

RAPPORT TRANSPARENCE ET SÉCURITÉ NUCLÉAIRE 2020

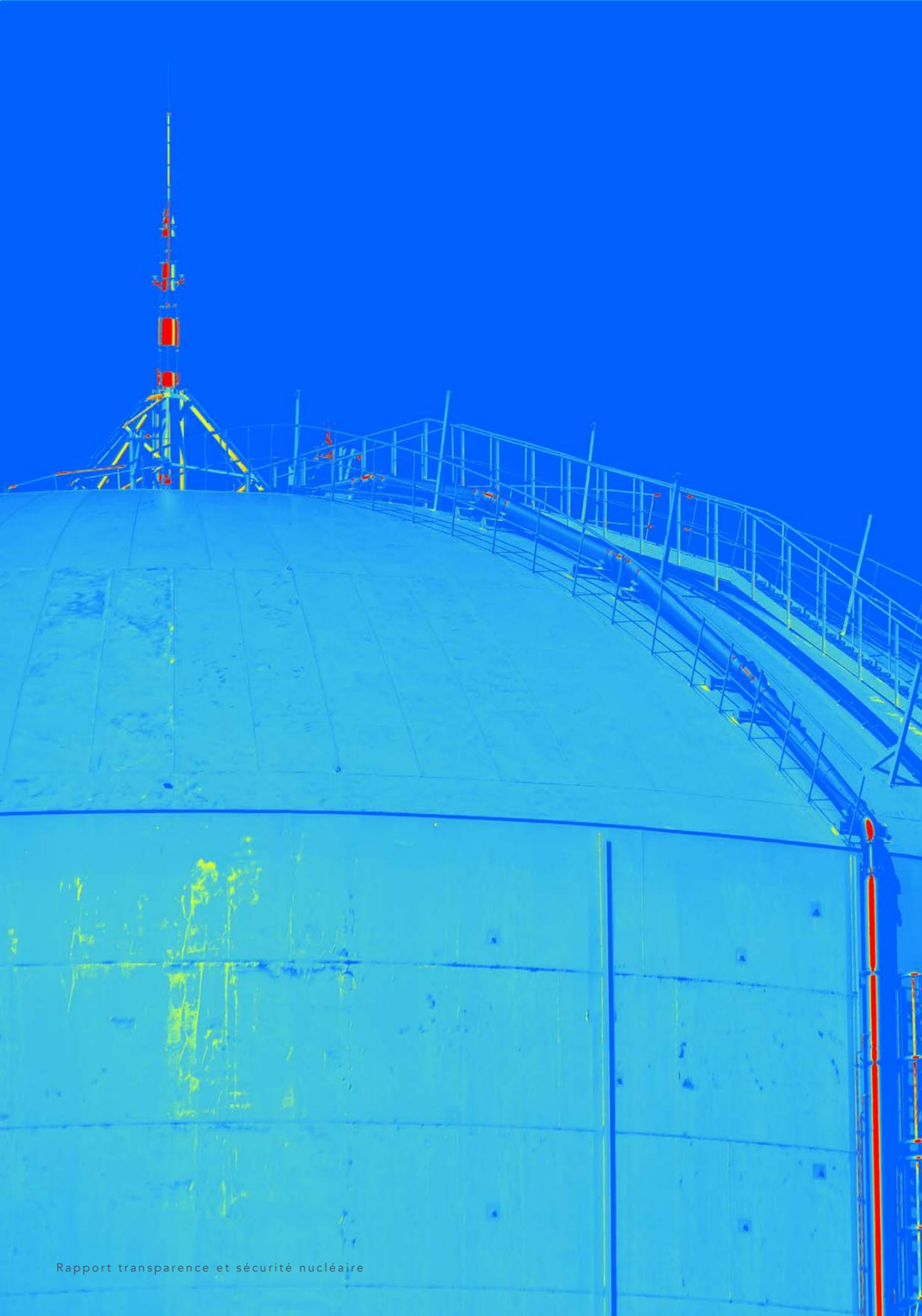


NEUTRONS
FOR SOCIETY



SOMMAIRE

EDITORIAL	5
1. INTRODUCTION	6
2. PRÉSENTATION DE L'INSTITUT ET DU RÉACTEUR À HAUT FLUX	8
2.1 Le réacteur	9
2.2 L'utilisation des neutrons par les scientifiques	10
Exemples de belles réussites scientifiques en 2020	14
Modernisation des instruments	16
3. DISPOSITIONS PRISES EN MATIÈRE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE RADIOPROTECTION	18
3.1 Dispositions générales d'organisation	19
3.2 Dispositions techniques en matière de sûreté nucléaire	20
Faits marquants en matière de sûreté	21
Système de management intégré	22
Audits internes et externes	22
Inspections de l'ASN	22
Bilan des transports de matières radioactives	22
Exercices de préparation aux situations d'urgence	23
Perspectives pour l'année 2021	23
3.3 Dispositions techniques en matière de radioprotection	23
Faits marquants de l'année 2020	24
Dosimétrie du personnel : résultats	24
4. ÉVÈNEMENTS SIGNIFICATIFS EN MATIÈRE DE SÛRETÉ ET DE RADIOPROTECTION	26
4.1 Bilan 2020	27
5. RÉSULTATS DES MESURES DES REJETS LIQUIDES ET GAZEUX	28
5.1 Les rejets gazeux	29
5.2 Les rejets liquides	30
5.3 Les rejets non radioactifs	32
5.4 Impact des rejets sur l'environnement	32
Impact des rejets gazeux	32
Impact des rejets liquides	33
6. GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS	34
6.1 Quantité de déchets évacués en 2020	34
Déchets de laboratoire	34
Déchets TFA	34
Déchets FA/MA/HA	34
6.2 Quantité de déchets présents dans l'installation en fin d'année 2020	35
7. GLOSSAIRE	36
8. RECOMMANDATIONS DU CSSCT DE L'ILL	38



L'année 2020 a été marquée par la crise sanitaire. L'ILL a dû adapter son programme de fonctionnement afin d'optimiser, d'une part, les périodes de fonctionnement pour accueillir les utilisateurs scientifiques, d'autre part, les périodes d'arrêt utilisées pour les opérations de maintenance réglementaire et l'installation de nouveaux instruments scientifiques. Au final, l'ILL a réalisé deux cycles de fonctionnement.

D'un point de vue de la sûreté, les dernières inspections de l'ASN se sont bien déroulées. C'est grâce aux efforts de l'ensemble de notre personnel ces dernières années que l'ILL a pu regagner la confiance de l'ASN sur le respect de la réglementation. Celle-ci a noté des améliorations dans la gestion de l'incendie, des déchets, des modifications et dans le suivi des engagements notamment. Cependant, nous devons démontrer notre capacité à maintenir cette confiance en intensifiant nos efforts et en restant extrêmement vigilants.

L'année 2020 a été marquée par la fin de l'instruction du réexamen de sûreté décennal, qui avait officiellement débuté le 11 février 2019. La réunion du Groupe Permanent a finalement eu lieu en novembre 2020. Les conclusions de l'instruction du dossier de réexamen sont globalement positives et l'ILL sera autorisé à fonctionner pendant les dix prochaines années. Cette autorisation est assortie d'une liste d'engagements destinés à améliorer encore le niveau de sûreté. L'ILL a transmis à l'ASN un planning de ses activités sur la période 2020-2025, en tenant compte de ces engagements et des autres programmes de maintenance essentiels. Outre les études complémentaires en support à la démonstration de sûreté, les principaux enjeux de ces engagements de modifications sont liés au renforcement de la protection incendie ainsi que du pont polaire au niveau D du bâtiment réacteur. Une décision de l'Autorité de Sûreté est attendue pour finaliser ce réexamen de sûreté.

En application des exigences associées aux Equipements Sous Pression Nucléaire (ESPN), l'ILL a réalisé une requalification de son bloc pile sous le contrôle d'un Organisme Habilité qui, en fin d'intervention, a délivré une autorisation à la poursuite du fonctionnement du bloc pile pour les dix prochaines années.

Par ailleurs, l'ILL a réalisé les premières opérations sur l'installation DETRITIATION pour, entre autres, procéder au déclasserement des équipements ESPN et à la réduction au niveau le plus bas possible de la radioactivité qui pourrait en principe être dégagé par l'installation lors d'un accident/incident. Il a aussi réalisé avec succès un audit ISO 17025 éd. 2017 pour les activités de son laboratoire environnement.

En 2021, l'ILL poursuivra ses efforts pour pérenniser les résultats obtenus en termes de management de la sûreté. L'ILL suivra son plan d'actions établi à la suite du réexamen de sûreté décennal avec les priorités d'instructions des autorisations discutées avec l'ASN. Pour exemple, l'ILL poursuivra les opérations sur l'installation DETRITIATION pour pré-assainissement et enclenchera le grand arrêt H1-H2 qui sera mis à profit pour remplacer un doigt de gant mais également pour réaliser une partie des modifications définies à la suite du réexamen.

L'ILL engagera le projet d'« Aménagement Mineur » de l'Autorisation de Rejet et de Prélèvement des Eaux, ARPE, conformément aux discussions issues du réexamen de sûreté et aux évolutions attendues par l'ASN et par l'ILL.

Toutes ces actions seront un atout pour les négociations en cours en vue du renouvellement du protocole intergouvernemental de l'ILL qui couvrira la période 2024-2033.

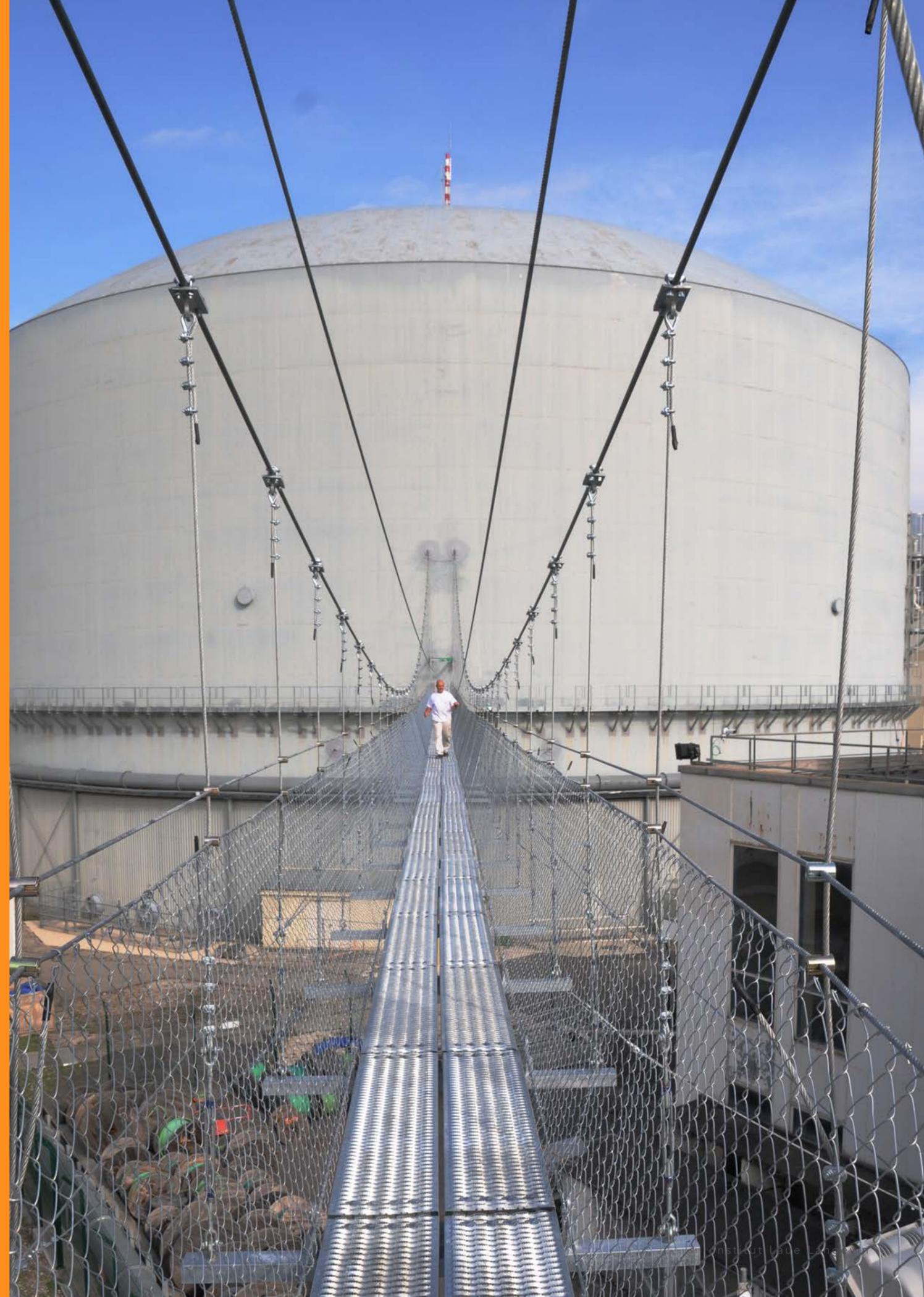
Helmut Schober
Directeur de l'ILL

1 INTRODUCTION

L'Institut Laue Langevin (ILL) est un organisme de recherche de renommée internationale en sciences et techniques neutroniques. L'ILL propose aux scientifiques une instrumentation de haute technologie. En tant qu'institut de service, l'ILL met ses installations et son expertise à la disposition des visiteurs scientifiques du monde entier. Tous les ans, environ 1400 chercheurs viennent à l'ILL réaliser des expériences sélectionnées par les comités d'experts du Conseil Scientifique de l'Institut. Environ 800 expériences ont été menées avec succès en 2020.

L'Institut est doté d'une source de neutrons très intense, le Réacteur nucléaire à Haut Flux qui constitue l'Installation Nucléaire de Base n° 67. L'installation est soumise au Décret n° 94-1042 du 5 décembre 1994 portant nouvelle autorisation de création par l'Institut Max Von Laue-Paul Langevin d'une installation dénommée Réacteur à Haut Flux, sur le site de Grenoble (Isère).

Conformément à l'article L125-15 du Code de l'Environnement, l'Institut Laue Langevin, en tant qu'exploitant d'une Installation Nucléaire de Base, doit produire chaque année le présent rapport d'information du public.



2 PRÉSENTATION DE L'INSTITUT ET DU RÉACTEUR À HAUT FLUX

L'Institut Laue Langevin et le Réacteur à Haut Flux sont situés au Nord du polygone scientifique de Grenoble, sur le site EPN-Campus regroupant plusieurs organismes scientifiques :

- l'ILL, Institut Laue Langevin.
- l'ESRF, European Synchrotron Radiation Facility.
- l'EMBL, European Molecular Biology Laboratory.
- le CIBB, Carl-Ivar Bränden Building, bâtiment abritant des partenariats scientifiques en biologie structurale et en virologie.
- l'IBS, Institut de Biologie structurale.

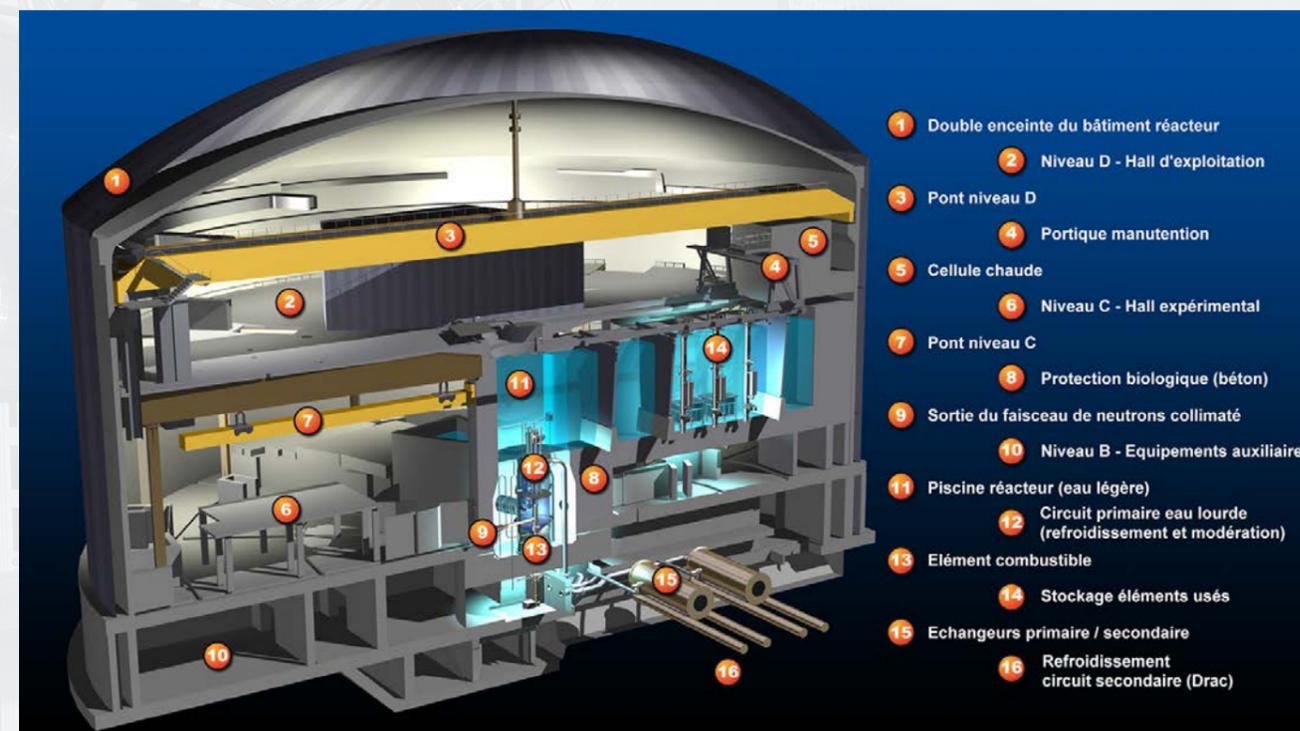
Environ 1300 personnes travaillent sur le site.

L'Institut Laue Langevin est géré par trois pays associés, la France (CEA et CNRS), l'Allemagne et le Royaume Uni.

Onze partenaires scientifiques participent également à son financement. Son budget pour 2020 était de 102 M€. 543 personnes d'une quarantaine de nationalités différentes travaillent à l'ILL.



2.1 Le réacteur



Coupe du bâtiment réacteur de l'ILL.

Le Réacteur à Haut Flux de l'ILL fonctionne en continu durant des cycles de 50 jours. Son cœur est constitué d'un élément combustible unique d'uranium très enrichi refroidi à l'eau lourde et permet ainsi de produire le flux de neutrons le plus intense du monde soit $1,5 \times 10^{15}$ neutrons par seconde et par cm^2 . La puissance thermique, de 58 MW, est évacuée par un circuit secondaire alimenté par l'eau du Drac. La cuve à eau lourde contenant le cœur est située dans une piscine remplie d'eau déminéralisée qui assure une protection vis-à-vis des rayonnements neutrons et gammas émis par le cœur. Le réacteur est piloté au moyen d'une barre absorbante de neutrons que l'on extrait au fur et à mesure de la consommation de l'uranium. Il possède en outre 5 barres de sécurité, également absorbantes de neutrons, dont la fonction est l'arrêt d'urgence du réacteur.

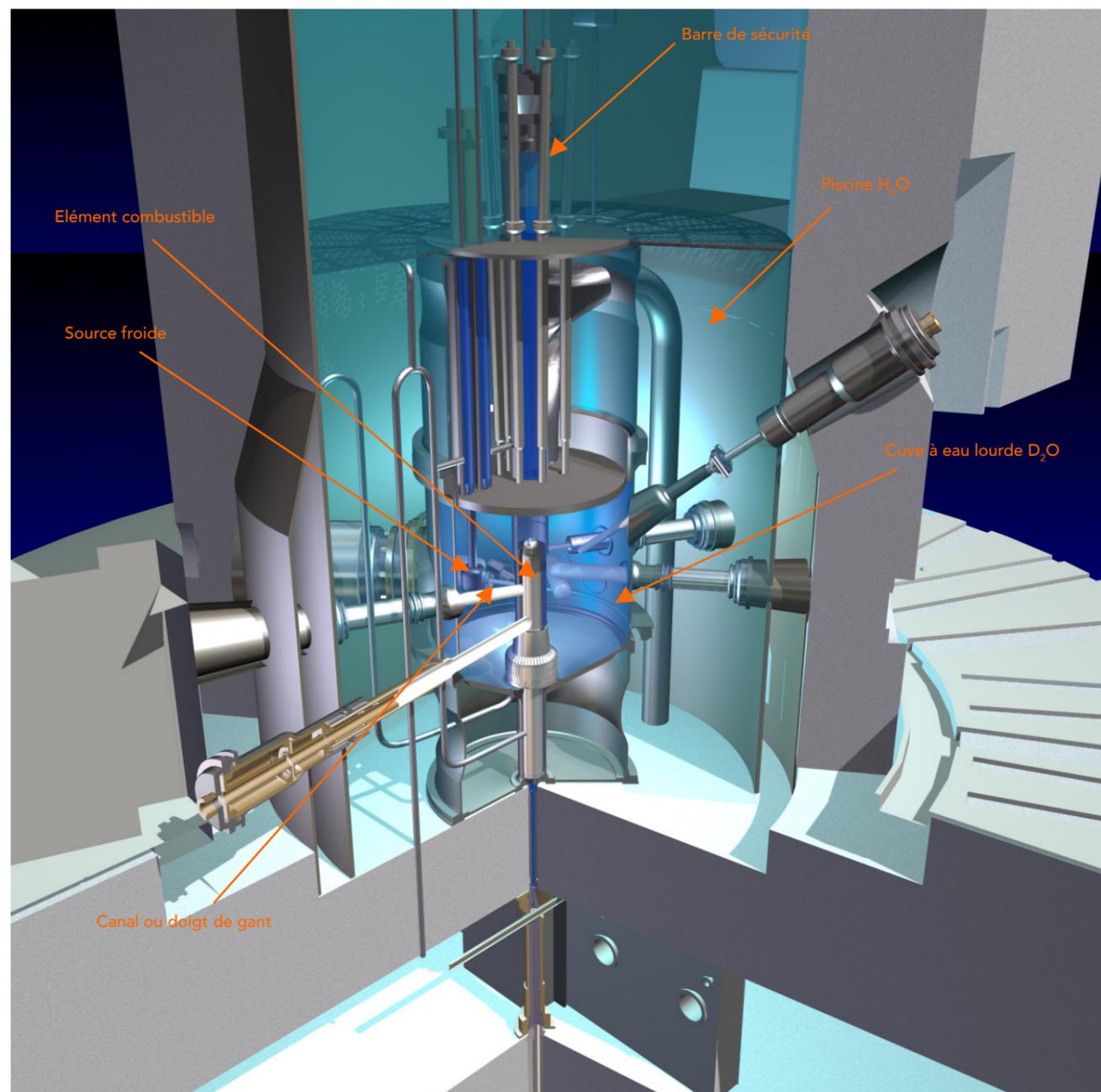
Les neutrons produits dans le réacteur par la réaction de **fission** ont une très grande énergie (vitesse : 20 000 km/s). Ils sont ralentis par l'eau lourde afin de pouvoir à la fois provoquer de nouvelles fissions pour entretenir la réaction en chaîne (neutrons thermiques dont la vitesse est de 2,2 km/s) et alimenter les dispositifs expérimentaux des scientifiques.

Trois dispositifs situés à proximité immédiate du cœur permettent également de produire des neutrons chauds (10 km/s) ainsi que les neutrons froids et ultra-froids (700 m/s et 10 m/s) : il s'agit d'une part de la source chaude, constituée d'une sphère de graphite maintenue à 2600°C et de deux sources froides, dont la plus importante est constituée d'une sphère contenant 20 litres de Deutérium maintenue à l'état liquide à -248°C dans laquelle les neutrons, par une succession de collisions avec les atomes de deutérium sont ralentis à l'énergie recherchée. Les neutrons sont alors prélevés au sein de la cuve par une vingtaine de canaux, dont certains pointent sur l'une des sources froides ou chaude. Ces canaux, prolongés par des guides de neutrons alimentent ensuite une quarantaine d'aires expérimentales équipées d'une instrumentation de pointe situées jusqu'à 100 mètres du réacteur.

Deux cycles de fonctionnement ont été effectués en 2020 avec un taux de disponibilité de 98 %. Début octobre, l'arrêt pour la requalification de la cuve du réacteur (Requalification du Bloc-Pile, RQBP, une des priorités de 2020), a commencé. Le RQBP est maintenant terminée, et valide pour 10 ans.

2.2 L'utilisation des neutrons par les scientifiques

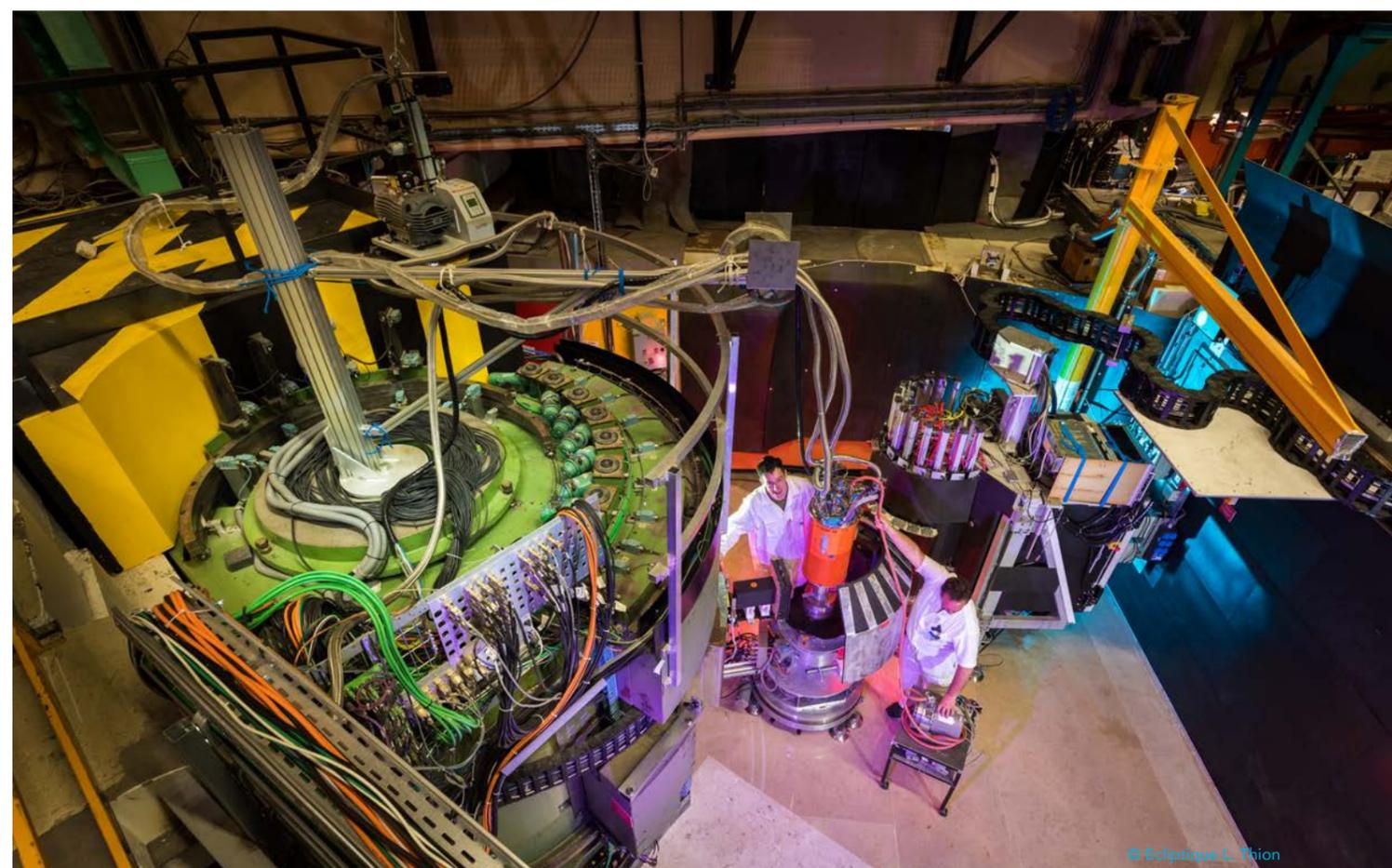
Les neutrons permettent d'explorer la matière de façon non-destructive, dans les domaines scientifiques les plus variés : physique, chimie, biologie et biotechnologies, nanotechnologies, géosciences ou génie civil. Le principe de la majorité des expériences est toujours le même : les scientifiques placent l'échantillon de matière à étudier dans le faisceau de neutrons issu du réacteur (après avoir sélectionné finement l'énergie des neutrons au moyen de monochromateurs et de sélecteurs) ; les neutrons sont diffusés par l'échantillon ; la détection et la mesure des neutrons diffusés leur fournissent, après traitement, des informations sur les caractéristiques physiques de leur échantillon. L'objectif essentiel est d'approfondir les connaissances sur la matière, quel que soit son état, afin de développer les matériaux et les médicaments du futur.



Le réacteur de l'ILL.

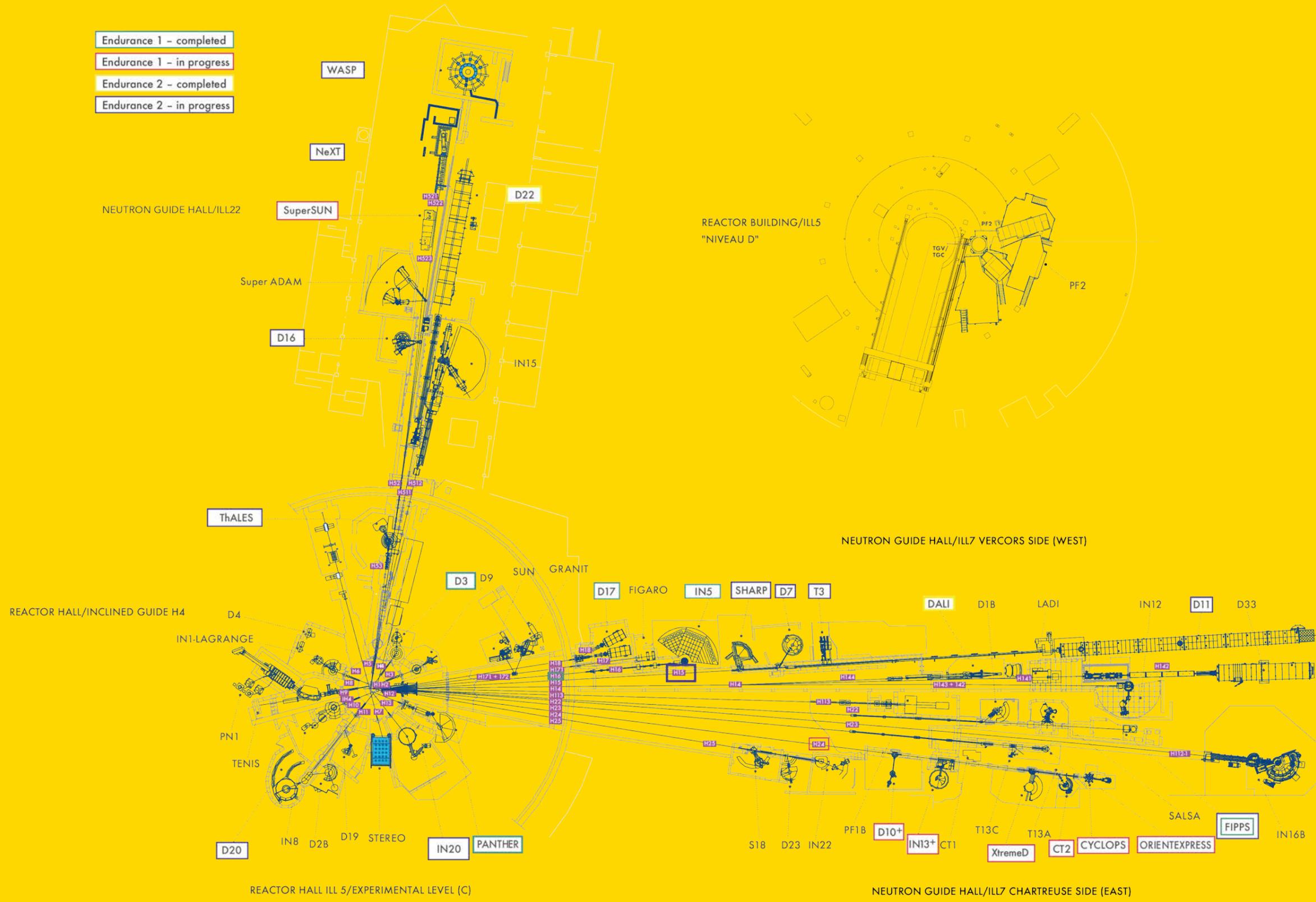


Hall d'expériences ILL7.



IN8 - Un des instruments de l'ILL.

Plus de quarante instruments permettent aux physiciens du monde entier de venir effectuer des expériences, dont les résultats devront être publics (publication dans des revues scientifiques) et dont les applications devront rester dans le domaine civil.



EXEMPLES DE BELLES RÉUSSITES SCIENTIFIQUES EN 2020

L'étude sur les bactéries magnétiques pourrait orienter la recherche sur les nanorobots médicaux

Les bactéries magnétotactiques (BMT) sont des microorganismes aquatiques très répandus qui ont la capacité de s'orienter en fonction des champs magnétiques. Les BMT exercent leurs talents de navigation magnétique à l'aide de magnétosomes, composés de nanoparticules magnétiques enfermées dans une membrane, que les BMT biominéralisent naturellement. Ces nanoparticules sont disposées en une chaîne qui agit comme une boussole magnétique, ce qui permet aux bactéries de se déplacer dans des sédiments et des colonnes d'eau stratifiées chimiquement et par oxydoréduction pour satisfaire leurs besoins nutritionnels en utilisant le champ magnétique terrestre. Ce comportement inhabituel leur confère un intérêt nous permettant d'améliorer notre compréhension du biomagnétisme, et potentiellement d'exploiter leurs capacités pour des technologies futures, telles que les nanorobots médicaux.

Les scientifiques de l'ILL ont étudié l'agencement et la géométrie précises des magnétosomes de la souche BMT *Magnetospirillum gryphiswaldense*. La diffusion neutronique aux petits angles (DNPA) en mode faisceau de neutrons polarisés a permis aux chercheurs d'analyser à la fois les composants structuraux et la disposition magnétique - ce qui est possible car les neutrons interagissent avec les deux. Les magnétosomes et les bactéries magnétotactiques sont d'excellents candidats pour de nombreuses applications, allant du diagnostic biomédical aux traitements hyperthermiques du cancer. La détermination de la configuration magnétique de la chaîne de magnétosomes est d'une importance capitale pour toute application future ; cependant, il est difficile de la sonder directement. La diffusion des neutrons aux petits angles résolue (ou « polarisée ») est l'un des rares outils qui peuvent être utilisés pour étudier les nanoparticules à une échelle pertinente.

Ces résultats permettront de mieux comprendre comment le comportement de la chaîne peut affecter les applications du BMT. Ils sont susceptibles d'orienter le développement de nanorobots biologiques qui pourraient administrer des médicaments ou effectuer des interventions chirurgicales mineures à l'intérieur de l'organisme.

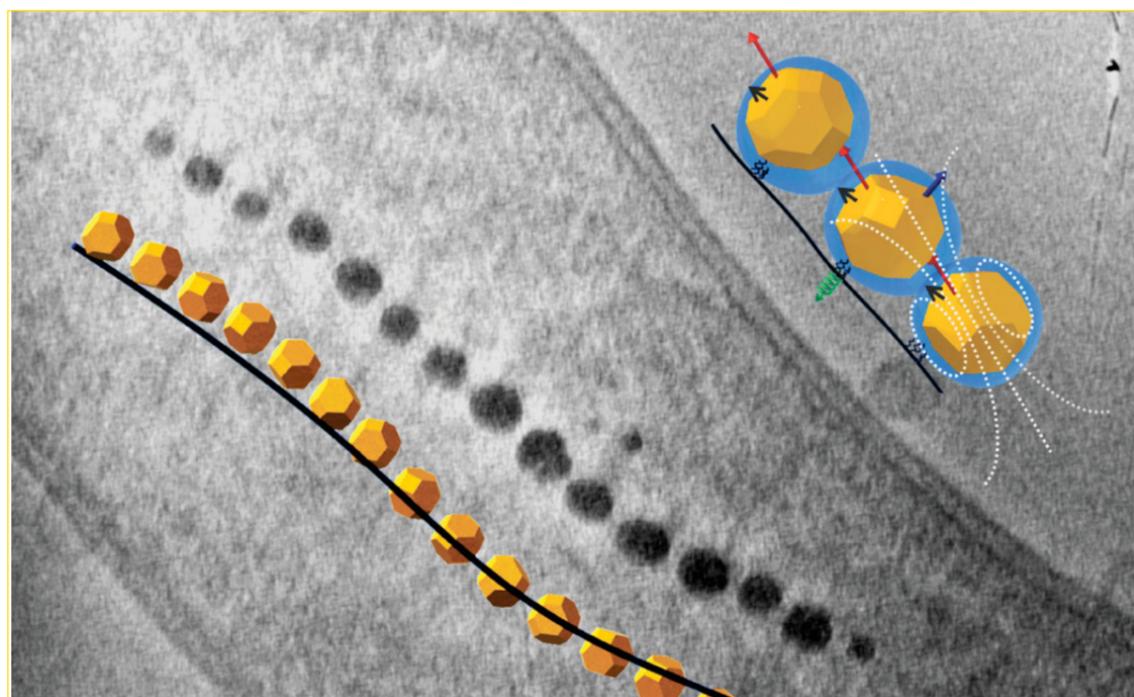


Image de microscopie électronique d'une bactérie magnétotactique, montrant le magnétosome, qui ressemble à un collier de perles foncées à l'intérieur de la bactérie. Au-dessus, on distingue un modèle du magnétosome avec sa chaîne hélicoïdale de nanoparticules magnétiques (jaune).

La tomographie à neutrons rapides permet de suivre le cheminement de l'eau dans les plantes

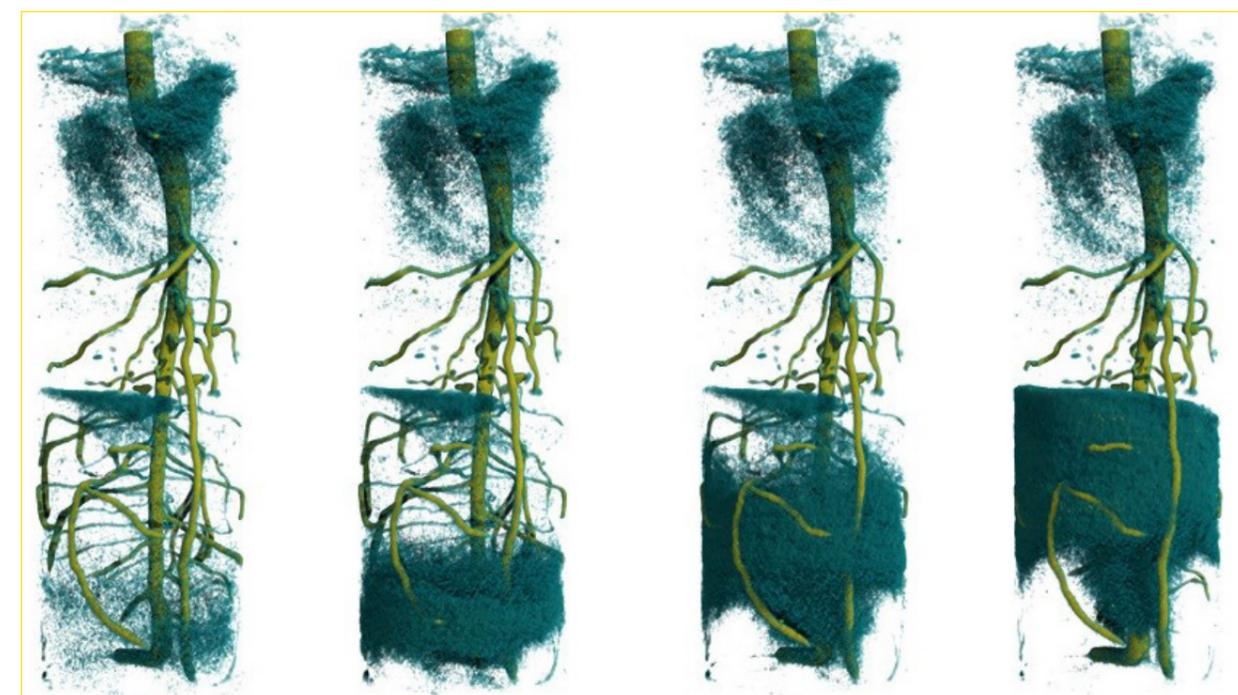
La façon dont les plantes absorbent l'eau et les nutriments du sol dépend fortement des propriétés de transport du sol à proximité des racines, une zone appelée rhizosphère. Une meilleure compréhension de ces interactions entre les racines et le sol pourrait permettre d'optimiser l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la production végétale, ce qui contribuerait à répondre aux exigences accrues d'une population mondiale croissante et de ressources limitées.

C'est pourquoi les scientifiques veulent en savoir plus sur la façon dont les changements structuraux et biochimiques dans la rhizosphère affectent la manière dont l'eau et les nutriments pénètrent dans les racines. L'imagerie neutronique est idéale pour cette application car lorsque les neutrons interagissent avec des atomes tels que l'hydrogène et le lithium, ils deviennent très visibles alors que les métaux tels que l'aluminium et le titane sont essentiellement transparents. Cette méthode d'imagerie distingue également les isotopes de l'hydrogène, ce qui permet d'utiliser comme agent de contraste une molécule d'eau plus lourde d'un point de vue isotopique, appelée eau deutérée. Ce type d'eau est également bien toléré par les plantes.

Cependant, la vitesse d'acquisition relativement lente de l'imagerie neutronique a rendu son utilisation difficile pour les études 3D résolues dans le temps de processus rapides comme l'absorption d'eau.

La nouvelle installation d'imagerie NeXT-Grenoble à l'ILL peut fournir la puissance nécessaire à une imagerie neutronique plus rapide. Les données acquises ont dépassé les attentes non seulement en termes de vitesse d'acquisition mais aussi de rapport signal/bruit et de résolution spatiale globale, montrant que cette approche était parfaitement adaptée à l'étude de l'interaction du sol et de l'eau avec les racines.

Maintenant que les chercheurs ont démontré la faisabilité technique de la tomographie à neutrons rapides, ils prévoient de concevoir des caméras plus rapides avec des stades de rotation améliorés, spécifiques pour cette application. Ils souhaitent également essayer d'ajuster le flux de neutrons pour améliorer davantage la résolution temporelle de cette technique.



Images d'une vidéo qui montre la série temporelle complète acquise grâce à la tomographie à neutrons rapides pendant la montée de l'eau et la rotation du système racinaire. Credit: Christian Tötze, University of Potsdam.

MODERNISATION DES INSTRUMENTS

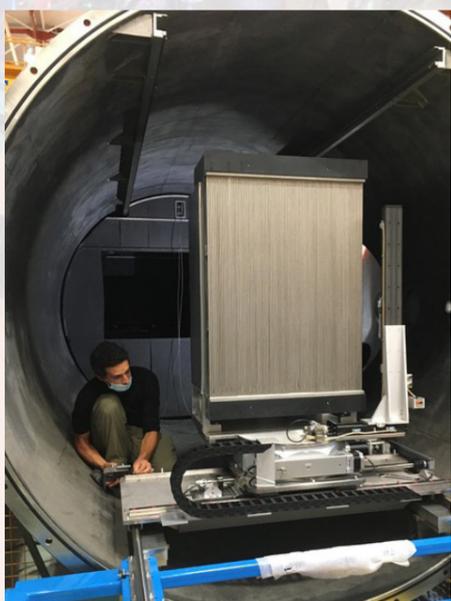
Pour maintenir son leadership mondial, l'ILL a multiplié ses capacités d'innovation, d'ingénierie et de réalisation en construisant de nouveaux instruments toujours plus performants. Dans la continuité du programme Millénum, c'est l'objectif de la phase 1 du **programme Endurance** qui a débuté en 2016. Les premiers instruments d'Endurance sont maintenant disponibles pour les utilisateurs. Le succès de l'appel à projets du programme Endurance 2 a conduit l'ILL et ses partenaires à sélectionner et proposer un programme en trois parties qui va s'étendre jusqu'en début 2024.

Les Associés de l'ILL ont décidé de financer intégralement Endurance 2. Ce nouveau programme devrait encore améliorer les performances des instruments pour proposer à nos utilisateurs le meilleur niveau mondial en science neutronique. Ce programme ambitieux nécessite une planification minutieuse afin de s'assurer que le calendrier de construction des nouveaux instruments soit coordonné avec les cycles de fonctionnement du réacteur dans le but de garantir une production ininterrompue de neutrons pour les instruments existants.

Les gains de performance attendus avec les nouveaux instruments doivent s'accompagner d'un programme de recherche et d'innovation dans tous les domaines techniques, y compris la simulation (calculs, réalité virtuelle...) pour améliorer la conception des instruments et de leur environnement.

Tout ce programme de nouveaux projets, de recherche et développement permettra aux instruments de l'ILL de rester la référence des technologies neutroniques. L'intégralité des instruments du programme Endurance devrait être disponible pour les utilisateurs d'ici en début 2024.

En plus de ces projets de modernisation, le personnel de l'ILL s'investit constamment dans des activités nécessaires au quotidien comme les travaux de maintenance et de rénovation des infrastructures techniques et des équipements informatiques associés.



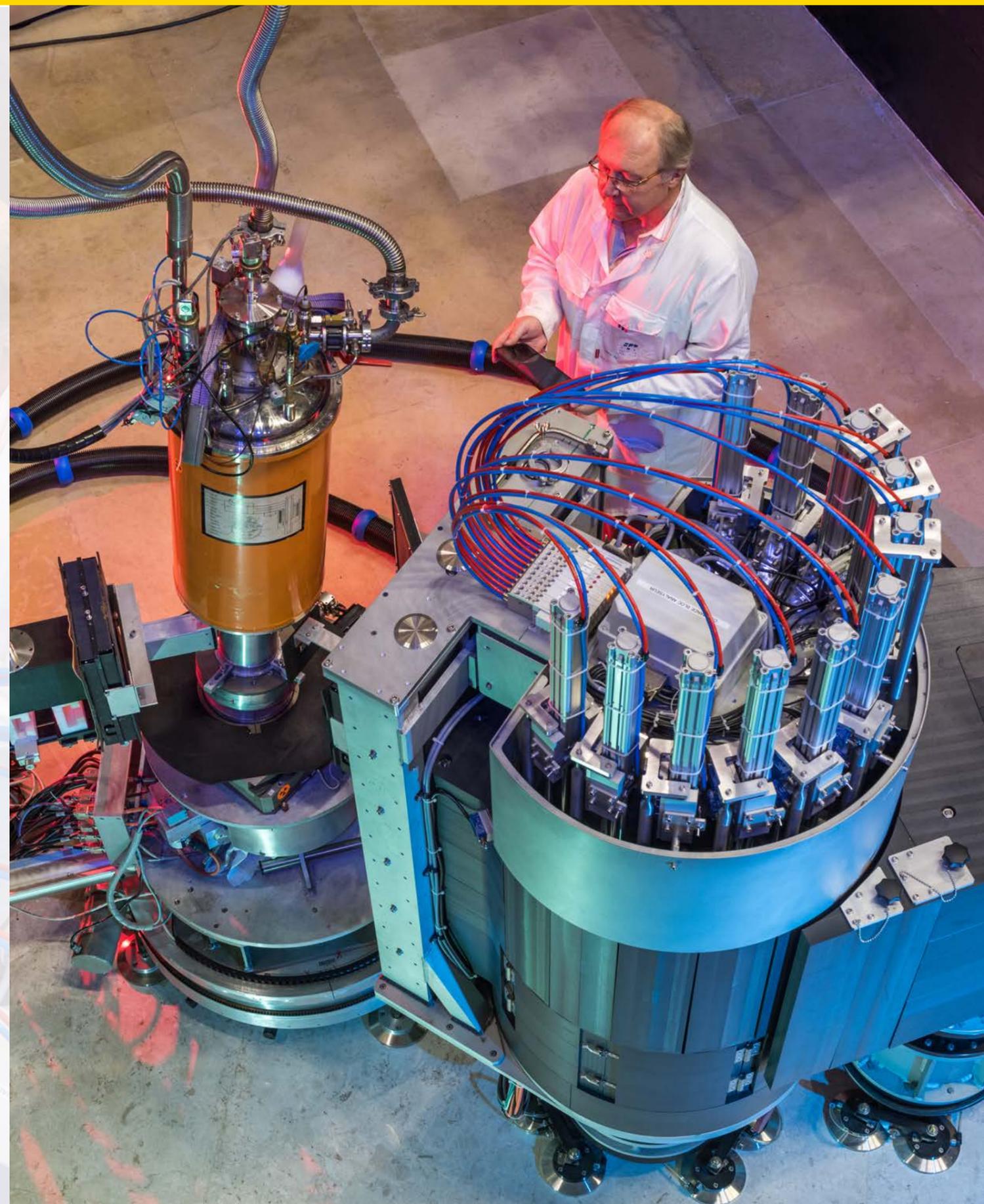
Le nouveau détecteur de l'instrument D22.



Le nouveau instrument DALI.



Le nouveau monochromateur de l'instrument IN8.



© Ecliptique L. Tion



L'une des spécificités des installations nucléaires est de présenter des risques potentiels liés à la mise en œuvre de substances radioactives émettant des **rayonnements ionisants**. Dans le cas du Réacteur à Haut Flux, il s'agit essentiellement des **produits de fission radioactifs** produits dans le cœur du réacteur par la réaction de fission et des **produits d'activation** résultant de l'action des neutrons (issus de la fission) sur les matériaux constituant les structures proches du cœur. En cas d'accident, ces substances radioactives, si elles étaient relâchées dans les bâtiments de l'installation et dans l'environnement, pourraient entraîner des expositions significatives des travailleurs et des personnes du public, ainsi que des contaminations de l'environnement. C'est pourquoi, à l'ILL comme dans toute installation nucléaire, des dispositions techniques et organisationnelles sont mises en œuvre pour réduire les risques à un niveau jugé acceptable. Ceci constitue le domaine de la sûreté nucléaire, qui recouvre les dispositions destinées à :

- Assurer le fonctionnement normal du réacteur en respectant les normes en matière de rejets d'effluents radioactifs (gazeux et liquides) et en matière d'exposition du personnel.
- Prévenir les incidents et accidents.
- Limiter les conséquences des éventuels incidents et accidents susceptibles de se produire malgré les mesures prises pour les éviter.

3.1 Dispositions générales d'organisation

L'Institut Laue Langevin, exploitant nucléaire, du Réacteur à Haut Flux est organisé en quatre divisions :

- La Division Science (DS) qui regroupe les scientifiques et les techniciens affectés aux aires expérimentales, ainsi que les équipes support du programme expérimental.
- La Division Projets Techniques (DPT) qui conçoit et assure la maintenance des outils expérimentaux : guides neutrons, monochromateurs, spectromètres, diffractomètres et détecteurs.
- La Division Administration (DA), chargée des achats, des finances et des ressources humaines.
- La Division Réacteur (DRe) qui est chargée d'assurer le fonctionnement, la maintenance et la sûreté du réacteur.

Le Chef de la Division Réacteur est le Chef de l'INB 67 par délégation du Directeur de l'ILL. Il est responsable de la sûreté nucléaire et de l'exploitation du Réacteur à Haut Flux. Il s'appuie pour cela sur **la Cellule Sûreté (CS)** et sur les trois services responsables de l'exploitation et de la conduite du réacteur, ainsi que de sa maintenance (soit environ 90 personnes).

La conduite du réacteur est assurée par 6 équipes de quart, composées chacune de 5 agents qui travaillent en 2x12h.

Un Ingénieur est d'astreinte en permanence et assume, par délégation du chef de la Division Réacteur, la responsabilité d'intervention immédiate dans les différentes phases de fonctionnement du réacteur.

L'exploitation du Réacteur à Haut Flux est réalisée conformément à son référentiel de sûreté, composé entre autres d'un rapport de sûreté et de règles générales d'exploitation approuvés par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), ainsi que de prescriptions techniques notifiées par cette dernière pour le domaine de fonctionnement autorisé. Toute modification de l'installation, visant par exemple à atteindre un meilleur niveau de sûreté ou à l'adapter aux besoins évolutifs de la recherche est soumise à autorisation de l'ASN si elle nécessite une évolution de la démonstration de sûreté, tout en restant conforme au décret d'autorisation de création.

La maîtrise des situations d'urgence repose sur une organisation décrite dans le **Plan d'Urgence Interne (PUI)** approuvé par l'ASN. Si les conséquences d'une situation d'urgence dépassaient les limites du site de l'ILL, la préfecture appliquerait le **Plan Particulier d'Intervention (PPI)**. Chaque année, au moins un exercice PUI permet aux personnes impliquées dans l'organisation de crise de s'entraîner. En ce qui concerne le risque incendie, trois personnes formant l'EPI (Equipe de Première Intervention) sont disponibles à tout moment pour intervenir sur un départ de feu avant l'arrivée de la FLS (Formation Locale de Sécurité) du CEA Grenoble et/ou du SDIS 38. Il s'agit de personnels formés et entraînés au risque incendie qui assument cette fonction en plus de leur poste de travail.

L'organisation de l'ILL relative à la protection des intérêts et des travailleurs s'appuie également sur trois services directement rattachés à la direction de l'institut et présentés dans les trois paragraphes suivants.

La Cellule Qualité Sûreté Risques (CQSR) est chargée du suivi, de l'amélioration et de la surveillance du système de management intégré qui permet d'assurer que les exigences relatives à la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. En outre, la CQSR est responsable de la gestion globale des risques à l'ILL et assure également des missions de prévention à la corruption.

Le Service Radioprotection Sécurité et Environnement (SRSE) est chargé d'assurer la protection contre les rayonnements ionisants du personnel de l'ILL ainsi que la sécurité du travail ; en outre, ce service assure également la fonction de conseiller à la sécurité des transports de matières radioactives au sens de

la réglementation des transports de matières radioactives. L'activité de surveillance de l'environnement est depuis 2009 assurée par le Laboratoire de surveillance de l'environnement du SRSE. Ce service gère également le Groupe de Traitement des Déchets Actifs (GTDA) ainsi que la dosimétrie du personnel.

Le Service Médical du Travail Commun (STMC) assure le suivi particulier des salariés travaillant en milieu ionisant.

3.2 Dispositions techniques en matière de sûreté nucléaire

Les études de sûreté réalisées tout au long de la vie de l'installation (conceptions, modifications) reposent sur le principe de la défense en profondeur, qui comporte cinq niveaux.

- **Premier niveau : Prévention des anomalies de fonctionnement et des défaillances des systèmes.**
Le premier niveau comprend donc un ensemble de dispositions visant à réduire le risque de sortie du domaine de fonctionnement normal. Il s'agit de dispositions de conception prenant en compte des marges de sécurité, de mise en œuvre de programmes de maintenance préventive, de l'établissement de procédures particulières pour les opérations réalisées par les opérateurs.
- **Deuxième niveau : Maintien de l'installation dans le domaine autorisé.**
Le deuxième niveau vise donc à maîtriser les écarts par rapport au fonctionnement normal, avant que ceux-ci ne puissent conduire à un accident. Cela peut concerner non seulement la mise en place de systèmes d'arrêt d'urgence, mais aussi la réalisation de contrôles périodiques de bon fonctionnement.
- **Troisième niveau : Maîtrise des accidents sans fusion de cœur (prévention).**
Le troisième niveau vise donc à mettre en place des systèmes de sauvegarde ou des dispositions permettant de limiter les conséquences des accidents en postulant la défaillance des premiers et deuxièmes niveaux. En particulier, pour les réacteurs, ce niveau vise à prévenir les risques d'accidents pouvant conduire à une fusion du cœur du réacteur.
- **Quatrième niveau : Maîtrise des accidents avec fusion de cœur (mitigation).**
Le quatrième niveau vise donc à mettre en place des systèmes de mitigation. En particulier, pour les réacteurs, ce niveau permet de limiter les rejets consécutifs à une fusion de cœur.
- **Cinquième niveau : Limitation des conséquences radiologiques en cas de rejets importants (crise).**

L'exemple des produits de fission présents dans l'élément combustible dès que le réacteur a fonctionné quelques heures permet d'illustrer ces principes :

- L'élément a été conçu et fabriqué pour que la gaine entourant le combustible nucléaire et donc les produits de fission qui s'y accumulent au cours du cycle de fonctionnement de 50 jours soit une barrière étanche dans les conditions normales de fonctionnement. Le circuit primaire, lui, a été dimensionné pour assurer l'évacuation de la puissance thermique dégagée par la fission et maintenir l'élément en dessous de sa température de fusion : cela constitue l'un des éléments du premier niveau.
- La pression de l'eau du circuit primaire est un des paramètres nécessaires au bon refroidissement du combustible lors du fonctionnement du réacteur. La pression doit donc être supérieure à une valeur minimale pour garantir une marge satisfaisante sur le refroidissement du combustible. Elle est mesurée en permanence par trois capteurs redondants qui provoquent un arrêt automatique du réacteur, par la chute des barres de sécurité, en cas de détection par deux de ces trois capteurs d'une pression inférieure au minimum requis. Cette action est donc bien une action qui relève du second niveau de la défense en profondeur.

- Dans le cas d'un scénario où les systèmes du second niveau seraient inopérants, par exemple brèche importante sur un des canaux permettant la sortie des neutrons utilisés par les scientifiques, un système de détection de fuite permet la fermeture automatique de vannes de sécurité permettant de reconstituer l'étanchéité du circuit primaire et donc d'éviter le dénoyage du combustible. Celui-ci est alors toujours correctement refroidi en simple convection naturelle. Le système de sauvegarde constitué de la détection et de la vanne de sécurité dans chaque canal est donc un système permettant de prévenir le risque de fusion du cœur lors d'un accident de brèche sur le circuit primaire. Il relève donc bien du troisième niveau de la défense en profondeur.
- Enfin, en postulant la défaillance des trois niveaux précédents, la fusion du cœur conduit au relâchement, dans l'enceinte de confinement, d'une partie des produits de fission radioactifs qui s'y sont accumulés pendant le fonctionnement. Le confinement de ces produits de fission est alors assuré par une double enceinte avec une pressurisation de 135 mbar dans l'espace entre les deux enceintes (spécificité du RHF). Le confinement est aussi assuré par les systèmes de filtration associés. Ces équipements nécessaires au maintien du confinement permettent par conséquent de limiter l'activité rejetée à l'extérieur. Ils participent donc bien au quatrième niveau de la défense en profondeur.

Les études de sûreté prennent en compte non seulement les défaillances intrinsèques possibles des circuits ou éléments d'installations étudiés, mais aussi les agresseurs de type interne (risques d'incendie, risques liés aux chutes de charge, risques d'explosion...) et les agresseurs externes (risques sismique, risques d'explosion externe, risques d'inondation, risques de chute d'avion ...).

Ce sont ces études de sûreté que l'on trouve dans le rapport de sûreté de l'installation et qui conduisent à définir le domaine de fonctionnement de l'installation dans les RGE (Règles Générales d'Exploitation).

Ces documents étant établis, la sûreté en exploitation vise à s'assurer que l'installation est exploitée conformément aux règles établies, à mettre en place les procédures et consignes nécessaires, ainsi qu'à analyser toute nouvelle opération ou toute modification envisagée sous l'angle de la sûreté.

FAITS MARQUANTS EN MATIÈRE DE SÛRETÉ

- Retrait du doigt de gant V4 et mise en place d'une tape.
- Remplacement de 3 vannes CRU côté H₂O.
- Inspection visuelle des vannes CRU coté D₂O et remplacement de celle de la ligne n° 3.
- Découpe de trois éléments combustibles irradiés en cellule chaude.
- Arasage partiel du seuil du barrage du Drac.
- Remplacement de la source AmBe.
- Requalification du 878 TRD 1 (n°411726-2) et de la soupape 878SS20 (n°1038892) (ESPN).
- Requalification du 878 TRD 2 (n°411726-1) et de la soupape 878SS20 (n°10388924) (ESPN).
- Montage d'une vanne de prélèvement et prélèvement/vidange du réservoir T25.
- Remplacement de deux parties hautes des barres de sécurité BS n° 3 et BS n° 4.
- Mise en place du doigt de gant H4 qui avait été déposé lors de l'intercycle 184-185.
- Evacuation d'un château de transport TN-MTR.
- Mise en place de protection incendie sur deux poteaux ILL5 niveau C (poteaux n° 6 et n° 9).
- Vérification périodique des instruments de pression et de vide importants pour la sécurité de la SFV et du TGV.
- Vérification périodique des instruments de pression et de vide importants pour la sécurité de la SFH.

SYSTÈME DE MANAGEMENT INTÉGRÉ

Conformément à la réglementation, la Direction a défini et diffusé largement sa Politique en Matière de Protection des Intérêts (PMPI) pour 2019-2023.

Le SMI (Système de Management Intégré), avec un déploiement achevé en 2019, est maintenant bien intégré dans les pratiques. En 2020, de nombreuses améliorations ont été apportées au système afin de le rendre plus fluide et plus opérationnel.

La crise sanitaire liée au COVID-19 n'a pas eu d'impact significatif sur la protection des intérêts ou la conformité réglementaire de l'ILL.

AUDITS INTERNES ET EXTERNES

Conformément au SMI, un planning des audits internes et externes pour l'année a été réalisé.

En 2020, cinq audits ont été effectués dont trois internes :

- Audit du processus « Opérations sur l'élément combustible ».
- Audit du processus « Maintenance des EIP ».
- Audit du processus « Radioprotection - Mesures de protection collective ».

et deux externes :

- Audit du GROUPE SUPPLÉANCE : centre d'appel téléphonique pour la gestion de crise.
- Audit de THETYS SAS : prestataire chargé de la réalisation de vannes pyrotechniques.

Quatorze vérifications par sondage internes ont également été réalisées.

Les audits et les vérifications par sondage des processus ont permis de vérifier le bon fonctionnement des processus, le respect des exigences définies et de proposer des axes d'amélioration afin de rendre ces processus encore plus robustes.

INSPECTIONS DE L'ASN

Tableau récapitulatif des inspections de l'année 2020 :

Date	Thème de l'inspection
14/01/2020	Prélèvements d'eau et rejets d'effluents, surveillance des rejets et de l'environnement
23/01/2020	Respect des engagements
20-21/02/2020	Laboratoire ILL de mesure de la radioactivité dans l'environnement
22/06/2020	Intégrité des barrières
08/07/2020	Transport interne des matières dangereuses
09/07/2020	Gestion des déchets
22/09/2020	Management de la sûreté
13/10/2020	Modifications matérielles
14/10/2020	Incendie
07/12/2020	Radioprotection des travailleurs

BILAN DES TRANSPORTS DE MATIÈRES RADIOACTIVES

Les transports de matières radioactives sont soumis à une réglementation particulière contenue dans l'arrêté du 29 mai 2009 (arrêté TMD) pour les transports par route. En 2020, le bilan des transports de matières radioactives est le suivant :

- Éléments combustibles usés vers l'usine de retraitement d'AREVA à la Hague : 1 château d'éléments combustibles usés pour 1 transport.

- Élément combustible neuf : 4 arrivées.
- Échantillons et sources : 3 départs, 3 arrivées.
- Emballages vides : 4 départs, 1 arrivée.
- Colis de déchets : 4 transports.
- Mouvements de matériels contaminés : 1 départ, 1 arrivée.

EXERCICES DE PRÉPARATION AUX SITUATIONS D'URGENCE

En total, il y a eu 9 exercices en 2020:

- 4 recyclages des Équipiers de Première Intervention intégrant chacun 2 exercices, soit 8 exercices en 2020.
- 1 exercice annuel de sécurité avec les secours externes en présence de la FLS. Le SDIS38 n'a pas participé du fait de la crise sanitaire.

PERSPECTIVES POUR L'ANNÉE 2021

- Après l'avis positif du groupe permanent sur la poursuite d'exploitation du réacteur pour les 10 ans à venir, préparation, organisation et planification des travaux (Renforcement du pont, renforcement de la lutte contre l'incendie...).
- Poursuite des opérations sur l'installation DÉTRITIATION pour pré-assainissement après déclassement des équipements ESPN.
- Poursuite des travaux associés au projet de Renforcement de la protection Physique.
- Enclenchement du grand arrêt pour le remplacement des doigts de gant H1H2 et pour la mise en place de nouveaux instruments dans le cadre du projet Endurance.
- Enclenchement du projet d'« Aménagement Mineur » de l'ARPE à la suite du réexamen et des évolutions attendues par l'ASN et par l'exploitant.
- Réalisation de 3 cycles de fonctionnement en 2021.
- Maintenir la robustesse du Système de Management Intégré (culture de conformité, suivi des engagements, adaptation des ressources au besoin).

3.3 Dispositions techniques en matière de radioprotection

La radioprotection est l'ensemble des règles et des moyens de prévention et de surveillance visant à éviter ou à réduire l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants. A l'ILL, ces rayonnements proviennent essentiellement du réacteur lui-même (neutrons, gammas de haute énergie) et des substances radioactives produites par l'action des neutrons sur tous les matériaux de structure qu'ils rencontrent. La radioprotection repose sur trois principes fondamentaux :

- Le principe de justification : l'exposition aux rayonnements ionisants est justifiée lorsque le bénéfice qu'elle peut apporter est supérieur aux inconvénients de cette utilisation.
- Le principe d'optimisation ou principe ALARA : les expositions individuelles et collectives doivent être maintenues aussi bas qu'il est raisonnablement possible en dessous des limites et ce, compte tenu de l'état des techniques et des facteurs économiques et sociétaux.
- Le principe de limitation : les expositions individuelles ne doivent pas dépasser les limites de doses réglementaires.

Le premier principe se traduit par la raison d'être de l'ILL qui est de faire progresser la connaissance scientifique. Le Service chargé de la radioprotection est le garant des deux principes suivants qui se traduisent, par exemple, par la mise en place de méthodes de travail appropriées ou d'écrans de protections vis-à-vis des rayonnements.

Les agents de radioprotection sont présents auprès des personnels amenés à travailler dans des zones où les rayonnements ionisants sont présents afin d'effectuer des mesures et de proposer des moyens de protections adaptés.

Leurs missions sont :

- La responsabilisation des acteurs qui passe par la formation et la sensibilisation.
- La prise en compte technique du risque radiologique dès la conception des nouvelles installations à risques radiologiques comme, par exemple, les nouveaux instruments de physique. La réalisation systématique d'un bilan dosimétrique prévisionnel lors des opérations à risque, et la recherche de moyens de limitation et d'optimisation des doses par la mise en place d'écrans de protection vis-à-vis des rayonnements par exemple.
- L'utilisation de moyens techniques performants pour la surveillance en continu des niveaux de rayonnements dans l'installation : Les agents de radioprotection exploitent ainsi une « chaîne de santé », qui regroupe une quarantaine de capteurs dans l'installation. Ils réalisent également de nombreuses mesures dans les différentes zones de l'installation avant toute intervention de personnel ; ils sont présents lors des chantiers pour assister les opérateurs du point de vue de la radioprotection.
- L'organisation du suivi dosimétrique des personnels.

FAITS MARQUANTS POUR 2020

De façon générique, les actions suivantes ont été poursuivies en 2020 :

- Pour le recyclage, une seule session en présentiel en début d'année avant de passer en test individuel en ligne à cause de la pandémie Covid-19. 155 personnes ont été recyclées dont :
 - 12 personnes recyclées lors de 2 formations Nouveaux Arrivants en présentiel.
 - 37 participants lors de l'unique session présentielle recyclage de l'année.
 - 106 personnes formées à distance avec un test en ligne.
- Examen des interventions à risque radiologique en vue d'une optimisation (démarche **ALARA**).
- Avis du service compétent en radioprotection sur les créations ou modifications d'équipement nucléaire ou d'activité se déroulant en milieu nucléaire.

DOSIMÉTRIE DU PERSONNEL : RÉSULTATS

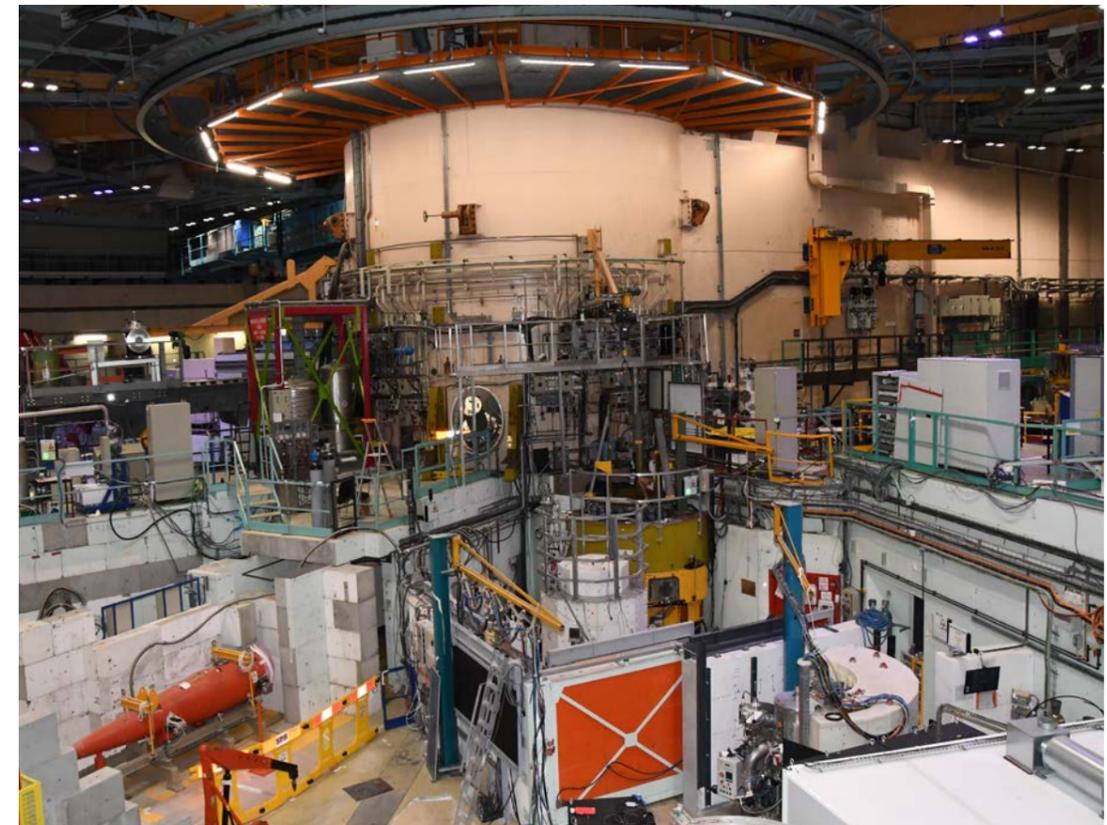
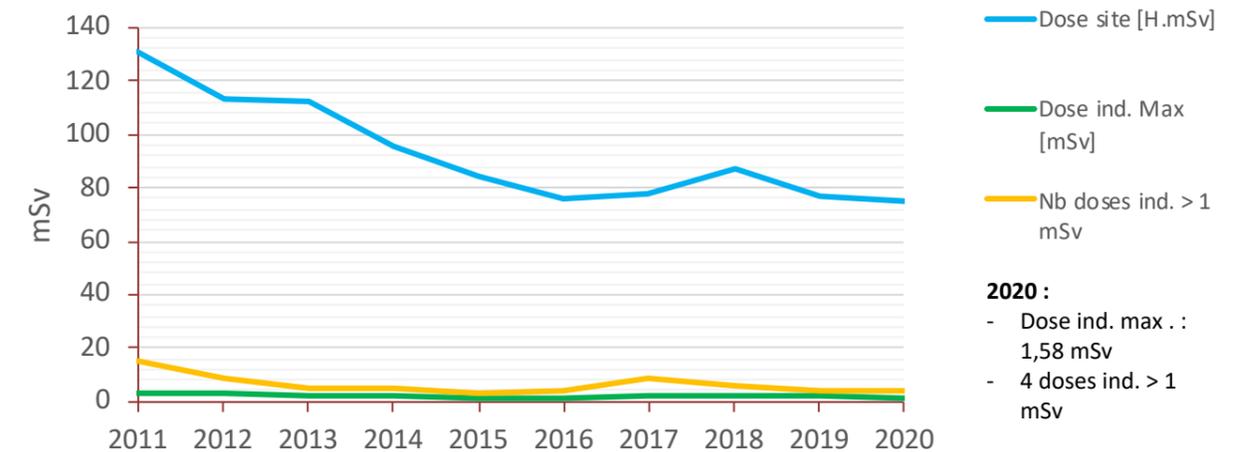
L'évaluation des doses reçues par les salariés en matière d'exposition externe est réalisée au moyen de deux types de dosimétrie conformément à la réglementation :

- La dosimétrie passive, qui repose sur l'utilisation de dosimètres à lecture différée dont la durée de port est le mois (travailleurs catégorie A) ou le trimestre (travailleurs catégorie B) : les travailleurs exposés aux rayonnements sont classés en catégorie A ou B selon qu'ils sont susceptibles de recevoir, dans les conditions normales de travail, des doses supérieures ou non à 6 mSv/an (le **Sievert** étant l'unité de mesure des doses). La limite annuelle pour les travailleurs de catégorie A est de 20 mSv sur 12 mois consécutifs. Cette dosimétrie est présentée dans le tableau ci-après pour l'ensemble du personnel.
- La dosimétrie opérationnelle qui repose sur l'utilisation de dosimètres électroniques permettant de mesurer en temps réel l'exposition reçue et qui délivrent des alarmes sur seuils prédéfinis de dose ou de débit de dose.

La dosimétrie opérationnelle du personnel pour l'année 2020 s'élève à 74,4 H.mSv (ILL, expérimentateurs extérieurs, entreprises intervenantes). Le tableau suivant montre la répartition mensuelle sur l'année 2020 :

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
11,4	10,2	3	0,5	2,3	7	3,9	5,9	11,3	5,6	9,2	4,3

Le graphique suivant montre également l'évolution de cette dosimétrie opérationnelle sur les 8 dernières années qui est en baisse. Après une légère augmentation observée en 2018, la tendance est à nouveau à la baisse.



4 ÉVÈNEMENTS SIGNIFICATIFS EN MATIÈRE DE SÛRETÉ ET DE RADIOPROTECTION

Le retour d'expérience des installations nucléaires est organisé en priorité sur la base de la détection et de l'analyse des écarts et anomalies d'exploitation (par exemple, constatation lors d'un essai périodique, d'un défaut d'efficacité d'un filtre de la ventilation nucléaire).

L'ASN a défini aux exploitants nucléaires des critères précis de déclaration des événements significatifs dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et des transports. Chaque événement significatif fait l'objet d'une déclaration rapide, puis d'une analyse qui vise à établir les faits, à en comprendre les causes, à examiner ce qui pourrait se passer dans des circonstances différentes, pour finalement décider des meilleures solutions à apporter aux problèmes rencontrés. L'analyse des événements significatifs est ainsi un outil essentiel d'évaluation continue et d'amélioration de la sûreté.

Les événements déclarés à l'ASN, à l'exception des événements liés à l'environnement, sont accompagnés d'une proposition de classement dans l'échelle INES (voir tableau ci-dessous). Cette échelle est utilisée au plan international depuis 1991 et permet à l'ASN de classer tous les événements se produisant dans les Installations Nucléaires de Base et lors des transports radioactifs. Elle se fonde sur trois critères de classement (colonnes 2, 3 et 4 du tableau).

	CONSEQUENCES A L'EXTERIEUR DU SITE	CONSEQUENCE A L'INTERIEUR DU SITE	DEGRADATION DE LA DEFENSE EN PROFONDEUR
7 ACCIDENT MAJEUR	Rejet majeur : effets considérables sur la santé et l'environnement		
6 ACCIDENT GRAVE	Rejet important susceptible d'exiger l'application intégrale des contre-mesures prévues		
5 ACCIDENT	Rejet limité susceptible d'exiger l'application partielle des contre-mesures prévues	Endommagement grave du cœur du réacteur ou des barrières radiologiques	
4 ACCIDENT	Rejet mineur : exposition du public de l'ordre des limites prescrites	Endommagement grave du cœur du réacteur ou des barrières radiologiques ou exposition mortelle d'un travailleur	
3 INCIDENT GRAVE	Très faible rejet : exposition du public représentant au moins un pourcentage des limites fixées par le guide AIEA	Contamination grave ou effets aigus sur la santé d'un travailleur	Accident évité de peu ou perte des barrières
2 INCIDENT		Contamination importante ou surexposition d'un travailleur	Incidents assortis de défaillances importantes des dispositions de sécurité
1 ANOMALIE			Anomalie sortant du régime de fonctionnement autorisé
0 ECART			

En France, plusieurs centaines d'événements sont classés chaque année au niveau 0 et environ une centaine au niveau 1. Le niveau 2 ne concerne que quelques événements par an. Les incidents de niveaux plus élevés sont rares, y compris dans le monde. Le niveau maximal atteint en France est le niveau 4, avec, en 1980, l'endommagement du cœur à la centrale de Saint Laurent des Eaux. Le dernier accident de niveau 4 est l'accident de criticité de Tokai-mura en 1999 qui a fait deux victimes et occasionné de faibles rejets radioactifs. Le niveau 5 a été atteint en 1979 aux Etats Unis avec l'accident de la centrale de Three Mile Island (fusion partielle du cœur). L'accident ayant affecté 4 des 6 réacteurs de la centrale de Fukushima Daiichi a été classé au niveau 7, comme l'accident de Tchernobyl en 1986.

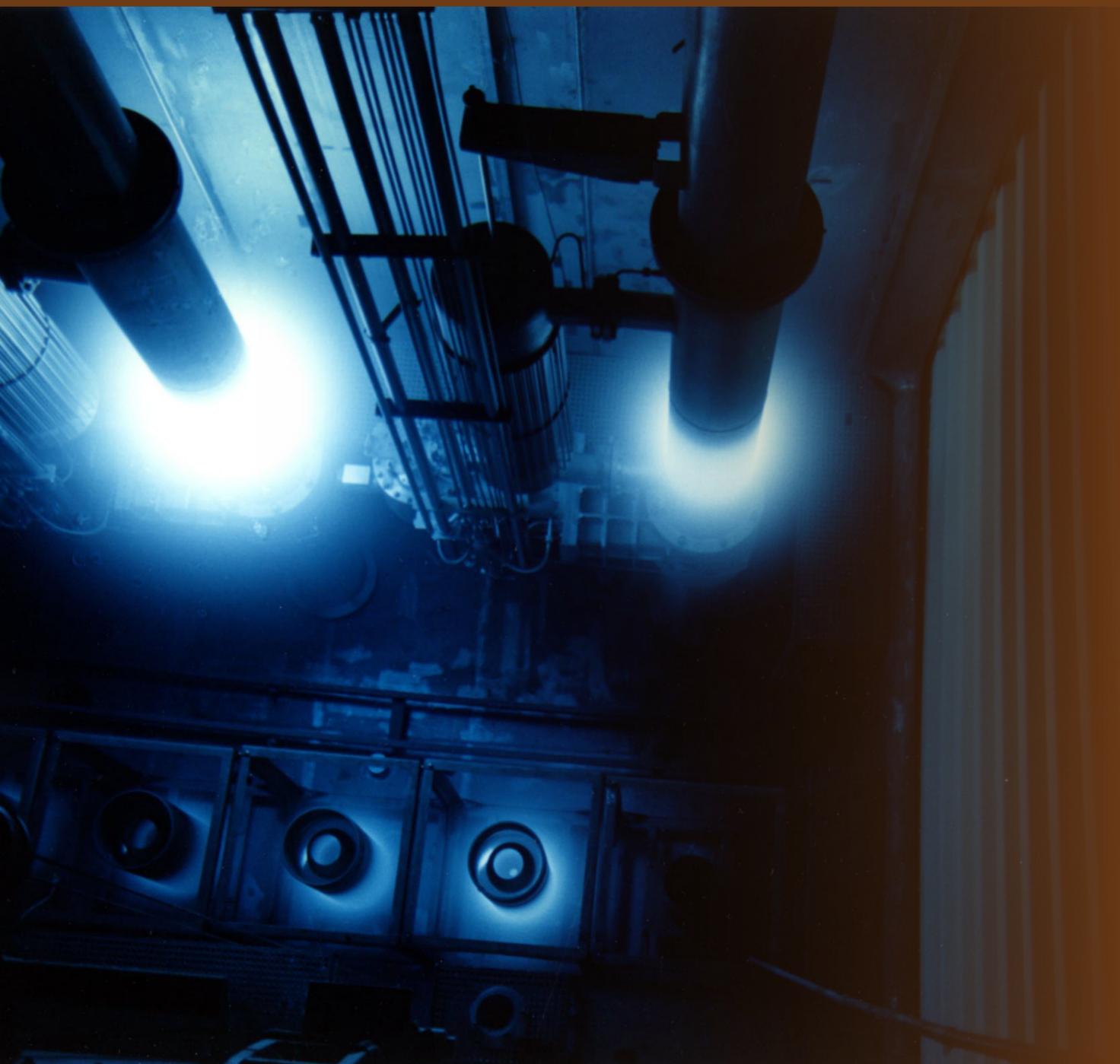
4.1 Bilan 2020

En 2020, 7 événements sont survenus et ont été déclarés à l'Autorité de Sûreté Nucléaire (7 au niveau 0 sur l'échelle INES) :

04/02/2020	Atteinte du seuil d'exploitation « niveau bas rue d'eau » - Arrêt du réacteur par mesure de précaution	Niveau 0
04/08/2020	Ecart par rapport à la RGE n°14A « La gestion des déchets »	Niveau 0
26/08/2020	Essais de la RGE n°5 hors délai pendant le confinement Covid-19	Niveau 0
21/10/2020	Départ de feu en extérieur (aux abords du sas camion) lors d'une opération de soudage	Niveau 0
11/09/2020	Chute du beamstop de l'aire expérimentale D3 provoquée par la collision avec le détecteur mobile	Niveau 0
26/11/2020	Légère déflagration lors de la découpe de déchets historiques	Niveau 0
21/12/2020	Réalisation d'un essai périodique listé dans la RGE n°5 avec un retard de 5 jours	Niveau 0



5 RÉSULTATS DES MESURES DES REJETS LIQUIDES ET GAZEUX



Les rejets liquides et gazeux de l'ILL sont régis par l'arrêté du 3 août 2007. Cet arrêté a été établi sur la base d'une étude d'impact environnemental présentée en enquête publique en 2007.

5.1 Les rejets gazeux

La surveillance des effluents radioactifs gazeux est assurée au niveau de 2 émissaires, en aval des systèmes de filtration des effluents :

- La cheminée de 45 m du réacteur.
- La cheminée de 17 m du bâtiment de détritiation.

Les rejets gazeux sont classés en 5 catégories de radionucléides :

- Les gaz autres que le tritium.
- Le tritium.
- Les iodes.
- Les aérosols.
- Le carbone 14.

Les 5 catégories sont quantifiées à la cheminée de 45 mètres du réacteur, par deux ensembles de chaînes de mesure redondantes. Le bâtiment de détritiation n'étant susceptible de rejeter que du tritium, sa cheminée de 17 mètres est équipée de deux mesures tritium redondantes.

Les rejets en gaz sont quantifiés par la voie de mesure des gaz temps réel et par un prélèvement représentatif hebdomadaire mesuré en laboratoire pour établir le spectre des radioéléments gazeux. Le tritium et le carbone 14 sont piégés en continu par barbotage, les barboteurs étant relevés et mesurés chaque semaine en laboratoire. Les iodes et les aérosols sont prélevés en continu respectivement sur cartouche de charbon actif et sur filtre mesurés également chaque semaine en laboratoire.

Le tableau suivant présente les rejets gazeux en 2020 exprimés en Tera-Becquerel (TBq) ou en Mega-Becquerel (MBq).

EFFLUENTS GAZEUX	REJETS 2020	LIMITE ANNUELLE Arrêté du 03/08/2007
Gaz rares (TBq)	0,85	10
Tritium (TBq)	12,0	75
Carbone 14 (TBq)	0,32	2
Iodes (MBq)	0,68	1000
Aérosols (MBq)	0,20	100

Le principal gaz rare radioactif émis est l'argon 41 (^{41}Ar) qui possède une période radioactive courte (< 2 heures). Ce gaz provient majoritairement de l'activation par les neutrons de l'air contenu dans l'eau légère de la piscine réacteur.

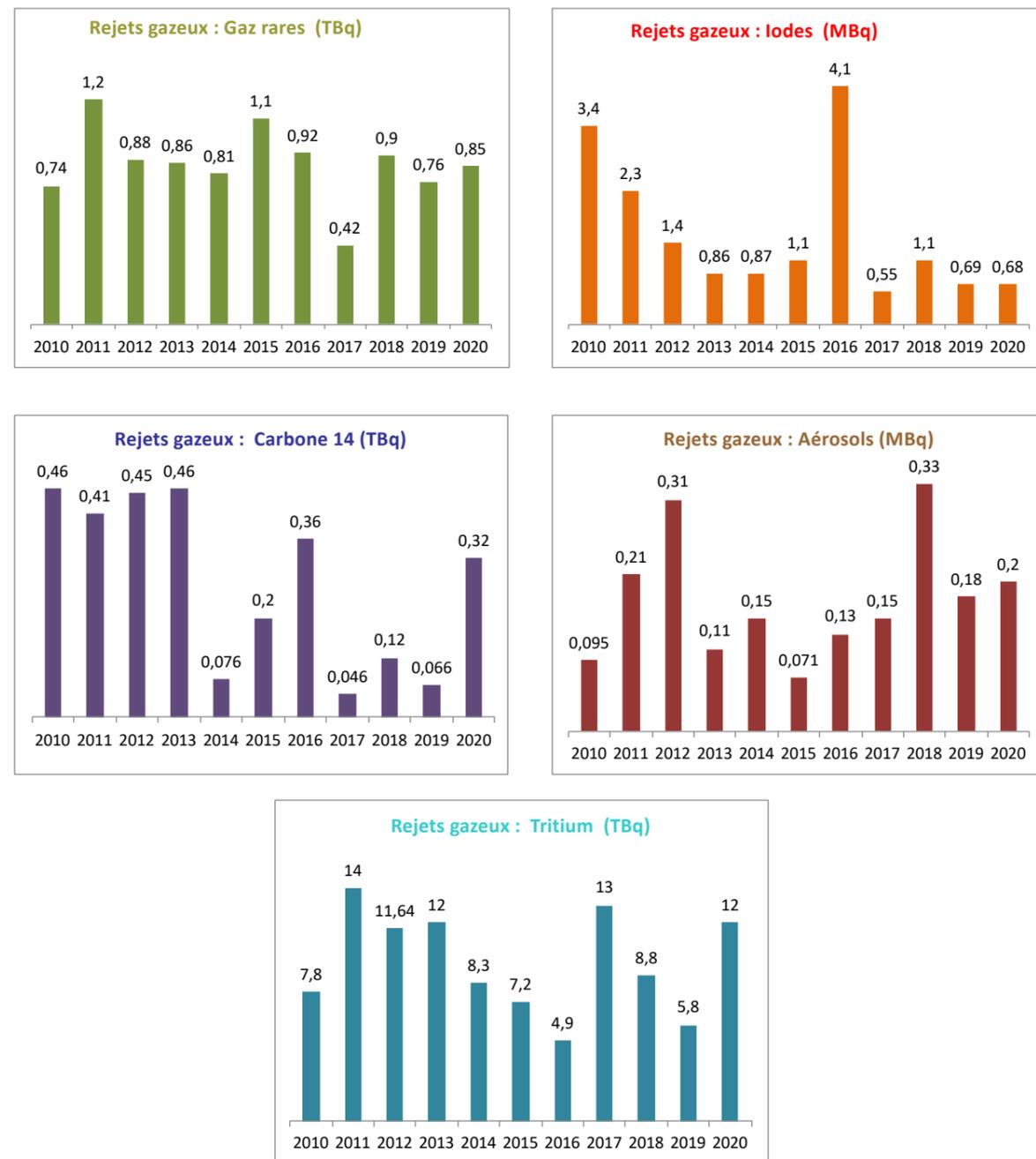
Le tritium (^3H), dont la période radioactive est de 12 ans, provient quant à lui principalement de l'activation du deutérium, contenu dans l'eau lourde. Une infime partie de ce tritium est rejetée par évaporation lors des ouvertures de circuits contenant de l'eau lourde.

Le carbone 14 (^{14}C), dont la période radioactive est de 5730 ans, provient principalement de l'activation par les neutrons de l'oxygène 17 (^{17}O).

L'iode 131 (^{131}I), dont la période est de 8 jours, est un produit de fission. Il peut provenir principalement, dans le cas des rejets, d'une expérience située sur l'un des canaux de neutrons où sont irradiées de petites cibles de matière fissile.

Le radioélément prépondérant dans les aérosols est le cobalt 60 (^{60}Co).

Les histogrammes suivants présentent l'évolution des rejets par catégorie depuis 2010 :



Les rejets gazeux restent en deçà des autorisations avec une marge significative. Il est à noter qu'en ce qui concerne les rejets d'halogènes et d'aérosols, les activités rejetées sont rarement supérieures à la limite de détection, de l'ordre de quelques millièmes de l'autorisation de rejet.

5.2 Les rejets liquides

L'émissaire par lequel sont effectués et contrôlés les rejets liquides dans l'Isère est situé 1 km en amont de son confluent avec le Drac. Il s'agit d'une canalisation dont l'extrémité est placée dans le lit de l'Isère. C'est en ce point qu'est réglementée l'autorisation figurant dans l'arrêté du 3 août 2007. Avant rejet dans

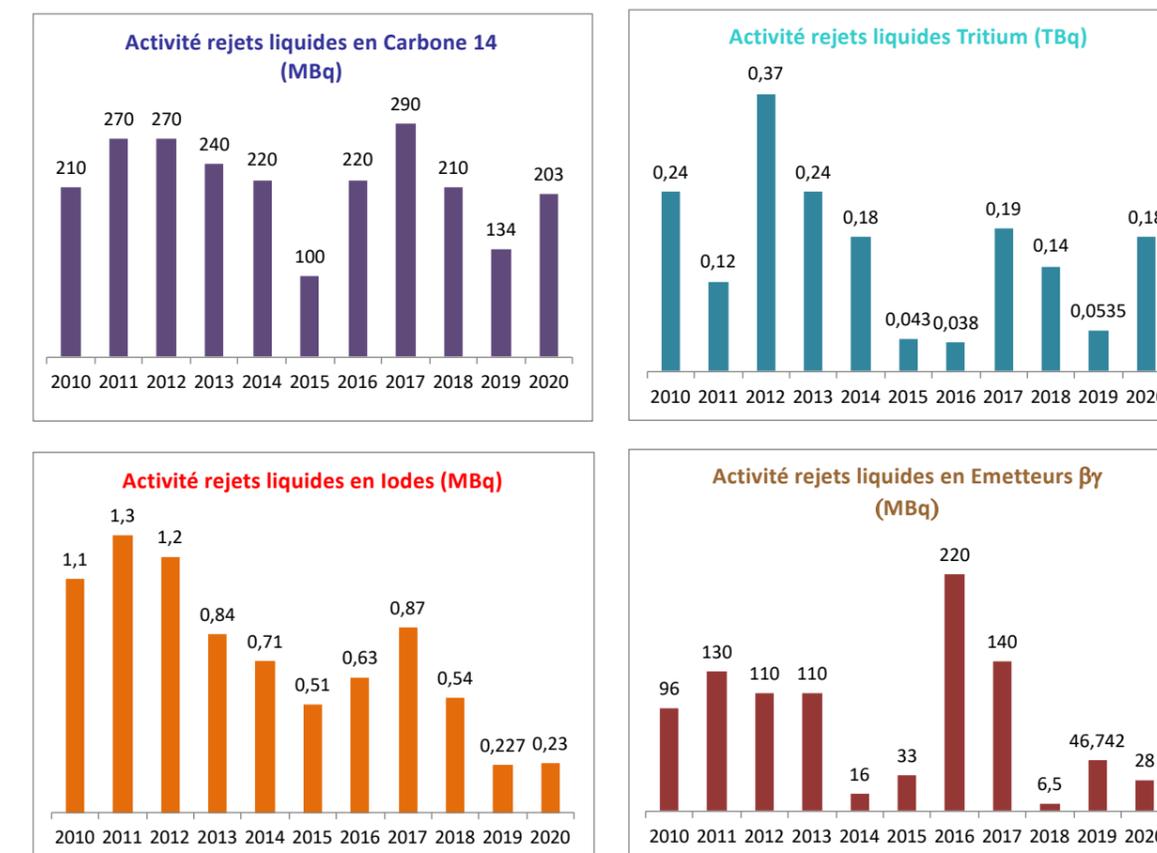
la canalisation menant au point de rejet, les effluents liquides sont stockés dans des cuves internes à l'installation. Ils y sont caractérisés sur la base d'un prélèvement représentatif effectué après brassage de la cuve. Les mesures effectuées sont les suivantes :

- Emetteurs beta/gamma.
- Iodes.
- Tritium.
- Carbone 14.

Le tableau suivant présente le bilan pour 2020, pour un volume rejeté de 748,31 m³ :

EFFLUENTS LIQUIDES	REJETS 2020	LIMITE ANNUELLE Arrêté du 03/08/2007
Tritium (TBq)	0,18	1
Carbone 14 (MBq)	203	1500
Iodes (MBq)	0,23	100
Emetteurs beta/gamma (MBq)	28	1000

Les histogrammes suivants présentent l'évolution des rejets liquides depuis 2010 :



Les rejets sont largement en deçà des autorisations. L'absence d'émetteurs alpha dans les rejets est également vérifiée à la fois dans les rejets liquides, permettant d'assurer sur un échantillon moyen mensuel un seuil de décision inférieur à 0.1 Bq/l, et dans les rejets gazeux, permettant d'assurer un seuil de décision de 0.0001 Bq/m³.

5.3 Les rejets non radioactifs

Les rejets non radioactifs concernent les eaux pluviales et les eaux issues du pompage dans la nappe phréatique. Ces eaux sont rejetées dans l'Isère. L'arrêté rejet du 3 août 2007 donne des limites en termes de concentrations moyennes sur 24 heures. Ces eaux font l'objet de contrôles spécifiés dans l'arrêté rejet du 3 août 2007 et de limites associées. Le tableau suivant compare les valeurs maximales mesurées et les limites. L'absence de radioactivité est également contrôlée.

PARAMÈTRE MESURÉ	VALEUR MAXIMALE 2020 EN mg/l	VALEUR MAXIMALE AUTORISÉE Arrêté du 03/08/2007
pH	8,4	6<pH<8,5
DBO5 (Demande biologique en oxygène à 5 jours)	5	30
DCO (Demande chimique en oxygène)	30	125
MEST (Matières en suspension totales)	20	35
Azote global	1,56	30
Phosphore total	0,1	10
Hydrocarbures totaux	0,29	10
Sulfates	45,2	600
Carbonates	4	100
Nitrates	2,43	30
Sels	290	3 0000
Métaux	0,818	5

5.4 Impact des rejets sur l'environnement

En 2007, une étude d'impact a été réalisée afin d'évaluer par le calcul les conséquences radiologiques maximales des rejets liquides et gazeux de l'ILL pour les populations résidant à proximité de l'installation. Le terme source (c'est-à-dire les quantités d'effluents gazeux et liquides) pris en compte dans cette étude, correspond aux limites de rejets par catégories figurant dans l'arrêté rejet du 3 août 2007. L'impact des rejets de l'année 2020 a été calculé en retenant les mêmes hypothèses que dans l'étude de référence.

IMPACT DES REJETS GAZEUX

Le calcul de l'impact des rejets gazeux consiste à modéliser les transferts des éléments radioactifs dans l'environnement depuis la cheminée du réacteur jusqu'à l'homme, ce, pour toutes les voies d'exposition possibles qui sont :

- L'exposition externe due à l'irradiation par les radioéléments présents dans le panache radioactif rejeté à la cheminée de l'installation.
- L'exposition externe due aux dépôts au sol : elle résulte du dépôt au sol d'une fraction des radioéléments contenus dans le panache.
- L'exposition interne due à l'inhalation des radioéléments contenus dans le panache.
- L'exposition interne due à l'ingestion de produits végétaux et animaux, eux-mêmes contaminés par le dépôt d'une fraction des radioéléments contenus dans le panache.

Les calculs reposent sur des modèles reconnus et sur un grand nombre de paramètres et d'hypothèses dont la validité repose soit sur des références bibliographiques reconnues, soit sur des études de sensibilité afin d'aboutir à un calcul majorant. Par exemple, pour ce qui concerne l'exposition due à l'ingestion de produits végétaux et animaux, il est supposé que ces derniers sont tous produits localement et qu'ils sont donc contaminés par les dépôts du panache radioactif (hypothèses correspondant au groupe de référence majorant « Fontaine en autarcie » dans l'étude d'impact de 2007).

IMPACT DES REJETS LIQUIDES

Le calcul de l'impact des rejets liquides consiste à modéliser les transferts des éléments radioactifs dans l'environnement depuis l'émissaire situé dans l'Isère jusqu'à l'homme. Il dépend du transfert de la radioactivité le long du cours d'eau (dilution, sédimentation), des transferts dans les sols, les végétaux dus à l'irrigation, des transferts aux animaux via l'eau en tant qu'eau de boisson ou via les végétaux contaminés qu'ils ingèrent.

Les voies d'exposition possible pour l'homme sont :

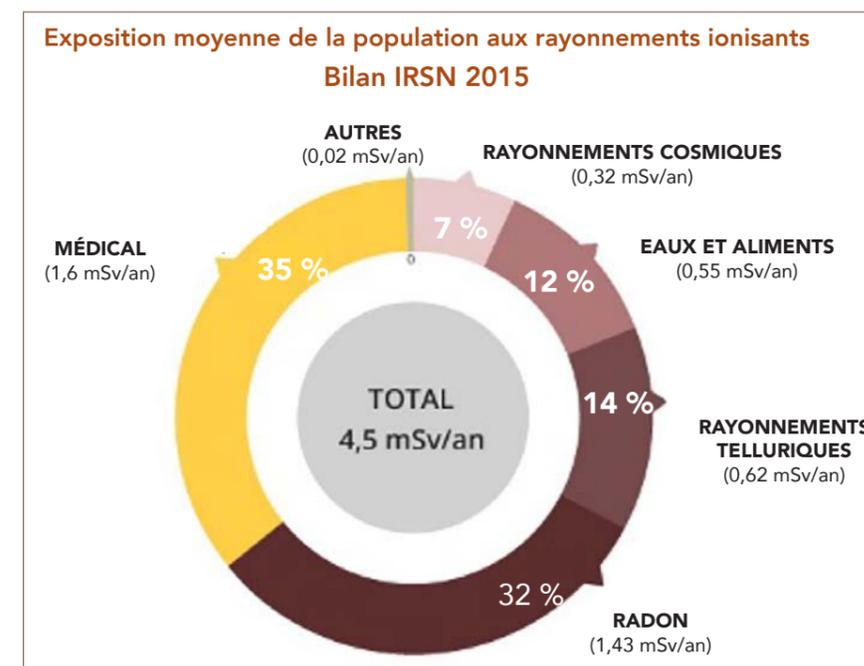
- L'exposition interne par ingestion directe d'eau contaminée.
- L'exposition interne par ingestion de poissons.
- L'exposition interne par ingestion de produits végétaux et animaux contaminés par l'irrigation.

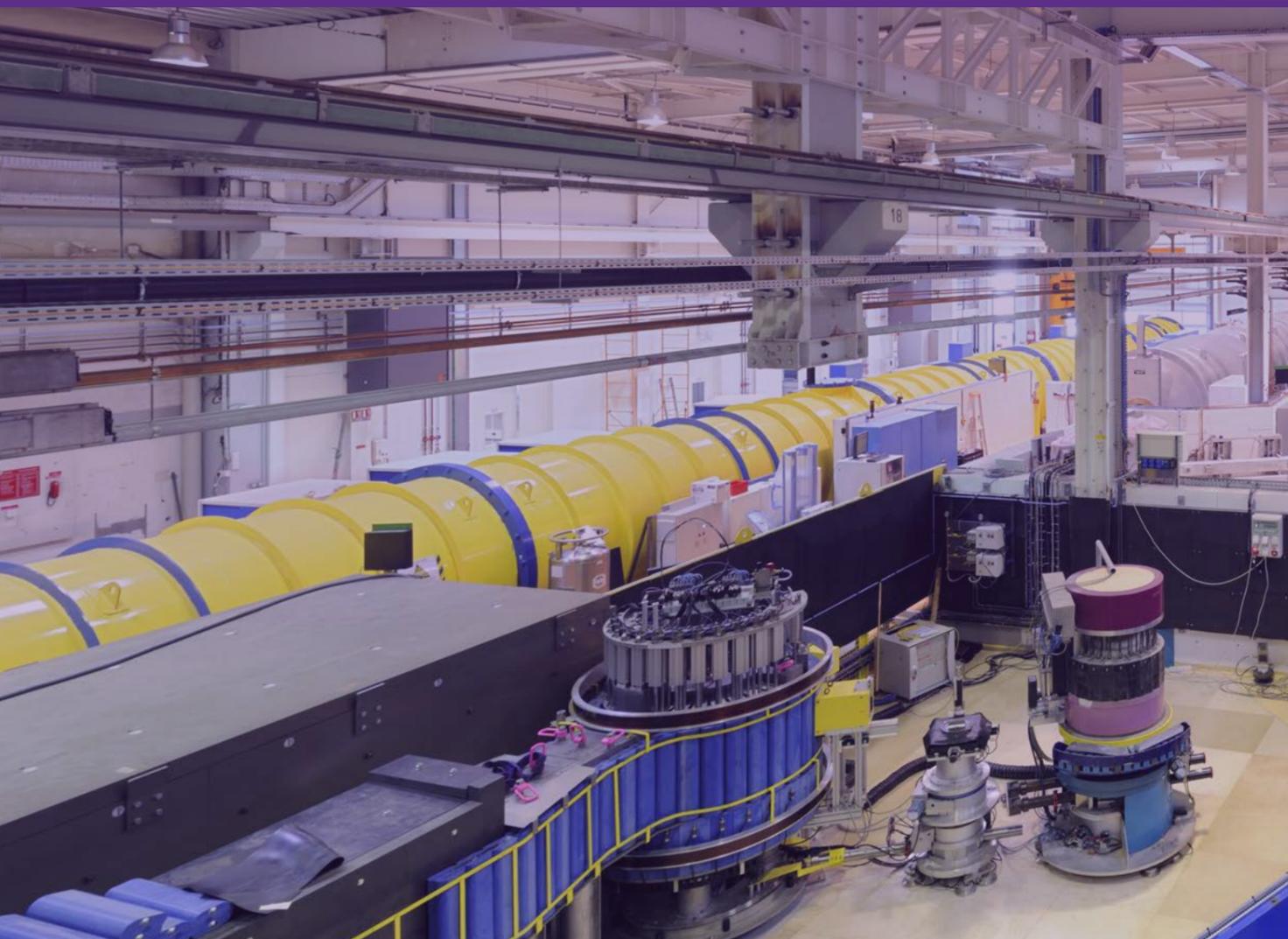
Comme pour le calcul des rejets gazeux, les modèles utilisés sont des modèles reconnus et les hypothèses sont majorants, comme par exemple l'hypothèse faite que toute l'eau de boisson est constituée d'eau de l'Isère (hypothèses correspondant au groupe de référence majorant « Saint-Egrève Max » dans l'étude d'impact de 2007).

Le tableau suivant présente les résultats des calculs issus du modèle de l'étude d'impact de 2007 ; les doses efficaces sont en micro (μ) Sievert (soit 1 millionième de sievert).

2020	ADULTE (μ SV/AN)	ENFANT (μ SV/AN)	BÉBÉ (μ SV/an)
Impact rejets gazeux	0,071	0,059	0,081
Impact rejets liquides	0,0044	0,0031	0,0033

L'impact des rejets est donc extrêmement faible. En effet, il faut savoir que la dose moyenne due à la radioactivité naturelle et médicale est de 4500 μ Sievert par an en France, comme le montre l'illustration fournie par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) :





En matière de gestion des déchets radioactifs, la priorité est donnée à l'envoi des déchets aussitôt que raisonnablement possible après leur production vers les filières d'évacuation existantes. L'ensemble des zones de production est sectorisé afin d'identifier en amont les zones de production des déchets nucléaires et les zones de production de déchets conventionnels. Le « zonage déchet » de l'installation est décrit dans un document et matérialisé sur le terrain de façon claire pour les utilisateurs. Le SRSE a la responsabilité de la gestion des déchets.

6.1 Quantité de déchets évacués en 2020

DÉCHETS DE LABORATOIRE

Les déchets de laboratoire sont évacués directement vers l'ANDRA CIREs par la filière du nucléaire diffus. Au cours de l'année 2020, 4 fûts PEHD de 120 l de déchets solides incinérables, 4 fûts de flacons de scintillation et 1 bonbonne de 30 l de solutions aqueuses ont été ainsi évacués.

DÉCHETS TFA

Il n'y a pas eu d'expédition de déchets TFA.

DÉCHETS FA/MA/HA

30,7 m³ de déchets liquides FA ont été expédiés vers CYCLIFE-CENTRACO.

3 caissons 5 m³ standard de déchets solides FA/MA ont été expédiés vers CSA ANDRA.

Il n'y a pas eu d'expédition de déchets HA cette année.

6.2 Quantité de déchets présents dans l'installation en fin d'année 2020

NATURE DES DÉCHETS	VOLUME	ACTIVITÉ	RADIOÉLÉMENTS PRÉSENTS
Déchets de démantèlement			
1 source chaude	0,5 m ³	9 TBq	PA, ³ H
1 cheminée	0,9 m ³	14 TBq	PA, ³ H
1 porte combustible	0,15 m ³	6 TBq	PA, ³ H
1 grille rabattue	0,3 m ³	12 TBq	PA, ³ H
Déchets tritiés			
Huile/Solvant conditionnés	/	/	/
Déchets solides	0,25 m ³	100 TBq	³ H
Déchets divers			
Résines échangeuses d'ions non conditionnés	1,74 m ³	715 GBq	PA, ³ H
Coques C1PG de REI	22 m ³	2,7 TBq	PA, ³ H
Déchets TFA			
Déchets solides conditionnés	18 m ³	1 MBq	PA
Déchets inertes (béton)	171 m ³	1 GBq	PA
Déchets d'exploitation (métalliques et compactables)	121 m ³	350 MBq	PA
Déchets d'exploitation			
<i>Déchets conditionnés</i>			
Caissons métalliques	15 m ³	68 GBq	PA, ³ H, α
Fûts 200L incinérables	8,6 m ³	8 GBq	PA, ³ H
Déchets de laboratoire	870 l	68 MBq	³ H, ¹⁴ C, ³² P
<i>Déchets en attente de conditionnement</i>			
Déchets solides activés	2050 l (45,75 m ³)*	320 TBq	PA, ³ H
Déchets solides divers	7 m ³ (10.3 m ³)*	20 GBq	PA, ³ H, α
Déchets incinérables	800 l	1 GBq	PA, ³ H
Déchets liquides	2160 l	10 TBq	PA, ³ H, α

7 GLOSSAIRE

AIEA : L'Agence Internationale de l'Énergie Atomique est une organisation qui dépend directement du Conseil de sécurité des Nations unies. Fondée en 1957 et basée à Vienne, en Autriche, elle cherche à promouvoir les usages pacifiques de l'énergie nucléaire et à limiter le développement de ses applications militaires.

ALARA : As Low As Reasonably Achievable.

ANDRA : Agence Nationale pour la gestion de Déchets Radioactifs : Etablissement public à caractère industriel et commercial chargé de la gestion et du stockage des déchets radioactifs solides.

ARPE : abréviation de l'arrêté du 3 août 2007 autorisant l'ILL à poursuivre les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides et gazeux pour l'exploitation du site nucléaire de Grenoble (Isère).

ASN : Autorité de sûreté Nucléaire. Autorité administrative indépendante créée par la loi n° 2006-686 du 13 Juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité nucléaire (dite « loi TSN »), chargée de contrôler les activités nucléaires civiles en France. L'ASN assure, au nom de l'état, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France pour protéger les travailleurs, les patients, le public et l'environnement des risques liés à l'utilisation du nucléaire. Elle contribue à l'information des citoyens (www.asn.fr).

Becquerel : unité de mesure de la radioactivité, c'est-à-dire le nombre d'atomes radioactifs qui se désintègrent par unité de temps (1 Bq = 1 désintégration par seconde). On utilise couramment des multiples du Bq : 1 MBq = 1 million de Bq, 1 GBq = 1 milliard de Bq, 1 TBq = 1000 milliard de Bq.

CRU : Circuit de ré-noyage ultime.

EPI : Equipe de Première Intervention.

ESPN : Equipement Sous Pression Nucléaire.

Exposition externe : l'exposition externe de l'homme aux rayonnements provoque une irradiation externe. Elle a lieu lorsque celui-ci se trouve exposé à des sources de rayonnements qui lui sont extérieures (substances radioactives sous forme de nuage ou de dépôt sur le sol, sources à usage industriel ou médical...).

Exposition interne : l'exposition interne est possible lorsque des substances radioactives se trouvent à l'intérieur de l'organisme. Celles-ci provoquent une irradiation interne. Elles ont pu pénétrer par inhalation, par ingestion, par blessure de la peau, et se distribuent ensuite dans l'organisme. On parle alors de contamination interne. Celle-ci ne cesse que lorsque les substances radioactives ont disparu de l'organisme après un temps plus ou moins long par élimination naturelle et décroissance radioactive ou par traitement.

Fission : la fission nucléaire est le phénomène par lequel le noyau d'un atome lourd (noyau qui contient beaucoup de nucléons, tels les noyaux d'uranium et de plutonium) est divisé en 2 ou 3 nucléides plus légers après une collision avec un neutron ou de façon spontanée. Cette réaction nucléaire se traduit aussi par l'émission de neutrons, de rayonnements gamma et un dégagement d'énergie très important (environ 200 MeV, à comparer aux énergies des réactions chimiques qui sont de l'ordre de l'eV).

INES : International Nuclear Event Scale.

Période radioactive : c'est le temps au bout duquel l'activité (nombre de désintégrations par seconde) d'une source radioactive a décru d'un facteur 2.

Rayonnements ionisants : les éléments radioactifs présents dans notre environnement émettent, lors de leurs désintégrations, des rayonnements alpha, bêta et gamma. Les rayonnements gamma sont des ondes électromagnétiques tandis que les rayonnements alpha et bêta sont des particules qui sont respectivement un noyau d'hélium et un électron. Ces rayonnements produisent des ionisations dans la matière qu'ils traversent et sont de ce fait potentiellement dangereux pour les organismes vivants.

SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours.

SFH : Source froide horizontale.

SFV : Source froide verticale.

SGI : Système de Gestion Intégré.

SMI : Système de Management Intégré. Le système de management intégré assure la mise en œuvre et l'amélioration de la protection des intérêts en garantissant que les autres impératifs de l'exploitant, par exemple les impératifs de qualité, les impératifs économiques, la prévention et la lutte contre les actes de malveillance, ou d'autres éléments de contexte, ne sont pas considérés séparément des exigences relatives à la protection des intérêts, afin de prévenir leur éventuel impact négatif sur celle-ci.

TFA : Très Faible Activité (déchet).

TGV : Tube Guide Vertical.

TRD : Tampon de rejet différé.

MESURE DES EFFETS DES RAYONNEMENTS SUR L'HOMME

- La dose absorbée par la cible des rayonnements est définie comme l'énergie reçue par unité de masse de la cible, en joules par kilogramme, c'est-à-dire en Grays (Gy) dans le système SI. On définit également un débit de dose, c'est-à-dire l'énergie absorbée par kilogramme et par unité de temps, c'est-à-dire en gray par heure (Gy/h).
- La dose équivalente, H, est la dose absorbée pondérée d'un facteur représentant la nocivité du type de rayonnement considéré. L'unité du Système International SI est le Sievert (Sv).
- La dose efficace, E est la somme pondérée des doses équivalentes H_T aux organes et tissus T irradiés. Elle rend compte du risque d'apparition de cancer. L'unité utilisée est également le Sievert.

8 RECOMMANDATIONS DU CSSCT DE L'ILL

INSTITUT MAX VON LAUE - PAUL LANGEVIN
Commission Santé Sécurité et des Conditions de Travail



Grenoble, le 8 juin 2021
CSSCT-21/010-OD/jn

Avis de la CSSCT de la réunion extraordinaire du 08 juin 2021 relatif au rapport TSN 2020 (Transparence et Sécurité Nucléaire)

Conformément à la loi n°2006-686 du 13 Juin 2006 (article 21), le rapport TSN a été soumis à la CSSCT.

Les recommandations émises lors de cette réunion ont été prises en compte dans l'établissement de la version définitive de ce rapport.

Cette version complétée par les remarques de la CSSCT sera présentée à la plénière CSE du 10 juin 2021.

Membre élu et rapporteur de la CSSCT
O. DUNY