquête publique.

Dans cette analyse, sont pris en compte les risques :

- d'origine interne nucléaire (dispersion de matières radioactives, exposition aux rayonnements) et non nucléaire (incendie, perte d'énergie, manutention, risques chimiques et toxiques, inondation interne, risques électriques, perte de fluides (eau, air...) ;
- d'origine externe : séisme, chute d'avion, risques d'origine climatique (vent, neige, orage, grand froid, canicule), inondation, feux de forêt, risques liés aux transports sur le site, actes de malveillance.

Les scénarios de défaillance sont établis, puis les risques sont méthodiquement identifiés, bâtiment par bâtiment, afin de prévoir les mesures à mettre en place pour les prévenir et limiter leurs conséquences. L'analyse de sûreté



consiste à s'assurer et démontrer que ces risques sont maîtrisés.

## L'identification et la maîtrise des risques

Du point de vue de la sûreté, la conception d'ITER a largement tiré profit du retour d'expérience de la construction et de l'exploitation d'installations nucléaires, notamment des machines de fusion actuelles pour tous les aspects spécifiques à la fusion et du JET en Angleterre pour tous les aspects concernant l'utilisation du tritium.

L'analyse de sûreté consiste, pour chaque risque identifié, qu'il soit d'origine nucléaire ou autre, à supposer une défaillance, à calculer le déroulement du scénario et à prévoir les dispositions permettant d'éliminer ce risque ou d'en réduire les conséquences éventuelles.

### ■ Risques nucléaires

Dans un tokamak, la réaction nucléaire ne peut se produire que dans des conditions d'équilibre pression-température particulières ; toute modification de cet équilibre conduit à un arrêt immédiat de la réaction. Par ailleurs, la quantité de matière susceptible de fusionner est limitée, une trop grande quantité de combustible conduirait à un arrêt de la réaction.

Les risques nucléaires sont liés à la présence de tritium, isotope radioactif de l'hydrogène (cf. page 13) et à l'existence d'un haut flux de neutrons énergétiques conduisant, sur la durée, à l'activation progressive des éléments de structure. Des dispositions sont prévues pour prévenir une dispersion du tritium et de poussières radioactives dans les bâtiments, puis éventuellement dans l'environnement, en cas de perte de l'étanchéité de la chambre à vide, par exemple :

- mise en œuvre d'un système de récupération du tritium dans les locaux adjacents, dont l'efficacité permet de limiter la dispersion dans l'environnement à des valeurs suffisamment faibles pour ne pas avoir à prendre des mesures de mise à l'abri des populations.
- installation de filtres conventionnels de haute efficacité au niveau de la ventilation pour retenir les poussières radioactives provenant de l'activation des matériaux de la chambre à vide et éviter leur rejet dans l'atmosphère.

### ■ Risques internes d'origine non nucléaire

Le risque **incendie** est analysé pour tous les locaux, la priorité étant d'éviter qu'un incendie entraîne la défaillance d'une fonction de sûreté comme, par exemple, le confinement des produits radioactifs.

Les principales mesures de prévention consistent à limiter les risques de son apparition et à éviter sa propagation. Sa maîtrise est assurée par différents systèmes (compartimentage feu, clapets coupe feu dans les gaines de ventilation, choix de matériaux résistant au feu). La quantité de matières inflammables sera réduite au strict nécessaire. De plus, l'installation sera équipée de nombreux moyens de détection automatique d'incendie.

Le deutérium et le tritium, isotopes de l'hydrogène, présentent le même risque d'explosion que l'hydrogène, notamment dans le bâtiment de traitement du tritium. Les dispositions prévues consistent à limiter la quantité de deutérium et tritium dans chaque procédé et à isoler tous les circuits et réservoirs contenant des quantités significatives de ces gaz au moyen de boîtes à gants ou d'enceinte contenant soit un gaz inerte, soit le vide, afin d'éviter tout contact avec l'air. De même, il est pris en compte la présence de poussières pouvant conduire à un risque d'explosion en cas de perte d'étanchéité et d'entrée d'oxygène.

En ce qui concerne l'**alimentation électrique**, des dispositions graduées sont prévues en vue d'éviter la défaillance partielle ou totale du réseau d'alimentation électrique (voir Partie 1, page 22).



Deux groupes électrogènes seront prévus afin d'assurer, en cas de nécessité, certaines fonctions de sûreté de l'installation notamment le maintien de la dépressurisation et de la ventilation des bâtiments.

La maîtrise du risque **d'inondation** interne lié à la présence d'eau dans l'installation (boucles de refroidissement notamment) reposera sur :

- le choix des matériaux adaptés et la qualité de fabrication ;
- l'instrumentation permettant de détecter une présence d'eau anormale ;
- la mise en place de dispositifs de récupération en cas de fuite.



### ■ Risques externes

Le risque sismique est spécifiquement traité au chapitre 3.

Un entretien périodique des forêts voisines et le débroussaillage ou déboisement autour des bâtiments nucléaires de manière à constituer une barrière coupe-feu participeront à maîtriser le risque de propagation d'un **incendie de forêt** vers l'installation. Par ailleurs, l'installation ITER pourra bénéficier des dispositions prises par le CEA/Cadarache (moyens de surveillance et d'intervention).

La topologie des lieux à flanc de colline permet d'écartier tout risque **d'inondation externe**, notamment en cas de forte crue de la Durance. Les conséquences de la chute d'un avion sur l'installation ont été étudiées et prises en compte dans la conception de l'installation : les bâtiments contenant les quantités les plus significatives de produits radioactifs seront placés dans les parties enterrées ou semi enterrées. Tous les bâtiments contenant des matières radioactives seront dimensionnés en suivant les exigences des règles fondamentales de sûreté françaises comme celle relative à la résistance de la chute d'un avion de tourisme (Learjet et Cessna).

### ■ Risques chimiques

Le béryllium est utilisé comme matériau de première paroi pour les composants internes de la chambre à vide. Ce métal, spécialement choisi pour sa faible masse atomique, affectera peu le comportement des plasmas. Le béryllium est un toxique chimique qui sous forme pulvérulente peut entraîner des affections pulmonaires

*Moyens de prévention  
et de secours du  
CEA / Cadarache*

(pneumopathies, suspicion de cancer). Des systèmes de filtration et de contrôle seront mis en place dans l'installation pour réduire le plus possible la quantité de particules dans les rejets gazeux et garantir, dans tous les cas, des teneurs en béryllium dans l'air conformes aux exigences réglementaires (inférieur à  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Ces précautions sont identiques à celles déjà mises en œuvre dans l'industrie du béryllium qui est utilisé, notamment, dans les domaines aéronautique et automobile.

### ■ Autres risques

Comme pour toute installation, des dispositions seront prises pour réduire les risques "classiques" pour le personnel : risques liés à la manutention, risques électriques, risques liés à l'existence de champs magnétiques et électromagnétiques, risques liés à l'emploi de procédés cryogéniques (très basse température)... L'usage de gaz inertes (hélium, argon) dans certains procédés conduit à prendre des dispositions en vue de prévenir le risque d'anoxie.

### La principale fonction de sûreté : le confinement

Pour éviter tout risque de dispersion des produits radioactifs ou toxiques, on interpose plusieurs systèmes, étanches et indépendants, entre ces produits et l'environnement. La prévention des risques de dispersion de matières radioactives dans l'atmosphère et les lieux de travail est un élément majeur de la sûreté d'ITER. Elle repose sur deux systèmes de confinement successifs, comprenant chacun un ou plusieurs dispositifs de confinement :

- Le premier système de confinement est destiné, en fonctionnement normal, à empêcher la dispersion de matières radioactives mises en œuvre dans un procédé vers les zones accessibles au personnel. Il comprend essentiellement le procédé et souvent un moyen supplémentaire (boîtes à gants par exemple) ;
- Le deuxième système de confinement, disposé autour du premier, vise à limiter les quantités de matières radioactives qui pourraient être relâchées à l'extérieur des locaux de l'installation, en cas de défaillance du premier système de confinement ; il est constitué par les parois des locaux, des bâtiments et les systèmes de ventilation associés.

Les réseaux de ventilation, la filtration de l'air évacué et les systèmes de piégeage du tritium, qui se trouverait dans les locaux, participeront également au confinement.

### La surveillance des locaux

L'exploitation de l'installation se fera selon des procédures soumises à l'agrément de l'autorité de sûreté nucléaire (règles générales d'exploitation).

Ces procédures prévoient notamment la définition de mesures de surveillance de l'atmosphère des locaux et de contrôles d'efficacité des systèmes de sûreté.

Ces mesures comportent en particulier :

- Le contrôle de la mise en dépression des locaux entre eux et vis-à-vis de l'extérieur (contrôle de la « cascade » de dépression) ;
- Le contrôle périodique des filtres (efficacité, colmatage) ;
- Le contrôle radiologique des personnels, des matériels et colis à leur entrée et à leur sortie des locaux de l'installation.

### Les rejets d'ITER

Ce paragraphe présente la nature et les quantités des différents rejets en fonctionnement normal. Leur impact est traité dans la suite du document.

#### Nature des rejets

On distingue pour ITER deux types de rejets : les rejets radioactifs (gazeux et liquides) et les rejets non radioactifs qui ne se présentent que sous forme gazeuse.

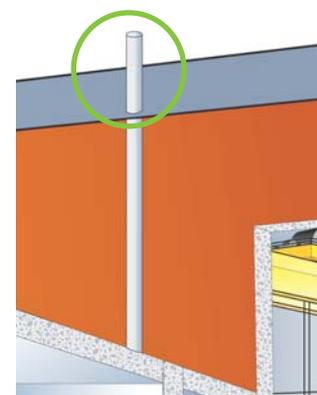
La minimisation des rejets a été, dès l'origine, l'un des objectifs principaux de la conception de l'installation ITER. Les dispositions prises viseront notamment à réduire au maximum tous les risques de fuite (étanchéité des procédés et des locaux, systèmes de ventilation et de piégeage du tritium dans les locaux, opérations de maintenance...).

#### Les rejets radioactifs

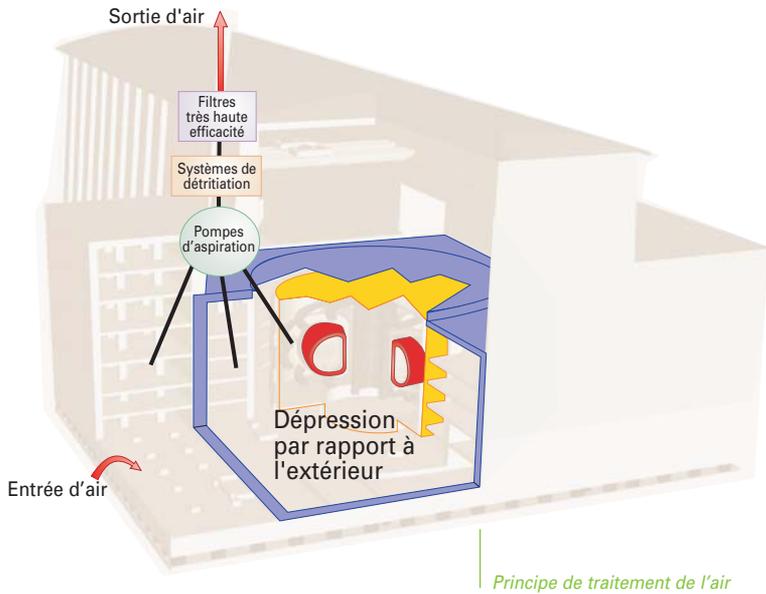
##### Les rejets radioactifs gazeux

Les rejets radioactifs gazeux auront principalement pour origine :

- le système de purification du tritium et de nettoyage des matériaux ayant été en contact avec lui ;
- les poussières issues de l'activation des composants ayant été en interface avec le plasma.



Evacuation de l'air filtré



Avant leur rejet à la cheminée, les gaz seront traités en tant que de besoin par détritiation et par filtration des poussières.

Le tritium sera récupéré et ensuite recyclé dans l'installation. L'utilisation de filtres conventionnels à très haute efficacité (filtres THE), en retenant les poussières activées, permettra de réduire l'activité radiologique des effluents d'un facteur au moins égal à 1000. Les effluents gazeux épurés seront ensuite rejetés par la cheminée de l'installation.

Les prévisions d'exploitation pour une année d'essai en phase deutérium - tritium permet d'estimer les rejets à la cheminée à une valeur maximum de :

- 0,25 g de tritium (correspondant à une activité radiologique de 90 TBq\*),
- 0,25 g de poussières activées ayant une activité de 0,5 TBq ; ce niveau d'activité ne sera atteint qu'au cours des dernières années d'exploitation de la machine, pour lesquelles l'activation des matériaux sera la plus forte.

### Les rejets radioactifs liquides

Les rejets radioactifs liquides seront générés par le fonctionnement et la maintenance de différents systèmes comme ceux du refroidissement.

Ils contiendront du tritium, ayant diffusé de la chambre à vide vers le circuit de refroidissement, et des produits de corrosion activés par le flux neutronique.

L'ensemble des effluents liquides radioactifs seront collectés dans des cuves spécifiques, puis transférés à la station de traitement des

effluents liquides du centre de Cadarache après détritiation, filtration et mesures.

Les rejets liquides radioactifs annuels, évalués à partir du retour d'expérience d'installations similaires du point de vue des procédés mis en œuvre, seront environ de l'ordre du mg pour le tritium et de l'ordre du gramme pour les produits de corrosion activés (particules métalliques...).

### Les rejets d'effluents gazeux non radioactifs

ITER utilisera des produits chimiques non radioactifs sous forme gazeuse ou volatile. Les quantités gérées seront faibles et ces produits, après gestion par les systèmes de ventilation, se retrouveront à la cheminée à des concentrations très inférieures aux seuils réglementaires.

Les opérations susceptibles de conduire à des rejets de béryllium concerneront essentiellement les phases de montage initial, de maintenance et de remplacement des couvertures internes. Compte tenu des dispositifs de ventilation et de filtration mis en œuvre dans l'installation, la quantité de béryllium rejetée annuellement est estimée entre 0,1 gramme et 1 gramme environ.



### Phase de cessation définitive d'exploitation

Placée sous la responsabilité de l'organisation internationale ITER, la phase de cessation définitive d'exploitation, qui précédera la phase de démantèlement, est prévue sur une durée de cinq ans.

Robot de manipulation à distance



Cette phase recouvrira des opérations :

- de retrait des composants internes (modules de couverture et divertor) par des moyens robotisés,
- de démontage et de décontamination de plusieurs systèmes périphériques, comme par exemple le circuit primaire de refroidissement de la machine et l'installation de traitement du tritium.

## Phase de démantèlement

Le démantèlement de l'installation sera réalisé sous la responsabilité de la France. Son financement sera provisionné par l'ensemble des partenaires pendant les 20 ans de la phase d'exploitation à raison de 26,5 M€ par an.

La conception de la machine ITER a intégré des dispositions de construction de manière à faciliter les opérations de démantèlement. Pour chaque composant interne de la machine, en particulier, la faisabilité du démantèlement a été vérifiée.

Le scénario de démantèlement de référence a fait l'objet, dès la conception de la machine, d'une attention particulière sur les aspects suivants :

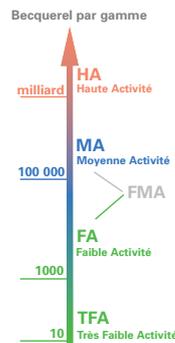
- Le maintien du confinement ;
- La minimisation de l'exposition des travailleurs en utilisant des moyens robotisés (téléopération...) ;
- La simplicité des opérations à effectuer ;
- L'utilisation des moyens internes à l'installation (robots).

## La gestion des déchets radioactifs en France

La France a adopté une classification des déchets radioactifs basée sur le niveau d'activité et sur la période des éléments radioactifs présents dans les déchets (sous les appellations vie courte, vie longue). L'activité traduit l'intensité de la radioactivité et conditionne les protections à mettre en place pour bien les gérer. La période traduit la durée de vie de la plupart des radioéléments contenus. On distingue ainsi :

- **Les déchets de très faible activité** qui sont stockés sur le site géré par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) sur la commune de Morvilliers (dans l'Aube) ouvert en août 2003 ;
- **Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte** (période inférieure ou égale à 30 ans) qui sont stockés sur le centre de stockage sur la commune de Soullaines (dans l'Aube) exploité depuis 1992 par l'Andra ;
- **Les déchets de haute activité et à vie longue avec les déchets de haute activité** qui génèrent de la chaleur et les déchets de moyenne activité qui contiennent des éléments radioactifs à vie longue (période supérieure à 30 ans). Pour les déchets de moyenne ou haute activité contenant des éléments à vie longue, des études sont en cours pour déterminer le mode de gestion le mieux adapté. Ces déchets sont actuellement entreposés, dans des installations appropriées, et en toute sécurité, sur leur lieu de production.

Les déchets radifères et les déchets graphites forment une classe à part du fait de leurs particularités



Ordres de grandeur des niveaux d'activité des différents types de déchets. Pour les déchets de faible activité (FA) et de moyenne activité (MA) stockés au centre de stockage de l'Aube, on emploie souvent la terminologie FMA (faible et moyenne activité).

## Principaux repères

Phase de construction :	10 ans
Phase d'exploitation :	20 ans
Cessation définitive d'exploitation :	5 ans
Phase de démantèlement :	10/15 ans

**Classification des déchets radioactifs en France et leur filière**

	Vie Courte Période < 30 ans	Vie Longue Période > 30 ans
Très faible activité (TFA)	Centre de stockage TFA de Morvilliers	
Faible activité (FA)	Centre de stockage de Soulaines	Études en cours pour les déchets graphites et les déchets radifères
Moyenne activité (MA)	Études en cours pour les déchets tritiés	Études en cours pour l'ensemble des déchets MAVL
Haute activité (HA)	Études en cours pour l'ensemble de déchets HA (loi du 30-12-1991)	



Centre de Soulaines  
géré par l'Andra

La séparation vie courte / vie longue se situe à la période de 30 ans : les déchets de faible et moyenne activité à vie courte ont une période\* inférieure ou égale à 30 ans. Leur niveau d'activité sera devenu comparable à celui de la radioactivité naturelle dans moins de 300 ans.

Le scénario proposé, sur la base des technologies existantes, concerne plusieurs tâches principales sur une période d'environ 10/15 ans :

- découpage de la paroi interne de la chambre à vide tout en conservant l'intégrité de l'alvéole en béton qui contient l'ensemble de la machine. Cette opération se déroulera pendant la première année ;
- démontage du couvercle de l'alvéole en béton et préparation des installations de traitement des déchets les deuxième et troisième années ;
- démontage de l'ensemble de la machine à l'intérieur de l'alvéole pendant les trois années suivantes ;
- démantèlement des équipements annexes (tuyauteries, circuits électriques...) et démolition des bâtiments les quatre dernières années.

**La gestion des déchets radioactifs produits par ITER**

L'exploitation d'ITER, puis son démantèlement, produiront des déchets :

- déchets conventionnels, comme pour toute installation industrielle ;
- déchets radioactifs, provenant de l'action des neutrons produits par la réaction de fusion sur les matériaux du tokamak<sup>14</sup> et de l'utilisation du tritium.

Les filières d'évacuation pour chacune de ces deux classes de déchets sont organisées en fonction de la réglementation française (cf. en particulier le code de l'environnement, chapitre 5, articles L 541, 542).

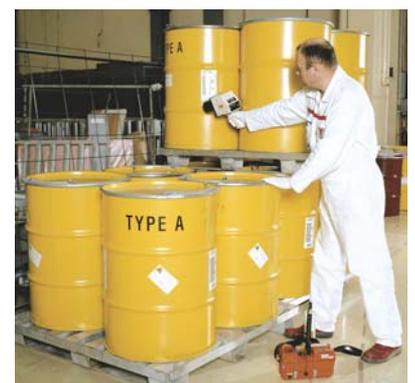
Les déchets tritiés engendrés par ITER seront évacués dans des filières en cours de développement identifiées dans le plan national de gestion des déchets radioactifs.

**Les déchets produits par ITER en cours d'exploitation**

Les déchets produits en cours d'exploitation comprennent, en premier lieu, tous les déchets dits technologiques : filtres remplacés, poussières collectées, vêtements et vinyles de protection, etc. Les études basées, d'une part, sur l'inventaire des fonctions et des procédés utilisés dans ITER et, d'autre part, sur le retour d'expérience d'autres installations ont permis d'estimer la quantité de l'ordre de 100 m<sup>3</sup> par an avec une répartition en masse dans les catégories précédemment citées :

- Très faible activité (TFA) : .....20 %
- Faible et moyenne activité à vie courte (FMA) : .....75 %
- Moyenne activité à vie longue (MAVL) : .....5 %

Par ailleurs, il est prévu de remplacer certains composants internes, en particulier les éléments de couverture et du divertor\* qui font partie du programme expérimental, une ou plusieurs fois au cours de la vie de la machine. Dans ITER seront également testés quelques modules permettant de générer du tritium (couvertures tritigènes) à l'intérieur de la machine. Ces modules seront composés d'un nouvel alliage dont les propriétés de résistance aux neu-



Contrôle de colis de déchets

<sup>14</sup> Activation des matériaux qui deviennent ainsi radioactifs

trons sont proches de celles qui seront nécessaires pour le futur réacteur industriel. Ces composants, ayant été proches du plasma, seront classés dans la catégorie moyenne activité à vie longue ; leur quantité pour l'ensemble de la vie d'ITER est estimée à 750 tonnes.

### Les déchets issus du démantèlement

Les prévisions de l'activation des composants en fin de vie ont permis une prévision de classification pour l'ensemble des déchets produits. Les opérations de démantèlement vont générer au cours des opérations environ 30 000 tonnes de déchets qui se répartissent en 60 % de type TFA, 30 % de type FMA et 10 % de type MAVL.

### En résumé

La répartition de l'estimation des déchets produits par l'installation pendant son exploitation puis à l'issue du démantèlement est donnée dans le tableau suivant :

Type de déchets radioactifs pour ITER	TFA	FMA	MAVL	HAVL
Déchets technologiques	320-760 t	1200-2850 t	80-190 t	0
Déchets issus du remplacement des composants	0	0	750 t	0
Démantèlement	18000 t	9000 t	3000 t	0

A noter qu'ITER ne produit aucun déchet de haute activité.

Les déchets radioactifs d'ITER seront traités conformément à la réglementation, en vue de leur entreposage dans l'installation, puis de leur expédition sur les sites de stockage appropriés. Ces opérations de traitement (tri, découpes, détritiation pour certains d'entre eux, conditionnement...) pourront dans certains cas être précédées d'une phase d'entreposage de décroissance, permettant une réduction du débit de dose des déchets (par suite de la disparition des éléments radioactifs de périodes courtes) et un traitement ultérieur facilité.

Des efforts importants, suivant le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ont été effectués au niveau de la conception d'ITER pour minimiser les déchets et faciliter le démantèlement. Ainsi, les éléments de couverture de l'enceinte à

Entreposage de déchets de faible activité



vide ont été à plusieurs reprises optimisés ; les modules du divertor\* ont été redessinés pour pouvoir réutiliser toute leur partie structurelle lors de leur remplacement, seule la couverture à haut flux thermique étant changée.

Il est à noter, également, que pour le réacteur de fusion électrogène du futur, des recherches sont actuellement menées en vue de définir des matériaux à faible activation sous irradiation (comme l'eurofer), afin de réduire de manière significative la quantité de déchets MAVL.

### Plan particulier d'intervention

*En cas d'accident dans une installation nucléaire de base, le préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et du département des Bouches-du-Rhône, peut déclencher le plan particulier d'intervention (PPI) qui fait partie de la gamme des dispositifs d'urgence prévus par la réglementation française (instruction ministérielle du 5 février 1952 créant le plan d'organisation des secours Orsec et la loi relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs du 22 juillet 1987). Parmi les mesures d'un PPI sont prévus la mise à l'abri, l'écoute de la radio, les coupures des routes, l'arrêt du trafic ferroviaire, la fermeture des entrées et sorties d'autoroute...*



Poste de commande pour le PPI



## Transport de produits radioactifs

Les transports de matières radioactives qui empruntent la voie publique en France s'effectuent en application de l'arrêté du 1<sup>er</sup> juin 2001

### Emballages tritium



Container pour transporter les emballages

relatif au transport des marchandises dangereuses par route. Les emballages de transport utilisés sont adaptés à la nature et à la quantité des matières qu'ils contiennent. Ils intègrent les dispositions de prévention des risques et de protection des personnes, des biens et de l'environnement contre les effets des rayonnements, tant en conditions normales qu'accidentelles de transport. Les colis - emballage et contenu - utilisés doivent être homologués par l'autorité de sûreté nucléaire selon les recommandations internationales de l'AIEA\*.



L'installation ITER va nécessiter, durant toute la période de fonctionnement, deux types de transport de produits radioactifs :

• Les transports de tritium : selon les études en cours, le nombre de transports est évalué à moins de dix transports par an environ.

• Les transports de déchets : les déchets générés par l'installation ITER seront évacués vers les centres d'entreposage ou de stockage en fonction de la réglementation. Ces transports

de déchets sont similaires à ceux réalisés actuellement vers le centre de l'Aube de l'Andra pour les déchets de faible ou moyenne activité, à vie courte, ou les déchets de très faible activité (déchets de type de faible et moyenne activité ou très faible activité).

## Sécurité et prévention des actes de malveillance

L'organisation internationale ITER appliquera la réglementation française pour ce qui concerne la sécurité de l'installation. Ces dispositions visent pour l'essentiel à prévenir le risque de vol de matière radioactive ou sa dispersion résultant d'un acte de malveillance.

Dans l'installation nucléaire de base et plus particulièrement dans les locaux contenant des matières radioactives, un ensemble de dispositions de protection physique, définies en liaison avec les autorités françaises, seront mises en place. Il s'agit de dispositions matérielles ou à caractère organisationnel. Ces dispositions, qui sont confidentielles, sont placées sous le contrôle du Haut Fonctionnaire de Défense.

L'accès des bâtiments nucléaires sera limité au personnel habilité ou à des visiteurs accompagnés. L'accès des véhicules sera également contrôlé.

Des procédures particulières seront également mises en place pour la réception des transports de tritium dans l'installation. Une fois réceptionné, le tritium sera ensuite stocké de manière fractionnée dans des locaux fortement protégés.

Seules les personnes autorisées et munies d'un badge peuvent entrer dans une installation nucléaire de base



# Impact sur la santé et sur l'environnement

*Des études ont été engagées pour estimer l'impact sanitaire des rejets d'ITER. Elles consistent à estimer les doses induites par les rejets sur une année pour des populations bien identifiées par la distance du lieu de résidence à l'installation et le mode de vie, et ce, pour des situations de fonctionnement normal de l'installation et des scénarios de situations accidentelles. Les rejets et impacts feront l'objet d'un dossier réglementaire soumis à enquête publique (demande d'autorisation de rejet et de prélèvement d'eau).*

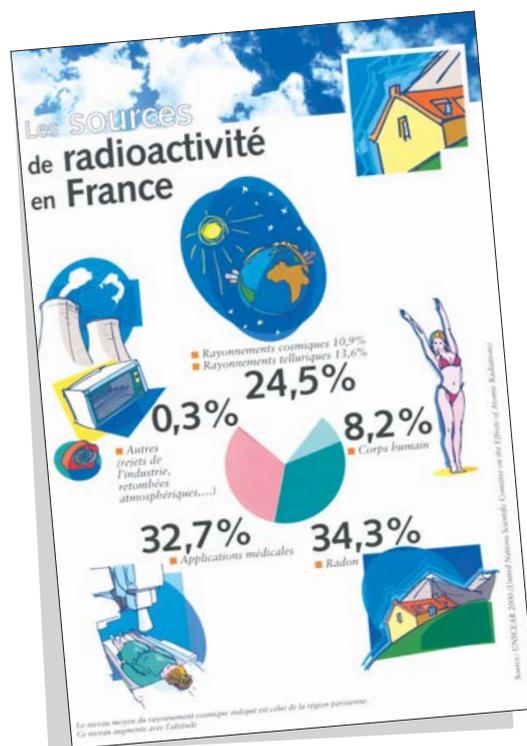
## Impact en fonctionnement normal

### Impact des rejets radioactifs

Les études d'impact des rejets radioactifs intègrent un ensemble de paramètres environnementaux et socio-économiques : populations des localités voisines déterminées sur la base de la rose des vents, de l'habitat, des cultures, de l'élevage, des modes de vie. La pratique française est de considérer plus particulièrement le groupe d'habitants qui se trouve être le plus proche de l'installation pour lequel se combinent les modes d'exposition par voie

atmosphérique, liquide et par le biais de l'alimentation.

L'étude a considéré comme groupe de référence les personnes habitant à la maison d'hôtes de Cadarache à environ 1,2 km de l'installation en faisant l'hypothèse qu'elles consomment les productions agricoles produites sur place. L'activité radiologique des rejets d'ITER sera liée à la présence de tritium et d'aérosols. Les rejets gazeux pourront également se traduire par une faible activité ajoutée en tritium, dans l'environnement à proximité de l'installation. L'impact de ces rejets peut être estimé à quelques dizaines de Bq/kg dans certains végé-



*Le décret n°2002-460 stipule dans son article R.43-4-1 que la somme des doses efficaces\* reçues par toute personne du public, du fait des activités nucléaires (hors diagnostics et thérapie médicale) ne doit pas dépasser 1 mSv/an.*

taux soit une valeur comparable à celles mesurées à proximité d'installation existante comme le JET en Grande Bretagne. Ce qui représente un impact très inférieur au niveau maximal admissible, pour les denrées alimentaires, fixé à 1250 Bq/kg, par la directive européenne n°2218 du 18 juillet 1989.

L'activité ajoutée par les rejets liquides d'ITER dans l'eau de la Durance sera de l'ordre du Bq/l c'est à dire comparable aux valeurs mesurées dans les eaux de surface en France qui sont de l'ordre de 2 à 3 Bq/litre. Cette valeur est 100 fois inférieure au seuil fixé par la direction générale de la Santé qui stipule que, pour des eaux potables, des investigations complémentaires doivent être entreprises dès lors que la teneur en tritium dans l'eau dépasse 100 Bq/l. Les doses annuelles, induites par l'ensemble des rejets gazeux et liquides, pour ce groupe d'habitants résidant à la maison d'hôtes, sont estimées à environ 0,01 mSv, soit une valeur très nettement inférieure à la valeur maximale réglementaire de 1 mSv par an pour le public (cf décret n°2002-460 du 4 avril 2002 relatif à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants, transposant en France la directive européenne 96/29/EURATOM).

**Impact des rejets non radioactifs**

La quantité de béryllium rejetée annuellement est estimée entre 0,1 gramme et 1 g environ ce qui conduit à une valeur de l'ordre de 0,01 microgramme/m<sup>3</sup> dans l'environnement au voisinage de l'installation. Cette valeur est très inférieure à la valeur de 2 microgrammes/m<sup>3</sup> considérée en France par le ministère du Travail comme la limite admise dans l'air des locaux de travail. A l'intérieur de l'installation, des mesures de protection respiratoires seront imposées pour des concentrations supérieures à 0,2 microgramme/m<sup>3</sup>.

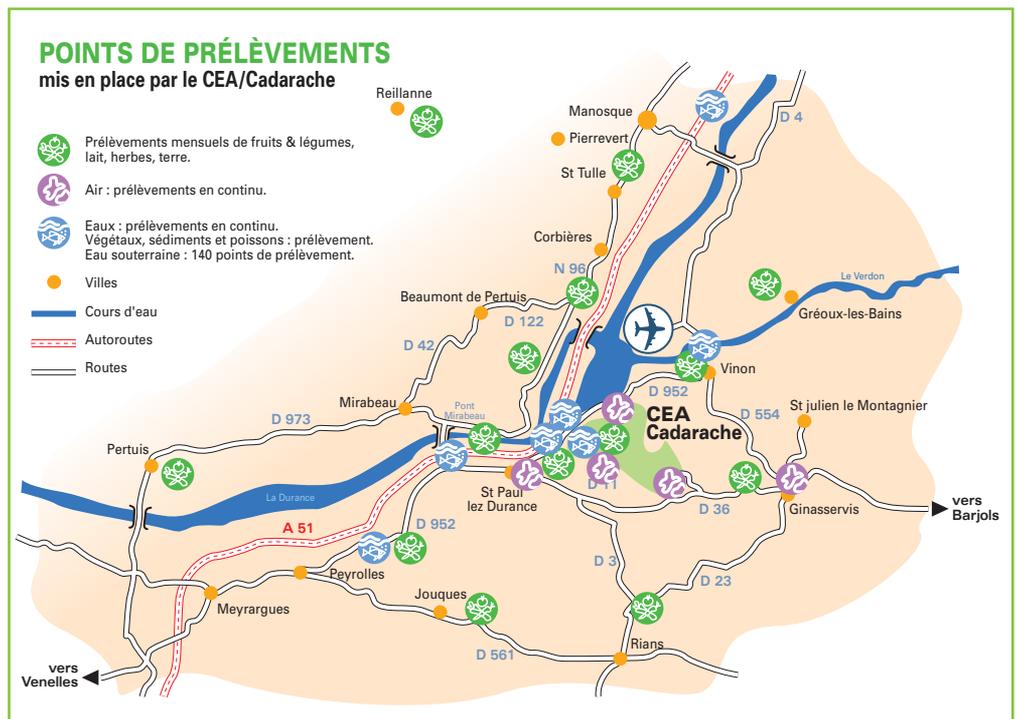
**Impact en situation accidentelle**

La démarche de sûreté pour ce type d'installation prévoit d'analyser les conséquences de divers types de défaillance supposés. L'accident hypothétique, considéré comme le plus pénalisant pour

l'installation ITER, serait la formation d'une brèche importante dans une canalisation du circuit de refroidissement au niveau du local des échangeurs thermiques. Cette brèche entraînerait une perte du circuit de refroidissement et conduirait à la formation d'une nouvelle brèche sur le circuit de refroidissement d'un composant interne de la chambre à vide (enceinte où est produit le plasma). Cette double brèche mettrait ainsi en communication l'intérieur de la machine et les locaux environnants internes à l'installation. Dans cette situation et compte tenu des systèmes de détritiation\*, cela conduirait à un rejet dans l'environnement de 1,5 gramme de tritium. Pour le groupe de population de référence le plus proche, la dose radiologique consécutive serait de 0,2 mSv dans les conditions météorologiques les plus défavorables. Cette valeur est inférieure à la valeur de 10 mSv pour laquelle des mesures spécifiques de protection doivent être prises pour les populations environnantes en vertu de l'arrêté ministériel du 13 octobre 2003.

**La surveillance de l'environnement**

Le CEA/Cadarache et son environnement font l'objet, depuis la création du centre, d'une surveillance radiologique et chimique régulière, réalisée à la fois par le laboratoire d'analyse et



de surveillance de l'environnement du service de protection contre les rayonnements du CEA/Cadarache et par des laboratoires agréés, externes au CEA, pour le compte des services de l'Etat (DRIRE\*, IRSN\*).

Chaque année, plus de 4900 prélèvements sont effectués sur le centre de Cadarache et dans les communes environnantes permettant d'obtenir environ 7000 analyses.

En tant qu'exploitant nucléaire, l'organisation internationale ITER devra disposer d'un programme global de surveillance de l'environnement conforme aux prescriptions réglementaires françaises. Pour cela, l'une des options possibles consistera à s'inscrire dans le réseau de mesures et de surveillance déjà dense et opérationnel mis en place par le CEA/Cadarache, incluant des contrôles spécifiques à ITER. De plus, des contrôles pourront être effectués par les services de l'Etat à l'instar des procédures existantes pour le centre du CEA/Cadarache.



Surveillance des eaux souterraines



### La surveillance du site

A l'instar des installations du CEA/Cadarache, des prélèvements et des mesures de radioactivité seront effectués dans le périmètre de l'installation ITER. L'eau de pluie sera recueillie et analysée, des échantillons de terre et de végétaux seront prélevés.

Les rejets gazeux ou d'aérosols seront contrôlés soit en continu par un système de capteurs au niveau de la cheminée de l'installation, soit en différé par des prélèvements sur les filtres du réseau de ventilation.

La surveillance des eaux souterraines sera assurée par des prélèvements effectués avec des piézomètres (forages dans le sol) situés tout autour de la zone d'implantation de



Prélèvement dans la Durance

Prélèvement pour analyse autour du site de Cadarache



l'installation. Ces piézomètres, déjà en place, permettront aussi de mesurer en permanence le niveau des nappes phréatiques.

### Surveillance dans les communes avoisinantes

Dans le cadre du plan de surveillance de l'environnement mis en place par le CEA/Cadarache, la surveillance atmosphérique est réalisée au moyen de stations fixes. Deux stations sont implantées dans les communes environnantes (Saint Paul-lez-Durance et Ginasservis). Elles sont équipées de capteurs donnant en continu la radioactivité de l'air ainsi que de capteurs météorologiques déterminant à tout moment les conditions de dispersion des effluents gazeux.

En application du décret 98-360, la qualité de l'air est également surveillée en continu ; l'association AIRMARAIX dispose, pour ce faire, d'une station fixe sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance et d'une station mobile qui réalise des mesures en différents lieux de la région.

De même, pour la surveillance du réseau hydrographique, des prélèvements sont réalisés dans la Durance, de manière périodique ou

en continu, et leur activité radiologique est mesurée. Les mesures sont effectuées à la fois sur l'eau, les sédiments, les poissons et les végétaux.

Les eaux souterraines sont également prélevées en certains points pour être analysées.

Enfin, une surveillance des sols, de la flore et de la faune, est réalisée au moyen de prélèvements périodiques d'échantillons. Les végétaux analysés sont représentatifs des habitudes alimentaires des habitants de la région.

### Publication des résultats

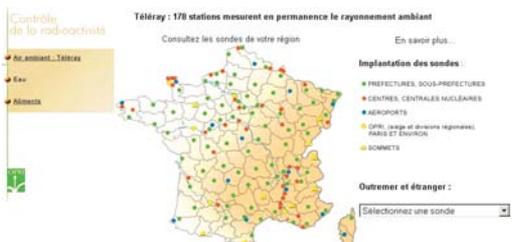
Des données relatives à la surveillance de l'environnement sont mises à la disposition du public par différents organismes :

- le service minitel 3614 MAGNUC : magazine thématique MAGNUC édité par l'autorité de sûreté nucléaire qui comporte notamment des mesures de radioactivité par site actualisées tous les mois ;
- le site internet <http://www.asn.gov.fr> de l'autorité de sûreté nucléaire ;
- le site internet <http://www.paca.drirc.gouv.fr> qui publie les résultats de mesures disponibles à la Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement ;
- le site internet <http://www.irsno.fr/opera/> qui comporte les données de la surveillance effectuée dans le cadre des Observatoires permanents de la radioactivité de l'environnement (programme Opera) comprenant un réseau de plus de 30 stations implantées sur tout le territoire français pour le domaine atmosphérique (aérosols, précipitations), le milieu terrestre (sols, végétaux, animaux) et le domaine fluvial (eaux, matières en suspension) ;
- le site internet <http://www.irsno.org> qui publie les résultats de 178 stations de mesure de la radioactivité (réseau Téléray). Une station située à Cadarache permet de connaître la radioactivité ambiante journalière avec visualisation graphique de la radioactivité sur plusieurs mois.

- le site internet <http://www-cadarache.cea.fr> qui publie les résultats des mesures effectuées par le CEA/Cadarache sur différents milieux : végétation, produits alimentaires, eaux (superficielles en amont et en aval du centre de Cadarache, souterraines), poussières atmosphériques (aérosols), exposition ambiante (irradiation) dans le cadre du plan de surveillance de l'environnement.



Par ailleurs, la commission locale d'information de Cadarache (CLI), créée en 1993 par le conseil général des Bouches-du-Rhône, assure une mission d'information du public. Cette instance d'information est composée de représentants des collectivités territoriales, de personnes qualifiées (experts...) et de représentants des organisations syndicales et d'associations. Les travaux de la CLI portent sur différents domaines : communication, environnement, socio-économique. Dans ce cadre, la CLI a diffusé un dossier d'information sur le projet ITER en janvier 2004 disponible sur le site <http://www.asn.gov.fr/cli>.





Tête d'un des 60 forages réalisés pour ITER

# Tenue au séisme

Depuis 1981, les installations nucléaires en France sont soumises à des règles qui fixent, d'une part, le risque sismique à considérer et, d'autre part, les règles de construction correspondantes.

La définition du risque sismique dépend du lieu considéré. Elle est fondée sur :

- Les mesures expérimentales des séismes observés. Ces données existent depuis environ une trentaine d'années tant pour la magnitude que pour l'intensité.
- La sismicité historique qui, d'après l'étude des textes anciens sur une échelle de temps d'environ mille ans, a permis d'évaluer l'intensité des séismes qui se sont produits.
- La paléo-sismicité basée sur l'étude des défauts géologiques qui permet de remonter à des événements qui se sont produits il y a plusieurs dizaines de milliers d'années.

La règle fondamentale de sûreté révisée en 2001 prend en compte, pour le site de Cadarache, l'activité sismique historique de la faille de la moyenne Durance (notamment le séisme de Manosque en 1708) et de la faille de la Trévarresse (notamment le séisme de Lambesc en 1909). Le séisme de Manosque est l'événement historique le plus pénalisant pour le calcul de l'aléa sismique, du fait de sa proximité, et correspond au séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV).

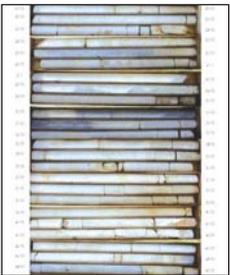
Sur cette base et en majorant la magnitude du SMHV de 0,5, cela conduit à retenir, pour le dimensionnement des installations nucléaires, un séisme dit séisme majoré de sécurité (SMS). Il s'agit d'un séisme de magnitude 5,8 sur l'échelle de Richter. D'autre part et en complément, on définit un séisme enveloppe de la potentialité de la faille de la moyenne Durance et de magnitude égale aux observations paléo-sismiques (magnitude 7).

Des études détaillées, conduites en 2001 et 2002 par le CEA, ont permis de vérifier que les bâtiments tels que définis dans le dessin générique d'ITER résisteraient au séisme SMS : la quantité d'armatures métalliques dans le béton armé est telle que les bâtiments, qui se déformeraient légèrement pendant le séisme, reprendraient leur position initiale dès la fin du séisme. La fonction de confinement serait toujours assurée. Ces études ont aussi permis de valider une autre option de génie civil qui consis-

te à faire reposer les bâtiments sur un radier isolé du sol par des plots para-sismiques.

D'autre part, la soixantaine de carottages réalisés sur l'ensemble de la zone, jusqu'à une profondeur de 60 mètres, ont confirmé l'excellente qualité du sous-sol calcaire sur la zone prévue pour la construction d'ITER.

Carottes extraites d'un forage de 60m



## Intensité d'un séisme (ECHELLE MSK)

Afin de mesurer l'importance des séismes, les sismologues ont commencé par établir des échelles dites d'intensité macrosismique, fondées sur les observations des effets des séismes en un lieu donné. L'échelle d'intensité utilisée actuellement en France et dans la plupart des pays européens est celle mise au point en 1964 par Medvedev, Sponheuer et Karnik, dite échelle MSK. Les degrés d'intensité qui caractérisent le niveau de la secousse sismique et les effets associés sont numérotés de I à XII.

- I secousse non ressentie, mais enregistrée par les instruments
- II secousse partiellement ressentie, notamment par des personnes au repos et aux étages
- III secousse faiblement ressentie ; balancement des objets suspendus
- IV secousse largement ressentie dans les habitations ; tremblement des objets
- V secousse forte ; réveil des dormeurs ; chute d'objets ; parfois légères fissures des plâtres
- VI légers dommages ; parfois fissures dans les murs ; frayeur de nombreuses personnes
- VII dégâts ; larges lézardes dans les murs de nombreuses habitations ; chute de cheminées
- VIII dégâts massifs ; les habitations les plus vulnérables sont détruites ; presque toutes subissent des dégâts importants
- IX destruction de nombreuses constructions ; chute de monuments et de colonnes
- X destruction générale des constructions, même les moins vulnérables
- XI catastrophe ; toutes les constructions sont détruites
- XII changement de paysage ; énormes crevasses dans le sol, vallées barrées, rivières déplacées...

## Magnitude d'un séisme (Echelle de Richter)

La magnitude est une mesure de l'énergie totale d'un séisme et non pas de ses effets en un lieu donné (intensité). Cette notion a été introduite en 1935 par Charles F. Richter pour estimer l'importance des séismes locaux californiens. Elle est calculée à partir de l'enregistrement des amplitudes maximales des ondes sismiques en une ou plusieurs stations d'observation. La magnitude est une mesure physique continue qui n'est pas, comme l'intensité, une échelle de valeurs avec des limites inférieure ou supérieure. C'est ainsi que l'on a pu détecter des séismes de magnitude négative, tandis que la magnitude du plus gros séisme enregistré à ce jour (Chili en 1960) est de 9.

Source : [www.irsng.org](http://www.irsng.org) <<http://www.irsng.org>>

## La règle fondamentale de sûreté

(RFS) 2001-01 édictée par l'autorité de sûreté nucléaire française donne la procédure à suivre pour :

- évaluer le séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV) relatif au site concerné,
- définir pour le site le séisme majoré de sécurité (SMS)
- calculer les mouvements sismiques correspondant au SMS
- prendre en compte les mouvements sismiques ainsi définis pour la conception des installations (ou parties d'installations) à dimensionner aux séismes.

# Impact sur le patrimoine, impacts visuels

*Le site de la future implantation d'ITER, en bordure nord-est du CEA/Cadarache, fait partie de la forêt domaniale de Cadarache. Cette forêt, gérée actuellement par l'ONF, appartient à un espace boisé et vallonné beaucoup plus vaste, qui s'étend sur une partie du territoire des communes de Saint-Paul-lez-Durance, Vinon-sur-Verdon et Ginasservis.*

Les installations d'ITER occuperont une superficie de 180 hectares :

- environ 40 hectares pour l'implantation de la machine ;
- environ 50 hectares pour les bâtiments annexes, le poste électrique RTE\*, les bassins d'épuration et de contrôle des effluents,
- une vingtaine d'hectares pour la gestion des matériaux issus des opérations de terrassement (entreposage ou stockage suivant l'option choisie),
- environ 70 hectares où seront implantés les bâtiments nécessaires à la fabrication des composants non transportables pendant la construction d'ITER (bobines de champ poloidal, éventuelle station d'essai cryogénique...).

À titre de comparaison, le centre de Cadarache occupe actuellement 1600 hectares, dont 900 sont clôturés.

Comme les installations du centre de Cadarache, celles d'ITER seront conçues pour s'intégrer le mieux possible dans le paysage.

Seuls, les espaces strictement nécessaires à la construction des bâtiments, à la manutention des équipements et à la protection contre l'incendie seront déboisés.

Haut de 75 mètres, dont environ 25 mètres enterrés et 50 mètres au-dessus du niveau du sol, le bâtiment qui abritera le tokamak sera partiellement visible depuis certains quartiers de la commune de Vinon-sur-Verdon.

Pour limiter son impact visuel, un soin particulier sera apporté au traitement de ses façades, tant par le choix des matériaux que par celui des textures et des couleurs utilisées.

En 2003, le CEA a lancé un concours d'architectes pour les bâtiments annexes, à savoir principalement le bâtiment de bureaux, le centre de relations publiques, le restaurant d'entreprise et le bâtiment médical et de secours. Après un appel public à candidature, quatre architectes ou groupements d'architectes ont été retenus et ont pu concourir. Le jury du concours, composé d'un architecte indépendant, de

*Vue d'ITER  
depuis l'entrée  
de Vinon en  
venant de  
Manosque*



représentants du CEA et d'un représentant de la Commission européenne, s'est réuni le 07/02/2003, mais n'a pas définitivement statué. Les quatre projets sont présentés succinctement sur les quatre figures ; le concours étant anonyme, les projets sont repérés A, B, C et D.

Il est prévu, à l'issue du débat public, de relancer un nouveau concours d'architectes. Les modalités du concours et la composition du jury sont à définir, de même que les critères de comparaison des différents projets. Le jury

devra, en particulier, considérer avec attention les incidences des projets en termes de coût d'exploitation et d'impact sur l'environnement, notamment en ce qui concerne le chauffage et la climatisation des locaux. Une fois le projet choisi, une clause particulière du contrat de maîtrise d'œuvre prévoira d'étudier les différentes possibilités pour s'inscrire dans le cadre de la démarche haute qualité environnementale (HQE).

Concours d'architecte pour bâtiments annexes : bureaux, restaurant d'entreprise, bâtiment de relations publiques, bâtiment médical



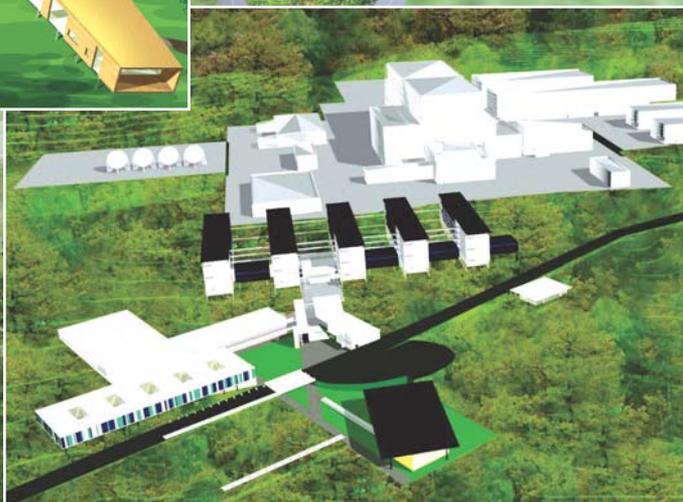
Projet A



Projet C



Projet B



Projet D

# Impact sur la faune, et la flore

Le site de Cadarache se trouve à proximité de la vallée de la Durance, du Parc naturel régional du Luberon au nord-ouest et du Parc naturel régional du Verdon à l'est. De nombreux périmètres d'inventaire, accompagnés de mesures de protection, y ont été définis. Aucun d'eux n'inclut la zone sur laquelle ITER doit être édifié.

Un inventaire écologique de l'ensemble de la zone concernée par l'implantation d'ITER a été réalisé par un cabinet spécialisé en 2002/2003<sup>15</sup>. Son objectif a été d'identifier les espèces végétales et animales pour lesquelles des mesures de protection spécifiques seront prises avant le début de la construction d'ITER.

Éléments les plus significatifs de l'inventaire :

- Le couvert végétal est très diversifié : feuillus – essentiellement constitué de chênes blancs et de conifères – pins d'Alep et pins sylvestres, taillis de chênes verts et de chênes pubescents, buissons de genévriers, garrigues à romarin, landes à buis et à genêt. Hormis le genévrier, aucune de ces essences n'est répertoriée dans les listes des espèces végétales d'intérêt communautaire. Les zones découvertes sont caractérisées par des pelouses plus ou moins sèches poussant sur les marnes et rocailles.
- La flore est riche en espèces à bulbes notamment de très nombreuses orchidées dont deux, *Ophrys provincialis* et *Ophrys drumana* sont des espèces protégées. Ces dernières ont été identifiées sur une zone limitée. La faune vertébrée ne diffère pas de celle que l'on rencontre dans l'ensemble de la zone environnante. Elle ne présente donc pas d'enjeu significatif lié à l'implantation d'ITER. Plusieurs espèces d'intérêt patrimonial ont été identifiées, notamment des oiseaux, mais en nombre généralement moins élevé que dans d'autres lieux de la région où elles pourront vraisemblablement se relier.
- La faune invertébrée est également très riche, particulièrement pour ce qui concerne les insectes. Quatre espèces protégées ou d'un grand intérêt patrimonial y ont été identifiées :
  - le grand capricorne, un coléoptère protégé au niveau européen, très commun dans la région ;

- la Proserpine, un papillon protégé au niveau national, commun dans la région et dont la présence sert de guide à l'élaboration des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF\*) en région PACA ;
- l'Échiquier d'Occitanie, un papillon rare en France, commun en région PACA où il est également utilisé dans l'élaboration des ZNIEFF ;
- le Criquet Occitan, assez commun en Espagne, n'avait jusqu'ici jamais été identifié aux environs de Cadarache. Quelques individus ont été recensés en limite sud-ouest de la zone ITER.

Les espèces protégées feront l'objet d'une attention particulière conformément à la réglementation. Les mesures de protection appropriées seront élaborées en concertation avec la direction régionale de l'environnement (DIREN). En particulier, une étude d'incidence sera réalisée. Elle comportera une analyse des effets notables, permanents et temporaires du projet, et présentera les mesures compensatoires éventuelles pour maintenir la cohérence du réseau Natura 2000. Cette étude d'incidence sera étendue à l'ensemble de la zone concernée par le transport des composants d'ITER.



Orchidée  
*Ophrys provincialis*

Grand capricorne



Principales  
essences  
présentes sur  
le site :  
chênes et pins



<sup>15</sup> Cabinet médiaterrée