

Fontenay-aux-Roses, le 23 mai 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00140

Objet : Installation expérimentale ITER (INB n° 174)

Evolution de la conception du système de limitation de pression dans la chambre à vide (VVPSS) et du système de refroidissement primaire du tokamak (TCWS)

- Réf. 1) Lettre ASN CODEP-DRC-2017-022725 du 5 juillet 20172)  
2) Décision ASN n° 2013-DC-0379 du 12 novembre 2013

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les conséquences sur la sûreté de modifications définies par l'organisme ITER ORGANIZATION (ITER/O) pour l'installation expérimentale ITER. Ces modifications sont relatives au système de limitation de pression dans la chambre à vide VVPSS (*vacuum vessel pressure suppression system*) et au système de refroidissement primaire du tokamak TCWS (*tokamak cooling water system*).

L'ASN demande également l'avis et les observations de l'IRSN sur les réponses transmises par ITER/O relatives à des demandes (n° 12, 13 et 14) formulées par l'ASN en 2012 dans le cadre de la procédure d'autorisation de création de l'installation. La demande n° 13 est reprise dans la prescription [INB n° 174-41] de la décision citée en seconde référence.

De l'examen de ces éléments, tenant compte des compléments transmis au cours de l'instruction, l'IRSN retient les points suivants.

1) Modifications du système VVPSS et du système TCWS

La modification du système VVPSS est principalement motivée par des difficultés de dimensionnement du réservoir de décharge initial de ce système au séisme extrême du site et l'inconvénient de devoir traiter un grand volume d'eau « polluée » (600 m<sup>3</sup>) en cas de très petite fuite d'eau dans la chambre à vide. La modification proposée vise à remplacer le réservoir de décharge par quatre petits réservoirs, localisés en partie basse de ce bâtiment.

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre 8 440 546 018

Cette modification conduit à devoir réduire le volume d'eau potentiel déversé dans la chambre à vide en cas de fuite du système de refroidissement primaire (TCWS), en ajoutant des vannes d'isolement sur ce système. En outre, l'exploitant réduit l'inventaire en eau de ce système et déplace des pompes et des échangeurs de chaleur, afin de diminuer les débits de dose auxquels sont soumis les équipements électroniques installés dans le bâtiment tokamak.

La modification du système VVPSS limitant le volume dans lequel se dilue l'hydrogène arrivant dans celui-ci en cas d'introduction d'air ou d'eau dans la chambre à vide, l'exploitant a défini des dispositions complémentaires relatives aux risques d'explosion (ajout d'une unité de recombinaison et de détritiation, recombineur dans les réservoir de décharge...). **Ceci est satisfaisant sur le principe. Par ailleurs, pour rappel, la justification de la capacité du système VVPSS à gérer les surpressions dans la chambre à vide a fait l'objet d'un engagement d'ITER/O pris dans le cadre de la procédure d'autorisation de création de l'installation.**

Le descriptif du système VVPSS modifié et les démonstrations de sûreté présentées dans la note transmise par ITER/O correspondent à ce qui est attendu pour un rapport préliminaire de sûreté. **L'IRSN estime, à ce stade, les dispositions de maîtrise des risques présentés, et les exigences de sûreté associées, acceptables.** Les études de conception restent à finaliser et les essais de qualification, qui doivent confirmer l'atteinte des exigences de sûreté, sont à réaliser. La conception finale du système VVPSS et l'analyse de sûreté associée seront transmis en appuie de la demande de mise en service de l'installation. En outre, lors de l'instruction, l'exploitant a indiqué qu'un point d'avancement biannuel sera transmis.

**La conception du système TCWS n'appelle, à ce stade, pas de remarque de l'IRSN.**

Les modifications des systèmes VVPSS et TCWS affectent l'aménagement des locaux du bâtiment tokamak et du bâtiment des cellules chaudes. Les aménagements définis dans le bâtiment tokamak n'appellent pas de commentaire de l'IRSN. Les aménagements à réaliser dans le bâtiment des cellules chaudes seront présentés ultérieurement par ITER/O.

Pour diminuer les débits de dose reçus par les équipements électroniques, ITER/O renforce des protections radiologiques du bâtiment tokamak. Il estime que le radier principal, sur lequel repose le bâtiment tokamak, les appuis antisismiques situés sous le radier principal et le radier d'isolation sismique sous les patins disposent de marges à la conception suffisantes pour supporter les charges supplémentaires dues à ce renforcement. **Les études détaillées seront transmises dans le dossier de dimensionnement du supportage du Tokamak demandé par l'ASN en juillet 2014, à l'occasion de l'autorisation de coulage du radier.**

ITER/O a réévalué les scénarios accidentels de l'installation en tenant compte des modifications des systèmes VVPSS et TCWS. Les accidents réévalués conduisent à des rejets potentiels dans l'environnement comparables à ceux des accidents considérés jusqu'à présent. Pour l'IRSN, les scénarios présentés sont pertinents. **Toutefois, ITER/O ne justifie pas que les scénarios accidentels considérant une défaillance du système VVPSS modifié sont bien enveloppes.** Ce point fait l'objet de la recommandation n°1 de l'annexe au présent avis.

Par ailleurs, les études d'accident relatif à des fuites d'eau et d'hélium dans la chambre à vide mettent en cause la quantité maximale d'hélium pouvant sortir des modules de couvertures d'essais TBM (« *tritium breeding blanket* ») qu'avait initialement retenue ITER/O comme critère de conception de ces modules. **Aussi, l'IRSN estime qu'ITER/O doit revoir ce critère de conception.** Ce point fait l'objet de la recommandation n°2 de l'annexe au présent avis.

## 2) Réponses aux demandes n° 12, n° 13 et n° 14

Selon la demande n° 12, ITER/O devait justifier « *que le disque de rupture aval de la ligne de décharge de la chambre à vide est dimensionné pour rester intègre pour toutes les situations, hors cas de surpression de l'enceinte à vide, notamment lorsqu'il est soumis, en aval, à la pression maximale estimée lors d'une entrée d'eau dans la chambre à vide* ». En réponse, ITER/O a présenté la conception du second disque de rupture qui permet de satisfaire à l'exigence requise et a précisé les essais de qualification qui seront réalisés pour valider cette conception. Toutefois, l'exigence imposée précédemment au disque de rupture aval de la seule ligne de décharge du système VVPSS n'existe plus avec le système VVPSS modifié. En effet, la modification du système VVPSS conduit à avoir deux lignes de décharge indépendantes, une avec des vannes de décharge et une avec des disques de rupture. L'IRSN estime cette évolution satisfaisante.

Les demandes n° 13 et n° 14 (« *démontrer [...] qu'en cas d'entrée d'air dans la chambre à vide il n'y a pas de risque d'explosion d'isotopes de l'hydrogène ou de poussières préjudiciable pour l'intégrité de la chambre à vide, de ses traversées et du réservoir de décharge VVPSS* » et « *démontrer [...] qu'en cas d'entrée d'eau dans la chambre à vide il n'y a pas de risque d'explosion d'isotopes de l'hydrogène ou de poussières préjudiciable pour l'intégrité du réservoir de décharge VVPSS.* ») concernent les risques d'explosions en situation accidentelle. Les éléments transmis par ITER/O en réponse permettent de mieux cerner les risques d'explosion suite à une entrée d'air ou une entrée d'eau dans la chambre à vide. Toutefois, du fait de la complexité des phénomènes en jeu, l'IRSN estime qu'ils ne permettent pas encore d'écarter totalement ces risques. Lors de l'instruction, ITER/O a proposé un plan d'actions pour mieux appréhender les phénomènes liés à une entrée d'air dans la chambre à vide. Des livrables y sont associés et un point d'avancement biannuel est prévu.

L'IRSN considère globalement adaptées le plan d'actions définies. Toutefois, l'IRSN estime que ce plan devra être complété par une extrapolation des caractérisations des poussières des tokamaks existants aux conditions de fonctionnement de l'installation ITER, et une caractérisation des écoulements d'air dans la chambre à vide en fonction du lieu de l'entrée d'air dans cette chambre. Par ailleurs, pour l'IRSN, il est nécessaire, à l'identique de ce qui est prévu par ITER/O pour les risques d'explosion suite à une entrée d'air dans la chambre à vide, de poursuivre les actions pour écarter définitivement les risques d'explosion suite à une entrée d'eau dans la chambre à vide.

### 3) Conclusion

En conclusion, au stade actuel du dossier, les modifications des systèmes VVPSS et TCWS définies par ITER/O n'appellent pas de remarque de l'IRSN. Les études de conception du système VVPSS restent toutefois à finaliser ainsi que les essais de qualification. Par ailleurs, pour la poursuite des études, ITER/O devra tenir compte des recommandations n°1 et n°2 de l'annexe à l'avis.

Concernant l'analyse des risques d'explosion d'isotopes de l'hydrogène ou de poussières suite à des entrées d'eau ou d'air dans la chambre à vide, qui ont fait l'objet de demandes de l'ASN en 2012 (n°13 et n°14), l'IRSN estime que des compléments sont encore nécessaires. A cet égard, le plan d'actions proposé par ITER/O lors de l'instruction pour les scénarios d'entrée d'air dans la chambre à vide devrait être complété en tenant compte de la recommandation n°3 de l'annexe à l'avis. Par ailleurs, un plan d'actions similaire devrait être élaboré pour les scénarios d'entrée d'eau.

Enfin, pour l'IRSN, les risques d'explosion dans la chambre à vide et dans le système VVPSS sont étroitement liés et doivent être traités de manière conjointe. Aussi, l'IRSN estime qu'ITER/O devrait transmettre, à minima tous les 2 ans, un rapport d'avancement sur l'ensemble des problématiques associées à ces risques, avant un dossier final joint à la demande de mise en service. Ce rapport devra présenter la stratégie globale suivie et faire un point des actions associées relatives :

- à la gestion des surpressions dans la chambre à vide ;
- aux risques d'explosion en cas d'entrée d'air dans la chambre à vide ;
- aux risques d'explosion en cas d'entrée d'eau dans la chambre à vide ;
- aux études de conception et aux essais de qualification du système VVPSS ;
- aux situations accidentelles ;
- à la validation des codes utilisés en soutien à ces actions.

Pour le Directeur général et par délégation,

Igor LE BARS,

Adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

Annexe à l'Avis IRSN/2018-00140 du 23 mai 2018

Recommandations

- 1) L'IRSN recommande qu'ITER/O démontre que les situations accidentelles retenues pour le VVPSS modifié sont bien les situations enveloppes couvrant tous les cas de défaillance possibles de ce système.
  
- 2) L'IRSN recommande qu'ITER/O remplace le critère de conception des modules de couvertures d'essais TBM par deux critères cohérents avec les études d'accident relatifs à des limites :
  - de la quantité d'hélium pouvant se déverser dans la chambre à vide en cas de fuites simultanées de tous les modules de couverture TBM.
  - de la quantité d'hélium pouvant se déverser dans la chambre à vide en cas de fuites simultanées de tous les modules de couverture TBM et de défaillance de l'isolement d'un circuit d'hélium d'un module.
  
- 3) L'IRSN recommande que le plan d'actions défini par ITER/O pour l'étude des phénomènes liés à une entrée d'air dans la chambre à vide soit complété :
  - par une extrapolation des caractérisations des poussières des tokamaks existants aux conditions de fonctionnement de l'installation ITER (complément à l'action A1)
  - par une caractérisation des écoulements d'air dans la chambre à vide en fonction du lieu de l'entrée d'air dans cette chambre (complément à l'action A2)