

ITER ORGANIZATION RAPPORT D'INFORMATION 2019

SUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET LA
RADIOPROTECTION DU SITE ITER



china eu india japan korea russia usa

Un réseau de tuyauteries très sophistiquées, les « lignes cryogéniques », connectent le tokamak à l'usine cryogénique. Plus de 25 tonnes d'hélium liquide y circulent pour refroidir les aimants supraconducteurs du tokamak. *Octobre 2019*



Table des matières

Préambule	3
Introduction	4
Présentation d'ITER	6
ITER : une installation de recherche sur la fusion	8
• Objectifs	8
• Réactions de fusion : principes	9
• Présentation de l'installation ITER	9
L'organisation d'ITER	10
• Pays membres	10
• Intervenants au sein de l'installation ITER	11
Évolution du projet et du site	11
• Construction des bâtiments	12
• Les activités de montage des principaux systèmes fonctionnels	14
- Le contrat Construction Management as Agent (CMA)	14
- Les travaux de montage des systèmes fonctionnels	14
Transport / entreposage de matériels classés EIP	15
Dispositions prises en matière de sûreté nucléaire	16
Dispositions générales pour l'organisation de la sûreté	18
Dispositions relatives aux différents risques	19
• Démarche de sûreté	19
• Confinement des matières radioactives et dangereuses	20
• Protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants	21
• Maîtrise des situations d'urgence	21
• Prise en compte du retour d'expérience (REX)	22
Surveillance, inspections, et audits	22
• Surveillance des intervenants extérieurs	22
• Inspections de l'Autorité de Sûreté Nucléaire	23
• Inspections de sûreté nucléaire et audits réalisés par l'exploitant nucléaire	23
Organisation de la radioprotection durant la phase de construction	28
• L'information et la formation	29
• La coordination et la gestion de la co-activité	29
• L'anticipation, l'exécution et la surveillance des tirs radiographiques	29
Incidents et accidents en matière de sûreté nucléaire	30
La nature et les résultats des mesures des rejets radioactifs et non radioactifs de l'installation dans l'environnement	32
Les rejets atmosphériques et liquides	34
• Rejets atmosphériques	34
• Effluents pluviaux	34
• Réseau sanitaire	34
• Suivi des eaux souterraines	35
Mesures de surveillance et impact chimique des rejets	35
• Réseau pluvial	35
• Impact chimique des rejets	35
Impact des rejets radioactifs futurs	35
Les déchets d'ITER	36
Phase de construction	37
Les déchets radioactifs	37
La gestion des déchets radioactifs	38
Les autres nuisances	40
Bruit	41
Analyse des légionnelles	41
Éclairage du chantier	41
Les actions en matière de transparence et d'information	42
Conclusion générale	46
Annexe : planification du projet ITER : une approche par étapes	48
Glossaire	50
Avis du Comité santé et sécurité d'ITER (CHS)	56

L'Europe a finalisé les travaux de génie civil sur le bâtiment tokamak. C'est le démarrage d'une nouvelle phase d'activité: l'installation de la structure du hall de manutention composé de deux rangées de 10 piliers et de 5 modules de toit. *Décembre 2019*



Préambule



Comme l'année précédente, l'Organisation ITER a su maintenir en 2019 un rythme de progression soutenu.

Sur le site de construction de la machine ITER, à Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône), les travaux de génie civil du bâtiment tokamak et du bâtiment diagnostics sont désormais terminés. Dans la perspective de satisfaire les besoins de la phase d'assemblage, une structure de levage et de manutention des grands composants dans le hall d'assemblage et le bâtiment tokamak a été créée. Au mois de décembre, sa charpente métallique était quasiment complète.

L'installation des principaux systèmes de service (ventilation, alimentation électrique, portes, équipements de manutention, ...) ainsi que des « composants procédés » en provenance de plusieurs pays s'est poursuivie dans plusieurs bâtiments conformément aux plannings établis.

La fabrication des pièces de la machine et des systèmes auxiliaires s'est poursuivie au rythme prévu dans les usines des pays « Membres d'ITER ».

En fin d'année, la Corée avait quasiment finalisé la fabrication du premier secteur de chambre à vide (VV6) et livré les premiers segments du bouclier thermique ; en Chine, la bobine annulaire n° 6 (PF6), réalisée sous contrat européen, quittait la chaîne de fabrication à l'automne et le premier des sept modules du solénoïde central était terminé aux États-Unis.

Au mois de Juin, l'Inde célébrait sur le site d'ITER la réalisation à plus de 60% des quatre parties du Cryostat ; au Japon, deux bobines verticales (TF#12 et #13) abordaient les dernières phases de fabrication, tout comme la bobine annulaire n° 6 (PF6) en Russie.

Quant à l'Europe, outre les progrès réalisés dans la construction des bâtiments, elle a lancé la fabrication des

anneaux de compression, poursuivi la fabrication sur site de la bobine annulaire n°5 (PF5) et lancé celle de la bobine annulaire n°2 (PF2).

La protection des travailleurs et du public vis-à-vis des rayonnements ionisants et le respect de l'environnement font partie des préoccupations permanentes de l'Organisation ITER. Afin de limiter l'impact de l'installation sur l'environnement, un nouveau dispositif de décantation, visant à limiter la quantité de matières en suspension dans les effluents pluviaux a été mis en service en 2019.

L'Organisation ITER a continué de veiller au strict respect des exigences de sûreté par l'ensemble des acteurs de la chaîne de fabrication. Cette vigilance repose sur une surveillance continue des activités, complétée par un programme d'audits et d'inspections à chaque étape de l'avancement du programme, sur le chantier de construction comme chez les fournisseurs industriels, où qu'ils se trouvent dans le monde.

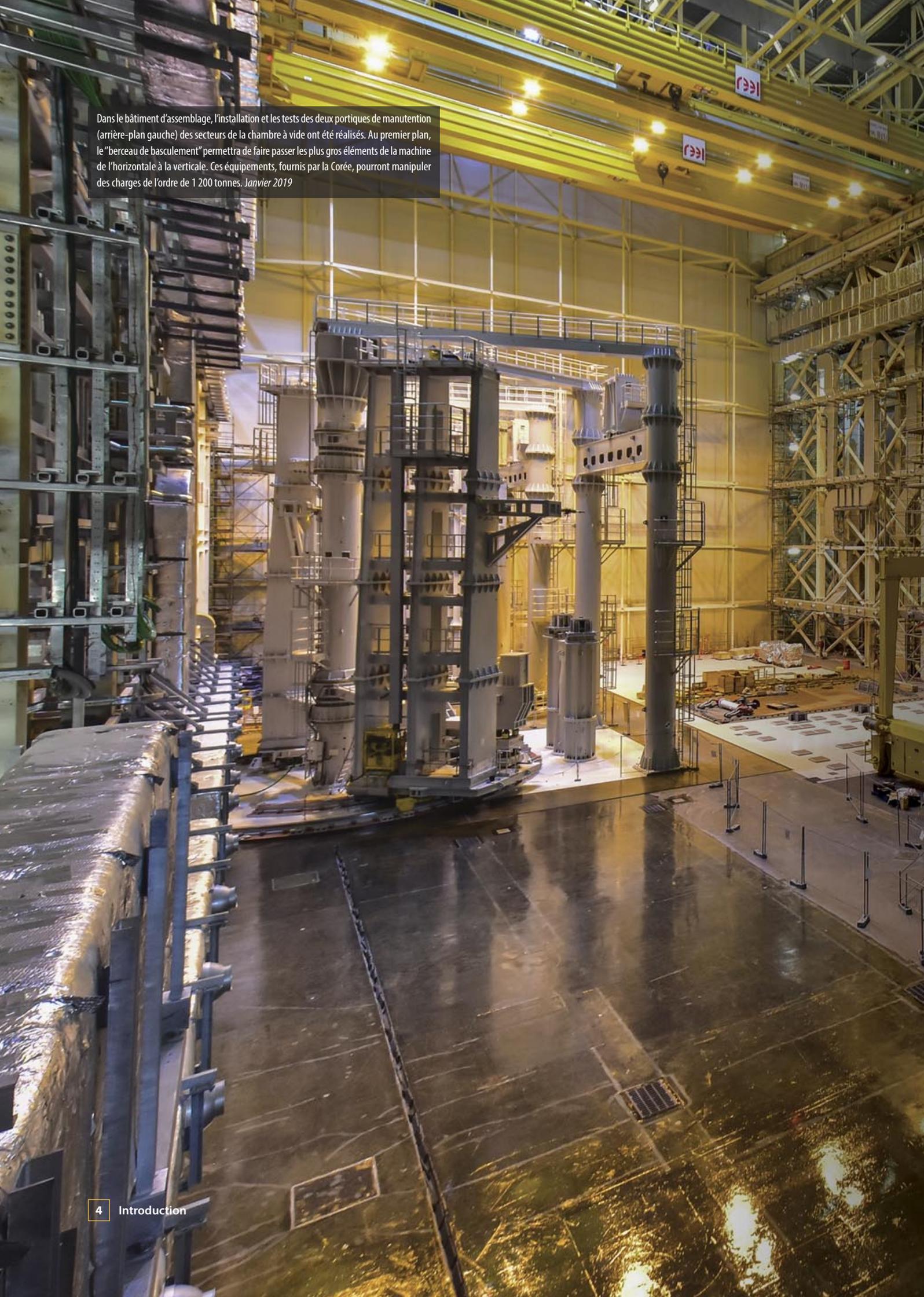
Les activités de construction et de fabrication du programme ITER sont soumises au contrôle de l'Autorité de Sûreté Nucléaire française. En 2019, celle-ci a effectué des inspections sur le chantier de Saint-Paul-lez-Durance et dans les ateliers du fabricant coréen des secteurs de la chambre à vide. Les rapports issus de ces inspections permettent à l'Organisation ITER, outre de vérifier le respect des exigences de sûreté d'améliorer continûment ses pratiques.

S'il procède d'abord d'une obligation réglementaire, le rapport que vous avez entre les mains, le septième depuis que l'autorisation de création de l'Installation nucléaire de base (INB) ITER a été délivrée en 2012, exprime avant tout notre ferme et constante volonté d'informer en toute transparence le public sur les enjeux et les défis du programme ITER.

J'espère que ce document saura répondre à votre attente. Je vous invite à nous contacter ou à consulter notre site internet : <https://www.iter.org/fr/accueil> si vous souhaitez compléter votre connaissance du programme ITER, de sa mise en œuvre et de sa progression.

Bernard Bigot
Directeur général de l'Organisation ITER
St. Paul-lez-Durance
Juin 2020

Dans le bâtiment d'assemblage, l'installation et les tests des deux portiques de manutention (arrière-plan gauche) des secteurs de la chambre à vide ont été réalisés. Au premier plan, le "berceau de basculement" permettra de faire passer les plus gros éléments de la machine de l'horizontale à la verticale. Ces équipements, fournis par la Corée, pourront manipuler des charges de l'ordre de 1 200 tonnes. *Janvier 2019*



INTRODUCTION

Le présent rapport, dit « Rapport TSN », est publié par l'Organisation ITER au titre de l'article 21 de la loi 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (TSN), repris dans le code de l'environnement, article L. 125-15, et spécifié dans l'article 2.8.2 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, dit « arrêté INB ».

En application de ces articles, ce rapport présente des informations dont la nature est fixée par voie réglementaire :

1. Les dispositions prises pour prévenir ou limiter les risques et inconvénients que l'installation peut présenter pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1,
2. Les incidents et accidents, soumis à obligation de déclaration en application des articles L. 591-5, survenus dans le périmètre de l'installation ainsi que les mesures prises pour en limiter le développement et les conséquences sur la santé des personnes et sur l'environnement,
3. La nature et les résultats des mesures des rejets radioactifs et non radioactifs de l'installation dans l'environnement,
4. La nature et la quantité de déchets radioactifs entreposés dans le périmètre de l'installation ainsi que les mesures prises pour en limiter le volume et les effets sur la santé et sur l'environnement, en particulier sur les sols et les eaux.

Pour satisfaire cette exigence, le présent rapport suit le plan présenté en page 1, tel que recommandé par le guide n° 3 de l'Autorité de sûreté nucléaire : « Recommandations pour la rédaction des rapports annuels d'information du public relatifs aux installations nucléaires de base » et adopte le titre qui y est recommandé « Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection du site d'ITER – 2019 ».

Ces informations ont été recueillies pour la première fois en 2014 pour les activités réalisées en 2013. ITER étant en phase de construction, ce rapport s'adapte au suivi de cette étape essentielle du cycle de vie de l'installation nucléaire de base (INB) n° 174, ITER. Certaines dispositions décrites dans ce rapport reprennent pour mémoire certains éléments fournis dans les rapports TSN précédents et qui n'ont pas été modifiés depuis lors.

Conformément aux dispositions de la loi TSN, le Conseil Général des Bouches-du-Rhône a constitué une Commission locale d'information, dénommée « CLI de Cadarache », commune au Centre CEA de Cadarache et à l'installation ITER. En 2019, en application de l'article L. 125-16 du Code de l'environnement, l'Organisation ITER a pris avis auprès de la CLI ITER sur le rapport TSN correspondant à 2018. Cet avis est consultable sur la revue trimestrielle de la CLI².

¹<http://www.iter.org/fr/tsn>

²<http://clicadarache.org>

Le premier des 20 piliers de la structure métallique du hall de manutention a été ancré dans la corniche de support au mois de septembre. À la fin de l'année, la structure, ainsi que la charpente du toit, étaient en place. *Septembre 2019*



PRÉSENTATION D'ITER



L'organisation internationale dénommée « ITER Organization » ou l'Organisation ITER en français, est composée de sept « pays membres », (la République Populaire de Chine, l'Union européenne, représentée par EURATOM, la République d'Inde, le Japon, la République de Corée du Sud, la Fédération de Russie, les États-Unis d'Amérique) ; elle a été établie par l'accord fondateur signé le 21 novembre 2006 à Paris et dit « Accord ITER ».

L'« Accord ITER » est entré en vigueur le 25 octobre 2007 après ratification par tous les signataires. Le texte de l'accord en français est disponible sur le site internet de l'Organisation ITER³ et sur le site de l'Agence internationale de l'énergie atomique⁴.

Cet accord établit dans son article I.2 que « le siège de l'organisation ITER est sis à Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône), ITER Headquarters, Route de Vinon, 13115 Saint Paul Lez Durance ». La mise en œuvre de l'« Accord ITER » sur le territoire français est en particulier liée à l'application de la réglementation française tel que spécifié dans son article 14.

ITER est l'installation nucléaire de base (INB) n° 174 selon l'annexe 1 à la décision n° 2016-DC-0538 de l'Autorité de sûreté nucléaire en date du 21 janvier 2016, établissant la liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2015. La nature d'ITER, « Expérimentation de réaction de fusion nucléaire dans des plasmas de tritium et deutérium », et sa « catégorie 1 » y sont également identifiées. Le décret n° 2012-1248 du 9 novembre 2012⁵ a autorisé l'exploitant nucléaire « ITER Organization » à créer cette installation sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône).

Article 14 de l'Accord ITER

Santé publique, sûreté, autorisations et protection de l'environnement.

ITER Organization respecte les lois et réglementations nationales applicables de l'État Hôte dans les domaines de la santé et de la sécurité publiques, de l'hygiène et la sécurité du travail, de la sûreté nucléaire, de la radioprotection, du régime des autorisations, des substances nucléaires, de la protection de l'environnement et de la protection contre les actes de malveillance.

ITER : une installation de recherche sur la fusion Objectifs

L'« Accord ITER » signé sous les auspices de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a mis à la disposition des pays membres un projet complet, détaillé et pleinement intégré, pour une installation de recherche visant à démontrer la faisabilité de la fusion en tant que source d'énergie : ITER est une installation de recherche sur la fusion, dont l'objectif principal est de produire des réactions de fusion de manière à démontrer la faisabilité scientifique et technique de la fusion comme source massive et continue d'énergie primaire.

L'exploitation d'ITER a pour but de démontrer d'une part qu'il est possible d'entretenir durant plus de six minutes un plasma produisant une puissance de fusion de 500 MW, dix fois supérieure à la puissance de chauffage qui aura été fournie à ce plasma, et d'autre part que les réactions de fusion dans le plasma peuvent être maintenues en permanence avec une puissance de fusion réduite.

En parallèle, l'installation permettra de tester et optimiser des procédures et des équipements pour les futurs réacteurs de fusion qui produiront de l'électricité, ce qui suppose de :

- développer des systèmes et des composants nécessaires pour contrôler un plasma et maintenir sa fusion en état stationnaire avec, pour ITER, un objectif double : utiliser des composants industriels autant que possible et satisfaire toutes les conditions expérimentales choisies,
- réaliser des expérimentations de production de tritium in situ dans des modules installés à l'intérieur de la machine,
- réaliser des essais d'ignition contrôlée,
- développer des robots dans le but d'intervenir à l'intérieur de la machine pour en assurer sa maintenance sans intervention humaine directe. Dans cet objectif, plusieurs concepts de robots sont en cours de développement (*conception préliminaire et R&D*) dans le cadre de collaborations industrielles pour des opérations diverses (découpe, soudage, inspection, prélèvement d'échantillons, aspiration de particules de poussière, ...).

³ http://www.iter.org/doc/www/content/com/Lists/WebText_2014/Attachments/245/ITERAgreement_fr.pdf

⁴ <https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/agreement-establishment-iter-international-fusion-energy-organization-joint-implementation-iter-project>

⁵ <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000026601187>

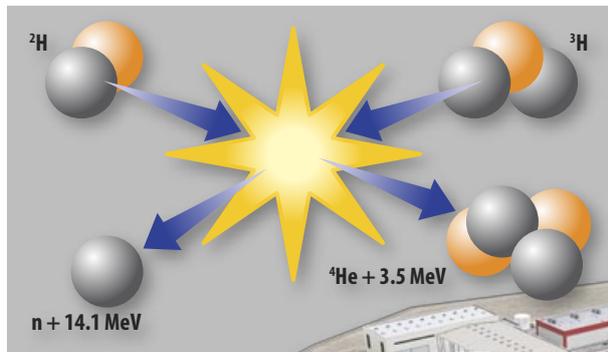
Réactions de fusion : principes

Dans une réaction de fusion, les noyaux de deux atomes légers se combinent pour former un noyau plus lourd, libérant en même temps une grande quantité d'énergie. Pour que ce phénomène présente un bilan positif en matière d'énergie, il faut parvenir à fusionner un nombre suffisant de ces noyaux à un instant donné, expliquant par là même la taille minimale de l'installation.

Pour obtenir des réactions de fusion avec le maximum d'efficacité, ITER utilisera deux isotopes particuliers de l'hydrogène :

- le deutérium, dont le noyau contient un proton et un neutron,
- le tritium qui est constitué d'un proton et de deux neutrons.

Réaction deutérium – tritium ©D.R.



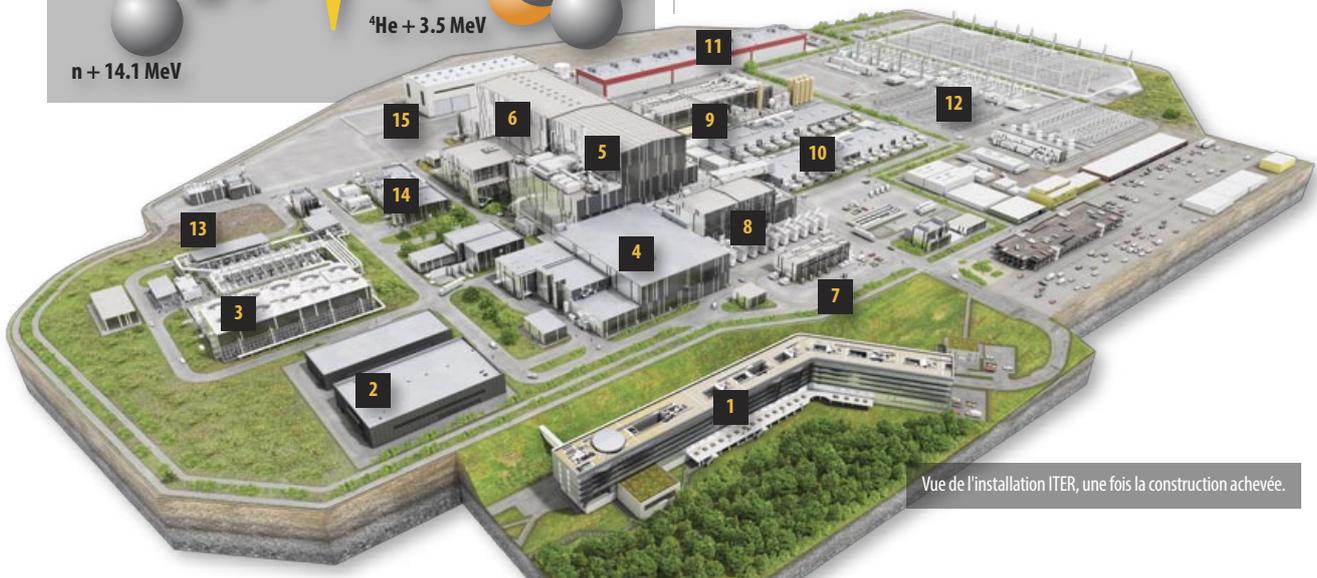
Cette réaction se produit dans un plasma. Le plasma, porté à une température de plus de 100 millions de degrés Celsius en son centre, est produit dans la chambre à vide d'une machine de fusion appelée « tokamak ». Des aimants sous forme de bobines magnétiques créent un champ magnétique intense qui comprime et maintient ce plasma extrêmement chaud en lévitation, sans contact avec les parois, dans une enceinte sous vide appelée « chambre à vide ».

Présentation de l'installation ITER

ITER est implanté sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance dans le département des Bouches-du-Rhône, à 40 km au nord-est d'Aix-en-Provence, à la limite des départements du Vaucluse, du Var et des Alpes-de-Haute-Provence. Situé au confluent de la Durance et du Verdon, à l'extrémité sud de la vallée de la moyenne Durance, le site ITER jouxte le centre CEA de Cadarache au nord-est, dans la zone appelée « La Verrerie », à moins de 5 km du village de Vinon-sur-Verdon.

Le site occupe une surface totale d'environ 180 hectares, dont seulement 90 ont été actuellement viabilisés pour accueillir les trente-neuf bâtiments et installations techniques d'ITER.

L'installation ITER (actuellement en construction) se présentera de la manière suivante, une fois achevée :



Vue de l'installation ITER, une fois la construction achevée.

- | | | |
|--|---|---|
| 1 Siège ITER | 8 Bâtiments d'alimentation électrique haute tension des faisceaux de neutres | 13 Bâtiment pour la préparation de l'assemblage du tokamak |
| 2 Bâtiment de la salle de conduite | 9 Bâtiment des compresseurs de l'installation cryogénique | 14 Bâtiment des utilités |
| 3 Bassins et tours de refroidissement | 10 Bâtiments de conversion de puissance pour l'alimentation des aimants | 15 Bâtiment de fabrication du cryostat |
| 4 Bâtiments du complexe des cellules chaudes | 11 Bâtiment de fabrication des bobines de champ poloidal | |
| 5 Bâtiments du complexe tokamak | 12 Installations haute tension | |
| 6 Bâtiment d'assemblage | | |
| 7 Bâtiments d'alimentation des faisceaux de neutres | | |

Illustration © Fusion for Energy



À la fin 2019, 929 personnes, dont une majorité de ressortissants de l'Union européenne, étaient directement employées par l'Organisation ITER. Novembre 2019

Le périmètre nucléaire d'ITER entoure l'Installation nucléaire de base (INB) ITER (zone INB) et est constitué essentiellement :

- du complexe tokamak (le bâtiment tokamak qui abritera la machine ITER proprement dite, le bâtiment tritium, le bâtiment diagnostics),
- du bâtiment des cellules chaudes, du bâtiment de traitement des déchets radioactifs et du bâtiment d'accès en zone contrôlée, appelés également bâtiments du complexe des cellules chaudes,
- des bâtiments abritant les systèmes auxiliaires nécessaires au fonctionnement du tokamak (équipements pour les alimentations électriques, tours de refroidissement, système cryogénique, ...) et le bâtiment de la salle de conduite.

A cette zone s'ajoute une zone de services, externe à l'INB, comprenant notamment le bâtiment du siège, un ensemble comprenant le bâtiment de contrôle d'accès au site, les parkings du personnel d'ITER et des visiteurs, le bâtiment médical, le bâtiment de contrôle d'accès à la zone du chantier, la station de traitement des eaux usées, un bassin pour recueillir les eaux pluviales, quatre bassins pour recueillir les effluents des eaux de refroidissement, ainsi que la station du Réseau de Transport d'Électricité (RTE).

L'organisation d'ITER

L'organisation d'ITER est définie par l'« Accord ITER », signé le 21 novembre 2006 à Paris par les représentants des pays membres : **la République Populaire de Chine, l'Union européenne, la République d'Inde, le Japon, la République de Corée du Sud, la Fédération de Russie et les États-Unis.**

Pays membres

Les membres d'ITER ont mis en commun leurs ressources scientifiques, techniques, industrielles et financières afin de démontrer la faisabilité de la production de l'énergie de fusion à des fins pacifiques.

L'Europe assume une grande partie du coût de construction de l'installation (45,6 %) ; la part restante est assumée de manière égale par les partenaires non-européens, Chine, Inde, Japon, Corée du Sud, Russie et États-Unis (9,1 % chacun).

La contribution des membres se fait essentiellement « en nature », sous forme de fourniture à l'Organisation, des bâtiments, pièces et systèmes de l'installation que cette dernière doit réceptionner, assembler et qualifier en vue de son fonctionnement nominal.

Les sept partenaires membres du programme international ITER se sont dotés d'agences domestiques qui assurent l'interface entre les gouvernements nationaux et l'Organisation ITER. Ces agences, en tant qu'entités

légalistes indépendantes emploient leur propre personnel, gèrent leur propre budget, et mettent en place des contrats directement avec les fournisseurs industriels.

L'Organisation ITER a également conclu deux accords pluriannuels de coopération technique avec des pays non-membres : l'Australie en 2016 (via l'agence australienne pour la science et la technologie ANSTO), et le Kazakhstan en 2017 (via le centre nucléaire national du Kazakhstan).

Intervenants au sein de l'installation ITER

Fin 2019, 929 personnes, dont une majorité de ressortissants de l'Union européenne, étaient directement employées par l'Organisation ITER. Ce nombre n'inclut ni le personnel en sous-traitance, ni le personnel de chantiers et les membres des sept agences domestiques localisées dans les états des sept pays membres d'ITER.

Pour ce qui concerne l'activité de construction proprement dite, environ 1400 personnes supplémentaires travaillaient fin 2019 sur le site ITER soit directement pour l'Organisation ITER, soit pour l'agence domestique européenne (Fusion for Energy - F4E). Dans les bureaux qui jouxtent le chantier travaillent 70 agents de F4E et 270 personnes appartenant à des sociétés extérieures, sous-traitantes de F4E (études, suivi et construction). Près de 1060 personnes étaient directement affectées aux travaux de construction sur le chantier (génie civil).

Environ 600 personnes sont par ailleurs mobilisées par l'Organisation ITER pour les activités d'installation, dont 430 directement sur le chantier.

Évolution du projet et du site

Au cours de l'année 2019, le projet a progressé au rythme prévu dans pratiquement tous les secteurs excepté pour ce qui concerne la fabrication de certains secteurs de la chambre à vide. Ainsi, plus de 68% du périmètre total des activités indispensables à la production du premier plasma, prévu pour décembre 2025, a été accompli. Ce périmètre recouvre, d'un bout à l'autre du cycle de construction, les activités suivantes : conception des composants, fabrication des éléments de la machine et des systèmes de l'installation, construction des bâtiments, expédition et livraison, assemblage et installation des composants, qualification avant mise en service.

L'avis du Conseil ITER

Le Conseil ITER est l'instance de gouvernance qui supervise l'ensemble du projet ITER. Il est constitué de représentants de chaque membre ITER (au maximum 4 représentants par membre) au niveau ministériel ou équivalent, et se réunit au moins deux fois par an. Le Conseil est responsable de la promotion, de la conduite générale et de la supervision des activités de l'Organisation ITER.



Signataires de l'Accord ITER, la Chine, l'Union européenne, l'Inde, le Japon, la Corée, la Russie et les États-Unis partagent le coût de construction, la préparation de la phase opérationnelle et la gouvernance du programme ITER. Novembre 2019

Au cours de sa 25^e séance fin novembre 2019, le Conseil ITER a analysé les rapports d'avancement et les indicateurs de performance du programme et constaté que les progrès demeuraient soutenus et la performance solide. Respectant un calendrier particulièrement contraignant et des exigences technologiques sans précédent, l'Organisation ITER et les Agences domestiques ont continué d'œuvrer de manière efficace et intégrée.

Le conseil a formulé les conclusions suivantes :

- **Progrès des fabrications et de la construction :** depuis le mois de janvier 2016, 42 étapes programmatiques définies par le Conseil (« Council milestones ») ont été franchies. Pour l'ensemble des pièces, systèmes et structures d'ITER, les progrès sont substantiels (voir encadré).
- **Préparation pour la phase d'assemblage :** Le Conseil a passé en revue l'ensemble des mesures prises pour préparer le démarrage de la phase d'assemblage en 2020. L'analyse exhaustive et indépendante de la stratégie pour l'assemblage et l'installation, mandatée par le Conseil, a livré des conclusions positives, tout en notant que des améliorations pouvaient encore être apportées dans certains domaines.

Au terme d'un appel d'offres international, l'Organisation ITER a signé deux importants contrats pour l'assemblage du tokamak. Ces deux contrats, qui courent jusqu'en 2024, couvrent l'assemblage et l'installation du cœur du tokamak (secteurs de chambre à vide, écran thermique, bobines supraconductrices, pénétrations, cryostat, instrumentation ainsi que les structures de refroidissement et de support associées).

En marge du Conseil, l'Organisation ITER, l'agence domestique européenne et les *National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology* japonais ont signé un accord de coopération.

- **Soutien des membres d'ITER :** le Conseil s'est félicité des efforts consentis par l'ensemble des membres pour honorer leurs engagements, tant en nature que financiers, de manière à mettre en œuvre dans les meilleures conditions la stratégie visant à produire un

premier plasma en 2025. Il a toutefois été souligné que, si ce soutien venait à fléchir et que certains membres ITER continuaient à ne pas strictement respecter le calendrier de versement des contributions financières, cet objectif ne pourrait pas être atteint. Le Conseil a donc réaffirmé la nécessité, pour chacun des membres, d'honorer leurs engagements, tant en nature que financier, dans le respect des échéances.

Les membres du Conseil ont réaffirmé l'importance des objectifs et des enjeux du programme ITER. Ils sont déterminés à continuer d'œuvrer ensemble à son succès. Le Conseil a félicité l'équipe intégrée ITER pour son engagement et pour l'efficacité des collaborations qu'elle a su développer pour maintenir le programme sur la voie du succès. Le Conseil continuera de suivre de très près l'évolution des résultats du programme et de prodiguer tout le soutien nécessaire pour en maintenir la dynamique.

Les faits marquants relatifs à l'année 2019 : fabrication, construction, essais, livraison de matériel

- L'Europe a finalisé les travaux de génie civil du bâtiment tokamak et sera en mesure de transférer le bâtiment à l'Organisation ITER au printemps 2020.
- L'Inde a finalisé la fabrication de la base et du cylindre inférieur du cryostat et les a transférés à l'Organisation ITER.
- La Corée a quasiment finalisé la fabrication du premier secteur de chambre à vide et les premiers segments du bouclier thermique ont été livrés sur site. C'est également le cas pour l'imposant « outil de basculement » qui, avec les deux outillages d'assemblage, permettront de mettre en œuvre deux lignes d'assemblage pour les secteurs de chambre à vide associés aux bobines de champ toroïdal (TF, verticales) et aux segments de l'écran thermique.
- L'Europe et la Chine ont récemment célébré la fin des travaux de la première des bobines de champ poloïdal (PF, annulaire) tandis qu'une autre bobine PF, fabriquée sur site, sera prête pour les tests cryogéniques au début de l'année 2020.
- Dans l'usine cryogénique comme dans les bâtiments de conversion électrique, la mise en place des équipements en provenance de Chine, d'Europe, d'Inde, de Corée et de Russie se poursuit, et les premières lignes cryogéniques sont en cours d'installation dans le bâtiment tokamak.
- Aux États-Unis, les tests du premier module du solénoïde central seront bientôt terminés. Les deux premières bobines de champ toroïdal, l'une fabriquée au Japon et l'autre au Japon et en Europe, seront livrées au tout début de l'année 2020.

Construction des bâtiments

Durant l'année 2019, la construction des différents bâtiments par l'agence domestique européenne s'est poursuivie. En effet, l'installation des systèmes et équipements des bâtiments (ventilation, alimentation électrique, portes, équipements de manutention, ...) et des composants « procédé » dans les bâtiments auxiliaires a progressé à un rythme soutenu. Les premiers composants (cryogénie, électricité et ventilation, ont été installés dans le niveau inférieur du complexe tokamak).

La construction et l'aménagement du bâtiment du complexe tokamak se sont poursuivis. Les travaux de génie civil du bâtiment diagnostics, du bâtiment tokamak et des premiers niveaux du bâtiment tritium sont achevés et la charpente métallique du hall de manutention est en cours de montage. Les premiers niveaux de ces bâtiments ont fait l'objet de travaux de finition et sont peints en vue d'accueillir les premiers supports des lignes de cryogénie, des chemins de câbles et de la ventilation.

Les portes lourdes des cellules de traversées ainsi que les portes conventionnelles sont en cours d'installation et de réglage à tous les niveaux du bâtiment du complexe tokamak.

La mezzanine dans la salle des réservoirs de vidange du système de refroidissement est finalisée. Enfin, le système de supportage de la machine tokamak est prêt à accueillir la base du cryostat.

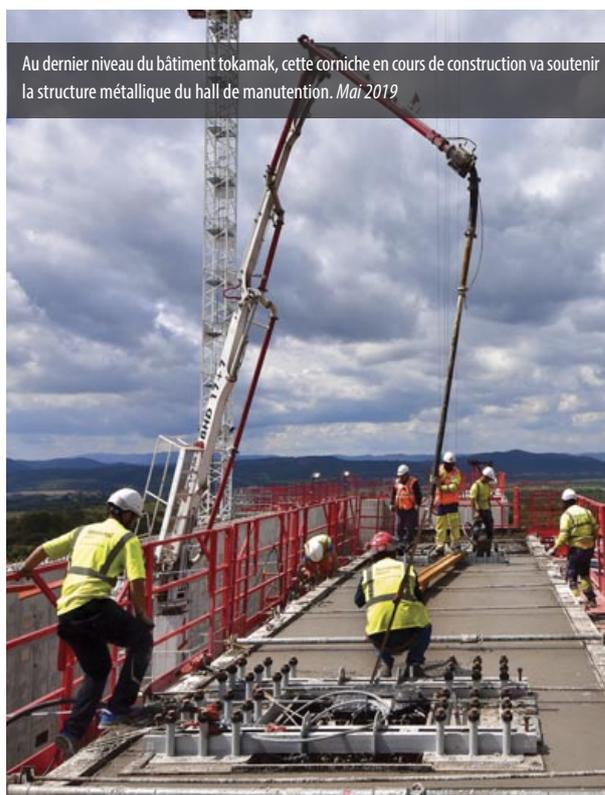
L'état d'avancement de la construction du complexe tokamak en 2019 ainsi que les dates des faits marquants sont résumées ci-après :

- Le génie civil de tous les niveaux des bâtiments tokamak et diagnostics sont achevés ;
- La dalle du niveau L2 du bâtiment tritium a été finalisée et équipée d'une étanchéité provisoire en attendant la reprise des travaux prévue en 2021 ;
- Les travaux de finitions et de peinture sont achevés dans le bâtiment diagnostics et sont en cours (achevés pour le niveau inférieur B2) dans le bâtiment tokamak ;
- L'érection de la charpente métallique du hall de manutention ainsi que la pose du bardage sont en cours et seront achevées en mars 2020 ;
- Le mur de protection biologique est peint jusqu'au niveau L4. Un plancher métallique a été installé en partie haute en vue de sécuriser les travaux préparatoires de l'assemblage dans le puits du tokamak ;

- La couronne béton du supportage du tokamak ainsi que l'installation des appuis hémisphériques glissants sont réalisées ;
- L'installation et le réglage des portes lourdes des cellules d'accès au tokamak sont en cours et se poursuivront au cours de l'année 2020 ;
- Les travaux de rebouchage de trémies à l'intérieur du complexe tokamak ont démarré et se poursuivront les années à venir.

La réalisation du complexe tokamak requiert de qualifier les matériaux et les procédures de mise en œuvre associées. À titre d'exemple, des maquettes représentatives des travaux de rebouchage des trémies à l'échelle 1 ont permis de valider et d'adapter les procédures de coulage du béton dans des zones exiguës et, quand nécessaire, autour de fourreaux métalliques noyés. Ces maquettes ont été réalisées pour différentes géométries de trémies et avec différentes formulations de béton.

L'avancement de la construction des bâtiments auxiliaires est résumé dans le Tableau 2.



Au dernier niveau du bâtiment tokamak, cette corniche en cours de construction va soutenir la structure métallique du hall de manutention. Mai 2019

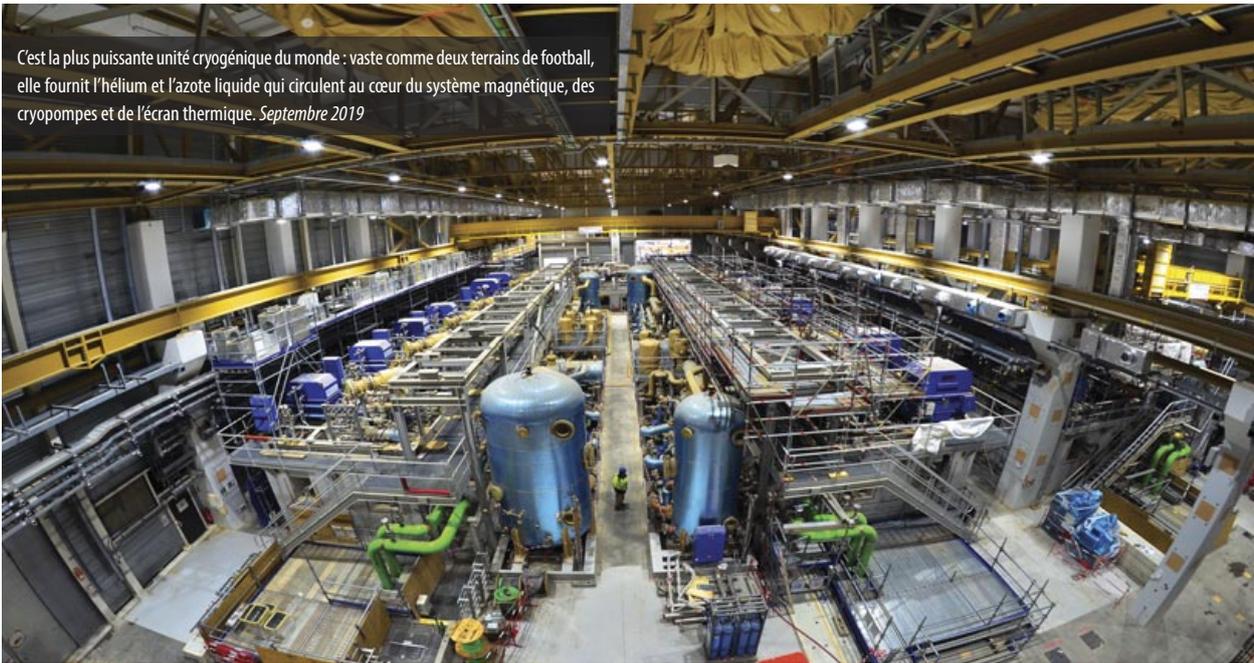
Tableau 1. Avancement des activités au niveau du complexe tokamak.

BÂTIMENTS (N°)	DATE	ACTIVITÉS
Tokamak (11)	Janvier 2019	Pose des 1 ^{ères} portes lourdes des cellules d'accès au tokamak
	Février 2019	Installation des 1 ^{ers} supports de la ventilation et des chemins de câbles
	Mars 2019	Coulage du 4 ^e et dernier plot de béton de la couronne de supportage du tokamak
	Juillet 2019	Mise en place des appuis hémisphériques glissants sur la couronne de supportage du tokamak
	Septembre 2019	Qualification sur maquette des travaux de rebouchage des trémies
	Octobre 2019	Fin des gros travaux de bétonnage
	Novembre 2019	Démarrage érection de la charpente métallique du hall de manutention
	Décembre 2019	Fin des travaux de peinture dans le puits du tokamak
Tritium (14)	Janvier 2019	Finalisation étanchéité de la dalle du niveau L2
Diagnostics (74)	Décembre 2019	Poursuite de la pose des portes aux niveaux B2, B1, L1 et L2

Tableau 2. Avancement des travaux au niveau des bâtiments auxiliaires.

BÂTIMENTS (N°)	DATE	ACTIVITÉS
Bâtiment d'assemblage (13)	Novembre 2019	Travaux de peinture du sol achevés
Utilités (61)	Décembre 2019	Travaux de modification/adaptation et des utilités en cours d'achèvement
Usine cryogénique (51-52)	Décembre 2019	Utilités en cours d'achèvement
Chauffage par radio fréquence (15)	Décembre 2019	Travaux de génie civil achevés et installation des utilités à venir
Alimentation électrique (36)	Septembre 2019	Livraison du bâtiment

C'est la plus puissante unité cryogénique du monde : vaste comme deux terrains de football, elle fournit l'hélium et l'azote liquide qui circulent au cœur du système magnétique, des cryopompes et de l'écran thermique. *Septembre 2019*



Les activités de montage des principaux systèmes fonctionnels

En 2019, les activités de montage des principaux systèmes fonctionnels se sont poursuivies en parallèle des travaux de génie civil. Les travaux de montage sont réalisés via des contrats spécifiques placés directement par l'Organisation ITER. Pour la majeure partie, ces contrats sont signés ou en cours de finalisation avec les industriels. Ces contrats d'installation sont établis sur la base des spécifications techniques produites par les départements d'ingénierie de l'Organisation ITER, mais les entreprises d'installation déploient leurs propres méthodologies de construction. La conformité des réalisations est sous la responsabilité de l'Organisation ITER supporté par le CMA (*Construction Management as Agent*), qui assure la maîtrise d'œuvre d'exécution des travaux.

Le contrat Construction Management as Agent (CMA)

Ce contrat de maîtrise d'œuvre d'exécution a démarré en 2016. En plus d'une mission de gestion transverse des activités de construction qui intègre le pilotage opérationnel des coûts, planning et risques, le CMA a pour rôle de coordonner opérationnellement les activités de construction dans les bâtiments et zones où l'installation des composants systèmes est en cours. Ceci implique une gestion forte du planning de réalisation et des co-activités, notamment au travers d'un système de permis de travaux centralisé déployé progressivement sur tout le site.

Vis-à-vis des activités de construction, le CMA s'assure de l'intégration des contraintes du site dans les dossiers préparatoires des entreprises d'installation, met en œuvre une supervision technique des travaux et s'assure de la bonne préparation des dossiers en vue du transfert des

installations vers l'équipe d'exploitation de l'Organisation ITER, équipe en charge des essais de démarrage puis de l'exploitation de l'installation.

Les équipes du CMA travaillent en lien étroit avec les équipes du département construction de l'Organisation ITER.

Les travaux de montage des systèmes fonctionnels

Au cours de l'année 2019, les principaux travaux d'installation et de montage ayant eu lieu sont les suivants :

- **Travaux d'assemblage dans le bâtiment utilités (bâtiment 61) :**

L'installation des systèmes équipant le bâtiment 61 a été complétée en 2019, les seuls travaux restant concernant la finalisation de la ventilation du bâtiment. Les systèmes extérieurs au bâtiment sont installés et les essais de démarrage (par l'équipe d'exploitation de l'Organisation ITER) démarrent en début 2020.

- **Installation et tests des outillages d'assemblage des secteurs de la chambre à vide (Sector Sub Assembly Tool - SSAT) dans le bâtiment d'assemblage (bâtiment 13) :**

Dans le bâtiment d'assemblage, l'installation et les tests des deux outillages d'assemblage des secteurs de la chambre à vide ont été réalisés. Ces outillages sont destinés à permettre le pré-montage des composants de la chambre à vide à l'intérieur du bâtiment. Par ailleurs, en parallèle de la finalisation des travaux et des tests de la ventilation du bâtiment, les travaux de peinture du sol ont été réalisés et l'outil de basculement des secteurs de la chambre à vide a été installé. Les tests de cet outillage sont prévus début 2020, en vue d'accueillir le premier secteur avant l'été 2020.

- **L'installation des systèmes de l'usine cryogénique (bâtiments 51-52 et zone 53) :**

Fin 2019, les systèmes de l'usine cryogénique sont installés. Le montage des systèmes fait intervenir différentes entités placées sous le contrôle de l'Organisation ITER, et des agences domestiques européenne et indienne. L'important travail de montage des différents réseaux et les tests en pression a très fortement progressé en 2019. Les essais de démarrage des systèmes sont prévus pour débuter durant l'été 2020.

- **L'installation des systèmes des bâtiments de conversion de puissance pour l'alimentation des aimants (bâtiments 32-33) :**

Les bâtiments ont été réceptionnés en 2019. En plus de la finalisation de l'installation du circuit de réfrigération des systèmes hébergés dans le bâtiment (réalisée majoritairement en 2018), les opérations concernant les équipements électriques fournis par les agences domestiques chinoise, coréenne et russe ont été lancées. L'installation de ces systèmes est prévue pour être finalisée au premier semestre 2020. À l'extérieur du bâtiment, l'installation des transformateurs de courant alternatif à courant continu est quasi terminée.

- **La construction des ouvrages de refroidissement et bassins (bâtiments 67, 68, 69) :**

En 2019, la construction des tours de refroidissement est en cours de finalisation. L'installation des circuits est, elle aussi, en voie d'être complétée. Les systèmes de pompage et de circulation de l'eau de refroidissement sont en place. Le démarrage des tests à froid des systèmes a commencé fin 2019, et les essais de démarrage de l'installation sont prévus pour mi-2020.

- **L'installation des équipements dans le complexe tokamak (bâtiments 11, 74, et 14) :**

Fin 2019, les tuyauteries des systèmes de ventilation, les lignes cryogéniques alimentant les aimants supraconducteurs et les dispositifs d'alimentation électrique sont en cours d'installation au niveau B2 du complexe tokamak. Ces actions se déroulent dans le bâtiment diagnostics (74), et le bâtiment tokamak (11), les travaux dans le bâtiment tritium étant prévus plus tard dans la séquence d'installation. Au regard de la co-activité entre les travaux de finalisation du génie civil (peinture, rebouchage de trémies, installation de portes,...) et les travaux d'installation des systèmes, la gestion de l'imbrication des travaux est un point crucial des travaux prévus pour la suite du projet. L'efficacité de la coordination entre les équipes de l'Organisation ITER (ingénierie et construction), celles de l'agence domestique européenne, et celles et de leurs supports techniques respectifs est une des clefs de la réussite de l'installation dans le bâtiment tokamak. Il est important de noter qu'en parallèle des activités

principales décrites ci-dessus, un grand nombre d'actions ont été mises en œuvre afin de préparer le montage des composants de la machine et de permettre au site de fonctionner. À titre d'exemple, il est possible de citer :

- Pour le cryostat, la finalisation des travaux de construction de la base, du cylindre inférieur et du cylindre supérieur, ainsi que leur mise en cocon en amont de leur future installation,
- La construction de bâtiments modulaires pour le stockage et la préparation des composants dans les conditions requises par leur préservation,
- La mise en opération du bâtiment de distribution électrique du site (bâtiment 36).

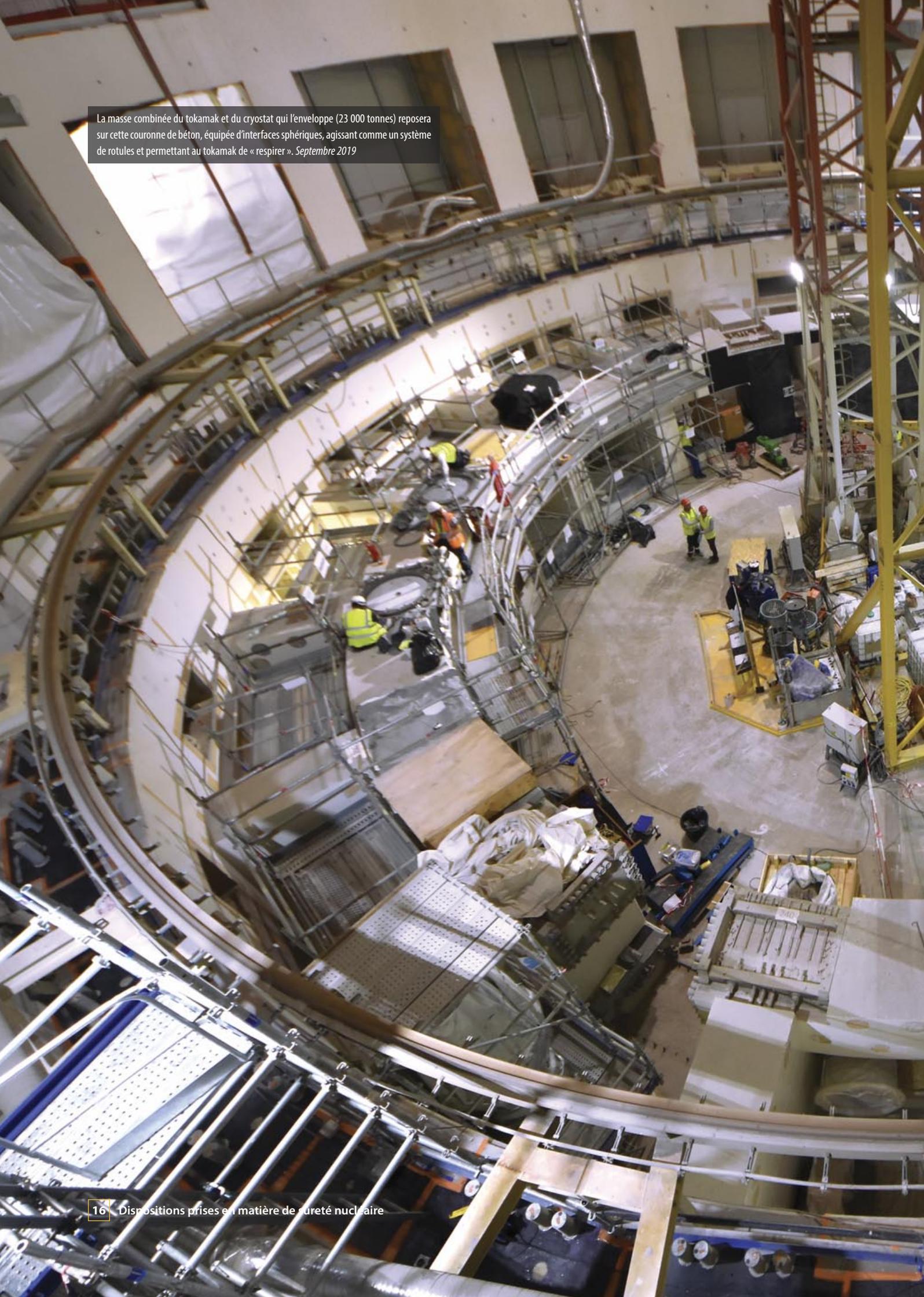
Transport / entreposage de matériels classés EIP

En 2019, plus de 2000 Éléments Importants pour la Protection (EIP) ont été transportés sur le site ITER. Parmi eux, quelques équipements provenaient des accords de fourniture en nature des agences domestiques, comme par exemple les secteurs de la base du cryostat, envoyés par l'agence domestique indienne, ou des éléments du système de vide auxiliaire, expédiés par l'agence domestique américaine. La plupart des équipements reçus provenaient toutefois des contrats de fourniture directe de l'Organisation ITER, dont en particulier des tuyauteries pour le système de refroidissement du tokamak, en provenance d'Allemagne, ou des plaques d'acier destinées au système de détritiation, en provenance du Royaume-Uni.

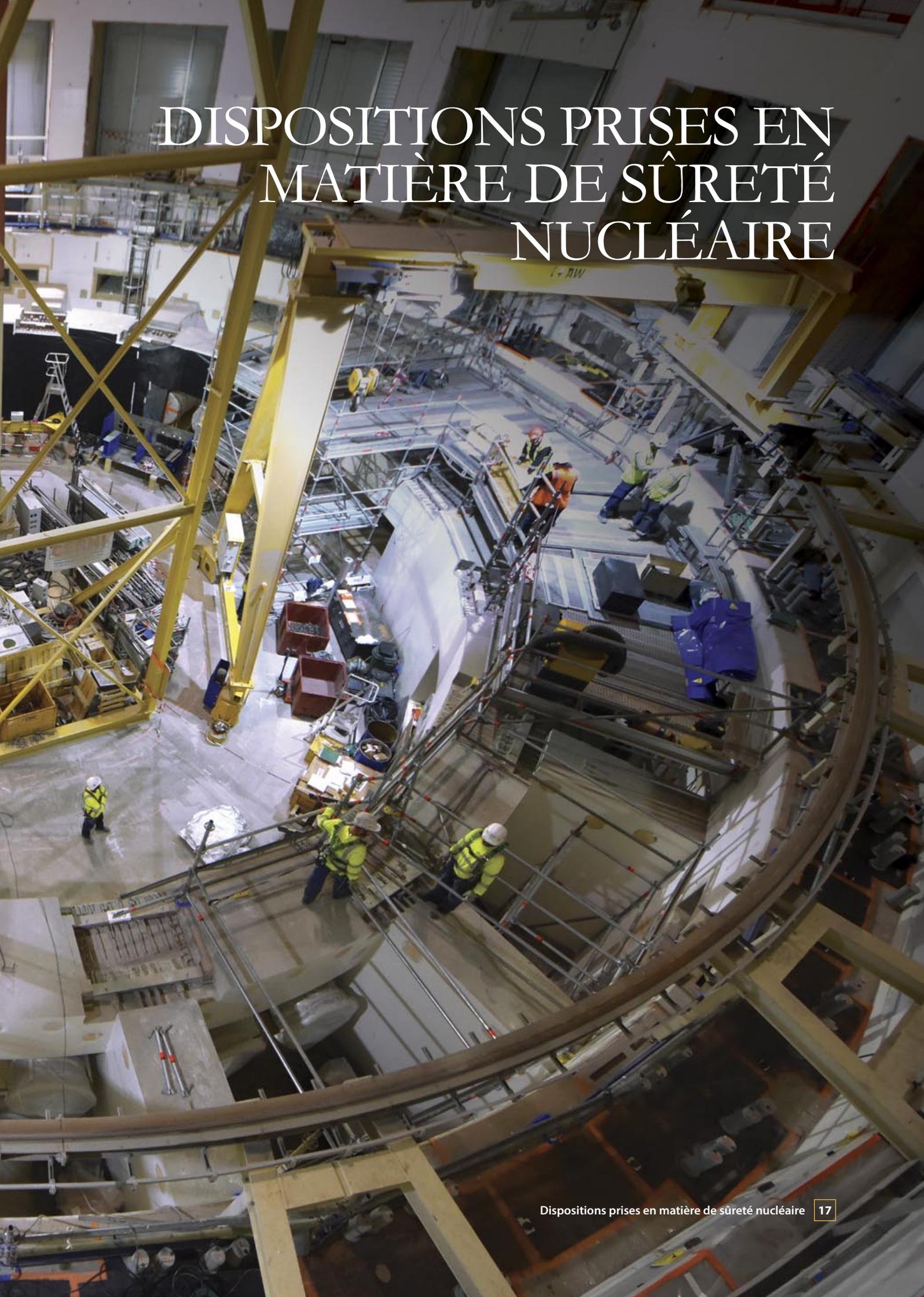
À leur réception, les différents équipements sont soumis à une première inspection par différents spécialistes afin de vérifier leur état. Ces équipements sont ensuite placés en stockage temporaire, soit dans l'entrepôt de la zone 2 du site ITER, soit dans des entrepôts hors du site, à Port-Saint-Louis-du-Rhône. Certains peuvent par ailleurs être envoyés pour préfabrication dans les ateliers d'entreprises partenaires. Pour leur part, les secteurs de la base du cryostat ont été transportés dans l'atelier du cryostat pour assemblage.

Un étiquetage spécifique a été mis en place sur les emballages externes des différents composants. De même, dans le système de gestion utilisé par l'Organisation ITER, des attributs spécifiques ont également été développés, afin de garantir une identification et une traçabilité adaptée des éléments réceptionnés. Les activités de préservation nécessaires à la protection des composants entreposés sont réalisées de façon régulière et documentée. Le personnel de l'Organisation ITER assure la surveillance des intervenants extérieurs conformément aux procédures et instructions de travail approuvées.

La masse combinée du tokamak et du cryostat qui l'enveloppe (23 000 tonnes) reposera sur cette couronne de béton, équipée d'interfaces sphériques, agissant comme un système de rotules et permettant au tokamak de « respirer ». *Septembre 2019*



DISPOSITIONS PRISES EN MATIÈRE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



Les dispositions prises en matière de sûreté nucléaire ont été soumises à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) dans le cadre de la demande d'autorisation de création d'ITER en 2010. Le rapport préliminaire de sûreté (RPrS) présenté en enquête publique est la pièce du dossier de la demande d'autorisation de création qui contient la démonstration de sûreté. Sur cette base et suite aux examens du groupe permanent spécialisé, le décret n° 2012-1248 du 9 novembre 2012 a autorisé la création de l'installation ITER n° 174.

Dans sa décision 2017-DC-0601 du 24 août 2017, l'ASN a demandé, via des prescriptions techniques, la mise à jour de ce rapport deux ans avant le premier plasma, prévu pour 2025.

Dispositions générales pour l'organisation de la sûreté

L'Organisation ITER est l'exploitant nucléaire responsable de la sûreté nucléaire devant le Gouvernement français et son Autorité de sûreté nucléaire, l'ASN.

À ce titre, l'Organisation ITER est responsable de la conception, de la fabrication et de la construction d'ITER, ainsi que de son exploitation jusqu'à la mise à l'arrêt définitif.

Au sein de l'Organisation ITER, le département sûreté est en charge de toutes les questions relatives à la protection de l'environnement, la sûreté nucléaire, la santé et la sécurité au travail et la protection contre les actes de malveillance, ainsi que l'obtention des autorisations nécessaires. Il doit veiller à ce que la sûreté et la sécurité soient prises en compte de manière prioritaire dans le projet ITER et sur toutes ses phases, avec tous les acteurs concernés, dans le respect de la réglementation française dans ce domaine.

En 2019, l'organisation du département sûreté s'articulait de la façon suivante :

- Une division « santé, sécurité et protection physique », responsable de toutes les questions liées à la santé et sécurité au travail et à la protection physique des installations.

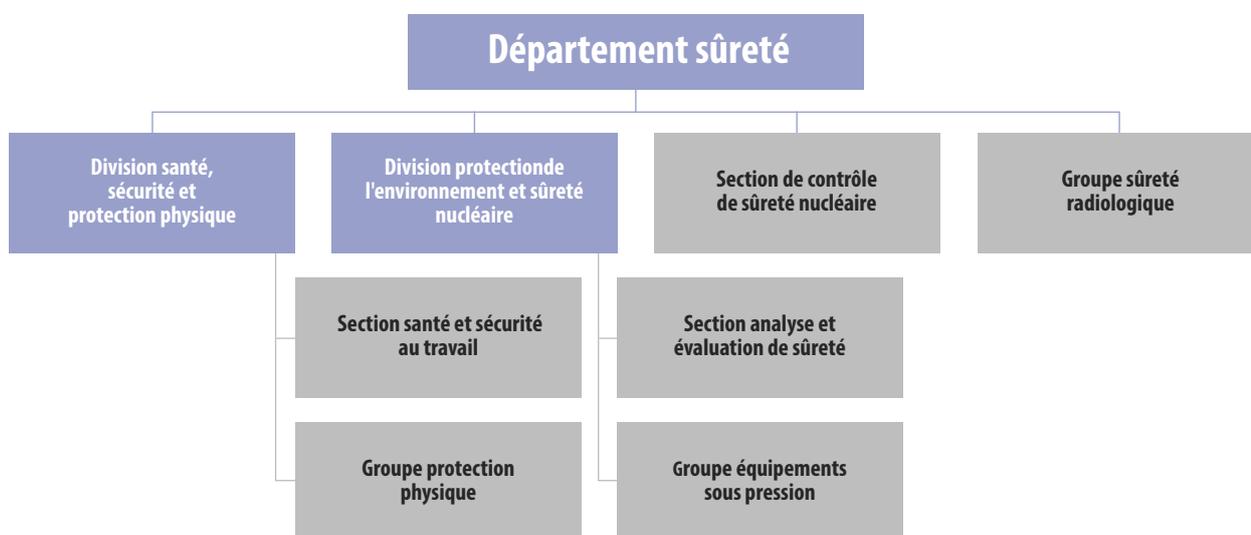
Elle comprend une section « santé et sécurité au travail » en charge, comme son nom l'indique, de la santé et de la sécurité des travailleurs en conformité avec la réglementation française, et un groupe « protection physique » en charge de la protection des personnes et des biens, la protection des matières nucléaires, la protection des données sensibles.

Cette division exerce une surveillance générale et indépendante sur l'ensemble des activités du chantier où chaque employeur est responsable de la sécurité de ses employés et des risques générés par son activité.

- Une division « protection de l'environnement et sûreté nucléaire », avec sa section « analyse et évaluation de sûreté », est responsable de la définition, de la rédaction, de la mise en œuvre et de la vérification de tous les documents relatifs aux exigences de protection de l'environnement et de sûreté nucléaire applicables pendant toute la vie de l'installation. Un groupe « équipements sous pression » est également attaché à cette division afin de coordonner l'ensemble des aspects liés à ces équipements particuliers d'un point de vue réglementaire.

Cette division participe à la surveillance opérationnelle des intervenants extérieurs au regard du respect des exigences réglementaires.

Organisation du département sûreté en 2019



- Une section « contrôle de sûreté nucléaire », en charge des inspections de sûreté nucléaire, répondant aux exigences de l'article 2.5.4 de l'arrêté du 7 février 2012.
- Un groupe « sûreté radiologique », créé en 2019 au sein du département, et en charge de la définition, de la rédaction, de la mise en œuvre et de la vérification de tous les documents relatifs aux exigences de radioprotection et de sûreté d'usage du béryllium au sein de la future installation.

Enfin, le Conseil ITER a entériné cette année la mise en place d'une nouvelle organisation applicable à partir du 1er janvier 2020, dans laquelle les départements sûreté et qualité existants seront regroupés au sein d'un nouveau département « sûreté et qualité ». Au sein de la division « protection de l'environnement et sûreté nucléaire », la section « analyse et évaluation de sûreté » sera séparée en deux groupes, le premier ayant pour mission la réalisation des analyses de sûreté, à la définition des exigences et au suivi de la conception, le second étant dédié à la surveillance et au support des activités d'installation sur site.1}

Dispositions relatives aux différents risques

L'Organisation ITER met en œuvre tous les moyens nécessaires pour s'assurer que les risques qu'elle pourrait entraîner pour la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de la nature et de l'environnement sont aussi faibles que raisonnablement possible.

La maîtrise des risques, qu'ils soient d'origine nucléaire ou non, consiste à mettre en place, dès la conception, des dispositifs de prévention, de détection et de limitation des conséquences d'un potentiel accident.

Ainsi, en cas d'accident, des moyens d'action et d'intervention sont mis en place pour assurer la sécurité, la prévention des accidents et le respect de l'environnement dès la phase de construction (chantier).

La première phase d'expériences est la « phase non nucléaire » qui commencera en 2025. Le programme de recherche d'ITER se consacrera alors à l'étude de plasmas hydrogène-hélium, éléments qui ne sont pas radioactifs.

La « phase nucléaire » avec mise en œuvre de deutérium et de tritium (un élément radioactif à vie courte) débutera en 2035 et durera jusqu'à l'arrêt de l'installation.

Cette approche par étapes est présentée dans l'annexe « planification du projet ITER » du présent rapport.

Les dispositions relatives aux risques pour l'activité de l'installation lorsqu'elle entrera en fonctionnement (« phase nucléaire ») sont présentées dans les sous-chapitres suivants.

Démarche de sûreté

Afin d'assurer la protection du personnel, du public et de l'environnement, l'Organisation ITER a développé une démarche de sûreté s'articulant autour de deux fonctions principales de sûreté :

- le confinement des matières dangereuses (chimiques et/ou radioactives) au sein de l'installation,
- la protection des travailleurs contre l'exposition aux rayonnements ionisants.

La mise en œuvre de ces fonctions de sûreté est assurée en toutes circonstances, y compris en situation accidentelle. À ce titre, l'ensemble des risques présents dans l'installation sont analysés dans la démonstration de sûreté, qu'ils aient pour origine la réaction de fusion et ses conséquences, les dangers conventionnels présents dans l'installation, ou encore l'environnement naturel et industriel du site. Cette démonstration de sûreté est présentée dans le rapport préliminaire de sûreté, lui-même intégré à la demande d'autorisation de création (DAC) de l'installation.

Les défaillances possibles des systèmes de l'installation pouvant avoir un impact sur les travailleurs, le public ou l'environnement, sont analysées et regroupées en types de scénarios accidentels. Chacun de ces scénarios est analysé en profondeur et la mise en place des barrières nécessaires permet d'en prévenir l'apparition, en favoriser la détection, et en limiter les conséquences. À ce titre, l'arrêt du plasma, la rupture d'une tuyauterie de refroidissement ou la perte du vide dans la chambre à vide sont, par exemple, analysés.

Les dangers conventionnels sont également pris en compte pour l'installation ITER. En particulier, l'incendie et l'explosion à l'intérieur des bâtiments, les impacts d'équipements qui alors deviendraient des « projectiles » potentiels sur les équipements voisins, les dégagements thermiques, l'inondation à l'intérieur des bâtiments, l'interaction entre les tuyauteries sous pression (« fouettement de tuyauteries »), et les risques chimiques, mécaniques, magnétiques et électromagnétiques sont considérés.

Enfin, différents risques externes potentiels sont étudiés. Ils concernent l'incendie externe, l'inondation externe, les conditions climatiques extrêmes (pluie, neige, vent, orage, ...), les dangers liés aux installations environnantes et aux voies de communication, la chute d'avion et le séisme.

La prise en compte de ces risques se fait dès la phase de conception par un dimensionnement des équipements et du génie civil propres à limiter leurs conséquences en termes d'impact sur les populations et l'environnement.

Confinement des matières radioactives et dangereuses

Sur l'installation ITER, la nécessité d'assurer un confinement est liée à la présence d'une matière dont les poussières sont connues pour être toxiques à faible dose, le béryllium ainsi que de matières radioactives, le tritium et les produits d'activation qui résultent principalement du bombardement neutronique des matériaux situés à proximité du plasma.

Le béryllium est utilisé en particulier dans les composants face au plasma des modules de couverture. La manipulation de ces composants pourrait engendrer une production de poussières potentiellement dangereuses.

Le tritium, élément émetteur d'un rayonnement β (beta) est l'un des combustibles utilisés dans le cadre des campagnes expérimentales du programme ITER. Au sein d'ITER, il est présent sous forme gazeuse, sous forme d'hydrures dans des lits d'uranium appauvri, sous forme d'eau tritiée ou encore sous forme de particules de poussière tritiées.

Le tritium, adsorbé dans les matériaux solides avec lequel il est en contact, peut se libérer par le biais de différents mécanismes : phénomènes de diffusion, de désorption ou via la production de vapeur d'eau tritiée par oxydation ou échange isotopique.

Les produits d'activation sont générés lors de l'interaction des neutrons, produits par les réactions de fusion, avec la matière des composants à l'intérieur et autour du tokamak. Ils résultent :

- de l'activation des poussières résultant de l'érosion des matériaux des composants face au plasma,
- de l'activation des gaz (air entre le cryostat et la protection radiologique en béton du tokamak),
- de l'activation de l'eau des circuits de refroidissement,
- de la production d'ions, de dépôts ou de particules non solubles présents dans les circuits de refroidissement.

Les produits activés peuvent émettre un rayonnement β (béta) et γ (gamma).

Le risque de dissémination de matières radioactives ou dangereuses peut apparaître dans différentes situations : durant les phases expérimentales quand le plasma est produit, quand l'installation est à l'arrêt pour des phases de maintenance ou en cas d'incident ou d'accident. Ce risque est susceptible d'entraîner des conséquences pour le personnel, le public et l'environnement.

La maîtrise du risque de dissémination repose sur le principe de confinement permettant de garantir le respect des objectifs généraux de sûreté dans toutes les situations normales, incidentelles et accidentelles retenues. Il consiste à interposer entre les matières radioactives ou dangereuses et l'environnement des équipements appelés « barrières statiques » (comme des tuyauteries ou des bâtiments, ...) complétées par des barrières dites « dynamiques » (systèmes de filtration, de détritiation, ...).

Le système statique placé au plus près du procédé comprend la chambre à vide du tokamak, les procédés utilisés pour le tritium ou les cellules de maintenance.

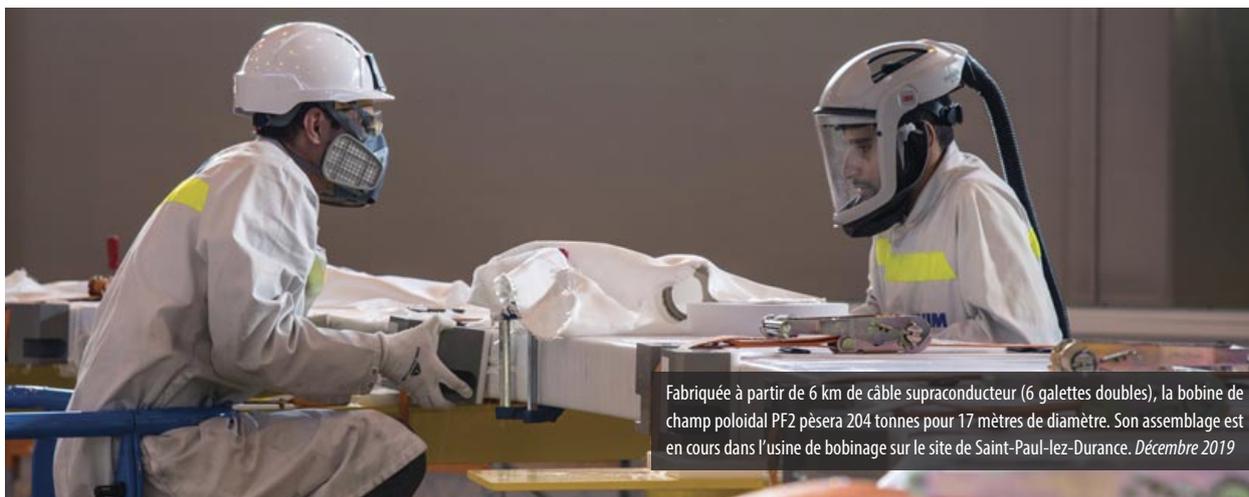
Le système dynamique mis en place est toujours assuré par les systèmes de ventilation et de détritiation. Ces systèmes assurent les fonctions de filtration des aérosols, de décontamination et de renouvellement de l'air. Ils assurent également une cascade de dépressions, c'est-à-dire que les écoulements d'air entre les locaux iront des locaux à faible risque de contamination vers les locaux à fort risque de contamination. Dans toutes les situations de dimensionnement, y compris les situations accidentelles, le système de détritiation permettra de contenir le tritium dans l'air des locaux et de le récupérer, en évitant ainsi qu'il soit rejeté à l'extérieur.

Risque béryllium

Le béryllium est une substance classée cancérigène dont l'inhalation sous forme de fines particules est susceptible d'induire également d'autres des maladies professionnelles spécifiques.

Des mesures d'exploitation (surveillance, contrôle des zones contaminées ou potentiellement contaminables par le béryllium, équipements de protection individuelle) sont mises en place afin de limiter autant que possible l'exposition des travailleurs au béryllium. De nombreuses opérations sur des équipements comportant un risque lié au béryllium seront effectuées au sein du bâtiment des cellules chaudes, qui est conçu pour contrôler ce risque.

La livraison sur site des premiers composants comportant du béryllium, en particulier des premières parois des modules de couverture, est prévue avant le premier plasma. Selon l'approche par étapes (voir Annexe), le bâtiment des cellules chaudes ne sera pas encore disponible à cette date. En attendant, un bâtiment dédié, appelé bâtiment pour la préparation de l'assemblage du tokamak, sera spécialement affecté à la gestion du béryllium à partir de début 2024.



Fabriquée à partir de 6 km de câble supraconducteur (6 galettes doubles), la bobine de champ poloidal PF2 pèsera 204 tonnes pour 17 mètres de diamètre. Son assemblage est en cours dans l'usine de bobinage sur le site de Saint-Paul-lez-Durance. Décembre 2019

Protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants

L'exposition interne et externe aux rayonnements ionisants doit être considérée lors de la conception et l'exploitation d'ITER. Le risque d'exposition externe est limité aux périodes durant lesquelles les dispositifs produisant ces rayonnements fonctionnent et à la présence de composants activés autour du tokamak.

L'exposition par voie externe correspond à la situation suivante : le corps humain est soumis aux rayonnements émis par une source radioactive qui lui est externe. Ce rayonnement est susceptible d'affecter le personnel de l'installation. Ce risque est associé aux neutrons, au rayonnement γ (gamma) émis par les produits activés et les composants activés, au rayonnement X généré par certains dispositifs de chauffage du plasma et au rayonnement β (beta) émis par le tritium.

La maîtrise de l'exposition aux rayonnements ionisants du personnel de l'installation reposera sur l'application et le respect du référentiel réglementaire. Celui-ci concerne la protection contre les rayonnements ionisants et l'optimisation de la conception et des opérations de conduite et de maintenance (principe ALARA pour *As Low As Reasonably Achievable* : aussi bas que raisonnablement possible), de manière à réduire les doses individuelles et collectives.

La prévention vis-à-vis du risque d'exposition externe commence par l'identification, l'analyse et l'aménagement des postes de travail afin de réduire à un niveau aussi bas que raisonnablement possible l'exposition du personnel.

En outre, un zonage de radioprotection sera mis en place dans l'installation. Ce zonage correspond à la hiérarchisation des niveaux d'exposition qui peuvent être observés au sein de l'installation. Il consiste en l'attribution à chaque zone de travail d'une classe en fonction du risque qu'elle représente pour les travailleurs.

La surveillance de l'exposition externe dans l'installation sera effectuée par des mesures permanentes du débit de dose ambiant. La surveillance radiologique du personnel sera également assurée par des moyens de mesure individuelle des doses reçues (dosimétrie) adaptés aux rayonnements présents, et permettra une analyse suivie des postes de travail.

Le risque d'exposition interne sur ITER, essentiellement lié à l'incorporation de tritium dans l'organisme humain, soit par inhalation, soit par voie transcutanée lors de la phase nucléaire d'ITER, est quant à lui maîtrisé par la mise en place de moyens de protection collectifs, en particulier les systèmes de confinement statiques et dynamiques décrits ci-dessus, ou individuels si cela s'avérait nécessaire.

Les éléments relatifs à la protection des travailleurs vis-à-vis des rayonnements ionisants durant la phase de construction d'installation sont présentés dans le chapitre *Organisation de la radioprotection durant la phase de construction ci-après*.

Maîtrise des situations d'urgence

Une situation d'urgence est définie comme une situation de nature à affecter gravement la sécurité, la santé et la salubrité publiques, la nature ou l'environnement, notamment du fait d'une émission de matières chimiques, toxiques ou radioactives, ou un niveau de radioactivité susceptibles de porter atteinte à la santé publique, et qui nécessite des actions immédiates de la part de l'exploitant nucléaire. Il s'agit par exemple d'accidents graves survenant sur le chantier ITER, sur une installation du site du CEA ou sur les voies de communication proches (explosion ou rejets de produits toxiques).

Situations d'urgence sur le chantier d'ITER

En cas d'incident ou d'accident sur le chantier, des procédures d'alerte et de déploiement des secours sont rapidement mises en œuvre.

La détection des situations incidentelles ou accidentelles est assurée soit au moyen de capteurs présents sur le site ou aux alentours, soit par une alerte directe du poste de garde par du personnel témoin de l'incident.

Des téléphones de sécurité sont installés sur le chantier en tenant compte de l'évolution des travaux. Ces téléphones fonctionnent « au décroché » et permettent une relation directe avec le poste de garde principal.

Les situations dont l'origine est externe au site ITER et susceptibles de conduire à des situations de crise, peuvent quant à elles être rapportées par des partenaires extérieurs ou les autorités publiques locales ou nationales.

En cas de situation d'urgence, l'information est relayée sur l'ensemble du chantier via le réseau diffuseur d'ordres. Lorsque l'alerte est déclenchée, tout le personnel de chantier doit suivre les consignes du message émis dans les plus brefs délais.

Des messages préenregistrés simples à se souvenir sont diffusés :

- un pour l'évacuation vers les points de rassemblement,
- un pour la mise à l'abri dans des locaux de repli.

Par ailleurs, tout déclenchement du plan particulier d'intervention (PPI) du Centre de Cadarache se traduirait par le déclenchement du relais de l'alerte sur le site ITER, entraînant des mesures de mise à l'abri du personnel d'ITER et la mise en place de l'organisation de crise propre à ITER, ainsi que le suivi des consignes générales émanant du Centre de Cadarache, en vertu de l'accord conclu entre le Centre CEA de Cadarache et l'Organisation ITER : « *Convention relative aux modalités d'information entre l'Organisation ITER et le CEA Cadarache en cas de crises* ». Cette convention est entrée en vigueur le premier janvier 2015 et a été reconduite tacitement pour 2019.

La coordination avec le CEA de Cadarache a de plus été renforcée au fil des ans afin de couvrir de nouvelles situations, suite au retour d'expérience issu d'événements récents, comme l'incendie s'étant déclaré en 2017 entre La Bastidonne et Mirabeau.

Prise en compte du retour d'expérience (REX)

Pour le projet ITER, le retour d'expérience (REX) est pris en compte de manière continue dans tous les processus et à tous les stades de la vie du projet (conception, fabrication, ...), en accord avec les prescriptions de l'arrêté INB du 7 février 2012.

Le retour d'expérience provient des nombreux essais réalisés, des non-conformités constatées, des solutions retenues, et alimente ainsi les différents processus techniques et de management du projet ITER sous forme d'actions correctives, ou d'améliorations.

Des réunions « REX » avec les agences domestiques sont organisées deux fois par an pour alimenter ce retour d'expérience et échanger sur les leçons à en tirer. Le retour d'expérience de la part des entreprises industrielles nucléaires françaises ou étrangères est aussi une bonne source d'informations à intégrer dans le projet ITER. Pour ce faire, des réunions « REX » sont tenues plusieurs fois par an avec ces derniers sur des thèmes liés au le génie civil, les équipements internes ainsi que des sujets transverses.

Surveillance, inspections, et audits

Surveillance des intervenants extérieurs

En tant qu'exploitant nucléaire, l'Organisation ITER est responsable de la surveillance des intervenants extérieurs, pour l'ensemble des activités de conception, de fabrication, de construction et d'installation des systèmes, structures, ou composants importants pour la protection.

La fourniture des structures, systèmes et composants de l'installation repose à la fois sur des contrats directs entre l'Organisation ITER et des entreprises extérieures, ainsi que sur des contrats appelés « accords de fournitures » avec les agences domestiques.

Dans ce cas, les agences domestiques passent à leur tour des contrats avec des intervenants extérieurs réalisant des opérations ou fournissant des biens ou services.

Le chantier de construction nécessite la mobilisation de compétences nombreuses et variées, en particulier au travers de la mise en œuvre d'une sous-traitance adaptée en nombre et en qualité. C'est pourquoi la fabrication de certains composants peut nécessiter plusieurs niveaux de sous-traitance afin de disposer des compétences requises.

En tant qu'exploitant nucléaire, l'Organisation ITER exerce une surveillance à tous les niveaux de la chaîne de sous-traitance. Cette surveillance directe de l'exploitant est proportionnée aux enjeux de sûreté et tient compte des caractéristiques de cette chaîne.

Le contrôle de la qualité et la surveillance des exigences réglementaires et de sûreté représentent un enjeu majeur pour l'exploitant ITER. Certains composants d'ITER sont en effet complexes et inédits.

La surveillance dont la responsabilité incombe à l'opérateur nucléaire est en particulier exercée par ITER au travers d'inspections et d'audits, tel que détaillé ci-après.

Inspections de l'Autorité de sûreté nucléaire

L'Organisation ITER elle-même fait l'objet d'inspections régulières de la part de l'ASN. En 2019, les inspections de l'ASN ont concerné plus particulièrement la conformité du chantier de construction, la gestion des écarts et des non-conformités et la surveillance de la fabrication des secteurs de la chambre à vide.

Les thèmes de ces inspections sont détaillés dans le tableau ci-après.



Tableau 3. Inspections de l'ASN en 2019.

DATE DE L'INSPECTION	THÈME DE L'INSPECTION ET ÉLÉMENTS INSPECTÉS
Février 2019	Inspection réalisée sur le site d'ITER <i>Surveillance des intervenants extérieurs</i> <ul style="list-style-type: none">• Visite de l'atelier d'assemblage du cryostat et de la zone centrale du chantier du complexe tokamak,• Vérification des suites apportées aux demandes d'inspections précédentes,• Examen de l'avancement de la conception et de la construction de différents équipements de l'installation, en particulier la chambre à vide et le cryostat.
Mai 2019	Inspection réalisée sur le site d'ITER, en présence d'observateurs de la CLI de Cadarache <i>Conception et construction</i> <ul style="list-style-type: none">• Visite du chantier, en particulier de la zone inter-radier,• Examen des dispositions de surveillance relatives aux appuis anti-sismiques et des non-conformités relevées sur ces derniers, Contrôle de la réalisation de la pose des portes lourdes permettant l'accès à la chambre à vide,• Vérification du ferrailage d'une dalle en cours de réalisation,• Examen de la transmission et de la déclinaison des exigences définies pour la construction d'un bâtiment.
Décembre 2019	Inspection réalisée dans les locaux de Hyundai Heavy Industries en Corée du Sud <i>Surveillance des intervenants extérieurs</i> <ul style="list-style-type: none">• Visite des ateliers de fabrication de secteurs de la chambre à vide, du hall d'entreposage des matières et pièces à assembler ainsi que de la zone des bunkers utilisés pour les contrôles radiographiques des soudures,• Vérification de l'organisation mise en place pour la fabrication des secteurs et de la maîtrise de la chaîne d'intervenants extérieurs,• Evaluation de la réalisation et du contrôle des soudures et du traitement des non-conformités. Examen des dispositions en lien avec la fin de fabrication comme les procédures de nettoyage, les tests de fin de fabrication, et le contenu attendu des dossiers de fin de fabrication.

Chaque inspection fait l'objet d'une lettre de suite, dans laquelle l'ASN exprime ses observations et ses demandes d'informations complémentaires ou d'actions correctives éventuelles. Ces lettres de suite, publiées sur le site Internet de l'ASN, font systématiquement l'objet d'un suivi particulier et de réponses écrites de la part de l'Organisation ITER.

Inspections de sûreté nucléaire et audits réalisés par l'exploitant nucléaire

Le département sûreté, indépendant des services opérationnels de conception, de fabrication et de construction, réalise pour le compte du Directeur général d'ITER des inspections de sûreté nucléaire, répondant aux exigences de l'article 2.5.4 de l'arrêté du 7 février 2012 qui traite en particulier de la sûreté nucléaire et de la protection de l'environnement.



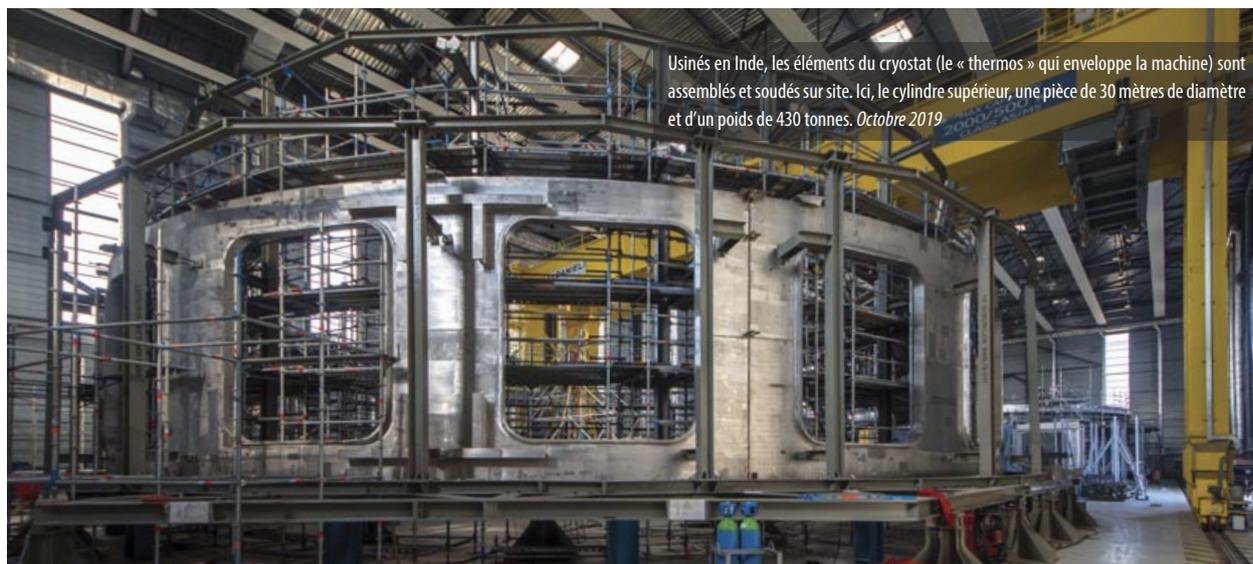
Le programme annuel des inspections est approuvé par le Directeur général de l'Organisation ITER, qui peut éventuellement demander de réaliser des inspections inopinées. Les thèmes retenus pour ces inspections

résultent de l'analyse de l'état d'avancement de la conception et de la fabrication des éléments importants pour la protection et leur réalisation par les intervenants extérieurs.

Tableau 4. Inspections internes réalisées en 2019 par l'Organisation ITER sur la fabrication des éléments importants pour la protection.

DATE DE L'INSPECTION	ENTITÉ INSPECTÉE	THÈMES DE L'INSPECTION
Février 2019	Équipe Projet Cryogénie – Site ITER <i>L'Équipe Projet Cryogénie est l'entité en charge de la conception et de la construction des installations cryogéniques du site ITER.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositions de conception nécessaires au respect de la démonstration de sûreté, • Propagation des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs, • Spécifications pour la fabrication, la qualification, le transport et la préservation des équipements importants pour la protection, • Identification des activités importantes pour la protection et des exigences de sûreté associées, et mise en œuvre du contrôle technique, • Dispositions mises en place pour la supervision des activités.
Mars 2019	MAN - Allemagne <i>L'entreprise MAN est en charge de la fabrication des traversées supérieures de la chambre à vide.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Propagation des exigences de sûreté, • Exécution des activités importantes pour la protection, définition des exigences de sûreté associées, et mise en œuvre du contrôle technique, • Dispositions mise en œuvre pour la fabrication, le transport et la préservation, • Qualification du personnel en charge des activités importantes pour la protection et de leur contrôle technique, • Enregistrements relatifs aux activités importantes pour la protection et à leur contrôle technique, • Supervision des intervenants extérieurs, • Gestion des écarts.
Avril 2019	Construction Management as Agent (CMA) - Momentum – Site ITER <i>L'équipe CMA a pour mission d'assister l'Organisation ITER pour la coordination des activités d'installation sur le chantier.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Organisation et processus mis en œuvre par l'équipe CMA, en lien avec l'Organisation ITER, • Gestion des demande d'informations complémentaires, • Traitement des demandes de modifications sur le chantier, • Propagation des exigences de sûreté.
Mai 2019	Équipe Projet BIPS – Chantier ITER <i>L'Équipe Projet BIPS est l'entité en charge de la conception et de la construction des bâtiments du site ITER.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vérification des rapports de supervision, • Traitement des écarts, • Gestion des actions et enregistrements associés.
Juin 2019	Organisation ITER – Site ITER <i>Équipes en charge de la mise en service et de l'exploitation de l'installation ITER.</i>	<p>Préservation des équipements importants pour la protection :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Activités importantes pour la protection et exigences de sûreté associées, • Propagation des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs, • Maintenance des équipements importants pour la protection pendant la phase de construction et lien avec le processus de qualification de ces équipements. <p>Préparation de l'exploitation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programme pour le développement des procédures pour la mise en service, l'exploitation et la maintenance, • Interfaces avec les processus de conception et de qualification des systèmes, • Interfaces avec la démonstration de sûreté, et conformité avec les exigences en découlant.
Juillet 2019	Équipe Projet BIPS – Chantier ITER <i>L'Équipe Projet BIPS est l'entité en charge de la conception et de la construction des bâtiments du site ITER.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Propagation des exigences de sûreté pour les équipements important pour la protection des systèmes de ventilation, • Conformité des systèmes de ventilation avec les exigences associées au noyau dur, • Programme de qualification des équipements important pour la protection des systèmes de ventilation, • Standards applicables pour les essais périodiques et la maintenance, • Activités de surveillance, de supervision et plans qualités associés à la qualification des équipements important pour la protection.

DATE DE L'INSPECTION	ENTITÉ INSPECTÉE	THÈMES DE L'INSPECTION
Août 2019	Schulz - Allemagne <i>L'entreprise Schulz est en charge de la fabrication d'une partie des systèmes de refroidissements.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Propagation des exigences de sûreté et déclinaison en exigences techniques spécifiques et adaptées pour la conception, la qualification et la fabrication des équipements, • Organisation du contrôle technique et qualification du personnel en charge de le réaliser, • Vérification de la conformité avec les exigences de sûreté.
Octobre 2019	Équipe Projet BIPS – Chantier ITER <i>L'Équipe Projet BIPS est l'entité en charge de la conception et de la construction des bâtiments du site ITER.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vérification des actions de supervision mises en œuvre, • Gestion des points de notification par les équipes en charge de la construction des bâtiments.
Octobre 2019	Organisation ITER – Site ITER <i>Équipes en charge des systèmes de manutention et d'intervention à distance.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositions de conception nécessaires au respect de la démonstration de sûreté, • Propagation des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs, • Spécifications pour la fabrication et la qualification des équipements importants pour la protection, Identification des activités importantes pour la protection et des exigences de sûreté associées, et mise en œuvre du contrôle technique, • Dispositions mises en place pour la supervision des activités.
Novembre 2019	Organisation ITER – Site ITER <i>Équipes en charge de la conception et de la fabrication des systèmes de vide.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Propagation des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs, • Spécifications relatives aux équipements importants pour la protection, • Identification des activités importantes pour la protection et des exigences de sûreté associées.
Décembre 2019	L'Organisation ITER – Site ITER <i>Équipes en charge de l'instrumentation et du contrôle commande de sûreté.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositions de conception nécessaires au respect de la démonstration de sûreté, • Propagation des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs, • Spécifications pour la fabrication et la qualification des équipements importants pour la protection, • Identification des activités importantes pour la protection et des exigences de sûreté associées, et mise en œuvre du contrôle technique, • Dispositions mises en place pour la supervision des activités, • Implémentation des modifications de conception.
Décembre 2019	Organisation ITER – Site ITER <i>Équipes en charge des systèmes d'alimentation du tokamak</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Définition et propagation des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs, • Vérification de la conformité avec les exigences de sûreté, Surveillance des intervenants extérieurs, • Dispositions mises en place pour la supervision des activités, • Spécifications pour la fabrication et la qualification des équipements importants pour la protection.



Usinés en Inde, les éléments du cryostat (le « thermos » qui enveloppe la machine) sont assemblés et soudés sur site. Ici, le cylindre supérieur, une pièce de 30 mètres de diamètre et d'un poids de 430 tonnes. Octobre 2019

Tableau 5. Audits externes de la qualité des procédés et procédures.

DATE DES AUDITS	AUDITS EXTERNES	SUJETS
Audit Agences Domestiques		
Mai 2019	Agence domestique américaine USDA – USA	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des actions correctives, • Surveillance des contrats pour le solénoïde central, • Examen du système de management de la qualité de l'USDA, • Visite d'un intervenant extérieur principal (Kamatics Corporation).
Mai 2019	Agence domestique chinoise CNDA – Chine	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des actions correctives, • Suivi des contrats pour l'alimentation et pour les supports des aimants, ainsi que pour les modules de couverture de la première paroi, • Examen du système de management de la qualité de la CNDA et de ses principaux fournisseurs, • Visite d'un intervenant extérieur (SWIP).
Juin 2019	Agence domestique russe RFDA – Russie	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des actions correctives, • Suivi de la mise en œuvre des contrats pour les bobines de champ poloïdal, pour le dôme du divertor et pour des systèmes de diagnostic, • Examen du système de management de la qualité, • Visite de trois intervenants extérieurs (TRINITI, NIIIEFA et SNSZ).
Septembre 2019	Agence domestique japonaise JADA – Japon	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des actions correctives, • Suivi et mise en œuvre des contrats pour les enroulements des aimants de champ toroïdal, pour les cibles externes et pour des systèmes de diagnostic, • Examen du système de management de la qualité, • Visite de deux intervenants externes (A.L.M.T. Corporation et Mitsubishi Electric Corporation).
Octobre 2019	Agence domestique européenne F4E – Espagne	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des actions correctives, • Suivi de la mise en œuvre des contrats pour les enroulements des aimants de champ toroïdal, pour le système d'observation interne de la chambre à vide et pour les anneaux de pré-compression, • Examen du système de management de la qualité de F4E et de son fournisseur CNIM.
Novembre 2019	Agence domestique coréenne KODA – Corée du Sud	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des actions correctives, • Suivi et mise en œuvre des contrats pour le bouclier thermique et pour des composants des modules de couverture, • Examen du système de management de la qualité de KODA et de ses principaux fournisseurs, • Visite de deux intervenants externes (Vizrotech and KAERI).
Décembre 2019	Agence domestique indienne INDA – Inde	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des actions correctives, • Suivi de la mise en œuvre des contrats pour des lignes cryogéniques, et pour le système faisceau de neutres de diagnostic, • Examen du système de management de la qualité de INDA et de ses principaux fournisseurs, • Visite d'un intervenant extérieur (INOX India).
Audit des fournisseurs de l'Organisation ITER		
Février 2019	APAVE France – Site ITER	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation du système de management, • Mise en œuvre des exigences de l'Organisation ITER définies dans les contrats et procédures applicables, • Contrôle de la chaîne d'approvisionnement, • Processus de vérification des éléments importants pour la protection, • Mise en œuvre des exigences du Plan Qualité, • Management des modifications et non-conformités.
Mars 2019	INOX India – Site ITER	
Juin 2019	SXP - Schulz Xtruded Products – USA	
Septembre 2019	Air Liquide France – Site ITER	
Octobre 2019	FINCANTIERI / SAET – Italie / Site ITER	
Novembre 2019	INDUSTEEL - France	
Décembre 2019	Construction Management as Agent (CMA) – Momentum – ITER site – annual audit.	

Tableau 6. Audits internes de la qualité des procédés et procédures de l'Organisation ITER.

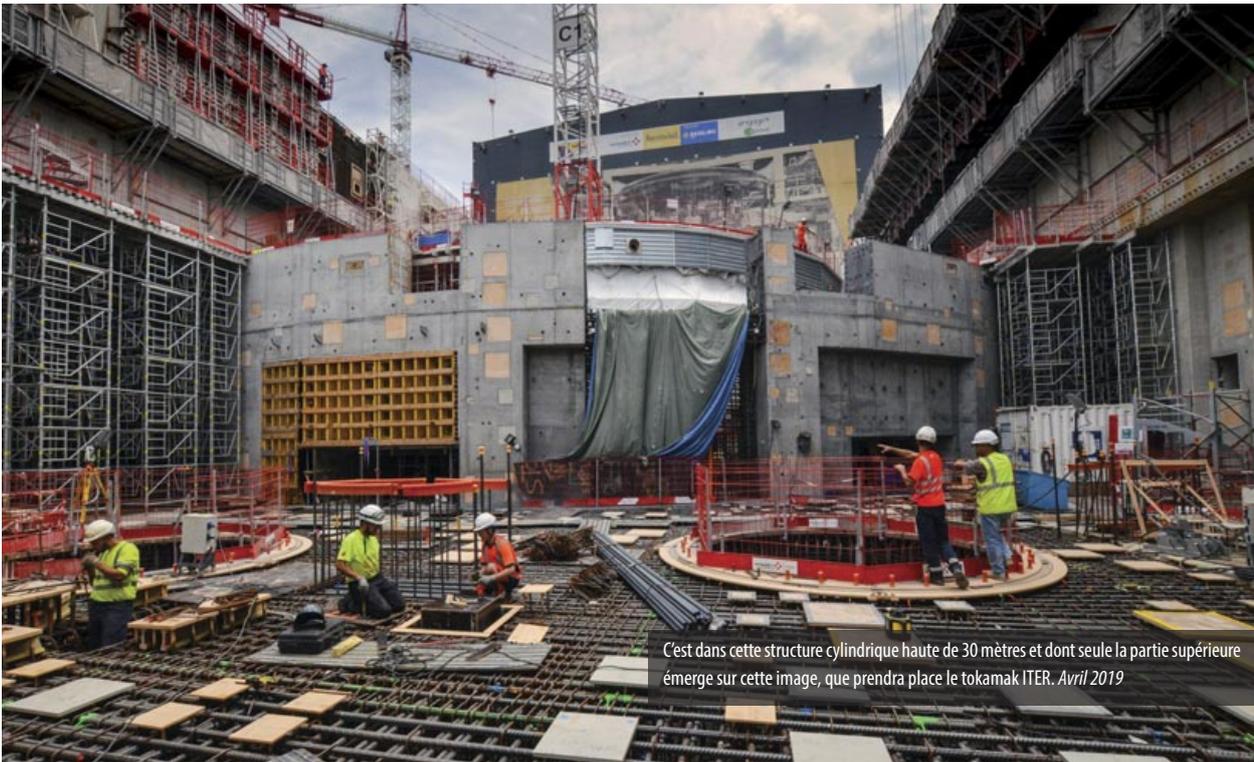
DATE D'AUDIT	AUDIT INTERNE	SUJETS
Jun 2019	Processus de contrôle du projet	<ul style="list-style-type: none"> • Statut des procédures relatives au processus de contrôle du projet, • Propagation des exigences issues des procédures à tous les utilisateurs (éléments de preuves), • Présentation de l'organisation du département, • Mise en œuvre des changements dans la base de référence pour la performance, • Gestion des jalons et du planning.
Septembre 2019	Processus identification et contrôle des composants	<ul style="list-style-type: none"> • Statut des procédures relatives au processus de documentation, • Mise en œuvre des exigences des procédures, • Propagation des exigences procédurales aux contractants/ fournisseurs et agences domestiques, • Évaluation par ses utilisateurs de la procédure pour l'identification et le contrôle des composants, • Analyse de l'utilisation de la base de données centralisée pour l'identification et le marquage.
Octobre 2019	Processus pour le contrôle des logiciels et le développement des modèles	<ul style="list-style-type: none"> • Définition des données d'entrée et de sortie du processus, et analyse des indicateurs de performance, • Suivi de l'efficacité des actions mises en œuvre (plan d'actions, traitement des écarts...), • Sélection et qualification des outils, logiciels et méthodes, • Formation et certification des utilisateurs internes et externes, • Outils applicables pour les plans et dessins industriels lors des différentes phases de la conception des systèmes, • Processus de revue et d'approbation des plans et dessins industriels, • Cycle de vie des plans et dessins industriels et coordination en fonction des jalons du projet.
Novembre 2019	Processus de contrôle de la conception	<ul style="list-style-type: none"> • Étapes et jalons mis en place pour assurer le contrôle de la conception, • Outils et méthodes pour la planification de la conception, • Définition des données d'entrée et de sortie du processus de conception, et mise en œuvre de ce dernier, • Examen des mesures en place pour la vérification et la validation de la conception des systèmes et suivi des actions en découlant.
Décembre 2019	Processus associés à la gestion des équipements sous pression	<ul style="list-style-type: none"> • Structure organisationnelle pour la conception, la fabrication et l'installation et les essais relatifs aux équipements sous pression (nucléaires ou non), • Rôles de l'Organisation ITER, en tant que fabricant et en tant qu'exploitant d'équipements sous pression, • Processus mis en œuvre pour la gestion de la documentation associée à ces équipements, • Implémentation des actions issues d'audits précédents, • Évaluation de la traçabilité des matériaux dans le cas particulier du système de refroidissement du tokamak, • Examen des actions de vérification mises en œuvre lors de la réception d'un équipement sous pression.

La Division Gestion de la Qualité a réalisé, dans le cadre du projet ITER, des audits qualité internes et externes, planifiés chaque année (Tableau 5/6).

Les auditeurs ont conclu que les exigences qualité avaient été correctement appliquées. Certains domaines, peuvent cependant être améliorés, comme par exemple la gestion des actions correctives, la mise en œuvre des procédures applicables dans les contrats, le suivi des actions critiques, ou encore le contrôle des enregistrements au regard des exigences de qualité. Toute les autres actions nécessaires à l'amélioration des systèmes de gestion de l'Organisation ITER et de ses principaux fournisseurs sont mises en œuvre et suivies conformément aux procédures applicables.



Fournies par l'Inde, 13 pompes à turbine d'une capacité de 10 m³/s assurent la circulation de l'eau de refroidissement. Animée par un moteur électrique de 870 kW, chaque pompe est équipée d'un arbre de transmission de 10 mètres de long et pesant plus de 6 tonnes. *Septembre 2019*



Organisation de la radioprotection durant la phase de construction

La démarche de radioprotection mise en place sur l'installation ITER vise à limiter l'exposition du personnel et du public de l'installation par :

- l'application et le respect du référentiel réglementaire technique concernant la protection contre les rayonnements ionisants,
- l'optimisation, dès la conception, des opérations de conduite et de maintenance, selon le principe d'optimisation (ALARA – *As Low As Reasonably Achievable*).

L'Organisation ITER a mis en place depuis 2016 une organisation permettant d'assurer la protection de la population, des travailleurs et l'environnement face aux rayonnements ionisants lors de la présence de sources radioactives sur le site ITER. Ces sources sont associées aux activités de contrôle non destructif (radiographie industrielle).

Le risque d'exposition interne (voir glossaire) est lié à la phase nucléaire de l'exploitation d'ITER est n'est pas présent pendant la phase de chantier.

Le Directeur général a nommé parmi son personnel :

- Un conseiller en radioprotection (CRP) appartenant au département de sûreté en charge de coordonner la radioprotection des opérations à risque radiologique pendant la phase de construction,

- Une personne appartenant au département de construction en charge de coordonner les opérations sur le chantier ITER, dont la co-activité avec les opérations de radiographie industrielle.

Toutes les opérations où des sources de rayonnements ionisants (sources radioactives ou générateurs électriques à rayonnements X) sont utilisées sont soumises aux mesures de sûreté et sécurité suivant trois axes :

- l'information et la formation systématique en accord avec le code de la santé publique et le code du travail,
- la coordination et la gestion de la co-activité entre toutes les activités effectuées à proximité des tirs radiographiques,
- l'anticipation, l'exécution et la surveillance des tirs radiographiques.

L'information et la formation

Toutes les personnes travaillant sur la plateforme sont informées pendant une session de formation obligatoire de la réglementation et des procédures à suivre.

Les coordinateurs de travaux sont informés de façon hebdomadaire de tous les tirs radiographiques.

Des panneaux LED, à chaque entrée du site, indique le jour même que des tirs radiographiques vont être effectués et rappelle le respect des procédures ITER applicables. De plus, tous les travailleurs présents sur

Le site ITER lors de l'exécution des tirs radiographiques bénéficie d'une session d'information délivrée par le coordinateur des tirs avant le commencement des opérations afin d'assurer une connaissance effective des zones interdites, des chemins alternatifs et des consignes de sécurité. Une liste signée des assistants à cette session d'information est recueillie par le coordinateur des tirs.

Le nombre de travailleurs susceptibles d'être exposés a toujours été réduit au strict minimum. Ces travailleurs bénéficient d'une formation spécifique et d'une visite médicale additionnelle, a minima tous les 2 ans, en complément de la visite habituelle chez le médecin du travail.

La coordination et la gestion de la co-activité

Les activités de radiographie sont en général programmées de nuit pour bénéficier d'une activité réduite sur le site. Un planning prévisionnel des tirs radiographiques est demandé tous les mois aux entreprises susceptibles d'effectuer des contrôles non-destructifs au moyen de cette technique.

Plusieurs fois par semaine, les risques liés à la co-activité sont traités lors de réunions de coordination, en intégrant les données provenant des différents intervenants identifiés.

L'anticipation, l'exécution et la surveillance des tirs radiographiques

Une semaine avant une campagne de tirs, l'Organisation ITER informe l'inspection du travail des tirs radiographiques à venir prévus.

Les caractéristiques des tirs radiographiques sont discutées entre la le conseiller en radioprotection (CRP) de l'entreprise de radiographie et celle de l'Organisation ITER : type d'isotope utilisé, activité de la source, temps d'irradiation ou d'exposition, distance de balisage et présence de protection biologique, nom et certification des radiologues, autorisation ASN, autorisation de transport, certificat OISO (Outil Informatique de Surveillance des Organismes - système d'enregistrement de l'ASN des mouvements de la source), etc.

Les travailleurs exposés sont équipés d'un dosimètre passif (développé chaque mois), d'un dosimètre opérationnel qui permet de mesurer en temps réel l'exposition reçue par les travailleurs et d'un radiamètre.

Le suivi dosimétrique des intervenants externes est assuré par leur employeur, puis communiqué à l'Organisation ITER.

La nuit des tirs radiographiques, le coordinateur des tirs radiographiques d'ITER est toujours présent et vérifie la mise en place des mesures définies par la conseiller en

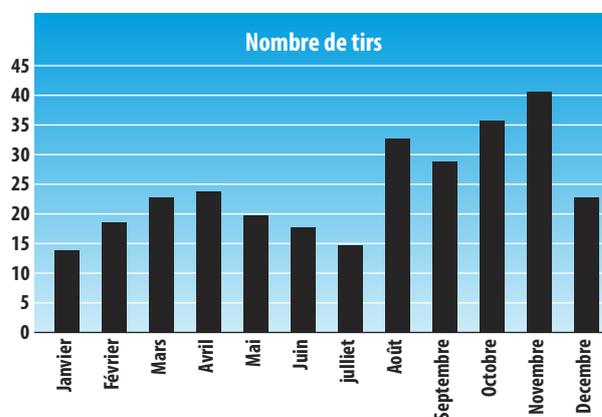
radioprotection. Il effectue des mesures radiologiques en limite de balisage. Il vérifie l'entrée et la sortie de la source du site ITER.

Les tirs sont effectués à partir de 22h30 soit 30 minutes après la fin du dernier quart des autres personnels de chantier.

La conseiller en radioprotection d'ITER effectue une surveillance de ces activités. Cette surveillance est systématique lors de la présence d'une nouvelle entreprise, lors d'une nouvelle configuration de tir ou lors d'un tir avec un risque particulier et par sondage dans les autres configurations.

Pendant l'année 2019, le nombre d'opérations de radiographie industrielle ou gammamétrie a de nouveau augmenté. Au total, 296 opérations ont été réalisées.

Nombre de tirs radiographiques par mois en 2019



Le bilan dosimétrique du personnel impliqué dans la radiographie industrielle (travailleurs d'ITER et personnes des entreprises réalisant ou demandant les travaux de radiographie industrielle) pour l'année 2019 est donné dans le Tableau 7 ci-après.

Tableau 7. Doses collectives pour le projet ITER en 2019.

Dose collective travailleurs ITER	0,019 H.mSv
Dose collective intervenants extérieurs en support d'ITER	0,112 H.mSv
Dose collective intervenants extérieurs	5,460 H.mSv
Dose collective totale	5,591 H.mSv

Nota : l'unité H.mSv représente la dose totale cumulée en mSv de tous les intervenants

La réduction de la dose collective par rapport à l'année 2018, au cours de laquelle la dose collective totale était de 8,182 H.mSv, et ce, malgré la légère augmentation du nombre d'opérations de radiographies est à noter. Elle s'explique par une diminution du nombre d'opérations complexes (par exemple sur échafaudage).

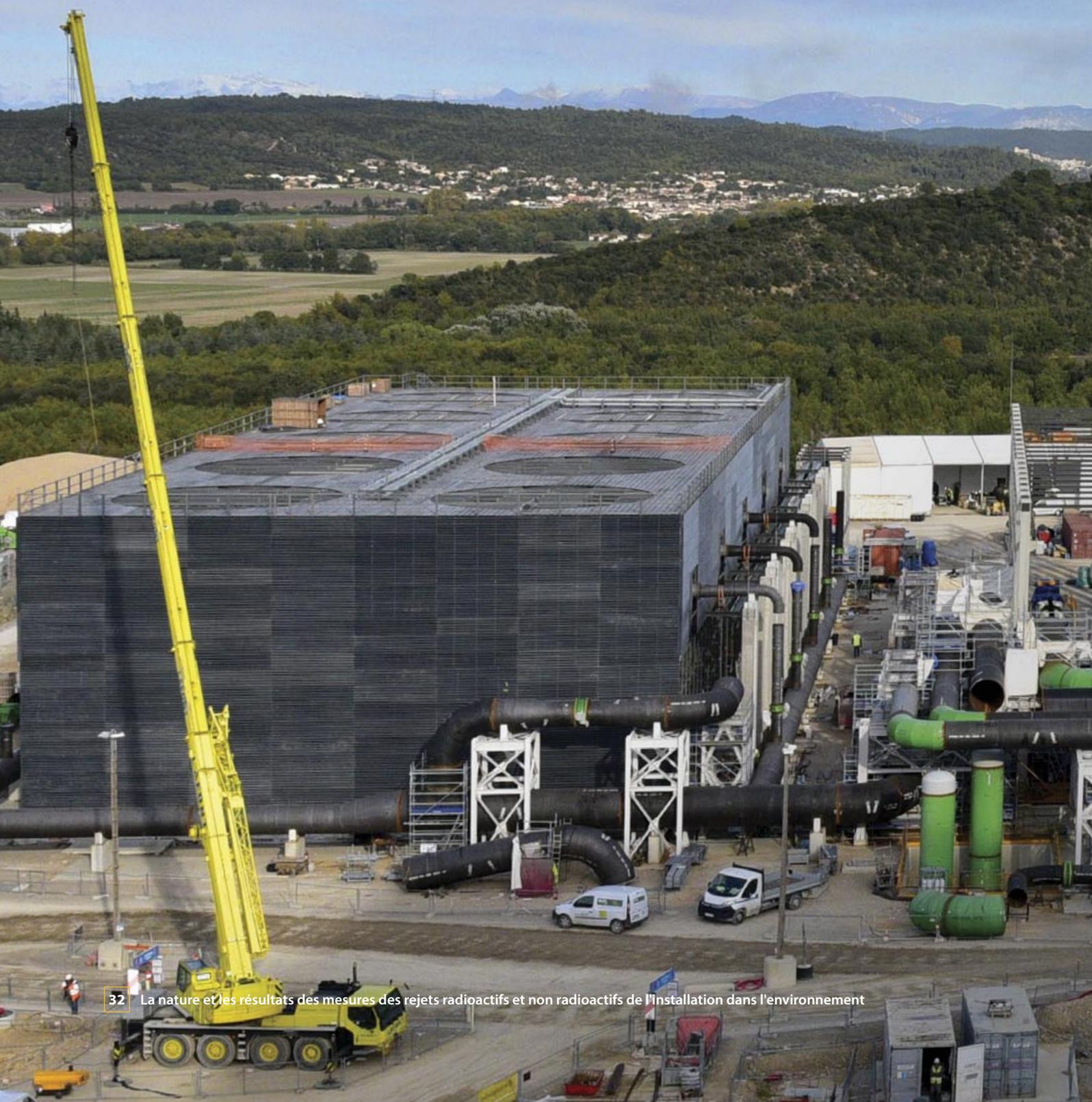
Les travaux progressent à un rythme soutenu sur la plateforme ITER où près de 68% des activités nécessaires à l'accomplissement du premier plasma sont achevées, *Novembre 2019*



INCIDENTS ET ACCIDENTS EN MATIÈRE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Tel qu'indiqué dans les chapitres précédents, ITER étant en phase de construction et ne disposant pas de matières radioactives sur site à ce jour, aucun incident ou accident relevant de la sûreté nucléaire ne peut être envisagé. À ce stade, l'Autorité de sûreté nucléaire prend connaissance des écarts et anomalies qui peuvent se produire pendant la phase de conception et de construction au travers des non-conformités déclarées par les sous-traitants d'ITER ou par ITER en tant qu'exploitant nucléaire.

Cette zone de 6 000 m² construite par l'Europe est dédiée à l'évacuation de la chaleur générée par le tokamak et ses systèmes auxiliaires. L'équipement a lui été fourni par l'Inde. Novembre 2019



LA NATURE ET LES RÉSULTATS DES MESURES DES REJETS RADIOACTIFS ET NON RADIOACTIFS DE L'INSTALLATION DANS L'ENVIRONNEMENT

Actuellement l'installation ITER ne rejette pas d'effluents radioactifs gazeux ou liquides. Seuls des rejets chimiques, essentiellement industriels et sanitaires (activités de bureau et de construction) sont réalisés.

Les informations relatives aux effluents chimiques sont transmises aux administrations compétentes via les rapports mensuels et annuels.

Pour information, en 2019, la consommation annuelle d'eau potable sur le chantier ITER (en provenance du Centre CEA de Cadarache) était d'environ 22 600 m³

pour l'ensemble du site ITER. La consommation d'eau brute provenant du Canal de Provence a été d'environ 27 200 m³ et celle du fioul s'est élevée à environ 525 m³.

En 2019, contrairement aux années précédentes, une diminution de la consommation en eau, notamment en eau brute, de 18% environ, est observée. Ceci s'explique par une évolution des activités sur le chantier : les activités de génie civil sont en décroissance alors que les activités liées à la construction et à l'installation des composants dans les bâtiments sont en phase de développement. Quant à la consommation en fuel, elle est stable.

Les rejets atmosphériques et liquides

Rejets atmosphériques

L'arrêté préfectoral prescrivant les valeurs limites des concentrations dans les rejets atmosphériques de la centrale à béton a été transféré à l'agence domestique européenne Fusion for Energy (F4E) qui est chargée du suivi de ces émissions.

Sur le chantier, les rejets gazeux actuels proviennent des engins de construction et de la centrale à béton. Les rejets se présentent sous forme de poussières diffuses, lorsqu'ils proviennent de la circulation des engins de chantier et des véhicules sur l'ensemble du site. Les poussières diffuses ont été mesurées du 24 juillet au 7 août 2019 sur cinq plaquettes de dépôt placées à différents endroits sur le chantier. Les valeurs obtenues ne dépassent pas la valeur de référence de 30 g/m² par mois, ce qui correspond à une faible pollution, les critères d'évaluation correspondant à *faible* si les valeurs sont inférieures à 30 g/m² par mois et fort si les valeurs sont supérieures à 30 g/m² par mois.

Les poussières canalisées proviennent des cheminées en sortie des silos de la centrale à béton. La campagne de mesures sur la centrale à béton menée le 1^{er} février 2019 sur les silos a montré que ces rejets étaient en dessous des limites exigées (inférieur à 50 mg/m³, conformément à l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter n° 2007-106 du 23 décembre 2012). Ces résultats avaient déjà été rapportés dans le rapport 2018 car les mesures correspondaient à des mesures devant être effectuées en 2018. Il n'y a pas eu de nouvelle mesure car l'exploitation des centrales à béton a été arrêtée.

Les valeurs observées cette année sont du même ordre de grandeur que celles observées les années précédentes, attestant de l'absence de dérives sur les rejets atmosphériques.

De plus en 2019, les remises à niveau des fluides frigorigènes des pompes à chaleur du site, des installations du bâtiment de fabrication des bobines de champ poloïdal et des réfrigérateurs des cantines, ont nécessité l'apport de 103,2 kg de R410A, 3,4 kg de R404A et 27 kg de R407C. Ces gaz, considérés comme des HFC (hydrofluorocarbures), ont fait l'objet d'une déclaration annuelle des rejets polluants au travers du système de « Gestion électronique du registre des émissions polluantes » (GEREP).

Effluents pluviaux

Suivant les prescriptions de l'arrêté préfectoral 2009-80A du 1^{er} décembre 2009, une campagne de mesures a été réalisée le 25 novembre 2019 suite à un épisode de pluie significatif. Les prélèvements ont été réalisés en deux points différents pour vérifier le fonctionnement en

dynamique du bassin d'orage et la conformité des rejets en matière en suspension (MES) et en hydrocarbures.

Les prélèvements ont montré des valeurs de concentration en hydrocarbures inférieures aux seuils réglementaires (5 mg/l). Une concentration de matière en suspension (MES) supérieure à la valeur préconisée dans l'arrêté préfectoral est observée à la sortie du bassin de la zone ITER. Ces dépassements ont régulièrement été observés et ont amené ITER à mettre en place un dispositif de décantation avec écrémur sur le principal bassin de collecte des eaux pluviales afin de réduire les concentrations de matières en suspension. Les valeurs mesurées en 2019 sont liées au fait que les prélèvements ont été faits en fin d'événement pluvial et alors que l'ouvrage de décantation était à peine installé et non pleinement opérationnel.

De plus, quatre campagnes de mesures sur les effluents pluviaux ont été menées pendant l'année lors de pluies significatives. Des échantillons ont été pris en 11 points, afin de vérifier le fonctionnement du bassin d'orage et de vérifier sa conformité vis-à-vis des matières en suspension et des concentrations en hydrocarbures.

Les mesures effectuées présentent des niveaux d'hydrocarbures inférieurs aux seuils réglementaires (5 mg/l).

En ce qui concerne les matières en suspension (MES) sur ces campagnes complémentaires, effectuées avant la mise en place du système de décantation, les mesures effectuées présentaient des valeurs supérieures à 30 mg/l, justifiant la mise en place du système de décantation et de l'ensemble des mesures de réduction des MES.

Les résultats de ces mesures sont en ligne avec ceux mentionnés précédemment.

Réseau sanitaire

Concernant le suivi des eaux sanitaires d'ITER, les résultats d'auto-surveillance de la station d'épuration sont transmis tous les mois à la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL). Ces résultats concernent le volume rejeté, le pH, la température, la matière en suspension totale (MEST), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO5), la détermination de l'azote et du phosphore.

Au cours de l'année 2019, plusieurs rejets ont eu une concentration en matières azotées sous forme réduite (NTK) supérieure au seuil de l'arrêté préfectoral. Comme les années précédentes, ces dépassements sont dus à des températures d'effluents très basses, ralentissant les

métabolismes de traitement de l'azote (lorsque la température de la biomasse est inférieure à 12°C, les rendements épuratoires sont dégradés). Des dépassements ont aussi été observés en avril et octobre 2019 correspondant respectivement à un incident sur le réseau d'eau brute qui a généré une arrivée importante et inhabituelle d'eau claire au niveau de la station d'épuration, déstabilisant momentanément l'activité bactérienne et à une difficulté dans le traitement du rééquilibrage du pH du bassin d'aération.

Les autres paramètres quant à eux se retrouvent dans des valeurs conformes, et homogènes avec celles observées les années précédentes.

Les rejets sont effectués via les bassins de 3 000 m³ du Centre CEA de Cadarache, en concertation avec le CEA pour minimiser l'impact sur le rejet en Durance.

Suivi des eaux souterraines

Le suivi des eaux souterraines est réalisé annuellement. Les prélèvements ont été effectués le 25 novembre 2019 sur 10 piézomètres. Les analyses suivantes ont été effectuées : demande chimique en oxygène (DCO), demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO5), chlorures, matières azotées sous forme réduite (NTK), nitrites (NO₂) et nitrates (NO₃), phosphore total, indice d'hydrocarbure, sulfates, fluorures et métaux dissous (aluminium, bore, fer et zinc). Tous les paramètres analysés présentent des concentrations normales dans des eaux souterraines.

Mesures de surveillance et impact chimique des rejets

Réseau pluvial

Une visite technique approfondie des barrages classés « digues » a été réalisée en 2013 et a été mentionnée dans le rapport TSN de l'année 2013. Les bassins nord et sud ne présentaient aucune anomalie. La périodicité de ces vérifications étant décennale, aucune vérification n'a été réalisée durant l'année 2019.

Le bassin d'orage ITER a été nettoyé en 2019. Plusieurs nettoyages de grilles ont également été réalisés après des épisodes pluvieux intenses.

Le réseau pluvial enterré a fait l'objet d'un suivi régulier ; 25 % du réseau (soit plus de 4900 mètres) ont été inspectés par endoscopie en 2019, démontrant l'absence d'anomalie significative.

Le réseau pluvial des fossés et caniveaux fait l'objet d'un suivi et d'un entretien régulier afin de prévenir les risques de pollution due aux matières mises en suspension (MES) en amont du bassin d'orage lors de forts épisodes pluvieux.

Les mesures mises en œuvre dans le passé pour réduire les niveaux de MES ont continué à être mises en œuvre en 2019 :

- La protection et la consolidation des talus,
- L'installation d'un système de décantation pour les eaux de pluie collectées sur la dalle du tokamak depuis 2014,
- L'amélioration de l'étanchéité des voies de circulation sur la plateforme.

En 2019, le dispositif de décantation, avec écrémateur, du principal bassin de collecte des eaux pluviales, validé par la Police de l'Eau, a été mis en service afin de réduire les concentrations de matières en suspension.

Impact chimique des rejets

L'étude d'impact d'ITER, soumise avec la demande d'autorisation de création de l'installation, comprend une analyse de l'impact des rejets liquides chimiques. Ces derniers incluent les effluents sanitaires, les effluents industriels et l'eau des tours du circuit de refroidissement.

Cette étude concluait que l'impact des substances chimiques liées aux rejets liquides qui présentent un risque toxique est négligeable pendant la construction et la phase d'exploitation non-nucléaire.

En 2019, il n'y a pas eu de rejet lié aux tours du circuit de refroidissement. Les rejets des effluents sanitaires et industriels sont bien inférieurs à ceux considérés dans l'étude d'impact d'ITER, et ne remettent pas en cause ses conclusions.

Impact des rejets radioactifs futurs

Les prévisions de rejets radioactifs et de leurs conséquences lorsque l'installation sera dans sa phase nucléaire ont été présentées dans le dossier d'instruction de la demande d'autorisation de création et lors de l'enquête publique associée. Un résumé des conclusions est présenté ci-après :

Les rejets liquides et gazeux d'ITER, après 50 années de fonctionnement avec maintenance lourde, conduiront à une dose efficace totale de l'ordre de 2,2 µSv/an pour un adulte à Saint-Paul-lez-Durance – une valeur qui appartient au domaine des très faibles doses. Cette dose est nettement inférieure à la limite réglementaire fixée à 1 mSv/an pour la population. Le tritium sous forme de molécule d'eau tritiée (HTO), apporte la principale contribution à cette dose (96 %). Les autres contributions sont ¹⁴C (environ 3 %), ⁴¹Ar (moins de 1 %), et bien moins de 0,1 % pour l'ensemble des autres émetteurs bêta-gamma.

Il n'y a pas eu de nouvelle évaluation en 2019.

L'Agence domestique européenne, Fusion for Energy, a officiellement transféré les principaux bâtiments du système de conversion électrique (au centre) à l'Organisation ITER, responsable de l'installation des équipements. *Février 2019*



LES DÉCHETS D'ITER

Phase de construction

La gestion présente des déchets sur ITER répond aux besoins de la phase construction et d'installation des équipements de l'installation nucléaire de base. Ces déchets sont de nature conventionnelle (papiers, cartons, déchets métalliques, emballages, gravats...), issus de zones de déchets non nucléaires. Ils sont collectés et triés avant leur évacuation vers des filières d'élimination adaptées, conformément aux arrêtés préfectoraux relatifs aux installations classées pour l'environnement et à l'arrêté du 7 février 2012.

En 2019, environ 250 tonnes de déchets dangereux et environ 1890 tonnes de déchets non-dangereux ont été produits et gérés sur l'ensemble du site, dont environ 65% sont recyclables (bois, métal, papiers, cartons...).

Il faut noter une production très légèrement inférieure des déchets dangereux par rapport à 2018 et une diminution d'environ 15% pour les déchets non-dangereux. Ceci peut s'expliquer par une évolution des activités sur le chantier : les activités de génie civil sont en décroissance (moins de terres souillées par des problèmes de pollution surfacique) alors que les activités liées à la construction et à l'installation des composants dans les bâtiments sont en phase de développement sans, à ce jour, d'opération de grande ampleur pouvant générer des quantités importantes de déchets non dangereux. L'évolution de ces tendances devra être analysée en 2020 quand ces transferts d'activités vont être plus significatifs.

Les déchets dangereux font l'objet d'une déclaration annuelle des rejets polluants au travers du système de

« Gestion électronique du registre des émissions polluantes » (GEREP).

Les déchets de bureaux sont triés et évacués séparément pour le recyclage autant que possible : papier, carton, toner, batteries, déchets électriques. Les déchets verts sont séparés. A la cantine et à la cafétéria, le système de tri des déchets est maintenu pour séparer les emballages plastiques et serviettes en papier, les bouteilles en plastiques et les cannettes métalliques.

Les déchets radioactifs

ITER pourra produire quelques déchets radioactifs de très faible activité (TFA) dès les premiers plasmas en hydrogène. À partir de la mise en service de l'installation lorsque l'INB utilisera du deutérium et/ou du deutérium-tritium, les neutrons produits lors des réactions de fusion activent les matériaux au sein du tokamak. Le remplacement des composants internes du tokamak génère des déchets d'exploitation. Des procédés d'étuvage et de détritiation sont mis en place pour récupérer la partie du tritium qui n'est pas utilisée dans la réaction de fusion. Le procédé génère des déchets activés et/ou contaminés par du tritium. ITER ne produira pas de déchets de haute activité à vie longue. Les quantités de déchets estimées ont été présentées dans le rapport préliminaire de sûreté. Ce sont des déchets TFA (très faible activité), déchets FMA-VC (faible et moyenne activité à vie courte), déchets purement tritiés et déchets MA-VL (moyenne activité à vie longue) tritiés produits pendant la phase d'exploitation (1 200 tonnes) et pendant la phase de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement (34 000 tonnes). Il n'y a pas eu de nouvelle évaluation en 2019.

La gestion des déchets radioactifs

L'« Accord ITER⁶ », intégré dans le droit français par l'Accord de siège entre l'Organisation ITER et la France⁷, stipule dans son article 16 que, à l'issue de la phase de mise à l'arrêt définitif, la responsabilité des installations sera transférée au pays hôte (la France) et que celle-ci sera également responsable du démantèlement final de l'installation. Pour chaque catégorie de déchet, des traitements spécifiques ont été programmés avant leur prise en charge pour stockage par le pays hôte.

Les solutions retenues pour l'entreposage des déchets d'exploitation d'ITER prévoient qu'ils seront entreposés à Intermed, installation d'entreposage de décroissance qui sera construite par le pays hôte, pour les déchets solides tritiés de très faible activité (TFA) et les déchets tritiés de faible et moyenne activité à vie courte FMA-VC. Les déchets purement tritiés et MA-VL seront entreposés dans les cellules chaudes d'ITER jusqu'au démantèlement.

Le CEA est chargé de fournir à l'Organisation ITER, pour le compte du pays hôte, un service de gestion et de stockage des déchets radioactifs issus du fonctionnement d'ITER et de la phase de démantèlement. La coordination entre le CEA et l'Organisation ITER a été mise en place dans le cadre d'un comité décisionnel qui définit la stratégie globale, ainsi qu'au sein de groupes de travail qui traitent des aspects techniques des déchets, du démantèlement et des revues de conception.



⁶ voir chapitre « l'organisation d'ITER »

⁷ http://www.senat.fr/leg/convention_texte_153.pdf

L'engagement de l'Organisation ITER, pris lors de l'examen par le groupe permanent d'experts de la demande d'autorisation de création est de « *prendre les dispositions nécessaires, tout au long du fonctionnement de l'installation, pour qu'à la fin du fonctionnement, le changement d'exploitant nucléaire se fasse dans les meilleures conditions du point de vue de la sûreté* ».

Ces dispositions sont mises en œuvre par différents moyens en application de l'accord ITER et l'accord de siège.

- Le pays hôte doit être informé de l'évolution des différentes étapes de l'installation de manière à pouvoir anticiper la phase de démantèlement dont il aura la charge. Cette information est transmise par l'Organisation ITER à travers un « Comité consultatif de démantèlement », « *Decommissioning advisory committee* » en anglais, d'où ses sigles DACo, composé en nombre égal de représentants de l'Organisation ITER et des autorités françaises. Ce comité a été mis en place en 2012 et sa première réunion s'est tenue en 2013.

Cette organisation sera pérenne pendant les phases de conception, de construction et d'exploitation d'ITER pour qu'à la fin du fonctionnement, le changement d'exploitant nucléaire se fasse dans les meilleures conditions du point de vue de la sûreté.

Parmi ses missions, le DACo remet un avis au Conseil ITER sur les modifications des règles de gestion des ressources pour le projet ITER qui concernent le fonds de démantèlement prévu à l'article 16 de l'Accord ITER ainsi que sur les changements de sa valeur finale prévisionnelle.

- Un groupe de travail a été mis en place pour soutenir le DACo dans ses fonctions qui doit notamment :
 - Définir la documentation technique et juridique que constitue le « point de référence »,
 - Définir la méthodologie et les critères pour la prise en compte des changements en conformité avec l'article 6 de l'annexe de l'Accord de siège,
 - Clarifier la définition des responsabilités des parties au cours des quatre phases du démantèlement (mise à l'arrêt définitif, décroissance, démantèlement et surveillance).
- L'exploitant nucléaire l'Organisation ITER, doit communiquer annuellement à l'Autorité de sûreté nucléaire et au Comité consultatif du démantèlement l'information demandée à l'article 6 du décret n° 2012-1248 du 9 novembre 2015.



Tout est prêt désormais pour ériger la structure métallique du Hall de maintenance et prolonger les rails des ponts roulants jusqu'à la verticale du puits d'assemblage. Juin 2019

- Le groupe de travail entre le CEA et l'Organisation ITER sur la cohérence technique et l'optimisation des phases liées au démantèlement s'est réuni plus d'une quinzaine de fois en 2019. Le CEA et l'Organisation ITER ont progressé sur les documents suivants (certains sont finalisés) :
 - Description des hypothèses de référence de 2001 concernant les conditions radiologiques, les fonctions et la conception des bâtiments nucléaires ITER qui ont été utilisées pour établir les scénarios de déclasserement,
 - Analyse fonctionnelle des différentes phases suivant la mise à l'arrêt définitif,
 - Temps de traitement des déchets MA-VL en téléopération,
 - Évolutions possibles des scénarios,
 - Analyse des évolutions depuis 2001 ayant conduit à une conception détaillée de l'installation, réglementation, solutions de gestion des déchets,
 - Participation d'experts CEA aux revues de conception liées aux composants d'intérêt pour le démantèlement et pour la conception du bâtiment des cellules chaudes sur l'entreposage des déchets MA-VL.

L'Organisation ITER en tant que producteur de déchets a transmis à l'ANDRA (agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) ses inventaires mis à jour : à ce jour aucun déchet radioactif n'est entreposé.

Dans le cadre d'un contrat signé entre l'Organisation ITER et l'ANDRA, les études suivantes ont été menées cette année par l'ANDRA :

- Étude et recommandations pour l'acceptabilité des chambres à fission,
- Analyse par l'ANDRA de la mise à jour du dossier de connaissance des déchets MA-VL d'ITER,

- Étude d'optimisation du traitement et entreposage des déchets MA-VL, tout particulièrement sur la faisabilité d'un conteneur métallique permettant un entreposage direct des déchets MA-VL d'ITER sans sur-conteneur à CIGEO.

L'étude sur la gestion des déchets et le plan de démantèlement n'ont pas été mis à jour depuis la demande d'autorisation de création. Cependant, l'Organisation ITER transmet à l'ASN depuis 2013, les dispositions prises en vue de l'article 6 du décret précité dans un rapport contenant les informations liées aux évolutions de l'installation, validées dans le référentiel documentaire, pouvant avoir un impact sur les filières d'élimination des déchets ou de façon significative sur les risques et inconvénients liés au démantèlement.

Article 16 de l'Accord ITER : déclasserement

1. Au cours de la période d'exploitation d'ITER, l'Organisation ITER constitue un Fonds (ci-après « le Fonds ») en vue du déclasserement des installations ITER. Les modalités de constitution du Fonds, de son estimation et de sa mise à jour, les conditions pour les modifications et pour son transfert à l'État d'accueil sont inscrites dans les règles de gestion des ressources pour le projet visées à l'article 9.
2. À l'issue de la phase finale de fonctionnement expérimental d'ITER, l'Organisation ITER met les installations ITER, dans un délai de cinq ans, ou moins en cas d'accord avec l'État d'accueil, dans les conditions à convenir et mettre à jour en tant que de besoin entre l'Organisation ITER et l'État d'accueil, puis l'Organisation ITER remet à l'État d'accueil le Fonds et les installations ITER en vue de leur déclasserement.
3. Après l'acceptation par l'État d'accueil du Fonds ainsi que des installations ITER, l'Organisation ITER ne peut en rien être tenue pour responsable des installations ITER, sauf accord contraire entre elle et l'État d'accueil.
4. Les droits et obligations respectifs de l'Organisation ITER et de l'État d'accueil et les modalités de leur interaction en ce qui concerne le déclasserement d'ITER sont fixés dans l'accord relatif au siège visé à l'article 12, aux termes duquel l'Organisation ITER et l'État d'accueil conviennent entre autres que :
 - a. après la remise des installations ITER, l'État d'accueil continue d'être lié par les dispositions de l'article 20 ; et
 - b. l'État d'accueil fait régulièrement rapport à tous les membres qui ont contribué au Fonds sur l'état d'avancement du déclasserement et sur les procédures et les technologies mises en œuvre ou créées aux fins du déclasserement.

Aux premières lueurs de l'aube, le 4 décembre, une puissante grue sur chenille s'apprête à lever le premier des cinq modules de la charpente métallique. *Décembre 2019*



LES AUTRES NUISANCES

Bruit

Conformément à l'arrêté préfectoral n° 2007-106-A du 23 décembre 2008 et le décret du 23 janvier 1997 sur la limitation de la pollution des installations classées pour la protection de l'environnement, des mesures de nuisances sonores sont réalisées tous les 5 ans sur le chantier ITER. Il n'y a pas eu de campagne de mesure de bruits sur le chantier ITER en 2019. Les dernières mesures effectuées datent de décembre 2018 et ont été rapportées dans le rapport 2018.

Des mesures de bruit ont toutefois été réalisées par l'agence domestique européenne le 5 février 2019 au niveau de la centrale à béton. Les résultats des mesures sont conformes aux seuils fixés par la réglementation.

Analyse des légionnelles

Les analyses de dépistage des légionnelles s'effectuent en application du Décret n° 2013-1205 du 14 décembre 2013 concernant les installations classées pour la protection de l'environnement, d'une part sur les tours de refroidissement et d'autre part sur les réseaux de plomberie et des chauffe-eau.

En 2019, la première tour de refroidissement du bâtiment de fabrication des bobines de champ poloïdal était en fonctionnement du 21 janvier au 23 juillet et la deuxième du 23 juillet au 24 octobre. Des analyses mensuelles ont donc été réalisées pendant ces périodes de fonctionnement. Dix analyses ont été réalisées sur des échantillons prélevés dans le circuit de décharge de la tour de refroidissement et une analyse sur un échantillon prélevé au niveau de l'alimentation en eau de la tour. Aucune trace de *Legionella Pneumophila* n'a été détectée dans ces analyses, ce qui est conforme avec les prescriptions du Décret n° 2013-1205 du 14 décembre 2013.

Les données correspondantes aux analyses effectuées sur le circuit de refroidissement du bâtiment de fabrication

des bobines de champ poloïdal ont fait l'objet d'un enregistrement sur le réseau de « Gestion informatisée des données d'auto-surveillance fréquentes, GIDAF » en application de l'arrêté ministériel du 28 avril 2014. L'analyse méthodique des risques (AMR) de ces tours de refroidissement a été mise à jour en novembre 2019.

Des mesures ont également été effectuées en 2019 sur 25 points du réseau d'eau chaude dans l'ensemble des bâtiments sur le site. L'ensemble des mesures ne montre aucune présence de *Legionella Pneumophila* et *Legionella spp*, c'est-à-dire que les résultats étaient bien en dessous des niveaux d'alarme (valeurs mesurées <10 « Unités formant colonies par litre » d'eau alors que l'arrêté du 1^{er} février 2010 requiert des concentrations <1000 « Unités formant colonies par litre » d'eau).

Éclairage du chantier

Dans le cadre de la Demande d'autorisation de création d'ITER en 2010, une étude Natura 2000, le secteur de Cadarache étant à proximité du site Natura 2000 Durance, avait été menée. Cette étude s'était notamment intéressée à la pollution lumineuse.

Les secteurs comme les entrées sécurisées, les parkings, les abords extérieurs des différents bâtiments sont éclairés dès le crépuscule et jusqu'au matin. Toutefois, des éclairages spécifiques sont mis en place ainsi qu'une programmation des horaires de fonctionnement afin de limiter les incidences sur la faune et la flore.

Conformément aux dispositions du code du travail (Article R4223-4), le nombre de lux minimal pour la circulation nocturne est de 10 pour les espaces de circulation et de 40 pour les espaces où des activités sont réalisées. Un éclairage spécifique est mis en place lors des activités de chantier pour les équipes travaillant en période nocturne (des équipes de nuit travaillent sur le chantier).

Deux fois par an, les portes d'ITER s'ouvrent au public ainsi qu'aux familles de ses collaborateurs. Une occasion pour découvrir l'avancée des travaux et rencontrer scientifiques, ingénieurs et techniciens engagés dans le programme. *Septembre 2019*



LES ACTIONS EN MATIÈRE DE TRANSPARENCE ET D'INFORMATION



L'Organisation ITER a mis en place plusieurs actions en matière de transparence et d'information.

L'organisation de l'information destinée au public et les vecteurs de communication s'articulent, entre autres, autour des publications d'ITER (site internet actualisé hebdomadairement, magazines, rapports annuels, communiqués de presse), de présentations, de conférences nationales et internationales, de journées portes ouvertes, de forums industriels et d'expositions.

En parallèle, l'Organisation ITER mène une politique d'amélioration de la culture de sûreté au travers de formations, d'ateliers en interne et chez les intervenants extérieurs, incluant les agences domestiques.

Rappel de la Loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire

Article 19.1 : « Toute personne a le droit d'obtenir, auprès de l'exploitant d'une installation nucléaire de base [...] les informations détenues [...] sur les risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants pouvant résulter de cette activité et sur les mesures de sûreté et de radioprotection prises pour prévenir ou réduire ces risques ou expositions. »



Dans le cadre des animations scientifiques organisées dans la région, ces enfants ont découvert les aspects surprenants – et instructifs – des technologies mises en œuvre dans un tokamak. Octobre 2019

Par ailleurs la CLI de Cadarache est chargée d'une mission de suivi, d'information et de concertation pour le site nucléaire de Cadarache (ITER et Centre du CEA), en application de l'article L125-17 du code de l'environnement. Les actions relatives à la mission de la CLI, indépendantes des actions en matière de transparence et d'information menées par l'Organisation ITER, sont disponibles sur le site www.cli-cadarache.org. En 2019, l'Organisation ITER a participé à la réunion publique de la CLI sur ITER et aux diverses commissions de la CLI (Commission Information du Public, Commission Environnementale et Technique pour ITER,...).



Le 15 avril, ITER a célébré le 500e anniversaire de la naissance de Léonard de Vinci, soulignant la continuité entre le génie universel d'un individu et l'exigence d'innovation sur laquelle ITER est fondé. Avril 2019

Tableau 8. Activités en matière de de transparence et d'information mises en place en 2019 par l'exploitant.

Présence d'observateurs de la CLI à un inspection de l'ASN sur site	Organisée le 23 mai 2019.
Visite du chantier par les membres de la CLI	Organisée le 4 décembre 2019.
Participation aux réunions publiques de la CLI	L'Organisation ITER participe aux réunions publiques de la CLI pour répondre aux questions des participants. En 2019, la réunion publique ITER s'est tenue le 28 novembre à Aix en Provence.
Site internet d'ITER	En français : http://www.iter.org/fr/accueil En anglais : http://www.iter.org/
Site de l'Agence ITER France	http://www.itercad.org/
Journaux et magazines d'ITER	<ul style="list-style-type: none"> • ITER Newsline : http://www.iter.org/news/whatsnew Publication hebdomadaire sur l'actualité de l'ensemble du programme ITER (chantier, fabrications, ...). • ITER Mag : http://www.iter.org/fr/news/mag Magazine publié une fois en 2019 en anglais et en français, avec possibilité pour le public de s'abonner.
Publication de l'Agence ITER France	<ul style="list-style-type: none"> • Interface : http://www.itercad.org/interface.php • Inéraire news
Rapports d'enquête publique et annuels	http://www.iter.org/fr/dac http://www.iter.org/fr/tsn
Présentations à des conférences nationales et internationales	<p>L'Organisation ITER présente l'avancement de la construction de l'INB et de la fabrication des éléments et systèmes à de nombreux symposiums et conférences. En particulier en 2019 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • AAAS, Washington ; • ITER Business Forums, Antibes et Washington ; • Conférence mondiale sur le journalisme scientifique, Lausanne ; • Réunion des Lauréats du Prix Nobel, Lindau ; • World Energy Congress, Abu Dhabi ; • Journées Européennes de la Recherche et de l'Innovation, Bruxelles ; • US - German Fusion Event, New York ; • Usine Extraordinaire, Marseille. <p>La liste des conférences sur l'énergie de fusion, la physique des plasmas, la technologie de fusion est très longue et peut être consultée sur plusieurs sites internationaux.</p>
Visites du site ouvertes au public	16 043 visiteurs accueillis en 2019 dont 7 174 de scolaires et universitaires. Information sur les inscriptions sur : https://www.iter.org/fr/visiting
Accueil presse	72 journalistes originaires des sept États membres ont été accueillis à ITER dans le cadre de voyages de presse au cours de l'année 2019.
Journées « portes ouvertes »	Deux journées « portes ouvertes » ont eu lieu en mai et en septembre 2019. Ces journées organisées en collaboration avec l'agence domestique européenne (Fusion for Energy) ont permis d'accueillir près de 2 000 personnes.
Réseaux sociaux	<ul style="list-style-type: none"> • Facebook : https://www.facebook.com/ITEROrganization • Twitter : https://twitter.com/iterorg • LinkedIn : https://www.linkedin.com/company/iter-organization • Instagram : https://www.instagram.com/iterorganization • Youtube : https://www.youtube.com/user/iterorganization <p>Ces réseaux sont également accessibles à partir du site internet d'ITER : http://www.iter.org/fr/multimedia</p>

Vue aérienne du site ITER avec en son centre les travaux en cours sur le complexe tokamak. La séparation entre les bâtiments tritium, tokamak et diagnostics est désormais bien distincte. Juin 2019



CONCLUSION GÉNÉRALE

Le chantier de l'installation ITER a continué à progresser à un rythme soutenu au cours de l'année 2019, avec une montée en puissance des activités d'installation. En novembre 2019, 68% des activités nécessaires à l'accomplissement du premier plasma, prévu en décembre 2025 ont été réalisées.

Les travaux de génie civil sur les bâtiments tokamak et diagnostics sont maintenant achevés. Les outillages d'assemblage de la chambre à vide sont opérationnels, et sont prêts pour la réception du premier secteur. Les activités d'installation ont pris de l'ampleur sur l'ensemble du site, comme par exemple dans l'usine cryogénique ou dans les bâtiments de conversion électrique, où la mise en place des équipements en provenance de Chine, d'Europe, d'Inde, de Corée et de Russie se poursuit.

La réduction des travaux de génie civil a permis une diminution de la consommation d'eau sur le chantier en 2019, de même que celle du volume de déchets non-dangereux. Malgré une augmentation du nombre de tirs radiographiques, la dose collective reçue par les travailleurs du chantier en 2019 a également baissé. Comme les années précédentes, aucun déchet ou rejet radioactif n'a été généré sur le site. L'Organisation ITER a par ailleurs mis en service cette année un nouveau dispositif de décantation, en vue de limiter la quantité de matières en suspension dans les effluents pluviaux, donc l'impact devrait être visible en 2020.

La protection des travailleurs et du public vis-à-vis des rayonnements ionisants et le respect de l'environnement font partie des objectifs primordiaux de l'Organisation ITER. Celle-ci continuera de mettre en œuvre en 2020 toutes les mesures nécessaires pour les atteindre.

LES JALONS ATTEINTS DE 2005 À 2015 SONT CONSULTABLES DANS LE RAPPORT DE 2015.

2008 – 2022

- Fabrication des principaux éléments et systèmes pour le premier plasma.

2015 – 2022

- Transport (via l'itinéraire ITER) et livraison sur site des éléments du premier plasma.

2015 – 2025

- Phase de fabrication, construction et première phase d'assemblage sous la responsabilité de l'exploitant nucléaire. Pendant cette période, la construction de la cellule des injecteurs de neutres, et la phase d'assemblage du tokamak sont soumises à l'accord préalable de l'Autorité de sûreté nucléaire selon les prescriptions techniques de la Décision n° 2013-DC-0379, modifiée par la Décision n° 2015-DC-0529 et modifiée par la Décision n° 2017-DC-0601.

2019 – 2025

- Assemblage phase I.

2020 – 2023

- Construction du complexe tokamak (accès dès 2019 pour les premières opérations d'assemblage) et des bâtiments auxiliaires nécessaires au premier plasma.

2024 – 2025

- Tests intégrés et mise en service intégrée.

Décembre 2025

- Premier plasma. Pour le 1^{er} plasma, il n'y a pas de béryllium dans la chambre à vide mais le béryllium est entreposé et manipulé sur site. L'objectif est d'obtenir un courant de plasma d'environ 1 MA avec un combustible hydrogène (dit plasma H-H).

2024 – 2028

- Arrivée du béryllium sur site en décembre 2024 puis manipulation du béryllium dans une zone dédiée pour le stockage et la manipulation du béryllium.

2026 – 2028

- Deuxième phase d'assemblage des composants internes de la chambre à vide et la mise en service des aimants et tests associés. Deuxième mise en service.

2029 – 2030

Deuxième phase plasma

- Phase I d'exploitation avec plasmas hydrogène-hélium (H-He), appelée *Pre-fusion power operation 1* (PFPO-1). Il y aura des traces de deutérium dans les plasmas H-He. Début de la phase expérimentale avec un démarrage progressif sans matières radioactives avec un courant de plasma jusqu'à 7,5 MA. Cette phase est soumise à l'accord préalable avec l'Autorité de sûreté nucléaire.

2030 – 2032

- Troisième phase d'assemblage. Troisième mise en service.

2032 – 2034

Troisième phase plasma

- Période d'exploitation avec plasmas hydrogène, hélium et premières traces de tritium appelée *Pre-fusion power operation 2* (PFPO-2). Il s'agit d'obtenir des plasmas avec un courant de plasma de 7,5 MA de 15 MA. Le programme de test des modules de couverture démarre pendant cette phase. Des traces de tritium seront utilisées pour la mise en service de l'installation tritium.

2034 – 2035

- Quatrième phase d'assemblage. Arrivée du tritium sur site comme décrit à l'article 20 du VI du Décret 2007-1557. Quatrième mise en service.

2035 et au-delà

- Période d'exploitation avec plasmas deutérium (D-D) puis deutérium-tritium (D-T), avec un courant de plasma de 15 MA.

ANNEXE : PLANIFICATION DU PROJET ITER : UNE APPROCHE PAR ÉTAPES



La brume qui se forme dans la vallée de la Durance toute proche enveloppe le site d'ITER, ne laissant émerger que le complexe tokamak et les plus hautes grues du chantier. *Octobre 2019*

Les éléments du "chapeau" du cryostat sont quasiment finalisés. Ils prendront bientôt la mer pour être livrés sur le site d'ITER où ils seront assemblés et soudés. *Novembre 2019*



GLOSSAIRE



A**Accident**

Événement fortuit ou provoqué non intentionnellement qui arrête le déroulement d'une opération et entraîne une augmentation brutale du risque de dispersion de substances radioactives ou dangereuses ou de propagation de rayonnements ionisants dans l'environnement.

Activité (radiologique)

Phénomène physique propre à certains produits naturels ou artificiels, qui émettent des électrons (radioactivité β - bêta) et/ou des photons (radioactivité γ - gamma), des neutrons, des noyaux d'hélium (radioactivité α - alpha). L'unité d'activité est le becquerel (Bq).

Alpha

Les particules composant le rayonnement alpha sont des noyaux d'hélium 4, fortement ionisants mais très peu pénétrants. Une simple feuille de papier est suffisante pour arrêter leur propagation (symbole « α »).

Assurance qualité (AQ)

Ensemble des dispositions mises en place par les exploitants pour garantir la qualité de leurs activités. Pour tous les équipements et leurs composants, des moyens appropriés pour l'obtenir sont mis en œuvre à tous les stades (conception, réalisation, exploitation). Tous les enregistrements sont conservés pour vérification ultérieure.

Atome

Un atome est constitué de protons et d'électrons, en nombre égal, qui sont des particules chargées électriquement. La matière (eau, gaz, roche, être vivants) est constituée de molécules, qui sont des combinaisons, des composés d'atomes. Les atomes comprennent un noyau chargé positivement, autour duquel se déplacent des électrons chargés négativement. L'atome est neutre. Le noyau de l'atome comprend des protons chargés positivement et des neutrons qui sont électriquement neutres. Quand un atome est radioactif, il se transforme en émettant un rayonnement.

Autorité de sûreté nucléaire

Service de l'État chargé du contrôle de la sûreté des installations nucléaires et de la radioprotection.

B**Barrière**

Enveloppe ou dispositif à étanchéité ou résistance spécifiée conçu pour s'opposer, dans des situations de fonctionnement données, au relâchement vers l'extérieur de substances radioactives.

Bêta

Les particules composant le rayonnement bêta sont des électrons de charge négative ou positive. Un écran de quelques mètres d'air ou une simple feuille d'aluminium suffit à les arrêter (symbole β).

C**CET**

Commission environnementale et technique de la CLI de Cadarache.

Chambre à vide

Paroi métallique étanche (en forme d'anneau) au sein de laquelle se forme le plasma.

Chauffage à la fréquence cyclotronique ionique

Système de chauffage du plasma dans un tokamak ou dans une autre configuration magnétique utilisant une onde rapide qui se propage principalement perpendiculairement aux surfaces de champ magnétique à une fréquence proche de celle de la fréquence de giration d'une des populations ioniques (de l'ordre de quelques dizaines de Mégahertz, correspondant à des longueurs d'onde métriques).

Chauffage par injecteur de neutres

Système de chauffage du plasma dans un tokamak ou dans une autre configuration magnétique utilisant des particules très énergétiques. Des champs électriques intenses sont utilisés pour accélérer un faisceau de particules chargées (des ions deutérium). Cependant, ces particules chargées ne pourraient pas rentrer telles quelles dans le tokamak car le champ magnétique de la configuration magnétique empêche les particules venant de l'extérieur d'y entrer. Il faut par conséquent neutraliser le faisceau avant de l'injecter dans la décharge, d'où le nom d'injecteur de neutres donné au système.

CIP

Commission d'information du public de la CLI de Cadarache.

CLI

Commission locale d'information.

Confinement

Dispositions permettant d'assurer le maintien soit à l'intérieur, soit à l'extérieur d'une enceinte, des substances potentiellement dangereuses soit pour l'environnement, soit pour les produits manipulés.

Cryostat

Enceinte en acier destinée à maintenir sous vide et à une température de 80 K (-193°C) l'environnement dans lequel se trouvent les aimants supraconducteurs du tokamak.

D**DAC**

Demande d'autorisation de création

Déchets conventionnel

Déchets ne provenant pas de zones à déchets nucléaires.

Déchets radioactif

Déchets provenant de zones à déchets nucléaires.

Défaillance

Incapacité d'un système ou d'un composant à remplir sa fonction dans les limites spécifiées.

Démantèlement

Ensemble des opérations techniques qui conduisent au niveau de déclassement choisi.

Deutérium

Isotope naturel de l'hydrogène dont le noyau est composé d'un proton et d'un neutron.

Dose

- **Débit de dose** : quantité d'énergie cédée à la matière par les rayonnements par unité de temps, qui se mesure en Gy/h ou Sv/h pour l'impact sur le corps humain.
- **Dose absorbée** : quantité d'énergie absorbée par la matière vivante ou inerte.
- **Dose équivalente** : les effets

produits diffèrent selon le type de rayonnements (alpha, bêta, gamma) ; pour en tenir compte, il est donc nécessaire d'utiliser un facteur multiplicatif de la dose (facteur de qualité) pour calculer la dose équivalente.

- **Dose efficace** : somme des doses équivalentes délivrées aux différents tissus et organes du corps par l'irradiation interne et externe mesurée en sievert (Sv).

E

Écran

Parois de protection interposées entre la source de rayonnements et les travailleurs (murs de béton, parois en plomb et verres spéciaux chargés en plomb).

Effet falaise

Altération brutale du comportement d'une installation, que suffit à provoquer une légère modification du scénario envisagé pour un accident dont les conséquences sont alors fortement aggravées.

Effluent

Ensemble des liquides et des gaz rejetés dans l'environnement après un traitement éventuel.

Entreposage (de déchets radioactifs)

Dépôt provisoire de déchets radioactifs en attente d'une évacuation définitive ou d'un traitement ultérieur.

Euratom

Le traité instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) est né en 1957 à Rome. Initialement créé pour coordonner les programmes de recherche des États en vue d'une utilisation pacifique de l'énergie nucléaire, le traité Euratom contribue de nos jours à la mise en commun des connaissances, des infrastructures et du financement de l'énergie nucléaire. Fondée avec la signature du traité Euratom, l'association française Euratom - CEA a apporté une contribution importante à la recherche communautaire dans le domaine de la fusion.

Exposition

Fait d'être exposé à des rayonnements ionisants.

Exposition interne

Il y a exposition par voie interne lorsqu'il y a incorporation dans l'organisme humain, soit par inhalation, soit par ingestion de substances radioactives, soit éventuellement par blessure avec un objet contaminé.

Exposition externe

On parle d'exposition par voie externe lorsque le corps humain est soumis aux rayonnements émis par une source radioactive qui lui est externe. C'est l'irradiation externe. Dans ce cas, l'action directe nocive de ces rayonnements prend fin dès que l'individu quitte le champ d'irradiation.

F

Fission

Division du noyau d'un atome en deux morceaux, accompagné d'émission de neutrons, de rayonnements et d'un important dégagement de chaleur.

Fusion

Réaction consistant à réunir deux petits noyaux pour en produire un plus gros en produisant de l'énergie.

Fréquence et longueur d'onde

Nombre de fois qu'un phénomène périodique se reproduit par unité de mesure du temps.

Le hertz (symbole : Hz) est l'unité de fréquence du système international (SI). Un hertz est équivalent à un événement par seconde.

Quand le phénomène périodique est une onde, la fréquence et la longueur d'onde sont inversement proportionnelles. L'unité de longueur d'onde est le mètre.

G

Gamma

Rayonnement électromagnétique, très pénétrant mais peu ionisant, émis par la désintégration d'éléments radioactifs. Des écrans de béton ou de plomb permettent de s'en protéger (symbole γ).

Gestion des déchets

Ensemble des activités, administratives et opérationnelles qui interviennent dans la manutention, le traitement, le conditionnement, le transport, l'entreposage, l'évacuation et le stockage des déchets.

Même dans les plus techniques des opérations, les mains des techniciens servent toujours. A la verticale, on voit bien la forme presque en « D » de la charge, qui doit imiter une bobine de champ toroïdal. Juillet 2019



Groupe permanent (GP)

Groupe d'experts consulté par l'ASN pour préparer les décisions les plus importantes relatives aux enjeux de sûreté nucléaire ou de radioprotection. Dans ce rapport « Groupe permanent ITER » correspond aux réunions tenues par le « Groupe permanent » consulté par l'ASN dans le cadre de l'instruction des dossiers d'ITER.

H

Hélium

Gaz non radioactif présent à l'état naturel notamment dans les gisements pétroliers.

I

Ignition

État des corps en combustion. Dans un réacteur de fusion, l'ignition est la situation où la puissance fournie par les réactions de fusion compense les pertes et il n'y a plus besoin de fournir de l'énergie sous forme de « chauffage » pour maintenir la fusion.

INB (Installation nucléaire de base)

Catégorie administrative regroupant les grandes installations nucléaires. Une installation est classée INB en fonction de la quantité et l'activité des radioéléments qu'elle contient et de l'usage qui en est fait.

Incident

Événement fortuit ou provoqué non intentionnellement qui modifie l'état de fonctionnement d'une installation sans augmentation notable du danger et sans dommage important.

Intérêts

Les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement sont ceux qui concernent la sécurité, santé et salubrité publiques, protection de la nature et de l'environnement.

Irradiation

Exposition partielle ou globale d'un organisme ou d'un matériel à des rayonnements ionisants.

Isotope

Forme d'un élément chimique dont les atomes possèdent un même nombre d'électrons ou de protons, mais un nombre différent de neutrons. Les isotopes d'un même élément ont les mêmes propriétés chimiques mais des propriétés physiques différentes.

ITER

Le « chemin » en latin.

M

MA

Méga Ampère

Matière radioactive

Matière dont un ou plusieurs constituants présentent de la radioactivité, d'origine naturelle ou artificielle.

N

Neutron

Le neutron est, avec le proton, l'un des constituants du noyau de l'atome. Étant électriquement neutre, il est facilement capté dans le noyau, y déclenchant des réactions nucléaires.

Noyau

Partie centrale des atomes de charge positive. Les noyaux sont composés de nucléons, neutrons et protons. Bien que dix mille fois plus petit que l'atome, le noyau contient la quasi-totalité de sa masse.

Noyau dur

Ensemble de dispositions matérielles et organisationnelles résistant à des événements extrêmes permettant de prévenir un accident grave ou en limiter la progression ; limiter les rejets massifs de radioéléments dans l'environnement en cas d'accident ; permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une situation d'urgence.

P

Périmètre nucléaire

Le périmètre nucléaire correspond au périmètre de l'INB dans lequel sont présents les bâtiments nécessaires au fonctionnement de l'INB.

Plans d'intervention

Pour chaque installation nucléaire, il existe deux plans d'intervention complémentaires qui seront mis en place en cas d'incident ou d'accident :

- le Plan d'urgence interne (PUI) établi sous la responsabilité de l'exploitant et destiné aux interventions à l'intérieur de l'installation,
- le Plan particulier d'intervention (PPI) établi sous la responsabilité du Préfet, il s'applique aux zones environnant l'installation.

Plasma

Quatrième état de la matière avec les solides, les liquides et les gaz. Dans un plasma, les atomes sont ionisés positivement (ils perdent leurs électrons) sous l'effet de la température. La température d'un plasma peut varier de quelques degrés à plusieurs milliards de degrés. Sa densité peut être un million de fois plus faible à un million plus forte que celle de l'air. L'univers est composé à plus de 99 % de plasma : le Soleil, comme les étoiles, sont des boules de plasma chaud et dense. Il y en a aussi dans la très haute atmosphère (l'ionosphère) où sous l'action des ultraviolets solaires et des rayons cosmiques, l'air devient plasma. C'est aussi ce que l'on trouve dans les tubes néon, les torches à plasma qui servent à souder ou encore dans les écrans à plasma.

Point zéro

Le point zéro désigne l'état de référence radio-écologique de l'environnement effectué sur chaque site destiné à accueillir une installation nucléaire.

Prévention

Ensemble des mesures visant à réduire les risques d'apparition d'un incident.

Procédé

Ensemble des moyens et méthodes qui transforment des éléments entrants en éléments sortants (produits).

À l'inverse du processus, que ce soit dans le domaine administratif, technique, ou industriel, un procédé est une suite d'artefacts entièrement conçus, engendrés, organisés par l'homme ; constitués d'étapes (ce qui lui enlève la notion de continuité), il peut être maîtrisé.

Un procédé peut être décrit par une procédure.

Protection

Ensemble des dispositions mises en œuvre pour réduire à un niveau admissible les nuisances auxquelles l'homme ou l'environnement peut être exposé, ou pour limiter les dommages résultant d'un accident.

R

Radier

Le radier est une plate-forme en béton, en pierres, en briques,... sur lequel on assoit un ouvrage de bâtiment.

Radioactivité

Propriété que possèdent certains éléments naturels ou artificiels d'émettre spontanément des particules alpha, bêta ou un rayonnement gamma. Est plus généralement désignée sous ce terme l'émission de rayonnements accompagnant la désintégration d'un élément instable ou la fission.

Radionucléide ou radioélément

Élément chimique naturellement ou artificiellement radioactif.

Radioprotection

Ensemble des mesures et dispositifs destinés à protéger les personnes des rayonnements émis par une source radioactive dans le respect des dispositions légales.

Rayonnements ionisants

Transport d'énergie sous la forme de particules ou d'ondes électromagnétiques pouvant produire directement ou indirectement des ions.

Rejet (liquide ou gazeux)

Émission d'effluents liquides ou gazeux dans l'environnement par l'intermédiaire de dispositifs localisés (cheminée, émissaire, ...).

RPrS

Rapport préliminaire de sûreté

RTE

RTE, pour réseau de transport d'électricité, est une entreprise française, filiale d'EDF, qui gère le réseau public de transport d'électricité haute tension en France métropolitaine

S

Sécurité nucléaire

Elle vise, d'une manière générale, à assurer la protection des personnes et des biens contre les dangers, nuisances et gênes de toute nature résultant de la création, l'exploitation et l'arrêt des installations nucléaires fixes ou mobiles de même que celles pouvant provenir du transport, de l'utilisation ou de la transformation de substances radioactives naturelles ou artificielles.

Séisme majoré de sécurité (SMS)

Séisme hypothétique lié au séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV) de même épicycle que celui-ci, que l'on majore d'un demi-point de magnitude.

Séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV)

Séisme hypothétique dont l'intensité macrosismique serait égale à la plus forte historiquement observée dans la région et dont l'épicentre serait situé, compte tenu des caractéristiques locales, à l'emplacement le plus défavorable pour l'installation.

L'intensité macrosismique est évaluée au moyen de l'échelle internationale MSK qui comporte 12 degrés.

Substance dangereuse

Une substance qui, du fait de ses propriétés explosibles, comburantes, inflammables, toxiques, corrosives ou irritantes, présente un risque pour la santé, la sécurité, les biens ou l'environnement.

Sûreté nucléaire

Ensemble des dispositions techniques à prendre à tous les stades de la conception, de la construction, de l'exploitation et de l'arrêt définitif d'une installation pour en assurer le fonctionnement normal, sans risque excessif pour le personnel, le public, les équipements et l'environnement, et pour prévenir les accidents ou actions de malveillance et en limiter les effets.

Système de confinement

Le système de confinement est constitué par un ensemble cohérent de barrières destinées à confiner des substances radioactives dans le but d'assurer la sécurité du personnel exploitant et du public.

T

Tokamak

Un tokamak est une chambre de confinement magnétique destinée à contrôler un plasma pour étudier la possibilité de la production d'énergie par fusion nucléaire.

Traitement des déchets

Opérations appliquées à des déchets en vue d'en réduire l'activité ou le volume et de le mettre sous une forme appropriée au conditionnement ultérieur.

Tritium

Isotope très lourd de l'hydrogène (hydrogène 3), dont le noyau est constitué d'un proton et de deux neutrons.



Dans leur cabine, à 80 mètres de hauteur, les grutiers ont sous les yeux une vue imprenable. Juin 2019

U

Unités

eV	Électronvolt : unité de mesure d'énergie 1 eV= 1.6 10 ⁻¹⁹ J
J	Joule : unité de mesure d'énergie du système international d'unités
MW	Mégawatt (10 ⁶ Watt):unité de puissance, de flux énergétique et de flux thermique

Unités de la radioactivité

Le becquerel (Bq) : unité officielle de radioactivité correspondant à une désintégration (émission d'un photon, d'un électron, d'un noyau d'hélium,...) par seconde.

TBq	Térabecquerel	1 000 000 000 000 Bq	Millier de milliards	10 ¹² Bq
GBq	Gigabecquerel	1 000 000 000 Bq	Milliard	10 ⁹ Bq
MBq	Megabecquerel	1 000 000 Bq	Million	10 ⁶ Bq
kBq	Kilobecquerel	1 000 Bq	Millier	10 ³ Bq

Le gray (Gy) : unité officielle de dose absorbée équivalent à une énergie cédée de un joule à une masse d'un kilogramme.

mGy	Milligray	0,001 Gy	Millième	10 ⁻³ Gy
µGy	Microgray	0,000001 Gy	Millionième	10 ⁻⁶ Gy
nGy	Nanogray	0,000000001 Gy	Millième de millionième	10 ⁻⁹ Gy

Le sievert (Sv) : unité officielle d'équivalent de dose.

mSv	Millisievert	0,001 Sv	Millième	10 ⁻³ Sv
µSv	Microsievert	0,000001 Sv	Millionième	10 ⁻⁶ Sv
nSv	Nanosievert	0,000000001 Sv	Millième de millionième	10 ⁻⁹ Sv

AVIS DU COMITÉ SANTÉ ET SÉCURITÉ D'ITER (CHS)



Route de Vinon-sur-Verdon - CS 90 046 - 13067 St Paul Lez Durance Cedex – France

MEMORANDUM

Date: 25 Mai 2020

Référence: ITER_D_2NAARQ

Sujet: Observations et recommandations du Comité d'Hygiène et de Sécurité d'ITER sur le rapport TSN de 2019

De: Membres du CHS

Observations et recommandations du Comité d'Hygiène et de Sécurité d'ITER sur le rapport TSN de 2019

A: Président du CHS – Stéphane Calpena

Le Comité d'Hygiène et Sécurité (CHS) d'ITER a pris note du rapport réglementaire intitulé "Rapport d'Information sur la Sûreté Nucléaire et de Radio protection du site ITER – 2019"

Les informations et données fournies dans ce rapport rappellent les objectifs du projet ITER ainsi que les mesures prises concernant les risques spécifiques à ITER Organization en matière de sûreté, de sécurité et de protection de l'environnement.

Cette note fait uniquement référence aux missions réalisées par le Comité Hygiène et Sécurité d'ITER Organization dans le cadre de son périmètre de compétence. La responsabilité du CHS se limite aux bâtiments où sont situés les bureaux utilisés par le personnel ITER et ses sous-traitants. Etant donné que d'autres bâtiments et zones du chantier sont du ressort du Collège Inter-entreprises de Sécurité, de Santé et des Conditions de Travail (CISSCT), le CHS considère que le CISSCT devrait également être sollicité afin de donner son avis sur ce rapport.

Le CHS souhaite formuler les commentaires et requêtes ci-après concernant, d'une part, le contenu de ce rapport et, d'autre part, l'implication du CHS dans les actions liées à la Sécurité.

china

eu

india

japan

korea

ruussia

usa

I. Commentaires et requêtes relatifs au contenu du rapport :

- a. Une réorganisation massive de la structure de l'organisation a été lancée en 2019 avec une mise en place effective au 1er Janvier 2020. Le CHS a fourni des recommandations au comité chargé du pilotage de la réorganisation ayant pour objectif de limiter les éventuels impacts sur la santé et la sécurité du personnel lors de sa mise en place.
- b. De plus, étant donné que le changement organisationnel peut impacter l'intégration des fonctions de sûreté au sein des nouveaux domaines et départements, une surveillance attentive est requise pendant la période de transition, ceci afin de prévenir tout manque de ressources ou lacunes dans la répartition de leur champ d'application. Par conséquent, le CHS recommande qu'un plan soit mis en œuvre pour s'assurer qu'il n'y ait pas d'impacts sur la sûreté.
- c. Des "agents responsables des installations" (en anglais, *Facility Responsible Officer* ou FRO) ont été nommés pour chaque bâtiment. Ils sont responsables de la sécurité dans leurs installations. Le CHS a été invité à la réunion de nomination des FRO, décrivant le cadre, rôle et périmètre de responsabilité. Au vu de l'étendue des responsabilités et compétences nécessaires, le CHS suggère que des sessions de travail thématiques soient organisées afin d'évaluer la bonne adéquation entre besoins et ressources et pertinence du suivi du processus de sélection et de montée en compétence.

ITER International Fusion Energy Organization. Phone: +33 (0)4 42 17 66 01; Fax: 33 (0)4 42 17 66 00

- d. Eu égard au paragraphe 2.2.2, le Béryllium n'est que brièvement mentionné dans ce chapitre, et seules les tuiles de protection face au plasma y sont mentionnées comme matériel en contenant. Les sujets relatifs au Béryllium devraient être exposés plus en détails, en particulier dans les chapitres 2.2, 2.3 et 2.4., 4 et 5. Plus globalement, un chapitre dédié au Béryllium devrait être envisagé.
- e. De substantiels progrès ont été réalisés par ITER Organization dans le cadre de sa politique Projet de gestion du Béryllium, comme la mise en place du programme de gestion et de contrôle du Béryllium (BMCP), il est dommage que le rapport TSN n'en fasse pas référence. Une section détaillant les mesures envisagées pour limiter l'exposition au Béryllium aurait également été la bienvenue.
- f. Eu égard au paragraphe 4.1.2, le CHS note la bonne initiative de mesures de particules en suspensions dans l'eau ayant été effectuée suite à un épisode pluvieux intense, rendant les mesures pertinentes, et félicite également la mise en place d'un système de décantation avec écumoire sur le principal bassin de collecte des eaux de pluie afin de réduire les concentrations de matières en suspension.
- g. Au vu de l'installation croissante d'Équipement Important pour la Sureté (EIS), il serait utile de clarifier les mesures prises pour anticiper l'évolution et l'augmentation du travail associé, afin de fournir la surveillance requise. Le CHS recommande qu'un plan de suivi soit mis à jour en permanence afin de s'assurer d'une disponibilité suffisante en ressources humaines pour effectuer une surveillance adéquate de la chaîne des sous-traitants et que son statut soit régulièrement transmis au CHS.
- h. Un établissement de pôle de compétences sur la radioprotection est en cours de création, le CHS sera consulté sur ces modalités de travail approuvées (*Term of References*).

II. Commentaires et requêtes relatifs à l'implication du CHS dans les actions de sécurité:

- a. Le CHS salue les relations de travail toujours plus étroites avec la division protection, santé et sécurité et poursuivra dans cette voie.
- b. Comme les années précédentes, le CHS réitère sa demande d'être informé régulièrement, en temps utile, des activités décrites dans le présent rapport, comme ceci est actuellement réalisé pour l'activité radioprotection.
- c. Le CHS réitère sa demande d'être systématiquement informé après chaque incident ou accident porté à la connaissance de la division protection, santé et sécurité, que ce soit dans la zone de compétence du CHS ou du CISSCT mais également suite à toute réorganisation ou adaptation des conditions de travail non standard pouvant être dues à un événement externe ou interne majeur.

En conclusion, le Comité Hygiène et Sécurité d'ITER émet un avis favorable concernant le présent rapport TSN 2019.

ITER Organization Headquarters
Route de Vinon-sur-Verdon
CS 90 046
13067 St. Paul-lez-Durance Cedex
France

© ITER Organization, Juin 2020

www.iter.org

