

Synthèse du rapport de l'IRSN sur la demande d'autorisation de création de l'installation expérimentale ITER

1) Contexte

L'exploitant nucléaire ITER organization (ITER/O) a déposé en 2010 une demande d'autorisation de création de l'installation expérimentale ITER à Cadarache. Cette demande d'autorisation de création était accompagnée d'un dossier comprenant essentiellement un « rapport préliminaire de sûreté », qui présente les dispositions prises pour maîtriser les risques présentés par cette installation et les mesures permettant de limiter la probabilité et les conséquences d'un accident. Une « étude d'impact » était également jointe à la demande d'autorisation de création. Cette étude présente les effets des rejets d'effluents radioactifs et chimiques produits en fonctionnement normal par l'installation sur la santé de la population et sur l'environnement. Ce rapport et cette étude ont été examinés par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) qui a présenté ses conclusions devant le Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et usines (GPU) lors des réunions qui se sont tenues le 30 novembre 2011 et le 7 décembre 2011. Etaient également présents à ces réunions plusieurs membres du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR), du Groupe permanent d'experts pour les déchets (GPD) et du Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires (GPESPN).

L'installation ITER est une installation expérimentale qui vise à montrer la faisabilité de la maîtrise de l'énergie de fusion nucléaire lors d'expériences d'une durée de plusieurs centaines à plusieurs milliers de secondes avec une puissance de l'ordre de 500 MWth. Les premières études de conception de l'installation ITER ont été menées par une équipe internationale pour un site générique. Ces études sont arrivées à leur terme en 2001. Le site de Cadarache a alors été proposé par les autorités françaises comme un site d'implantation possible. En 2002, en se fondant sur le rapport final documenté établi par l'équipe internationale précitée et en l'adaptant au site de Cadarache (spectre sismique du site...), le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) a rédigé un dossier d'options de sûreté. Ces options de sûreté ont fait l'objet d'une expertise de l'IRSN dont les conclusions ont été présentées aux GPU, GPR et GPD le 20 novembre 2002. Les options de sûreté ont été jugées convenables et un certain nombre de demandes à prendre en compte dans le rapport préliminaire de sûreté ont été formulées. Le choix du site de Cadarache comme site d'implantation de l'installation ITER est intervenu le 24 juin 2005.

2) L'installation expérimentale ITER

Le concept de base de l'installation ITER est un dispositif expérimental de fusion par confinement magnétique dit « tokamak » (figures 2 et 3). La réaction de fusion a lieu à l'intérieur d'un plasma de forme torique formé à partir de deutérium et de tritium. Le confinement du plasma est assuré par un champ magnétique produit par un ensemble de bobines. Il permet de contenir le plasma à l'intérieur d'une enceinte toroïdale étanche, dite « chambre à vide » en évitant le contact du plasma avec les parois de la chambre.

Les réactions de fusion entre le deutérium et le tritium produisent des particules α , qui cèdent leur énergie au plasma, et des neutrons de haute énergie (14 MeV) qui sont ralentis et absorbés dans les structures environnant le plasma (couverture interne, diverteur, chambre à vide : figure 4) où un système de refroidissement extrait l'énergie.

Du point de vue de la sûreté, cette installation se caractérise par la présence d'une quantité importante de tritium, répartie dans plusieurs bâtiments de grandes dimensions. Outre le bâtiment qui abrite le tokamak, l'installation dispose d'un « bâtiment tritium », destiné au traitement des produits extraits de la chambre à vide, d'un « bâtiment de cellules chaudes », où sont remis en état les équipements internes de la chambre à vide, et d'un « bâtiment pour les déchets » (figure 1).

3) Avis de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection de l'installation

Pour réaliser l'expertise de la sûreté et de la radioprotection de la première installation de fusion au monde ayant le statut d'installation nucléaire de base, l'IRSN a mis en place une organisation spécifique caractérisée notamment par :

- la mise en œuvre de collaborations pour appuyer certaines expertises spécifiques (soutien technique d'un expert en physique des plasmas, réalisation de calculs neutroniques et d'activation par le Centre européen de recherche nucléaire (CERN) de Genève et collaboration avec l'Autorité de sûreté canadienne portant sur le confinement du tritium et sur les effets des rejets de tritium sur la population) ;
- le lancement d'actions de recherche et développement au sein de l'Institut sur des problèmes particuliers de sûreté posés par une installation de fusion nucléaire.

Les principales conclusions de l'expertise de la sûreté et de la radioprotection de l'installation ITER en vue de sa création sont présentées ci-après. Il convient de noter que cette expertise ne tient pas compte du retour d'expérience qui pourrait être tiré de l'analyse de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi le 11 mars 2011, un dossier sur ce retour d'expérience ayant été demandé par l'ASN à ITER/O pour le 15 septembre 2012.

Concernant l'avancement des études de conception de l'installation

L'IRSN a estimé que les études de conception des équipements du « bâtiment tokamak » étaient du niveau attendu à ce stade de la création d'une installation mais qu'elles étaient incomplètes pour ce qui concerne les équipements du « bâtiment tritium », du « bâtiment de cellules chaudes » et du « bâtiment pour les déchets ». L'exploitant devra donc transmettre, avant le début de la phase d'assemblage des équipements du « bâtiment tokamak », une nouvelle version, plus aboutie, des études de conception des équipements des autres bâtiments nucléaires.

L'IRSN a par ailleurs considéré que les études de conception des hottes automatisées, qui assurent le transfert d'équipements fortement activés entre le « bâtiment tokamak » et le « bâtiment de cellules chaudes », devaient également être achevées dans les mêmes délais. Une démonstration de l'efficacité des dispositions de secours prévues pour tous les cas de défaillances envisageables de ces hottes devra être également transmise avec ces études.

Enfin, l'IRSN a estimé que les limites du domaine de fonctionnement de l'installation, qui constituent une donnée d'entrée essentielle pour la démonstration de la sûreté et de la radioprotection, ont été clairement définies par l'exploitant.

Concernant l'inventaire des matières radioactives dans l'installation

Outre le tritium, il convient de noter que les réactions nucléaires des neutrons provenant des réactions de fusion avec l'environnement proche du plasma (structures, eau de refroidissement, air...) conduisent à la production de matériaux et de produits activés. L'inventaire global en produits d'activation évalué par l'exploitant a été jugé satisfaisant par l'IRSN. Toutefois, l'IRSN a estimé que l'exploitant devait poursuivre les calculs d'activation engagés afin de disposer, pour les principaux équipements, d'inventaires détaillés des différents radionucléides. Ceci permettra d'estimer, d'une part les risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants à chaque poste de travail, d'autre part de caractériser plus précisément les déchets produits et ainsi de pouvoir s'assurer de leur possible évacuation vers les filières d'élimination des déchets.

Concernant les dispositions de maîtrise des risques présentés par l'installation

L'IRSN a expertisé la conception des systèmes de confinement retenus par l'exploitant pour faire face aux risques de dissémination des matières radioactives, notamment du tritium. De l'examen réalisé, il ressort que cette conception requiert une étanchéité relativement importante des locaux. L'IRSN a estimé que, pour garantir l'objectif d'étanchéité annoncé, l'exploitant devra mesurer le taux de fuite de ces locaux lors du démarrage de l'installation et prendre des dispositions pour garantir ces niveaux d'étanchéité tout au long de l'exploitation. Par ailleurs, la grande majorité des locaux sont équipés d'une ventilation qui assure, avec une certaine efficacité, la détritiation de l'air en cas de dispersion accidentelle de tritium. L'IRSN a considéré que l'exploitant doit s'assurer

qu'aucune situation accidentelle ne conduit à des conditions d'ambiance ou à l'émission d'espèces chimiques susceptibles de diminuer significativement l'efficacité attendue de ces systèmes de détritiation.

Pour ce qui concerne les risques d'exposition aux rayonnements ionisants, il ressort de l'examen réalisé que l'exploitation de l'installation ITER se caractérisera par des campagnes expérimentales relativement courtes entrecoupées de longues périodes de maintenance avec une présence importante de personnel. Les opérations de maintenance sur les composants fortement irradiants ne pourront être réalisées qu'avec des équipements robotisés et devront s'accompagner d'une interdiction d'accès aux zones concernées. L'IRSN a estimé que le caractère robuste de la conception des systèmes de contrôle d'accès à ces zones interdites devait être démontré. Par ailleurs, malgré la présence d'une quantité relativement importante de tritium sous forme de gaz ayant une forte capacité à diffuser, l'exploitant se fixe un objectif de dose interne pour les travailleurs le plus proche possible de zéro. L'IRSN a estimé que la démonstration de l'atteinte de cet objectif passait par la réalisation d'évaluations prévisionnelles de dose détaillées à chaque poste de travail.

L'IRSN a examiné les risques liés aux dysfonctionnements du plasma. Celui-ci est en effet le siège de multiples instabilités, semblables à celles observées dans un fluide, mais dont les plus grandes affectent la stabilité globale du plasma jusqu'à conduire à son effondrement. L'arrêt brutal du plasma crée des charges électromagnétiques dans la chambre à vide, qui sont à prendre en compte dans le dimensionnement de cette dernière, et peut conduire à des dommages sur la première paroi de la couverture interne de la chambre à vide et du diverteur. L'IRSN a estimé que l'exploitant devait poursuivre les études visant à caractériser les instabilités les plus sévères pouvant affecter le plasma de l'installation ITER.

S'agissant des risques d'incendie d'origine interne, l'IRSN a examiné les dispositions générales de protection contre l'incendie et a considéré que l'analyse de ces risques devait être complétée afin d'apporter la démonstration de la suffisance de ces dispositions. L'institut a par ailleurs estimé que l'exploitant devait examiner le risque, en cas d'incendie, de colmatage des systèmes de filtration situés en amont des systèmes de détritiation par des suies et des fumées.

Les risques d'explosion d'origine interne dans l'installation ITER sont essentiellement dus à la présence, dans de nombreux équipements, d'isotopes de l'hydrogène (tritium et deutérium). L'IRSN a considéré que la maîtrise de ces risques ne peut pas uniquement reposer sur des dispositions de prévention. Aussi, au cours de l'instruction, l'exploitant a complété son dossier en étudiant les conséquences qu'aurait une explosion d'isotopes de l'hydrogène dans les locaux abritant des équipements véhiculant ou stockant de tels isotopes. L'IRSN a estimé que, pour ce qui concerne le local renfermant les « colonnes de distillation cryogénique », l'exploitant devait prendre des

dispositions pour que l'explosion de la totalité de l'inventaire en isotopes de l'hydrogène de ces colonnes ne remette pas en cause le niveau de confinement exigé pour ce local.

Concernant les accidents pouvant survenir dans cette installation

L'IRSN a examiné les études des accidents envisagés par l'exploitant. Les conséquences de ces accidents sont limitées. Toutefois, l'IRSN a estimé que le caractère majorant des hypothèses retenues pour certains de ces accidents devait être vérifié. Par ailleurs, l'IRSN considère que l'exploitant doit démontrer que l'explosion d'isotopes de l'hydrogène ou de poussières, qui pourrait survenir en cas d'entrée d'air ou de fuite d'eau dans la chambre à vide, n'affectera pas le confinement de la chambre à vide et de ses extensions.

Enfin, l'IRSN a estimé que la liste des situations accidentelles à considérer pour les études de dimensionnement du plan d'urgence interne devait être complétée.

L'IRSN a en outre identifié quelques situations accidentelles peu probables qui conduisent à la perte de la première barrière de confinement du « bâtiment tokamak » pour lesquelles l'exploitant devra démontrer que le niveau de confinement exigé de la deuxième barrière de confinement n'est pas remis en cause.

Concernant le dimensionnement des éléments importants pour la sûreté de l'installation

Le supportage du tokamak est assuré verticalement par 18 poteaux métalliques, qui sont encastrés dans le radier principal du « bâtiment tokamak ». Le radier principal constitue une partie de la deuxième barrière de confinement de ce bâtiment. L'IRSN a estimé qu'il convenait de viser une conception du supportage plus robuste que celle proposée.

La chambre à vide constitue la partie principale de la première barrière de confinement du « bâtiment tokamak ». La chambre à vide est une enceinte à double paroi remplie d'eau sous pression. Du fait de l'encombrement autour de la chambre à vide (bobines magnétiques, traversées...), une large partie de la paroi externe de cette double paroi ne sera pas inspectable en exploitation. Aussi, l'IRSN a estimé que des mesures compensatoires devaient être prises lors de la conception et de la fabrication de ces zones non inspectables.

Concernant les déchets et les effluents produits par l'installation

Les déchets radioactifs de l'installation ITER seront des déchets activés et/ou contaminés, notamment par du tritium, pour lesquels les filières d'élimination ont été identifiées. L'IRSN a estimé qu'il convenait de décrire précisément la gestion de ces déchets dans l'installation et la conception du conditionnement de ces déchets dans les entreposages de l'installation, et montrer la compatibilité de ce conditionnement avec les filières d'élimination de ces déchets. Par ailleurs,

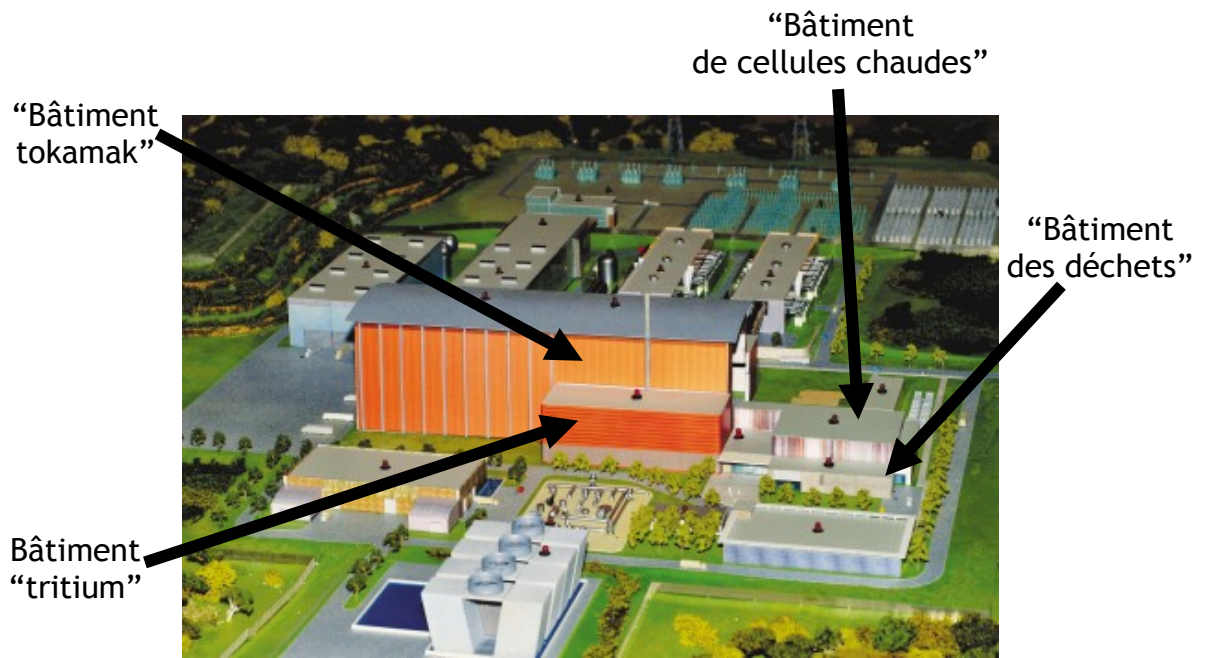
l'IRSN a estimé que la démarche permettant de s'assurer de la prise en charge de ces déchets par ces filières d'élimination devait être poursuivie. L'Institut a en outre souligné la nécessité de s'assurer de la disponibilité de ces filières d'élimination au moment où les colis de déchets de l'installation ITER seront prêts à être évacués.

Les rejets d'effluents en fonctionnement normal ont fait l'objet d'une démarche d'optimisation jugée satisfaisante par l'IRSN. Les contre-calculs de l'IRSN et de l'autorité de sûreté canadienne confirment que les niveaux de rejet prévus conduisent à des conséquences très faibles dans l'environnement.

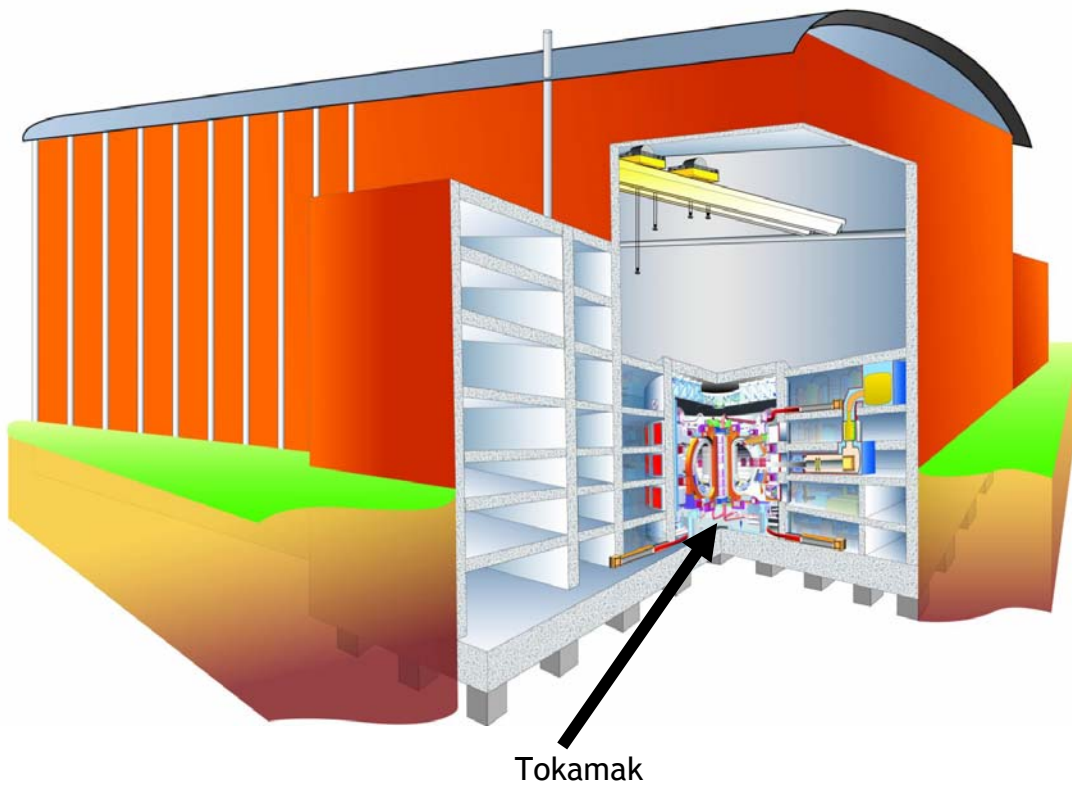
4) Conclusion

En conclusion, l'IRSN considère que les dispositions retenues pour la conception de l'installation ITER sont dans l'ensemble convenables, compte tenu des engagements pris par l'exploitant. Les compléments attendus, qui doivent conforter la conception de l'installation et sa démonstration de sûreté, sont à transmettre avant le début de la phase d'assemblage des équipements du tokamak, soit vers 2015.

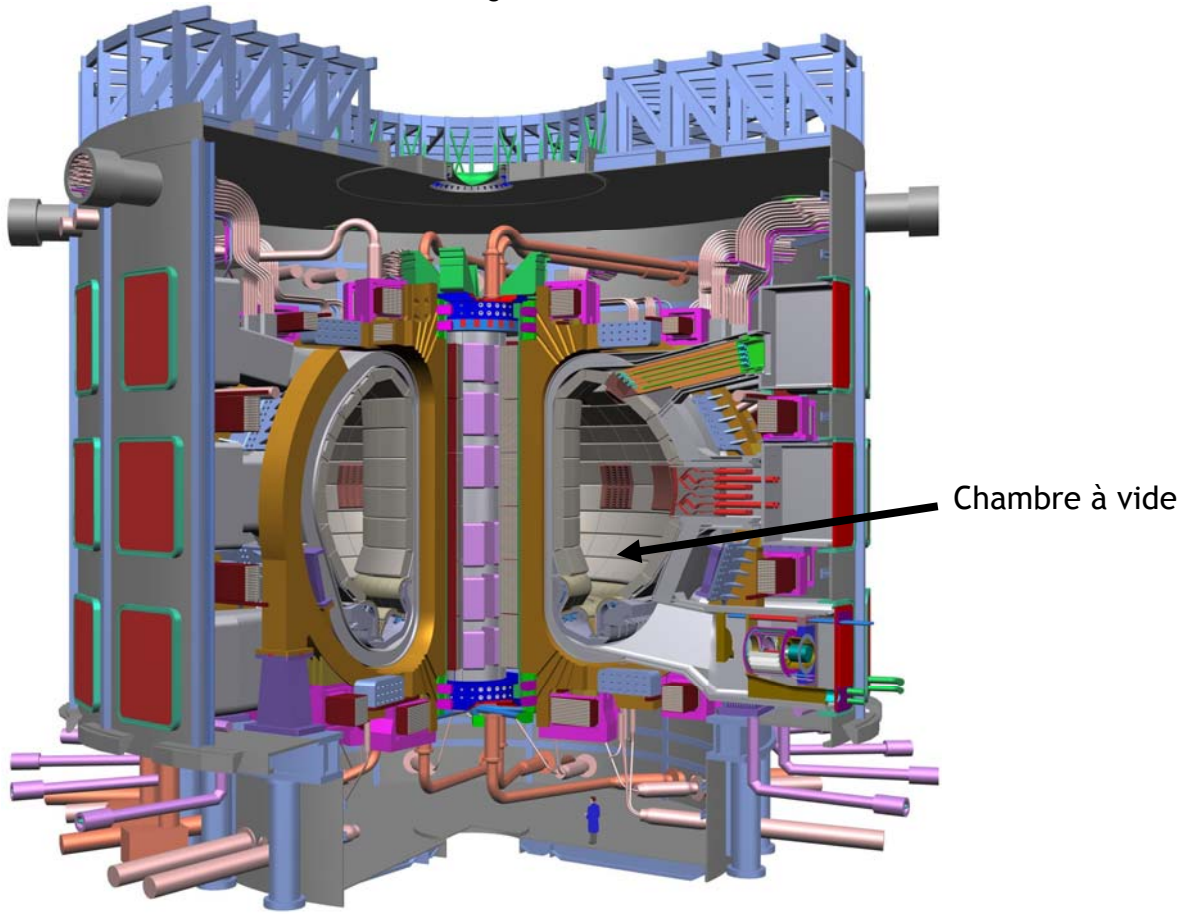
- Figure 1 - Plan de masse -



- Figure 2 - Bâtiment tokamak -



- Figure 3 - Tokamak -



- Figure 4 - Chambre à vide -

