

RAPPORT D'INFORMATION 2020

SUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET LA RADIOPROTECTION DU SITE ITER



china eu india japan korea russia usa

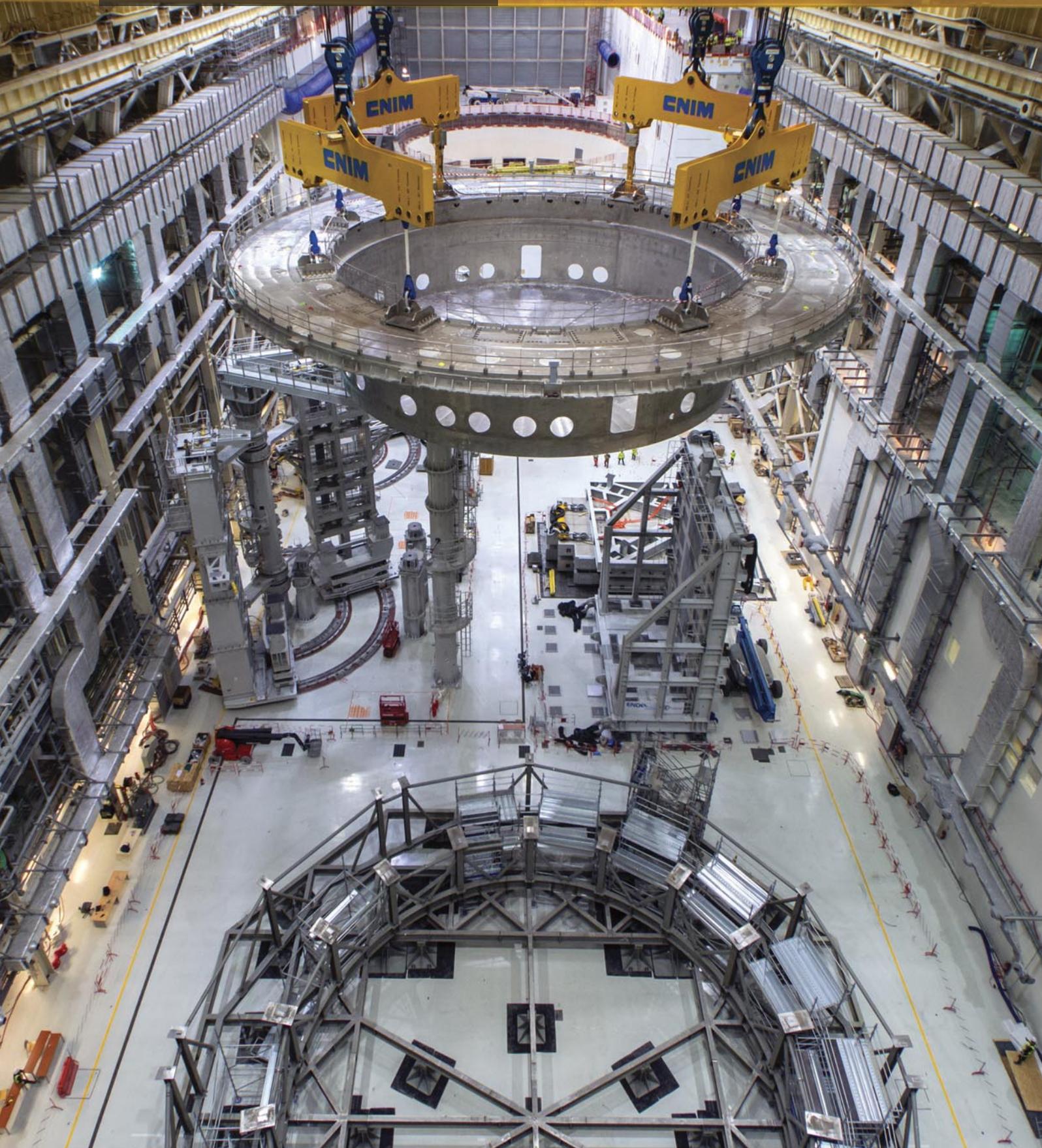
L'installation de la base du cryostat, au mois de mai 2020, marque le début de la phase d'assemblage de la machine. Tout au long des cinq années qui viennent, les pièces du tokamak seront successivement mises en place dans le puits d'assemblage tandis que les équipements et systèmes de support seront installés dans les bâtiments de la plateforme.



Table des matières

Préambule	3
Introduction	5
Présentation d'ITER	7
ITER : une installation de recherche sur la fusion	8
• Objectifs	8
• Réactions de fusion : principes	9
• Présentation de l'installation ITER	9
L'organisation d'ITER	10
• Pays membres	10
• Intervenants au sein de l'installation ITER	10
Évolution du projet et du site	10
• ITER et la pandémie de Covid-19	12
• Construction des bâtiments	12
• Les activités de montage des principaux systèmes fonctionnels	14
- Le contrat Construction Management as Agent (CMA)	14
- Les travaux de montage des systèmes fonctionnels	14
Transport / entreposage de matériels classés EIP	15
Dispositions prises en matière de sûreté nucléaire	17
Dispositions générales pour l'organisation de la sûreté	18
Dispositions relatives aux différents risques	19
• Démarche de sûreté	19
• Confinement des matières radioactives et dangereuses	20
• Protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants	21
• Maîtrise des situations d'urgence	21
• Prise en compte du retour d'expérience (REX)	22
Surveillance, inspections et audits	22
• Surveillance des intervenants extérieurs	22
• Inspections de l'autorité de sûreté nucléaire	23
• Inspections de sûreté nucléaire et audits réalisés par l'exploitant nucléaire	25
Organisation de la radioprotection durant la phase de construction	27
• 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
Incidents et accidents en matière de sûreté nucléaire	31
La nature et les résultats des mesures des rejets radioactifs et non radioactifs de l'installation dans l'environnement	33
Les rejets atmosphériques et liquides	34
• Rejets atmosphériques	34
• Effluents pluviaux	34
• Réseau sanitaire	34
• Suivi des eaux souterraines	34
Mesures de surveillance et impact chimique des rejets	35
• Réseau pluvial	35
• Impact chimique des rejets	35
Impact des rejets radioactifs futurs	35
Les déchets d'ITER	37
Phase de construction	37
Les déchets radioactifs	37
La gestion des déchets radioactifs	38
Les autres nuisances	41
Bruit	41
Analyse des légionnelles	41
Éclairage du chantier	41
Les actions en matière de transparence et d'information	43
Conclusion générale	47
Annexe : planification du projet ITER : une approche par étapes	49
Glossaire	51
Avis du Comité santé et sécurité d'ITER (CHS)	56

Avec un diamètre de près 30 mètres et un poids de 1 250 tonnes, la base du Cryostat est l'élément le plus lourd du tokamak ITER.



Préambule

Confrontée à la pandémie de Covid-19, l'Organisation ITER a 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 assurant la poursuite des activités critiques sur le site de construction à Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône).

Le strict respect des règles et recommandations des autorités de santé, la réorganisation du chantier, l'aménagement des espaces de travail et le recours partiel au télétravail dans le cadre d'une « nouvelle normalité » appelée à se pérenniser, ont permis de limiter de manière significative l'impact de la pandémie et de maintenir le rythme de progression des travaux : à la fin de l'année 2020, plus de 72% des tâches indispensables à la production du premier plasma, programmé pour la fin de l'année 2025, étaient achevés.

Le sens des responsabilités de chacun, l'adhésion des entreprises sous-traitantes et le soutien sans faille des Membres du programme ont largement contribué à l'efficacité de ces dispositions.

Si elle a été marquée par la pandémie, l'année 2020 a d'abord été, pour ITER, celle du lancement de la phase d'assemblage de la machine, une étape entre toutes décisive et délicate.

Dès le mois de mars, la communication entre le hall d'assemblage et le hall de levage était établie, le chemin des ponts-roulants testé et validé, et la voie ouverte à l'installation des premiers composants dans le puits d'assemblage du tokamak.

Les 26 et 27 mai, la mise en place parfaitement maîtrisée de la base du cryostat (1 250 tonnes, 30 mètres de diamètre) dans le puits d'assemblage inaugurerait cette phase nouvelle.

Le 28 juillet, le président Macron, en duplex depuis le palais de l'Élysée, accueillait les chefs d'état et de gouvernement, ministres et haut-représentants des sept Membres ITER pour célébrer cette étape majeure et renouveler leur confiance dans le succès du programme ITER.

Tandis que se préparaient et se déployaient les premiers actes de la phase d'assemblage (le cylindre inférieur du cryostat était installé le 31 août), les livraisons de composant hors-normes se succédaient à un rythme soutenu.

Au total, entre le mois d'avril et le mois de septembre, l'Organisation ITER réceptionnait quatre bobines de champ toroïdal en provenance d'Europe et du Japon, une bobine de champ poloïdal fournie par l'Europe et fabriquée en Chine (10 mètres de diamètre), ainsi qu'un premier secteur de chambre à vide livré par la Corée.

En dépit de la pandémie et de son impact sur certaines usines, laboratoires et ateliers dans les différentes parties du monde, la fabrication des composants s'est poursuivie : quatre des six modules du solénoïde central étaient en cours de finalisation aux États-Unis, les bobines de champ poloïdal n° 2 et 5 (17 mètres de diamètre), entraient dans la dernière phase de fabrication et qualification tandis

Bernard Bigot, Directeur général de l'Organisation internationale ITER



qu'en Russie la fabrication de la bobine de champ poloïdal n° 1 progressait comme prévue ; l'Inde quant à elle livrait la totalité des éléments du « couvercle » du cryostat, parachevant ainsi une aventure industrielle qui aura duré plus de sept ans. Au total, fin décembre, le taux de finalisation de l'ensemble des composants et des systèmes par les Membres d'ITER était de 83,4%.

Afin d'aborder la phase d'assemblage dans des conditions opérationnelles optimales, la nouvelle organisation entérinée par le Conseil ITER en 2019 est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2020.

Fondée sur une définition plus précise des rôles et responsabilités de chacun, et sur une meilleure circulation de l'information au sein du programme, la nouvelle organisation s'est notamment traduite par la nomination de quatre responsables de grands domaines d'activité : la science, l'ingénierie, l'administration et la construction.

Tout au long de l'année 2020, 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.

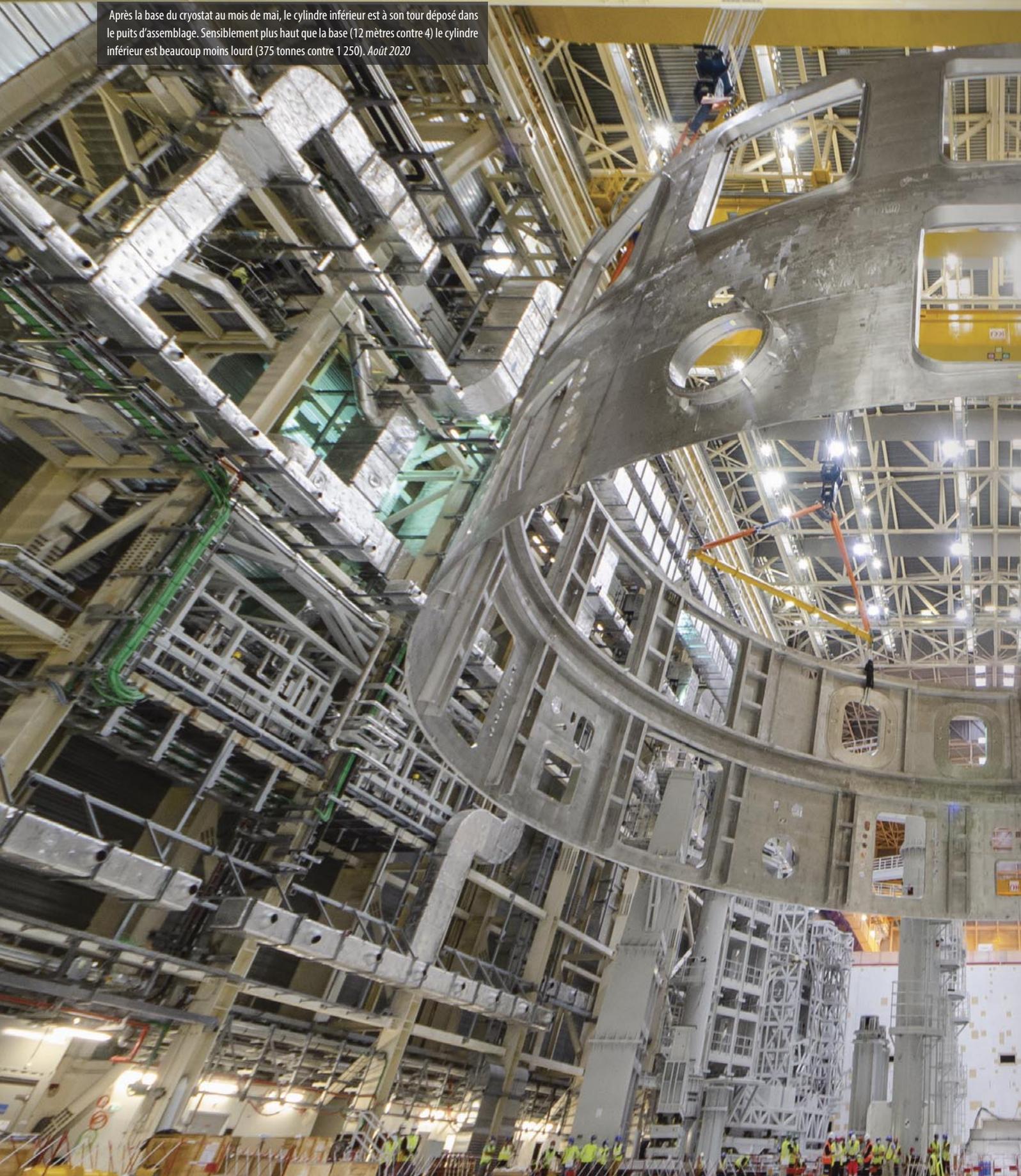
Le site de construction d'ITER a par ailleurs fait l'objet de cinq inspections par l'Autorité de sûreté nucléaire française (ASN).

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

Bernard Bigot,
Directeur général de l'Organisation ITER
St. Paul-lez-Durance
Juin 2021

Après la base du cryostat au mois de mai, le cylindre inférieur est à son tour déposé dans le puits d'assemblage. Sensiblement plus haut que la base (12 mètres contre 4) le cylindre inférieur est beaucoup moins lourd (375 tonnes contre 1 250). Août 2020



INTRODUCTION

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

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

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

Pour satisfaire cette exigence, le présent rapport suit le plan présenté en page 1, tel que recommandé par le guide n° 3 de l'Autorité de sûreté nucléaire : « Recommandations pour la rédaction des rapports annuels d'information du public relatifs aux installations nucléaires de base » et adopte le titre qui y est recommandé « Rapport d'information sur la sûreté nucléaire et la radioprotection du site d'ITER – 2020 ».

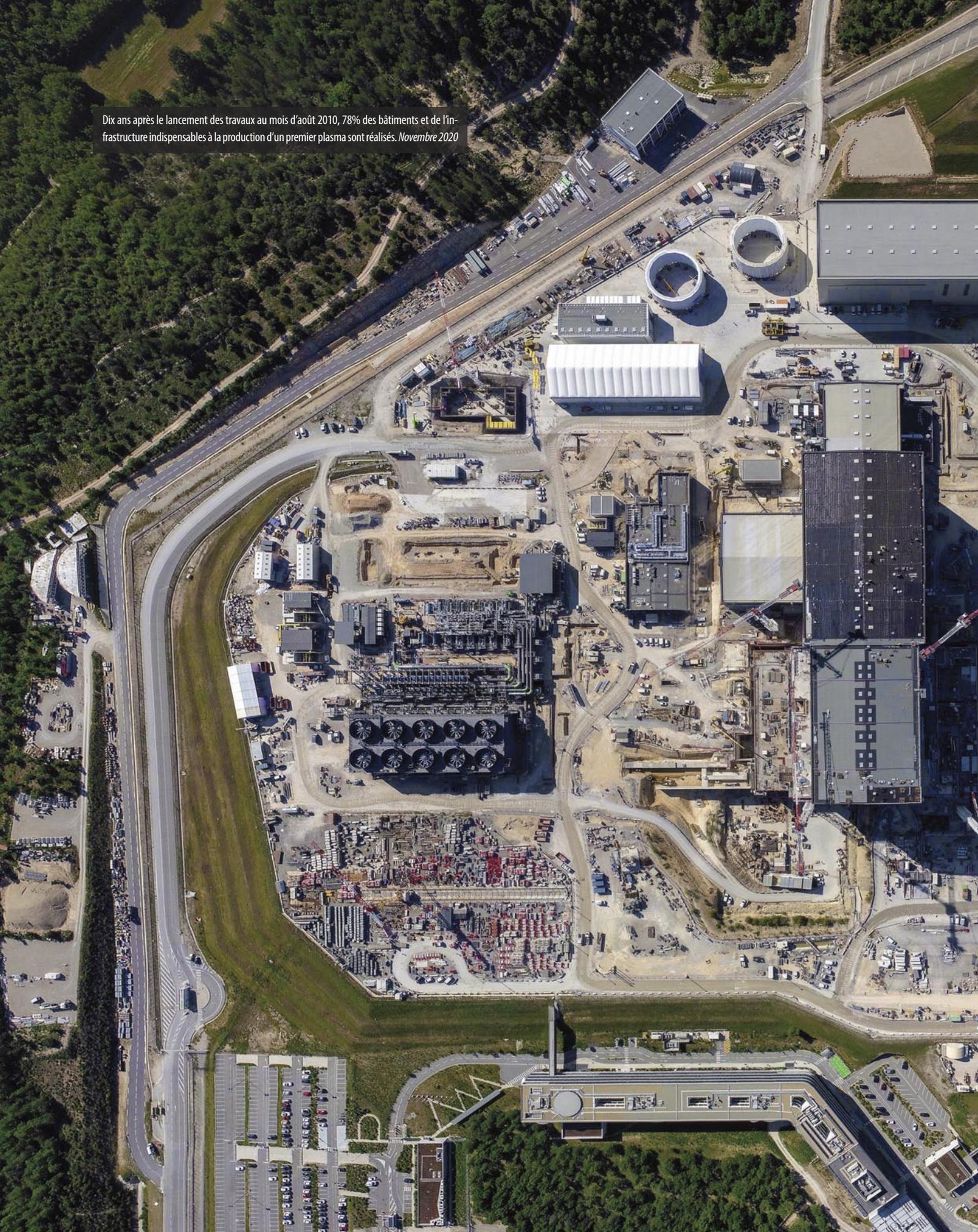
Ces informations ont été recueillies pour la première fois en 2014 pour les activités réalisées en 2013. ITER étant en phase de construction, ce rapport est adapté au fil des années pour permettre de suivre les évolutions de ce cycle de vie particulier de l'installation nucléaire de base (INB) n° 174, 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 lors¹.

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 2020, 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 2019. Cet avis est consultable sur la revue trimestrielle de la CLI Cadarache².

¹<http://www.iter.org/fr/tsn>

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

Dix ans après le lancement des travaux au mois d'août 2010, 78% des bâtiments et de l'infrastructure indispensables à la production d'un premier plasma sont réalisés. *Novembre 2020*



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 ITER³ et sur le site de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)⁴.

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 2012⁵ a autorisé l'exploitant nucléaire « ITER Organization » à créer cette installation sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône).

Article 14 de l'Accord ITER

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

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

ITER : une installation de recherche sur la fusion Objectifs

L'« Accord ITER » signé sous les auspices de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a mis à la disposition des pays membres un projet complet, détaillé et pleinement intégré, pour une installation de recherche visant à démontrer la faisabilité de la fusion en tant que source d'énergie : ITER est une installation de recherche sur la fusion, dont l'objectif principal est de produire des réactions de fusion de 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 ITER, un objectif double : utiliser des composants industriels autant que possible et satisfaire toutes les conditions expérimentales choisies,
- réaliser des expérimentations de production de tritium in situ dans des modules installés à l'intérieur de la machine,
- réaliser des essais d'ignition contrôlée,
- développer des robots dans le but d'intervenir à l'intérieur de la machine pour en assurer sa maintenance sans intervention humaine directe. Dans cet objectif, plusieurs concepts de robots sont en cours de développement (*conception préliminaire et R&D*) dans le cadre de collaborations industrielles pour des opérations diverses (découpe, soudage, inspection, prélèvement d'échantillons, aspiration de particules de poussière, ...).

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

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

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

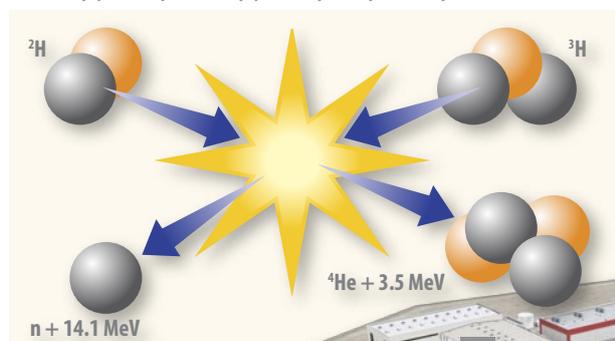
Réactions de fusion : principes

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

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

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

Réaction deutérium – tritium ©D.R.



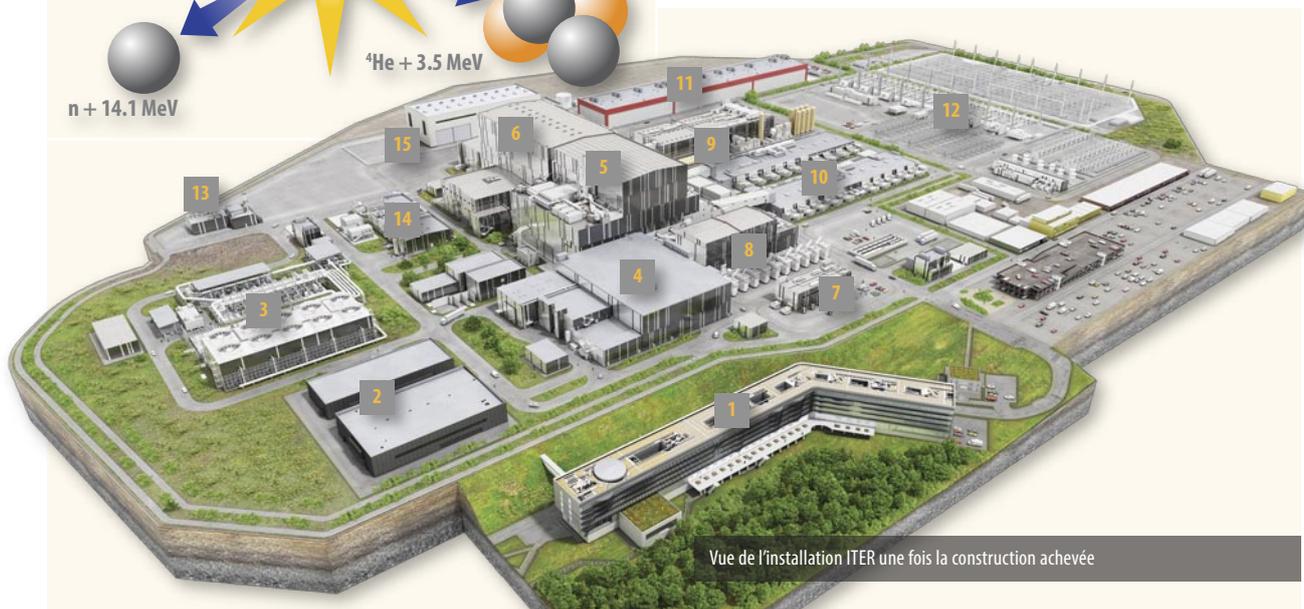
Cette réaction se produit dans un plasma. Le plasma, porté à une température de plus de 100 millions de degrés Celsius en son centre, est produit dans la chambre à vide d'une machine de fusion appelée « tokamak ». Des aimants sous forme de bobines magnétiques créent un champ magnétique intense qui comprime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



Vue de l'installation ITER une fois la construction achevée

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. SIÈGE ITER 2. BÂTIMENT DE LA SALLE DE CONDUITE 3. BASSINS ET TOURS DE REFROIDISSEMENT 4. BÂTIMENTS DU COMPLEXE DES CELLULES CHAUDES 5. BÂTIMENTS DU COMPLEXE TOKAMAK 6. BÂTIMENT D'ASSEMBLAGE 7. BÂTIMENTS D'ALIMENTATION DES FAISCEAUX DE NEUTRES 8. BÂTIMENTS D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE HAUTE TENSION DES FAISCEAUX DE NEUTRES | <ol style="list-style-type: none"> 9. BÂTIMENT DES COMPRESSEURS DE L'INSTALLATION CRYOGÉNIQUE 10. BÂTIMENTS DE CONVERSION DE PUISSANCE POUR L'ALIMENTATION DES AIMANTS 11. BÂTIMENT DE FABRICATION DES BOBINES DE CHAMP POLOÏDAL 12. INSTALLATIONS HAUTE TENSION 13. BÂTIMENT POUR LA PRÉPARATION DE L'ASSEMBLAGE DU TOKAMAK 14. BÂTIMENT DES UTILITÉS 15. BÂTIMENT DE FABRICATION DU CRYOSTAT |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Illustration © Fusion for Energy

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

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

A cette zone s'ajoute une zone de services, externe au périmètre de l'INB, comprenant notamment le bâtiment du siège, un ensemble comprenant le bâtiment de contrôle d'accès au site, les parkings du personnel de l'Organisation ITER et des visiteurs, le bâtiment médical, le bâtiment de contrôle d'accès à la zone du chantier, la station de traitement des eaux usées, un bassin pour recueillir les eaux pluviales, quatre bassins pour recueillir les effluents 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 2020, 989 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 plus de 4400 personnes qui ont participé aux activités sur le site ITER au cours de l'année 2020.

Évolution du projet et du site

Au cours de l'année 2020, 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 72% 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 de la machine et des systèmes de l'installation, construction des bâtiments, expédition et livraison, assemblage et installation des composants, qualification avant mise en service.

L'avis du Conseil ITER

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

Au cours de sa 27^e séance fin novembre 2020, 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 de la machine par les Membres ITER, des activités d'installation ou d'assemblage sur le chantier de construction, ITER a maintenu un rythme de progression soutenu, mais réduit par rapport au cinq années précédentes en raison de la pandémie.

Dans la perspective de la production d'un premier plasma en 2025, un certain nombre d'impacts sur le calendrier ont été identifiés. La prise en compte des actions correctives permettra d'en évaluer l'importance avec précision et d'estimer la possibilité technique de respecter le calendrier de 2025.

Le conseil a formulé les conclusions suivantes :

- **Plan de continuité dans le contexte de la 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 de la 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 accomplissements réalisés en 2020, au nombre desquels l'arrivée régulière des éléments de la machine, souvent de taille exceptionnelle. Pour l'ensemble des pièces, systèmes et structures d'ITER, les progrès sont substantiels (voir encadré).
- **Soutien des membres d'ITER :** le Conseil a accueilli avec une profonde satisfaction les fortes marques de soutien exprimées par les chefs d'état, chefs de gouvernement et ministres lors du lancement officiel de la phase d'assemblage le 28 juillet 2020. Le Conseil a pris acte des efforts engagés par chacun des Membres pour respecter ses engagements, tant en termes de contribution financière

que de fournitures « en nature », et permettre ainsi, en dépit de la pandémie, de poursuivre la mise en œuvre de la stratégie de construction dans le respect du calendrier.

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 (IO + DAs) 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 2020 : fabrication, construction, essais, livraison de matériel

- Au mois de mars, l'agence domestique européenne a réalisé la connexion entre le hall d'assemblage et le bâtiment tokamak, ce qui permet désormais aux ponts-roulants de transporter les pièces jusqu'au puits du tokamak.
- Quatre bobines de champ toroïdal (~350 tonnes) ont été livrées par le Japon et l'Europe.
- La bobine de champ poloïdal n°6 (PF6 ~450 tonnes), fournie par l'Europe et fabriquée en Chine est arrivée en France et est en cours de test à très basse température. La bobine de champ poloïdal n°5 fabriquée sur site, est quasiment finalisée.
- Le premier secteur de chambre à vide, fabriqué en Corée et intégrant des éléments fournis par la Russie, a été livré au mois d'août et les travaux préparatoires au premier « pré-assemblage » ont pu commencer.
- La base et le cylindre inférieur du cryostat ont été transportés dans le bâtiment tokamak et positionnés avec la précision requise (3 millimètres) au fond du puits. Les opérations de soudures entre ces deux éléments sont en cours.
- Le cylindre supérieur du cryostat a été finalisé au mois d'avril et mis sous cocon protecteur.
- Au mois de mai, la Corée a terminé la fabrication de l'écran thermique de la chambre à vide.
- Les outils de basculement utilisés pour l'assemblage des écrans thermiques, des bobines de champ toroïdal et des secteurs de chambre à vide ont été qualifiés.
- Des progrès significatifs ont été réalisés dans l'installation du réseau électrique pulsé, du système de conversion électrique des aimants, des systèmes cryogéniques, du système de refroidissement, des lignes cryogéniques et des jeux de barre dans le complexe tokamak.

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.

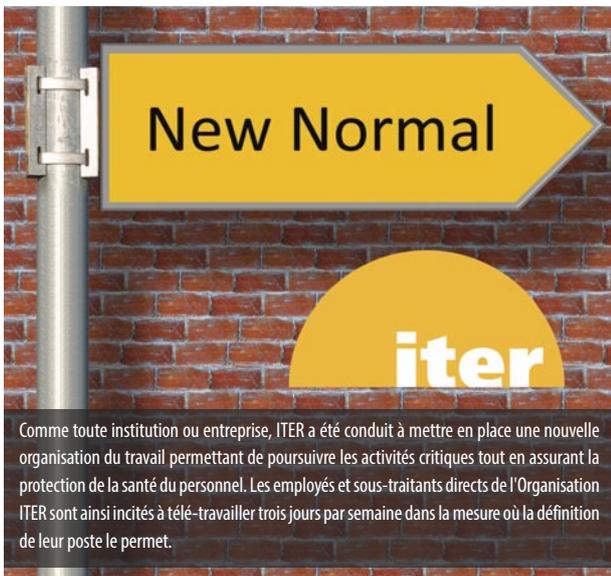
Compte tenu du caractère international du projet, les premières mesures de préventions furent mises en œuvre dès la fin février 2020, avec en particulier une restriction des déplacements professionnels vers les premiers pays affectés par le virus. Toute personne travaillant sur le projet et s'étant rendue 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, 80 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 plus de 275.

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 2020, la construction des différents bâtiments par l'agence domestique européenne s'est poursuivie. La progression des bâtiments auxiliaires a permis d'introduire et d'installer les premiers équipements et composants.

La construction des bâtiments du complexe du tokamak a également progressé. Les ouvrages en béton du bâtiment tokamak et la mise en place de la structure supérieure du bâtiment (charpente métallique, bardage et toiture) sont achevés et ont été livrés en mars 2020. Les ponts roulants de 750t et 50t ainsi que les ouvrages de supportage ont été testés et mis en service en 2020. Les travaux pour l'installation du monte-charge provisoire ont débuté. Les opérations de finition du génie civil (travaux de peinture, pose des portes lourdes et des portes standard ainsi que leur protection incendie) se sont poursuivies et les installations des composants de la machine tokamak ont pu démarrer.



Les premiers composants (réservoirs, cryogénie, électricité, chemin de câbles et ventilation) ont été installés dans les niveaux inférieurs des galeries des bâtiments tokamak, diagnostique et tritium. Les premières traversées ont été rebouchées en vue de faciliter les travaux d'installation. La mezzanine dans la salle des réservoirs de vidange du système de refroidissement est finalisée et les travaux de peinture ont débuté. Enfin, le système de supportage de la machine tokamak a été finalisé, réceptionné et a accueilli la base du cryostat.

L'état d'avancement de la construction du complexe

tokamak en 2020 ainsi que les dates des faits marquants sont résumées dans le Tableau 1 ci-après.

La réalisation du complexe tokamak requiert de qualifier les matériaux et les procédures de mise en œuvre associées. A titre d'exemple, une maquette représentative des travaux de soudure sur des platines d'ancrage circulaires a permis de valider et d'adapter les procédures de soudage en vue de limiter toute dégradation des ouvrages en béton.

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

Tableau 1. Avancement des activités au niveau du complexe tokamak

BÂTIMENTS (N°)	DATE	ACTIVITÉS
Tokamak (11)	Janvier 2020	Finitions des ouvrages béton des niveaux B2 et B2M achevées.
	Février 2020	Installation et bétonnage de 2 ^e phase de toutes les portes lourdes des cellules de traversée au niveau B1.
	Mars 2020	Puits central et hall de levage du tokamak mis à disposition pour le montage des équipements.
	Avril 2020	Installation de la base du cryostat sur les appuis hémisphériques glissants.
	Septembre 2020	Rebouchage des trémies entre les cellules de traversée au B1.
	Octobre 2020	Réservoir de drainage mis en place au niveau B2 et la dalle de couverture au niveau B2M bétonnée.
	Novembre 2020	Démarrage de l'installation des portes lourdes d'accès.
	Décembre 2020	Travaux de bétonnage de la mezzanine au niveau L3 achevés.
Tritium (14)	Novembre 2020	Installation de réservoirs au niveau B2.
Diagnostiques (74)	Juin 2020	Travaux de finition des ouvrages béton et platines achevés.

Tableau 2. Avancement des travaux au niveau des bâtiments auxiliaires

BÂTIMENT (N°)	DATE	ACTIVITÉS
Hall d'assemblage (13)	Septembre 2020	Travaux de reprise de l'étanchéité de la toiture achevés.
Utilités (61)	Décembre 2020	Bâtiment transféré à l'Organisation ITER.
Préparation de l'assemblage du tokamak (22)	Décembre 2020	Le génie civil est achevé à 80%.
Chauffage par radio fréquence (15)	Décembre 2020	Travaux de modification/adaptations en cours.
Infrastructures site	Novembre 2020	Finalisation des réseaux autour du bâtiment pour la préparation de l'assemblage du tokamak (22).



À la base du puits d'assemblage, tous les systèmes de support et d'ancrage sont en place pour accueillir les premiers éléments de la machine. *Mai 2020*

Les activités de montage des principaux systèmes fonctionnels

En 2020, les activités de montage des principaux systèmes fonctionnels se sont intensifiées, toujours en parallèle des travaux de génie civil. Les travaux de montage sont réalisés via des contrats spécifiques placés directement par l'Organisation ITER. Pour la majeure partie, ces contrats sont signés ou en cours de finalisation avec les industriels. Ces contrats d'installation sont établis sur la base des spécifications techniques produites par les départements d'ingénierie de l'Organisation ITER, mais les entreprises d'installation déploient leurs propres méthodologies de construction. La conformité des réalisations est sous la responsabilité de l'Organisation ITER supporté par le CMA (*Construction Management as Agent*), qui assure la maîtrise d'œuvre d'exécution des travaux.

Le contrat Construction Management as Agent (CMA)

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

Vis-à-vis des activités de construction, le CMA s'assure de l'intégration des contraintes du site dans les dossiers préparatoires des entreprises d'installation, met en œuvre une supervision technique des travaux et s'assure de la bonne préparation des dossiers en vue du transfert des installations vers l'équipe d'exploitation de l'Organisation ITER, équipe en charge des essais de démarrage puis de l'exploitation de l'installation.

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

Les travaux de montage des systèmes fonctionnels

Au cours de l'année 2020, les principaux travaux d'installation et de montage ayant eu lieu sont les suivants :

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

Comme évoqué ci-dessus, les activités ont démarré dans le puits du tokamak avec la mise en place de la base et du cylindre inférieur du cryostat et le début des soudures. Dans le complexe tokamak, les travaux d'installation des systèmes bâtiments (électricité, ventilation, fluides), ainsi que ceux liés à l'installation des systèmes du procédé (tronçons de tuyauteries, lignes cryogéniques, installation des jeux de barres « busbars ») ont démarré. La forte co-activité d'installation, en parallèle des travaux de génie civil, est suivie lors de réunions de coordination journalières.

- **Les travaux d'assemblage dans le bâtiment des utilités (bâtiment 61) :**

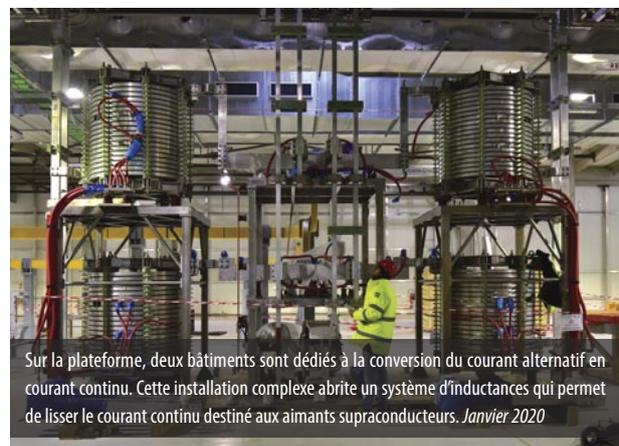
Ce bâtiment héberge les systèmes associés au circuit de refroidissement et de conditionnement de l'installation. Les travaux d'installation des systèmes électriques se sont poursuivis et les essais de démarrage par équipement sur le système de refroidissement ont démarré.

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

Les travaux d'installation des tours de refroidissement d'ITER et des systèmes et réseaux de circulation de l'eau associés sont terminés. Les tests d'étanchéité des bassins des aéro-réfrigérants ont été effectués. Les fuites détectées lors de ces tests seront réparées en 2021.

- **L'installation des systèmes et la préparation des secteurs de la chambre à vide dans le bâtiment d'assemblage (bâtiment 13) :**

Les outillages d'assemblage des secteurs de la chambre à vide (Sector Sub Assembly Tool - SSAT) sont destinés à permettre le pré-montage des composants de la chambre à vide. Ces deux outillages sont opérationnels.



Sur la plateforme, deux bâtiments sont dédiés à la conversion du courant alternatif en courant continu. Cette installation complexe abrite un système d'inductances qui permet de lisser le courant continu destiné aux aimants supraconducteurs. *Janvier 2020*

Les essais en charge de l'outil de levage des secteurs (*upending tool*) se sont correctement déroulés et sont presque terminés. Le système de ventilation du bâtiment est en partie opérationnel ; la finalisation des travaux va permettre de maintenir les conditions de propreté requises pour le montage de la chambre à vide. Les travaux de préparation du premier secteur de la chambre à vide ont démarré dans le hall d'assemblage.

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

Les tests radiographiques et en pression sur les systèmes et les lignes d'interconnexion de l'usine cryogénique se sont poursuivis. La mise en place des systèmes de ventilation, d'électricité et des services continue sous pilotage de l'agence domestique européenne. L'installation des lignes cryogéniques et des principaux composants est presque finalisée. L'installation du système de récupération des gouttelettes d'huile en cas de surpression dans les compresseurs a débuté.

- **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 (pompes, échangeurs, pressuriseur...) et de la tuyauterie associée est terminée dans les bâtiments 32 et 38. L'installation de l'instrumentation, et des connexions électriques a démarré. Les tests sous pression des lignes sont terminés. Les lignes sont en cours de remise en configuration d'opération après ces tests. Les transformateurs courant alternatif / courant continu ainsi que les convertisseurs de puissance des aimants sont installés pour la majorité d'entre eux. Les tests électriques de ces équipements se poursuivent.

- **L'installation des systèmes du bâtiment 36 (bâtiment principal de distribution du courant alternatif) :**

Le bâtiment est désormais opérationnel. Des raccordements 22kV ont été installés pour alimenter les différents postes électriques situés sur la plateforme.

- **Les travaux dans le poste électrique de puissance pulsée (zone 35) :**

La partie 400kV est terminée, de même que les tests des systèmes contrôle commande. Les essais de raccordement au réseau avec RTE ont été effectués et validés. La partie 66kV est en cours de finalisation.

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

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.



Au terme de plusieurs mois de préparation, les responsables du cryostat, les équipes spécialisées dans la métrologie et les opérateurs du pont roulant voient leurs efforts se concrétiser : le levage et l'insertion de la pièce dans la fosse d'assemblage se sont déroulés de manière quasi parfaite. *Mai 2020*

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

Les travaux de génie civil de ce bâtiment sont terminés. L'installation des services du bâtiment (électricité, ventilation...) a commencé.

Transport / entreposage de matériels classés EIP

En 2020, plus de 3000 Éléments Importants pour la Protection (EIP) ont été réceptionnés sur le site ITER, aussi bien en provenance des agences domestiques que des fournisseurs directs de l'Organisation ITER.

La livraison, au mois d'août, du premier secteur de chambre à vide, fourni par l'agence domestique coréenne et qui intègre des éléments fournis par l'agence domestique russe, fut une étape importante pour le projet.

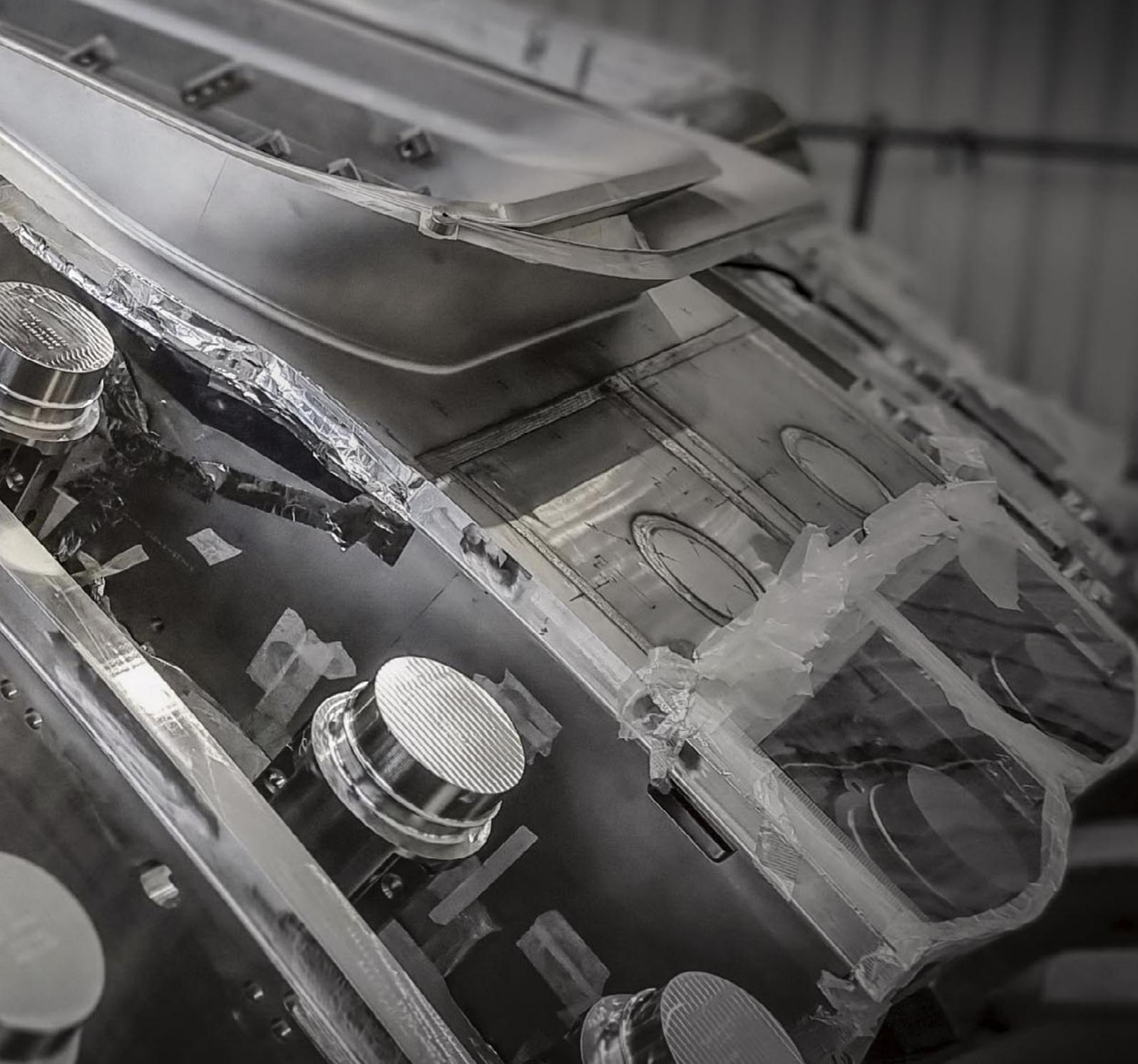
A leur réception, les différents équipements sont soumis à une première inspection par différents spécialistes afin de vérifier leur état. Ces équipements sont ensuite placés en stockage temporaire, soit dans l'entrepôt de la zone 2 du site ITER, soit dans des entrepôts hors du site, à Port-Saint-Louis-du-Rhône. Certains peuvent par ailleurs être envoyés, pour la préfabrication des systèmes auxquels ils appartiennent, dans les ateliers d'entreprises partenaires.

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

L'assemblage des segments est une étape cruciale dans la fabrication des 9 secteurs de la chambre à vide. Elle ici en préparation dans les locaux de Belleli, en Italie, pour le compte de l'agence domestique européenne.



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.

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 cours de l’année 2019, le Conseil ITER a entériné la mise en place d’une nouvelle organisation interne pour l’ensemble de l’Organisation ITER à compter du 1er Janvier 2020. Elle a pour but de répondre aux besoins de la transition du projet de la phase de conception et fabrication vers la phase d’assemblage. Lors de cette réorganisation, les divisions sûreté, y compris radioprotection, et qualité existantes ont été regroupées au sein d’un nouveau département « sûreté et qualité ».

L’amélioration de l’efficacité dans les prises de décision, une meilleure définition des rôles et responsabilités et un renforcement de la circulation de l’information au sein du projet font partie des principaux objectifs de cette réorganisation.

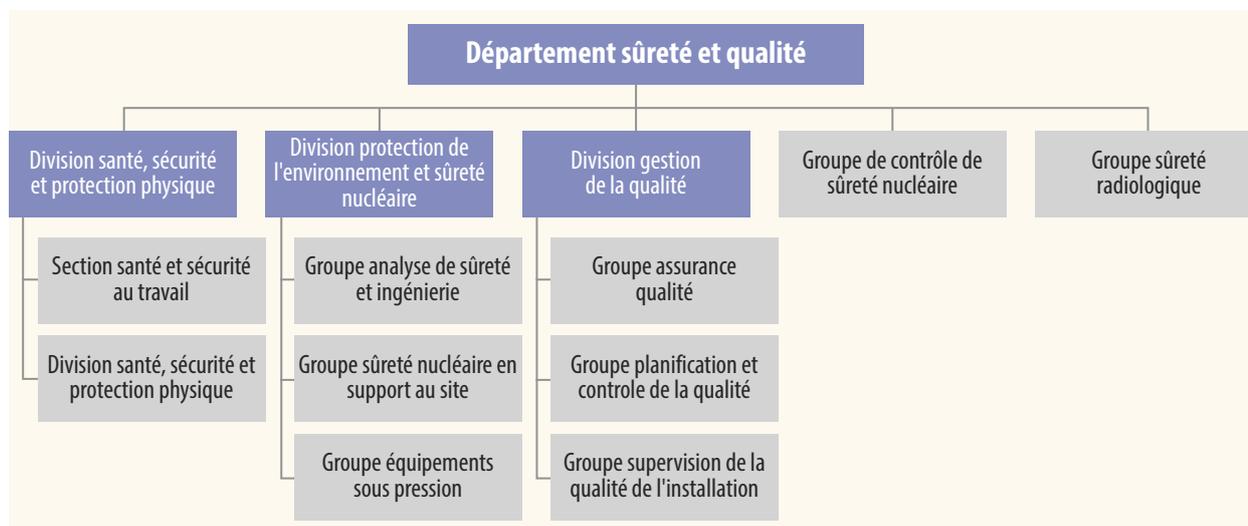
Le département sûreté et qualité est en charge de toutes les questions relatives à la protection de l’environnement, la sûreté nucléaire, la radioprotection, la protection des travailleurs vis-à-vis du béryllium, la qualité, la santé et la sécurité au travail, la protection contre les actes de malveillance, 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.

En 2020, l’organisation du département sûreté et qualité s’articulait de la façon suivante :

- Une division « santé, sécurité et protection physique », responsable de toutes les questions liées à la santé et sécurité au travail et à la protection physique des installations. Elle comprend une section « santé et sécurité au travail » en charge, comme son nom l’indique, de la santé et de la sécurité des travailleurs en conformité avec la réglementation française, et 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.

Organisation à partir du 1^{er} Janvier 2020



- 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 « sûreté radiologique », 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.

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.



Au sommet des tours de réfrigération, de puissants systèmes d'extraction accélèrent le processus d'évaporation des eaux de refroidissement de l'installation.

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

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

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

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

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

Démarche de sûreté

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

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

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

Les défaillances possibles des systèmes de l'installation pouvant avoir un impact sur les travailleurs, le public ou

l'environnement, sont analysées et regroupées en types de scénarios accidentels. Chacun de ces scénarios est analysé en profondeur et la mise en place des barrières nécessaires permet d'en prévenir l'apparition, en favoriser la détection, et en limiter les conséquences. A ce titre, l'arrêt du plasma, la rupture d'une tuyauterie de refroidissement ou la perte du vide dans la chambre à vide sont, parmi d'autres, analysés.

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

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

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

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 β (béta), 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 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 β (béta) et γ (gamma).

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

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

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

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

Risque béryllium

Le béryllium est une substance classée cancérigène dont l'inhalation sous forme de fines particules est susceptible d'induire 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. Au total, douze tonnes de béryllium sont attendues sur le site dès 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 contrôler 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 γ (gamma) émis par les produits activés et les composants activés, au rayonnement X généré par certains dispositifs de chauffage du plasma et au rayonnement β (beta) émis par le tritium.

La maîtrise de l'exposition aux rayonnements ionisants du personnel de l'installation reposera sur l'application

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

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

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

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

Le risque d'exposition interne sur ITER, essentiellement lié à l'incorporation de tritium dans l'organisme humain, soit par inhalation, soit par voie transcutanée lors de la phase nucléaire d'ITER, est quant à lui maîtrisé par la mise en place de moyens de 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 publiques, la nature ou l'environnement, notamment du fait d'une émission de matières chimiques, toxiques ou radioactives, ou un niveau de radioactivité susceptibles de porter atteinte à la santé publique, et qui nécessite des actions immédiates de la part de l'exploitant nucléaire. Il s'agit par exemple d'accidents graves survenant sur le chantier ITER, sur une installation du site du CEA ou sur les voies de communication proches (explosion ou rejets de produits toxiques).



Sur la « couronne » de béton, au fond du puits d'assemblage, la quasi totalité des éléments de support du cryostat est désormais en place. L'installation des premières pièces de la machine les dérobera bientôt à la vue. Février 2020

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'ordres. Lorsque l'alerte est déclenchée, tout le personnel de site doit suivre les consignes du message émis dans les plus brefs délais.

Des messages préenregistrés simples à se souvenir sont diffusés :

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

Par ailleurs, tout déclenchement du plan particulier d'intervention (PPI) du Centre de Cadarache se traduirait par le déclenchement du relais de l'alerte sur le site ITER, entraînant des mesures de mise à l'abri du personnel d'ITER et la mise en place de l'organisation de crise propre à ITER, ainsi que le suivi des consignes générales émanant du Centre de Cadarache, en vertu de l'accord conclu entre le Centre CEA de Cadarache et l'Organisation ITER :

« Convention relative aux modalités d'information entre l'Organisation ITER et le CEA Cadarache en cas de crises ». Cette convention est entrée en vigueur le premier janvier 2015 et a été reconduite tacitement pour 2020.

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

Prise en compte du retour d'expérience (REX)

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

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

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

Surveillance, inspections et audits

Surveillance des intervenants extérieurs

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

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

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

Le chantier de construction nécessite la mobilisation de compétences nombreuses et variées, en particulier au

travers de la mise en œuvre d'une sous-traitance adaptée en nombre et en qualité. C'est pourquoi la fabrication de certains composants peut nécessiter plusieurs niveaux de sous-traitance afin de disposer des compétences requises.

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

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

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

Inspections de l'Autorité de sûreté nucléaire

L'Organisation ITER elle-même fait l'objet d'inspections régulières de la part de l'ASN. En 2020, 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 2020

DATE DE L'INSPECTION	THÈME DE L'INSPECTION ET ÉLÉMENTS INSPECTÉS
Janvier 2020	<p>Inspection inopinée réalisée sur le site d'ITER <i>Conception et construction</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérification par sondage des soudures de deux poteaux de la charpente métallique du hall de levage du bâtiment tokamak, • Évaluation de la maîtrise par l'Organisation ITER de la gestion des écarts et de la déclinaison des exigences définies, • Visite du bâtiment tokamak, en particulier la zone centrale de supportage, les cellules de traversée, et la cellule des injecteurs de neutre, ainsi que du bâtiment tritium.
Juin 2020	<p>Inspection réalisée sur le site d'ITER <i>Conception et construction</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Examen des dispositions relatives à la manutention et à la mise en place définitive de la base inférieure du cryostat dans le bâtiment tokamak, • Contrôle des travaux sur les portes lourdes permettant l'accès à la chambre à vide, • Vérification du ferrailage d'une dalle en cours de réalisation, • Visite du chantier, notamment de la zone de supportage de la base du cryostat.
Octobre 2020	<p>Inspection réalisée sur le site d'ITER <i>Inspection générale</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérification des activités le cryostat mis en place dans le bâtiment tokamak, • Évaluation du suivi et des contrôles du secteur 6 de la chambre à vide livré sur le site au cours de l'été, • Examen de procédures relatives aux opérations de soudage et de contrôle non-destructif, • Visite du chantier de construction, en particulier du bâtiment tokamak, et du hall d'assemblage.
Octobre 2020	<p>Inspection réalisée sur le site d'ITER <i>Surveillance des intervenants extérieurs</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Examen de la maîtrise par l'Organisation ITER des activités importantes pour la protection réalisées par des intervenants extérieurs, • Vérification des dispositions de surveillance relatives aux systèmes de refroidissement de la chambre à vide et aux soufflets du cryostat, • Visite du chantier de construction, concernant en particulier les activités sur le cryostat dans le bâtiment tokamak, et sur le secteur 6 de la chambre à vide, entreposé dans le hall d'assemblage.
Décembre 2020	<p>Inspection réalisée sur le site d'ITER <i>Surveillance des intervenants extérieurs</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifications concernant la conception d'équipements destinés à être installés dans le bâtiment tritium, • Examen de la préparation des travaux de rebouchage des trémies, • Évaluation de l'organisation concernant la prévention, la détection et le traitement du risque de fraudes, • Visite du chantier de construction, en particulier du bâtiment tokamak, du bâtiment tritium, du hall d'assemblage, ainsi que des travaux de construction du bâtiment de préparation pour l'assemblage tokamak.

Tableau 4. Inspections internes réalisées en 2020 par l'Organisation ITER sur la fabrication des éléments importants pour la protection

DATE DE L'INSPECTION	ENTITÉ INSPECTÉE	THÈMES DE L'INSPECTION
Janvier 2020	ENSA – Espagne L'entreprise ENSA est en charge de la qualification d'opérations de soudures nécessaires à l'assemblage de la chambre à vide.	<ul style="list-style-type: none"> • Propagation des exigences de sûreté et déclinaison en exigences techniques spécifiques et adaptées pour la conception, la qualification et la fabrication des équipements, • Organisation du contrôle technique et qualification du personnel en charge de le réaliser, • Vérification de la conformité avec les exigences de sûreté, • Dispositions mises en place pour la supervision des intervenants extérieurs, • Suivi des écarts et des demandes de déviation.
Février 2020	Organisation ITER – Site ITER Équipes en charge de la conception du complexe des cellules chaudes	<ul style="list-style-type: none"> • Propagation des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs, • Vérification de la conformité avec les exigences de sûreté, • Traitement du retour d'expérience, • Gestion des enjeux de radioprotection et des risques liés au béryllium.
Mai 2020	Organisation ITER – Site ITER Équipes en charge des traversées de fibres optiques pour le divertor	<ul style="list-style-type: none"> • Propagation des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs, • Qualification du personnel en charge des activités importantes pour la protection, • Organisation du contrôle technique, • Vérification de la conformité avec les exigences de sûreté, • Examen du programme de qualification, • Évaluation de la gestion des interfaces, • Analyse des plans de maintenance et de préservation des équipements.
Juin 2020	Organisation ITER – Site ITER Équipes en charge du système de détritiation du complexe tokamak	<ul style="list-style-type: none"> • 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, • Vérification des exigences associées aux plans de surveillance, • Propagation des exigences de sûreté et déclinaison en exigences techniques spécifiques et adaptées pour la conception, la qualification et la fabrication des équipements, • Organisation du contrôle technique et qualification du personnel en charge de le réaliser • Vérification de la conformité avec les exigences de sûreté.
Juin 2020	Organisation ITER – Site ITER Sujet transverse concernant la gestion du risque d'incendie	<ul style="list-style-type: none"> • Définition et propagation des exigences de sûreté concernant la protection incendie, • Vérification de la conformité avec les exigences de sûreté concernant la protection incendie, • Suivi des évolutions de la réglementation au sujet du risque d'incendie, • Mise en œuvre de la stratégie de protection vis à vis du risque d'incendie, • Rôles et responsabilités.
Septembre 2020	Organisation ITER – Site ITER Équipe en charge de la conception des systèmes de surveillance radiologique et environnementale	<ul style="list-style-type: none"> • Définition et propagation des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs, • Vérification de la conformité avec les exigences de sûreté, • Qualification du personnel en charge des activités importantes pour la protection, • Surveillance des intervenants extérieurs, • Gestion des enjeux de radioprotection et des risques liés au béryllium, • Gestion des modifications de conception.
Novembre 2020	Équipe Projet BIPS – Site ITER Équipes en charge de la conception et de la réalisation du système de distribution de l'alimentation électrique de secours	<ul style="list-style-type: none"> • Définition et propagation des exigences de sûreté, • Vérification de la conformité avec les exigences de sûreté, • Qualification des logiciels et codes de calcul, • Qualification du personnel en charge des activités importantes pour la protection, • Conditions de réalisation des études et des calculs en lien avec la démonstration de sûreté nucléaire.
Novembre 2020	Équipe Projet BIPS – Site ITER Équipes en charge de la réalisation du bâtiment pour la préparation de l'assemblage du tokamak	<ul style="list-style-type: none"> • Définition et propagation des exigences de sûreté dans la chaîne des intervenants extérieurs, • Qualification du personnel en charge des activités importantes pour la protection, • Surveillance des intervenants extérieurs, • Traitement des écarts, • Gestion des risques liés au béryllium, • Traitement du retour d'expérience, • Analyse des plans de maintenance et de préservation des équipements.

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

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

Le département sûreté et qualité, indépendant des services opérationnels de conception, de fabrication et de construction, réalise pour le compte du Directeur général d'ITER des inspections de sûreté nucléaire, répondant aux

exigences de l'article 2.5.4 de l'arrêté du 7 février 2012 qui traite en particulier de la sûreté nucléaire et de la protection de l'environnement. Le programme annuel des inspections est approuvé par le Directeur général de l'Organisation ITER, qui peut éventuellement demander de réaliser des inspections inopinées. Les thèmes retenus pour ces inspections résultent de l'analyse de l'état d'avancement de la conception et de la fabrication des éléments importants pour la protection et leur réalisation par les intervenants extérieurs.

Des audits qualité internes et externes, sont également réalisés chaque année par des équipes indépendantes.

Tableau 5. Audits externes de la qualité des procédés et procédures pour l'année 2020

DATE DES AUDITS	AUDITS EXTERNES	SUJETS
Audit Agences Domestiques		
Octobre 2020	Agence domestique européenne F4E - Espagne Audit conduit à distance	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des constats des audits précédents, • Évaluation de la politique et objectifs de qualité de F4E au regard de la politique de l'Organisation ITER relative à la sûreté nucléaire, à la sécurité et à la protection de l'environnement, • Suivi de la mise en œuvre des contrats pour l'alimentation des injecteurs de neutre, et analyse du processus de revue de conception utilisé au sein de l'équipe projet BIPS, • Examen du système de management de la qualité de F4E et de ses fournisseur Ravanat France et GDES Erba SAS.
Audit des fournisseurs de l'Organisation ITER		
Mars 2020	Erne Fittings GmbH – Germany	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation du système de management, au regard de standards de référence (tels que ISO 9001 - 2015 et AIEA GSR partie 2 - 2016), • Mise en œuvre des exigences de l'Organisation ITER définies dans les contrats et procédures applicables, • Contrôle de la chaîne d'approvisionnement, • Processus de vérification des éléments importants pour la protection, • Mise en œuvre des exigences du plan qualité, • Management des modifications et non-conformités.
Avril 2020	Loire Industrie France – Audit à distance	
Juin 2020	MAN Diesel & Turbo – Site ITER	
Juillet 2020	Cestaro Rossi – Site ITER	
Septembre 2020	CNPE consortium – Audit à distance	
Septembre 2020	DEMONT Italy –Site ITER	
Septembre 2020	CNIM France –Site ITER	
Novembre 2020	DYNAMIC Consortium – Site ITER	
Novembre 2020	DAHER France –Site ITER	
Novembre 2020	FINCANTIERI & SAET Consortium (Fincantieri, SAET, Cestaro Rossi) – Site ITER	
Décembre 2020	Momentum – Site ITER	
Décembre 2020	OMEGA consortium France – Site ITER	
Décembre 2020	ENDEL ENGIE & ORYS ORTEC Consortium	
Décembre 2020	AIR LIQUID FRANCE – Site ITER	
Décembre 2020	Doosan Korea – Audit à distance	



Tableau 6. Audits internes de la qualité des procédés et procédures de l'Organisation ITER, pour l'année 2020

DATE D'AUDIT	AUDIT INTERNE	SUJETS
Avril 2020	Processus de l'équipe projet cryogénie pour l'installation des systèmes mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> • Structure organisationnelle de la division ou de la section (rôle et responsabilités), • Gestion des documents (procédures internes, gestion des dossiers, plans qualité, plans d'installation et de test), • Qualification du personnel, activités de formation à la qualité et propagation des exigences de qualité,
Juillet 2020	Processus de planification et de coordination des activités du chantier	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion des écarts, des actions correctives et de la clôture de ces actions, • Gestions des demandes de déviation et de modification sur le terrain, • Gestion des contrats de construction (contrôle des fournisseurs et des principaux sous-traitants), réunions et rapports d'avancement et interfaces avec les agences domestiques, • Gestion des jalons dans les activités d'installation, clôture des commentaires et des actions, suivi du calendrier et gestion des risques et opportunités.
Août 2020	Processus relatif à la réception et à l'assemblage des pièces de la machines hors de la chambre à vide	
Juin 2020	Processus relatif à la gestion de la configuration	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi des constats d'audits précédents, • État des différentes procédures relatives à la gestion de la configuration, • Propagation des exigences procédurales à l'ensemble des utilisateurs concernés, • Mise en place de la nouvelle équipe d'intégration.
Juillet 2020	Processus relatif aux accords de fourniture « en nature »	<ul style="list-style-type: none"> • État des différentes procédures relatives aux accords de fourniture « en nature », • Mise en œuvre et propagation des exigences procédurales aux agences domestiques et aux fournisseurs, • Gestion de la documentation contractuelle et contrôle des livrables, • Contrôle des demandes de modifications et des instructions au cours de l'exécution du contrat ou de l'accord de fourniture, • Termes de clôture des contrats ou accords de fourniture.
Novembre 2020	Processus relatif à la gestion de la propriété intellectuelle	<ul style="list-style-type: none"> • État des différentes procédures relatives à la gestion de la propriété intellectuelle, • Mise en œuvre du plan d'actions spécifique pour la propriété intellectuelle, • Base de données pour la gestion de la propriété intellectuelle.
Novembre 2020	Processus pour l'exploitation et la maintenance – activité de préservation des équipements	<ul style="list-style-type: none"> • État des différentes procédures relatives à l'exploitation et à la maintenance pour la partie concernant la préservation des équipements, • Propagation des exigences procédurales et recueil des retours des utilisateurs, • Rôles et responsabilités des différents intervenants, • Définition et suivi des indicateurs de performance, • Suivi de la mise en œuvre des exigences des procédures, • Activités de préservation des équipements durant le stockage et durant la phase de construction.

Les auditeurs ont conclu que les exigences qualité avaient été correctement appliquées.

Il convient de noter une baisse du nombre de constats d'audit ces dernières années, aussi bien au sein de l'Organisation ITER que chez les agences domestiques ou chez les fournisseurs. Cette tendance à la baisse peut s'expliquer par une meilleure connaissance des exigences de l'Organisation ITER et par plus grande maturité des systèmes de gestion de la qualité mis en œuvre.

Toutefois, des constats récurrents ont été identifiés dans les domaines suivants :

- gestion de la documentation et maîtrise des enregistrements,
- application des plans de qualité,
- mise en œuvre des procédures contractuelles (gestion des livrables contractuels),
- mise en œuvre des processus spéciaux,
- activités d'inspection et d'essai,
- gestion des jalons définis par l'Organisation ITER,
- gestion des risques et des opportunités durant la phase de construction,
- gestion des écarts pour la phase de construction.

Toutes les autres actions nécessaires à l'amélioration des systèmes de gestion de l'Organisation ITER et de ses principaux fournisseurs sont mises en œuvre et suivies conformément aux procédures applicables.

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 et n'est pas présent pendant la phase de chantier.

Le Directeur général a nommé parmi son personnel :

- deux conseillers 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.

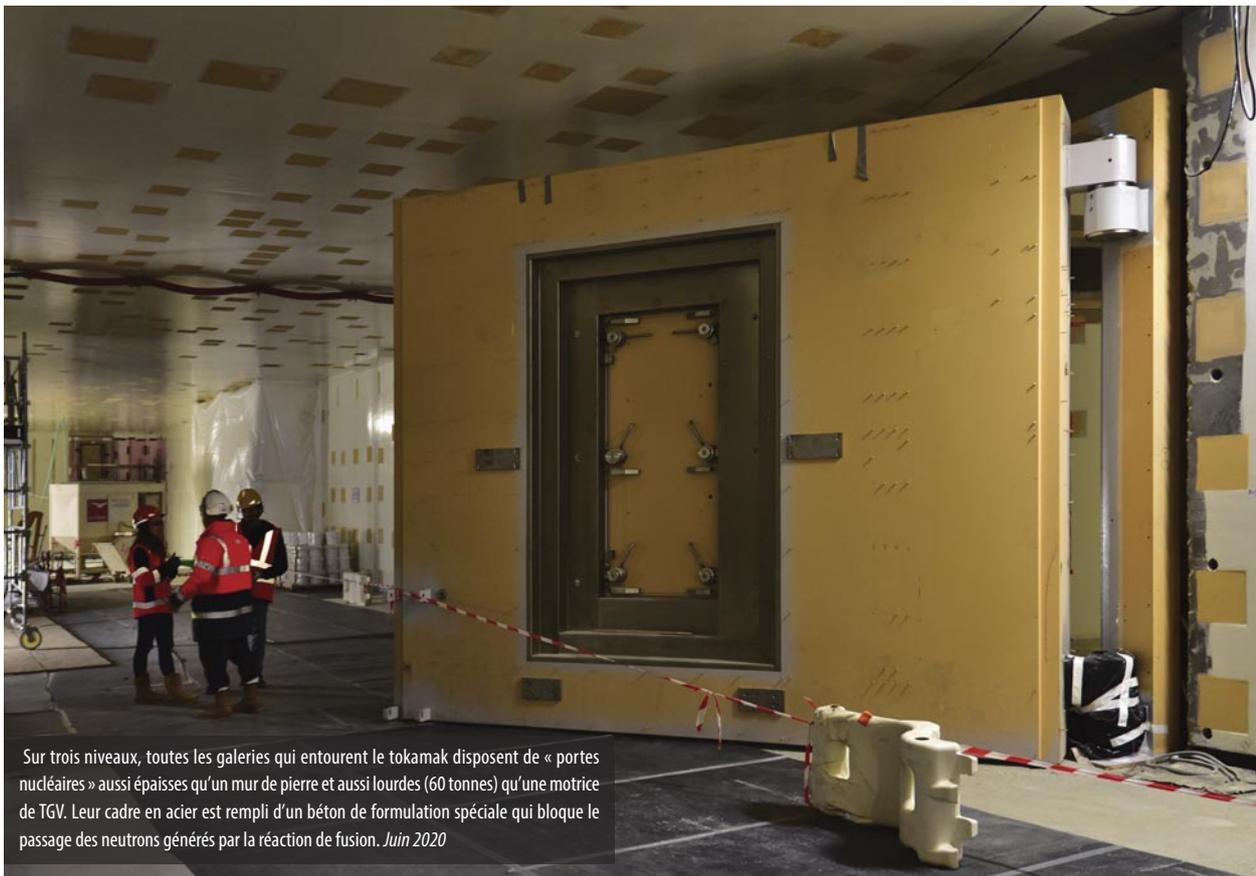
Toutes les opérations où des sources de rayonnements ionisants (sources radioactives ou générateurs électriques à rayonnements X) sont entreposées ou utilisées sont soumises à des mesures de sûreté et sécurité suivant trois axes :

- l'information et la formation systématique des intervenants, en accord avec le code de la santé publique et le code du travail,
- 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.

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.



Sur trois niveaux, toutes les galeries qui entourent le tokamak disposent de « portes nucléaires » aussi épaisses qu'un mur de pierre et aussi lourdes (60 tonnes) qu'une motrice de TGV. Leur cadre en acier est rempli d'un béton de formulation spéciale qui bloque le passage des neutrons générés par la réaction de fusion. Juin 2020

L'information et la formation

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

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

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

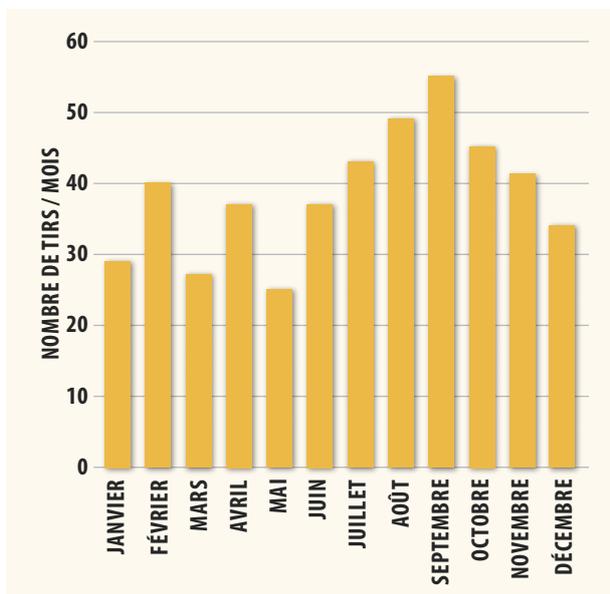
La nuit des tirs radiographiques, le coordinateur des tirs radiographiques de l'Organisation ITER est toujours présent et vérifie la mise en place des mesures définies par le conseiller en radioprotection. Il effectue des mesures radiologiques indépendantes en limite de balisage. Il vérifie l'entrée 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 2020, le nombre d'opérations de radiographie industrielle ou gammamétrie a de nouveau augmenté. Au total, 462 opérations ont été réalisées.

Nombre de tirs radiographiques par mois en 2020



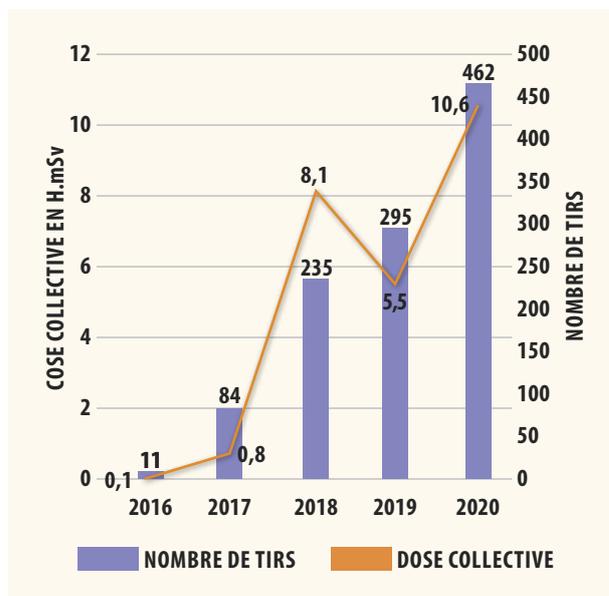
Le bilan dosimétrique du personnel impliqué dans la radiographie industrielle (travailleurs d'ITER et personnes des entreprises réalisant ou demandant les travaux de radiographie industrielle) pour l'année 2020 est donné dans le tableau ci-après.

Doses collectives pour le projet ITER en 2020

Dose collective travailleurs ITER	0,005 H.mSv
Dose collective intervenants extérieurs en support d'ITER	0,178 H.mSv
Dose collective intervenants extérieurs	10,615 H.mSv
Dose collective totale	10,798 H.mSv

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

L'augmentation de dose collective par rapport à 2019 est due à la forte augmentation des opérations de radiographie réalisées au cours de l'année. Cependant, il faut noter que la dose moyenne par opération reste stable.



Une fois mis en place, la base et le cylindre inférieur du cryostat ne sont pas encore solidarisés. Un espace de 4 centimètres les sépare, qui sera comblé au terme de cinq mois de soudage. Octobre 2020

Les cuves de drainage jouent un rôle essentiel dans la sûreté de l'installation. Après avoir été positionnées de manière temporaire, elles sont désormais solidement ancrées dans le radier du Complexe tokamak. *Décembre 2020*





INCIDENTS ET ACCIDENTS EN MATIÈRE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

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

Au sommet des tours de réfrigération, de puissants systèmes d'extraction accélèrent le processus d'évaporation des eaux de refroidissement de l'installation.



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

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

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

Pour information, en 2020, la consommation annuelle d'eau potable sur le chantier ITER (en provenance du Centre CEA de Cadarache) était d'environ 27 100 m³ pour l'ensemble du site ITER. La consommation d'eau brute provenant du Canal de Provence a été d'environ

49 600 m³ et celle du fioul s'est élevée à environ 330 m³.

En 2020, une augmentation de la consommation en eau potable de 20% environ, est observée. Ceci s'explique par une augmentation des activités liées à la construction et à l'installation des composants dans les bâtiments. De plus, des points de distribution d'eau potable ont été mis en place sur le chantier afin de permettre le lavage fréquent des mains dans le cadre de la gestion de la pandémie de Covid-19. L'augmentation notable de consommation d'eau brute en 2020 (de l'ordre de 80%) est liée aux tests d'étanchéité des bassins des futures tours aéro-réfrigérantes de l'installation ITER qui ont nécessité environ 26 000 m³ d'eau brute. Quant à la consommation en fuel, elle est stable.

Les rejets atmosphériques et liquides

Rejets atmosphériques

L'arrêté préfectoral prescrivant les valeurs limites des concentrations dans les rejets atmosphériques de la centrale à béton a été transféré à l'agence domestique européenne Fusion for Energy (F4E) qui est chargé du suivi de ces émissions. La cessation d'activité des centrales à béton a été communiquée à la Préfecture des Bouches-du-Rhône en janvier 2020. Il n'y a donc pas eu de mesures des émissions atmosphériques en 2020.

De plus en 2020, les remises à niveau des fluides frigorigènes des pompes à chaleur du site, des installations du bâtiment de fabrication des bobines de champ poloïdal et des réfrigérateurs des cantines, ont nécessité l'apport de 250 kg de R410A et 63 kg de R407C. Ces gaz, considérés comme des HFC (hydrofluorocarbures), ont fait l'objet d'une déclaration annuelle des rejets polluants au travers du système de « Gestion électronique du registre des émissions polluantes » (GEREP).

Effluents pluviaux

Suivant les prescriptions de l'arrêté préfectoral 2009-80A du 1^{er} décembre 2009, une campagne de mesures a été réalisée le 11 décembre 2020. Les prélèvements ont été réalisés en deux points différents pour vérifier le fonctionnement en dynamique du bassin d'orage et la conformité des rejets en matière en suspension (MES) et en hydrocarbures.

Les prélèvements ont montré des valeurs de concentration en hydrocarbures inférieures aux seuils réglementaires (5 mg/l). Une concentration de matière en suspension (MES) supérieure à la valeur préconisée dans l'arrêté préfectoral est observée à la sortie du bassin de la zone ITER. Ces dépassements ont régulièrement été observés et ont amené ITER à mettre en place un dispositif de décantation avec écrémateur sur le principal bassin de collecte des eaux pluviales afin de réduire les concentrations de matières en suspension. Les valeurs mesurées en MES en 2020 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 grâce à la mise en place de l'ouvrage de décantation.

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 présentaient des valeurs supérieures à 30 mg/l, avec toutefois une amélioration dans les valeurs à la sortie en bassin d'orage par rapport à l'année dernière.

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 2020, plusieurs rejets ont eu une concentration en matières azotées sous forme réduite (NTK) supérieure au seuil de l'arrêté préfectoral. Comme les années précédentes, ces dépassements sont dus à des températures d'effluents très basses, observées principalement en janvier 2020, ralentissant les métabolismes de traitement de l'azote (lorsque la température de la biomasse est inférieure à 12°C, les rendements épuratoires sont dégradés).

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

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

Suivi des eaux souterraines

Le suivi des eaux souterraines est réalisé annuellement. Les prélèvements ont été effectués le 7 décembre 2020 sur 10 piézomètres. Les analyses suivantes ont été effectuées : demande chimique en oxygène (DCO), demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO5), chlorures, matières azotées sous forme réduite (NTK), nitrites (NO₂) et nitrates (NO₃), phosphore total, indice d'hydrocarbure, sulfates, fluorures et métaux dissous (aluminium, bore, fer et zinc).

Sur l'IT 503, sur lequel une pollution en hydrocarbures avait été observée en 2015, la mesure DCO est de 30 mg O₂/l alors qu'elle a toujours été inférieure à 10 mg O₂/l, malgré cette pollution. A noter que la valeur en DCO prescrite dans l'arrêté préfectoral du 1^{er} décembre 2009 (n°2009-80A) est de 90 mg O₂/l pour émission liées aux eaux domestiques. La mesure DBO5 et des autres paramètres et notamment les hydrocarbures restent quant à eux à des concentrations normales pour des eaux souterraines. Vu qu'il s'agit du seul piézomètre qui a une

DCO supérieure à 10 mg O₂/l, ce résultat peut être lié à l'ancienne pollution. Une attention particulière continuera à être portée à ce piézomètre.

Pour tous les autres piézomètres, tous les paramètres analysés présentent 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.

Le bassin d'orage ITER a été nettoyé en 2020. Plusieurs nettoyages de grilles ont également été réalisés après des épisodes pluvieux intenses.

Le réseau pluvial enterré a fait l'objet d'un suivi régulier ; 25 % du réseau (soit plus de 5500 mètres) ont été inspectés par endoscopie en 2020, démontrant l'absence d'anomalie significative.

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

Les mesures mises en œuvre dans le passé pour réduire les niveaux de MES ont continué à être mises en œuvre en 2020 :

- la protection et la consolidation des talus,
- l'installation d'un système de décantation pour les eaux de pluie collectées sur la dalle du tokamak depuis 2014,
- l'amélioration de l'étanchéité des voies de circulation sur la plateforme,
- l'utilisation du dispositif de décantation, avec écrémeur, du principal bassin de collecte des eaux pluviales.

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 2020, il n'y a pas eu de rejet lié aux tours du circuit de refroidissement. Les rejets des effluents sanitaires et industriels sont bien inférieurs à ceux considérés dans l'étude d'impact d'ITER, et ne remettent pas en cause ses conclusions.

Impact des rejets radioactifs futurs

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

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

Il n'y a pas eu de nouvelle évaluation en 2020.



Un plongeur spécialisé se prépare à explorer les recoins des bassins chauds et froids de la zone de rejet thermique, qui ont été remplis – même « sur-remplis » – lors de tests de mise en service. Novembre 2020

Vue aérienne du site ITER à Saint-Paul-lez-Durance, où les 39 bâtiments de l'installation sont en cours de construction.



LES DÉCHETS D'ITER

Phase de construction

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

En 2020, environ 190 tonnes de déchets dangereux et environ 2500 tonnes de déchets non-dangereux ont été produits et gérés sur l'ensemble du site, dont environ 69% sont recyclables (bois, métal, papiers, cartons...).

La production de déchets non-dangereux est en augmentation de l'ordre de 30% en 2020, du fait de la gestion des emballages des composants après installation. Une diminution de près de 25% des déchets dangereux est observée en 2020. Celle-ci s'explique majoritairement par la réduction des transferts d'effluents aqueux contenant des substances dangereuses vers les filières dédiées.

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

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

Les déchets radioactifs

ITER pourra produire quelques déchets radioactifs de très faible activité (TFA) dès les premiers plasmas en hydrogène. À partir de la mise en service de l'installation lorsque l'INB utilisera du deutérium et/ou du deutérium-tritium, les neutrons produits lors des réactions de fusion activent les matériaux au sein du tokamak. Le remplacement des composants internes du tokamak génère des déchets d'exploitation. Des procédés d'étuvage et de détritiation sont mis en place pour récupérer la partie du tritium qui n'est pas utilisée dans la réaction de fusion. Le procédé génère des déchets activés et/ou contaminés par du tritium. ITER ne produira pas de déchets de haute activité à vie longue. Les quantités de déchets estimées ont été présentées dans le rapport préliminaire de sûreté. Ce sont des déchets TFA (très faible activité), déchets FMA-VC (faible et moyenne activité à vie courte), déchets purement tritiés et déchets MA-VL (moyenne activité à vie longue) tritiés produits pendant la phase d'exploitation (1 200 tonnes) et pendant la phase de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement (34 000 tonnes). Il n'y a pas eu de nouvelle évaluation en 2020.

La gestion des déchets radioactifs

L'« Accord ITER⁶ », intégré dans le droit français⁷, stipule dans son article 16 que, à l'issue de la phase de mise à l'arrêt définitif, la responsabilité des installations sera transférée au pays hôte (la France) et que celle-ci sera également responsable du démantèlement final de l'installation. Pour chaque catégorie de déchet, des traitements spécifiques ont été programmés avant leur prise en charge pour stockage par le pays hôte.

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

Le CEA est chargé de fournir à l'Organisation ITER, pour le compte 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.



Au sein du consortium AMW (Ansaldo Nucleare, Mangiarotti, Walter Tosto et sous-traitants), la fabrication des cinq secteurs de chambre à vide progresse (ici, un segment du secteur n°5). L'Europe fournit 5 des 9 secteurs requis pour former l'enceinte de forme toroidale de la machine.

⁶ voir chapitre « l'organisation d'ITER »

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

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

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



Les fluides de refroidissement fournis aux différents éléments du tokamak sont distribués par un réseau de « lignes cryogéniques » (cryolines) long de 5,5 kilomètres. Plus de 500 sections doivent être installées et soudées dans des conditions d'accès souvent difficile. Mai 2020

- Le groupe de travail entre le CEA et l'Organisation ITER sur la cohérence technique et l'optimisation des phases liées au démantèlement s'est à nouveau réuni plus d'une dizaine de fois en 2020 et a finalisé l'analyse portant sur le bilan à mi-2020 des évolutions concernant :
 - les conditions radiologiques,
 - les fonctions et la conception des bâtiments nucléaires d'ITER depuis 2001,
 - les options de gestion des déchets.

Les activités du groupe de travail ont été étendues afin d'analyser, au cours des mois à venir, les évolutions réglementaires survenues depuis la signature des accords ITER en 2007 et pouvant impacter le scénario de démantèlement.

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

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

- étude de concept d'un conteneur de stockage de dimensions supérieures à celles actuellement autorisées au Centre de Stockage de l'Aube en vue d'expédier des déchets de grandes dimensions sans réduction de volume. Cette option ne sera pas développée plus en détail compte tenu de la taille du conteneur et des contraintes liées à son chargement.

- étude et recommandations pour l'acceptabilité des déchets premier et second plasmas en cas d'activation mineure.
- étude et recommandations pour l'acceptabilité des déchets purement tritiés au Centre de Stockage de l'Aube après décroissance. Ce rapport est en cours d'analyse avec le CEA.

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

Au cours de la période d'exploitation d'ITER, l'Organisation ITER constitue un Fonds (ci-après « le Fonds ») en vue du déclassement des installations ITER. Les modalités de constitution du Fonds, de son estimation et de sa mise à jour, les conditions pour les modifications et pour son transfert à l'État d'accueil sont inscrites dans les règles de gestion des ressources pour le projet visées à l'article 9.

À l'issue de la phase finale de fonctionnement expérimental d'ITER, l'Organisation ITER met les installations ITER, dans un délai de cinq ans, ou moins en cas d'accord avec l'État d'accueil, dans les conditions à convenir et mettre à jour en tant que de besoin entre l'Organisation ITER et l'État d'accueil, puis l'Organisation ITER remet à l'État d'accueil le Fonds et les installations ITER en vue de leur déclassement.

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.

Les droits et obligations respectifs de l'Organisation ITER et de l'État d'accueil et les modalités de leur interaction en ce qui concerne le déclassement d'ITER sont fixés dans l'accord relatif au siège visé à l'article 12, aux termes duquel l'Organisation ITER et l'État d'accueil conviennent entre autres que :

- a. après la remise des installations ITER, l'État d'accueil continue d'être lié par les dispositions de l'article 20 ; et
- b. l'État d'accueil fait régulièrement rapport à tous les membres qui ont contribué au Fonds sur l'état d'avancement du déclassement et sur les procédures et les technologies mises en œuvre ou créées aux fins du déclassement.

La bobine de champ poloïdal n°6, fournie par l'Europe et produite en Chine, sera la première à intégrer l'assemblage de la machine. Depuis Hefei, où elle a été fabriquée, jusqu'au site d'ITER, elle aura parcouru plus de 10 000 kilomètres. *Juin 2020*



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 2020. 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 2020, la première tour de refroidissement du bâtiment de fabrication des bobines de champ poloïdal était en fonctionnement :

- du 2 mars au 19 mars,
- du 24 juin au 30 septembre,
- du 26 novembre au 31 décembre.

Les tours n'étaient pas en fonctionnement sur les autres périodes de l'année.

Des analyses mensuelles ont donc été réalisées pendant ces périodes de fonctionnement. Dix analyses ont été réalisées sur des échantillons prélevés dans le circuit de décharge de la tour de refroidissement et une analyse sur un échantillon prélevé au niveau de l'alimentation en eau de la tour. Aucune trace de *Legionella Pneumophila* n'a été détectée dans ces analyses, ce qui est conforme avec les prescriptions du Décret n° 2013-1205 du 14 décembre 2013.

Les données correspondantes aux analyses effectuées sur le circuit de refroidissement du bâtiment de fabrication des bobines de champ poloïdal ont fait l'objet d'un enregistrement sur le réseau de « Gestion

informatisée des données d'auto-surveillance fréquentes, GIDAF » en application de l'arrêté ministériel du 28 avril 2014. L'analyse méthodique des risques (AMR) de ces tours de refroidissement a été mise à jour en septembre 2020.

Des mesures ont également été effectuées en 2020 sur 32 points du réseau d'eau chaude dans l'ensemble des bâtiments sur le site. Aucune présence de *Legionella Pneumophila* et *Legionella spp* n'a été détectée sur 31 des points de prélèvement, c'est-à-dire que les résultats étaient bien en dessous des niveaux d'alarme (valeurs mesurées <10 « Unités formant colonies par litre » d'eau alors que l'arrêté du 1er février 2010 requiert des concentrations <1000 « Unités formant colonies par litre » d'eau). Néanmoins une mesure concernant les douches d'un bâtiment montre une valeur de 35 000 UFC/l en *Legionella Pneumophila*. Un choc de désinfection chimique a été réalisé suivi d'un nouveau prélèvement montrant des résultats conformes. En attendant une modification de conception pour éviter que le problème se reproduise, seules des douches à l'eau froide sont possibles dans ce bâtiment.

Eclairage 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).

Accueillis par le président Macron, en duplex depuis le palais de l'Élysée, les hauts représentants des Membres d'ITER ont donné le coup d'envoi de la phase d'assemblage de la machine lors d'une cérémonie virtuelle organisée le 28 juillet dans le Hall d'assemblage. *Juillet 2020*



LES ACTIONS EN MATIERE DE TRANSPARENCE ET D'INFORMATION

The ITER Project: moving toward First Plasma



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

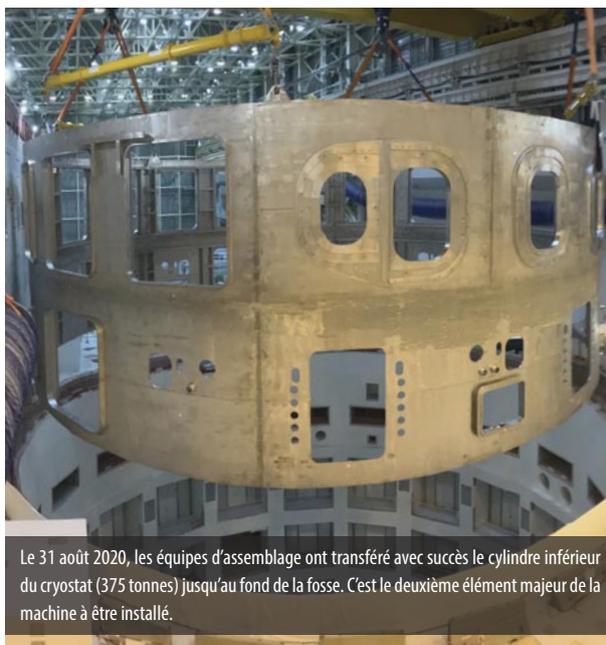
L'organisation de l'information destinée au public et les vecteurs de communication s'articulent, entre autres, autour des publications d'ITER (site internet, hebdomadaire, magazine, rapports annuels, communiqués de presse, présentations à des conférences nationales et internationales, journées portes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

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

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

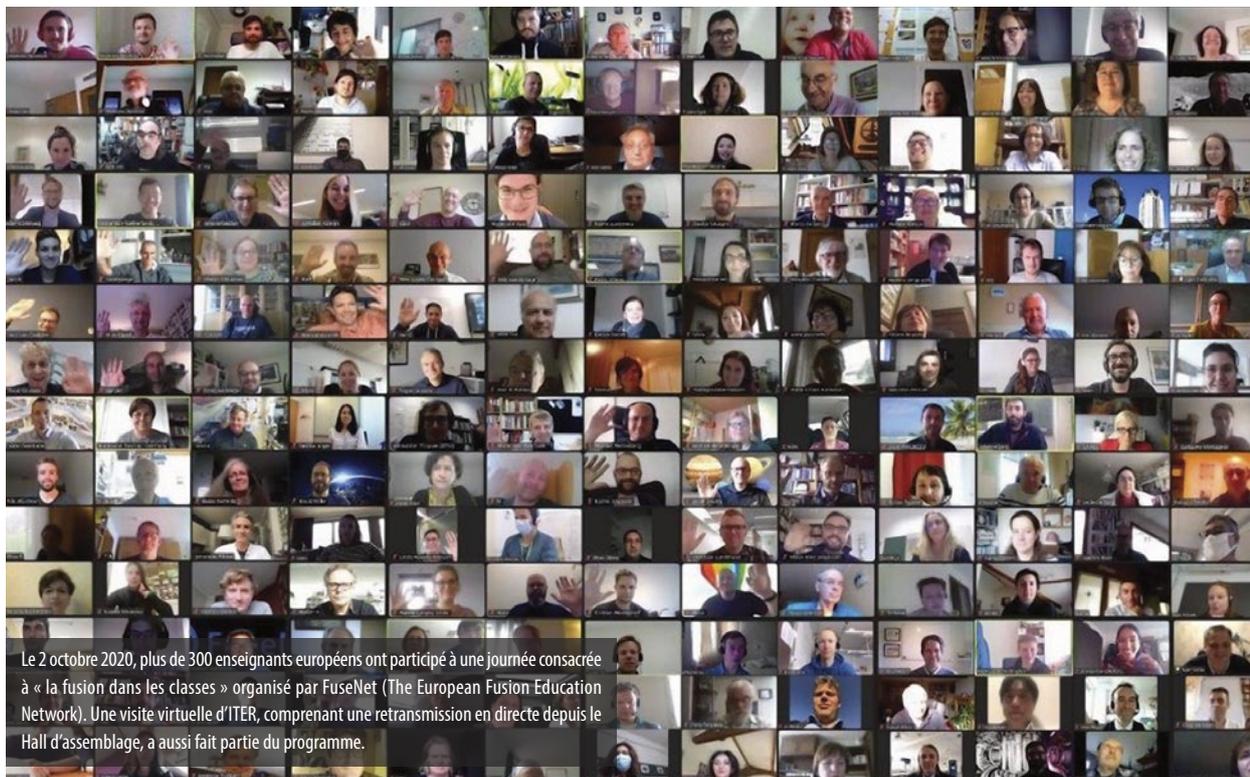
Article 19.1 : « Toute personne a le droit d'obtenir, auprès de l'exploitant d'une installation nucléaire de base [...] les informations détenues [...] sur les risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants pouvant résulter de cette activité et sur les mesures de sûreté et de radioprotection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

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 31 août 2020, les équipes d'assemblage ont transféré avec succès le cylindre inférieur du cryostat (375 tonnes) jusqu'au fond de la fosse. C'est le deuxième élément majeur de la machine à être installé.

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. En 2020, l'Organisation ITER a participé à la réunion publique de la CLI sur ITER et aux diverses commissions de la CLI (Commission Information du Public, Commission Environnementale et Technique pour ITER,...).



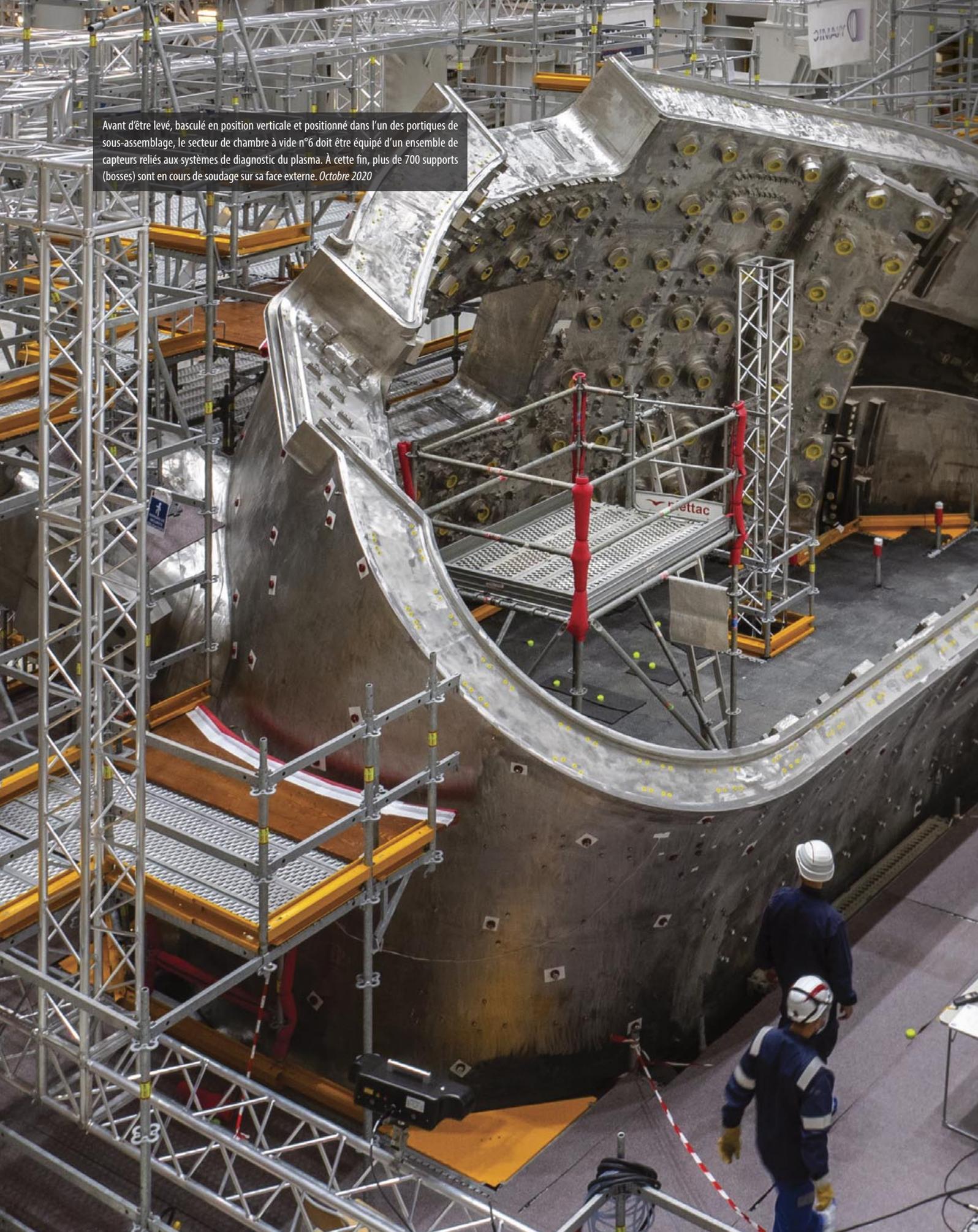
Le 2 octobre 2020, plus de 300 enseignants européens ont participé à une journée consacrée à « la fusion dans les classes » organisé par FuseNet (The European Fusion Education Network). Une visite virtuelle d'ITER, comprenant une retransmission en direct depuis le Hall d'assemblage, a aussi fait partie du programme.



Le tableau ci-après résume les activités mises en place en 2020 par l'exploitant.

Participation aux réunions publiques de la CLI	L'Organisation ITER participe aux réunions publiques de la CLI Cadarache pour répondre aux questions des participants. En 2020, la réunion publique ITER s'est tenue le 15 décembre en visioconférence.
Site internet d'ITER	En français : http://www.iter.org/fr/accueil En anglais : http://www.iter.org/
Site de l'Agence ITER France	http://www.itercad.org/
Journaux et magazines d'ITER	<ul style="list-style-type: none"> • ITER Newsline : http://www.iter.org/news/whatsnew Publication hebdomadaire sur l'actualité de l'ensemble du programme ITER (chantier, fabrications, ...). • ITER Mag : http://www.iter.org/fr/news/mag Magazine publié une fois en 2020 en anglais et en français, avec possibilité pour le public de s'abonner.
Publication de l'Agence ITER France	<ul style="list-style-type: none"> • Interface : http://www.itercad.org/interface.php • Itinéraire news
Rapports d'enquête publique et annuels	http://www.iter.org/fr/dac http://www.iter.org/fr/tsn
Visites du site ouvertes au public	2 392 visiteurs accueillis en 2020 dont 1 009 scolaires et universitaires. Information sur les inscriptions sur : https://www.iter.org/fr/visiting
Accueil presse	Plus de 50 journalistes originaires des sept états membres ont été accueillis à ITER dans le cadre de voyages de presse au cours de l'année 2020.
Journées « portes ouvertes »	Traditionnellement, ITER organise deux journées « portes ouvertes », au printemps et à l'automne mais en 2020 il n'a pas été possible d'organiser ces événements en raison du contexte sanitaire.
Réseaux sociaux	<ul style="list-style-type: none"> • Facebook : https://www.facebook.com/ITEROrganization • Twitter : https://twitter.com/iterorg • LinkedIn : https://www.linkedin.com/company/iter-organization • Instagram : https://www.instagram.com/iterorganization • Youtube : https://www.youtube.com/user/iterorganization <p>Ces réseaux sont également accessibles à partir du site internet d'ITER : http://www.iter.org/fr/multimedia</p>

Avant d'être levé, basculé en position verticale et positionné dans l'un des portiques de sous-assemblage, le secteur de chambre à vide n°6 doit être équipé d'un ensemble de capteurs reliés aux systèmes de diagnostic du plasma. À cette fin, plus de 700 supports (bosses) sont en cours de soudage sur sa face externe. *Octobre 2020*



CONCLUSION GÉNÉRALE

Le chantier de l'installation ITER a continué à progresser à un rythme soutenu au cours de l'année 2020, mais cependant inférieur aux performances des années précédentes en raison de la pandémie, avec une montée en puissance des activités d'installation. En décembre 2020, 72% 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. Dès le mois de mars, un « plan de continuité » a été mis en place qui a permis de maintenir les activités critiques du programme tout en appliquant de manière particulièrement stricte les mesures édictées par les autorités sanitaires.

Le premier secteur de chambre à vide, qui constitue la première barrière de confinement et dans laquelle aura lieu la réaction de fusion a été livré au mois d'août. La base et le cylindre inférieur du cryostat ont été transportés dans le bâtiment tokamak et positionnés avec une précision remarquable compte tenu de leurs

dimensions, en vue de leur soudure. Les outils utilisés pour l'assemblage des écrans thermiques, des bobines de champ toroïdal et des secteurs de chambre à vide ont été qualifiés.

L'impact du chantier sur l'environnement continue d'être suivi avec attention. Les tests d'étanchéité sur les bassins des futures tours aéro-réfrigérantes ont conduit à une forte augmentation de la consommation d'eau brute. Une amélioration de la quantité de matières en suspension dans les effluents pluviaux est à noter pour cette année 2020. Du fait de l'augmentation des activités d'installation sur le site, la quantité de déchets non-dangereux a cru par rapport à l'an dernier, mais celle des déchets dangereux a 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 2021 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 1^{er} plasma, il n'y a pas de béryllium dans la chambre à vide mais le béryllium est entreposé et manipulé sur site. L'objectif est d'obtenir un courant de plasma d'environ 1 MA avec un combustible hydrogène (dit plasma H-H).

2024-2028

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

2026 – 2028

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

2029 – 2030

Deuxième phase plasma

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

2030 – 2032

Troisième phase d'assemblage. Troisième mise en service.

2032 – 2034

Troisième phase plasma

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

2034-2035

Quatrième phase d'assemblage. Arrivée du tritium sur site comme décrit à l'article 20 du VI du Décret 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.

ANNEXE : PLANIFICATION DU PROJET ITER : UNE APPROCHE PAR ÉTAPES



Non loin du bâtiment d'assemblage, un espace couvert permet d'entreposer deux bobines toroïdales pour des activités de pré-assemblage.

En route vers le puits d'assemblage, le cylindre inférieur passe à la verticale des portiques de pré-assemblage, hauts de plus de 20 mètres. Août 2020



GLOSSAIRE



A**Accident**

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

Activité (radiologique)

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

Alpha

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

Assurance qualité (AQ)

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

Atome

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

Autorité de sûreté nucléaire

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

B**Barrière**

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

Bêta

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

C**CET**

Commission environnementale et technique de la CLI de Cadarache.

Chambre à vide

Pariol 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 déclassement choisi.

Deutérium

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

Dose

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

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

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

E

Écran

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

Effet falaise

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

Effluent

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

Entreposage (de déchets radioactifs)

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

Euratom

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

Exposition

Fait d'être exposé à des rayonnements ionisants.

Exposition interne

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

Exposition externe

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

F

Fission

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

Fusion

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

Fréquence et longueur d'onde

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

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

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

G

Gamma

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

Gestion des déchets

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

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 pétrolières.

I

Ignition

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

INB (Installation nucléaire de base)

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

Incident

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



Environ 800 petites « bosses » doivent être soudées sur les faces extérieures de chaque secteur de la chambre à vide. D'autres sont prévues sur les faces intérieures, mais ce travail sera abordé une fois les secteurs dans la fosse du tokamak. Octobre 2020

Intérêts

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

Irradiation

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

Isotope

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

ITER

Le « chemin » en latin.

M

MA

Méga-ampère

Matière radioactive

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

N

Neutron

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

Noyau

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

Noyau dur

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

P

Périmètre nucléaire

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

Plans d'intervention

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

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

Plasma

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

Point zéro

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

Prévention

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

Procédé

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

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

Un procédé peut être décrit par une procédure.

Protection

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

R

Radier

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

Radioactivité

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

Radionucléide ou radioélément

Élément chimique naturellement ou artificiellement radioactif.

Radioprotection

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

Rayonnements ionisants

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

Rejet (liquide ou gazeux)

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

RPrS

Rapport préliminaire de sûreté

RTE

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

S

Sécurité nucléaire

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

Séisme majoré de sécurité (SMS)

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

Séisme maximal historiquement vraisemblable (SMHV)

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

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

Substance dangereuse

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

Sûreté nucléaire

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

Système de confinement

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

T

Tokamak

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

Traitement des déchets

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

Tritium

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



Les grandes galeries autour de la machine seront bientôt remplies d'équipements. Octobre 2020 © Les Nouveaux Médias/SNC ENGAGE

U

Unités

eV	Électronvolt : unité de mesure d'énergie $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
J	Joule : unité de mesure d'énergie du système international d'unités
MW	Mégawatt (10^6 Watt):unité de puissance, de flux énergétique et de flux thermique

Unités de la radioactivité

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

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

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

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

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

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



MEMORANDUM

Date: 03 Juin 2021

Référence: ITER_D_5EAHSL

Sujet: Observations et recommandations du Comité d'Hygiène et de Sécurité d'ITER sur le rapport TSN de 2020

De: Membres du CHS

Observations et recommandations du Comité d'Hygiène et de Sécurité d'ITER sur le rapport TSN de 2020

A: Président du CHS – Stéphane Calpena

Le Comité d'Hygiène et Sécurité (CHS) d'ITER a pris note du rapport réglementaire intitulé "Rapport d'Information sur la Sûreté Nucléaire et de Radio protection du site ITER – 2020"

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

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.

eu

india

Etant donné que d'autres bâtiments et zones du chantier sont du ressort du Collège Inter-entreprises de Sécurité, de Santé et des Conditions de Travail (CISSCT), le CHS considère que le CISSCT devrait également être sollicité afin de donner son avis sur ce rapport.

japan

korea

russia

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

usa

- I. Commentaires et requêtes relatifs au contenu du rapport :
 - a. Ce rapport suivant l'évolution des risques, des sujets sont approfondis cette année, e.g. béryllium et déchets nucléaires. Le CHS salue cette stratégie qui répond à la requête 1-d de nos recommandations du rapport 2019.
 - b. L'impact du Covid-19 sur les activités 2020 sera a priori présenté lors de l'ITER COUNCIL 28 du 16 Juin 2021. Dans l'attente de ces annonces, le CHS souhaite remercier le groupe dédié C19 pour ses interactions avec le CHS et les employés ITER. D'un point de vue sanitaire, les mesures mises en place par ITER en lien avec les médecins du CEA semblent avoir été efficaces. Le CHS sera particulièrement vigilant sur la reprise des visites médicales qui ont été grandement impactées.
 - c. Le CHS a été informé des avancées quant à l'établissement d'un pôle de compétences sur la radioprotection. Il est prévu que le CHS soit consulté sur ses modalités de travail (*Term of References*).

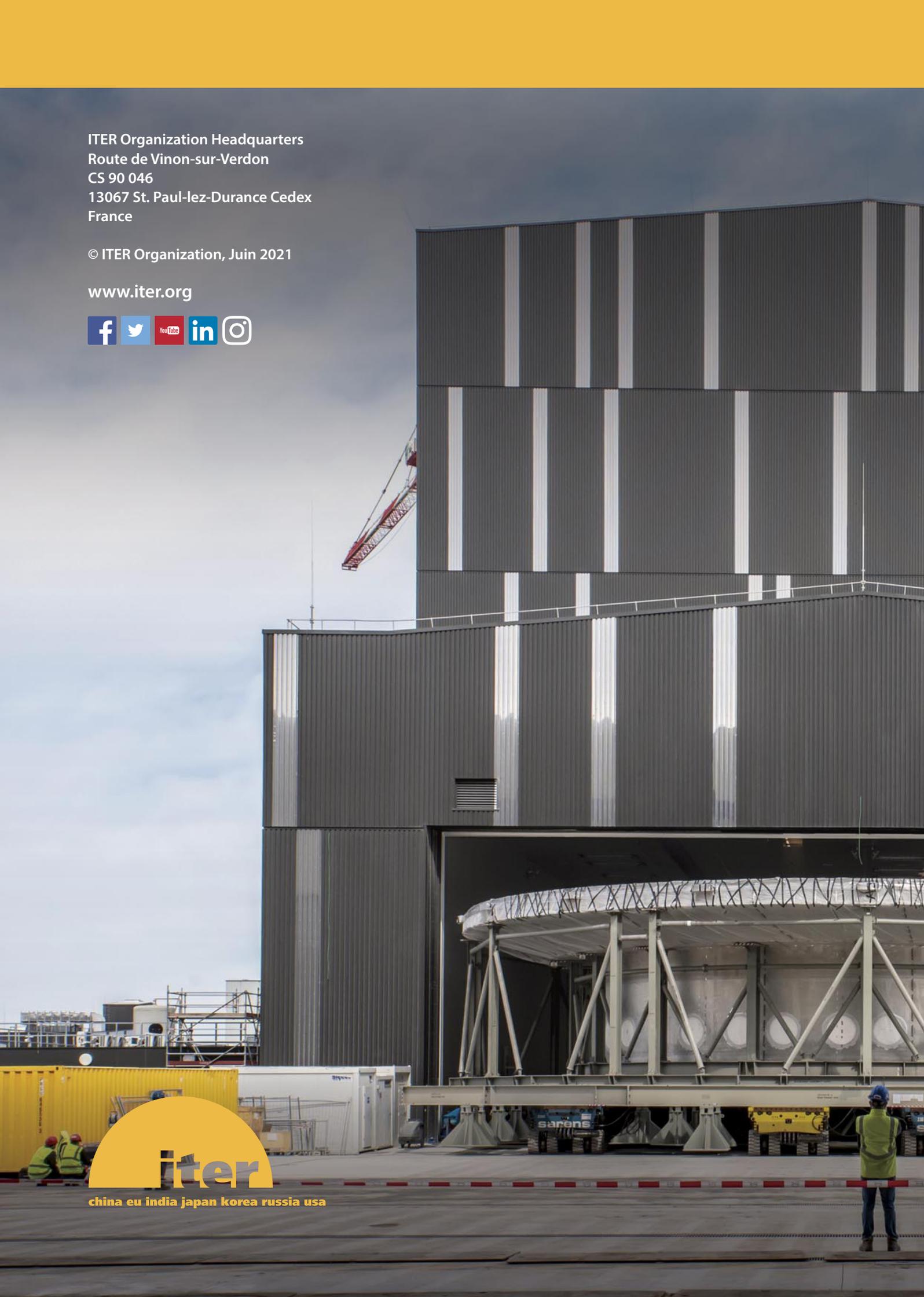
- II. Commentaires et requêtes relatifs à l'implication du CHS dans les actions de sécurité:
- a. Le CHS salue la mise en place systématique du télétravail quand cela est compatible avec les tâches à réaliser. Néanmoins les impacts d'une diminution des contacts professionnels et sociaux devront être analysés en relation avec les médecins du CEA.
 - b. Le personnel ITER travaillant sur site, en particulier dans le hall d'assemblage et le bâtiment tokamak, a largement augmenté en 2020. De par la Covid, les visites de sécurité sur site des membres du CHS ont été limitées alors que les opérations lourdes s'accélérent. Le CHS compte sur la division protection, santé et sécurité et APAVE pour suivre de près les risques afférents.
 - c. L'ouverture en 2020 du poste de chef du département SQD, qui a pris ses fonctions en 2021, peut s'ensuivre d'une vision légèrement différente de la thématique sécurité au sein d'ITER. Le CHS est ouvert à toute piste d'amélioration et continuera de travailler en relation étroite avec le département SQD et la division protection, santé et sécurité en particulier.

En conclusion, le Comité Hygiène et Sécurité d'ITER émet un avis favorable concernant le présent rapport TSN 2020.

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

© ITER Organization, Juin 2021

www.iter.org



china eu india japan korea russia usa