



Rapport annuel de sûreté nucléaire 2024

INBS-PN exploitée par le centre CEA DAM Île-de-France

Article 1333-38 du code de la Défense

Rapport **annuel**
de **sûreté nucléaire** 2024

Editorial

Organe stratégique de la dissuasion nucléaire française, l'INBS « Propulsion nucléaire » de Cadarache, dont les missions historiques sont dédiées à la réalisation et à la maintenance des chaufferies équipant les bâtiments à propulsion nucléaire de la Marine nationale, est placée sous la responsabilité directe de la Direction des Applications Militaires du CEA.

Durant l'année 2024, la Direction des installations de propulsion nucléaire (DIPN) a exercé son double rôle d'une part d'exploitant nucléaire en lien avec TechnicAtome opérateur technique et d'autre part de soutien aux projets. En effet, la DIPN a pour mission d'exploiter les installations industrielles afin de conduire les programmes qui s'exécutent dans le périmètre de l'INBS-PN, en interface avec les directions d'objectifs de la DAM. Elle est chargée de contrôler les activités menées par l'opérateur technique au sein de l'INBS-PN afin de s'assurer que l'ensemble des installations de l'INBS-PN est maintenu à des niveaux de sécurité, sûreté et disponibilité conformes aux exigences réglementaires et aux référentiels du CEA et adaptés aux besoins des activités, actuelles et futures.

Dans une stratégie d'amélioration permanente et de renouvellement des installations, l'autorisation de rejets et de prélèvements d'eau (ARPE) a fait l'objet d'une modification mineure pour prendre en compte deux extensions d'installations, l'Unité de Fabrication des Assemblages Combustibles (*l'UFAC, pour fabriquer des cœurs d'un nouveau type pour le RES*) et le bloc O pour y installer de nouveaux fours à hydrogène pour la fabrication des cœurs de la PN. Après un avis favorable à l'unanimité du CODERST, l'ARPE modifié a été édité en janvier 2025. Des travaux de jouvence ont également été menés, en particulier le changement des lignes HT internes à l'INBS-PN et la création de bassin de retenue d'eaux pluviales pour contenir les pluies d'orage.

Pendant cette année 2024, les activités opérationnelles de production d'éléments combustibles, de qualification, de maintenance des composants des chaufferies en service et d'expérimentations ont pu se poursuivre telles que prévues. Les exercices de préparation aux situations d'urgence ont été réalisés conformément au programme établi, notamment l'exercice annuel de mise en œuvre du plan d'urgence interne de l'INBS-PN, impliquant la pile AZUR, et deux exercices antiterroristes faisant intervenir les échelons étatiques de décision et d'intervention.

En 2024, 10 événements significatifs survenus dans les installations individuelles de l'INBS-PN ont fait l'objet d'une déclaration à l'ASND et ont été classés au niveau 0 de l'échelle INES. Un onzième événement significatif lié à la criticité a été classé au niveau 1, lié au non-respect d'une règle d'entreposage sur une unité de travail. Chaque événement a fait l'objet d'une analyse approfondie des causes et des plans d'actions ont été systématiquement mis en place par l'exploitant, en application d'une démarche d'amélioration continue de la sûreté des installations.

L'ASND a mené 2 inspections en 2024, toutes deux sur le réacteur RES, l'une sur les opérations de déchargement du cœur, l'autre sur l'arrêt froid longue durée cœur déchargé.

La surveillance de l'environnement liée aux activités des installations de l'INBS-PN n'a, quant à elle, révélé aucun écart vis-à-vis des autorisations de rejets délivrées par les autorités compétentes.

Le présent document est le témoin de notre politique d'amélioration continue et notre volonté de maîtrise de l'impact de nos activités sur l'environnement.

Bruno JEANNEROD

Directeur des installations
de propulsion nucléaire





5 Editorial

8 Présentation de l'INBS-PN sur le centre CEA de Cadarache

- Organisation de la sûreté nucléaire
- Dispositions générales
- Dispositions vis-à-vis des différents risques
- Maîtrise des situations d'urgence
- Inspections, audits et contrôles de second niveau

10 Dispositions prises en matière de sûreté

- Fait marquant
- Résultats dosimétriques

14 Dispositions prises en matière de radioprotection

17 Événements significatifs en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection

19 Résultats des mesures de transferts, rejets et impact sur l'environnement

- Mesures de surveillance radiologique de l'environnement
- Bilan radiologique des rejets et transferts
- Bilan de l'impact radiologique des rejets liquides du CEA/Cadarache et atmosphériques de l'INBS-PN
- Bilan chimique des rejets
- Bilan chimique des rejets liquides en Durance
- Mesures de surveillance chimique de l'environnement
- Bilan de l'impact chimique des rejets liquides et atmosphériques du CEA/Cadarache
- Prélèvements et consommation d'eau
- Mesures prises pour limiter le volume des déchets radioactifs entreposés

29 Déchets nucléaires entreposés sur le site

- Nature et quantités de déchets entreposés dans l'INBS-PN
(situation au 31/12/2024)

1

Présentation de l'INBS-PN sur le centre CEA de Cadarache

L'Installation Nucléaire de Base Secrète de Propulsion Nucléaire (INBS-PN) est implantée sur le site du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) de Cadarache. Le CEA en est l'exploitant nucléaire, représenté depuis le 1er janvier 2022 par le Directeur des Installations de Propulsion Nucléaire (DIPN). Le CEA a confié la mise en œuvre des installations à l'opérateur technique TechnicAtome (TA), certifié ISO 9001 (Qualité), ISO 14001 (Environnement), ISO 19443 (Qualité et Sécurité Nucléaire) et ISO 45001 (Santé et Sécurité au Travail) pour l'ensemble de ses activités et son établissement de Cadarache.

L'INBS-PN regroupe des Installations Individuelles (*II*) et des Installations classées pour la protection de l'environnement (*ICPE*), dont les activités contribuent à la disponibilité des bâtiments à propulsion nucléaire de la Marine Nationale :

- ▶ fabrication et qualification des coeurs destinés à ces navires ;
- ▶ maintenance et requalification des équipements de ces réacteurs ;
- ▶ développement et qualification de nouveaux composants destinés à améliorer les performances de ces réacteurs.

L'INBS-PN assure également l'entreposage de combustibles irradiés avant qu'ils ne soient traités par des unités spécialisées.

Enfin, l'INBS-PN assure des missions de formation au profit du personnel de la Marine Nationale.

Ce rapport annuel de la sûreté nucléaire, destiné à la commission d'information de l'INBS-PN ainsi qu'au Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la défense (*DSND*), est rédigé en application de l'article R*1333-38 du code de la défense.

Les installations de l'INBS-PN :

L'INBS-PN comprend cinq installations individuelles, des installations d'essais et des installations de supports nécessaires à ses activités.

L'II Prototype à terre (*PAT*) est à l'arrêt définitif depuis janvier 1998 ; ce réacteur qui a divergé pour la première fois le 16 août 1964 a été le premier réacteur de qualification et d'entraînement du programme nucléaire naval pour la Marine nationale.

L'II Réacteur nouvelle génération (*RNG*) dont le réacteur est arrêté et en phase de cessation définitive d'exploitation depuis mars 2006. Il a permis, jusqu'en septembre 2005, de qualifier les innovations technologiques des réacteurs nucléaires de propulsion navale et de former les équipages de la Marine nationale. Les locaux sont depuis employés à l'entretien des équipements des chaufferies embarquées.

L'II Réacteur d'essais (*RES*) comporte deux modules : le réacteur nucléaire et une piscine d'entreposage de combustibles irradiés sous eau.

Le chargement du premier élément combustible dans la cuve du réacteur a eu lieu le 22 mai 2018. Le réacteur RES a divergé pour la première fois le 10 octobre 2018 et développe depuis son programme d'expérimentations. Il a été à l'arrêt pendant toute l'année 2024 pour travaux.

L'II Alliage zirconium-uranium (*AZUR*) est une pile permettant de tester les coeurs neufs des réacteurs des bâtiments à propulsion nucléaire de la Marine Nationale et du RES. Exploitée depuis avril 1962, elle a subi une réévaluation de sûreté de 2016 à 2023. Cette réévaluation proportionnée aux enjeux et tenant compte de la durée restante d'exploitation d'ici la mise en service de la future installation AZUR 2, a donné lieu à des travaux de rénovation notamment sur le réseau électrique et sur la thématique incendie en 2024. Des travaux sur la supervision de pilotage de la pile sont programmés jusqu'en 2026.

L'II Fabrication, stockage et montage des coeurs (*FSMC*) permet l'étude et la fabrication des combustibles nucléaires utilisés par la Marine nationale. Exploitée depuis novembre 1987, elle a subi une réévaluation de sûreté à la fin des années 90, puis une nouvelle réévaluation de sûreté en 2007 avec autorisation de poursuite de l'exploitation de cette installation par le DSND.

Les autres installations de l'INBS-PN

L'INBS-PN dispose également de l'installation Moyens d'essais (*ME*) et des installations de supports nécessaires à l'exploitation de l'INBS-PN, regroupées sous l'appellation Moyens communs (*MC*).

L'installation ME comporte différents équipements permettant la mise au point, la qualification, les essais et la recette finale avant embarquement des composants électriques et mécaniques des chaufferies de propulsion nucléaire, ainsi que leur remise à niveau. Certains de ces équipements présentent les caractéristiques techniques d'ICPE.



Dispositions prises en matière de sûreté

L'exploitation de l'INBS-PN est effectuée selon les directives de l'exploitant nucléaire (CEA). Pour cela, TechnicAtome a mis en place un système de management intégré « Qualité, sûreté, santé, sécurité, environnement » (Q3SE). Cette politique constitue un référentiel stable et structurant permettant notamment d'exploiter les installations avec un haut niveau de sûreté et de sécurité afin d'éviter tous types d'accidents et protéger la santé des salariés, du public, et l'environnement. Elle se décline en plusieurs objectifs opérationnels et plans d'actions de progrès annuels.

Organisation de la sûreté nucléaire

La maîtrise de la sûreté nucléaire sur l'INBS-PN est assurée selon l'organisation suivante.

Le CEA, exploitant nucléaire, est représenté par :

- ▶ **le directeur des installations de propulsion nucléaire (DIPN)** du Centre DAM-Île de France qui, par délégation de l'Administrateur Général du CEA, exerce la responsabilité d'exploitant nucléaire de l'INBS-PN pour le compte du directeur du directeur de centre DAM/île de France ; il s'appuie sur la Cellule de Sûreté Sécurité Environnement (C2SE) du centre CEA/DIF ;
- ▶ **les Responsables de contrat d'installation (RCI)**, nommés par le directeur du centre CEA/ DIF, qui assurent la surveillance des actions liées à la sécurité nucléaire et à la sûreté des activités menées dans les installations ;
- ▶ **les responsables de fonctions transverses de la DIPN**, qui apportent un soutien aux RCI dans les différents domaines de la maîtrise des risques (*sûreté nucléaire, sécurité, gestion des situations d'urgence, environnement, gestion des sources de rayonnement, radioprotection, qualité et surveillance industrielle*).



TechnicAtome, opérateur technique, est représenté par :

► **Le directeur de l'établissement TechnicAtome Cadarache qui :**

- s'engage à mettre en œuvre les installations de l'INBS-PN en conformité avec son référentiel de sûreté ;
- met en place, à chaque échelon de son organisation, les mesures de prévention et de sécurité découlant de la réglementation en vigueur et les moyens de formation nécessaires, ainsi que le contrôle de premier niveau sur les activités, les biens et les matières ;
- veille à la responsabilisation et à la motivation des différents acteurs contribuant à la sûreté et au bon fonctionnement des installations en assurant la diffusion de la culture de sûreté au sein de l'établissement ;
- dispose d'une cellule de sécurité nucléaire des installations, chargée de définir et de mettre en œuvre la politique dans les domaines de la sécurité classique, de la sécurité nucléaire et de l'environnement, puis d'en contrôler l'application. Cette structure, comprenant une quarantaine de personnes, intègre en particulier les ingénieurs qualifiés en criticité, les ingénieurs en sûreté nucléaire dédiés à chaque II, des ingénieurs de sécurité (*dont l'ingénieur de sécurité d'établissement et les ingénieurs de sécurité des installations*), l'ingénieur environnement d'établissement, ainsi qu'une équipe dédiée à la radioprotection ;
- délègue sa fonction de représentant de l'opérateur technique à des Responsables d'installation (*Rdl*) ayant chacun la charge d'un périmètre d'installation (*AZUR, FSMC, ME, PAT/RNG, RES, MC*). Compte tenu de la complexité de l'installation, le Rdl RES est assisté de trois adjoints.

Dispositions générales

L'INBS-PN bénéficie de l'appui des structures existantes du CEA/Cadarache telles la Formation Locale de Sécurité (*FLS*), le Service de Protection contre les Rayonnements ionisants (*SPRI*), le Service de Prévention et de Santé au Travail (*SPST*) et les services de supports techniques. Elle bénéficie également du support des services d'ingénierie nucléaire de TechnicAtome, implantés à Aix-en-Provence.

Dispositions vis-à-vis des différents risques

À chaque étape de la vie d'une installation, de la conception jusqu'à son déclassement, des études de sûreté basées sur le principe de défense en profondeur permettent de mettre en place les mesures de prévention, de surveillance et de limitation des conséquences inhérentes à chaque situation de risques étudiée.

Les principaux risques systématiquement étudiés dans les rapports de sûreté sont :

- ▶ **les risques nucléaires** : risque de criticité (*réaction nucléaire incontrôlée*), risques de dissémination de matières radioactives, d'ingestion, d'inhalation, d'exposition externe tant pour le personnel que pour le public et l'environnement ;
- ▶ **les risques d'agressions internes** : les risques liés à la manutention, à l'utilisation de produits chimiques, aux procédés mis en œuvre, les risques d'incendie, d'inondation, de perte des alimentations électriques... ;
- ▶ **les risques d'agressions externes** : d'origine naturelle (*séismes, conditions climatiques extrêmes...*) ou liés à l'activité humaine (*installations environnantes, voies de communication, trafic aérien...*).

Les équipements qui participent aux fonctions importantes pour la sûreté font l'objet de contrôles, d'essais périodiques et d'opérations de maintenance dont la périodicité est définie pour chaque équipement. En outre, les équipements qui le justifient (*moyens de manutention, équipements électriques...*) font aussi l'objet de contrôles réglementaires.

Pour se prémunir contre les risques d'incendie, l'emploi de matériaux résistants au feu ou non propagateurs de flamme est privilégié (*matériaux de construction, câbles électriques...*). Les quantités de substances chimiques nécessaires aux programmes de recherche sont contingentées et, dans tous les cas où cela est possible, remplacées par des subs-

tances non inflammables.

Le centre CEA/Cadarache dispose d'une FLS équipée d'engins de lutte contre l'incendie, pouvant intervenir très rapidement. La FLS peut également faire appel aux SDIS si nécessaires. Elle est informée de tout incident par des alarmes de sécurité, reportées vers un poste de commandement de sécurité (*incendie, débordement d'effluents dans les rétentions, fuite de gaz ...*). Elle intervient également en cas d'accident de personnel dans l'enceinte du centre.

Afin de pallier les pertes d'alimentations électriques du réseau public, les II de l'INBS-PN sont équipées de groupes électrogènes autonomes.

L'étude des risques dus aux agressions externes est réalisée à partir des données fournies par les installations voisines du site (*aérodrome de Vinon-sur-Verdon par exemple*), de la connaissance du trafic routier sur les voies proches du site, des données recueillies par les stations météorologiques proches, ou encore d'études spécifiques (*séisme, hydrogéologie...*).

Maîtrise des situations d'urgence

Le CEA possède, au niveau national, une organisation de gestion de crise qui lui permet de gérer à tous moments des situations d'urgence réelles ou simulées. L'INBS-PN s'insère dans cette organisation qui permet à tous les acteurs, CEA comme TechnicAtome, d'assurer leurs responsabilités respectives afin de maîtriser les situations d'urgence.

Un programme de mise en situation des équipiers de crise de l'INBS-PN est réalisé chaque année au sein même des installations, en collaboration avec la FLS. L'II RES a notamment fait l'objet de huit exercices sur la thématique incendie en 2024. De plus, un exercice national de mise en œuvre du plan d'urgence interne de l'INBS-PN est réalisé chaque année. Le PUI de l'année 2024 a eu lieu le 19 décembre.

Inspections, audits et contrôles de second niveau

Des inspections sont menées par les services du DSND. Par ailleurs, la C2SE du centre CEA/ DIF, indépendante des services opérationnels et d'exploitation, réalise des contrôles de second niveau, répondant ainsi aux enjeux réglementaires.

Inspections du DSND

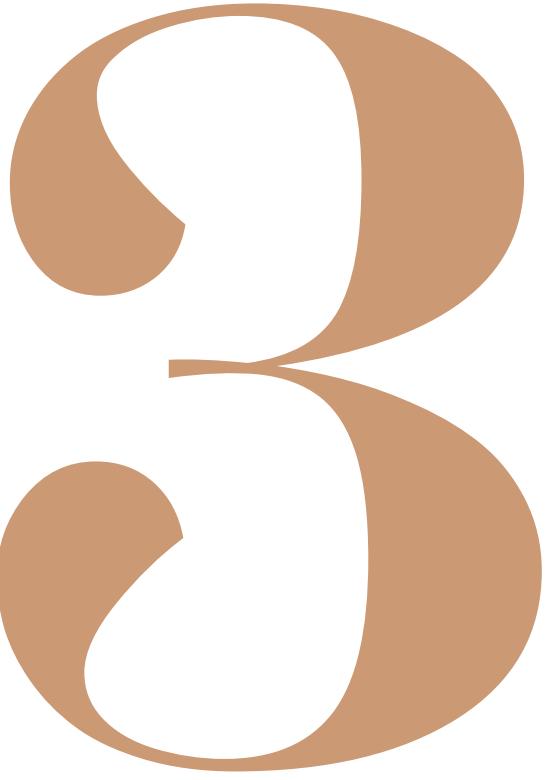
Le DSND a effectué 2 inspections en 2024 :

- ▶ Les 18 et 19 avril concernant la préparation et la réalisation du déchargement du cœur du réacteur RES ;
- ▶ Les 20 et 21 novembre relative aux dispositions mises en œuvre en situation d'arrêt froid longue durée du réacteur RES.

Contrôles effectués par la C2SE du centre CEA/DIF

La C2SE exerce le contrôle de second niveau sur les activités de l'INBS-PN pour vérifier leur adéquation au regard des objectifs de sûreté nucléaire. À ce titre, la C2SE a réalisé douze contrôles de second niveau en 2024 :

- ▶ Le 10 janvier concernant les mesures de prévention incendie du bloc O de l'installation FSMC ;
- ▶ Le 20 mars 2024 relative à l'organisation des équipes DIPN pour le déchargement du cœur du réacteur RES ;
- ▶ Le 18 mars 2024 relative à la gestion des déchets chimiques dans l'INBS-PN ;
- ▶ Le 19 mars 2024 concernant la maîtrise du risque lié à l'utilisation d'acide fluorhydrique dans l'installation FSMC ;
- ▶ Le 2 avril 2024 concernant l'entreposage des matériels avant montage dans le bâtiment UFAC de l'installation FSMC ;
- ▶ Le 22 avril 2024 concernant le contrôle des ICPE 1185 du RES ;
- ▶ Le 29 mai 2024 relative à la maîtrise du risque de criticité dans l'installation FSMC ;
- ▶ Le 26 juin 2024 concernant la validation du contrôle-commande de chantier de l'installation RES ;
- ▶ Le 11 septembre 2024 concernant la gestion des écarts dans l'installation AZUR ;
- ▶ Le 18 septembre 2024 concernant la gestion des écarts dans l'installation RES ;
- ▶ Le 1^{er} octobre 2024 concernant la gestion des écarts dans les installations RNG et ME ;
- ▶ Le 18 décembre 2024 relative à l'organisation et la surveillance des contrôles et essais périodiques réalisés au profit de l'INBS-PN par les prestataires du service technique et logistique du centre de Cadarache ;



Dispositions prises en matière de radioprotection

La radioprotection est l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants sur les personnes, directement ou indirectement, ainsi que les atteintes portées à l'environnement. Elle repose sur trois principes fondamentaux :

- ▶ **le principe de justification** : l'utilisation des rayonnements ionisants est justifiée lorsque le bénéfice qu'elle peut apporter est supérieur aux inconvénients de cette utilisation ;
- ▶ **le principe de limitation** : les expositions individuelles ne doivent pas dépasser les limites de doses réglementaires ;
- ▶ **le principe d'optimisation** : les expositions individuelles et collectives doivent être maintenues aussi bas qu'il est raisonnablement possible, en dessous des limites réglementaires, et ce compte tenu de l'état des techniques mises en œuvre et des facteurs économiques et sociaux (*principe ALARA – As low as reasonably achievable*).

Les progrès en radioprotection font partie intégrante des politiques d'amélioration de la sécurité du CEA et de TechnicAtome. Cette démarche de progrès s'appuie notamment sur :

- ▶ la responsabilisation des acteurs à tous les échelons ;
- ▶ la prise en compte technique du risque radiologique dès la conception, durant l'exploitation et pendant le démantèlement des installations ;
- ▶ la mise en œuvre de moyens techniques performants pour la surveillance continue des installations, des salariés et de l'environnement ;
- ▶ le professionnalisme de l'ensemble des acteurs ainsi que le maintien de leurs compétences.

Ces principaux acteurs sont :

- ▶ **l'opérateur**, qui est l'acteur essentiel de sa propre sécurité et qui, à ce titre, reçoit une formation relative à l'ensemble des risques inhérents à son poste de travail, notamment à la prévention des risques radiologiques spécifiques ;
- ▶ **les RDI**, qui sont responsables de l'ensemble des actions nécessaires à la maîtrise des risques inhérents à leur installation dans tous les domaines de la sécurité et de la sûreté ; il leur appartient notamment de mettre en œuvre les dispositions de prévention en matière de radioprotection sur la base de règles générales établies ;
- ▶ **le Service compétent en radioprotection (SCR) de TechnicAtome**, organisé en Pôle de Compétence en Radioprotection notamment dédié à la prévention et au contrôle du risque radiologique dans les installations de l'INBS-PN, tout en étant indépendant des services opérationnels et d'exploitations ;
- ▶ **le SPR du centre CEA/Cadarache**, qui assure des prestations spécifiques dans le domaine de la radioprotection en soutien aux installations de l'INBS-PN, notamment lors des situations d'urgence ;
- ▶ **le SPST du centre CEA/Cadarache**, qui assure le suivi médical des salariés travaillant en milieu radioactif, en s'appuyant sur le laboratoire d'analyses biologiques et médicales, spécialisé dans la surveillance radiologique des salariés.

Par ailleurs, et conformément à la législation, TechnicAtome s'appuie sur le Pôle de Compétence en Radioprotection, regroupant les Personnes Compétentes en Radioprotection de l'établissement de TechnicAtome Cadarache, qui le conseiller en matière de Radioprotection.

L'évaluation des doses reçues par les salariés en matière d'exposition externe est réalisée, conformément à la réglementation, par :

- ▶ **la dosimétrie à lecture différée** (*dosimétrie employeur*), qui repose sur l'évaluation mensuelle ou trimestrielle de l'exposition externe cumulée par le travailleur ; le dosimètre est constitué de plusieurs détecteurs analysés en différé (*beta/gamma, neutrons*) ;
- ▶ **la dosimétrie opérationnelle**, qui permet de mesurer en temps réel l'exposition reçue par les travailleurs, au moyen d'un dosimètre électronique à alarme indiquant la dose reçue à tous moments et délivrant une alarme sonore et visuelle si le débit de dose ou la dose cumulée dépasse des seuils prédéfinis et adaptés aux enjeux de l'opération réalisée ; cette dosimétrie opérationnelle est assurée pour les expositions aux rayonnements beta/gamma et aux neutrons ;
- ▶ **le port de dosimètres complémentaires** (*dosimètre poignet par exemple*) qui peut être prescrit par le SCR lors de situations d'exposition particulières.

L'évaluation des doses reçues par les salariés en matière d'exposition interne est réalisée le cas échéant par le SPST.

Fait marquant

La société CANBERRA qui a créé la technologie DOSICARD a arrêté sa production en 2020 et avait annoncé un arrêt de sa maintenance sur les systèmes en place en 2025. Le principal fait marquant de l'année 2024 concerne donc ce changement de système de dosimétrie opérationnelle sur l'ensemble de l'INBS-PN.

Résultats dosimétriques

Règlementairement, la dose efficace reçue par un travailleur ne doit pas dépasser 20 mSv sur douze mois consécutifs. TechnicAtome se fixe des contraintes de dose plus faible (*8 mSv avec l'objectif de n'avoir aucun salarié avec une dosimétrie supérieure aux seuils d'alerte 2 mSv pour les catégories B et 4 pour les catégories A*), dans le respect du principe ALARA.

Ci-dessous la dosimétrie opérationnelle des agents CEA intervenant sur l'INBS PN pour l'année 2024.

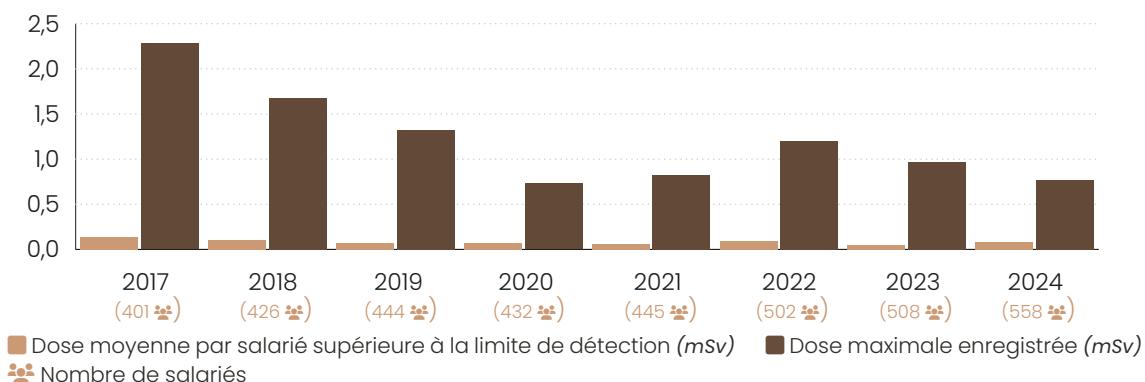
↓ Salariés CEA CEA (intervenant sur l'INBS-PN) – Dosimétrie opérationnelle

Année	Dose moyenne par salarié supérieure à la limite de détection (msv)	Dose max enregistrée (msv)	Nombre de salariés
2024	0,012	0,10	65

Ci-dessous la dosimétrie opérationnelle des salariés TA intervenant sur l'INBS-PN représentative des activités de l'INBS.

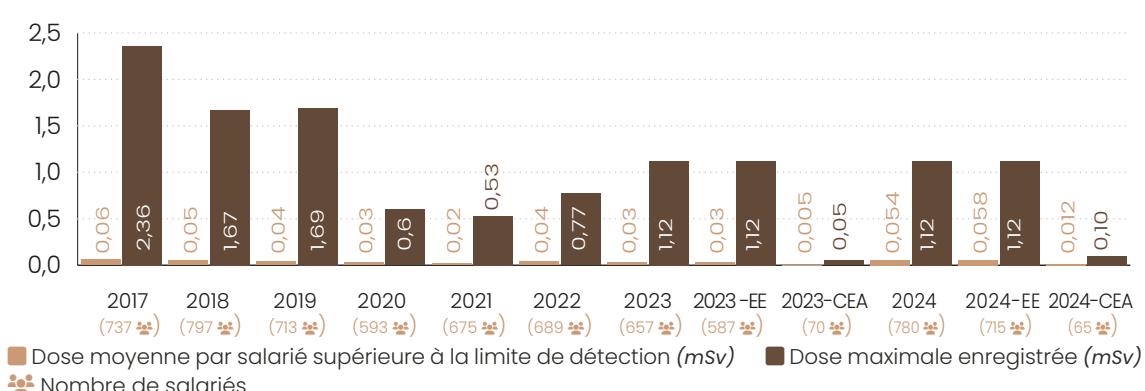
↓ Salariés TechnicAtome intervenant sur l'INBS-PN

Dosimétrie opérationnelle



Ci-dessous la dosimétrie opérationnelle des entreprises extérieures intervenant sur l'INBS PN représentative des activités de l'INBS.

↓ Salariés CEA et entreprises extérieures² intervenant sur l'INBS-PN – Dosimétrie opérationnelle



¹ Avant 2023 les données des entreprises extérieures étaient cumulées à celles des salariés CEA. Les données liées à la dosimétrie à lecture différée, ne sont pas représentatives des activités de l'INBS-PN car elles prennent en compte l'ensemble des salariés TA rattachés à Cadarache y compris ceux qui interviennent hors périmètre INBS-PN. Globalement, les doses moyennes enregistrées sont relativement stables d'années en années. Les variations découlent directement de l'activité des installations, notamment des opérations de remises à niveau des composants de chaufferies nucléaires embarqués à bord des bâtiments de la Marine nationale et de l'arrêt technique et de transformation du réacteur RES. Ces valeurs sont très inférieures à la limite réglementaire de dose efficace pour un travailleur qui, pour mémoire, est fixée à 20 mSv sur douze mois consécutifs.

4

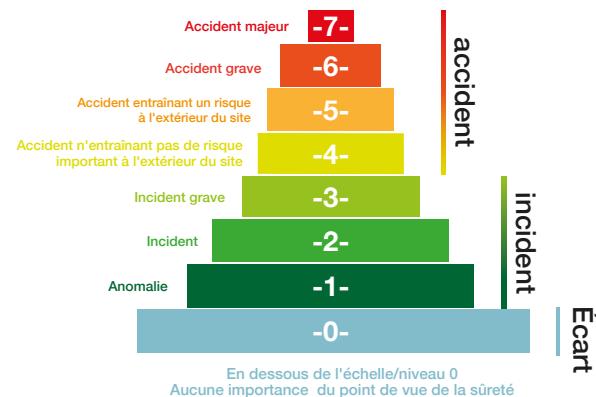
Événements significatifs en matière de **sûreté nucléaire** et de **radioprotection**

Au cours de l'année 2024, 11 événements ont été déclarés au DSND. Parmi ces 11 événements, 10 ont été classés de niveau 0 (*en-dessous de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques dite échelle INES – International nuclear event scale, qui en compte 7*) et 1 a été classé de niveau 1 sur l'échelle INES.

L'échelle INES (*International Nuclear Event Scale*) est l'échelle internationale qui classe les événements survenus sur les installations nucléaires en fonction de leur gravité.

Elle compte sept niveaux (de 1 à 7). Le plus haut correspond à la gravité de l'accident de Tchernobyl. Les événements sans importance pour la sûreté sont appelés écarts et sont classés « en dessous de l'échelle/niveau 0 ».

Utilisée depuis 1991 par une soixantaine de pays, cette échelle est destinée à faciliter la perception par les médias et le public de l'importance des incidents et des accidents nucléaires. Une nouvelle version du manuel de l'utilisateur d'INES, élaborée par l'Agence Internationale pour l'Énergie Atomique (AIEA) en coordination avec l'Agence pour l'Énergie Nucléaire de l'OCDE (AEN), a été adopté le 1er juillet 2008. Elle ne constitue pas un outil d'évaluation et ne peut, en aucun cas, servir de base à des comparaisons internationales. En particulier, il n'y a pas de relation équivoque entre le nombre d'incidents sans gravité déclarés et la probabilité que survienne un accident grave sur une installation.



Niveau INES	Date de déclaration	Nature
0	09/02/2024	Sortie de matériel de zone délimitée sans contrôle radiologique du Service Compétent en Radioprotection
0	05/06/2024	Fermeture intempestive du clapet coupe-feu situé à l'extraction d'un local de tri de déchets
0	28/05/2024	Dépassement de la limite réglementaire autorisée en contamination labile surfacique sur un colis de transport de type SCO-I
0	30/05/2024	Fuite d'eau primaire dans le compartiment réacteur avec projection d'eau sur des intervenants
0	11/06/2024	Défaut d'application de conventions sûreté/criticité pour des transports de matières entre expéditeur et destinataire
0	11/07/2024	Dépassement de l'ordre de grandeur de l'activité autorisée dans l'autorisation de détention et d'utilisation de radionucléides pour quatre radionucléides sous forme de source scellée
0	16/09/2024	Départ de feu survenu lors d'une soudure d'une tuyauterie d'eau pluviale dans le local face avant cellule chaude
0	26/09/2024	Utilisation d'une source scellée déclarée sans emploi
0	05/11/2024	Fonctionnement dégradé du contrôle-commande de service suite à son redé-marrage conduisant au déclenchement de fonctions de sécurité
0	14/11/2024	Non-respect d'une procédure ayant conduit au déclenchement du seuil S2 d'une balise irradiation dans le bâtiment d'entreposage et d'examen des com-bustibles irradiés
1	26/11/2024	Dépassement d'une limite de criticité sur une unité de travail

Tous les événements sont sans conséquence tant vis-à-vis du personnel que de la sûreté des installations et de l'environnement.

Le classement au niveau 1 du dernier évènement a été réalisé suite aux échanges avec l'autorité de sûreté nucléaire de défense.

Pour l'année 2024, la proportion des évènements de niveau significatif est semblable aux années antérieures à 2023 ; en effet, ont été déclarés, sur l'INBS-PN, 11 évènements significatifs (22 en 2023, 12 en 2022).



Résultats des mesures de transferts, rejets et **impact sur** **l'environnement**

Les rejets d'effluents atmosphériques et les transferts d'effluents liquides entre les installations de l'INBS-PN et la Station d'épuration des effluents industriels du CEA/Cadarache (STEP EI) ou les stations de traitement d'effluents radioactifs sont régis :

- ▶ par l'arrêté du 15 octobre 2012 modifié par l'arrêté du 18 juin 2014, dit arrêté ARPE, autorisant le CEA à poursuivre les rejets d'effluents liquides et gazeux et les prélèvements d'eau pour l'exploitation de l'INBS-PN de son site de Cadarache* ;
- ▶ par l'arrêté du 21 septembre 2017 portant homologation de la décision n°2017-DC-0596 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 juillet 2017 fixant les limites de rejets dans l'environnement des effluents des installations nucléaires de base civiles du centre de Cadarache exploitées par le CEA sur la commune de Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône).

En application de l'article 33 de l'arrêté ARPE modifié, l'exploitant établit chaque année un rapport public annuel permettant de caractériser le fonctionnement de l'INBS-PN prenant en compte les modalités de surveillance et l'ensemble des contrôles prévus dans cet arrêté.

Ce rapport présente de manière détaillée le bilan des transferts ainsi que des rejets liquides et atmosphériques pour l'année 2024. Le bilan des mesures de surveillance réalisées sur les effluents et dans l'environnement, ainsi que l'estimation des impacts radiologiques et chimiques, complètent ce rapport. Les principales conclusions sont reprises dans le présent document.

La réglementation fixe des exigences en termes de rejets et de contrôles :

- ▶ valeurs limites annuelles de rejets atmosphériques spécifiques à l'INBS-PN ;
- ▶ valeurs limites annuelles de transferts d'effluents liquides (*radiologiques et chimiques*) entre installations ;
- ▶ règles de comptabilisation des transferts et rejets radiologiques ;
- ▶ valeurs limites annuelles de rejets liquides en Durance par les aéroréfrigérants de l'IIR RES.

Toutes ces limites sont respectées en 2024.

À l'exception des bassins spécifiques du RES, les rejets liquides dans

la Durance sont réalisés par la station d'épuration de Cadarache et régis à ce titre par l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC.

***Publication du nouvel Arrêté du 7 janvier 2025 autorisant le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives à poursuivre les rejets d'effluents liquides et gazeux et les prélèvements d'eau pour l'exploitation de l'installation nucléaire de base secrète dénommée « Propulsion nucléaire » de son site de Cadarache.**

Mesures de surveillance radiologique de l'environnement

Les mesures de surveillance radiologique de l'environnement sont communes avec celles du centre CEA/Cadarache.

Le suivi de la qualité de l'air est assuré, d'une part au plus près des points d'émissions (*émissaires de rejet*), et d'autre part par une surveillance atmosphérique réalisée à partir de mesures effectuées en continu dans cinq stations fixes, réparties à l'intérieur (*Grande Bastide, Verrerie et Cabri*) et à l'extérieur du site de Cadarache (*Ginasservis et Saint-Paul-lez-Durance*).

Ces informations, centralisées directement au niveau du centre CEA/Cadarache, permettent de déceler toute anomalie de fonctionnement d'une station et tout dépassement d'un seuil prédéfini. En complément de ces informations, des mesures différentes sont réalisées en laboratoire sur des prélèvements effectués dans le cadre de la surveillance de l'environnement.

Le réseau hydrographique fait également l'objet d'une surveillance :

- ▶ **des eaux de surface en amont** du centre, par prélèvements effectués au niveau de la station de pompage du CEA/Cadarache ;
- ▶ **des eaux de surface en aval** du centre, via les stations du pont de Mirabeau et de Jouques ; des prélèvements sont également effectués au niveau de l'émissaire de la canalisation des rejets et au lieu-dit Saint-Eucher ;
- ▶ **des eaux de ruissellement**, par des mesures effectuées sur des points de prélèvements situés à l'intérieur du site ;
- ▶ **des eaux souterraines**, par des mesures effectuées à partir d'un réseau de forages appelés piézomètres.

Indépendamment des contrôles effectués directement sur les rejets, l'environnement du CEA/Cadarache fait l'objet d'une surveillance rigoureuse conformément aux prescriptions et décisions fixées par la réglementation. L'ensemble de cette surveillance fait l'objet d'un plan global, commun à l'ensemble des installations, qui s'articule autour du suivi :

- ▶ **Du milieu atmosphérique** (*aérosols, halogène, tritium gaz, retombées atmosphériques humides et données météorologiques*) ;
- ▶ **De l'exposition externe** (*irradiation*) ;
- ▶ **Du milieu aquatique** (*eaux superficielles en amont et en aval du site, eaux de ruissellement, eaux souterraines, faune aquatique, flore et sédiments*) ;
- ▶ **Du milieu terrestre** (*sol, indicateurs biologiques, végétaux bio-indicateurs, gibier, eau potable, lait*)

Le bilan des rejets radioactifs liquides et atmosphériques du CEA/Cadarache ainsi que les résultats des contrôles de radioactivité dans l'environnement montrent que les mesures effectuées à l'extérieur du site sont souvent inférieures aux limites de détection des appareils et très inférieures aux limites annuelles calculées pour le public à partir des coefficients de dose donnés par la directive EURATOM 96/29.

Bilan radiologique des rejets et transferts

Rejets atmosphériques

Rejets atmosphériques de l'INBS-PN	Tritium	Carbone 14	Gaz rares	Halogènes (iodes radioactifs)	Autres émetteurs bêta gamma (mesure globale)	Émetteurs alpha (mesure globale)
Cumul 2020 (GBq)	1,5.10 ⁻¹	1,2	1,9.103	1,3.10 ⁻³	1,8.10 ⁻⁴	1,7.10 ⁻⁵
Cumul 2021 (GBq)	1,7.10 ⁻¹	8,9.10 ⁻¹	1,9.103	1,6.10 ⁻³	1,9.10 ⁻⁴	1,7.10 ⁻⁵
Cumul 2022 (GBq)	1,28	2,14	1,9.103	1,6.10 ⁻³	1,8.10 ⁻⁴	1,7.10 ⁻⁵
Cumul 2023 (GBq)	0,33	1,28	1,9.103	1,9.10 ⁻³	1,6.10 ⁻⁴	1,6.10 ⁻⁵
Cumul 2024 (GBq)	2,96	2,51	1,9.103	1,8.10 ⁻³	1,6.10 ⁻⁴	1,7.10 ⁻⁵
Autorisation annuelle (GBq)	45	17	13.103	15.10 ⁻³	4,0.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁵
% Autorisation annuelle (2024)	6,6	14,8	14,8	12	40,9	56,2

Rejets et transferts liquides

Transferts d'effluents liquides industriels

Les installations de l'INBS-PN produisent des effluents industriels regroupés dans des cuves spécifiques. Après un contrôle radiologique et chimique, les effluents liquides respectant les normes de rejets sont évacués via le réseau des effluents industriels rejoignant la STEP EI (*sTation d'EPurement des Effluents Industriels*).

Le tableau ci-après présente le volume et les activités en tritium bêta gamma global et alpha global des transferts d'effluents vers la STEP EI.

Rejets liquides INBS-PN	Tritium	Autres émetteurs bêta gamma (mesure globale)	Émetteurs alpha (mesure globale)	Volume (m ³)
Cumul 2020 (GBq)	9,6.10 ⁻³	1,3.10 ⁻³	4,5.10 ⁻⁴	712,6
Cumul 2021 (GBq)	1,3.10 ⁻²	2,4.10 ⁻³	6,9.10 ⁻⁴	789,5
Cumul 2022 (GBq)	6,5.10 ⁻³	9,9.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	389,5
Cumul 2023 (GBq)	9,4.10 ⁻³	1,6.10 ⁻³	5,1.10 ⁻⁴	662,5
Cumul 2024 (GBq)	6,32.10 ⁻³	7,5.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	411,6
Autorisation annuelle (GBq)	5,3	5,3.10 ⁻²	1,9.10 ⁻²	Sans objet
% Autorisation annuelle (2024)	0,12	1,41	1,56	Sans objet

Le volume global d'effluents transférés vers la STEP EI a baissé par rapport à 2023. Cette diminution est directement liée à l'arrêt du réacteur RES, cette installation étant la principale contributrice en termes de génération d'effluents industriels.

Les activités en tritium bêta gamma global et alpha global de ces transferts d'effluents sont faibles (*moins de 2%*) au regard de l'autorisation annuelle.

Transferts d'effluents liquides radioactifs

Les effluents liquides radioactifs provenant des installations de l'INBS-PN sont regroupés dans des cuves spécifiques. En 2024, 100% de ces effluents actifs ont été transférés vers l'installation CENTRACO, propriété de Cyclife France (*filiale d'EDF, anciennement SOCODEI*), implantée sur le site de Marcoule.

Le tableau ci-après présente le volume et les activités en tritium, bêta gamma global, alpha global, iodes radioactifs et carbone 14 de ces transferts.

Transferts liquides	Tritium	Autres émetteurs bêta gamma (mesure globale)	Émetteurs alpha (mesure globale)	Halogènes (iodes radioactifs)	Carbone 14	Volume (m³)
Cumul 2020 (GBq)	5,0.10 ⁻³	0,59	1,5.10 ⁻³	6,2.10 ⁻⁴	3,3.10 ⁻⁴	33,9
Cumul 2021 (GBq)	9,3	0,34	4,7.10 ⁻³	1,6.10 ⁻²	3,4.10 ⁻²	258,9
Cumul 2022 (GBq)	39	0,43	4,2.10 ⁻³	8,7.10 ⁻³	2,5.10 ⁻²	218,1
Cumul 2023 (GBq)	4,6	0,19	6,3.10 ⁻⁴	1,2.10 ⁻³	2,5.10 ⁻³	85,1
Cumul 2024 (GBq)	8,7	0,076	1,5.10 ⁻³	4,2.10 ⁻³	6,5.10 ⁻²	142,4
Autorisation annuelle (GBq)	770	16.10 ³	0,04	220	2,1	Sans objet
% Autorisation annuelle (2024)	1,13	0,0005	3,8	0,0019	3,12	Sans objet

Globalement l'ensemble des paramètres est très largement inférieur à l'autorisation associée (*moins de 4 % de l'autorisation pour l'année 2024 pour les émetteurs alpha, Tritium et Carbone 14, et largement moins de 1 % pour les autres émetteurs*).

On peut souligner une augmentation des évacuations sur l'année 2024 en lien avec l'augmentation des activités de l'INBS-PN et la mise en arrêt du réacteur du RES pour travaux de modification, ce qui a nécessité la vidange de ses cuves actives.

Bilan de l'impact radiologique des rejets liquides du CEA/Cadarache et atmosphériques de l'INBS-PN

Le calcul de l'impact des rejets atmosphériques et liquides de l'ensemble des installations du centre prend en compte les activités totales rejetées sous formes gazeuses et liquides, ainsi que les modes de transfert jusqu'à l'homme de façon directe ou indirecte.

Les calculs sont effectués pour trois catégories de populations cibles : l'adulte, l'enfant de 10 ans et le bébé (*de 1 à 2 ans*). Le type de population influe notamment sur les habitudes alimentaires prises en compte (*nature et quantités*), les paramètres biométriques (*débit respiratoire par exemple*) et la radiosensibilité liée aux classes d'âge.

Pour les rejets atmosphériques, les différentes voies d'exposition de l'homme sont les suivantes :

L'exposition externe :

- ▶ par irradiation résultant des gaz ou particules radioactifs présents dans l'air ;
- ▶ par irradiation due aux dépôts au sol de particules radioactives.

L'exposition interne :

- ▶ résultant de l'inhalation des gaz ou particules radioactifs présents dans l'air ;
- ▶ par ingestion de végétaux contaminés par les dépôts, par la pluie mais aussi par les transferts racinaires ;
- ▶ par ingestion due à la consommation d'animaux élevés localement et qui auraient consommé des végétaux contaminés et qui par conséquent seraient eux-mêmes contaminés.

La répartition des effluents atmosphériques autour du centre est appréciée à l'aide des mesures météorologiques (*vitesse et direction du vent*).

Pour les rejets liquides, les différentes voies d'exposition pour l'homme peuvent être classées en 2 catégories :

- ▶ **l'exploitation directe du milieu aquatique** dans lequel sont effectués les rejets :
 - production d'eau de boisson, ce qui n'est pas le cas de l'environnement géographique du CEA/Cadarache ;
 - consommation de poissons ;
- ▶ **l'irrigation des productions végétales** qui sont destinées :
 - à la consommation humaine (*légumes, fruits...*) ;
 - à la consommation animale (*fourrages*).

Impact dosimétrique (msv/an)	Adulte	Enfant 10 ans	Enfant 1 à 2 ans
St-Paul-lez-Durance	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hameau	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Tous les calculs sont effectués avec des hypothèses majorantes, comme par exemple la prise en compte d'une alimentation constituée exclusivement de produits locaux, pour le groupe potentiellement le plus exposé aux rejets. Ce groupe, appelé groupe de référence, est rattaché géographiquement à la commune de Saint Paul-Lez-Durance. De plus, l'impact des rejets atmosphériques est également étudié pour un groupe situé au Hameau, lieu-dit de résidence des étudiants en stage ou en apprentissage au CEA/Cadarache.

Ces valeurs sont très inférieures à la limite de dose annuelle pour le public de 1 mSv.

Bilan chimique des rejets

Rejets atmosphériques

Les concentrations des rejets en fluorure d'hydrogène (HF), oxydes d'azote (NOx) et dioxyde de soufre (SO₂) des émissaires de l'INBS-PN susceptibles de rejeter des effluents chimiques ne doivent pas dépasser les valeurs figurant dans le tableau ci-dessous, lorsque les flux horaires sont supérieurs aux valeurs indiquées ci-après (*article 10-III de l'arrêté du 15 octobre 2012 INBS-PN*).

Paramètres concernés	Flux horaire supérieur à	Concentration maximale
HF	25 g/h	0,3 mg/m ³
NOx	10 kg/h	110 mg/m ³
SO ₂	10 kg/h	125 mg/m ³

"La répartition des effluents atmosphériques autour du site est appréciée à l'aide des mesures météorologiques : vitesse et direction du vent."

Pour les émissaires concernés de l'INBS-PN (*cheminée VEA8 de l'atelier de décapage du bâtiment 444, cheminées des chaudières EDITH et MARIE du bâtiment 401*), la fréquence des contrôles est assujettie au mode de fonctionnement de l'installation (*en continu ou par campagne*).

En 2024, les campagnes de caractérisation des effluents atmosphériques rejetés par l'INBS-PN ont conduit à des flux horaires inférieurs aux flux horaires prescrits par l'arrêté ARPE.

Remarque : la chaudière EDITH n'a pas fonctionné en 2024.

Transferts liquides

Au titre des articles 17-I et 17-II de l'arrêté du 15 octobre 2012 :

- ▶ les caractéristiques chimiques des effluents liquides transférés dans le réseau d'effluents industriels doivent respecter les spécifications de prise en charge de la STEP EI ;
- ▶ les caractéristiques chimiques des effluents liquides radioactifs transférés vers les exutoires autorisés par le DSND doivent respecter les spécifications de prise en charge de ces stations de traitement ;
- ▶ le laboratoire d'analyse chimique, chargé entre autres de la caractérisation des effluents liquides transférés vers la STEP EI, est en service depuis 2007 ;
- ▶ le laboratoire d'analyses chimiques et radiochimiques et le laboratoire d'analyse nucléaire et de surveillance de l'environnement sont chargés, dans leurs domaines respectifs, de la caractérisation des effluents liquides radioactifs transférés vers l'installation AGATE ;
- ▶ le bilan chimique des rejets liquides en Durance inclut ceux des installations de l'INBS-PN.

Bilan chimique des rejets liquides en Durance

Les résultats des analyses physico-chimiques sont présentés dans le tableau ci-après. Ils concernent les rejets liquides en Durance du CEA de Cadarache et de l'INBS PN hors effluents de réfrigération du réacteur RES.

Paramètres **		Seuil rejet Arrêté Préfectoral 113-2006 en mg/L pour F en kg/j pour C	Valeur maximale en mg/L pour F en kg/j pour C	Valeur moyenne en mg/L pour F en kg/j pour C	Flux total annuel (kg)	Nombre de dépassements
DCO	C	100,0	66,0	29,4	/	0/145
	F	225,0	80,5	33,2	4818	0/145
MEST	C	35,0	28,0	6,9	/	0/145
	F	80,0	42,1	7,5	1089,1	0/145
DBO5	C	30,0	29	6,16	/	0/145
	F	70,0	28,7	6,99	920,7	0/145
Aluminium	C	2,5	0,8	0,1	/	0/145
	F	5,0	0,7	0,1	9,7	0/145
Fer	C	2,5	1,3	0,3	/	0/145
	F	5,0	2,2	0,4	57,2	0/145
Zinc	C	0,8	0,2	0,0	/	0/145
	F	4,5	0,2	0,0	4,2	0/145
Phosphore	C	10,0	2,4	0,9	/	0/145
	F	22,5	4,0	1,1	157,9	0/145

Paramètres **		Seuil rejet Arrêté Préfectoral 113-2006 en mg/L pour F en kg/j pour C	Valeur maximale en mg/L pour F en kg/j pour C	Valeur moyenne en mg/L pour F en kg/j pour C	Flux total annuel (kg)	Nombre de dépassements
Azote global	C	30,0	17,0	6,6	/	0/145
	F	70,0	27,7	7,5	1084,8	0/145
Chlorures	C	200,0	173,0	95,4	/	0/145
	F	450,0	232,0	108,8	15778,5	0/145
Fluorures	C	1,0	0,5	0,1	/	0/145
	F	2,25	0,4	0,1	18,2	0/145
Hydrocarbures	C	5,0	0,45	0,1	/	0/145
	F	10,0	0,5	0,1	17,3	0/145
Sulfates	C	500,0	87,0	41,3	/	0/145
	F	1125	118,3	47,4	6867,7	0/145
Bore	C	0,5	0,2	0,0	/	0/145
	F	1,0	0,4	0,0	5,2	0/145
Cuivre	C	0,15	0,042	0,006	/	0/145
	F	0,6	0,0393	0,007	0,9	0/145

C : concentration (mg-L) F > flux (en Kg/jour ou en kg/an) ** Sigles voir glossaire

Paramètres	Seuil rejet AP 113-2006	Valeur minimale	Valeur maximale	Valeur moyenne	Nombre de dépassements/ Nombre de mesures
Débit en m ³ /j	4000	470	2037	1161	0/145
pH	5,5 - 8,5	7,2	8,8	7,98	2/145
Température en °C	30	6,4	28,1	16,6	0/145

Les 2 dépassements en pH sont liés à de mauvaises conditions de conservation de l'échantillon (*réfrigération tardive*). Des rappels sur les modalités de conservation des échantillons ont été réalisés.

Les flux rejetés au cours des quatre années précédentes sont rappelés dans le tableau ci-dessous.

Paramètres	Flux total 2020 (kg)	Flux total 2021 (kg)	Flux total 2022 (kg)	Flux total 2023 (kg)	Flux total 2024 (kg)
DCO	2099	3038	3971	3990,2	4818
MES	605	835	1220,6	1015,2	1089,1
DBO5	342	538	640,5	470,8	920,7
Aluminium	4,6	10,3	8,3	6,7	9,7
Fer	33,3	35,9	46,6	74,4	57,2
Zinc	3,3	6,3	7,2	1,7	4,2
Phosphore	78,4	100,6	126,2	151,9	157,9
Azote global	1340	941,1	869	1018,1	1084,8
Chlorures	13290	13160,1	17581,8	18536,8	15778,5
Fluorures	9,7	9,0	6,0	12,5	18,2
Hydrocarbures	17,3	21,1	40,0	10,6	17,3
Sulfates	8107	10318,1	16545,6	11799,9	6867,7
Bore	5,4	4,9	4,8	5,3	5,2
Cuivre	/	/	/	0,66	0,9
Volume effluents rejetés (en m ³)	116 620	112 563	147 046	153 154	175 036

Les effluents issus des tours aéroréfrigérantes du RES font l'objet de contrôles avant leur rejet en Durance. Ces rejets ont débuté en 2017, après approbation de leurs modalités par le DSND. Le bilan de ces rejets durant l'année 2024, au regard des limites fixées à l'article 18 de l'arrêté ARPE,

est présenté dans le tableau ci-après :

Rejets d'effluents issus des aéroréfrigérants du RES	Paramètres					Volume (m ³)
	Phosphore	Chlorures	Sulfates	Zinc	AOx	
Flux annuels rejetés 2020 (kg)	124,6	5 470	18 927	2,6	13,1	58 323
Flux annuels rejetés 2021 (kg)	588,7	24 521	105 826	8,1	47,1	255 020
Flux annuels rejetés 2022 (kg)	32,7	1 264	3 934	0,7	3,7	19 598
Flux annuels rejetés 2023 (kg)	332,9	15 722	58 244	9,0	39,1	164 436
Flux annuels rejetés 2024 (kg)	16,8	1052	5089	1,2	1,7	12 022
Valeurs limites annuelles (kg/an)	1600	71 000	560 000	1 600,58	300	Sans objet
% Autorisation annuelle (2024)	1,05	1,48	0,91	0,08	0,58	Sans objet

Le volume de rejet a baissé en 2024, en lien direct avec l'arrêt du réacteur RES sur l'année.

À noter également qu'il n'y a eu aucun dépassement en concentrations maximales au cours de l'année 2024, ces concentrations maximales étant rappelées ci-après :

- ▶ Phosphore : 3 mg/l
- ▶ Chlorures : 150 mg/l
- ▶ Sulfates : 700 mg/l
- ▶ Zinc : 2 mg/l
- ▶ AOX : 1 mg/l.

De même les paramètres suivants ont été respectés :

- ▶ Elévation maximale de température de la Durance après mélange : 1°C
- ▶ Volume maximal journalier de rejet : 7 200 m³
- ▶ pH compris entre 5,5 et 8,5.

Mesures de surveillance chimique de l'environnement

Les rejets dans l'environnement font l'objet d'une surveillance chimique mensuelle. Les prélèvements sont situés au niveau de la Durance à trois endroits :

- ▶ la station amont du point de rejet (*située à 500 mètres en aval du barrage de Cadarache*),
- ▶ la station aval du point de rejet (*située à 300 mètres de la canalisation de rejet*)
- ▶ le point de prélèvement au niveau de l'émissaire de la canalisation de rejet.

Ces deux stations présentent, sur l'ensemble des campagnes mensuelles, une bonne qualité de l'eau. Les résultats sont assez similaires entre l'amont et l'aval.

L'évaluation de la qualité écologique globale est réalisée grâce à la détermination d'indices biologiques :

- ▶ indice biologique global compatible directive cadre sur l'eau (*norme NF T90-333*);
- ▶ indice biologique diatomée (*norme NF T90-354*)
- ▶ analyse de micropolluants métalliques sur végétaux (*arsenic, cadmium et mercure*).

L'ensemble des analyses a été effectué par un laboratoire indépendant, agréé par le ministère de la transition écologique. La conclusion est la suivante :

Les deux stations amont et aval présentent des caractéristiques relativement similaires. Le rejet des effluents du centre CEA de Cadarache ne présente donc aucun impact négatif sur le milieu naturel.

À partir des résultats pour les campagnes de l'eau, des sédi-ments, des bryophytes et les IBG-DCE/IBD réalisées en 2024, le système d'évaluation de la qualité de l'eau démontre dans l'ensemble une bonne qualité du milieu récepteur, la Durance.

Caractérisation du risque

- ▶ pour les substances ayant un effet de seuil, le risque d'apparition d'un effet est estimé à partir du calcul du quotient de danger, qui est le rapport entre la concentration moyenne inhalée ou la dose journalière d'exposition et la dose de référence, c'est-à-dire la valeur toxicologique de référence.
- ▶ si ce rapport est supérieur à 1, il est considéré que la possibilité d'apparition d'un effet ne peut pas être exclue. si ce rapport est inférieur à 1, on considérera l'apparition d'un effet comme peu probable et le risque non préoccupant.
- ▶ pour les substances sans effet de seuil, c'est-à-dire cancérogène, le risque d'apparition d'un effet est estimé à partir du calcul de l'excès de risque individuel (*eri*) qui est le produit de la concentration moyenne inhalée ou la dose journalière d'exposition avec la dose de référence, c'est-à-dire la valeur toxicologique de référence.
- ▶ si ce produit est supérieur à 10^{-5} , il est considéré que la possibilité d'apparition d'un effet ne peut pas être exclue. si ce produit est inférieur à 10^{-5} , on considérera l'apparition d'un effet comme peu probable et le risque non préoccupant.

Bilan de l'impact chimique des rejets liquides et atmosphériques du CEA/Cadarache

Les conclusions de l'évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des substances chimiques émises par les installations implantées sur le site de Cadarache ne sont pas modifiées. Quelle que soit la substance étudiée, les concentrations ajoutées en Durance sont inférieures aux seuils de référence, notamment aux normes de qualité environnementales et aux concentrations prévues, sans effet sur la santé.

Impact chimique des rejets liquides

Les quotients de danger dus aux concentrations apportées par les rejets liquides des substances à effets de seuil sont inférieurs à 1. Le risque sanitaire est donc classé comme non préoccupant.

Les Excès de Risque Individuel (*ERI*) dus aux concentrations apportées par les rejets liquides des substances sans effets de seuil sont tous inférieurs à 10^{-5} . Le risque sanitaire est là aussi considéré comme non préoccupant.

Impact chimique des rejets atmosphériques

L'analyse du bilan des rejets chimiques atmosphériques montre que les concentrations mesurées sont inférieures aux concentrations maximales autorisées prises en compte dans l'étude d'impact global du site de Cadarache.

Les quotients de danger dus aux concentrations apportées par les rejets atmosphériques des substances à effets de seuil sont inférieurs à 1, aussi bien par voie d'inhalation que par voie d'ingestion. Le risque sanitaire est donc classé comme non préoccupant.

Les Excès de Risque Individuel (*ERI*) dus aux concentrations apportées par les rejets atmosphériques des substances sans effets de seuil sont tous inférieurs à 10^{-5} . Le risque sanitaire est là aussi considéré comme non préoccupant.

Prélèvements et consommation d'eau

Le prélèvement d'eau dans le milieu naturel est réglementé par l'arrêté préfectoral n°113-2006 A du 25 septembre 2006 abrogé et remplacé par l'arrêté préfectoral n°2020-497-PC du 27 octobre 2022 imposant des prescriptions complémentaires au Commissariat à l'Énergie Atomique pour poursuivre l'exploitation des installations classées précisées (*cf. partie C du présent rapport*).

Les installations techniques de l'INBS-PN en service en 2024 ne prélèvent pas d'eau directement dans le milieu naturel.

Depuis le 2 juillet 2019, l'alimentation en eau du bassin MC de l'installation individuelle RES est assurée par le canal de Provence.

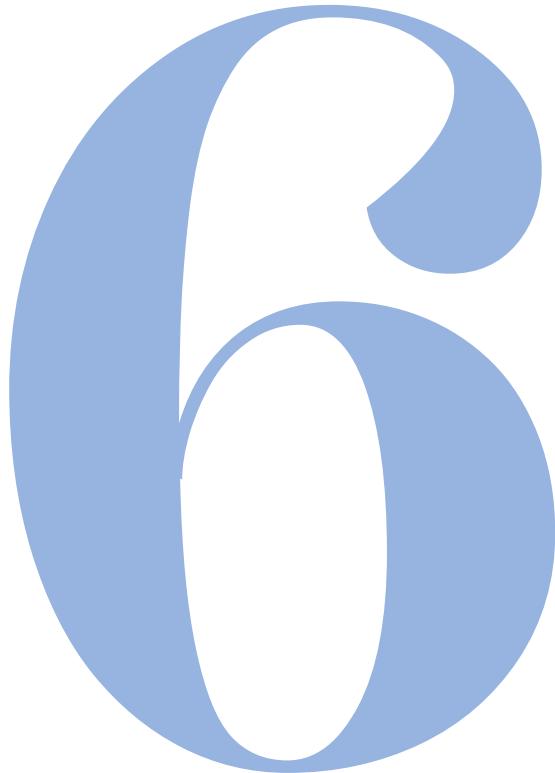
Conformément à l'article 4 de l'arrêté du 15 octobre 2012 modifié, le volume d'eau consommé nécessaire au fonctionnement de l'INBS-PN ne doit pas dépasser 2 400 000 m³/an et la quantité d'eau journalière maximale transférée 15 000 m³/jour.

La quantité d'eau consommée par l'INBS-PN pour l'année 2024 s'élève à 44 854 m³. Cette valeur prend en compte la consommation de la réfrigération du RES correspondant à 662 m³ due essentiellement au fonctionnement des circuits de réfrigération du réacteur en arrêt depuis mai 2024.

Cette quantité d'eau correspond à 1,8 % de la valeur limite annuelle.

Globalement la consommation d'eau est largement inférieure à l'autorisation associée, moins de 25% de l'autorisation depuis 2016. La variation de la consommation observée en 2024 est due à l'arrêt du fonctionnement des circuits de réfrigération du réacteur RES.

À noter qu'il n'y a eu aucun dépassement de la quantité d'eau journalière maximale autorisée de 15 000 m³/jour.



Déchets nucléaires **entreposés sur le site**

Mesures prises pour limiter le volume des déchets radioactifs entreposés

La stratégie du CEA repose sur l'évacuation des déchets dès que possible, vers les filières d'évacuation existantes ou vers des installations spécifiques d'entreposage.

Le tri à la source et l'inventaire précis des déchets radioactifs permettent de les orienter, dès leur production, vers la filière adaptée de traitement, de conditionnement et de stockage, ou à défaut d'entreposage. Les déchets solides de très faible activité (*TFA*) ou de faible et moyenne activité à vie courte (*FMA-VC*), pour lesquels existent des centres de stockage de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (*ANDRA*), sont entreposés dans les installations de l'INBS-PN ou dans des zones de regroupement dédiées du centre de Cadarache, jusqu'à leur évacuation.

Les déchets solides de moyenne activité à vie longue (*MA-VL*), actuellement entreposés dans les canaux de l'IIRNG ainsi que dans un puits du RES, seront évacués dès la définition d'une filière appropriée et approuvée par le DSND.

La priorité de l'INBS-PN reste la poursuite du désentreposage des déchets TFA et FA à court et moyen terme.

Nature et quantités de déchets entreposés dans l'INBS-PN (situation au 31/12/2024)

Parmi les mesures règlementaires de gestion des déchets nucléaires, la sectorisation de l'ensemble des zones de production, appelé « zonage déchets » a été réalisée afin d'identifier, en amont, les zones de production des déchets nucléaires et les zones de production de déchets conventionnels.

Nature déchets solides	Classe radiologique	Volume entreposé (m ³)	Exutoire
Déchets essentiellement métalliques (<i>matériels "historiques" déclassables en déchets</i>) non conditionnés dont pièces massives, en cours de conditionnement.	TFA et/ou FMA-VC	282	CIRES CSA
DSFI solides ou liquides conditionnés en fûts, bidons ou vrac à conditionner : amiante, produits chimiques, déchets d'équipements électriques et électroniques...	TFA	56,7	CIRES pour l'amiante CENTRACO puis CSA <i>(huiles et certains produits chimiques)</i> À définir pour les autres
Déchets solides issus de la production courante et de petits travaux (<i>métalliques et non métalliques, gravats, bois...</i>) conditionnés en GRVS (<i>big-bags</i>), casiers, vrac sous vinyle ou dans open-tops.	TFA	136,6	CIRES
Déchets solides issus de la production courante et de petits travaux (<i>métalliques et non métalliques, gravats, bois...</i>) conditionnés en fûts (<i>118 et 200 litres</i>) et en vrac sous vinyle.	FMA-VC	25,4	CSA CENTRACO puis CSA
DSFI solides ou liquides conditionnés en fûts (<i>100, 110 ou 120 litres</i>) : déchets contenant des fines particules de zircaloy et UO ₂ , autres déchets en mélange...	FMA-VC	2,3	CSA CENTRACO puis CSA
Déchets essentiellement métalliques entreposés dans les canaux de l'IIRNG (<i>non conditionnés</i>) et bobines de doigts de gants dans un puits de l'IIRRES.	MA-VL	4	CSA ou stockage profond

CSA Centre de stockage de l'Aube : centre ANDRA de stockage de déchets radioactifs FMA-VL

CIRES Centre industriel de regroupement d'entreposage et de stockage : centre ANDRA destiné au stockage de déchets TFA, au regroupement des déchets radioactifs non électroclaires et à l'entreposage de certains de ces déchets qui n'ont pas encore de solution de gestion définitive

DSFI Déchets sans filière d'évacuation immédiate



**Commissariat à l'énergie atomique
et aux énergies alternatives**

Centre de Cadarache
DAM INBS-PN

13108 Saint-Paul-Lez-Durance
www-cadarache.cea.fr
📞 04 42 25 70 00