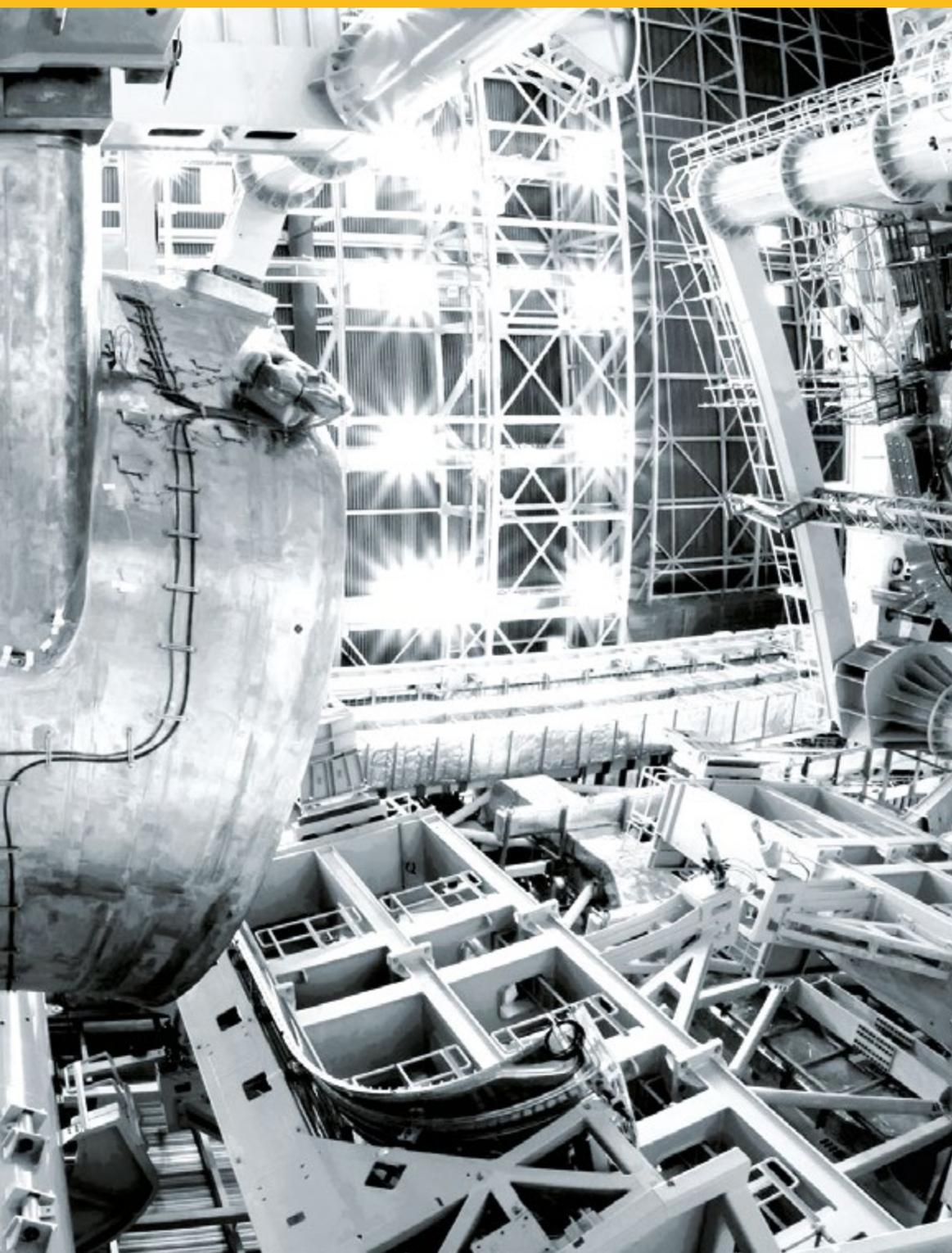


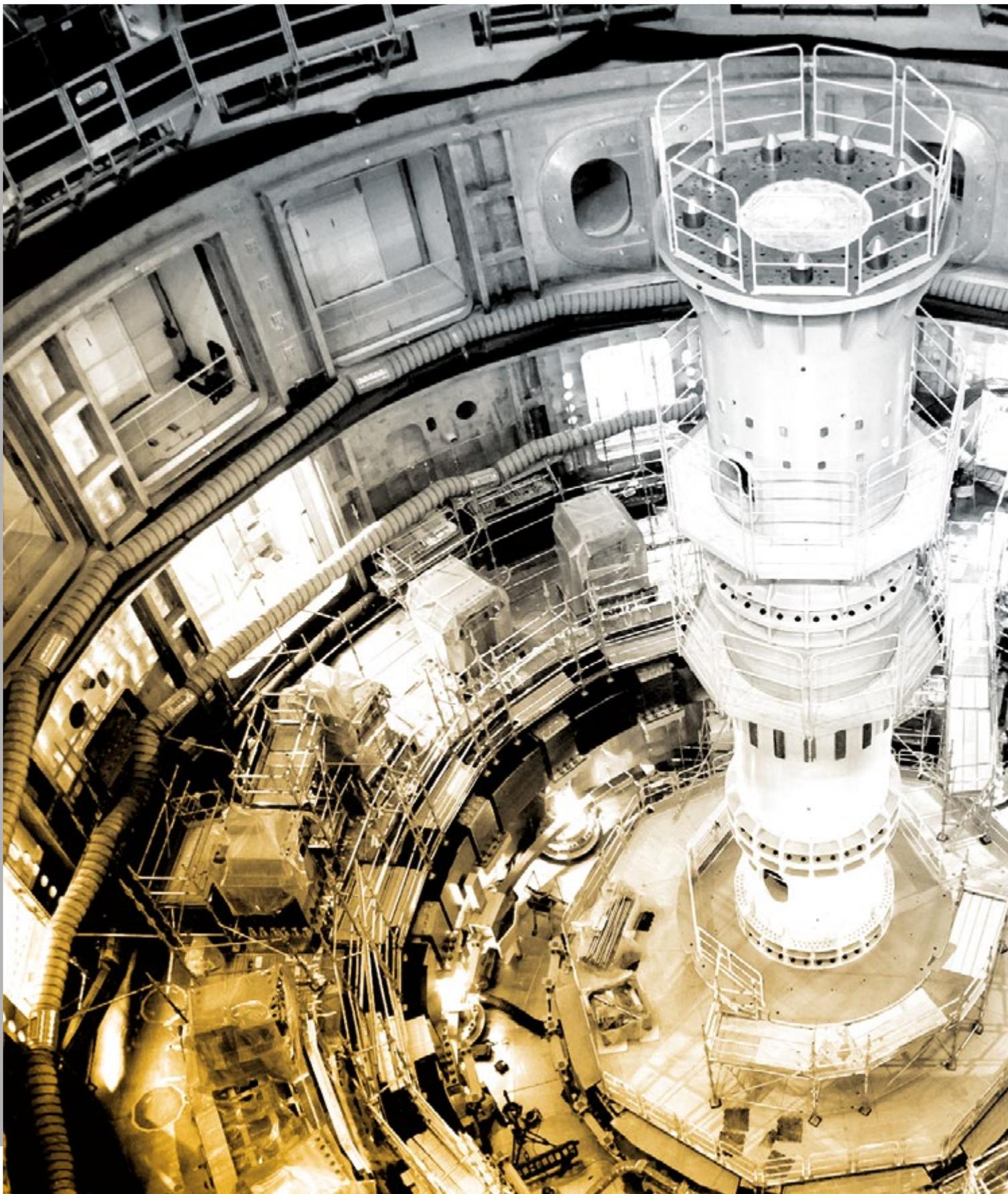
ITER ORGANIZATION

# RAPPORT D'INFORMATION

SUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET LA RADIOPROTECTION DU SITE ITER



1  
2  
20  
20

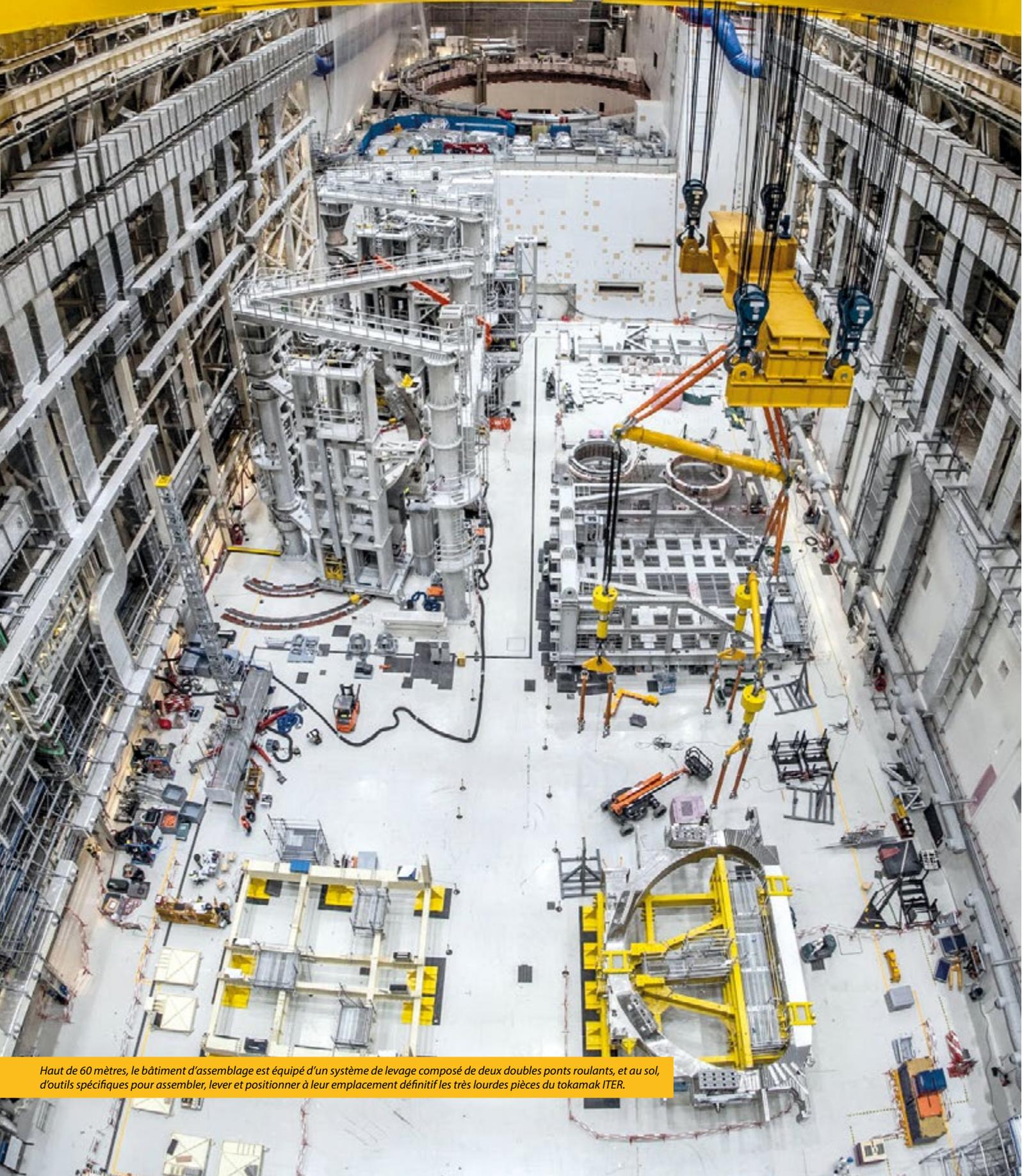


*C'est dans ce puits d'assemblage, d'une profondeur de 30 mètres, que les pièces massives du tokamak sont positionnées les unes après les autres.*

# TABLE DES MATIÈRES

# 2021

<b>Préambule</b> .....	<b>3</b>	<b>Incidents et accidents en matière de sûreté nucléaire</b> .....	<b>30</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>4</b>	<b>La nature et les résultats des mesures des rejets radioactifs et non radioactifs de l'installation dans l'environnement</b> .....	<b>32</b>
<b>Présentation d'ITER</b> .....	<b>6</b>	• Les rejets atmosphériques et liquides.....	<b>34</b>
• ITER : une installation de recherche sur la fusion.....	8	Rejets atmosphériques.....	34
Objectifs.....	8	Effluents pluviaux.....	34
Réactions de fusion : principes.....	9	Réseau sanitaire.....	35
Présentation de l'installation ITER.....	9	Suivi des eaux souterraines.....	35
• L'organisation d'ITER.....	10	• Mesures de surveillance et impact chimique des rejets.....	35
Pays membres.....	10	Réseau pluvial.....	35
Intervenants au sein de l'installation ITER.....	10	• Impact chimique des rejets.....	35
• Évolution du projet et du site.....	11	Impact des rejets radioactifs futurs.....	35
ITER et la pandémie de covid-19.....	12	<b>Les déchets d'ITER</b> .....	<b>36</b>
Construction des bâtiments.....	12	• Phase de construction.....	37
Mise en service et exploitation des principaux systèmes.....	14	• Les déchets radioactifs.....	38
Les activités de montage des principaux systèmes fonctionnels.....	14	• La gestion des déchets radioactifs.....	38
• Transport / entreposage de matériels classés EIP.....	15	<b>Les autres nuisances</b> .....	<b>40</b>
<b>Dispositions prises en matière de sûreté nucléaire</b> .....	<b>16</b>	• Bruit.....	41
• Dispositions générales pour l'organisation de la sûreté.....	18	• Analyse des légionnelles.....	41
• Dispositions relatives aux différents risques.....	19	• Éclairage du chantier.....	41
Démarche de sûreté.....	20	<b>Les actions en matière de transparence et d'information</b> .....	<b>42</b>
Confinement des matières radioactives et dangereuses.....	20	<b>Conclusion générale</b> .....	<b>46</b>
Protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants.....	21	<b>Annexe : planification du projet ITER : une approche par étapes</b> .....	<b>48</b>
Maîtrise des situations d'urgence.....	22	<b>Glossaire</b> .....	<b>50</b>
Prise en compte du retour d'expérience (REX).....	22	<b>Avis du comité santé et sécurité d'ITER (CHS)</b> .....	<b>56</b>
• Surveillance, inspections et audits.....	22		
Surveillance des intervenants extérieurs.....	22		
Inspections de l'autorité de sûreté nucléaire.....	23		
Inspections de sûreté nucléaire et audits réalisés par l'exploitant nucléaire.....	24		
• Organisation de la radioprotection durant la phase de construction.....	28		
L'information et la formation.....	28		
La coordination et la gestion de la co-activité.....	28		
L'anticipation, l'exécution et la surveillance des tirs radiographiques.....	28		



Haut de 60 mètres, le bâtiment d'assemblage est équipé d'un système de levage composé de deux doubles ponts roulants, et au sol, d'outils spécifiques pour assembler, lever et positionner à leur emplacement définitif les très lourdes pièces du tokamak ITER.

# PRÉAMBULE

Bien que la pandémie ait régressé en 2021, l'année a encore été marquée par les contraintes que le Covid-19 a fait peser sur l'ensemble des activités humaines dans toutes les parties du monde.

En 2020, l'Organisation ITER avait su mettre en place dès les premiers mois de l'année 2020, un ensemble de mesures destinées à protéger la santé de ses personnels tout en maintenant les activités critiques sur le site de construction à Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône).

En 2021, l'Organisation n'a pas relâché sa vigilance et le rythme de progression des travaux s'est globalement maintenu : à la fin de l'année, près de 76% des tâches indispensables à la production du « Premier Plasma » étaient parachevées.

Entamée au mois de mai 2020, la séquence d'assemblage de la machine s'est poursuivie de manière régulière : deux bobines annulaires (PF6 et PF5) de 10 et 17 mètres de diamètre respectivement ont été mises en place dans le puits d'assemblage au mois d'avril et au mois de septembre.

D'autres pièces, moins imposantes mais non moins essentielles, ont été également positionnées, comme la partie inférieure de l'écran thermique du cryostat au mois de janvier, et la première des 18 bobines de correction au mois d'octobre.

Dans le même temps, la préparation du premier « module » de la chambre à vide (un pré-assemblage composé d'un secteur de chambre à vide, des sections d'écran thermique correspondantes et de deux bobines verticales pour une masse totale de ~ 1 200 tonnes) a été quasiment finalisée.

L'année 2021 a également été marquée par la livraison du premier des six modules du solénoïde central au mois de septembre, suivi d'un second un mois plus tard, ainsi que de 8 bobines de champ toroïdal (verticales).

Le caractère spectaculaire des livraisons et des opérations d'assemblage ne doit pas, toutefois, occulter l'importance des autres activités poursuivies ou entamées en 2021 : installation des équipements et systèmes dans les différents bâtiments de la plate-forme, tests préalables à la mise en service (circuits de refroidissement, tests de l'instrumentation et des vannes, démarrage des pompes, etc.). Tout au long de l'année 2021, 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.



Le site de construction d'ITER a par ailleurs fait l'objet de quatre inspections par l'Autorité de sûreté nucléaire française (ASN), dans le respect du statut juridique de l'Organisation ITER et du programme-cadre signé conformément à l'Accord de siège.

Alors que l'année touchait à son terme, la présence d'ITER à la COP26, à Glasgow (Royaume-Uni), a mis en exergue l'importance du programme dans la problématique du réchauffement climatique. Il est désormais clair, et évident pour tous, qu'une grande partie de la réponse à ce défi existentiel passe par le développement de la fusion de l'hydrogène.

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

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

**EISUKE TADA**  
Directeur Général par intérim  
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 du code de l'environnement,
- Les incidents et accidents, soumis à obligation de déclaration en application de 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 cette exigence, le présent rapport suit le plan présenté en page 1, tel que recommandé par le guide n° 3 de l'Autorité de sûreté nucléaire : « Recommandations pour la rédaction des rapports annuels d'information du public relatifs aux installations nucléaires de base » et adopte le titre qui y est recommandé « Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection du site d'ITER – 2021 ».

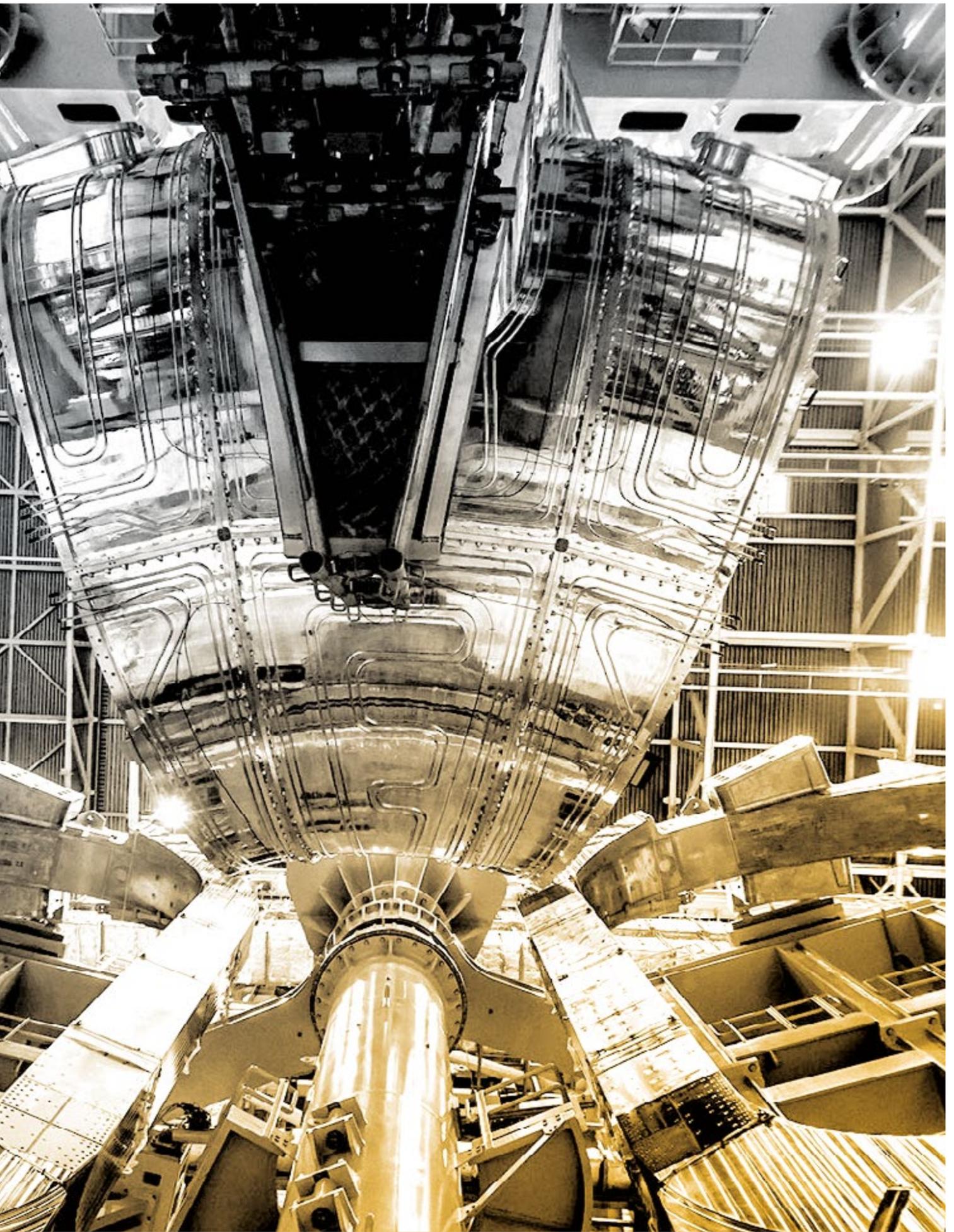
Ces informations ont été recueillies pour la première fois en 2014 pour les activités réalisées en 2013. ITER étant en phase de construction, ce rapport est adapté au fil des années pour permettre de suivre les évolutions de ce cycle de vie particulier de l'installation nucléaire de base (INB) n° 174, 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 lors<sup>1</sup>.

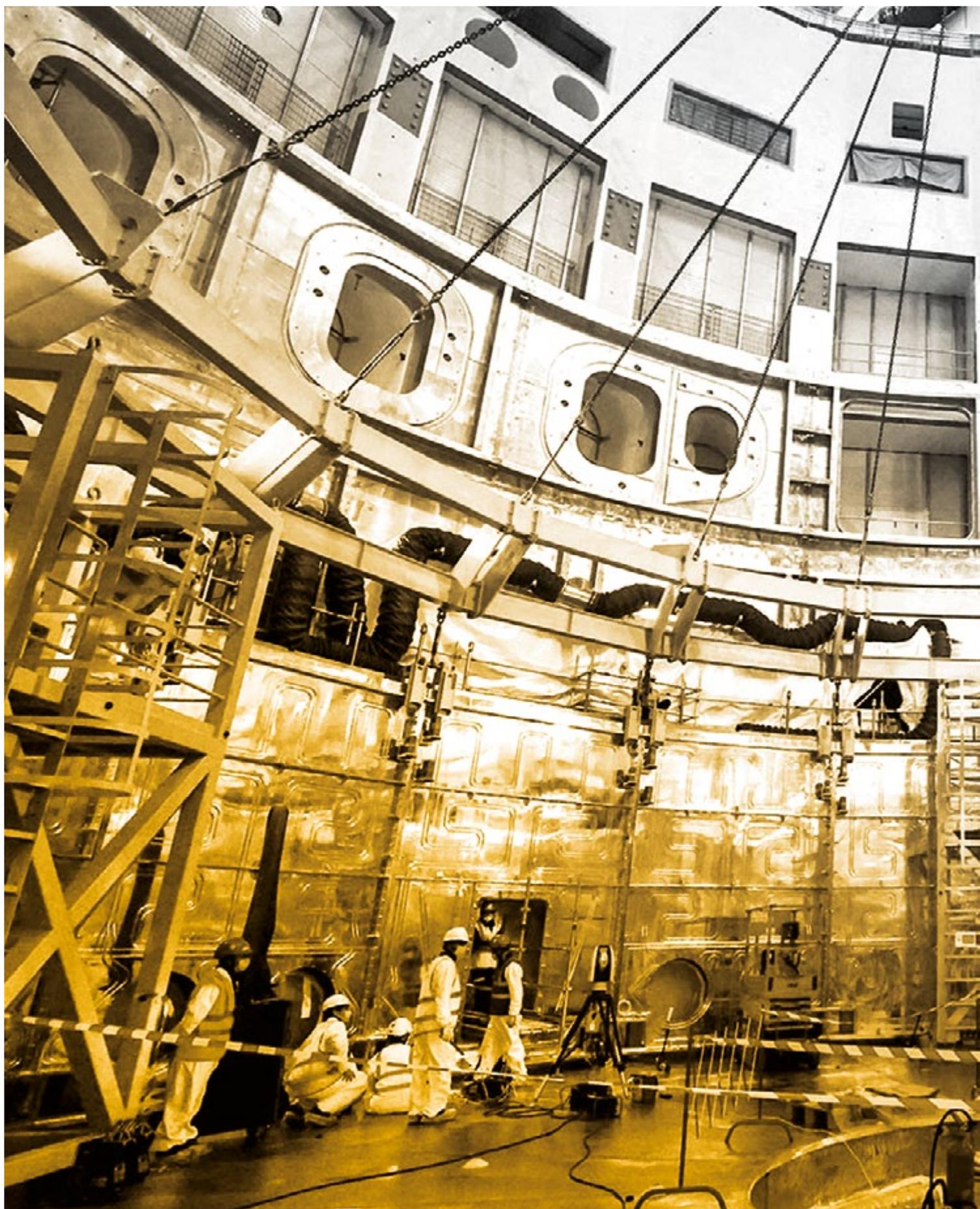
Conformément aux dispositions de la loi TSN, le Conseil Général des Bouches-du-Rhône a constitué une Commission locale d'information, dénommée « CLI de Cadarache », commune au Centre CEA de Cadarache et à l'installation ITER. En 2021, en application de l'article L.125-16 du Code de l'environnement, l'Organisation ITER a sollicité l'avis de la CLI Cadarache sur le rapport TSN correspondant à 2020. 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-info.html>

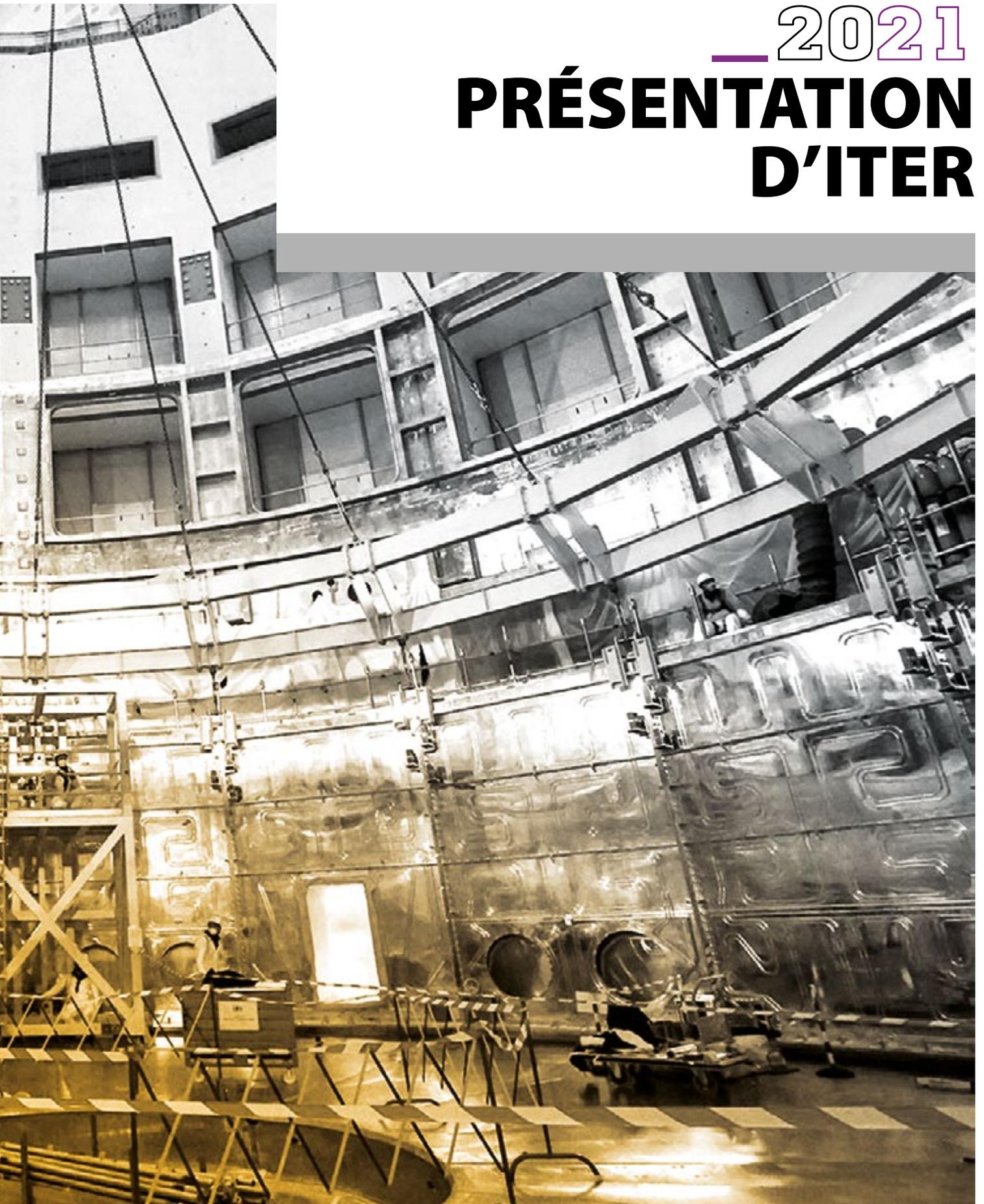
Le premier module de la chambre à vide est en cours d'assemblage au centre, un secteur (1/9<sup>ème</sup>) de la chambre à vide recouvert de son écran thermique en argent ; sur chaque côté, une bobine de champ toroidal qui doit y être attachée.





Après six mois de travail et 1,5 tonnes de matériau de remplissage, la base et le cylindre inférieur du cryostat ne sont plus qu'un. Les experts de MAN Energy Solutions (société sous-traitant de l'entreprise indienne Larsen & Toubro) ont fini les activités de soudage et de vérification dans la fosse du tokamak à la fin du mois de mars 2021.

# 2021 **PRÉSENTATION D'ITER**



# 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).

## 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.



Vue aérienne du site ITER à Saint-paul-lez-Durance (13) sur lequel les 39 bâtiments sont en cours de construction.

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

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

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.

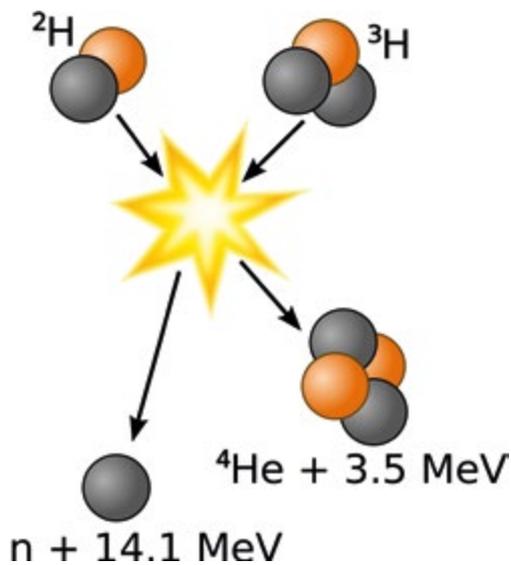
En parallèle, l'installation permettra de tester et optimiser des procédures et des équipements pour les futurs réacteurs de fusion qui produiront de l'électricité, ce qui suppose de :

- **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, etc.).

<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-establish-ment-iter-international-fusion-energy-organization-joint-implementation-iter-project>

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



## RÉACTIONS DE FUSION : PRINCIPES

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

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

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

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.

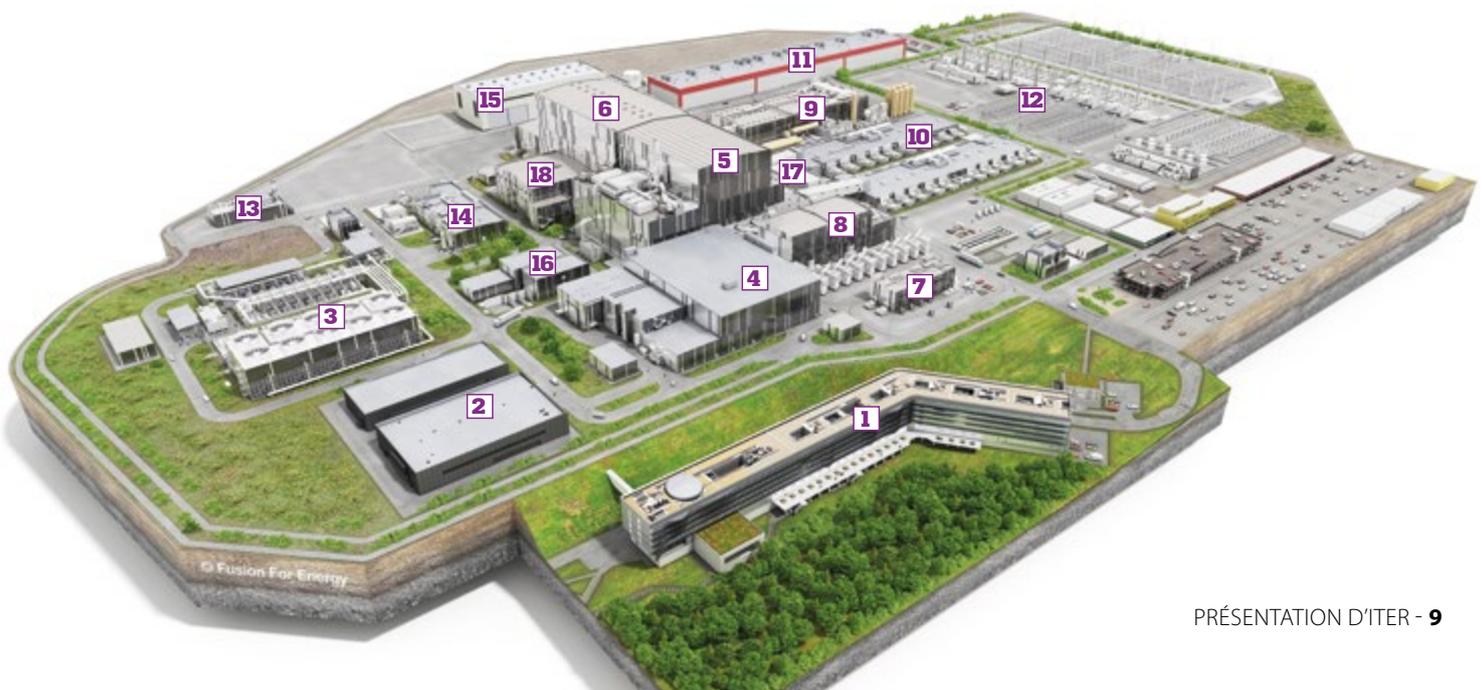
## PRÉSENTATION DE L'INSTALLATION ITER

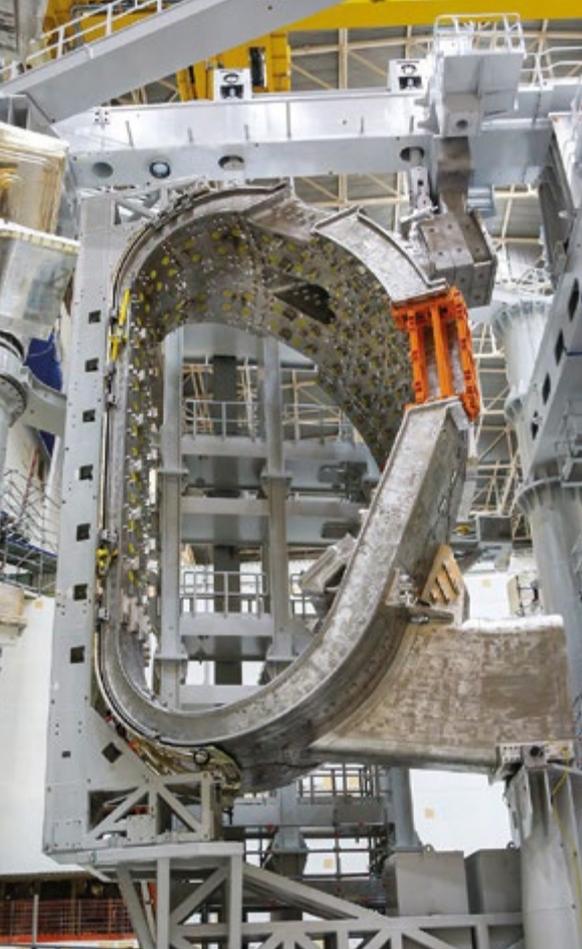
L'installation ITER est implantée sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance dans le département des Bouches-du-Rhône, à 40 km au nord-est d'Aix-en-Provence, à la limite des départements du Vaucluse, du Var et des Alpes-de-Haute-Provence. Situé au confluent de la Durance et du Verdon, à l'extrémité sud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

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

- 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 poloïdal (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)





Un secteur de chambre à vide en provenance de Corée, positionné sur le portique de sous assemblage.

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 diagnostics),
- du **bâtiment des cellules chaudes**, du **bâtiment de traitement des déchets radioactifs** et du **bâtiment d'accès en zone contrôlée**, appelés également bâtiments du complexe des cellules chaudes,
- des **bâtiments abritant les systèmes auxiliaires nécessaires au fonctionnement du tokamak** (équipements pour les alimentations électriques, tours de refroidissement, système cryogénique, etc.) 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 des eaux de refroidissement, ainsi que la station du Réseau de Transport d'Électricité (RTE).

## 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.

### 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.

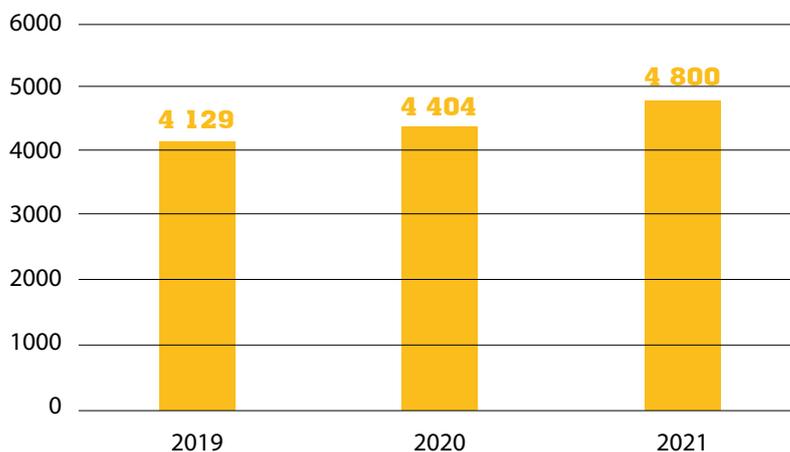
L'Organisation ITER a également conclu trois accords pluriannuels de coopération technique avec des pays non-membres : l'Australie en 2016 (via l'agence australienne pour la science et la technologie ANSTO), le Kazakhstan en 2017 (via le centre nucléaire national du Kazakhstan) et le Canada en 2020 directement avec le gouvernement canadien.

### INTERVENANTS AU SEIN DE L'INSTALLATION ITER

Fin 2021, 1035 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 4800 personnes qui ont participé aux activités sur le site ITER au cours de l'année 2021.

### NOMBRE DE PERSONNES PRÉSENTES SUR LE SITE ITER



## ÉVOLUTION DU PROJET ET DU SITE

Au cours de l'année 2021, les progrès du projet se sont poursuivis en dépit de la pandémie : le chantier n'a jamais cessé son activité dans le respect constant des mesures de précaution sanitaire. Ainsi, plus de 75,8% du périmètre total des activités indispensables à la production du premier plasma, prévu depuis 2015 pour décembre 2025, a été accompli. Ce périmètre recouvre, d'un bout à l'autre du cycle de construction, les activités suivantes : conception des composants, fabrication des éléments du tokamak et des systèmes de l'installation, construction des bâtiments, expédition et livraison, assemblage et installation des composants, qualification avant mise en service.

### > L'avis du Conseil ITER

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

Au cours de sa 29<sup>e</sup> séance fin novembre 2021, le Conseil a analysé les rapports d'avancement et les indicateurs de performance, ainsi que le rapport du Directeur général sur l'impact de la pandémie sur le rythme de progression du programme. Qu'il s'agisse de la livraison des éléments du tokamak par les membres ITER, des activités d'installation ou d'assemblage sur le chantier de construction, l'Organisation ITER a maintenu un rythme de progression soutenu, mais réduit par rapport au cinq années précédentes en raison de la pandémie.

L'impact des défis techniques rencontrés ainsi que les conséquences de la pandémie font l'objet d'une évaluation et d'un suivi rigoureux. Une attention constante est portée aux actions permettant d'atténuer cet impact de manière à maintenir la dynamique du programme. Au cours des deux années écoulées, les opérations d'assemblage et d'installation des pièces du tokamak, fournies par les membres d'ITER, ont permis d'accumuler une expérience précieuse. Dans ce contexte, le Conseil a demandé à l'Organisation ITER de lui soumettre une « feuille de route » actualisée, qui sera examinée lors de sa prochaine réunion au mois de juin 2022.

Le Conseil a formulé les conclusions suivantes :

• **Plan de continuité dans le contexte du Covid-19** : le Conseil a félicité l'Organisation ITER et les agences domestiques (DAs) des Membres du programme pour la manière créative et résolue dont le plan de continuité a été mis en œuvre dans le contexte du Covid-19. La priorité accordée aux activités critiques et l'instauration d'une « nouvelle normalité » au sein de l'Organisation ITER ont permis de maintenir le niveau de productivité tout en observant de manière rigoureuse les recommandations des autorités sanitaires. Préservant le planning intégré, ces mesures ont permis de limiter le risque et les possibles conséquences de la pandémie sur la santé des salariés et sous-traitants.

• **Progrès concrets** : le Conseil s'est félicité des résultats obtenus depuis sa dernière réunion (juin 2021), au nombre desquels la livraison régulière d'éléments-clé du tokamak ainsi que l'avancement de la séquence d'assemblage.

• **Soutien des Membres ITER** : le Conseil a pris la mesure de l'exceptionnelle pression que la pandémie de Covid-19 et les difficultés liées à la fabrication de certains des éléments inédits de la machine tokamak exercent sur l'Organisation ITER et ses partenaires. Le Conseil a incité chacun des Membres à respecter ses engagements, tant en termes de contribution financière que de fournitures « en nature », de manière à poursuivre la mise en œuvre de la stratégie de construction dans le respect du calendrier. Le Conseil a demandé à l'Organisation ITER et à ses partenaires de tout mettre en œuvre pour que la phase d'opération à pleine puissance puisse être engagée en 2035 comme prévu.

Les membres du Conseil ont réaffirmé l'importance qu'ils accordent au programme ITER, leur adhésion à ses objectifs de développement scientifique et technologique ainsi que leur détermination à œuvrer conjointement pour son succès. Le Conseil a félicité l'équipe intégrée ITER (Organisation ITER et agences domestiques) pour son engagement et pour l'efficacité des collaborations qu'elle a su développer pour maintenir le programme sur la voie du succès. Le Conseil continuera de suivre de très près l'évolution des résultats du programme et de prodiguer tout le soutien nécessaire pour en maintenir la dynamique.

## LES FAITS MARQUANTS RELATIFS À L'ANNÉE 2021 FABRICATION, CONSTRUCTION, ESSAIS, LIVRAISON DE MATÉRIEL

- Les deux premiers aimants supraconducteurs d'ITER, la bobine de champ poloïdal n°6, suivie par la bobine de champ poloïdal n°5, ont été mises en place dans le puits d'assemblage du bâtiment tokamak.
- Tous les éléments du cryostat ont été livrés et les opérations d'assemblage et de soudage des 12 secteurs du « couvercle » progressent.
- 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 est proche d'être finalisé.
- Un deuxième secteur de chambre à vide ; les deux premiers modules du solénoïde central, ainsi que 8 bobines TF ont été livrés. Quatre autres bobines de champ toroïdal (TF) ont quitté leur site de fabrication et font route vers ITER.
- Des progrès significatifs ont été accomplis dans la réalisation des systèmes industriels auxiliaires, avec notamment la finalisation des tours de refroidissement et de différentes installations électriques. De nombreux systèmes abordent la phase de mise en service.

## ITER ET LA PANDÉMIE DE COVID-19

Depuis le début de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19, l'Organisation ITER prête la plus grande attention à la protection de l'ensemble des travailleurs qui contribuent à l'avancement du projet.

Compte tenu du caractère international du projet, les premières mesures de préventions furent mises en œuvre dès février 2020, avec en particulier une restriction des déplacements professionnels vers les premiers pays affectés par le virus. Toute personne travaillant sur le projet et s'étant rendue dans ces lieux dans un passé récent fut invitée à télé-travailler durant une durée correspondant à la période d'incubation estimée du virus.

Un groupe de travail dédié a été mis en place, rassemblant les principaux acteurs concernés, avec pour missions :

- de recueillir les données et d'évaluer l'évolution de la situation épidémique en France,
- d'analyser les effets potentiels sur l'Organisation ITER,
- de proposer des actions adaptées,
- de coordonner l'application de ces actions.

Outre les mesures d'hygiène recommandées par les autorités sanitaires, telles que le port aussi permanent que possible du masque aussi bien sur le site ITER que dans les activités sociales et personnelles, le lavage fréquent des mains et le respect d'une distance minimale entre personnes, l'Organisation ITER a décidé de privilégier le télétravail et la communication par internet.

Au travers d'un « plan de continuité », le télétravail a donc été mis en œuvre durant le premier confinement dès le début mars 2020 pour le plus grand nombre possible de membres du personnel et de collaborateurs, en tenant compte des besoins critiques nécessitant une présence physique, notamment pour les travaux essentiels sur le site.

Par la suite, une réflexion de fond sur l'organisation des activités à moyen terme a conduit l'Organisation ITER à pérenniser cette pratique. Ainsi, un rythme de deux jours au moins par semaine de présence sur site et de trois jours de télétravail a été appliqué pour chaque poste le permettant.

Un suivi quotidien de l'évolution de la situation liée à l'épidémie depuis début mars 2020 est par ailleurs assuré par la division « santé, sécurité et protection physique » et les mesures de prévention sont actualisées autant que nécessaire, en conformité avec les recommandations du gouvernement français.

Les personnes travaillant pour le projet sont informées de l'évolution des mesures mise en place par l'Organisation ITER et des cas de Covid-19 identifiés (ou soupçonnés) parmi les personnes travaillant sur le projet au travers d'un bulletin d'information périodique et d'un espace intranet dédié. Sur l'ensemble de l'année, 247 cas d'infection ont été constatés pour tous les personnels ayant travaillé sur le site ITER, dont la quasi-totalité résultant d'une transmission hors site. Le nombre de cas suspects suivis s'est quant à lui élevé à 541.

Consciente de ses responsabilités, tant envers les travailleurs du chantier qu'envers les communautés locales, l'Organisation ITER met en œuvre toutes les mesures nécessaires pour éviter la propagation de la pandémie, tout en poursuivant dans les meilleures conditions possibles la construction de l'installation.

## CONSTRUCTION DES BÂTIMENTS

Durant l'année 2021, la construction des différents bâtiments par l'agence domestique européenne 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 finitions des bâtiments du complexe du tokamak ont également progressé. Les ouvrages en béton du bâtiment tritium ont atteint le 3<sup>ème</sup> niveau au-dessus de la plateforme. Le monte-charge provisoire a été installé et est opérationnel pour le transfert des équipements à installer aux différents niveaux du complexe. 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 et des portes standard ainsi que leur protection incendie, installation des plateformes dans les différents puits) se sont poursuivies et les installations des composants de la machine tokamak ont pu démarrer. Le rebouchage des traversées ainsi que la construction des murs de protections radiologiques 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.



Plusieurs équipes sont mobilisées dans les activités d'assemblage du tokamak ITER et font le point avant chaque opération de levage.

Sur cette photo, des représentants du consortium DYNAMIC (assemblage de la machine), de Foselev (ponts roulants), d'APAVE (sécurité), et l'Organisation ITER.



Cette bobine annulaire de 400 tonnes (PF6) est le premier élément du système magnétique à être transportée jusqu'au puits du tokamak. La bobine restera plusieurs années sur des supports temporaires, jusqu'à l'assemblage complet de la chambre à vide. Elle pourra alors être alignée et installée définitivement.

L'état d'avancement de la construction du complexe tokamak en 2021 ainsi que les dates des faits marquants sont résumés dans le *Tableau 1* ci-après.

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

BÂTIMENTS (N°)	DATE	ACTIVITÉS
TOKAMAK (11)	JANVIER 2021	Finitions des ouvrages béton des niveaux L1 et L2 achevées.
	FÉVRIER 2021	Installation des plateformes métalliques dans les différents puits.
	MAI 2021	Démarrage des activités de construction des murs de protection radiologique.
	SEPTEMBRE 2021	Mise en place des protections incendie sur l'ensemble des portes lourdes des cellules de traversées.
	OCTOBRE 2021	Mise en service du monte-charge provisoire.
	NOVEMBRE 2021	Rebouchage des grandes traversées entre les bâtiments tokamak et diagnostiques au niveau B2.
	DÉCEMBRE 2021	Démarrage des travaux des locaux destinés à accueillir des armoires de commandes au niveau L5.
TRITIUM (14)	JUIN 2021	Démarrage travaux de béton au niveau L3.
DIAGNOSTIQUES (74)	DÉCEMBRE 2021	Démarrage des travaux de massif béton destinés à accueillir les armoires de commande.

La réalisation du complexe tokamak requiert de qualifier les matériaux et les procédures de mise en œuvre associées. À titre d'exemple, une maquette représentative des travaux de soudure sur des platines d'ancrage autour de traversées au Niveau B2M a permis de valider et d'adapter les procédures de soudage en vue de limiter toute dégradation et déformation des platines notamment vis-à-vis des contraintes thermiques.

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
BASSINS SOURCES CHAUDES/FROIDES (67)	JUILLET 2021	Travaux de reprise de l'étanchéité achevés.
BÂTIMENT ALIMENTATION DES INJECTEURS DE NEUTRE (37)	JUIN 2021	Béton de propreté réalisé et galeries achevées.
PRÉPARATION DE L'ASSEMBLAGE DU TOKAMAK (22)	SEPTEMBRE 2021	Le génie civil et les finitions sont achevés. Installation des équipements en cours.
BÂTIMENT DE CONTRÔLE (71)	SEPTEMBRE 2021	Radier et sous-sol achevés. Démarrage des voiles du niveau L1.
BÂTIMENTS ÉLECTRIQUES (44/45/46/47)	DÉCEMBRE 2021	Les terrassement sont achevés.



Depuis trois ans et demi, les équipes ont installé plus de 5 000 tonnes d'équipements (cuves, compresseurs, tuyaux, vannes, moteurs, coussins à gaz). Deux ans seront requis pour la séquence de mise en service.

## MISE EN SERVICE ET EXPLOITATION DES PRINCIPAUX SYSTÈMES

En 2020, les premiers équipements électriques ont été mis en exploitation sur le site, une fois leur installation terminée. Un programme de maintenance est depuis 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 au début de l'année 2021.

La mise en service de ces « utilités » a permis notamment de pouvoir débuter, en 2021, les essais sur les systèmes secondaires de refroidissement tels que les tours aéro-réfrigérantes, l'eau de refroidissement des composants de l'usine cryogénique et l'eau de refroidissement pour les systèmes de ventilation des bâtiments.

Les essais sur ces systèmes ont bien progressé tout au long de l'année 2021, avec notamment la réalisation des tests de l'instrumentation et des vannes, le remplissage des circuits et des pressuriseurs, le démarrage des pompes et les séquences de rinçage et de nettoyage des circuits.

## LES ACTIVITÉS DE MONTAGE DES PRINCIPAUX SYSTÈMES FONCTIONNELS

En 2021, dans la continuité de 2020, les activités de montage des principaux systèmes fonctionnels se sont intensifiées, en co-activité dans certaines zones avec les travaux de génie civil. Les travaux de montage sont réalisés via des contrats spécifiques placés 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 ont démarré récemment 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. 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 fortement accéléré en 2021, en vue du transfert de ces composants majeurs dans le puits du tokamak prévu en 2022.

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 d'installation de construction et en particulier la coordination opérationnelle de ces activités.

En 2021, les équipes du CMA et celles d'ITER ont travaillé pour optimiser la préparation des activités avec pour objectif d'améliorer les processus d'installation.

Au cours de l'année 2021, les principaux travaux d'installation et de montage ayant eu lieu sont les suivants :

### • La préparation des secteurs dans le bâtiment d'assemblage (bâtiment 13) et les travaux d'installation dans le puits du tokamak (bâtiment 11) :

Le montage de la chambre à vide a démarré dans des conditions de propreté avancées, permises par la mise en œuvre d'un protocole d'accès strict, par la ventilation du hall ainsi que par une ventilation temporaire dédiée au puits du tokamak. 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. À fin 2021, le secteur était équipé de sa poutre de supportage et les dernières opérations avant son transfert vers le puits du tokamak sont planifiées pour le premier semestre 2022. À noter que le deuxième secteur est lui aussi en préparation sur le second outillage d'assemblage. À l'intérieur du puits du tokamak, après le soudage de la partie inférieure de la virole du cryostat, la mise en place des éléments nécessaires au supportage des aimants, ainsi que la colonne centrale ont été installés. Les deux aimants poloïdaux inférieurs ont été également mis en place.

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

Dans le complexe tokamak, les travaux d'installation des systèmes des bâtiments (électricité, ventilation, fluides), ainsi que ceux liés à l'installation des systèmes du procédé (tronçons de tuyauteries de refroidissement, lignes cryogéniques, jeux de barres « busbars ») sont montés en puissance en 2021. Les progrès de l'installation ont été particulièrement visibles au niveau B2 (le niveau le plus bas du bâtiment), B2 mezzanine et B1. La forte co-activité d'installation, en parallèle des travaux de génie civil et en particulier le rebouchage des traversées, est géré lors de réunions de coordination de terrain journalières, ainsi que de réunions spécifiques ou de synthèse, visant à piloter les plannings de la manière la plus efficace possible.

### • Les travaux d'assemblage dans le bâtiment des utilités (bâtiment 61) :

En 2021, les travaux d'installation dans ce bâtiment se sont terminés et le bâtiment a été transféré vers les équipes d'opération, qui une fois les essais de démarrage d'ensemble finalisés, ont préparé la mise en service de ce bâtiment.

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

Les fuites détectées lors des tests d'étanchéité des bassins des aéro-réfrigérants ont été réparées en 2021. Les installations ont été transférées aux équipes d'opération, qui ont débuté les essais de démarrage des différents systèmes.

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

Les travaux d'installation des lignes cryogéniques et des principaux composants sont finalisés. Les premiers essais de démarrage systèmes par systèmes ont débuté fin 2021.

• **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) sont la prochaine étape.

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

En 2021, 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 F4E. Les circuits de refroidissement des sources de chauffage ont été installés et testés en pression.

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

Le bâtiment et ses systèmes support ont été réceptionnés et le bâtiment est entré en service. Il est actuellement utilisé en support à l'installation de la machine tokamak.

**TRANSPORT / ENTREPOSAGE DE MATERIELS CLASSÉS EIP**

En 2021, l'Organisation ITER a reçu plus de 10 000 éléments importants pour la protection (EIP), à la fois par le biais d'achats en nature auprès des agences domestiques ou d'achats directs. Parmi les éléments notables, il convient de noter le secteur n°1 de la chambre à vide livré par

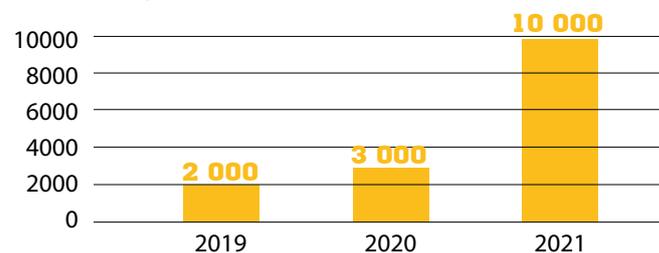
l'agence domestique coréenne par un convoi « charge très exceptionnelle ». De même, il est possible de citer la livraison du réservoir de contrôle du volume fabriqué en Chine, ou encore de très nombreux composants de plus petite taille tout aussi importants, par exemple des robinets à soupape pneumatique, des raccords à souder ou des piquages à installer au travers des différents contrats d'installation.

Actuellement, 70 % 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.

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.

**LIVRAISON / ENTREPOSAGE DE MATERIELS CLASSÉS EIP**



Après cinq semaines de voyage depuis Ulsan (en Corée), le secteur n°1 de la chambre est débarqué sur le port de Fos-sur-Mer.  
© Emmanuel BONICI



*Quelque 6 000 tonnes d'équipements ont pris place dans la zone de rejet thermique sur le nord de la plateforme ITER. Livrés par l'agence domestique indienne et installés par des sous-traitants de l'Organisation ITER, ces tuyaux, pompes, vannes, et échangeurs sont dimensionnés pour gérer un volume d'eau de refroidissement allant jusqu'à 7 700 mètres cubes par seconde. La prochaine étape sera la mise en service de l'ensemble.*



—2021

# DISPOSITIONS PRISES EN MATIÈRE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE



# 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, prévu pour 2025.

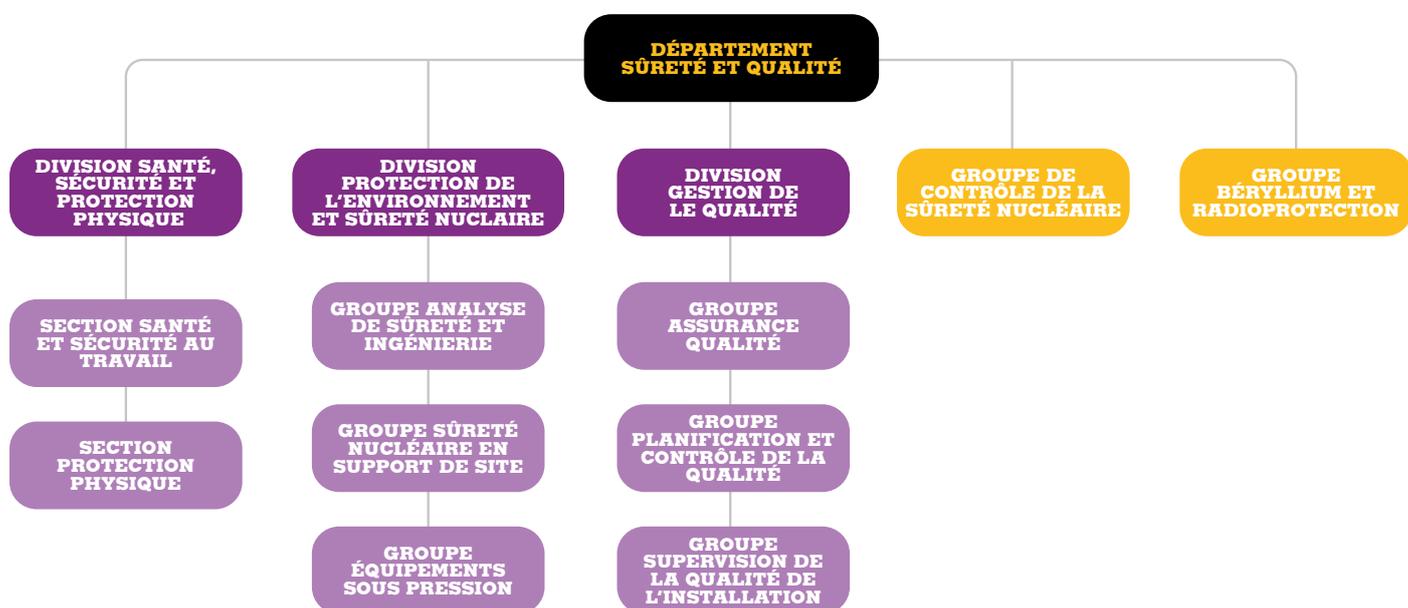


Des équipements de diagnostic sont ajoutés aux bobines de champ toroïdal avant l'assemblage.

## 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 directement rattaché au Directeur général, témoignant de l'importance de ces sujets pour le projet.

## ORGANISATION DEPUIS LE 1<sup>ER</sup> JANVIER 2020





Le cœur de l'installation ITER, c'est ce double bâtiment qui scintille au soleil. A l'intérieur, le plus grand tokamak du monde est en construction. © Christian Luenig.

Depuis 2020, l'organisation du département sûreté et qualité s'articule de la façon suivante :

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

Elle comprend une section « santé et sécurité au travail » en charge, comme son nom l'indique, de la santé et de la sécurité des travailleurs en conformité avec la réglementation française, et 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.

- Une division « **protection de l'environnement et 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 et ingénierie** » a pour mission la réalisation des analyses de sûreté, la définition des exigences et le suivi de la conception, tandis que le groupe « **sûreté nucléaire en support au site** » est pour sa part dédié à la surveillance et au support des activités d'installation sur le chantier notamment vis-à-vis de l'environnement et de la radioprotection lors des contrôles radiographiques.

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.

Cette division participe 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 ».

- Un groupe « **contrôle de sûreté nucléaire** », en charge des inspections de sûreté nucléaire, répondant aux exigences de l'article 2.5.4 de l'arrêté du 7 février 2012.

- Un groupe « **béryllium et radioprotection** », en charge de la définition, de la rédaction, de la mise en œuvre et de la vérification de tous les documents relatifs aux exigences de radioprotection des travailleurs, du public et de l'électronique critique pour l'exploitation de l'installation et pour la sécurité. Ce groupe est également chargé de la sûreté d'usage du béryllium au sein de la future installation.

Des réflexions sont par ailleurs engagées au sein du département « sûreté et qualité » afin de renforcer la cohérence des actions menées et de faciliter la prise de décision. Ces réflexions devraient aboutir à des ajustements de l'organisation au cours de l'année 2022.

## 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 » qui commencera en 2025. Le programme de recherche d'ITER se consacrera alors à l'étude de plasmas hydrogène-hélium, éléments qui ne sont pas radioactifs.

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

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

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

## DÉMARCHE DE SÛRETÉ

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

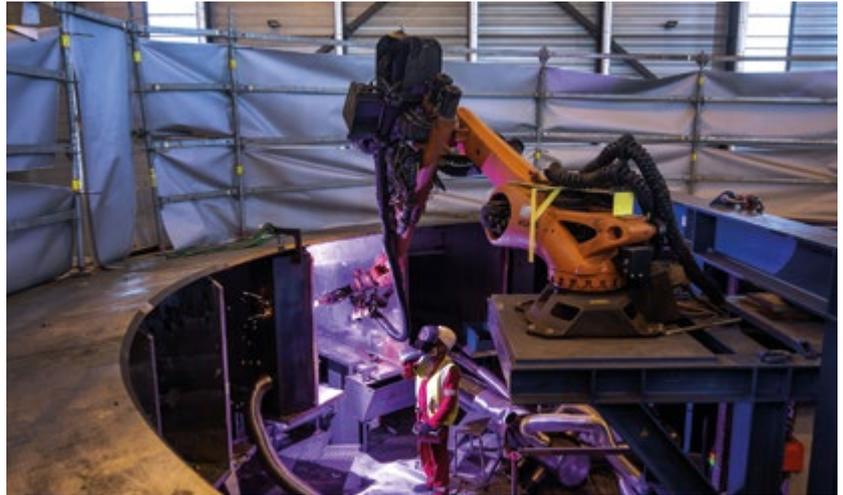
- le confinement des matières dangereuses (chimiques et/ou radioactives) au sein de l'installation,
- la protection des travailleurs et du public contre l'exposition aux rayonnements ionisants.

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

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



A l'aide d'un jet plasma à 30 000 °C, ce robot taille dans l'acier du couvercle du cryostat comme si c'était du beurre. Cet usinage de précision prépare le terrain pour l'assemblage du dernier élément : le disque central.

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

## CONFINEMENT DES MATIÈRES RADIOACTIVES ET DANGEREUSES

Sur l'installation ITER, la nécessité d'assurer un confinement est liée à la présence 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 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  $\beta$  (béta) 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, etc.) complétées par des barrières dites « dynamiques » (systèmes de filtration, de détritiation, etc.).

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

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

## RISQUE BÉRYLLIUM

Le béryllium est une substance classée cancérigène dont l'inhalation sous forme de fines particules est susceptible d'induire 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 (voir l'approche par étapes en annexe), les opérations de maintenance sur les composants contenant du béryllium seront effectuées au sein du bâtiment des cellules chaudes, conçu pour maîtriser ce risque.

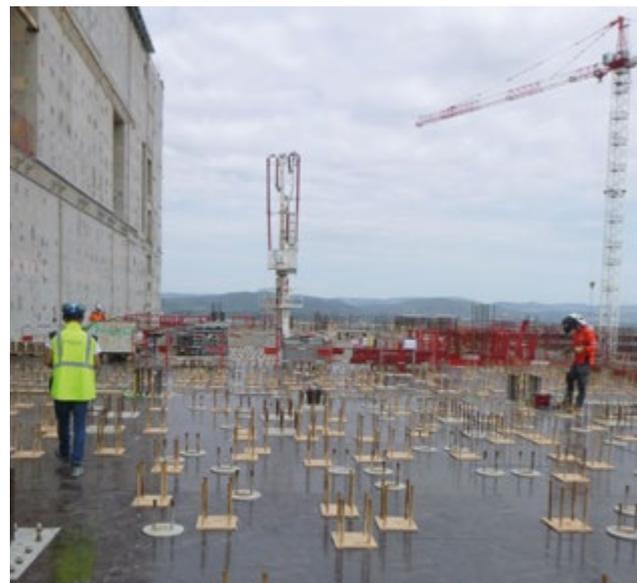
## PROTECTION DES TRAVAILLEURS CONTRE LES RAYONNEMENTS IONISANTS

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

L'exposition par voie externe correspond à la situation suivante : le corps humain est soumis aux rayonnements émis par une source radioactive qui lui est externe. Ce rayonnement est susceptible d'affecter le personnel de l'installation. Ce risque est associé aux neutrons, au rayonnement  $\gamma$  (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.



Le chantier du bâtiment tritium a repris en 2021 et sera terminé en 2023. Le bâtiment abritera surtout des équipements nécessaires à l'opération en pleine puissance ; toutefois un certain nombre de systèmes (cycle combustible, refroidissement ...) doivent y être positionnés avant le premier plasma.



La phase d'imprégnation confère au bobinage isolation électrique et tenue mécanique.

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

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

Le risque d'exposition interne sur ITER, essentiellement lié à l'incorporation de tritium dans l'organisme humain, soit par inhalation, soit par voie transcutanée lors de la phase nucléaire d'ITER, est quant à lui maîtrisé par la mise en place de moyens de 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 d'installation sont présentés dans le chapitre Organisation de la radioprotection durant la phase de construction ci-après.

## MAÎTRISE DES SITUATIONS D'URGENCE

Une situation d'urgence est définie comme une situation de nature à affecter gravement la sécurité, la santé et la salubrité 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).

### Situations d'urgence sur le chantier d'ITER

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

La détection des situations incidentelles ou accidentelles est assurée soit au moyen de capteurs présents sur le site ou aux

alentours, soit par une alerte directe du poste de garde par du personnel témoin de l'incident.

Des téléphones de sécurité sont installés sur 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 2021.

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'événements récents, comme l'incendie s'étant déclaré en 2017 entre La Bastidonne et Mirabeau.

## PRISE EN COMPTE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE (REX)

Pour le projet ITER, le retour d'expérience (REX) est pris en compte de manière continue dans tous les processus et à tous les stades de la vie du projet (conception, fabrication, etc.), 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 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 ou d'autres sujets transverses.

## SURVEILLANCE, INSPECTIONS ET AUDITS

### SURVEILLANCE DES INTERVENANTS EXTÉRIEURS

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

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

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

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

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

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

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

### INSPECTIONS DE L'AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

L'Organisation ITER elle-même fait l'objet d'inspections régulières de la part de l'ASN. En 2021, 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 l'organisation concernant la gestion du risque de fraudes.

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

**TABLEAU 3 : INSPECTIONS DE L'ASN EN 2021**

DATE DE L'INSPECTION	THÈME DE L'INSPECTION ET ÉLÉMENTS INSPECTÉS
MARS 2021	<p><b>INSPECTION INOPINÉE RÉALISÉE SUR LE SITE D'ITER</b></p> <p><b>Conception et construction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification par sondage du système de limitation de la pression dans la chambre à vide (VVPSS) aux unités de décharges rapides des bobines supraconductrices dont la revue de conception finale a été réalisée ainsi qu'aux essais et tests sur divers équipements.</li> <li>• Concernant le VVPSS, vérification des tests qui seront réalisés et à leur représentativité ainsi qu'à la qualification des matériaux.</li> <li>• Visite du bâtiment tokamak, en particulier du hall d'assemblage dans lequel la phase de préparation du premier secteur de la chambre à vide a débuté, ainsi que dans la zone centrale du bâtiment tokamak où les supports des bobines sont en cours de mise en place.</li> </ul>
JUILLET 2021	<p><b>INSPECTION RÉALISÉE SUR LE SITE D'ITER</b></p> <p><b>Conception et construction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification par sondage du traitement des écarts et des modifications ainsi que les suites des chutes d'éléments de secteurs de la chambre à vide lors de leur manutention sur des sites de fabrication en Corée du Sud et en Italie. La découverte de falsification de certificats de qualifications de soudeurs, à la suite d'une information d'alerte de l'ASN, a également fait l'objet de vérifications.</li> <li>• Visite du chantier, notamment du hall d'assemblage et de la préparation du premier secteur (n° 6) mis en place sur le portique d'assemblage ainsi que de la zone centrale du bâtiment tokamak. Le niveau B1 de cette zone n'était pas accessible le jour de l'inspection.</li> </ul>
OCTOBRE 2021	<p><b>INSPECTION RÉALISÉE SUR LE SITE D'ITER</b></p> <p><b>Inspection générale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification du traitement de non-conformités concernant les secteurs de la chambre à vide, en lien avec l'instruction en cours de la demande de levée du point d'arrêt sur l'assemblage du tokamak. Vérification de certaines dispositions mises en œuvre pour limiter le risque de pratiques frauduleuses.</li> <li>• Vérification par sondage des fiches de non-conformités, notamment concernant des écarts dimensionnels des deux premiers secteurs qui seront assemblés.</li> <li>• Vérification des exigences définies pour le contrôle des soudures et les solutions retenues par les différents intervenants.</li> <li>• Visite du chantier, notamment du hall d'assemblage, dans lequel des activités d'équipement du premier secteur étaient en cours, ainsi que du puits central du bâtiment tokamak où sera assemblée la chambre à vide.</li> </ul>
DÉCEMBRE 2021	<p><b>INSPECTION RÉALISÉE SUR LE SITE D'ITER</b></p> <p><b>Agressions externes et internes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification par sondage des dispositions prises ou prévues afin de prendre en compte les risques liés aux agressions externes et internes.</li> <li>• Visite du chantier, notamment du hall d'assemblage. Une visite du bâtiment tokamak a été réalisée afin de contrôler le rebouchage partiel de certaines trémies. Vérification de l'état des protections contre la foudre du bâtiment tokamak. Une visite du bâtiment pour la préparation de l'assemblage du tokamak, destiné à l'entreposage provisoire du béryllium sur le site, a été réalisée.</li> <li>• Contrôle de la prise en compte des exigences de confinement, de tenue au feu et au séisme pour identifier les différents matériaux utilisés pour reboucher les trémies.</li> <li>• Contrôle de la prise en compte des aléas climatiques extrêmes, du risque de chute d'avion et les dispositions prévues contre le risque lié à l'incendie.</li> <li>• Contrôle de l'analyse du risque foudre et l'étude technique foudre du bâtiment tokamak.</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.

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

Le Groupe de Contrôle de la Sûreté, indépendant des services opérationnels de conception, de fabrication et de construction, a réalisé, dans le cadre du projet ITER et pour le compte du Directeur Général d'ITER, des inspections

internes et externes (tableau 4), planifiées chaque année. Ces inspections répondent aux exigences de l'article 2.5.4 de l'arrêté du 7 février 2012 qui traitent 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 les exigences de sûreté avaient été correctement propagées et appliquées. Certains domaines peuvent cependant être améliorés comme par exemple la gestion des écarts et le formalisme des procédures internes.

**TABLEAU 4 : INSPECTIONS INTERNES RÉALISÉES EN 2021 PAR L'ORGANISATION ITER SUR LA FABRICATION DES ÉLÉMENTS IMPORTANTS POUR LA PROTECTION**

DATE DE L'INSPECTION	ENTITÉ INSPECTÉE	THÈME DE L'INSPECTION ET ÉLÉMENTS INSPECTÉS
FÉVRIER 2021	<b>CNIM – France</b> L'entreprise CNIM est en charge de travaux de tuyauterie du système de refroidissement.	<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>
FÉVRIER 2021	<b>Organisation ITER Site ITER</b> Équipes en charge des calculs concernant la radioprotection	<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>• Gestion des enjeux de radioprotection,</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>• Qualification du personnel.</li> </ul>
JUIN 2021	<b>Organisation ITER Site ITER</b> Équipes en charge de la protection radiologique.	<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>• Gestion des enjeux de radioprotection,</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>• Qualification du personnel.</li> </ul>
JUILLET 2021	<b>Agence domestique et ASIPP - Chine</b> L'agence domestique chinoise et ASIPP sont en charge, entre autres, de la fourniture des systèmes de surveillance de flux des neutrons et des raccords supraconducteurs des aimants.	<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> </ul>
JUILLET 2021	<b>Mangiarotti – Italie</b> L'entreprise Mangiarotti fait 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> </ul>
SEPTEMBRE 2021	<b>Organisation ITER Site ITER</b> Équipes en charge des problématiques liées au béryllium.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification de la conformité avec les exigences réglementaires,</li> <li>• Mise en œuvre de la stratégie vis-à-vis des risques liés au béryllium,</li> <li>• Gestion des risques liés au béryllium,</li> <li>• Rôles et responsabilités.</li> </ul>
SEPTEMBRE 2021	<b>Organisation ITER Site ITER</b> Équipes en charge des situations d'urgence et de crise.	<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> <li>• Mise en œuvre de la stratégie vis-à-vis des situations d'urgence et de crise.</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 2021**

DATE DES AUDITS	INTERVENANT EXTÉRIEUR	SUJETS
<b>AUDIT DES AGENCES DOMESTIQUES</b>		
AVRIL 2021	<b>Agence domestique coréenne</b> Audit conduit à distance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validation des résultats précédents,</li> <li>• Gestion des documents applicables,</li> <li>• État du système qualité, maîtrise des procédures et propagation,</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/surveillance qualité,</li> <li>• Activités de transport.</li> </ul>
JUILLET 2021	<b>Agence domestique chinoise</b> Chine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi des constats d'audit précédentes. Le programme d'assurance qualité incluant l'exécution des procédures qualité, la gestion des documents.</li> <li>• Gestion du personnel, rapports et réunions avec l'Organisation ITER et les fournisseurs/sous-traitants, gestion des audits qualité de l'agence domestique chinoise,</li> <li>• Application des exigences de l'Organisation ITER et propagation des documents applicables et procédures qualité à la chaîne d'approvisionnement, - demande d'avenant multipartite,</li> <li>• Supervision de la qualité, conduite du changement (demande de modification du projet, non-conformités et demande de dérogation), revues jalons (revue de préparation à la fabrication, revue de préparation à la livraison) et contrôle du transport de l'agence domestique chinoise et de ses fournisseurs.</li> <li>• Deux fournisseurs de l'agence domestique chinoise (ASIPP et SWIP) ont été audités.</li> </ul>
AOÛT 2021	<b>Agence domestique japonaise</b> Audit conduit à distance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion documentaire de l'agence domestique Japonaise</li> <li>• État du système qualité, maîtrise des procédures et propagation,</li> <li>• Gestion des non-conformités et des non conformités longue durée,</li> <li>• Gestion des actions correctives,</li> <li>• Gestion des fournisseurs,</li> <li>• Activités de supervision/surveillance de la qualité,</li> <li>• Application des procédures lors des activités de transport.</li> <li>• Les accords de fourniture suivants ont été évalués : Structure de l'aimant à champ toroidal / Systèmes de diagnostique</li> </ul>
SEPTEMBRE 2021	<b>Agence domestique européenne</b> Audit conduit à distance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagation des nouvelles exigences de l'Organisation ITER,</li> <li>• Processus de gestion des non-conformités (non-conformités longue durée, indicateurs, analyse des causes profondes),</li> <li>• Audits qualité des fournisseurs effectués par F4E,</li> <li>• Supervision qualité des fournisseurs et suivi des constatations,</li> <li>• Transport de composants (demande de dérogation),</li> <li>• Les accords de fourniture suivants ont été évalués : Système de cryopompage torus/cryostat</li> </ul>
OCTOBRE 2021	<b>Agence domestique américaine</b> Audit conduit à distance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagation des nouvelles exigences de l'Organisation ITER,</li> <li>• Processus de gestion des non-conformités (non-conformités longue durée, indicateurs, analyse des causes profondes),</li> <li>• Audits qualité fournisseurs. Supervision qualité des fournisseurs et suivi des constats. Transport de composants,</li> <li>• Les accords de fourniture suivants ont été évalués : Electro-aimant central, Système d'eau de refroidissement du tokamak.</li> </ul>
OCTOBRE 2021	<b>Agence nationale de la Fédération de Russie</b> Audit conduit à distance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion documentaire,</li> <li>• Propagation des nouvelles exigences de l'Organisation ITER/Correspondance entre les procédures de l'Organisation ITER et les procédures applicables de l'Agence nationale de la Fédération de Russie,</li> <li>• Processus de gestion des non-conformités (non-conformités longue durée, indicateurs, analyse des causes profondes),</li> <li>• Activités de supervision/surveillance de la qualité effectuées auprès des fournisseurs,</li> <li>• Suivi des résultats des audits système qualité,</li> <li>• Transport de composants,</li> <li>• Les accords de fourniture suivants ont été évalués : Ports supérieurs.</li> </ul>
NOVEMBRE 2021	<b>Agence nationale 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>

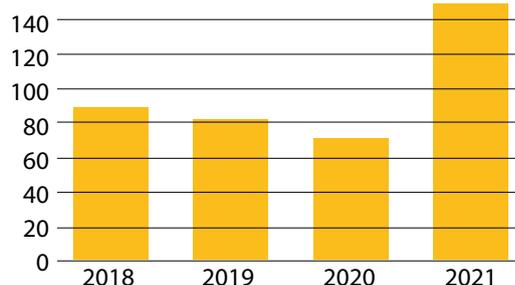
DATE DES AUDITS	INTERVENANT EXTÉRIEUR	SUJETS
<b>AUDIT DES FOURNISSEURS DE L'ORGANISATION ITER</b>		
FÉVRIER 2021	<b>CNPEC – MORIMATSU</b> Consortium – Chine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluation du système de management de la qualité,</li> <li>• Mise en œuvre des exigences de l'Organisation 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 2021	<b>INOX INDIA</b> - Site ITER	
MARS 2021	<b>PONTICELLI</b> - France	
AVRIL 2021	<b>ONET Technologies</b> - France	
AVRIL 2021	<b>APAVE France</b> - Périmètre SST	
SEPTEMBER 2021	<b>Consortium CNPE</b> (CNPE Chine, FRAMATOME France, SWIP Chine) Contrat TAC 1	
NOVEMBRE 2021	<b>Gestion de la construction en tant qu'agent CMA</b> Momentum	
DÉCEMBRE 2021	<b>CNIM France</b>	
DÉCEMBRE 2021	<b>DAHER France</b>	

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

DATE DES AUDITS	PROCESSUS OU ENTITÉ	SUJETS	
<b>AUDITS DE PROCESSUS INTERNES</b>			
MARS 2021	<b>Processus de sécurité</b> (report de 2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérification de la mise en œuvre des recommandations des audits précédents,</li> <li>• Vérification de l'intégration du processus de protection physique dans le Manuel du système intégré de gestion de la sûreté, de l'environnement et de la sécurité de l'Organisation ITER,</li> <li>• Rôles et responsabilités des différents intervenants,</li> <li>• Organisation des dossiers et de la documentation,</li> <li>• Indicateurs de suivi du processus mis en place,</li> <li>• Mise en œuvre des procédures,</li> <li>• Prise en compte du retour d'expérience des utilisateurs,</li> <li>• Identification des risques et des opportunités.</li> </ul>	
MARS 2021	<b>Évaluation de la mise en œuvre du module H/H1 pour les ESP/ESPN</b> (Équipements sous pression, Équipement sous-pression nucléaire)		
JUIN 2021	<b>Processus affaires légales</b>		
JUIN 2021	<b>Processus ressources humaines</b>		
OCTOBRE 2021	<b>Processus d'assurance qualité</b>		
OCTOBRE 2021	<b>Processus de contrôle de la conception</b>		
NOVEMBRE 2021	<b>Processus d'approvisionnement</b> Achats au comptant		
<b>AUDITS D'ENTITÉS DU PROJET</b>			
AVRIL 2021	<b>Assemblage des modules de secteur du tokamak</b>		<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, gestion des dossiers, plan qualité et plan d'inspection et d'essai),</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. Application des demande 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>• Gestion des jalons de construction,</li> <li>• Gestion/contrôle des commentaires et des actions,</li> <li>• Suivi du calendrier,</li> <li>• Gestion des risques et des opportunités.</li> </ul>
AOÛT 2021	<b>Équipe de projet pour la construction des bâtiments</b>		
SEPTEMBRE 2021	<b>Installation de l'alimentation électrique et des services du complexe tokamak</b>		
DÉCEMBRE 2021	<b>Équipe projet pour la fabrication du système de refroidissement du tokamak</b>		

Au cours de l'année 2021, le nombre de constats d'audit pour les audits internes a nettement augmenté par rapport aux années précédentes. Cet accroissement peut s'expliquer par l'élargissement du champ d'application des audits internes, et à l'augmentation de leur nombre, conformément à la stratégie mise en place pour la phase de construction. L'augmentation des activités de construction et d'installation se reflète également dans la tendance des constats.

### NOMBRE DE CONSTATS DES AUDITS INTERNES



Parfaitement alignés sur le sol de l'Atelier cryostat, les différents segments du couvercle du cryostat (665 tonnes) attendent d'être assemblés. Au fond, la plateforme cache déjà le premier élément-le disque central.

Depuis 2021, les auditeurs de qualité des agences domestiques participent aux audits de qualité internes de l'Organisation ITER, dans le cadre d'un programme d'audit conjoint permettant d'assurer une meilleure indépendance.

Par ailleurs, un programme spécifique de formation à destination des auditeurs a été mis en œuvre au cours de cette année, visant en particulier les techniques d'audit à distance.

Globalement, les auditeurs ont conclu que les exigences de qualité étaient correctement appliquées en 2021. Les constats typiques ont été identifiés dans les domaines suivants :

- **gestion des non-conformités** (ex. suivi des actions correctives, durée de l'examen et de l'approbation des fiches),
- **application des plans d'inspection lors la fabrication** (ex. validation des plans par l'Organisation ITER, signature des points de notification),
- **activités de supervision de la qualité** (ex. audits qualité et actions supervision durant la période de pandémie),
- **gestion des équipements de mesure et de test** (ex. calibration, étiquetage, preuves de contrôle),
- **activités de levage** (ex. accord entre les instructions de levage et les exigences de l'Organisation ITER, présence des exigences de levage dans les cahiers des charges),
- **gestion des documents** (conformité des enregistrements, examen des enregistrements par les différentes parties prenantes, fourniture de la documentation « tel que construit »).

Toutes les actions/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.

## 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 4 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,

### ENTREPOSAGE DES APPAREILS DE GAMMAGRAPHIE

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.

- **la coordination et la gestion de la co-activité** entre toutes les activités effectuées à proximité des tirs radiographiques,
- **l'anticipation, l'exécution et la surveillance des tirs radiographiques.**

### L'INFORMATION ET LA FORMATION

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

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

Des panneaux LED, à chaque entrée du site, indiquent le jour même que des tirs radiographiques vont être effectués et rappellent 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.

### LA COORDINATION ET LA GESTION DE LA CO-ACTIVITÉ

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

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

### L'ANTICIPATION, L'EXÉCUTION ET LA SURVEILLANCE DES TIRS RADIOGRAPHIQUES

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

Les caractéristiques des tirs radiographiques sont discutées entre 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.

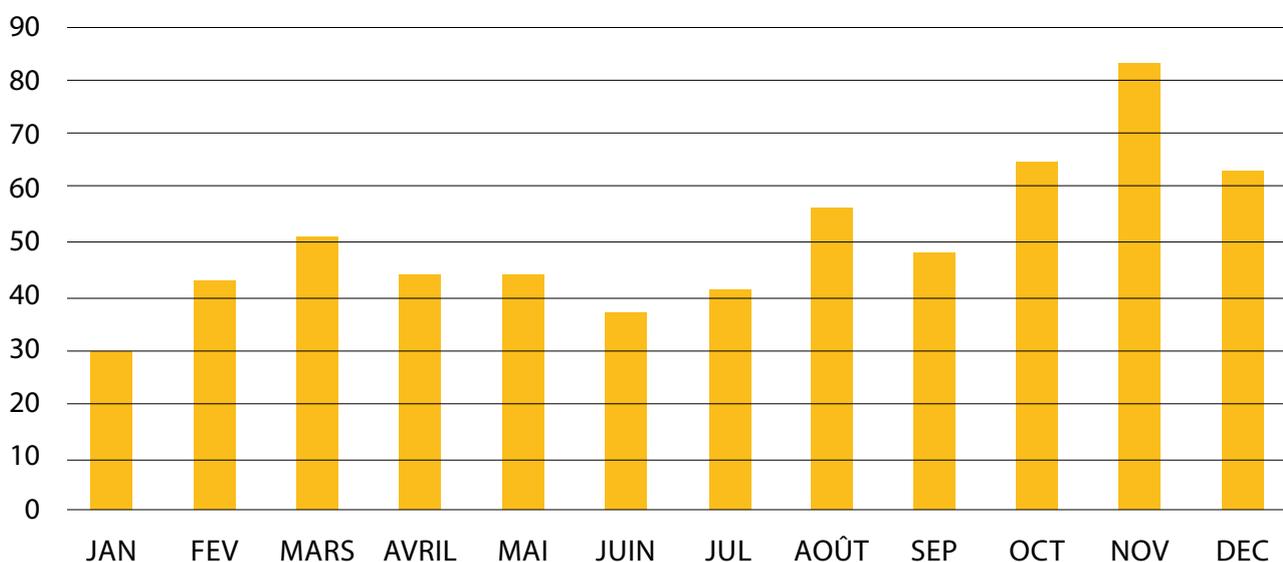
Au cours de l'année 2021, le nombre d'opérations de radiographie industrielle ou gammamétrie a de nouveau augmenté.

Au total, 605 opérations ont été réalisées.



Vue nocturne du site de construction.

### NOMBRE DE TIRS RADIOGRAPHIQUES PAR MOIS EN 2021



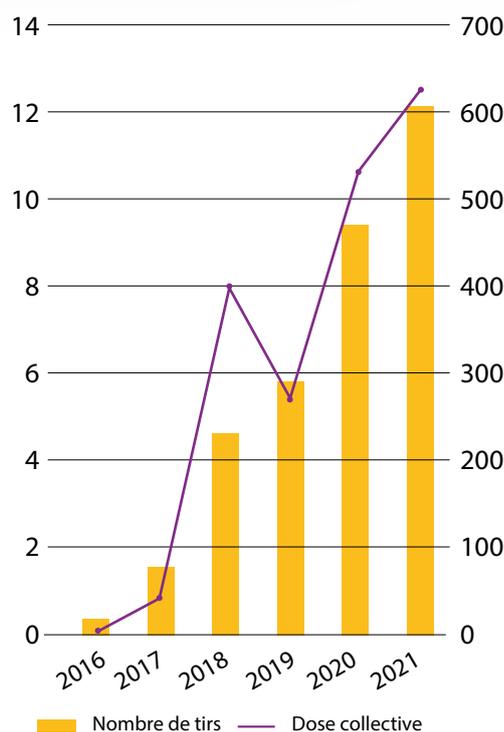
Le bilan dosimétrique du personnel impliqué dans la radiographie industrielle (travailleurs d'ITER et personnes des entreprises réalisant ou demandant les travaux de radiographie industrielle) pour l'année 2021 est donné dans le Tableau 7 ci-après.

**TABLEAU 7 : DOSES COLLECTIVES POUR LE PROJET ITER EN 2021**

DOSE COLLECTIVE TRAVAILLEURS ITER	0,021 H.mSv
DOSE COLLECTIVE INTERVENANTS EXTERIEURS EN SUPPORT D'ITER	0,178 H.mSv
DOSE COLLECTIVE INTERVENANTS EXTÉRIEURS	12,687 H.mSv
DOSE COLLECTIVE TOTALE	12,886 H.mSv

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

Tel qu'indiqué l'année dernière, l'augmentation continue de la dose collective par rapport à 2020 est due à l'augmentation des opérations de radiographie réalisées au cours de l'année. Cependant, il faut noter que la dose moyenne par opération reste stable.





*Les éléments du premier sous assemblage sont en place : le secteur n°6 de la chambre à vide, déjà « habillé » par des panneaux d'écran thermique, et deux bobines verticales.*



— 2021

# INCIDENTS ET ACCIDENTS EN MATIÈRE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

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



*Fabriquée sur le site d'ITER par l'agence européenne, Fusion for Energy, la bobine poloidale n°5 vient d'entrer dans le Hall d'assemblage. Elle sera installée dans la fosse du tokamak en septembre 2021.*

**2021**

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





À l'est de la plateforme, les deux bâtiments de conversion côtoient l'usine cryogénique d'ITER (à droite), qui sera l'une des plus puissantes installations de ce type au monde.

## LES REJETS ATMOSPHÉRIQUES ET LIQUIDES

### REJETS ATMOSPHÉRIQUES

Il n'y a pas eu de mesures des émissions atmosphériques en 2021.

De plus en 2021, les remises à niveau des fluides frigorigènes des pompes à chaleur du site, des installations du bâtiment de fabrication des bobines de champ poloidal et des réfrigérateurs des cantines, ont nécessité l'apport de 231 kg de R410A. Ces gaz, considérés comme des HFC (hydrofluorocarbures), ont fait l'objet d'une déclaration annuelle des rejets polluants au travers du système de « Gestion électronique du registre des émissions polluantes » (GEREP).

### EFFLUENTS PLUVIAUX

Suivant les prescriptions de l'arrêté préfectoral 2009-80A du 1<sup>er</sup> décembre 2009, une campagne de mesures a été réalisée le 8 novembre 2021. Les prélèvements ont été réalisés en deux points différents pour vérifier le fonctionnement en dynamique du bassin d'orage et la conformité des rejets en matière en suspension (MES) et en hydrocarbures.

Les prélèvements ont montré des valeurs de concentration en hydrocarbures inférieures aux seuils réglementaires (5 mg/l). Une concentration de matière en suspension (MES) supérieure à la valeur préconisée dans l'arrêté préfectoral est observée sur les deux points de mesure. Ces valeurs de MES sont liées 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 68 mg/l contre 160 mg/l l'année dernière. La mise en place de l'ouvrage de décantation permet donc de limiter les rejets de MES.

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

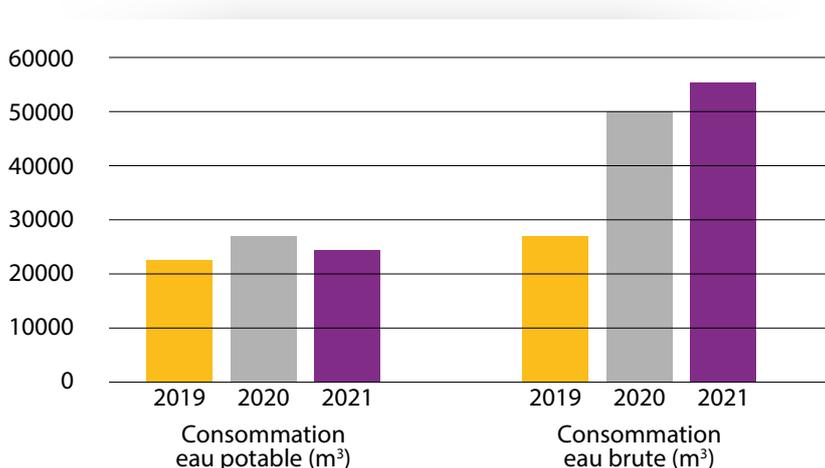
Les mesures effectuées présentent toutes des niveaux d'hydrocarbures inférieurs aux seuils réglementaires (5 mg/l).

En ce qui concerne les matières en suspension (MES) sur ces campagnes complémentaires, les mesures effectuées

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.

En 2021, la consommation annuelle d'eau potable sur le chantier ITER (en provenance du Centre CEA de Cadarache) était d'environ 24 200 m<sup>3</sup> pour l'ensemble du site ITER. La consommation d'eau brute provenant du Canal de Provence a été d'environ 54 900 m<sup>3</sup> et celle du fioul s'est élevée à environ 390,8 m<sup>3</sup>.



La forte consommation d'eau brute est, comme en 2020, liée aux tests d'étanchéité des bassins des futures tours aéro-réfrigérantes de l'installation ITER (bâtiment 67) au cours des mois de juin et d'août 2021. Cette eau a été caractérisée et transférée dans le réseau d'eau pluvial après accord de l'ASN et du CEA Cadarache. La consommation d'eau potable a, quant à elle, diminuée en 2021 avec le recours généralisé au télétravail pendant la pandémie de Covid-19. Enfin, la consommation de fioul a augmenté d'environ 18%.

présentaient des valeurs supérieures à 30 mg/l. Néanmoins les améliorations réalisées fin 2019 (volume de décantation, fosse de récupération des boues, écrémeur avec un débit de fuite de 20 l/s) permettent de faire baisser significativement les valeurs de MES qui deviennent conformes après 48h de décantation.

### RÉSEAU SANITAIRE

Concernant le suivi des eaux sanitaires d'ITER, les résultats d'auto-surveillance de la station d'épuration sont transmis tous les mois à la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL). Ces résultats concernent le volume rejeté, le pH, la température, la matière en suspension totale (MEST), la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO5), la détermination de l'azote et du phosphore. Au cours de l'année 2021, plusieurs rejets ont eu une concentration en matières azotées sous forme réduite (NTK) supérieure au seuil de l'arrêté préfectoral, ils ont été toutefois moins fréquents. Comme les années précédentes, ces dépassements sont dus à des températures d'effluents très basses, observées principalement en janvier 2021, ralentissant les métabolismes de traitement de l'azote (lorsque la température de la biomasse est inférieure à 12°C, les rendements épuratoires sont dégradés).

En 2021, des dépassements sur le paramètre phosphore ont été observés.

- 1 dépassement sur les 18 rejets effectués en mars,
- 2 dépassements sur les 15 rejets effectués en juin,
- 3 dépassements sur les 11 rejets effectués en juillet,
- 2 dépassements sur les 13 rejets effectués en août,
- 1 dépassement sur les 16 rejets effectués en septembre.

Les dépassements sur le paramètre phosphore sont la conjoncture de deux paramètres :

- **Un développement algueux résultant des fortes chaleurs,**
- **Des charges à traiter supérieures au Domaine de Traitement Garanti (DTG) de la station d'épuration.**

Afin de contrôler le taux de phosphore au niveau du rejet, nous assurons les actions suivantes :

- **Recirculation de l'eau des réservoirs lorsque les conditions le permettent,**
- **Réajustement de l'injection en chlorure ferrique en fonction de la charge entrante.**

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

### SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES

Le suivi des eaux souterraines est réalisé annuellement. Les prélèvements ont été effectués le 29 Novembre 2021 sur 10 piézomètres. Les analyses suivantes ont été effectuées : demande chimique en oxygène (DCO), demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO5), chlorures, matières azotées sous forme réduite (NTK), nitrites (NO<sub>2</sub>) et nitrates (NO<sub>3</sub>), 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 1<sup>er</sup> 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.

## MESURES DE SURVEILLANCE ET IMPACT CHIMIQUE DES REJETS

### 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.

Trois nettoyages du bassin d'orage ont été effectués en février, mars, juin 2021. Ainsi 21,14 tonnes de boues ont été évacuées.

Le réseau pluvial enterré a fait l'objet d'un suivi régulier, 4565 mètres de réseau en 2021 ont été inspectés par endoscopie. En amont de l'inspection télévisée de réseau, les tronçons concernés ont été entièrement nettoyés lorsque nécessaire par un camion hydro-cureur. Ces inspections et curages ont été réalisés en octobre 2021 et ont montré un bon état général des réseaux. Le plan d'inspection 2021 a été réparti sur une nouvelle base pour couvrir la totalité du réseau sur 4 ans (4 tranches annuelles de 25%).

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

### 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 2021, il n'y a pas eu de rejet lié aux tours du circuit de refroidissement. Les rejets des effluents sanitaires et industriels sont bien inférieurs à ceux considérés dans l'étude d'impact d'ITER, et ne remettent pas en cause ses conclusions.

### IMPACT DES REJETS RADIOACTIFS FUTURS

Les prévisions de rejets radioactifs et de leurs conséquences lorsque l'installation sera dans sa phase nucléaire ont été présentées dans le dossier d'instruction de la demande d'autorisation de création et lors de l'enquête publique associée. Un résumé des conclusions est présenté ci-après : Les rejets liquides et gazeux d'ITER, après 50 années de fonctionnement avec maintenance lourde, conduiront à une dose efficace totale de l'ordre de 2,2 µSv/an pour un adulte à Saint-Paul-lez-Durance – une valeur qui appartient au domaine des très faibles doses. Cette dose est nettement inférieure à la limite réglementaire fixée à 1 mSv/an pour la population. Le tritium sous forme de molécule d'eau tritiée (HTO), apporte la principale contribution à cette dose (96 %). Les autres contributions sont 14C (environ 3 %), 41Ar (moins de 1 %), et bien moins de 0,1 % pour l'ensemble des autres émetteurs bêta-gamma.



*Le 16 septembre 2021, la bobine de champ poloïdal PF5 descend lentement vers sa destination finale.  
Avant d'être déposée délicatement sur des supports temporaires, elle fait une longue pause pour des opérations de mesure.*



# 2021 LES DÉCHETS D'ITER

## PHASE DE CONSTRUCTION

La gestion actuelle des déchets sur ITER répond aux besoins de la phase construction et d'installation des équipements de l'installation nucléaire de base. Ces déchets sont de nature conventionnelle (papiers, cartons, déchets métalliques, emballages, gravatsetc.), 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.

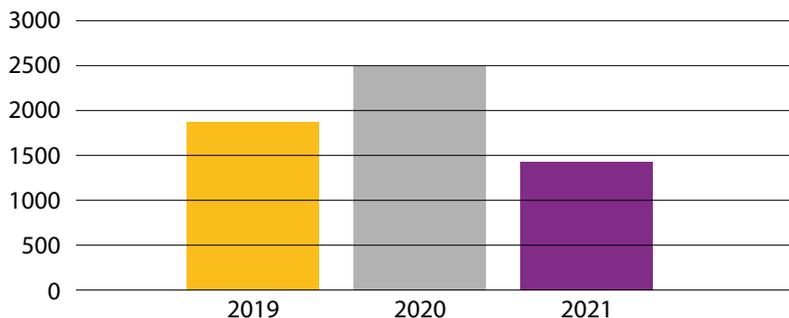
En 2021, environ 349 tonnes de déchets dangereux et environ 1445 tonnes de déchets non-dangereux ont été produits et gérés sur l'ensemble du site, et environ 72% des déchets issus des activités d'ITER sont recyclables (bois, métal, papiers, cartonsetc.).

La production de déchets non-dangereux est en diminution de l'ordre de 57% en 2021. Une augmentation de près de 55% des déchets dangereux est observée en 2021. Celle-ci s'explique majoritairement par l'augmentation de l'activité de production de bobines poloidales et par l'évacuation ponctuelle de déchets électriques et électroniques.

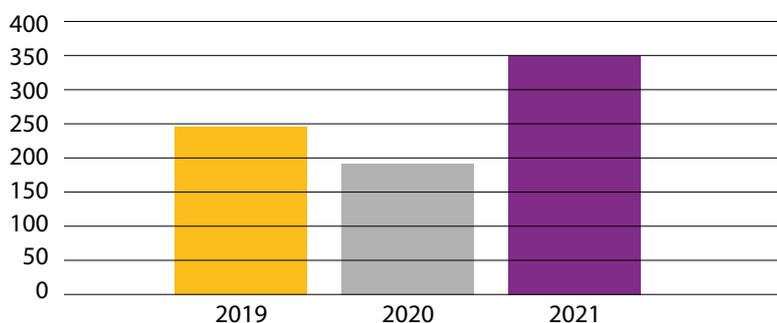
Les déchets dangereux font l'objet d'une déclaration annuelle des rejets polluants au travers du système de « Gestion électronique du registre des émissions polluantes ».

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.

## CONSOMMATION ANNUELLE DÉCHETS NON-DANGEREUX (TONNES)



## CONSOMMATION ANNUELLE DÉCHETS DANGEREUX (TONNES)



## LES DÉCHETS RADIOACTIFS

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

## 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 celle-ci sera également responsable du démantèlement final de l'installation. Pour chaque catégorie de déchet, des traitements spécifiques ont été programmés avant leur prise en charge pour stockage par le pays hôte.

<sup>6</sup> voir chapitre « 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)

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 ». 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 et sa première réunion s'est tenue en 2013.

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

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



A gauche, un pilier de soutien pour la bobine annuaire PF5. A droite, une ligne d'alimentation pour les bobines de correction, qui fera cheminer du fluide cryogénique et de l'électricité jusqu'aux aimants.

**• 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 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 2021 en vue de converger vers un scénario de démantèlement optimisé compte tenu de la configuration actuelle du tokamak et des solutions de gestion de déchets.

Un nouveau groupe de travail a été créé impliquant l'Organisation ITER, la France représentée par le CEA et l'ANDRA ainsi que les experts des différents partenaires du projet (Union Européenne, Etas 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. Ce groupe de travail permettra à court terme d'affiner les quantités de déchets tritiés produits en phase d'opération et de désactivation ainsi que leurs caractéristiques radiologiques.

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

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

- établissement des contraintes de dimensionnement liées à CIGEO à prendre en compte par l'Organisation ITER pour l'optimisation du conteneur métallique permettant un entreposage direct des déchets Moyenne Activité à Vie Longue (MAVL) d'ITER sans sur-conteneur, précédemment co-développé par l'Organisation ITER et l'ANDRA,
- participation de l'ANDRA en tant que membre du panel pour la revue de conception du système de traitement des déchets. L'ANDRA a émis des recommandations sur la qualification des matrices de conditionnement et la mesure par spectrométrie des conteneurs MAVL.

Le contrat entre l'Organisation ITER et l'ANDRA a été renouvelé jusqu'à 2025.

L'Organisation ITER transmet à l'ASN depuis 2013, les dispositions prises en vue de l'article 6 du décret précité dans un rapport contenant les informations liées aux évolutions de l'installation, validées dans le référentiel documentaire, pouvant avoir un impact sur les filières d'élimination des déchets ou de façon significative sur les risques et inconvénients liés au démantèlement.

## ARTICLE 16 DE L'ACCORD ITER

### DÉCLASSEMENT

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

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



*Vue aérienne du site de construction, côté ouest, où la construction du bâtiment tritium se poursuit.*



# 2021

## LES AUTRES NUISANCES

### BRUIT

Conformément à l'arrêté préfectoral n°2007-106-A du 23 décembre 2008 et le décret du 23 janvier 1997 sur la limitation de la pollution des installations classées pour la protection de l'environnement, des mesures de nuisances sonores sont réalisées tous les 5 ans sur le chantier ITER. Il n'y a pas eu de campagne de mesure de bruits sur le chantier ITER en 2021. Les dernières mesures effectuées datent de décembre 2018 et ont été rapportées dans le rapport 2018.

### 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 2021, la 1<sup>ère</sup> tour de refroidissement du bâtiment de fabrication des bobines de champ poloidal était en fonctionnement :

- > Du 1 janvier au 26 février,
- > Du 3 juin au 21 octobre.

Les tours n'étaient pas en fonctionnement sur les autres périodes de l'année. Huit échantillons (un sur l'arrivée d'eau et sept 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) (rapport en Annexe 7).

Les données correspondant aux analyses effectuées sur le circuit de refroidissement du bâtiment de fabrication des bobines de champ poloidal ont fait l'objet en 2021 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 octobre 2021.

Par ailleurs, des mesures effectuées sur 33 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 1<sup>er</sup> février 2010 requiert des concentrations <1000 UFC/l).

### ÉCLAIRAGE DU CHANTIER

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

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

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



*Yggdrasil Lyon c'est le festival des « rêveurs, » proclamaient les organisateurs. « Venez rêver le temps d'un weekend dans des mondes sortis tout droit de votre imagination, et qui vous feront aimer hier... et rêver demain ». ITER était là, à côté de l'Agence spatiale européenne, le CEA, le CNRS, et Airbus pour discuter avec les festivaliers autour du thème « Demain, mais en mieux ».*

— 2021

# 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.





En 2021, ITER a accueilli 11540 visiteurs à l'occasion de visites du chantier.

La conduite de ces actions en matière de transparence et d'information a cependant été fortement impactée par la pandémie de Covid-19 (annulation des événements, conférences internationales et visites de site).  
Le tableau ci-après résume les activités mises en place en 2021 par l'exploitant.

**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 [etc.] les informations détenues [etc.] 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. »

<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 2021, la réunion publique ITER s'est tenue le 15 décembre en visioconférence.
<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>	• <a href="http://www.itercad.org/">http://www.itercad.org/</a>
<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> Publication hebdomadaire sur l'actualité de l'ensemble du programme ITER (chantier, fabrications, etc.).</li> <li>• ITER Mag : <a href="http://www.iter.org/fr/news/mag">http://www.iter.org/fr/news/mag</a> Magazine publié une fois en 2020 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>	11540 visiteurs accueillis en 2021. Information sur les inscriptions sur : <a href="https://www.iter.org/fr/visiting">https://www.iter.org/fr/visiting</a>
<b>Présentations à des conférences nationales et internationale</b>	L'Organisation ITER y présente l'avancement de la construction de l'INB et de la fabrication des éléments et systèmes. En 2021, le nombre de participations est limité, compte tenu de la pandémie, mais il convient toutefois de noter la participation à la Fusion Energy Conference (à distance), en mai 2021, et à la COP 26 en décembre 2021
<b>Journées « portes ouvertes »</b>	Traditionnellement, ITER organise deux journées « portes ouvertes », au printemps et à l'automne mais en 2021 il n'a pas été possible d'organiser ces événements en raison du contexte sanitaire. Seule une journée portes ouvertes virtuelle a été organisée en Octobre 2021.
<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">http://www.iter.org/fr</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 2021, 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, etc.).



*L'assemblage s'opère du bas vers le haut. Les opérations ont débuté par la base du cryostat, l'élément le plus lourd, pesant 1 250 tonnes. Elles se poursuivront avec la partie inférieure du cryostat, les neuf modules de la chambre à vide constituant chacun une section de 40°, la partie supérieure du cryostat, et en dernier lieu, le couvercle de la machine.*



# 2021 CONCLUSION GÉNÉRALE

Le chantier de l'installation ITER a continué à progresser à un rythme soutenu au cours de l'année 2021, 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. Ce rythme est toutefois resté réduit par rapport au cinq années précédentes en raison de la pandémie. En décembre 2021, 75.8% des activités nécessaires à l'accomplissement du premier plasma, prévu en décembre 2025 ont été réalisées.

Les travaux d'installation ont pu se poursuivre sur l'ensemble du site, malgré la pandémie de Covid-19. Le « plan de continuité » mis en place dès 2020 a permis de maintenir les activités tout au long de l'année 2021, en maintenant une application stricte des mesures édictées par les autorités sanitaires.

Le premier "module", ou "sous-assemblage", qui associe un secteur de chambre à vide, deux bobines de champ toroïdal et les segments d'écran thermique était presque finalisé en fin d'année 2021. Un deuxième secteur de chambre à vide a été livré par l'agence domestique coréenne et est installé dans l'un des outils de sous-assemblage. Tous les éléments du cryostat ont par ailleurs été livrés. Des progrès significatifs ont également été accomplis dans la réalisation des systèmes industriels auxiliaires, avec notamment la finalisation des tours de refroidissement et de différentes installations électriques.

L'impact du chantier sur l'environnement continue d'être suivi avec attention. De nouveaux tests d'étanchéité sur les bassins des futures tours aéro-réfrigérantes ont contribué à la forte consommation d'eau brute. En conséquence notamment d'un développement algueux résultant des fortes chaleurs, plusieurs dépassements du paramètre phosphore des effluents sanitaires ont été relevés. Des actions correctives sont mises en œuvre afin d'éviter la récurrence de ces événements. La production de déchets dangereux a notablement augmenté en 2021, principalement en raison de l'accroissement de l'activité de production de bobines poloïdales. Celle des déchets non-dangereux a toutefois nettement diminué. 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 2022 toutes les mesures nécessaires pour les atteindre.

Les jalons atteints de 2005 à 2015 sont consultables dans le rapport de 2015.

#### **2008-2021**

Fabrication des principaux éléments et systèmes pour le premier plasma.

#### **2015-2021**

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

#### **2015-2025**

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

#### **2020-2025**

Première phase d'assemblage des composants de la chambre à vide.

#### **2020-2021**

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

#### **2024-2025**

Tests intégrés et mise en service intégrée.

#### **Décembre 2025**

Premier plasma

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

#### **2024-2028**

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

#### **2026 – 2028**

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

#### **2029 – 2030**

Deuxième phase plasma

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

#### **2030 – 2032**

Troisième phase d'assemblage. Troisième mise en service.

#### **2032 – 2034**

Troisième phase plasma

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

#### **2034-2035**

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

#### **2035 et au-delà**

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

Ce planning est actuellement en cours de réévaluation.

**2021**

# **ANNEXE : PLANIFICATION DU PROJET ITER : UNE APPROCHE PAR ÉTAPES**



*Le couvercle du cryostat (665 tonnes) est en cours d'assemblage dans l'atelier cryostat. MAN Energy Solutions (sous-traitant de Larsen & Toubro) est en charge du soudage des segments. © Christian Luenig.*



*Pour la première fois depuis ses débuts, la traditionnelle journée portes ouvertes s'est déroulée de manière « virtuelle » le 27 Octobre 2021. Au programme : vidéos, reportages en direct, réalité virtuelle ou encore un espace jeu pour les plus jeunes, de quoi largement satisfaire la curiosité des quelque 700 participants issus d'horizons variés tels que l'Argentine, l'Australie, le Brésil, l'Indonésie, le Mexique ou encore l'Afrique du Sud...*

# 2021 **GLOSSAIRE**





Situé dans le Hall d'assemblage, cet outil de basculement est utilisé pour basculer les composants massifs du tokamak de la position horizontale à la position verticale.

## 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.

## 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.

### CONFINEMENT

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

## CRYOSTAT

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

## D

### DAC

Demande d'autorisation de création.

### 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 déclassé 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.

### GROUPE PERMANENT (GP)

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

## H

### HÉLIUM

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

## I

### IGNITION

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



Le niveau L3 du bâtiment diagnostics est prêt pour les équipements.

### INB (INSTALLATION NUCLÉAIRE DE BASE)

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

#### INCIDENT

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

#### INTÉRÊTS

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

#### IRRADIATION

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

#### ISOTOPE

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

#### ITER

Le « chemin » en latin.

## M

#### MA

Méga-ampère.

#### MATIÈRE RADIOACTIVE

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

## N

#### NEUTRON

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

#### NOYAU

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

### NOYAU DUR

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

## P

#### PÉRIMÈTRE NUCLÉAIRE

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

#### PLANS D'INTERVENTION

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

- **LE PLAN D'URGENCE INTERNE (PUI)** établi sous la responsabilité de l'exploitant et destiné aux interventions à l'intérieur de l'installation,
- **LE PLAN PARTICULIER D'INTERVENTION (PPI)** établi sous la responsabilité du Préfet, il s'applique aux zones environnant l'installation.

#### PLASMA

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

#### POINT ZÉRO

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

#### PRÉVENTION

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

## PROCÉDÉ

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

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

Un procédé peut être décrit par une procédure.

## PROTECTION

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

# R

## RADIER

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

## RADIOACTIVITÉ

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

## RADIONUCLÉIDE OU RADIOÉLÉMENT

Élément chimique naturellement ou artificiellement radioactif.

## RADIOPROTECTION

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

## RAYONNEMENTS IONISANTS

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

## REJET (LIQUIDE OU GAZEUX)

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

## RPRS

Rapport préliminaire de sûreté.

## RTE

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

# S

## SÉCURITÉ NUCLÉAIRE

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

## SÉISME MAJORÉ DE SÉCURITÉ (SMS)

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

## SÉISME MAXIMAL HISTORIQUEMENT VRAISEMBLABLE (SMHV)

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

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

## SUBSTANCE DANGEREUSE

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

## SÛRETÉ NUCLÉAIRE

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

## SYSTÈME DE CONFINEMENT

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

# T

## TOKAMAK

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

## TRAITEMENT DES DÉCHETS

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

## TRITIUM

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

# U

## UNITÉS

### • eV : Électronvolt

unité de mesure d'énergie 1 eV = 1.6 10<sup>-19</sup> J

### • J : Joule

unité de mesure d'énergie du système international d'unités

### • MW : Mégawatt (10<sup>6</sup> Watt)

unité de puissance, de flux énergétique et de flux thermique

## UNITÉS DE LA RADIOACTIVITÉ

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

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

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

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

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



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

### MEMORANDUM

Date: 07 Juin 2022

Référence: ITER\_D\_7MEJYX

Sujet: Observations et recommandations du Comité d'Hygiène et de Sécurité d'ITER sur le rapport TSN de 2021

De: Membres du CHS

### Observations et recommandations du Comité d'Hygiène et de Sécurité d'ITER sur le rapport TSN de 2021

A: Président du CHS – Stéphane Calpena

Le Comité d'Hygiène et Sécurité (CHS) d'ITER a pris note du rapport réglementaire intitulé **“Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection du site ITER 2021”**

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

china

eu

india

japan

korea

ru

usa

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

Le CHS souhaite formuler les commentaires et requêtes ci-après :

- a. De substantiels progrès ont été réalisés par ITER Organization dans le cadre de sa politique Projet de gestion du Béryllium, susnommé IBMC.
- b. L'impact du Covid-19 sur les activités 2021 sera présenté à l'ITER Council au mois de Juin 2022. Dans l'attente de ces annonces, le CHS souhaite remercier le groupe dédié C19-WG pour ses interactions avec le CHS et les employés ITER. D'un point de vue sanitaire, les mesures prises par ITER en lien avec les médecins du CEA semblent avoir été efficaces pour limiter la circulation de l'épidémie. Le CHS valorise particulièrement la mise en place de rendez-vous sur des créneaux dédiés avec le support de traducteurs pour les employés ITER dans les centres de vaccination départementaux et la possibilité de vaccination au centre médical du CEA Cadarache.
- c. Le CHS salue la mise en place systématique du télétravail quand cela est compatible avec les tâches à réaliser. Néanmoins les impacts d'une diminution des contacts sociaux devront continuer à être analysés en relation avec les médecins du CEA.



- d. Comme les années précédentes, le CHS réitère sa demande d'être informé régulièrement, en temps utile, des activités décrites dans le présent rapport, comme ceci est actuellement réalisé pour l'activité de suivi des cas de COVID.
- e. Tel que demandé par la CLI lors de la réunion publique d'ITER, le CHS salue la mise en place de graphiques et tableaux fournissant les valeurs des années précédentes afin de mieux appréhender les tendances.
- f. Comme mentionné dans ce rapport, la production de déchets dangereux a notablement augmenté en 2021, principalement en raison de l'accroissement de production des bobines poloïdales. Au vu de l'intensification des activités d'assemblage, d'installation et de mise en route des différents systèmes, le CHS craint que cette tendance se poursuive. Le CHS saluerait des mesures d'optimisation visant à réduire toute surconsommation d'eau brute liée au nettoyage des conduites.

En conclusion, le Comité Hygiène et Sécurité d'ITER émet un avis favorable concernant le présent rapport TSN 2021.

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

© ITER Organization, Juin 2022

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

