



# RAPPORT D'INFORMATION 2022

SUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET  
LA RADIOPROTECTION DU SITE ITER

—  
ITER ORGANIZATION





china eu india japan korea russia usa



*Le premier des neuf modules de la chambre à vide est inséré en mai 2022.*

# 2022

## SOMMAIRE

### RAPPORT D'INFORMATION

SUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET LA RADIOPROTECTION DU SITE ITER

Préambule	3	3. Incidents et accidents en matière de sûreté nucléaire	30
Introduction	4	4. La nature et les résultats des mesures des rejets radioactifs et non radioactifs de l'installation dans l'environnement	32
1. Présentation d'ITER	6	4.1. Les rejets atmosphériques et liquides	34
1.1. ITER : une installation de recherche sur la fusion	8	4.1.1. Rejets atmosphériques	34
1.1.1. Objectifs	8	4.1.2. Effluents pluviaux	34
1.1.2. Réactions de fusion : principes	9	4.1.3. Réseau sanitaire	34
1.1.3. Présentation de l'installation ITER	9	4.1.4. Suivi des eaux souterraines	35
1.2. L'organisation d'ITER	10	4.2. Mesures de surveillance et impact chimique des rejets	35
1.2.1. Pays membres	10	4.2.1. Réseau pluvial	35
1.2.2. Intervenants au sein de l'installation ITER	11	4.2.2. Impact chimique des rejets	35
1.3. Évolution du projet et du site	11	4.3. Impact des rejets radioactifs futurs	35
1.3.1. Construction des bâtiments	12	5. Les déchets d'ITER	36
1.3.2. Mise en service et exploitation des principaux systèmes	13	5.1. Phase de construction	38
1.3.3. Les activités de montage des principaux systèmes fonctionnels	13	5.2. Les déchets radioactifs	38
1.3.4. Réparations d'éléments essentiels de l'installation	15	5.3. La gestion des déchets radioactifs	38
1.4. Transport / entreposage de matériels classés EIP	15	6. Les autres nuisances	40
2. Dispositions prises en matière de sûreté nucléaire	16	6.1. Bruit	40
2.1. Dispositions générales pour l'organisation de la sûreté	18	6.2. Analyse des légionnelles	40
2.2. Dispositions relatives aux différents risques	19	6.3. Éclairage du chantier	40
2.2.1. Démarche de sûreté	20	7. Les actions en matière de transparence et d'information	42
2.2.2. Confinement des matières radioactives et dangereuses	20	8. Conclusion générale	46
2.2.3. Protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants	21	9. Glossaire	48
2.2.4. Maîtrise des situations d'urgence	21	10. Avis du comité santé et sécurité d'ITER (CHS)	56
2.2.5. Prise en compte du retour d'expérience (REX)	22		
2.3. Surveillance, inspections et audits	23		
2.3.1. Surveillance des intervenants extérieurs	23		
2.3.2. Inspections de l'autorité de sûreté nucléaire	23		
2.3.3. Inspections de sûreté nucléaire et audits réalisés par l'exploitant nucléaire	24		
2.4. Organisation de la radioprotection durant la phase de construction	27		
2.4.1. L'information et la formation	28		
2.4.2. La coordination et la gestion de la co-activité	28		
2.4.3. L'anticipation, l'exécution et la surveillance des tirs radiographiques	28		





*Le premier "module", sous-assemblage de 1380 tonnes représentant un neuvième de la chambre à vide d'ITER, est transféré depuis outil d'assemblage, vers le puits du Tokamak en mai 2022.*



# PRÉAMBULE

Depuis qu'il a été initié, au milieu des années 1980, le programme ITER a souvent connu des moments difficiles. La complexité des problématiques technologiques et industrielles, l'ampleur des défis organisationnels et, plus récemment, la pandémie de Covid-19 ont pu affecter, plus ou moins fortement, le chantier de construction et le programme dans son ensemble.

La pandémie ayant entamé son reflux, l'année 2022 a vu le chantier et les fabrications retrouver un rythme de progression normal. L'année a également été marquée par un événement particulièrement douloureux et, dans ses derniers mois, par la mise en évidence de défauts affectant certains des éléments déjà assemblés ou en instance de l'être.

C'est dans ce contexte que, lors de sa réunion extraordinaire des 14 et 15 septembre à Paris, le Conseil ITER, organe exécutif du programme, m'a confié la direction de l'Organisation ITER.

Le 14 mai, Bernard Bigot était emporté par la maladie à l'âge de 72 ans. Sept années durant, depuis sa nomination au mois de mars 2015, il avait dirigé l'Organisation ITER, lui apportant son expérience de scientifique et d'administrateur, son exceptionnelle puissance de travail et son engagement total à servir les objectifs d'ITER.

Trois jours plus tôt, ITER avait réalisé l'une des opérations les plus complexes, et les plus symboliques, de la phase d'assemblage : l'insertion dans le puits du tokamak du premier des neuf « modules » qui constituent la chambre à vide de la machine.

Dans les derniers mois de l'année, la mise en évidence de fissures dans le circuit de refroidissement de panneaux d'écrans thermiques, parties intégrantes (et difficilement accessibles) des modules, ont conduit à la décision d'extraire, puis de démonter le module déjà installé.

Les réparations des « non conformités dimensionnelles » constatées sur le secteur de chambre à vide qui forme le cœur du module, initialement prévues in situ, en intervenant dans le puits du tokamak, ont été réévaluées et seront réalisées en parallèle. Des non-conformités de même nature ont été également constatées sur les deux secteurs non encore installés.

La campagne de réparations des trois secteurs de chambre à vide déjà livrés et de l'ensemble des panneaux d'écrans thermiques du tokamak ne sera pas sans conséquences sur le calendrier et sur le budget du programme. Tout est mis en œuvre, toutefois, pour les limiter et une feuille de route actualisée est en cours d'élaboration pour être soumise au Conseil ITER.

Ces revers, difficilement évitables compte tenu de la nature hors-norme des composants de la machine ITER, ne doivent pas occulter les importantes étapes franchies par le programme au cours de l'année 2022.

Des pièces majeures, comme le couvercle du cryostat (la quatrième et dernière section de ce thermos géant qui isole la machine) ont été finalisées ; les livraisons se sont poursuivies à un rythme soutenu ; de nouveaux bâtiments, à divers stades d'achèvement, se dressent désormais sur la plateforme et plusieurs unités de production ont été mises en service.

Tout au long de l'année 2022, 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.

De son côté, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), avec laquelle nous sommes déterminés à poursuivre notre dialogue en toute transparence, a procédé à 5 inspections.

L'année 2022 nous aura appris, si nous ne le savions déjà, qu'il faut parfois remettre en question nos approches et nos procédures, notre culture—tout spécialement notre culture de qualité et de sûreté comme nous le détaillons dans ce rapport— et notre organisation—même. Avec le soutien de nos partenaires et de tous ceux qui, à un titre ou un autre sont engagés dans ce programme de recherche sans équivalent dans l'histoire, nous nous y emploierons.

**Pietro Barabaschi**  
Directeur général de l'Organisation ITER

# 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 :

- **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,
- **Les incidents et accidents**, soumis à obligation de déclaration en application l'article 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,
- **La nature et les résultats des mesures des rejets radioactifs et non radioactifs de l'installation dans l'environnement**,
- **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 ces exigences, 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 – 2022 ».

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 est adapté au fil des années pour permettre de suivre les évolutions de ce cycle de vie particulier de l'installation nucléaire de base (INB) n°174, ITER. Certaines dispositions décrites dans ce rapport reprennent ainsi pour mémoire certains éléments fournis dans les rapports TSN précédents et qui n'ont pas été modifiés depuis<sup>1</sup>.

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 2022, en application de l'article L.125-16 du Code de l'environnement, l'Organisation ITER a sollicité l'avis de la CLI Cadarache sur le rapport TSN correspondant à 2021. Cet avis est consultable sur la revue trimestrielle de la CLI Cadarache<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> <http://www.iter.org/fr/tsn>

<sup>2</sup> <http://cli-cadarache.org/la-cli/le-magazine-cli-clic-info.html>





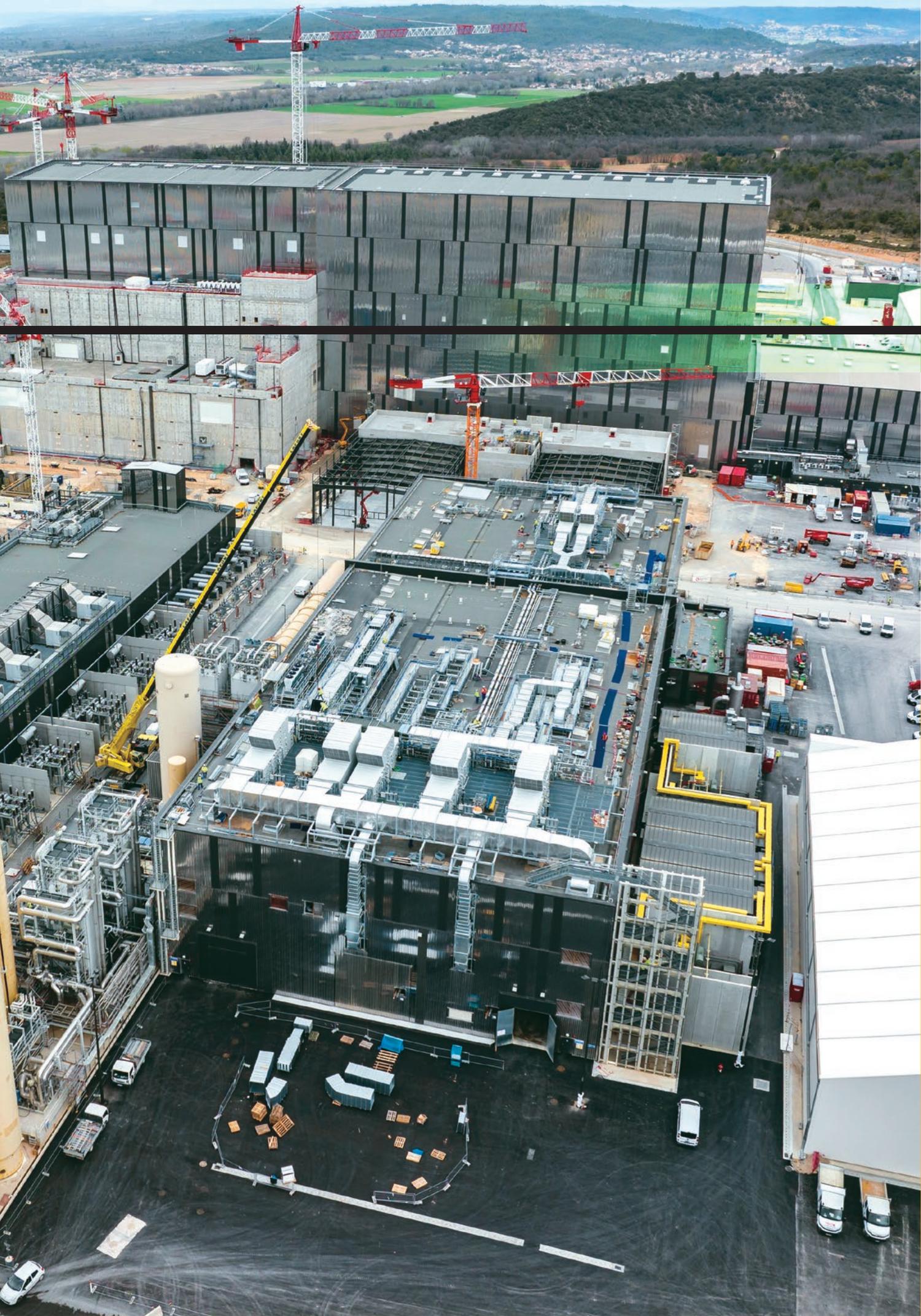
*Les derniers rayons de soleil illuminent la façade du complexe tokamak en cette fin de journée d'octobre.*



# PRÉSENTATION D'ITER



*De nombreux systèmes supports d'ITER sont répartis dans des bâtiments de part et d'autre du complexe tokamak.  
Au premier plan se trouvent les bâtiments de l'installation cryogénique et les bâtiments de conversion.*



# 1. PRÉSENTATION D'ITER

L'entité internationale ayant personnalité juridique et dénommée « ITER Organization » en anglais ou « 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 ITER<sup>3</sup> et sur le site de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)<sup>4</sup>.

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 du programme 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 2012<sup>5</sup> a autorisé l'exploitant nucléaire « ITER Organization » à créer cette installation sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône).

## 1.1 ITER : UNE INSTALLATION DE RECHERCHE SUR LA FUSION

### 1.1.1 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 l'hydrogène de manière à démontrer la faisabilité scientifique et technique de la fusion comme source massive et continue d'énergie primaire.

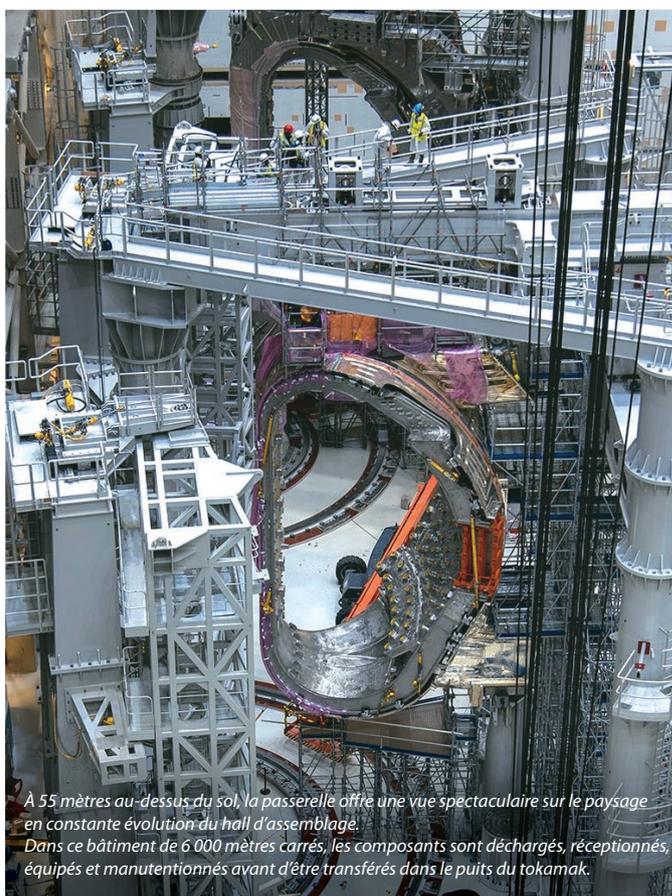
## ARTICLE 14 DE L'ACCORD ITER SANTÉ PUBLIQUE, SÛRETÉ, AUTORISATIONS ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT.

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.

L'exploitation de l'INB 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 pendant cette même durée, et d'autre part que les réactions de fusion dans le plasma peuvent être maintenues en permanence avec la production d'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 l'Organisation 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 du tokamak,
- **réaliser des essais d'ignition contrôlée,**
- **développer des robots** dans le but d'intervenir à l'intérieur du tokamak 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, ...).

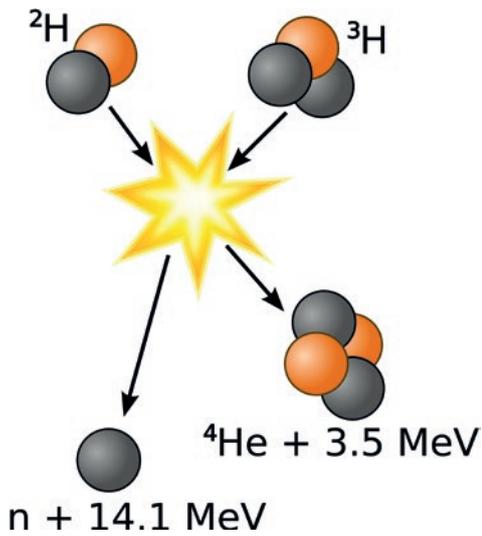


A 55 mètres au-dessus du sol, la passerelle offre une vue spectaculaire sur le paysage en constante évolution du hall d'assemblage. Dans ce bâtiment de 6 000 mètres carrés, les composants sont déchargés, réceptionnés, équipés et manutentionnés avant d'être transférés dans le puits du tokamak.

<sup>3</sup> [http://www.iter.org/doc/www/content/com/Lists/WebText\\_2014/Attachments/245/ITERAgreement\\_fr.pdf](http://www.iter.org/doc/www/content/com/Lists/WebText_2014/Attachments/245/ITERAgreement_fr.pdf)

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

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



### 1.1.2 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.



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 de la chambre à vide.

### 1.1.3 PRÉSENTATION DE L'INSTALLATION ITER

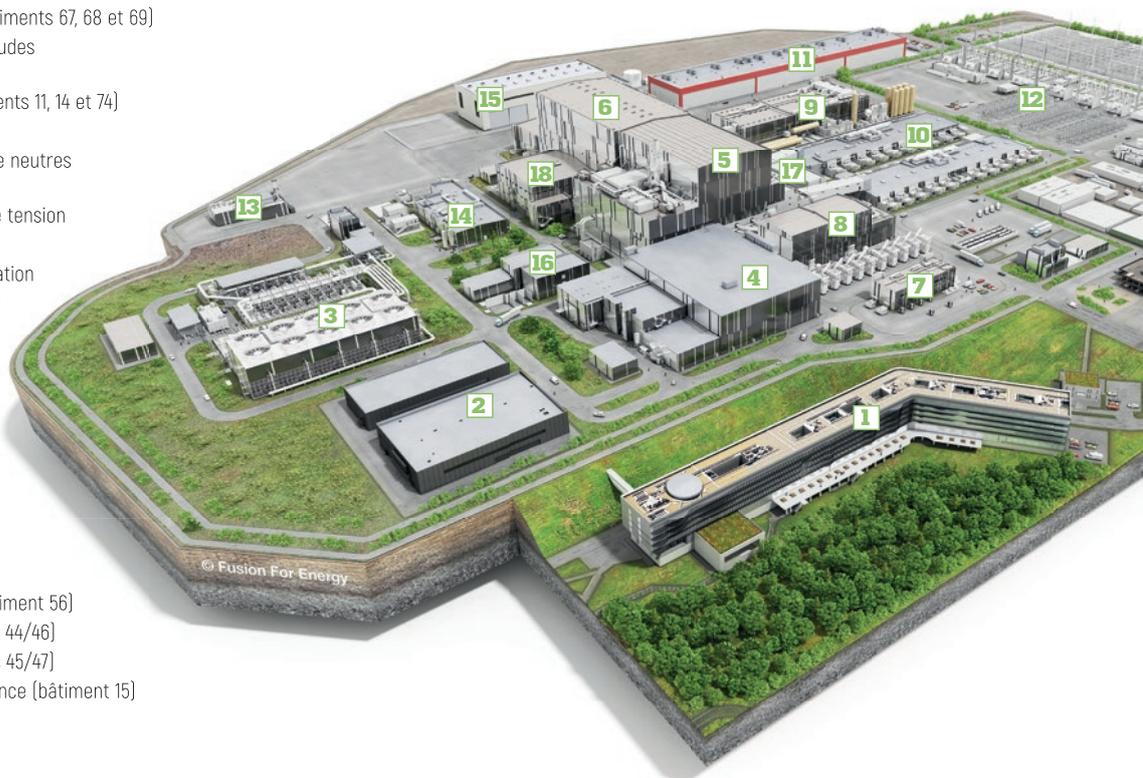
L'installation ITER est implantée sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance dans le département des Bouches-du-Rhône, à 40 km au nord-est d'Aix-en-Provence, à la limite des départements du Vaucluse, du Var et des Alpes-de-Haute-Provence. Situé au confluent de la Durance et du Verdon, à l'extrémité sud 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.

- 1 Siège ITER\* (bâtiment : 72)
- 2 Bâtiments de la salle de conduite (bâtiments 71-N et 71-S)
- 3 Bassins et tours de refroidissement (bâtiments 67, 68 et 69)
- 4 Bâtiments du complexe des cellules chaudes (bâtiments 21, 23 et 24)
- 5 Bâtiments du complexe tokamak (bâtiments 11, 14 et 74)
- 6 Bâtiment d'assemblage (bâtiment 13)
- 7 Bâtiment d'alimentation des faisceaux de neutres (bâtiment 34)
- 8 Bâtiment d'alimentation électrique haute tension des faisceaux de neutres (bâtiment 37)
- 9 Bâtiments des compresseurs de l'installation cryogénique (bâtiments 51, 52 et zone 53)
- 10 Bâtiments de conversion de puissance pour l'alimentation des aimants (bâtiments 32 et 33)
- 11 Bâtiment de fabrication des bobines de champ poloidal\* (bâtiment 55)
- 12 Installations haute tension\* (bâtiments 36 et 38)
- 13 Bâtiment pour la préparation de l'assemblage du tokamak (bâtiment 22)
- 14 Bâtiment des utilités (bâtiment 61)
- 15 Bâtiment de fabrication du cryostat (bâtiment 56)
- 16 Bâtiments électriques train A (bâtiments 44/46)
- 17 Bâtiments électriques train B (bâtiments 45/47)
- 18 Bâtiments de chauffage par radiofréquence (bâtiment 15)

\* Bâtiments hors du périmètre INB.





L'installation nucléaire de base (INB) ITER est essentiellement constituée :

- **du complexe tokamak** (le bâtiment tokamak qui abritera la machine ITER proprement dite, le bâtiment tritium, le bâtiment diagnostiques),
- **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 au périmètre de l'INB, comprenant notamment le bâtiment du siège, un ensemble comprenant le bâtiment de contrôle d'accès au site, les parkings du personnel de l'Organisation 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 ainsi que la station du Réseau de Transport d'Électricité (RTE).

## 1.2 L'ORGANISATION D'ITER

L'organisation interne de l'Organisation 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.**

*A l'occasion de sa prise de fonction officielle, Pietro Barabaschi, directeur général d'ITER (deuxième à partir de la droite) s'est adressé à l'ensemble du personnel le 17 octobre 2022. Plus de 1 500 collaborateurs du programme étaient présents, physiquement ou en ligne.*

## 1.2.1 PAYS MEMBRES

Les Membres du programme 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 ITER, des bâtiments, pièces et systèmes de l'installation que cette dernière a définis et doit réceptionner, assembler et qualifier en vue du fonctionnement nominal de l'installation.

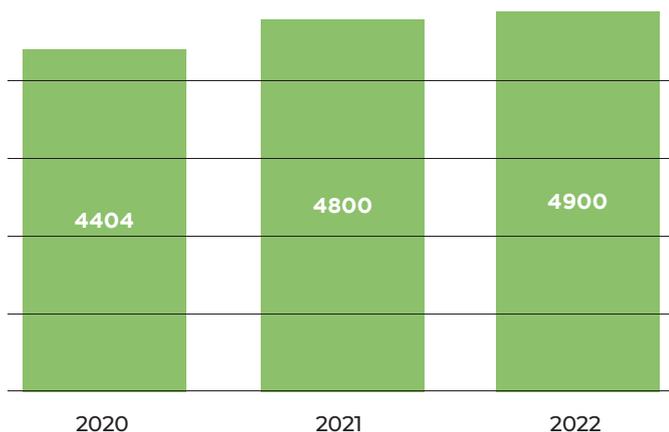
Les sept partenaires membres du programme international ITER se sont dotés d'agences domestiques qui assurent l'interface entre les gouvernements nationaux des Membres ITER et l'Organisation ITER. Ces agences, en tant qu'entités légales indépendantes emploient leur propre personnel, gèrent leur propre budget, et mettent en place des contrats directement avec les fournisseurs industriels. L'Organisation ITER a également conclu trois 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), le Kazakhstan en 2017 (via le centre nucléaire national du Kazakhstan) et le Canada en 2020 directement avec le gouvernement canadien.

## 1.2.2 INTERVENANTS AU SEIN DE L'INSTALLATION ITER

Fin 2022, 1300 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 chantier, ni les personnels des sept agences domestiques localisées dans les trente-cinq pays des sept Membres ITER.

Au total, en comptant l'ensemble des acteurs impliqués, ce sont environ 4900 personnes qui ont participé aux activités sur le site ITER au cours de l'année 2022.

### NOMBRE DE PERSONNES PRÉSENTES SUR LE SITE



## 1.3 ÉVOLUTION DU PROJET ET DU SITE

Au cours de l'année 2022, les progrès du projet se sont poursuivis en dépit de problèmes techniques identifiés sur les secteurs de la chambre à vide et sur leurs écrans thermiques.

### 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. Lors de la 31<sup>e</sup> session du Conseil ITER, les 16 et 17 novembre 2022, le nouveau directeur général, Pietro Barabaschi, a présenté son rapport sur l'état d'avancement du programme ITER, reflétant les efforts réalisés par l'Organisation ITER et les Agences domestiques (DAs) pour assurer le succès des livraisons de composants, de leur assemblage et de leur installation. Le directeur général a lancé une procédure d'évaluation du programme, qui a d'ores et déjà identifié plusieurs domaines requérant l'attention.

#### Le Conseil a formulé les conclusions suivantes :

- **Progrès physique** : le Conseil a constaté avec satisfaction les progrès continus enregistrés sur le chantier et dans les installations industrielles des membres.
  - > Les fabrications et les livraisons de pièces et de systèmes uniques par leur taille et leur complexité (comme la bobine de champ poloidal n°1, prête à prendre la mer), se poursuivent.
  - > En cours également, l'installation des systèmes industriels, au nombre desquels la totalité des équipements de conversion électrique requis pour la production du premier plasma et la préparation de la mise en service des sous-systèmes de l'usine cryogénique et du système de refroidissement.



Le Conseil ITER s'est réuni les 16 et 17 novembre 2022 pour examiner l'état d'avancement du programme ITER. Tandis que des progrès continus sont enregistrés sur le chantier et dans les installations industrielles des membres, le Conseil a pris acte de la nécessité de procéder à des réparations sur certains composants « inédits » (First-of-a-kind).

- > Les travaux de construction ont également enregistré des progrès substantiels (Bâtiment tritium, Bâtiment de contrôle et gros œuvre de l'installation d'injection de neutres).
- **Défis techniques** : le Conseil a pris acte de la nécessité de répondre aux préoccupations liées aux composants « inédits ». De récentes analyses portant sur certains de ces composants ont en effet mis en évidence la nécessité de procéder à d'importantes réparations. Le Conseil a demandé au directeur général d'évaluer dans les meilleurs délais les conséquences de cette situation et de procéder au plus vite aux réparations nécessaires. En outre, le Conseil a demandé à l'Organisation ITER et aux Agences domestiques d'œuvrer conjointement pour promouvoir une culture fondée sur le contrôle qualité à l'échelle de l'ensemble du programme afin de prévenir la répétition de situations similaires.
- **Contexte réglementaire** : le Conseil a pris acte des efforts en cours pour répondre aux dernières questions posées par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Il s'est félicité de la volonté du directeur général d'assurer une communication transparente avec l'ASN afin de répondre à ces questions de manière effective. Le Conseil a demandé à être régulièrement et précisément informé des progrès enregistrés.
- **Actualisation de la feuille de route** : le Conseil a accepté la recommandation du directeur général d'actualiser la feuille de route après qu'une évaluation globale aura été conduite et un plan de réparation défini. Une fois ces actions réalisées, l'Organisation ITER pourra définir le nouveau calendrier jusqu'à la fin des travaux et établir le budget associé sur des bases solides.
- **Soutien des Membres ITER** : les membres du Conseil ont réaffirmé leur totale adhésion à la mission d'ITER. Ils sont déterminés à œuvrer ensemble pour développer les solutions qui assureront le succès du programme. Prenant acte des pressions auxquelles ITER doit faire face, le Conseil a incité chacun des membres à respecter ses engagements, tant en termes de contribution financière que de fournitures « en nature », afin de poursuivre la mise en œuvre du programme de construction, d'installation et d'assemblage.

## LES FAITS MARQUANTS RELATIFS À L'ANNÉE 2022 :

### FABRICATION, CONSTRUCTION, ESSAIS, LIVRAISON DE MATÉRIEL

- La fabrication des secteurs de la chambre à vide s'est poursuivie tout au long de l'année. L'agence domestique coréenne a finalisé l'assemblage des quatre segments du secteur 7 dans ses ateliers et a procédé à la livraison du secteur 8. Les fabrications des différents secteurs, segments et sous-segments se poursuivent pour les cinq secteurs européens.
- Le premier "module", ou "sous-assemblage", qui associe un secteur de chambre à vide, deux bobines de champ toroïdal (TF) et les segments d'écran thermique correspondants a été finalisé et transféré dans le puits du bâtiment tokamak en mai 2022. La séquence d'assemblage a cependant été impactée par la découverte d'écarts sur les secteurs de la chambre à vide et de défauts sur des écrans thermiques, nécessitant des opérations de réparation importantes.
- Les opérations d'assemblage et de soudage des douze secteurs du couvercle du cryostat sont achevées, et la préparation des opérations de préservation en vue de leur stockage long terme est en cours.
- La bobine de champ poloïdal n°1 a été expédiée pour une arrivée sur le site ITER début 2023. Avec neuf nouvelles livraisons en 2022, seize bobines de champ toroïdal sont maintenant sur le site.
- Dans le complexe tokamak, les travaux d'installation des systèmes bâtiments (électricité, ventilation, fluides), ainsi que ceux liés à l'installation des systèmes du procédé (tuyauteries de refroidissement, lignes cryogéniques, jeux de barres), ont continué leur montée en puissance. Les progrès de l'installation sont particulièrement visibles aux niveaux inférieurs du bâtiment.



La plus petite bobine de champ poloïdal, PF1 (9 mètres de diamètre) a quitté son lieu de fabrication, l'usine Sredne Nevsky de Saint Pétersbourg, le 1<sup>er</sup> novembre 2022. Elle a été chargée à bord un navire de transport au port de Bronka avant de faire route vers ITER.

### 1.3.1 CONSTRUCTION DES BÂTIMENTS

Durant l'année 2022, la construction et l'aménagement des différents bâtiments par l'agence domestique européenne et par ITER organisation s'est poursuivie. Les premiers équipements et composants ont pu être introduits dans le complexe tokamak ainsi que dans les bâtiments auxiliaires.

La construction et les travaux de finition des bâtiments du complexe du tokamak ont également progressé. Les ouvrages en béton du bâtiment tritium ont atteint le 5<sup>ème</sup> niveau au-dessus de la plateforme. Le monte-charge provisoire est opérationnel pour le transfert des équipements à installer aux différents niveaux du complexe en attendant la mise en place du monte-charge définitif dans quelques années. Les ascenseurs dans les bâtiments tokamak et diagnostiques sont installés et en partie opérationnels.

Les opérations de finition du génie civil (travaux de peinture, pose des portes lourdes ainsi que leur protection incendie et des portes standard, installation des plateformes dans les différents puits) se sont poursuivies et les installations des composants de la machine tokamak ont continué. Le rebouchage des traversées ainsi que la construction des murs de protection radiologique aux abords des armoires de commande sont en cours et se poursuivront dans les années à venir. Les premiers composants (réservoirs, cryogénie, électricité, chemins de câbles, câbles de distribution électrique pour les aimants et ventilation) ont été installés dans les niveaux inférieurs des galeries des bâtiments tokamak, diagnostiques et tritium. La mezzanine dans la salle des réservoirs de vidange du système de refroidissement est finalisée y compris les travaux de finition et les plateformes de maintenance autour de ces réservoirs sont en cours d'assemblage.

L'état d'avancement de la construction du complexe tokamak en 2022 ainsi que les dates des faits marquants sont résumées dans le Tableau 1 ci-après.

**TABLEAU 1 : AVANCEMENT DES ACTIVITÉS AU NIVEAU DU COMPLEXE TOKAMAK**

BÂTIMENTS (N°)	DATE	ACTIVITÉS
<b>TOKAMAK (11)</b>	Janvier 2022	Finitions des ouvrages béton des niveaux L3 achevées.
	Mars 2022	Finalisation de l'installation de l'ensemble des portes lourdes au niveau L2.
	Mai 2022	Construction des murs de protection radiologique au niveau L3.
	Juillet 2022	Dalle de couverture de la salle des machines du monte charge achevée.
	Septembre 2022	Finalisation des travaux des locaux destinés à accueillir des armoires de commandes au L5.
	Octobre 2022	Rebouchage des grandes traversées dans les bâtiments notamment celle entre le tokamak et le pont cryogénie.
	Décembre 2022	Démarrage de l'installation des portes du monte charge.
<b>TRITIUM (14)</b>	Mai 2022	Finalisation de la dalle du niveau L4.
<b>DIAGNOSTIQUES (74)</b>	Septembre 2022	Travaux de massifs béton destinés à accueillir les armoires de commande aux niveaux B1 et L1.

La réalisation du complexe tokamak requiert de qualifier les matériaux et les procédures de mise en œuvre associées. A titre d'exemple, des maquettes représentatives des travaux de rebouchage des trémies ont permis de valider et d'adapter les matériaux, méthodologies et procédures de l'entreprise en vue de réaliser des réservations annulaires dans le béton autour des réseaux définitifs déjà installés.

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

**TABLEAU 2 : AVANCEMENT DES TRAVAUX AU NIVEAU DES BÂTIMENTS AUXILIAIRES**

BÂTIMENTS (N°)	DATE	ACTIVITÉS
<b>BÂTIMENT DE DÉCHARGE DES BOBINES (75)</b>	Juin 2022	Construction des ouvrages béton achevée. Démarrage de la pose des charpentes et du bardage.
<b>BÂTIMENT ALIMENTATION DES INJECTEURS DE NEUTRE (37)</b>	Octobre 2022	Poursuite des travaux (ferraillage et bétonnage) de la dalle au niveau L1 et démarrage de l'installation de la charpente métallique.
<b>PRÉPARATION DE L'ASSEMBLAGE DU TOKAMAK (22)</b>	Juin 2022	Le génie civil, les finitions et l'installation des systèmes sont achevés.
<b>BÂTIMENT DE CONTRÔLE (71)</b>	Novembre 2022	Les travaux de génie civil et d'installation des systèmes sont achevés.
<b>BÂTIMENTS ÉLECTRIQUES (44/45/46/47)</b>	Décembre 2022	Les travaux de génie civil sont achevés jusqu'au niveau L1.

### 1.3.2 MISE EN SERVICE ET EXPLOITATION DES PRINCIPAUX SYSTÈMES

En 2020, une fois leur installation terminée, les premiers équipements électriques ont été mis en exploitation sur le site, une fois leur construction terminée. Un programme de maintenance est depuis lors mis en œuvre en vue d'assurer leur pleine disponibilité, telle que requise par leurs utilisateurs.

Les utilisateurs en question sont notamment les « utilités » du bâtiment 61, regroupant les unités de production d'eau déminéralisée et d'air comprimé mises en exploitation en 2021.

La mise en service de ces utilités a permis de poursuivre en 2022 la réalisation des essais sur les systèmes secondaires de refroidissement tels que les tours aéro-réfrigérantes, l'eau de refroidissement des composants ou l'eau réfrigérée.

Ces activités concernent notamment la réalisation des tests de l'instrumentation des différents systèmes, la vérification du fonctionnement des vannes, le remplissage des circuits et des pressuriseurs, le démarrage des pompes et la réalisation des séquences de rinçage et de nettoyage des circuits.

### 1.3.3 LES ACTIVITÉS DE MONTAGE DES PRINCIPAUX SYSTÈMES FONCTIONNELS

En 2022, les activités de montage des principaux systèmes fonctionnels se sont poursuivies, en co-activité dans certaines zones avec les travaux de génie civil. Les travaux de montage sont réalisés via des contrats spécifiques passés directement par l'Organisation ITER. La quasi-totalité des contrats pour cette phase d'installation est maintenant signée.

Le site est découpé en zones dont l'avancement de l'installation diffère. En effet, sauf pour les bâtiments dont les travaux de génie civil sont en cours sous l'égide de l'agence domestique européenne, l'installation des systèmes est quasiment finalisée pour les zones dites « Balance of Plant ». Ces zones hébergent les utilités du site, le circuit externe de refroidissement, la distribution électrique ainsi que l'usine cryogénique. Dans ces zones, les essais de démarrage ont commencé ou sont sur le point de l'être.

Dans la zone dite du complexe tokamak, les activités de montage des circuits de l'installation se poursuivent et vont continuer de croître dans les années à venir.

## PRÉSENTATION D'ITER

Enfin, pour la zone d'assemblage des secteurs de la machine et le puits du tokamak, les activités de préparation des premiers secteurs de la machine ont progressé rapidement au premier semestre 2022. La détection de défauts sur les écrans thermiques a toutefois fortement impacté ces activités au cours du second semestre.

L'Organisation ITER pilote l'installation au titre de son rôle d'exploitant nucléaire et de maître d'ouvrage. En 2016, un contrat de maîtrise d'œuvre d'exécution a été signé avec le Construction Management as Agent (CMA) pour assurer la gestion transverse des activités de construction et, en particulier, la coordination opérationnelle des activités de construction.

En 2022, les équipes du CMA et celles d'ITER ont travaillé sur la mise en place de protocoles propreté et exclusion des corps migrants sur l'ensemble du site.

Au cours de l'année 2022, les principaux travaux d'installation et de montage ayant eu lieu sont les suivants :

- **La préparation des secteurs de la chambre à vide dans le bâtiment d'assemblage (bâtiment 13) et les travaux d'installation dans le puits du tokamak (bâtiment 11).**

Le premier secteur a été équipé avec les aimants toroïdaux, les écrans thermiques et les composants destinés à permettre l'opération et l'expérimentation en service. En mai 2022, ce secteur a été transféré dans le puits du tokamak. Le deuxième secteur a également été préparé sur le second outillage d'assemblage. Toutefois, la séquence d'installation a été perturbée par la détection de défauts sur les écrans thermiques de la chambre à vide dont l'installation était en cours et d'écarts géométriques sur certains secteurs de la chambre à vide. En conséquence, l'Organisation ITER a pris la décision de stopper les activités d'installation afin de procéder aux travaux de réparation nécessaires. Ces travaux nécessiteront de ressortir du puits du tokamak le premier secteur.



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

Dans le complexe tokamak, les travaux d'installation des systèmes bâtiments (électricité, ventilation, fluides) ainsi que ceux liés à l'installation des systèmes du procédé (tuyauteries de refroidissement, lignes cryogéniques, jeux de barres « busbars ») ont continué leur montée en puissance en 2022. Les progrès de l'installation ont été particulièrement visibles aux niveaux inférieurs du bâtiment, comme par exemple au niveau B2 ou l'installation des « feeders » (dispositifs d'alimentation des aimants) s'est poursuivie. La forte co-activité sur l'installation des différents systèmes, en parallèle des travaux de génie civil comme le rebouchage des traversées, est gérée lors de réunions de coordination de terrain journalières. Des réunions spécifiques ou de synthèse, visant à piloter les plannings de la manière la plus efficace possible sont également organisées.



- **Le bâtiment des utilités (bâtiment 61) et les ouvrages de refroidissement et bassins (bâtiments 67, 68 et 69) :**

En 2022, ces bâtiments et ouvrages ont été transférés aux équipes en charge des essais de mise en service et d'opération.

- **L'usine cryogénique (bâtiments 51, 52 et zone 53) :**

Les travaux d'installation des lignes cryogéniques et des composants ont été finalisés. Une campagne de nettoyage général a été effectuée et les essais de démarrage systèmes par systèmes ont progressé en 2022.

- **L'installation des systèmes des bâtiments de conversion de puissance pour l'alimentation des aimants (bâtiments 32, 33 et 38) :**

L'installation des équipements de refroidissement est finalisée dans ces bâtiments. Les travaux d'installation et de raccordement des composants (transformateurs courant alternatif / courant continu et convertisseurs de puissance des aimants) ont continué en 2022. Les essais de démarrage des systèmes installés sont prévus en 2023.

- **Les travaux sur le bâtiment abritant les sources du chauffage par radiofréquence (bâtiment 15) :**

En 2022, les travaux d'installation de la ventilation du bâtiment, du système de refroidissement et des supports structurels pour les chemins de câbles se sont poursuivis sous pilotage de l'agence domestique européenne. Les circuits de refroidissement des sources de chauffage ont été installés et testés en pression ; l'installation des équipements destinés à alimenter les gyrotrons ainsi que les câblages associés a démarré.

- **Les travaux sur le bâtiment de préparation pour l'assemblage tokamak (bâtiment 22) :**

Ce bâtiment est actuellement utilisé en support à la construction de la machine tokamak.

### 1.3.4 RÉPARATIONS D'ÉLÉMENTS ESSENTIELS DE L'INSTALLATION

Deux ans et demi après le début de la phase d'assemblage de la machine, ITER doit faire face aux défis que rencontre tout programme industriel mettant en œuvre des éléments hors normes du fait de leur taille et de leur complexité. Des défauts ont en effet été mis en évidence sur deux types d'éléments essentiels, les panneaux d'écran thermique et les secteurs de la chambre à vide. Les écrans thermiques de la chambre à vide et ceux du cryostat sont des éléments d'une épaisseur de 20 et 10 millimètres respectivement, activement refroidis et recouverts d'une fine couche d'argent. Ils contribuent à l'isolation thermique du système magnétique supraconducteur, qui doit être maintenu à la température de 4K, soit moins 269°C.

Les panneaux d'écran thermique sont affectés par un problème de fissuration par corrosion sous contrainte au niveau des tubulures de refroidissement soudées à la surface des éléments. Pour résoudre ce problème issu du processus de fabrication, les équipes ont décidé d'approvisionner, lorsque nécessaire, de nouveaux panneaux, de démonter et de remplacer les 23 kilomètres de tubulures et d'opter pour une solution d'assemblage qui élimine les risques de fissuration par corrosion sous contrainte.

ITER est confronté à une autre problématique : des non-conformités dimensionnelles mises en évidence sur les trois secteurs de chambre à vide déjà réceptionnés, dont l'un est déjà en place dans le puits du bâtiment tokamak.

Ces secteurs en forme de « D » sont constitués de quatre segments soudés les uns aux autres. La procédure de soudage a généré des déformations « hors tolérance » en différents points des parois externes, lesquelles ont altéré la géométrie des surfaces de jonction, compromettant l'accès et le fonctionnement des outils de soudage automatisé spécialement conçus pour cette opération. L'Organisation ITER a donc décidé de procéder à la réparation de ces secteurs au moyen d'une procédure de réparation de ces défauts incluant l'apport de métal par soudure. Cette procédure est actuellement en cours de définition et de qualification.

La chambre à vide, qui constitue la première barrière de confinement nucléaire de l'installation ITER, est un élément essentiel de la machine. Un organisme agréé, intervenant pour le compte de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), est étroitement associé aux discussions techniques sur les options de réparation.

### 1.4 TRANSPORT / ENTREPOSAGE DE MATÉRIELS CLASSÉS EIP

Cette année encore, l'Organisation ITER a reçu plusieurs milliers d'éléments importants pour la protection (EIP), à la fois par le biais d'achats en nature auprès des agences domestiques et d'achats directs. Parmi les éléments notables, il convient de noter le secteur n°8 de la chambre à vide livré par l'agence domestique coréenne par un convoi « charge très exceptionnelle ». De très nombreux composants de plus petite taille tout aussi importants, par exemple des robinets à soupape pneumatiques, des raccords à souder ou des piquages à installer au travers des différents contrats d'installation, ont également été livrés. Actuellement, la majorité des équipements importants pour la protection sont stockés sur le site d'ITER; le reste est conservé dans des entrepôts hors site, notamment à Port-Saint-Louis-du-Rhône. Afin d'optimiser la traçabilité et le stockage de ces équipements, leurs caractéristiques sont renseignées dans le système de gestion informatisé répertoriant tous les matériels d'ITER.



Les écarts apparus pendant le soudage des trois secteurs de la chambre à vide déjà livrés ont généré des « non-conformités » dimensionnelles des enveloppes extérieures, ce qui a modifié la géométrie des surfaces de jonction au niveau desquelles seront soudés les secteurs.

Dans l'inventaire physique de l'entrepôt, les éléments importants pour la protection sont repérés par des étiquettes distinctives apposées sur les colis. Du point de vue de la qualité, les opérations sur ces éléments sont identifiées comme activités importantes pour la protection, et donnent lieu à un suivi spécifique.

Les plans qualité décrivant ces opérations sont en effet préparés en amont, et l'Organisation ITER assure une surveillance particulière lors de leur réalisation. Il est important aussi de noter que le personnel assurant ces opérations est pleinement formé pour ces tâches afin de garantir une qualité conforme aux exigences définies pour celles-ci.



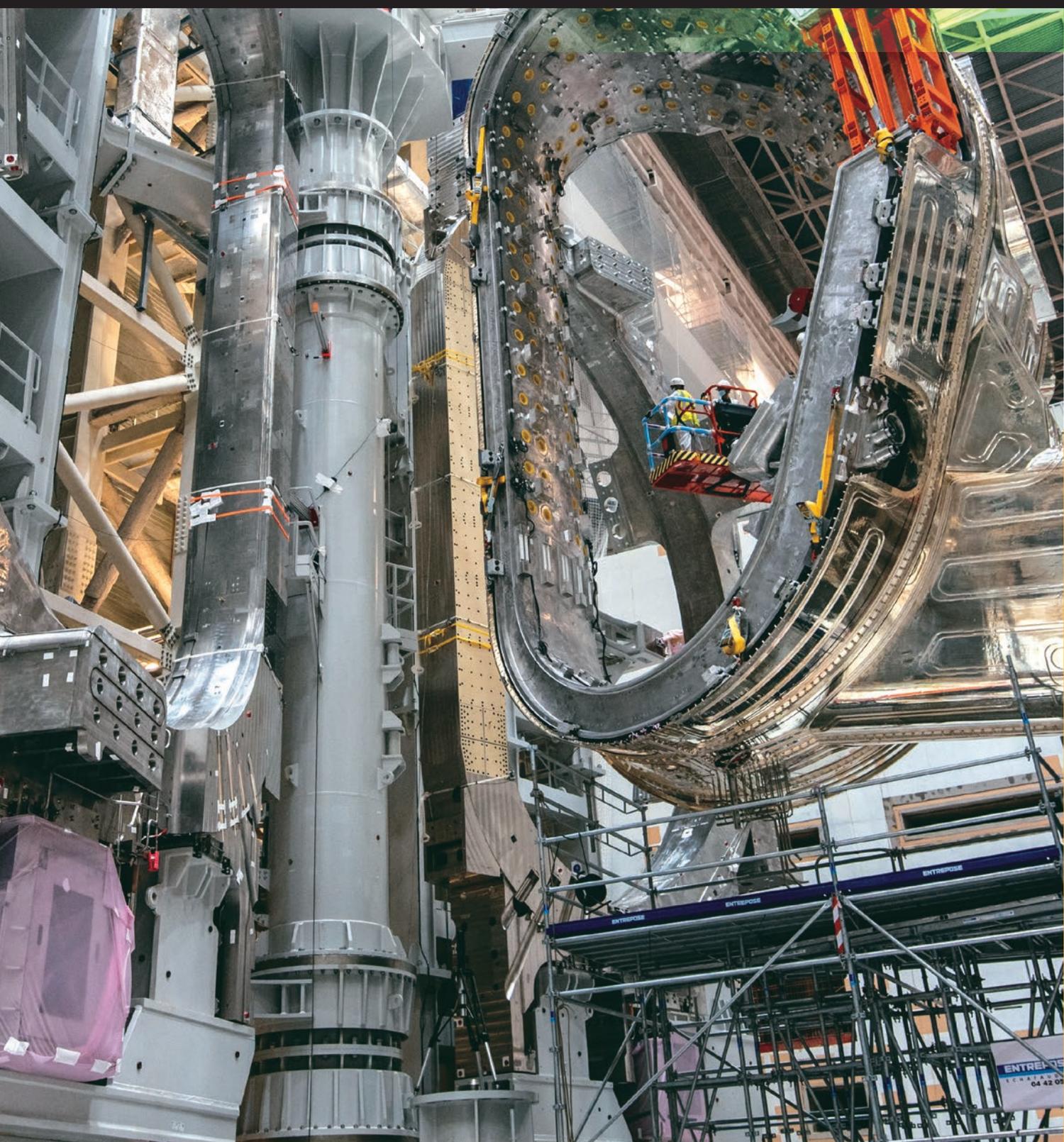
Fournies par l'agence domestique indienne, fabriquées par INOX-CVA (Inde) et Air Liquide, les lignes cryogéniques du programme ITER ne sont pas de simples tuyaux. Ce sont des composants haute technologie, isolés par le vide, comportant de multiples conduits pour l'aller-retour des fluides cryogéniques.



# DISPOSITIONS PRISES EN MATIÈRE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



*Les outils de sous-assemblage (SSAT) sont utilisés pour assembler un secteur de la chambre à vide, deux bobines de champ toroïdal (TF) et les segments d'écran thermique correspondants.*



# 2. 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.

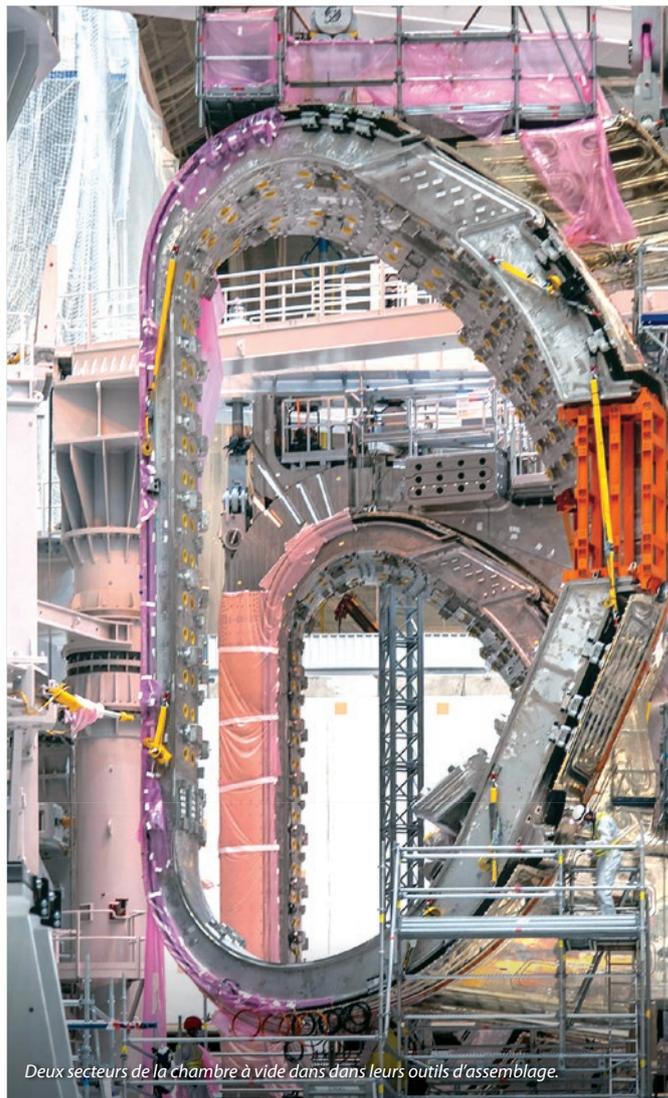
Dans sa décision n° 2017-DC-0601 du 24 août 2017, l'ASN a demandé, via des prescriptions techniques, la mise à jour de ce rapport deux ans avant le premier plasma.

### 2.1 DISPOSITIONS GÉNÉRALES POUR L'ORGANISATION DE LA SÛRETÉ

L'Organisation ITER est l'exploitant nucléaire responsable de la sûreté nucléaire de l'INB n° 174 devant le Gouvernement français et son Autorité de sûreté nucléaire, l'ASN.

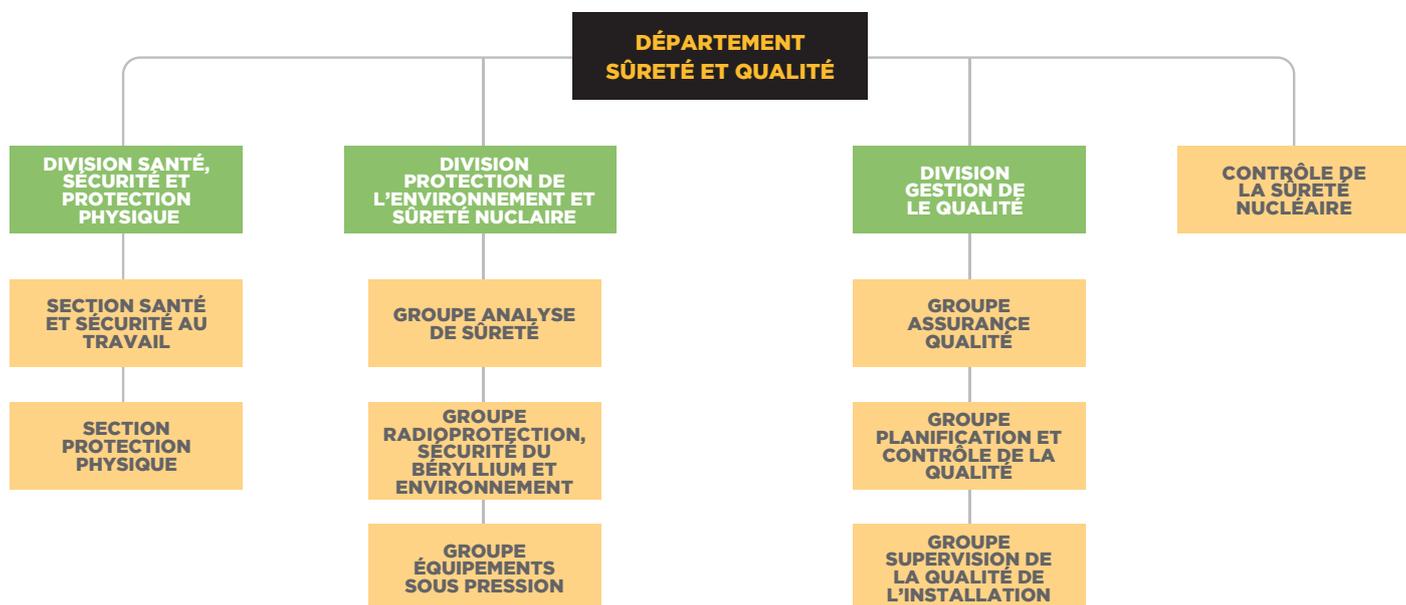
A ce titre, l'Organisation ITER est responsable de la conception, de la fabrication et de la construction d'ITER, ainsi que de son exploitation jusqu'à la mise à l'arrêt définitif.

Au sein de l'Organisation ITER, le département « sûreté et qualité » est en charge de toutes les questions relatives à la protection de l'environnement, la sûreté nucléaire, la radioprotection, la protection des travailleurs vis-à-vis du béryllium, la qualité, la santé et la sécurité au travail, la protection contre les actes de malveillance, ainsi que l'obtention des autorisations nécessaires dans ces domaines. 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. Ce département est également en charge de promouvoir les démarches de renforcement de la culture sûreté et qualité au sein du projet. Il est directement rattaché au Directeur général, témoignant de l'importance de ces sujets pour le projet.



Deux secteurs de la chambre à vide dans leurs outils d'assemblage.

### ORGANISATION DEPUIS LE 1<sup>ER</sup> MAI 2022



Au cours de l'année 2022, l'organisation du département sûreté a évolué, avec l'adaptation de la division « sûreté nucléaire » disposant dorénavant d'un périmètre plus large afin de renforcer la cohérence des actions menées et de faciliter la prise de décision. La nouvelle organisation est la 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 une section « 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. Elle est présente au quotidien sur le terrain et promeut les actions d'amélioration continue dans ses domaines de compétence.

- **Une division « sûreté nucléaire »**, responsable de la définition, de la rédaction, de la mise en œuvre et de la vérification de tous les documents de référence relatifs à la protection de l'environnement et à la sûreté nucléaire, mais également des exigences de sûreté nucléaire applicables pendant toute la vie de l'installation ITER (conception, construction, exploitation, démantèlement).

Au sein de cette division, le groupe « analyse de sûreté nucléaire » a pour mission la réalisation des analyses de sûreté, la définition des exigences associées et la vérification de leur implémentation. Le groupe « radioprotection, sécurité du béryllium et environnement » est en charge de la définition, de la rédaction et de la mise en œuvre des exigences de radioprotection des travailleurs, y compris lors des contrôles radiographiques. Ce groupe est également chargé du suivi environnemental

de l'installation, ainsi que de la sûreté d'usage du béryllium, et intègre le pôle de compétence en radioprotection. Enfin, le groupe « équipements sous pression » est également rattaché à cette division afin de coordonner l'ensemble des aspects liés à ces équipements particuliers d'un point de vue réglementaire, y compris les équipements sous pression nucléaires.

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

- **Une division « gestion de la qualité »**, responsable de la gestion et du contrôle de la qualité aussi bien au sein de l'Organisation ITER et que sur le chantier. Cette division se compose des groupes « assurance qualité », « planification et contrôle de la qualité », et « supervision de la qualité de l'installation ».

- **En complément, une équipe d'inspecteurs de sûreté nucléaire** rapportent au chef de département afin d'exercer une vérification et d'évaluation, répondant ainsi aux exigences de l'article 2.5.4 de l'arrêté du 7 février 2012.

## 2.2 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, 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 ». Le programme de recherche d'ITER se consacrera alors à l'étude de plasmas hydrogène-hélium, éléments qui ne sont pas radioactifs.



*Cet outil unique a été conçu par ITER pour serrer des modules solénoïdes centraux de 110 tonnes et les maintenir dans sa prise en exerçant une forte pression radiale. Les modules ne peuvent pas être soulevés de manière traditionnelle car il est impossible d'ajouter des crochets et autres dispositifs de levage aux supraconducteurs.*

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

Suite à la décision du Conseil ITER mentionnée précédemment, il est à noter qu'une actualisation de la feuille de route est cours. Cette dernière, une fois finalisée donnera lieu à une mise à jour du calendrier.

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.

## 2.2.1 DÉMARCHÉ 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 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. A 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.



Avant l'imprégnation finale de la résine, les bobines sont enveloppées manuellement de neuf couches successives de ruban de verre-Kapton qui assurent une isolation électrique efficace (sur la photo, la bobine PF4).

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. A ce titre, l'arrêt du plasma, la rupture d'une tuyauterie de refroidissement ou la perte du vide dans la chambre à vide sont, parmi d'autres, 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 dégagements thermiques, l'inondation à l'intérieur des bâtiments, les impacts de projectiles sur les équipements voisins, 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.

## 2.2.2 CONFINEMENT DES MATIÈRES RADIOACTIVES ET DANGEREUSES

Sur l'installation ITER, la nécessité d'assurer un confinement est liée à la présence de matières dangereuses, comme le béryllium, ainsi que de matières radioactives comme le tritium et les produits d'activation (voir ci-dessous).

Le béryllium, matériau toxique, est utilisé en particulier dans la fabrication des composants faisant face au plasma des modules de couverture en charge de transformer l'énergie cinétique des neutrons qui entreront en collision avec eux en chaleur. La manipulation incontrôlée de ces composants pourrait engendrer une production de poussières potentiellement dangereuses.

Le tritium, élément émetteur d'un rayonnement  $\beta$  (beta), est l'un des combustibles utilisés dans le cadre des campagnes expérimentales du programme ITER. Au sein de l'installation 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 constitutive 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 des impuretés dans les systèmes structures et composants de l'installation,
- de l'activation de l'eau des circuits de refroidissement,
- de l'activation des produits de corrosion présents dans les circuits de refroidissement.

Les produits activés peuvent émettre un rayonnement  $\beta$  (bêta) et  $\gamma$  (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 ventilation et 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 limitant ainsi le risque qu'il soit rejeté à l'extérieur.

### 2.2.3 PROTECTION 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  $\gamma$  (gamma) émis par les produits activés, au rayonnement X généré par certains dispositifs de chauffage du plasma et au rayonnement  $\beta$  (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

## RISQUE BÉRYLLIUM

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

Les premiers composants contenant du béryllium arrivant sur le site, comme les premières parois des modules de couverture, seront réceptionnés et manipulés au sein d'un bâtiment spécifiquement conçu pour ces opérations : le bâtiment pour la préparation de l'assemblage du tokamak.

Chaque panneau de béryllium sera individuellement confiné en double ensachage et enfermés dans une boîte métallique étanche. Toutes les boîtes seront stockées dans des armoires de stockage au sous-sol du bâtiment. Au total, douze tonnes de béryllium sont attendues sur le site à partir de fin 2024.

Afin d'assurer un contrôle strict des risques liés au béryllium, un ensemble de dispositions de conception est mis en œuvre dans ce bâtiment comprenant la définition d'un zonage béryllium, l'installation d'un double système de confinement permettant de limiter la dissémination et des moyens de contrôle atmosphérique fixes dans les zones concernées.

Des mesures d'exploitation (surveillance, contrôle des zones contaminées ou potentiellement contaminables par le béryllium, équipements de protection individuelle) seront également appliquées afin de limiter autant que possible l'exposition des travailleurs au béryllium.

Au cours des phases suivantes de la vie de l'installation, les opérations de maintenance sur les composants contenant du béryllium seront effectuées au sein du bâtiment des cellules chaudes.

Enfin, il convient de noter que les médecins du travail en charge du suivi du personnel ITER ont été formés spécifiquement vis à vis de ce risque et suivent les évolutions du projet de manière continue.

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 protections 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 sont présentés dans le chapitre *Organisation de la radioprotection durant la phase de construction* ci-après.

### 2.2.4 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 publique, 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 site ITER, sur une installation du site du CEA ou sur les voies de communication proches (explosion ou rejets de produits toxiques). 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 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 transmises à l'Organisation ITER 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 site via le réseau diffuseur d'ordre. Lorsque l'alerte est déclenchée, tout le personnel de site 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 2020.

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

### **2.2.5 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 du 7 février 2012. Ce retour d'expérience provient notamment des nombreux essais réalisés, des écarts constatés et des solutions y ayant été apportées alimentant ainsi les différents processus du projet. Des réunions « REX » avec les agences domestiques sont organisées périodiquement pour diffuser ce retour d'expérience et échanger sur les leçons à en tirer. Le retour d'expérience de la part des entreprises industrielles nucléaires françaises et étrangères, notamment EDF, CEA et Edvance, est également une source d'informations qui s'intègre dans le projet ITER. Pour ce faire, des réunions « REX » sont tenues plusieurs fois par an avec ces derniers sur des thèmes spécifiques comme le génie civil, les équipements internes, la surveillance et d'autres sujets transverses.



## 2.3 SURVEILLANCE, INSPECTIONS ET AUDITS

### 2.3.1 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 l'Organisation ITER au travers d'inspections et d'audits, tel que détaillé ci-après.

### 2.3.2 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 2022, les inspections de l'ASN ont concerné plus particulièrement la conformité du chantier de construction, la gestion des écarts et des non-conformités, la surveillance des intervenants extérieurs et les activités de fabrication et d'assemblage 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 2022**

DATE DE L'INSPECTION	THÈME DE L'INSPECTION ET ÉLÉMENTS INSPECTÉS
FÉVRIER 2022	<p>INSPECTION RÉALISÉE SUR LE SITE D'ITER <b>Surveillance des intervenants extérieurs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement des non-conformités dimensionnelles des premiers secteurs de la chambre à vide, et en particulier l'analyse de ces écarts pour définir les actions préventives pouvant être mises en place dans la fabrication des autres secteurs,</li> <li>• Des vérifications par sondage ont été réalisées sur les travaux de conception, de fabrication et de mise en place de conduites du circuit des combustibles,</li> <li>• Visite du chantier et en particulier du bâtiment tokamak et des zones d'installation des premières conduites du circuit des combustibles.</li> </ul>
AVRIL 2022	<p>INSPECTION RÉALISÉE SUR LE SITE D'ITER <b>Inspection générale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification par sondage des activités concernant la fabrication des carters de pompes cryogéniques qui assurent la fonction de confinement au titre de première barrière statique, de la réalisation de soufflets pour les « port cells » ainsi que des éléments des unités de décharges rapides,</li> <li>• Visite du chantier, notamment du hall d'assemblage, du chantier du bâtiment tritium ainsi que des bâtiments des salles de contrôles en cours de construction.</li> </ul>
JUIN 2022	<p>INSPECTION RÉALISÉE SUR LE SITE D'ITER <b>Inspection générale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification par sondage des activités concernant la fabrication du secteur 8 de la chambre à vide ainsi que certaines activités concernant la mise en place du secteur 6 dans le puits du tokamak,</li> <li>• Vérification de la prise en compte du risque légionnelles dans les réseaux d'eau ainsi que les éléments fournis dans la déclaration annuelle des émissions et des transferts de polluants et des déchets,</li> <li>• Visite du chantier, notamment du hall d'assemblage, et du bâtiment tokamak.</li> </ul>
OCTOBRE 2022	<p>INSPECTION RÉALISÉE SUR LE SITE D'ITER EN PRÉSENCE D'OBSERVATEURS DE LA CLI <b>Conception / construction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle de la conception et de la qualification des matériels électroniques classés équipement important pour la protection (EIP), et de la fin de fabrication du secteur 7 fourni par l'agence domestique coréenne,</li> <li>• Visite du hall d'assemblage et du puits du tokamak.</li> </ul>
NOVEMBRE 2022	<p>INSPECTION RÉALISÉE SUR LE SITE D'ITER <b>Conception / construction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle de la conception du système de détritiation de l'eau, de la qualification du traitement de surface de certaines trémies ainsi que de la mise en place d'équipements dénommés « disques de rupture » destinés à limiter la pression dans la chambre à vide,</li> <li>• Visite du hall d'assemblage et du bâtiment tokamak. Les réservoirs du système de détritiation de l'eau situés dans le bâtiment tritium ont également été vus.</li> </ul>

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.

### 2.3.3 INSPECTIONS DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET AUDITS RÉALISÉS PAR L'EXPLOITANT NUCLÉAIRE

Les inspecteurs de sûreté nucléaire, indépendant des services opérationnels de conception, de fabrication et de construction, ont réalisé, dans le cadre du projet ITER et pour le compte du Directeur général d'ITER, des inspections internes et externes (Tableau 4).

Ces inspections répondent 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. 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 impact sur la sûreté du projet.

Les inspecteurs ont conclu que la prise en compte des exigences réglementaires concernant la sûreté, dans la conception et la fabrication, est globalement satisfaisante. Néanmoins, des axes d'amélioration existent concernant la gestion des écarts, la formation du personnel de certains sous-traitants et la propagation des procédures applicables.

**TABLEAU 4 : INSPECTIONS INTERNES RÉALISÉES EN 2022 PAR L'ORGANISATION ITER SUR LA FABRICATION DES ÉLÉMENTS IMPORTANTS POUR LA PROTECTION**

DATE DE L'INSPECTION	ENTITÉ INSPECTÉE	THÈMES DE L'INSPECTION
MARS 2022	<b>RESEARCH INSTRUMENT ALLEMAGNE</b> L'entreprise RI est en charge de la fabrication des pompes cryogéniques de la chambre à vide.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagation des exigences de sûreté et déclinaison en exigences techniques spécifiques et adaptées pour la conception, la qualification et la fabrication des équipements,</li> <li>• Organisation du contrôle technique et qualification du personnel en charge de le réaliser,</li> <li>• Vérification de la conformité avec les exigences de sûreté,</li> <li>• Dispositions mises en place pour la supervision des intervenants extérieurs,</li> <li>• Traitement des écarts.</li> </ul>
MARS 2022	<b>ORGANISATION ITER SITE ITER</b> Équipes en charge de la construction du bâtiment de la salle de contrôle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification de la conformité avec les exigences réglementaires,</li> <li>• Provisions liées aux situations de crise et leurs interfaces avec les situations d'urgence,</li> <li>• Management des scénarios d'accidents,</li> <li>• Préparation des procédures et instructions pour contrôler les situations d'urgence,</li> <li>• Rôles et responsabilités.</li> </ul>
AVRIL 2022	<b>ORGANISATION ITER SITE ITER</b> Équipes en charge du système de décharge rapide.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagation de la politique de l'Organisation ITER relative à la sûreté nucléaire, à la sécurité et à la protection de l'environnement aux intervenants extérieurs,</li> <li>• Organisation du contrôle technique,</li> <li>• Traitement du retour d'expérience</li> <li>• Vérification des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs,</li> <li>• Dispositions mises en place pour la supervision des intervenants extérieurs,</li> <li>• Qualifications du personnel.</li> </ul>
JUIN 2022	<b>ORGANISATION ITER SITE ITER</b> Équipes en charge de l'installation de tests des bouchons des cellules de traversée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prise en compte des facteurs organisationnels et humains (FOH) dans le design,</li> <li>• Propagation des exigences relatives aux FOH dans la chaîne de sous-traitance,</li> <li>• Compétences et qualification du personnel au regards des risques liés aux FOH.</li> </ul>
JUILLET 2022	<b>MANGIAROTTI ET WALTER TOSTO ITALIE</b> Les entreprises Mangiarotti et Walter Tosto font partie du consortium AMW en charge de la fabrication de secteurs de la chambre à vide.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagation des exigences de sûreté et déclinaison en exigences techniques spécifiques et adaptées pour la conception, la qualification et la fabrication des équipements,</li> <li>• Organisation du contrôle technique et qualification du personnel en charge de le réaliser,</li> <li>• Vérification de la conformité avec les exigences de sûreté,</li> <li>• Dispositions mises en place pour la supervision des intervenants extérieurs,</li> <li>• Suivi des écarts et des demandes de déviation,</li> <li>• Qualifications du personnel.</li> </ul>
JUILLET 2022	<b>ORGANISATION ITER SITE ITER</b> Équipes en charge du levage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conformité à l'arrêté du 1<sup>er</sup> mars 2004 relatif aux vérifications des appareils et accessoires de levage, en particulier en matière de vérification générale périodique.</li> </ul>
NOVEMBRE 2022	<b>ORGANISATION ITER SITE ITER</b> Équipes en charge de la construction des pénétrations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagation de la politique de l'Organisation ITER relative à la sûreté nucléaire, à la sécurité et à la protection de l'environnement aux intervenants extérieurs,</li> <li>• Organisation du contrôle technique,</li> <li>• Vérification des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs,</li> <li>• Dispositions mises en place pour la supervision des intervenants extérieurs,</li> <li>• Qualifications du personnel.</li> </ul>
NOVEMBRE 2022	<b>AGENCE DOMESTIQUE CORÉENNE ET VITZRONEXTECH</b> Équipes de l'agence domestique coréenne en charge de la construction des secteurs de la chambre à vide et équipes de l'intervenant extérieur en charge de la fabrication de brides.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagation de la politique de l'Organisation ITER relative à la sûreté nucléaire, à la sécurité et à la protection de l'environnement aux intervenants extérieurs,</li> <li>• Organisation du contrôle technique,</li> <li>• Vérification des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs,</li> <li>• Dispositions mises en place pour la supervision des intervenants extérieurs,</li> <li>• Qualifications du personnel.</li> </ul>
DÉCEMBRE 2022	<b>AGENCE DOMESTIQUE AMÉRICAINE</b> Équipes en charge du système de refroidissement par eau et du système d'injection de pastilles de neutre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagation de la politique de l'Organisation ITER relative à la sûreté nucléaire, à la sécurité et à la protection de l'environnement aux intervenants extérieurs,</li> <li>• Organisation du contrôle technique,</li> <li>• Traitement du retour d'expérience</li> <li>• Vérification des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs,</li> <li>• Dispositions mises en place pour la supervision des intervenants extérieurs,</li> <li>• Qualifications du personnel.</li> </ul>
DÉCEMBRE 2022	<b>ORGANISATION ITER SITE ITER</b> Équipes en charge du design et de l'installation des systèmes de protection biologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagation de la politique de l'Organisation ITER relative à la sûreté nucléaire, à la sécurité et à la protection de l'environnement aux intervenants extérieurs,</li> <li>• Organisation du contrôle technique,</li> <li>• Vérification des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs,</li> <li>• Dispositions mises en place pour la supervision des intervenants extérieurs,</li> <li>• Qualifications du personnel.</li> </ul>

La division de la gestion de la qualité a mené des audits de qualité internes et externes dans le cadre du projet ITER, qui sont également programmés chaque année.

**TABLEAU 5 : AUDITS EXTERNES DE LA QUALITÉ DES PROCÉDÉS ET PROCÉDURES POUR L'ANNÉE 2022**

DATE DES AUDITS	INTERVENANT EXTÉRIEUR	SUJETS
<b>A U D I T   D E S   A G E N C E S   D O M E S T I Q U E S</b>		
<b>OCTOBRE 2022</b>	<b>AGENCE DOMESTIQUE CORÉENNE</b> Audit conduit en Corée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi des constats des audits antérieurs,</li> <li>• État du système de gestion de la qualité et des procédures,</li> <li>• Gestion des documents applicables,</li> <li>• Gestion des non-conformités, gestion des non-conformités longue durée et gestion des actions correctives,</li> <li>• Gestion des fournisseurs,</li> <li>• Activités de supervision et de surveillance de la qualité</li> <li>• Gestion des revues avant livraison</li> <li>• Gestion des pratiques ou articles potentiellement frauduleux,</li> <li>• Les accords de fourniture suivants ont été évalués :               <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Système de diagnostique pour l'activation neutronique,</li> <li>&gt; Intégration des systèmes dans le bouchon de traversée supérieure 18.</li> </ul> </li> </ul>
<b>SEPTEMBRE 2022</b>	<b>AGENCE DOMESTIQUE CHINOISE</b> Audit conduit en Chine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi des constats des audits antérieurs,</li> <li>• État du système de gestion de la qualité et des procédures,</li> <li>• Gestion du personnel,</li> <li>• Gestion des audits qualité,</li> <li>• Gestion de la documentation,</li> <li>• Exécution des accords de fourniture,</li> <li>• Application des exigences de l'Organisation ITER et leur propagation à la chaîne d'approvisionnement,</li> <li>• Contrôle de la conception,</li> <li>• Contrôle de l'approvisionnement,</li> <li>• Supervision de la qualité, gestion des changements, mise en œuvre des revues de conception et de livraison</li> <li>• Activités de transport,</li> <li>• Deux fournisseurs l'agence domestique chinoise (ASIPP et SWIP) ont été audités.</li> </ul>
<b>OCTOBRE 2022</b>	<b>AGENCE DOMESTIQUE JAPONAISE</b> Audit conduit au Japon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• État du système de gestion de la qualité et des procédures,</li> <li>• Gestion de la documentation,</li> <li>• Gestion des non-conformités, gestion des non-conformités longue durée et gestion des actions correctives,</li> <li>• Gestion des fournisseurs,</li> <li>• Activités de supervision et de surveillance de la qualité</li> <li>• Activités de transport,</li> <li>• Les accords de fourniture suivants ont été évalués :               <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Enroulements des bobines de champ toroïdal,</li> <li>&gt; Cibles externes du diverteur,</li> <li>&gt; Diagnostique par diffusion Thomson.</li> </ul> </li> </ul>
<b>NOVEMBRE 2022</b>	<b>AGENCE DOMESTIQUE EUROPÉENNE</b> Audit conduit à distance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagation des nouvelles exigences,</li> <li>• Gestion des non-conformités, gestion des non-conformités longue durée et gestion des actions correctives,</li> <li>• Assurance et contrôle qualité internes,</li> <li>• Audits assurance qualité des fournisseurs réalisés par F4E, supervision et suivi des résultats,</li> <li>• Activités de transport,</li> <li>• Les accords de fourniture suivants ont été évalués :               <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Construction de bâtiments / Services d'ingénieur architecte,</li> <li>&gt; Chambre à vide.</li> </ul> </li> </ul>
<b>NOVEMBRE 2022</b>	<b>AGENCE DOMESTIQUE AMÉRICAINE</b> Audit conduit aux États-Unis d'Amérique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation et programme d'assurance qualité,</li> <li>• Suivi des constats des audits antérieurs,</li> <li>• Gestion de la documentations,</li> <li>• Audits et actions de supervision,</li> <li>• Gestion des non-conformités, gestion des non-conformités longue durée et gestion des actions correctives,</li> <li>• Gestion du retour d'expérience,</li> <li>• Gestion des pratiques ou articles potentiellement frauduleux,</li> <li>• Propagation des exigences dans la chaîne d'approvisionnement,</li> <li>• Qualification des auditeurs,</li> <li>• Gestion des problèmes liés aux projets,</li> <li>• Identification et marquage des articles,</li> <li>• Mise en œuvre des revues avant livraison ,</li> <li>• Les accords de fourniture suivants ont été évalués :               <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Système d'injection de granulés,</li> <li>&gt; Solénoïde central.</li> </ul> </li> </ul>
<b>NOVEMBRE 2022</b>	<b>AGENCE DOMESTIQUE RUSSE</b> Audit conduit à distance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion de la documentation,</li> <li>• Propagation de nouvelles exigences,</li> <li>• Correspondance entre les procédures de l'Organisation ITER et celles de l'agence domestique,</li> <li>• Gestion des non-conformités, gestion des non-conformités longue durée et gestion des actions correctives,</li> <li>• Gestion des pratiques ou articles potentiellement frauduleux,</li> <li>• Activités de supervision/surveillance de la qualité réalisées auprès des fournisseurs,</li> <li>• Suivi des conclusions des audits système qualité,</li> <li>• Activités de transport,</li> <li>• Les accords de fourniture suivants ont été évalués :               <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Installation de test des bouchons de traversée,</li> <li>&gt; Bouchon de traversée équatoriale 11.</li> </ul> </li> </ul>
<b>DÉCEMBRE 2022</b>	<b>AGENCE DOMESTIQUE INDIENNE</b> Audit conduit à distance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion documentaire,</li> <li>• État du système qualité, maîtrise des procédures et propagation,</li> <li>• Processus de gestion des non-conformités (non-conformités longue durée, indicateurs, analyse des causes profondes),</li> <li>• Formation qualité et retour d'expérience,</li> <li>• Gestion des fournisseurs,</li> <li>• Activités de supervision/surveillance de la qualité,</li> <li>• Activités de transport.</li> </ul>

**TABLEAU 5 : AUDITS EXTERNES DE LA QUALITÉ DES PROCÉDÉS ET PROCÉDURES POUR L'ANNÉE 2022**

DATE DES AUDITS	INTERVENANT EXTÉRIEUR	SUJETS
<b>A U D I T D E S F O U R N I S S E U R S D E L ' O R G A N I S A T I O N I T E R</b>		
FÉVRIER 2022	PORVAIR /AMC France	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation du système de management de la qualité,</li> <li>• Mise en œuvre des exigences de l'Organisation ITER indiquées dans les contrats et procédures applicables,</li> <li>• Maîtrise de la chaîne d'approvisionnement,</li> <li>• Processus de vérification des composants importants pour la protection,</li> <li>• Mise en place des exigences du plan qualité,</li> <li>• Gestion des modifications et des non-conformités,</li> <li>• Mise en œuvre des activités de construction / Inspection et test,</li> <li>• Contrôle des équipements de mesure,</li> <li>• Qualification du personnel des prestataires,</li> <li>• Procédés spéciaux.</li> </ul>
MARS 2022	MAN D&T ITER site	
AVRIL 2022	META CONSORTIUM	
MAI 2022	CONSORTIUM DYNAMIC (Ansaldo Nucleare, ENDEL)	
JUIN 2022	FINCANTIERI BUSBAR4F	
SEPTEMBRE 2022	CONSORTIUM CNPE (CNPE Chine, FRAMATOME France , SWIP Chine ) - Contrat TAC 1	
SEPTEMBRE 2022	DOOSAN KOREA	
NOVEMBER 2022	DIETSMANN FRANCE	
DECEMBER 2022	DAHER FRANCE	
DECEMBRE 2022	CONSTRUCTION MANAGEMENT AS Agent CMA - Momentum	



**TABLEAU 6 : AUDITS INTERNES DE LA QUALITÉ DES PROCESSUS ET PROCÉDURES DE L'ORGANISATION ITER**

DATE DES AUDITS	PROCESSUS OU ENTITÉ	SUJETS
<b>A U D I T S D E P R O C E S S U S I N T E R N E S</b>		
FÉVRIER 2022	PROCESSUS ANALYSE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation de l'efficacité et la mise en œuvre des processus par rapport aux procédures et au programme d'assurance qualité de l'Organisation ITER,</li> <li>• Évaluation de la mise en œuvre des normes de contrôle.</li> </ul>
MARS 2022	PROCESSUS FABRICATION, ASSEMBLAGE ET INSTALLATION	
AVRIL 2022	PROCESSUS IDENTIFICATION (MARQUAGE) ET CONTRÔLE DES ARTICLES	
JUILLET 2022	PROCESSUS CONTRÔLE DES EXPORTATIONS	
SEPTEMBRE 2022	PROCESSUS ÉTALONNAGE DES ÉQUIPEMENTS DE SURVEILLANCE ET DE COLLECTE DE DONNÉES	
<b>A U D I T S Q U A L I T É D E L A D I V I S I O N C O N S T R U C T I O N</b>		
AVRIL 2022	SECTION APPROVISIONNEMENT ET INSTALLATION DES UTILITÉS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure organisationnelle de la division / section (rôle et responsabilités),</li> <li>• Gestion des documents (procédures et processus de management de la qualité de l'Organisation ITER,),</li> <li>• Qualification du personnel / activités de formation à la qualité / propagation des exigences de qualité,</li> <li>• Gestion des non-conformités - gestion des actions correctives / gestion des actions du département - suivi de la clôture des actions,</li> <li>• Application des demandes de déviation et demande des modifications sur site,</li> <li>• Gestion des contrats de construction (contrôle de l'entrepreneur / des principaux sous-traitants) - réunions d'avancement / rapports d'avancement - interfaces avec les agences domestiques,</li> <li>• Suivi du calendrier Gestion des risques et des opportunités Évaluation de la mise en œuvre des normes ICS dans le domaine de la construction».</li> </ul>
JUILLET 2022	SECTION INFRASTRUCTURE CONTRÔLE COMMANDE	
SEPTEMBRE 2022	SECTION LIVRAISON ET D'INSTALLATION DES SYSTÈMES DE VIDE	



Des ouvriers effectuent des mesures métrologiques au fond de la fosse du tokamak, afin d'ajuster une bobine de correction. Le positionnement final ne sera possible que lorsque tous les modules de chambre à vide seront en place.

Au cours de l'année 2022, 453 constats d'audits de qualité ont été effectués par les auditeurs de l'Organisation ITER et font l'objet d'un suivi rigoureux jusqu'à leur clôture.

Globalement, les auditeurs ont conclu que les exigences de qualité étaient correctement appliquées en 2022. Des constats récurrents ont été identifiés dans les domaines suivants :

- **Utilisation des procédures** (e.g. procédures non validées, mauvaise propagation des procédures de l'Organisation ITER...);
- **Gestion de certains jalons** (e.g. délai de clôture des revues de conception, documents de fabrication manquants pour la revue avant livraison...);
- **Traitement des écarts et non-conformités** (e.g. délais d'ouverture des fiche, délais pour la clôture des actions, analyse des causes profondes manquante, séparation des articles non conformes en atelier...);
- **Application des outils de surveillance et de supervision** (e.g. absence de points de contrôle de l'exploitant, signature des points de notification...).

Toutes les actions et conclusions nécessaires pour améliorer et corriger les systèmes de gestion de la qualité de l'Organisation ITER et des principaux fournisseurs sont mises en œuvre et strictement suivies par l'Organisation ITER conformément aux procédures applicables.

## 2.4 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 et qualité 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, appuyé par une équipe de quatre personnes de CMA.
- Toutes les opérations où des sources de rayonnements ionisants (sources radioactives ou générateurs électriques à rayonnements X) sont entreposées ou utilisées sont soumises à des mesures de sûreté et sécurité suivant trois axes :
- **l'information et la formation systématique des intervenants**, 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.**

Fin 2022, l'Autorité de sûreté nucléaire a approuvé la création du Pôle de Compétence en Radioprotection proposé par ITER. Cette organisation intégrera des experts et des personnes compétentes en radioprotection. Ce pôle remplira toutes les missions du conseiller en radioprotection telles que définies dans le code du travail, le code de la santé publique et le code de l'environnement.

## LA RADIOGRAPHIE INDUSTRIELLE

La radiographie industrielle est l'un des procédés permettant de vérifier les soudures effectuées sur le chantier. Ce procédé utilise des rayons X ou gamma pour visualiser l'intérieur d'un objet métallique, à l'aide d'appareils spécifiques comme des « gammagraphes » ou des générateurs de rayonnements X.

Afin de faciliter les activités des intervenants extérieurs en charge des opérations de radiographie industrielle, l'Organisation ITER met à disposition de ces entreprises une installation dédiée à l'entreposage des appareils de radiographie industrielle contenant des sources radioactives.

L'utilisation de cette installation, pour laquelle l'Organisation ITER a obtenu une autorisation de l'ASN en avril 2017, est soumise à un ensemble d'exigences strictes. Ainsi, les entreprises concernées doivent préparer toute la documentation permettant de justifier le respect de ces exigences, et procéder à la signature d'un accord avec l'Organisation ITER avant tout entreposage. Les premiers appareils ne furent donc entreposés dans l'installation qu'en mars 2020.



Six modules indépendants composent le solénoïde central de 1 000 tonnes et de 18 mètres de haut. Durant l'été 2022, le premier module a été positionné au millimètre près sur la plate-forme d'assemblage au centre du hall.



La table d'enroulement de l'usine européenne de fabrication de bobines de champ poloidal (au premier plan) produit la 30<sup>e</sup> et dernière production en juillet. L'espace sera progressivement réaffecté à d'autres activités d'assemblage et d'essais.

## 2.4.1 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, indiquent 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 bénéficient 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.

## 2.4.2 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.

## 2.4.3 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 le conseiller en radioprotection (CRP) de l'entreprise de radiographie et celui 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 ou chaque trimestre, selon la catégorie des travailleurs), 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 de l'Organisation ITER est toujours présent et vérifie la mise en place des mesures définies par le conseiller en radioprotection. Il effectue des mesures radiologiques indépendantes en limite de balisage. Il vérifie l'entrée et la sortie de la source du site ITER.

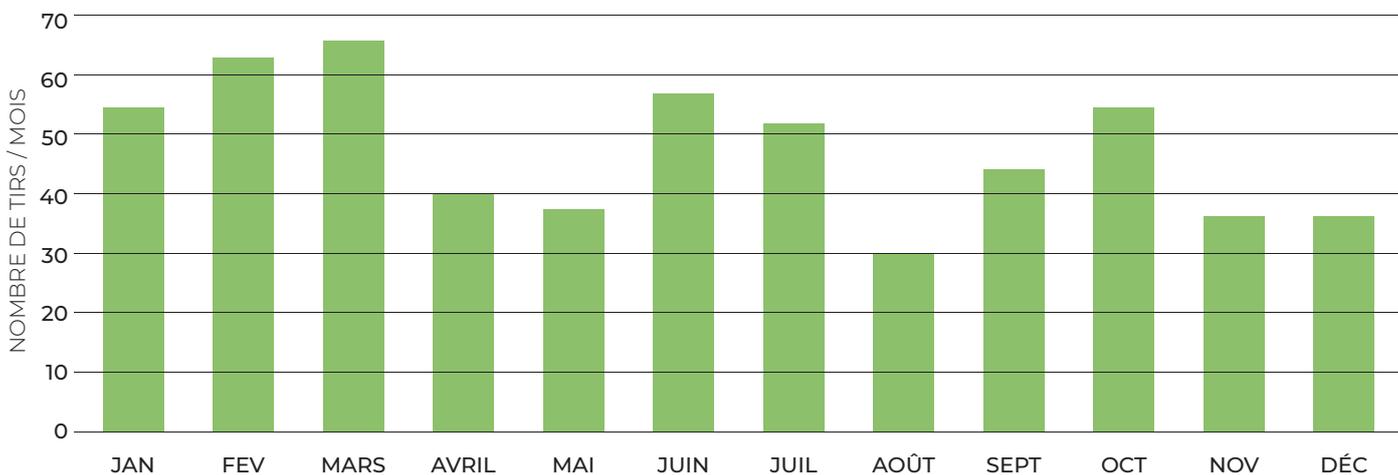
Les tirs sont effectués à partir de 22h30 soit 30 minutes après la fin du dernier quart des autres personnels de chantier.

Le conseiller en radioprotection de l'Organisation 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. Au cours de l'année 2022, le nombre d'opérations de radiographie industrielle a légèrement baissé,

principalement du fait du rachat d'une des entreprises de radiographie intervenant sur ITER par un groupe industriel. Cette opération a entraîné l'arrêt de son activité pendant plusieurs mois. Cependant, 556 opérations ont été réalisées pendant l'année 2022.

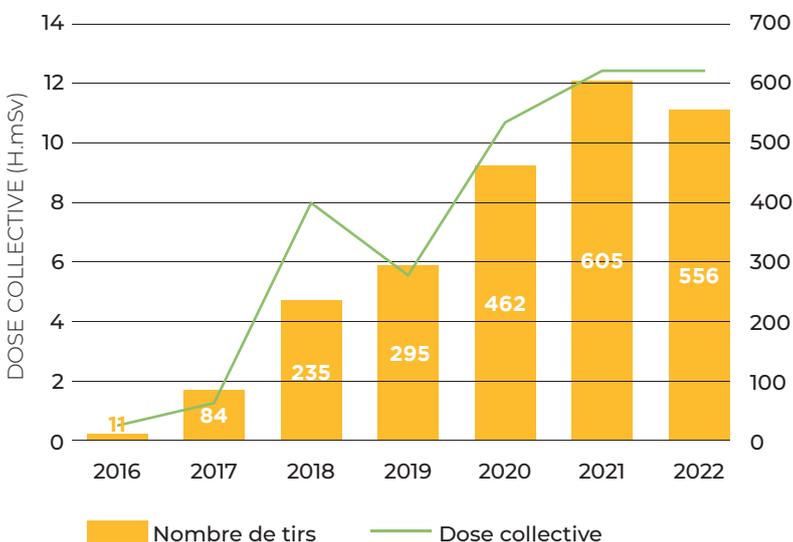
### NOMBRE DE TIRS RADIOGRAPHIQUES PAR MOIS EN 2022



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 2022 est donné dans le Tableau 7 ci-après.

**TABLEAU 7 : DOSES COLLECTIVES POUR LE PROJET ITER EN 2022**

DOSE COLLECTIVE TRAVAILLEURS ITER	0,002 H.mSv
DOSE COLLECTIVE INTERVENANTS EXTERIEURS EN SUPPORT D'ITER	0,142 H.mSv
DOSE COLLECTIVE INTERVENANTS EXTÉRIEURS	12,31 H.mSv
<b>DOSE COLLECTIVE TOTALE</b>	<b>12,454 H.mSv</b>





# INCIDENTS & 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.

*À la fin du processus d'empilement des modules, le solénoïde central aura une hauteur de 18 mètres. Cinq autres modules comme celui de cette photo seront ajoutés les uns après les autres.*







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

*Devant le complexe tokamak on distingue les poutres d'une nouvelle structure : le bâtiment haute tension pour les équipements électriques du système de chauffage auxiliaire « injection de neutres ».*



## 4. LA NATURE & LES RÉSULTATS DES MESURES

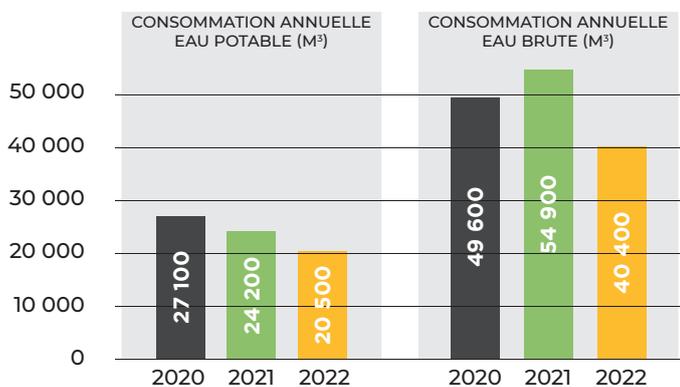
DES REJETS RADIOACTIFS ET NON RADIOACTIFS DE L'INSTALLATION DANS L'ENVIRONNEMENT

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 2022, la consommation annuelle d'eau potable sur le chantier ITER (en provenance du Centre CEA de Cadarache) était d'environ 20500 m<sup>3</sup> pour l'ensemble du site ITER. La consommation d'eau brute provenant du Canal de Provence a été d'environ 40400m<sup>3</sup>. La consommation annuelle de carburant (pour le fonctionnement d'engins et des groupes électrogènes notamment) s'est élevée à 298.7 m<sup>3</sup> cette année.

### ÉVOLUTION DES CONSOMMATION D'EAU



### 4.1 LES REJETS ATMOSPHÉRIQUES ET LIQUIDES

#### 4.1.1 REJETS ATMOSPHÉRIQUES

Il n'y a pas eu de mesures des émissions atmosphériques en 2022. En 2022, les remises à niveau des fluides frigorigènes des pompes à chaleur du site, des installations du bâtiment 55 et des réfrigérateurs des cantines, ont nécessité l'apport de 108 kg de gaz. 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).

#### 4.1.2 EFFLUENTS PLUVIAUX

Suivant les prescriptions de l'arrêté préfectoral 2009-80A du 1er décembre 2009, une campagne de mesures a été réalisée le 15 décembre 2022. 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 matières en suspension (MES) et en hydrocarbures.

Les prélèvements ont montré des valeurs de concentration en hydrocarbures inférieures aux seuils réglementaires (5 mg/l) sur les deux points de mesure. Une concentration de matière en suspension (MES) supérieure à la valeur préconisée dans l'arrêté préfectoral a toutefois été observée sur un des points de mesure. Cet écart est lié au fait que les prélèvements ont été faits en fin d'événement pluvial et après une très longue période sans pluie

significative, ayant donc mené à une charge importante des réseaux en MES. On peut toutefois noter une amélioration dans les valeurs à la sortie en bassin d'orage, avec une valeur de 16,7 mg/l contre 68 mg/l en 2021 et 160 mg/l en 2020. La mise en place de l'ouvrage de décantation permet donc de limiter les rejets de matières en suspension.

Des campagnes d'analyses ont également été réalisées en mars, septembre, et novembre 2022 dans le cadre des opérations de suivi et de maintenance du réseau. Ces prélèvements ont été réalisés pour vérifier le fonctionnement en dynamique du bassin d'orage et la conformité éventuelle en matières en suspension et en hydrocarbures des rejets.

Les mesures effectuées présentent toutes des niveaux d'hydrocarbures inférieurs aux seuils réglementaires.

Les améliorations réalisées fin 2019 (volume de décantation, fosse de récupération des boues, écrémeur avec un débit de fuite de 20 L/s) ont également permis d'assurer la conformité des valeurs de matières en suspension (MES) en sortie du bassin d'orage nord après une période de décantation de 96 h.

#### 4.1.3 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.

En 2022, des dépassements ont continué à être observés en période hivernale malgré les actions engagées depuis 2017 :

- Augmentation des consignes d'aération dans la limite d'un maintien du pH biomasse neutre,
- Maintien d'une quantité de biomasse importante,
- Maintien des injections de glycérol pour rééquilibrer l'effluent à traiter.

Cette année encore, plusieurs rejets ont eu une concentration en matières azotées sous forme réduite (NTK) supérieure au seuil de l'arrêté préfectoral. Ces dépassements sont dus à la conjonction de températures d'effluents très basses, observées principalement en février, mars et décembre 2022, ralentissant les métabolismes de traitement de l'azote (lorsque la température de la biomasse est inférieure à 12°C, les rendements épuratoires sont dégradés), et à des charges à traiter supérieures au domaine de traitement garanti de la station d'épuration.

Deux dépassements ponctuels ont par ailleurs été observés sur le paramètre matières en suspension sur les treize rejets effectués au mois de décembre 2022. Ces deux écarts sont le résultat d'un accroissement trop important de la concentration en boue dans le bassin d'aération afin d'anticiper les températures basses et donc les problèmes de traitement des matières azotées sous forme réduite (NTK).

Concernant le paramètre phosphore, seuls deux dépassements ont été observés en 2022: un dépassement sur les quinze rejets effectués en août, et un dépassement sur les treize rejets effectués



en décembre. Ces dépassements sont dus à des charges à traiter supérieures au domaine de traitement garanti de la station d'épuration ainsi qu'à un développement algueux résultant des fortes chaleurs. Les bassins de contrôle et le canal du clarificateur ont été équipés en 2022 d'une couverture amovible afin de limiter ce développement d'algues.

L'ensemble des transferts vers les bassins 3000 m<sup>3</sup> du CEA a été réalisé en concertation avec le CEA pour minimiser l'impact sur le rejet en Durance.

#### 4.14 SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES

Le suivi des eaux souterraines est réalisé annuellement. Les prélèvements ont été effectués le 14 et 15 Décembre 2022 sur 9 piézomètres) et le 17 mars 2023 sur un piézomètre qui n'était pas accessible en décembre 2022. 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, métaux dissous (aluminium, bore, fer et zinc) et pH.

Les mesures DCO sont, pour tous les piézomètres, inférieures à la limite de 90 mg O<sub>2</sub>/l prescrite pour les eaux domestiques par l'arrêté préfectoral du 1er décembre 2009 (n°2009-80A). La mesure DBO5 et des autres paramètres et notamment les hydrocarbures restent quant à eux à des concentrations normales pour des eaux souterraines.

## 4.2 MESURES DE SURVEILLANCE ET IMPACT CHIMIQUE DES REJETS

### 4.2.1 RÉSEAU PLUVIAL

Compte tenu de l'évolution de la réglementation, le bassin d'orage de la zone ITER et le bassin de contournement n°2 (dit « bassin sud ») ne sont plus considérés comme barrages ni comme systèmes d'endiguement au sens des articles R214-112 et R214-113 du code de l'environnement, et les exigences réglementaires associées ne s'appliquent plus.

Du fait des faibles précipitations de l'année 2022 ainsi que de la nouvelle configuration d'exploitation du bassin d'orage qui consiste à tenir la vanne de l'écrèmeur fermée, un seul nettoyage a été réalisé en mars 2022 tout en assurant un rejet conforme. Les 19 m<sup>3</sup> de boue extraits ont été séchés dans des géotubes avec retour des eaux résiduelles dans le bassin. Les sédiments seront réutilisés en remblai.

L'ouvrage de contournement n° 1 ("chenal Nord") a fait l'objet de travaux de modification consistant en sa mise en souterrain sur une partie de son linéaire, terminés en janvier 2017. Aucun événement particulier n'est à signaler sur cet ouvrage depuis cette date. Une tournée de contrôle préventive trimestrielle a lieu tout au long de l'année.

Lors des contrôles mensuels et de ceux réalisés après les épisodes pluvieux importants, il n'a pas été constaté d'évènement particulier sur les bassins d'orage en 2022.

### 4.2.2 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 2022, 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.

### 4.3 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 2022.

# LES DÉCHETS D'ITER



*Vue aérienne du site de construction. Au premier plan, à gauche, la zone de rejet thermique. À droite, les progrès sur le complexe tokamak, avec à sa gauche le bâtiment tritium.*



# 5. LES DÉCHETS D'ITER

## 5.1 PHASE DE CONSTRUCTION

La gestion présente des déchets sur ITER répond aux besoins de la phase de 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 2022, environ 141 tonnes de déchets dangereux et 2540 tonnes de déchets non-dangereux ont été produits et gérés sur l'ensemble du site.

La production de déchets dangereux est en diminution de l'ordre de 60% et une augmentation d'environ 80% des déchets non-dangereux est observée en 2022. Ces différences s'expliquent majoritairement par une diminution des activités de production des bobines poloïdales et par l'évacuation de déchets de boues (curage, STEP, etc.).

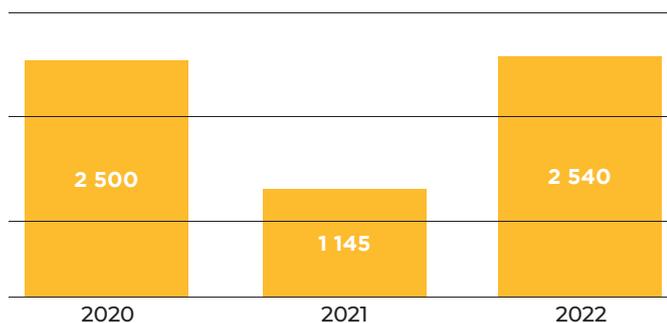
Les déchets dangereux font l'objet d'une déclaration annuelle des rejets polluants au travers du système de « Gestion électronique du registre des émissions polluantes ».

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. À 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.

PRODUCTION ANNUELLE DÉCHETS DANGEREUX (TONNES)



PRODUCTION ANNUELLE DÉCHETS NON DANGEREUX (TONNES)



## 5.2 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 activeront 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. Les quantités de déchets estimées ont été présentées dans le rapport préliminaire de sûreté. Ce sont des déchets TFA (très faible activité), des déchets FMA-VC (faible et moyenne activité à vie courte), déchets purement tritiés et des déchets MA-VL (moyenne activité à vie longue) tritiés produits pendant la phase d'exploitation et pendant la phase de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement. ITER ne produira pas de déchets de haute activité à vie longue.

## 5.3 LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

L'« Accord ITER<sup>6</sup> » intégré dans le droit français<sup>7</sup>, stipule dans son article 16 qu'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 celui-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 études sont en cours en vue de l'optimisation des besoins en installations de décroissance de tritium pour le stockage des déchets solides tritiés avant que ces déchets respectent les critères d'acceptation de tritium pour envoyer aux sites de stockage définitif de l'Andra (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs). 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 de la France, 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.

L'engagement de l'Organisation ITER, pris lors de l'examen par le groupe permanent d'experts lors 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 ».

<sup>6</sup> voir chapitre 1.2 L'organisation d'ITER

<sup>7</sup> [http://www.senat.fr/leg/convention\\_texte\\_153.pdf](http://www.senat.fr/leg/convention_texte_153.pdf)

Ces dispositions sont mises en œuvre par différents moyens énumérés ci-après.

- **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 de représentants de l'Organisation ITER et du CEA. Ce comité a été mis en place en 2012, sa première réunion s'est tenue en 2013 et se réunit désormais au moins tous les ans.

Cette organisation est maintenue 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'Organisation ITER doit communiquer annuellement à l'Autorité de sûreté nucléaire et au Comité consultatif du démantèlement (DACo) l'information demandée à l'article 6 du décret n° 2012-1248 du 9 novembre 2015.**

Le groupe de travail entre le CEA et l'Organisation ITER sur la cohérence technique et l'optimisation des phases liées au démantèlement a poursuivi son travail et s'est réuni plusieurs fois en 2022 en vue de converger vers un scénario de démantèlement optimisé compte tenu de la configuration actuelle du tokamak et des solutions de gestion des déchets.

Le groupe de travail créé en 2021 impliquant l'Organisation ITER, la France, représentée par le CEA et l'Andra ainsi que les experts

des différents partenaires du projet (Union européenne, États-Unis, Russie, Japon, Chine, Corée du Sud et Inde) en vue de l'optimisation de l'installation de décroissance tritium envisagée pour les déchets d'ITER, a continué ses activités en 2022 afin d'affiner les quantités de déchets tritiés produits en phase d'opération et de préparation au démantèlement ainsi que leurs caractéristiques radiologiques.

L'Organisation ITER en tant que producteur de déchets a transmis à l'Andra ses inventaires et prévisions mis à jour : à ce jour aucun déchet radioactif n'est entreposé.

Dans le cadre du contrat entre l'Organisation ITER et l'Andra, plusieurs études sont en cours et les résultats sont attendus en 2023 : études d'acceptation de certains déchets particuliers à ITER et avis de conditionnement.

L'Organisation ITER transmet à l'ASN depuis 2013, les dispositions prises en vue de l'article 6 du décret n° 2012-1248 du 9 novembre 2015 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 DÉCLASSEMENT

1. Au cours de la période d'exploitation d'ITER, l'Organisation ITER constitue un Fonds (ci-après « le Fonds ») en vue du déclassement 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 visé 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 déclassement.

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 déclassement 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 déclassement et sur les procédures et les technologies mises en œuvre ou créées aux fins du déclassement.



L'aimant de champ poloidal 1 a réussi les tests de validation en usine, en Russie.

# LES AUTRES NUISANCES

## 6.1 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 2022. Les dernières mesures effectuées datent de décembre 2018 et ont été rapportées dans le rapport 2018.

## 6.2 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 2022, la 1<sup>ère</sup> tour de refroidissement du bâtiment de fabrication des bobines de champ poloïdal était en fonctionnement du 25 mai au 28 octobre

Les tours n'étaient pas en fonctionnement sur les autres périodes de l'année. Six échantillons (un sur l'arrivée d'eau et cinq sur les rejets) ont été prélevés dans les circuits des tours en fonctionnement. Sur l'ensemble de ces analyses, aucune trace de Legionella Pneumophila n'a été détectée (valeurs inférieures à <100 UFC/l).

Les données correspondants aux analyses effectuées sur le circuit de refroidissement du bâtiment de fabrication des bobines de champ poloïdal ont fait l'objet en 2022 d'un enregistrement sur le réseau GIDAF (Gestion Informatisée des Données d'Auto-surveillance Fréquente) en application de l'Arrêté ministériel du 28 avril 2014. L'Analyse Méthodique des Risques (AMR) de ces tours de refroidissement avait été mise à jour en septembre 2022.

Par ailleurs, des mesures effectuées sur 31 points du réseau de plomberie et d'eau chaude dans l'ensemble des bâtiments sur le site montrent que les niveaux de Legionella Pneumophila et Legionella spp sont bien en dessous des niveaux d'alarme (valeurs mesurées <10 UFC/l alors que l'arrêté du 1er février 2010 requiert des concentrations <1000 UFC/l).

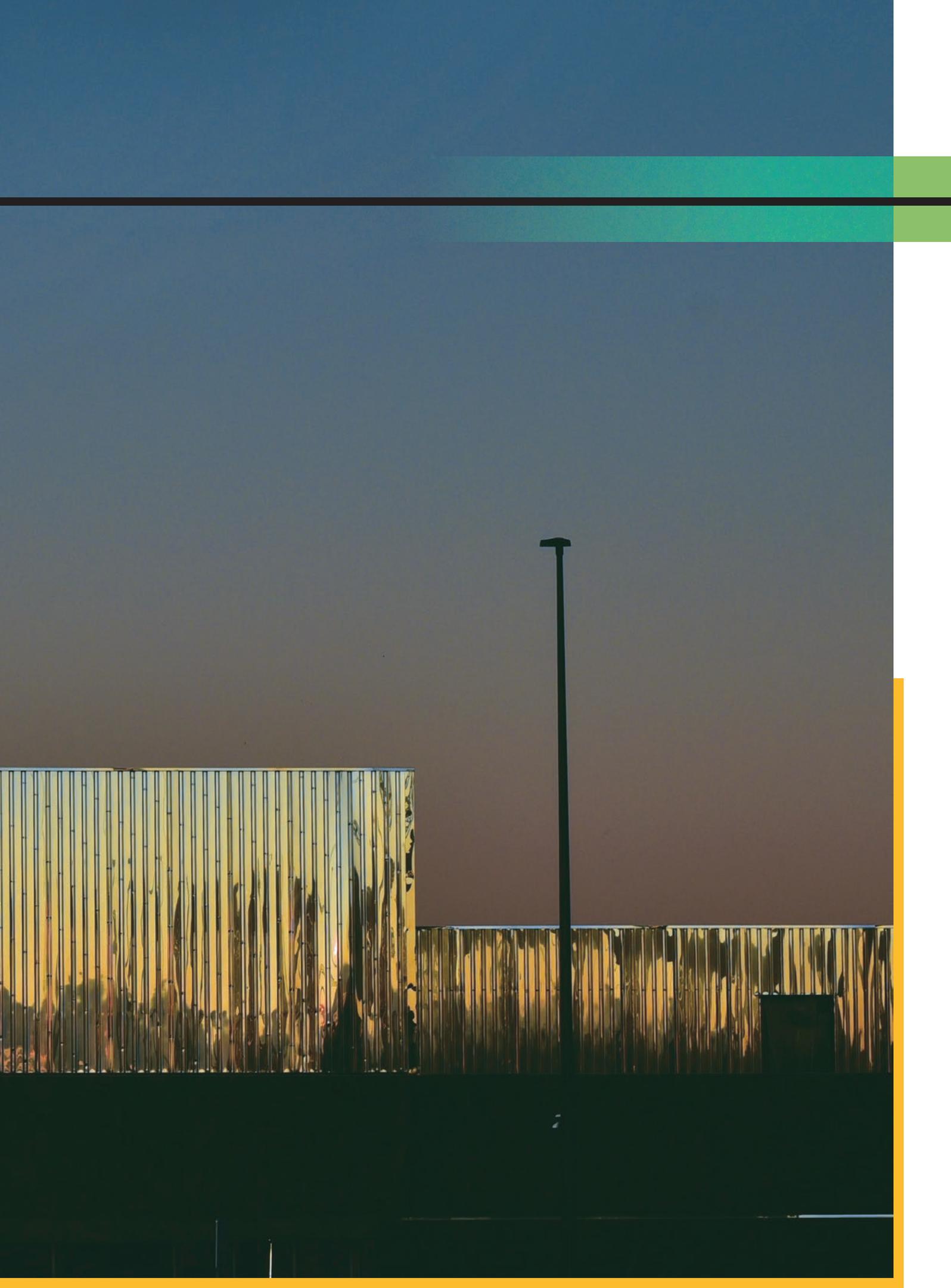
## 6.3 ÉCLAIRAGE DU CHANTIER

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 et les abords extérieurs des différents bâtiments sont éclairés dès le crépuscule et jusqu'au matin. Toutefois, des éclairages spécifiques ainsi qu'une programmation des horaires de fonctionnement sont mis en place 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).

*On dirait le hall d'assemblage, vu de côté. C'est une erreur !  
C'est le haut du bâtiment de contrôle, qui lui aussi a quelques surfaces réfléchissantes.*





# LES ACTIONS EN MATIÈRE DE TRANSPARENCE ET D'INFORMATION

*Inspection d'un segment de la chambre à vide fabriqué par l'agence domestique  
Européenne dans l'usine de Walter Tosto, en Italie.*



# 7. 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, hebdomadaire, magazine, rapports annuels, communiqués de presse, présentations à des conférences nationales et internationales, journées portes ouvertes, forums industriels et 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. ».



Deux fois par an, en collaboration avec l'agence domestique européenne pour ITER Fusion for Energy, ITER ouvre ses portes au grand public: l'occasion pour découvrir ou approfondir ses connaissances sur ce programme de recherche unique au monde.

Le tableau ci-après résume les activités mises en place en 2022 par l'exploitant.

<b>PARTICIPATION AUX RÉUNIONS PUBLIQUES DE LA CLI</b>	L'Organisation ITER participe aux réunions publiques de la CLI Cadarache pour répondre aux questions des participants. En 2022, la réunion publique ITER s'est tenue le 24 novembre à Manosque.
<b>SITE INTERNET D'ITER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En français : <a href="http://www.iter.org/fr/accueil">http://www.iter.org/fr/accueil</a></li> <li>En anglais : <a href="http://www.iter.org/">http://www.iter.org/</a></li> </ul>
<b>SITE DE L'AGENCE ITER FRANCE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.itercad.org/">http://www.itercad.org/</a></li> </ul>
<b>JOURNAUX ET MAGAZINES D'ITER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ITER Newsline : <a href="http://www.iter.org/news/whatsnew">http://www.iter.org/news/whatsnew</a></li> <li>Publication hebdomadaire sur l'actualité de l'ensemble du programme ITER (chantier, fabrications, ...).</li> <li>ITER Mag : <a href="http://www.iter.org/fr/news/mag">http://www.iter.org/fr/news/mag</a></li> <li>Magazine publié une fois en 2022 en anglais et en français, avec possibilité pour le public de s'abonner.</li> </ul>
<b>PUBLICATION DE L'AGENCE ITER FRANCE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interface : <a href="http://www.itercad.org/interface.php">http://www.itercad.org/interface.php</a></li> <li>Itinéraire news</li> </ul>
<b>RAPPORTS D'ENQUÊTE PUBLIQUE ET ANNUELS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="http://www.iter.org/fr/dac">http://www.iter.org/fr/dac</a></li> <li><a href="http://www.iter.org/fr/tsn">http://www.iter.org/fr/tsn</a></li> </ul>
<b>VISITES DU SITE OUVERTES AU PUBLIC</b>	19 559 visiteurs accueillis en 2022 Information sur les inscriptions sur : <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.iter.org/fr/visiting">https://www.iter.org/fr/visiting</a></li> </ul>
<b>PRÉSENTATIONS À DES CONFÉRENCES NATIONALES ET INTERNATIONALE</b>	En 2022, l'Organisation ITER a présente l'avancement de la construction de l'INB et de la fabrication des éléments et systèmes à plusieurs événements nationaux et internationaux dont : <ul style="list-style-type: none"> <li>Festival YGGDRASIL, 12 – 13 Février à Lyon,</li> <li>European Physical Society Youth Forum (EPS), 2 – 3 Juin à Paris,</li> <li>Fusetnet PhD Event, 4 – 6 Juillet à Padua, Italie,</li> <li>SOFT 18 – 23 Septembre à Dubrovnik, Croatie,</li> <li>COP 27, 7 – 18 Novembre à Sharm-e-Sheik, Egypte.</li> </ul>
<b>JOURNÉES « PORTES OUVERTES »</b>	En 2022, deux journées portes ouvertes furent organisées à ITER, au printemps et à l'automne. Ces journées ont regroupé plus de 2,000 visiteurs.
<b>RÉSEAUX SOCIAUX</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facebook : <a href="https://www.facebook.com/ITEROrganization">https://www.facebook.com/ITEROrganization</a></li> <li>Twitter : <a href="https://twitter.com/iterorg">https://twitter.com/iterorg</a></li> <li>LinkedIn : <a href="https://www.linkedin.com/company/iter-organization">https://www.linkedin.com/company/iter-organization</a></li> <li>Instagram : <a href="https://www.instagram.com/iterorganization">https://www.instagram.com/iterorganization</a></li> <li>Youtube : <a href="https://www.youtube.com/user/iterorganization">https://www.youtube.com/user/iterorganization</a></li> </ul> Ces réseaux sont également accessibles à partir du site internet d'ITER : <a href="http://www.iter.org/fr/multimedia">http://www.iter.org/fr/multimedia</a>

Par ailleurs la CLI 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](http://www.cli-cadarache.org). En 2022, 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,...).



La Commission locale d'information (CLI) Cadarache est une instance indépendante de suivi, d'information et de concertation pour ce qui concerne la sûreté nucléaire, la radioprotection et l'impact sur l'environnement et les personnes d'ITER. Le 24 novembre 2022, une réunion publique s'est tenue à Manosque (04).



# CONCLUSION GÉNÉRALE

Le chantier de l'installation ITER a continué à progresser à un rythme soutenu au cours de l'année 2022, aussi bien en ce qui concerne la livraison des éléments du tokamak par les membres ITER, que pour les activités d'installation ou d'assemblage sur le chantier de construction.

Le premier "module", ou "sous-assemblage", qui associe un secteur de chambre à vide, deux bobines de champ toroïdal et les panneaux d'écran thermique correspondants a été finalisé et transféré dans le puits du bâtiment tokamak en mai 2022. La séquence d'assemblage a cependant été impactée par la découverte d'écarts sur les secteurs de la chambre à vide et de défauts sur des écrans thermiques, nécessitant des opérations de réparation importantes. Ailleurs sur le chantier, les travaux d'installation des systèmes bâtiments et du procédé sont poursuivis à un rythme soutenu.

L'impact du chantier sur l'environnement continue d'être suivi avec attention. La consommation du site en eau brute et en eau potable est en baisse et les améliorations mises en œuvre ces dernières années pour limiter la quantité de matières en suspension dans les rejets pluviaux semblent porter leur fruits. Des progrès restent toutefois à réaliser concernant les effluents sanitaires, où quelques dépassements des seuils ont été relevés. La production de déchets dangereux a diminué en 2022, principalement en raison de la diminution de l'activité de production de bobines poloïdales. Celle des déchets non-dangereux a toutefois augmenté du fait de l'évacuation de boues. Comme les années précédentes, aucun déchet ou rejet radioactif n'a été généré sur le site. 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 2023 toutes les mesures nécessaires pour les atteindre.

*Prise de vue aérienne du site de construction.*



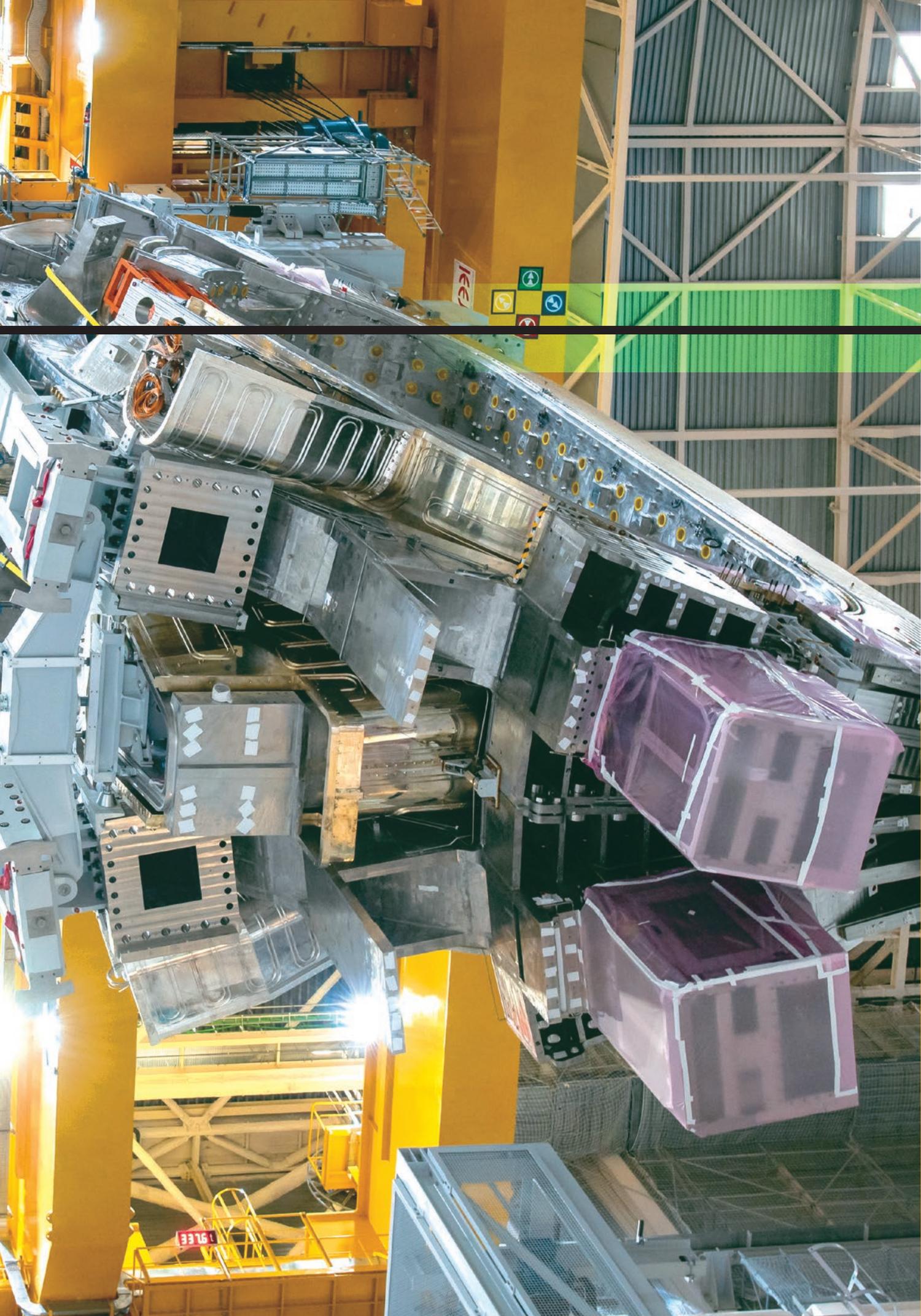




# GLOSSAIRE



*Au mois de mai 2022, ITER réussit le transfert d'une première section de la chambre à vide (1 380 tonnes, 18 mètres de haut) dans la fosse du tokamak. C'est l'opération de levage la plus complexe réalisée jusqu'à ce jour.*



# 9. 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  $\beta$  - bêta) et/ou des photons (radioactivité  $\gamma$  - gamma), des neutrons, des noyaux d'hélium (radioactivité  $\alpha$  - 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 «  $\alpha$  »].

### ANDRA

Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs.

### 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.



Extrait de l'outil de sous-assemblage, le module de la chambre à vide a pivoté de 90 degrés et se dirige maintenant vers le mur séparant le hall d'assemblage du puits du tokamak.

## 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  $\beta$ ).

## C

### CET

Commission environnementale et technique de la CLI de Cadarache.

### CELLULE CHAUDE

Enceinte destinée au traitement de matières radioactives assurant le confinement et la protection contre les rayonnements par des parois blindées.

### 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.

### COMITÉ SANTÉ ET SÉCURITÉ D'ITER (CHS)

Le CHS est le comité indépendant mis en place pour le développement et à la promotion de la santé et de la sécurité de tous les travailleurs exerçant dans les lieux sous la responsabilité de l'Organisation ITER.

### CONFINEMENT

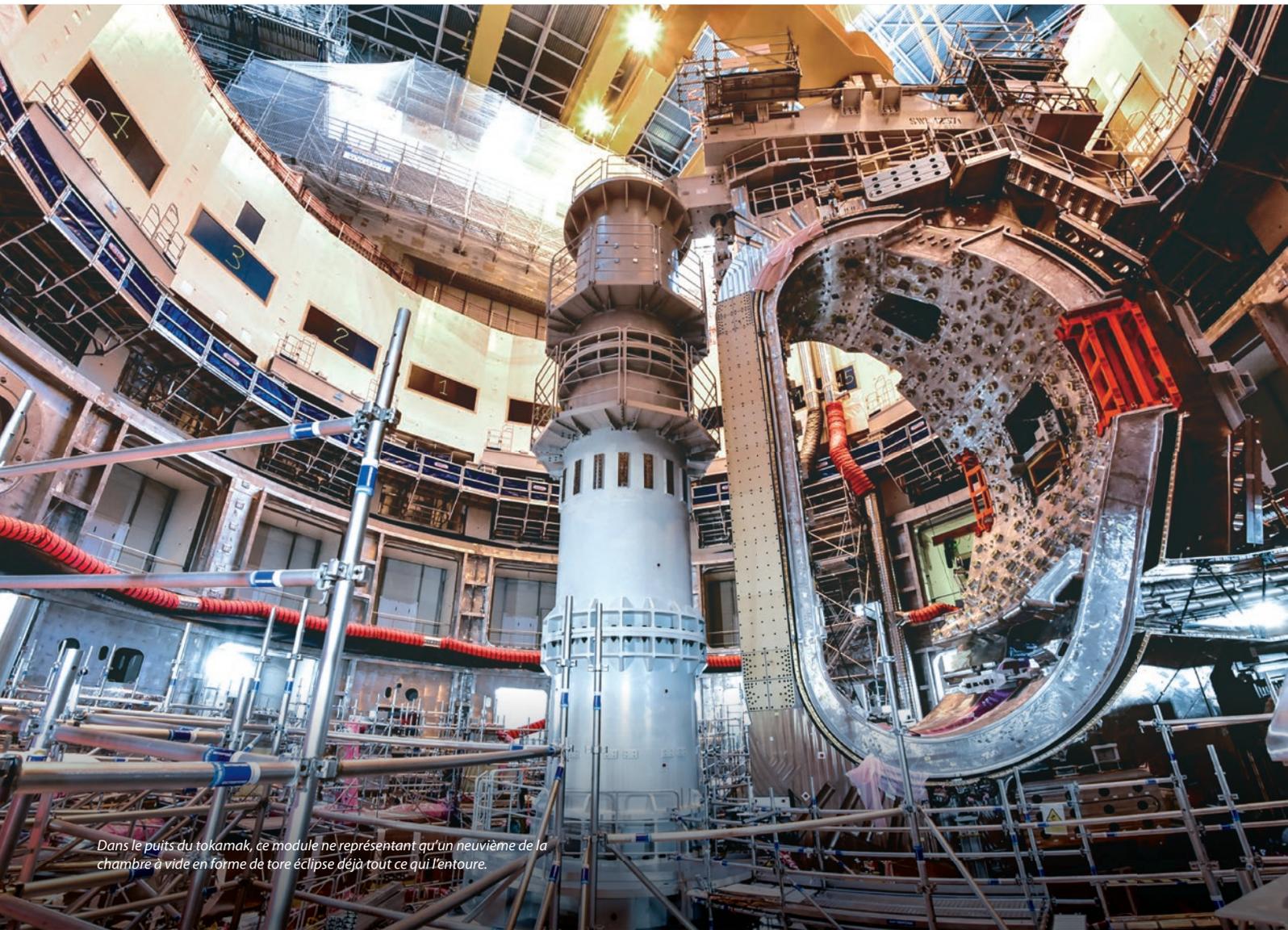
Dispositions permettant d'assurer le maintien soit à l'intérieur, soit à l'extérieur d'une enceinte, des substances potentiellement dangereuses soit pour l'environnement, soit pour les produits manipulés.

### 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.



Le génie civil du Bâtiment de contrôle est quasiment terminé. Au mois de novembre, les équipes d'ITER Organization ont reçu le feu vert pour commencer l'installation des équipements.



Dans le puits du tokamak, ce module ne représentant qu'un neuvième de la chambre à vide en forme de tore éclipse déjà tout ce qui l'entoure.



*Devant cette vidéo qui lui présente les deux options, ce jeune participant à la journée portes ouvertes d'ITER s'interroge : quelle est la meilleure façon de prendre part à la grande quête de l'énergie de fusion ? Devenir ingénieur ou physicien des plasmas ?*

## D

### DAC

Demande d'autorisation de création.

### DÉCHET CONVENTIONNEL

Déchets ne provenant pas de zones à déchets nucléaires.

### DÉCHET 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  $\gamma$ ).

### 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.

### GRUPE 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 épicerie 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 radioactif de l'hydrogène (hydrogène 3), dont le noyau est constitué d'un proton et de deux neutrons.

## U

### UNITÉS

<b>eV</b>	<b>Électronvolt</b> Unité de mesure d'énergie 1 eV = 1.6 10 <sup>-19</sup> J
<b>J</b>	<b>Joule</b> Unité de mesure d'énergie du système international d'unités
<b>MW</b>	<b>Mégawatt (10<sup>6</sup> Watt)</b> 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.

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

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

<b>mGy</b>	<b>Milligray</b>	0,001 Gy	Millième	10 <sup>-3</sup> Gy
<b>µGy</b>	<b>Microgray</b>	0,000001 Gy	Millionième	10 <sup>-6</sup> Gy
<b>nGy</b>	<b>Nanogray</b>	0,000000001 Gy	Millième de millionième	10 <sup>-9</sup> Gy

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

<b>mSv</b>	<b>Millisievert</b>	0,001 Sv	Millième	10 <sup>-3</sup> Sv
<b>µSv</b>	<b>Microsievert</b>	0,000001 Sv	Millionième	10 <sup>-6</sup> Sv
<b>nSv</b>	<b>Nanosievert</b>	0,000000001 Sv	Millième de millionième	10 <sup>-9</sup> Sv

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

## Memorandum

Route de Vinon sur Verdon 13115 Saint Paul lez Durance France [www.iter.org](http://www.iter.org)



Date: 23 juin 2023  
Ref. Number: ITER\_D\_9333CK  
Subject: Avis et recommandations du CHS sur le rapport TSN de 2022

From: Committee for Health and Safety / Le Comité d'Hygiène et Sécurité d'ITER (CHS)  
Department: ITER Organization (IO)  
Phone:  
E-mail: [chs@iter.org](mailto:chs@iter.org)

To: Président du CHS Mr. Christophe RAMU

Le Comité d'Hygiène et Sécurité d'ITER (CHS) a pris note du rapport réglementaire intitulé "Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection du site ITER 2022" (TSN 2022). Ce memorandum a été préparé dans le cadre des compétences et des missions définies pour le CHS.

Les informations et données présentées dans le TSN 2022 rappellent les fondements et les objectifs scientifiques du projet ITER ainsi que les mesures prises de la part d'IO concernant les risques spécifiques liés à la sûreté, la sécurité et la protection de l'environnement. Le CHS donne un avis favorable concernant les données présentées dans le TSN 2022, avec les quatre recommandations listées ci-après qui portent sur l'organisation des missions et activités de l'IO:

china

eu

india

japan

korea

russia

usa

1. Comme les années précédentes, le CHS réitère sa demande d'être informé régulièrement, et durant la planification (en amont de la prise de décision) des activités décrites dans le TSN 2022. De plus, en respect de la charte applicable, le CHS réitère sa demande d'être étroitement impliqué notamment dans toutes les initiatives en cours et à venir en lien avec :
  - Le processus de réorganisation d'IO à travers toutes ses étapes et difficultés ;
  - Les risques psycho-sociaux (PSR), que ce soit i) avec les équipes d'IO tels que le groupe de travail dédié à la question, le comité du personnel, le département de la santé et sécurité au travail ou le HOF, ou ii) avec les acteurs externes tels que le(s) contractant(s) dédiés à ces efforts et les médecins du travail (du CEA Cadarache).
2. En lien avec les annonces de la direction d'IO, le CHS soutient le renforcement de l'attention portée à la culture qualité afin d'atteindre les standards des installations nucléaires de base, et souhaite souligner les six points suivants :
  - Le TSN 2022 ne met pas en avant les actions et progrès encourageants sur le plan de la culture qualité du projet ITER. De ce fait, le CHS encourage IO à présenter l'essentiel de ces actions dans le rapport TSN 2023. Néanmoins, il est important de noter que la sûreté nucléaire repose sur des actions concrètes et quotidiennes « du terrain ». Ainsi il existe un lien évident entre le bien-être au travail, la clarté et le respect des rôles et responsabilités, la traçabilité assurée par la documentation, et le respect infaillible des points de revues/points d'arrêt.
  - Globalement, que ça soit pour les améliorations en matière de HSE ou de sûreté nucléaire et de radioprotection, le CHS souligne la nécessité de transformer les séries d'études, questionnaires et benchmarks en actions concrètes visant des résultats utiles et tangibles pour le personnel d'IO et l'ensemble des intervenants du projet ITER. Le CHS réaffirme son souhait d'apporter un soutien actif à ces initiatives.



- Le TSN 2022 décrit la division santé, sécurité et protection physique comme une entité exerçant *une surveillance générale et indépendante*. Afin de renforcer les activités d'amélioration de culture qualité en lien étroit avec la sûreté nucléaire, le CHS souhaiterait voir cette division être *force de proposition, et très présente et active sur le terrain avec un rôle de leadership renforcé*.
  - Le TSN 2022 décrit la division sûreté nucléaire comme une entité *participant à la surveillance opérationnelle des intervenants extérieurs*. Afin de renforcer les activités d'amélioration de la culture qualité en lien étroit avec la sûreté nucléaire, CHS souhaiterait voir cette division se transformer en une entité *active en terme de propositions et activités stratégiques et opérationnelles, intégrale au sein d'une organisation projet matricielle*.
  - Le TSN 2022 décrit la division gestion de la qualité comme une entité responsable de la gestion et du contrôle de la qualité *aussi bien au sein de l'Organisation ITER et que sur le chantier*. Afin de renforcer les activités d'amélioration de culture qualité en lien étroit avec la sûreté nucléaire, le CHS souhaiterait voir cette division jouer un rôle central afin de renforcer activement l'assurance et le contrôle qualité *également hors du site ITER à Cadarache, y compris dans les lieux de fabrication, de pré-assemblage, d'inspection et d'essais, et au stade de livraisons, de maintenances et de stockage*.
  - Le TSN 2022 mentionne les bonnes pratiques en matière de retour d'expérience (REX) et liste comme sources de benchmark notamment EDF, CEA et Edvance. Durant la période de transition organisationnelle importante actuellement en cours, estimée à une durée de 2 à 3 ans, et au-delà de la récente mise en place de protocoles propreté et exclusion des corps migrants sur l'ensemble du site, le CHS encourage IO à considérer l'intégration des REX des industriels intervenant sur le projet ITER tels que les entités projet matricielles formant le consortium du Construction Management as Agent (CMA) pour IO et celui du maître d'œuvre de l'agence domestique européen (Engagé).
3. Malgré la politique de réductions des coûts, le CHS insiste sur la nécessité de reconnaître le travail très professionnel fourni par l'équipe des tests radiographiques. Afin de préserver le niveau de qualité élevé, il est essentiel de maintenir ces ressources.
  4. Enfin, le CHS note les questionnements en cours concernant l'usage du Béryllium dans le cadre de la réévaluation des objectifs scientifiques du projet ITER, et souhaite être associé aux discussions à venir sur ces questions, en collaboration avec les médecins du travail.

De la part du CHS,

Miia TIAINEN-PAQUAUX  
Secrétaire du CHS



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

© ITER Organization, Juin 2023

[www.iter.org](http://www.iter.org)

