



CEA MARCOULE

Rapport de **transparence** et **sécurité nucléaire** 2022

INB exploitées par le CEA Marcoule

Article L125-15 du code de l'environnement



Rapport de **transparence** et **sécurité nucléaire** 2022

INB exploitées par le CEA Marcoule

SOMMAIRE

I. Présentation générale du CEA Marcoule	7
II. Dispositions prises en matière de sécurité	10
2.1. Généralités	10
2.2. Organisation	10
2.3. Dispositions générales	11
2.4. Dispositions vis-à-vis des différents risques	12
2.5. Maîtrise des situations d'urgence	13
2.6. Inspections, audits et contrôles internes	14
2.7. Dispositions résultant des Évaluations Complémentaires de Sûreté (ECS)	17
2.8 Faits notables de l'année 2022	18
III. Dispositions prises en matière de radioprotection	20
3.1. Organisation	20
3.2. Faits marquants de l'année 2022	22
3.3. Résultats	24
IV. Événements significatifs en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection	26
4.1. Généralités	26
4.2. Événements significatifs déclarés à l'ASN en 2022	28
4.3. Exploitation du retour d'expérience	30
V. Résultats des mesures des rejets des installations et impact sur l'environnement	32
5.1. Rejets gazeux	32
5.2. Rejets liquides	34
5.3. Impact des rejets sur l'environnement	38
5.4. Surveillance de l'environnement	41
5.5. Management environnemental	42
VI. Déchets radioactifs entreposés sur le site	44
6.1. Mesures prises pour limiter le volume des déchets radioactifs entreposés	44
6.2. Mesures prises pour limiter les effets sur la santé et l'environnement en particulier le sol et les eaux	46
6.3. Nature et quantités de déchets entreposés sur les inb du centre	47
VII. Conclusion	50
VIII. Glossaire	52
IX. Recommandations du CSE du CEA Marcoule	54

CIRES, ANDRA, TFA...

Retrouvez-les termes soulignés dans le glossaire au chapitre 8

PRÉAMBULE



Michel BEDOUCHA

Directeur du CEA Marcoule

Cet institut se situe au cœur de la stratégie de la France de fermeture du cycle et de tout ce que cela implique en termes de gestion durable des ressources et de réduction des déchets. Pour preuve, en 2022, les équipes de l'ISEC ont fabriqué la première pastille Pu EX MOX conforme. Ce projet vise à la mise au point des combustibles recyclés du futur à partir de MOX usé. Il s'agit de la première démonstration de faisabilité d'un multirecyclage du combustible.

D'autres réalisations d'importance de l'ISEC, qui collabore avec ses partenaires traditionnels Orano, ANDRA et EDF, ont également jalonné l'année 2022. Citons la qualification UOX du creuset froid, la qualification de l'étape de conversion pour la fabrication des poudres MOX dans le cadre du multirecyclage REP, le REX et le soutien aux usines de la Hague et Melox, la qualification du robot Murène piloté à distance pour la reprise de fûts de déchets sans exposition des opérateurs, l'atteinte des objectifs du projet PIVIC ou encore le désencombrement d'ATALANTE, projet de longue haleine, indispensable à l'avenir de l'installation.

2022 a aussi été marquée par le nombre record de dépôts de projets, en particulier dans le cadre de France 2030. Ces projets concernent les activités nucléaires et ont, par exemple, permis de mettre en place de nouvelles collaborations avec CYCLIFE ou VEOLIA Nuclear Solutions.

Enfin, l'ISEC a pu se mettre en visibilité via l'organisation d'évènements comme FEET, Pu Future et NewCem ou encore la remise du grand prix SFEN pour le projet DEM&MELT.

En plus de son expertise dans le domaine de la recherche à travers l'ISEC, le CEA Marcoule est également reconnu pour sa capacité à mener à bien des projets de grande envergure. Le pilotage des nombreux chantiers de démantèlement en témoigne. En particulier, une étape très importante a été franchie sur Phénix. Cette année, les équipes ont procédé au démantèlement d'un échangeur intermédiaire. C'est une opération majeure du scénario de démantèlement du réacteur. Elle n'avait pas été réalisée depuis 2008. La manipulation est complexe. Il a fallu extraire sous hotte cette pièce de 13 mètres de haut et 25 tonnes, depuis le réacteur, puis l'entreposer dans un puit de lavage pour éliminer toute trace de sodium et diminuer sa radioactivité.

Cette année encore, le CEA Marcoule a poursuivi ses efforts pour maintenir le niveau d'activité attendu, proposer une recherche de qualité et poursuivre ses nombreux chantiers de démantèlement, tout en respectant les exigences sanitaires pour garantir la sécurité de son personnel et de ses sous-traitants.

Le CEA dans son ensemble fait, en effet, de la sécurité un point majeur de sa culture d'entreprise. En 2022, l'ensemble des objectifs en matière de prévention des risques du centre de Marcoule ont été atteints, ce résultat est le fruit de l'attention collective des salariés.

Sur le plan de la sûreté, le bilan est également bon. L'ASN et l'ASND ont déclaré la situation du centre « globalement satisfaisante ». Le maintien du niveau de vigilance, le sens des responsabilités des équipes et la bonne gestion des installations ont d'ailleurs été remarqués.

Du point de vue de la recherche, le CEA Marcoule et en particulier l'ISEC (*Institut des Sciences et technologies pour une Economie Circulaire des énergies bas carbone*) créé en 2020 au sein de la nouvelle direction des énergies (DES) est confirmé dans son rôle d'acteur majeur de la recherche sur les énergies bas carbone.

L'échangeur a ensuite été basculé dans une aire de traitement pour être découpé et évacué sous forme de déchet. Cette opération a également permis la réalisation d'analyses sur le vieillissement des matériaux dans le cadre de la recherche sur les réacteurs de 4^{ème} génération. Cette étape est emblématique de la capacité du CEA, et de Marcoule en particulier, à gérer de bout en bout ses installations de recherche. L'activité de démantèlement a ainsi un très fort impact pour le territoire. En effet, sept des dix chantiers prioritaires du CEA sont à Marcoule. Cela engendre 400 millions de commandes annuelles, au bénéfice principal de l'économie locale, pour des dizaines d'années et permet la structuration d'un écosystème d'entreprises spécialisées dans le Gard Rhodanien.

Il est également important de parler d'un projet qui a impliqué l'ensemble des parties prenantes du centre : le projet CEVALIA. A la demande des autorités, un chantier pilote de démantèlement nucléaire impliquant de l'amiante dans la zone UPI a été mené avec des résultats probants. Il a permis de mettre en œuvre des procédés de décontamination capables de traiter les risques amiante et nucléaire de manière concomitante.

R&D et démantèlement côtoient une autre activité du centre de Marcoule, la médecine du futur. Marcoule accueille une trentaine de chercheurs du LI2D (*Laboratoire Innovations technologiques pour la Détection et le Diagnostic*) qui réalisent un travail formidable dans le domaine de la détection et du diagnostic des maladies. Ils ont été, cette année, les premiers au monde à réaliser la cartographie complète du virus de la Variole du singe. Ces travaux accélèrent la connaissance globale des mécanismes de cette maladie et ont permis la mise au point, avec un industriel, du premier test rapide de détection du virus, sur le même modèle de ceux pour la détection du Covid.

Le CEA Marcoule est aussi acteur de la formation pour ses besoins propres, mais aussi ceux de la filière nucléaire. C'est un enjeu majeur dans le contexte de relance du nucléaire. A ce titre, l'INSTN de Marcoule a joué, cette année encore pleinement son rôle. Plus de 1100 personnes ont été formées sur ses bancs dans le cadre de la formation professionnelle et continue. Sur ce total, environ 250 étudiants des lycées de Bagnols sur Cèze, et des universités de Nîmes, Montpellier, Grenoble ou encore des Mines de Saint-Etienne ont bénéficié des savoirs de nos 120 enseignants chercheurs. Le projet Invictus, qui verra la transformation du Visiatome en école de l'A&D à horizon 2025, donnera les moyens à l'INSTN d'accroître ses capacités d'enseignement au bénéfice de toute la filière.

Pour terminer ce tour d'horizon 2022, notons l'engagement du centre comme acteur de la transition énergétique. Le CEA Marcoule mène des recherches sur le sujet, et les applique aussi au fonctionnement du centre. La démarche de Management de l'énergie engagée fin 2021 pour optimiser les consommations a accéléré en 2022. Un plan de performance énergétique, validé par les services de la DREAL, a été déployé et a porté ses fruits. Les différents travaux engagés sur le centre permettront de réduire les émissions du centre de 1638 tonnes de CO₂. La certification ISO 50 001, qui valide la pertinence de cette démarche de performance énergétique, a ainsi été accordée au centre de Marcoule.

Les pages qui suivent présentent le fonctionnement et les évolutions relatifs aux trois installations nucléaires de base (*INB*) du Centre de Marcoule exploitées par le CEA (*ATALANTE, PHENIX et DIADEM*). Ce rapport dresse le bilan des dispositions mises en œuvre en matière de sûreté, de radioprotection, de contrôle et de surveillance de l'environnement. Les événements significatifs relevés en 2022, les mesures des rejets des installations et leur impact sur l'environnement, ainsi que le bilan des déchets radioactifs entreposés sur notre site y sont détaillés.

Ce rapport illustre ainsi la politique du centre de Marcoule en termes de transparence et d'amélioration continue. Il confirme la maîtrise de l'impact de ses activités sur l'environnement.

Bonne lecture.

Michel BEDOUCHA

Directeur du CEA Marcoule

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU CEA MARCOULE

Les 1596 collaborateurs CEA du Centre de Marcoule s'investissent quotidiennement dans le soutien à l'industrie nucléaire actuelle et innovent pour l'énergie bas carbone de demain. Le CEA a fait de Marcoule son centre de référence pour les recherches sur le cycle du combustible nucléaire (depuis la mine jusqu'à la gestion des déchets ultimes en passant par le traitement et recyclage des combustibles usés). Les activités du Centre ont également pour ambition l'étude du cycle du combustible des systèmes nucléaires du futur, la recherche en soutien des industriels et la maîtrise d'ouvrage d'un vaste programme de démantèlement des anciennes installations du Centre.

Le site de Marcoule est implanté sur la rive droite du Rhône, sur les communes gardoises de Chusclan et de Codolet. Le site couvre une surface totale d'environ 300 hectares dont 183 sont occupés par le CEA Marcoule, le reste des surfaces appartenant aux entreprises ORANO MELOX, Cyclife France et STERIS/SYNERGY HEALTH. Le CEA Marcoule comprend deux « Installations Nucléaires de Base » (INB) en exploitation, objets du présent rapport (article L-125-15 du code de l'environnement) : le réacteur de recherche PHÉNIX (INB n°71) et les laboratoires ATALANTE de chimie en milieu radioactif (INB n°148) et une INB en construction : l'installation DIADEM (INB n°177) destinée à l'entreposage des déchets. Le Centre comprend également une « Installation Nucléaire de Base Secrète » (INBS) avec 18 installations individuelles. L'INBS fait l'objet d'un rapport annuel de sûreté nucléaire (décret n°2007-758 du 10 mai 2007) spécifique, distinct du présent document.

Au service de la collectivité

À Marcoule, le CEA est en première ligne pour répondre aux enjeux fixés par la loi du 28 juin 2006 sur la gestion durable des matières et déchets radioactifs. Les équipes de Marcoule sont mobilisées dans la recherche pour la gestion des déchets radioactifs de haute activité et à vie longue. Elles travaillent notamment sur le développement des procédés de séparation (en quelque sorte des procédés de tri sélectif) de certains éléments appelés actinides mineurs, qui sont les principaux responsables de la toxicité et de la durée de vie des déchets nucléaires. En outre, certains programmes de recherche sur le confinement des déchets nucléaires sont menés au CEA Marcoule, en lien avec l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs (ANDRA). C'est le cas de l'étude du comportement à long terme des verres nucléaires (en vue d'un stockage souterrain). Toutes ces recherches font appel à des études et des campagnes expérimentales menées sur plusieurs installations du Centre.

Au service de l'industrie nucléaire

Le CEA Marcoule mène les études scientifiques et technologiques en soutien aux industriels, principalement le groupe ORANO, pour améliorer les performances des procédés des usines actuelles du cycle du combustible. Il intervient essentiellement dans le domaine du traitement- recyclage du combustible nucléaire après passage en réacteurs, pour optimiser le recyclage des matières énergétiques valorisables et réduire et sécuriser les déchets ultimes.

Les recherches menées à Marcoule visent également à fournir aux industriels la capacité de proposer de nouvelles installations, compétitives à l'export. S'agissant de l'amont du cycle, qui regroupe les étapes industrielles depuis l'extraction minière jusqu'à l'enrichissement de l'uranium et la fabrication du combustible, le Centre de Marcoule mène une recherche ambitieuse et innovante, pour garantir à l'industrie nationale la compétitivité technico-économique et la diminution de l'impact environnemental de ces étapes, notamment pour l'extraction minière et la purification de l'uranium.

Au service de l'économie circulaire

Depuis la création de l'ISEC (*Institut des Sciences et technologies pour une Economie Circulaire des énergies bas carbone*) en 2020, le CEA Marcoule utilise son expertise sur le recyclage pour des domaines autres que le nucléaire, pour une utilisation soutenable des ressources naturelles, des matières et matériaux, comme par exemple le traitement du photovoltaïque, des batteries électriques, des aimants des éoliennes. Ses compétences dans le recyclage, sont mises à profit pour l'extraction des ressources et des matières, la purification, les technologies de l'enrichissement, le développement des procédés de dissolution des matériaux, de séparation des éléments d'intérêt en vue de leur recyclage ou de leur valorisation, mais aussi de procédés de fabrication adaptés au matériaux recyclés et de développement de procédés de traitement et conditionnement des déchets issus de ces processus.

Les chantiers de démantèlement

Marcoule est un site riche de 65 ans d'histoire. Certaines installations sont aujourd'hui définitivement arrêtées. Les travaux d'assainissement-démantèlement sur les installations les plus anciennes y sont menés au moyen de technologies innovantes (*imagerie, techniques de décontamination, robotique...*) et toujours dans le respect des exigences de radioprotection, de sécurité et de sûreté. Ces programmes d'assainissement-démantèlement, planifiés souvent sur plusieurs dizaines d'années, concernent les installations de recherche ayant permis de répondre aux besoins nucléaires historiques de la Défense Nationale mais aussi le réacteur PHÉNIX dans le domaine civil aujourd'hui à l'arrêt. Leur financement est assuré dans le cadre de budgets dédiés pour le démantèlement.

L'exploitation et les activités de soutien du Centre

Pour l'exploitation et le fonctionnement quotidien du Centre, le CEA dispose de diverses installations de soutien : conditionnement des déchets solides, traitement des effluents, mais aussi distribution électrique ou de fluides, station d'épuration... L'ensemble de ces moyens ainsi que les unités de secours et de protection (*Formation Locale de Sécurité, Service de Protection contre les Rayonnements et Service de Santé au Travail*) concourent à une exploitation maîtrisée des activités.

L'installation ATALANTE (INB N°148)

Mise en service progressivement de novembre 1992 à avril 2005, ATALANTE regroupe dans une même installation, l'ensemble des moyens de recherche en chimie en milieu radioactif nécessaires aux études sur l'aval du cycle électronucléaire. La présence d'un fort potentiel de chercheurs, ingénieurs et techniciens ainsi que de moyens performants et modernes d'investigation (*21 laboratoires et 11 chaînes blindées à ce jour*), permettent de conduire des recherches, tant fondamentales qu'appliquées, depuis les études de laboratoire de base (*sur des microgrammes de matière*) jusqu'aux démonstrations préindustrielles (*sur des kilogrammes de combustible réel*). Ceci lui confère un caractère exceptionnel dans le panorama mondial des équipements de recherche nucléaire. La mise en service définitive d'ATALANTE a été autorisée par décision du Collège de l'Autorité de Sécurité Nucléaire en 2007.



«ATALANTE» : LABORATOIRE



L'installation PHÉNIX (INB N°71)

Mis en service en 1973, PHÉNIX est un prototype de la filière des réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium (*RNR- Na*). Sa mise à l'arrêt définitif est intervenue en 2009. D'une puissance maximum de 563 MW thermiques et 250 MW électriques, PHÉNIX a été utilisé d'abord comme démonstrateur de la filière des réacteurs à neutrons rapides au sodium, puis comme réacteur expérimental d'irradiations dans le cadre de la première loi de 1991 sur la gestion des déchets dite « loi Bataille ».

Ses flux de neutrons importants en ont fait un outil sans équivalent en Europe occidentale pour réaliser un programme de recherche sur la transmutation, visant à réduire la quantité et la toxicité des déchets radioactifs à vie longue. Les résultats obtenus ont démontré la faisabilité scientifique de la transmutation dans les réacteurs de ce type. Les dernières années de fonctionnement de PHÉNIX ont été consacrées à la réalisation d'expériences sur cette thématique et à la poursuite de la maîtrise de la filière des réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium.

Depuis son arrêt définitif en 2009 et son décret de démantèlement 2016-739 du 2 juin 2016, le réacteur PHÉNIX est en phase d'opérations de démantèlement.

Dans ce cadre, les principales opérations sont les suivantes :

- ▶ le conditionnement et l'évacuation du combustible,
- ▶ la réalisation des essais en inactif de mise en service de l'installation de traitement du sodium (*NOAH*).

Le dossier de sûreté de demande de mise en service a été transmis à l'ASN le 20 décembre 2022. Un complément de dossier comprenant notamment une révision des Règles Générales d'Exploitation (*RGE*) sera envoyé à l'ASN fin 2023.

- ▶ la construction du sas camion du bâtiment manutention Sud est terminé. Les premiers emballages seront évacués fin 2023.
- ▶ le dossier de réexamen de sûreté a été diffusé à l'ASN le 27 octobre 2022.

L'installation DIADEM (INB N°177)

Le décret 2016-793 du 14 juin 2016 a autorisé la création de l'installation DIADEM dédiée à l'entreposage, dans l'attente de la mise en service du stockage CIGEO, de déchets radioactifs solides irradiants ou contenant des émetteurs α (déchets *MAVL* et *HA*) et issus du démantèlement des installations du CEA et de l'Institut Laue-Langevin.

Les principales opérations qui seront réalisées dans DIADEM une fois l'installation en exploitation seront

- ▶ la réception des emballages de transport et leur déchargement,
- ▶ le contrôle des colis de déchets une fois déchargés et leur mise en entreposage,
- ▶ la surveillance des colis entreposés.

La construction de DIADEM est en cours et les essais de phase 2, démarrés en 2022, se poursuivront en 2023.

DISPOSITIONS PRISES EN MATIÈRE DE SÉCURITÉ

2.1. Généralités

Le bon déroulement des activités de recherche du CEA nécessite une parfaite maîtrise de la sécurité : cette dernière est une priorité inscrite comme essentielle dans les contrats successifs entre le CEA et l'État. Le CEA met en œuvre les moyens nécessaires pour assurer cette maîtrise.

Le Centre de Marcoule s'inscrit dans ce plan et met en œuvre les dispositions qui y sont prévues.

La politique de sécurité du CEA est retranscrite dans un plan quadriennal d'amélioration de la sûreté et de la sécurité. Le dernier en date, qui couvre les années 2022-2025 constitue, avec les directives annuelles qui en sont issues ainsi que les contrats d'objectifs sécurité, la politique de sécurité du CEA.

Marquant l'impulsion de la direction générale pour les années 2022-2025, il incarne l'engagement du CEA à :

- ▶ protéger la santé et la sécurité de ses travailleurs,
- ▶ garantir la sûreté de ses installations à toutes les phases de vie,
- ▶ maîtriser les impacts environnementaux de ses activités,
- ▶ maîtriser la sécurité des activités confiées à des tiers ou exercées en partenariat,
- ▶ définir et mettre en œuvre une organisation de crise robuste et efficace,
- ▶ protéger ses sites et installations contre la malveillance, ainsi que ses informations sensibles ou relevant du secret de la défense nationale,
- ▶ protéger ses systèmes d'information contre la menace cybernétique et adapter sa posture de cyberdéfense.

Pour les quatre prochaines années, le plan sera structuré, d'une part, autour de deux axes stratégiques transverses, fils directeurs établissant un lien entre les différents domaines et constituant des outils pour faciliter la réalisation des actions au sein de ceux-ci :

- ▶ promouvoir la sécurité intégrée,
- ▶ renforcer l'amélioration continue de la sécurité,

et d'autre part, autour d'axes stratégiques propres à chaque domaine de la Sécurité.

Le Centre de Marcoule s'inscrit dans ce plan et met en œuvre les dispositions qui y sont prévues.

2.2. Organisation

Le Directeur du CEA Marcoule est le représentant local du CEA en tant qu'employeur et exploitant d'installations réglementées. À ces titres, il est responsable de la sécurité générale sur le centre. Il est secondé par un Directeur Adjoint, délégué à la sûreté et à la sécurité. L'Ingénieur Sécurité de l'Établissement les assiste pour les questions relatives à la sécurité au travail.

Pour chaque **INB**, un chef d'installation est nommé par le Directeur du CEA Marcoule. Il est responsable, par délégation de celui-ci, de la sécurité et la sûreté nucléaire de l'installation dont il a la charge.

Le CEA Marcoule dispose d'unités de support en matière de sécurité : la Formation Locale de Sécurité (**FLS**) chargée des interventions en cas d'incendie ou d'accident de personnes et du gardiennage du centre, un Service de Protection contre les Rayonnements ionisants (**SPR**) dédié à la prévention du risque radiologique et à la surveillance de l'environnement, un Service de Santé au Travail (**SST**) qui assure le suivi médical des salariés (*en particulier ceux travaillant en milieu radioactif*), et un Laboratoire d'Analyses Biologiques

et Médicales (LABM). Ces services sont regroupés au sein du Département des Unités de Support et de Protection (DUSP).

Le Centre dispose d'une cellule de contrôle (CSNSQ), indépendante des services opérationnels d'exploitation ou de support, qui assure pour le Directeur du CEA Marcoule, le conseil pour la mise en œuvre de la réglementation, les contrôles des installations en matière de sécurité et de sûreté nucléaire, conformément aux dispositions prévues par l'arrêté du 7 février 2012, dit arrêté « INB », ainsi que les relations courantes avec les Autorités.

2.3. Dispositions générales

La politique de sûreté du Centre de Marcoule vise à assurer, compte tenu des facteurs économiques et sociaux, la cohérence des objectifs de sûreté avec les dispositions techniques prises à tous les stades de la vie des installations. Des investissements très importants et des moyens humains présentant les compétences requises sont engagés pour maintenir les installations conformes aux exigences de sécurité, y compris celles qui sont apparues depuis leur création.

Le personnel travaillant dans les INB possède une formation et des habilitations appropriées aux tâches qu'il a à accomplir et suit un parcours régulier de maintien à niveau en matière de sécurité.

Le Centre de Marcoule peut également s'appuyer sur les pôles de compétences en sûreté du CEA qui couvrent les principaux domaines d'expertises nécessaires en la matière. Ils traitent des problématiques liées au séisme, à l'incendie, à la mécanique des structures, à l'instrumentation, au risque chimique, et aux facteurs organisationnels et humains.

Ces pôles de compétences comprennent des équipes de spécialistes du CEA et visent à fournir aux exploitants et aux chefs de projets l'assistance pour mener à bien des études de sûreté complexes, étudier des thèmes à caractère générique, assurer la cohérence des approches de sûreté.

Pour chaque Installation Nucléaire de Base (INB), un domaine de fonctionnement est défini dans un ensemble de documents qui constitue son référentiel de sûreté ; celui-ci est approuvé par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) qui le complète par des prescriptions techniques.

Toute modification à apporter à une installation ou à son domaine de fonctionnement (*adaptation du procédé mis en œuvre aux besoins de la recherche...*), est, selon le cas, autorisée par :

- ▶ **le Directeur de Centre** dans la mesure où la modification ne remet pas en cause la démonstration de sûreté ;
- ▶ **l'ASN** si la modification remet en cause la démonstration de sûreté mais reste conforme au décret d'autorisation ;
- ▶ **les pouvoirs publics** avec la publication d'un nouveau décret d'autorisation (*le cas échéant après enquête publique*) si l'ampleur de la modification le nécessite.

ENTRÉE DU CENTRE DE MARCOULE



2.4. Dispositions vis-à-vis des différents risques

À chaque étape de la vie d'une installation, de sa 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 adaptées à chaque risque envisageable. Ces études et mesures associées sont formalisées dans des rapports de sûreté.

Les principaux risques systématiquement pris en compte dans les rapports de sûreté sont :

- ▶ **les risques nucléaires** : risques de dissémination de matières radioactives, d'ingestion, d'inhalation, d'exposition externe tant pour le personnel que pour le public et l'environnement, risque de réaction nucléaire incontrôlée (*criticité*), risques liés à l'effet des radiations sur les matériaux (*radiolyse, échauffement*),
- ▶ **les risques classiques liés aux procédés mis en œuvre** : risques d'incendie, d'inondation, de perte des alimentations électriques, risques liés à la manutention, à l'utilisation de produits chimiques,
- ▶ **les risques dus aux agressions externes**, qu'elles soient d'origine naturelle (*séisme, inondations, conditions météorologiques extrêmes, etc*) ou liées aux activités humaines (*installations environnantes, voies de communication, chute d'avions*).

L'étude des risques dus aux agressions externes est effectuée à partir des données historiques, des données recueillies par les stations météorologiques proches ou définies par des normes et la connaissance du trafic sur les voies de communication voisines du Centre (*aéroports...*).

En outre, des situations extrêmes sont prises en compte dans le cadre des Évaluations Complémentaires de Sûreté (ECS) post-Fukushima.

La FLS du Centre intervient en cas de déclenchement des alarmes de sécurité qui sont reportées au poste central de sécurité : incendie, débordement de liquides dans les dispositifs de rétention, fuites de gaz... Équipée d'engins de lutte contre les incendies et de pompage, la FLS peut intervenir très rapidement ; elle peut aussi, si elle le juge nécessaire, faire appel au Service Départemental d'Intervention et de Secours (SDIS). La FLS intervient également en secours aux personnes victimes d'accidents sur le Centre. De plus, elle assure une mission de protection du Centre et des installations contre les intrusions et la malveillance.

Afin de pallier les éventuelles coupures du réseau d'alimentation électrique, les *INB* ATALANTE et PHÉNIX sont équipées de groupes électrogènes de secours. Les équipements qui participent aux fonctions importantes pour la sûreté font l'objet de contrôles et essais périodiques ainsi que d'opérations de maintenance dont la périodicité est définie pour chacun d'entre eux. En outre, certains équipements (*manutention, équipements électriques...*) font l'objet de contrôles réglementaires. Pour les prestations sous-traitées, sans remettre en cause la responsabilité des employeurs, les considérations de Santé, Sécurité, Qualité et Environnement (SSQE) sont prises en compte dans l'élaboration des cahiers des charges et suivies par des chargés d'opération pendant toute leur durée.

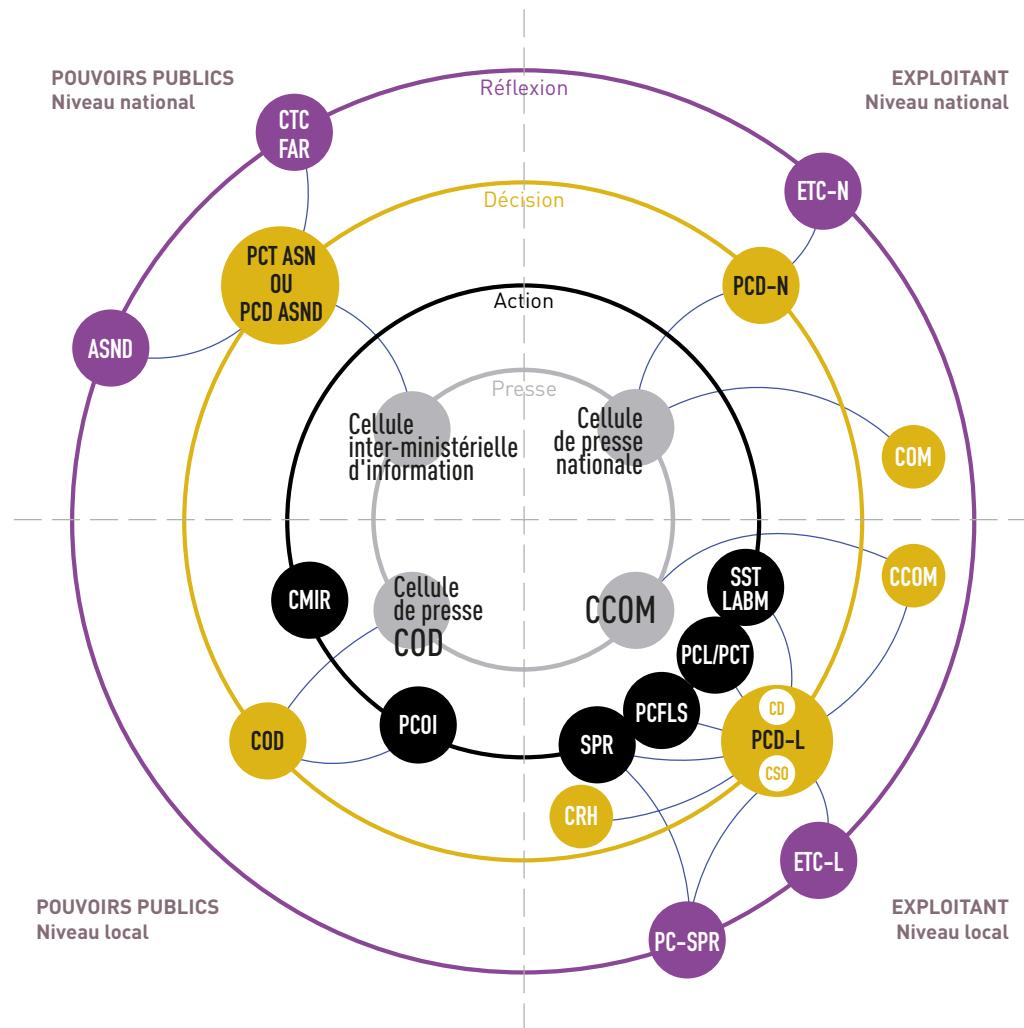
Par ailleurs, le Service des Marchés et des Achats du CEA Marcoule prend en compte les exigences en matière de sécurité des entreprises extérieures dans la sélection des fournisseurs et prestataires, et la contractualisation, conformément aux Conditions Générales d'Achat et au guide de la sous-traitance.

En 2022, aucune entreprise n'a été écartée sur la base de ces considérations lors des appels d'offres.

Enfin, des études pluridisciplinaires de poste de travail sont réalisées conjointement par les acteurs de la sécurité (*médical, membres du CSE, ...*), le chef d'installation et les salariés, selon un programme annuel. Elles permettent d'étudier tous les aspects du poste de travail (*formations réglementaires et spécifiques, Retour d'Expérience des incidents et accidents, adaptation et optimisation de l'organisation...*) et contribuent ainsi à améliorer la prise en compte du facteur humain dans le domaine de la sécurité nucléaire.

2.5. Maîtrise des situations d'urgence

Le CEA s'est doté, aux niveaux national et local, d'une organisation qui lui permet de gérer à tout moment des situations d'urgence. Cette organisation décrite dans le Plan D'Urgence Interne (PUI) du CEA Marcoule est présentée dans le schéma général d'organisation nationale de crise ci-après :



	Pouvoirs publics	Exploitant
Niveau national	<ul style="list-style-type: none"> Poste de Commandement Technique de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (PC ASN) Centre Technique de Crise (CTC) Centre Interministériel aux Crises Nucléaires ou Radiologiques (CICNR) 	<ul style="list-style-type: none"> Poste de Commandement Direction National (PCD-N) placé sous l'autorité de l'Administrateur Général Équipe Technique de Crise-Nationale (ETC-N)
Niveau local	<ul style="list-style-type: none"> Centre Opérationnel Départemental (COD) Poste de Commandement Opérationnel Interdépartemental (PCOI) Centre Mobile d'Intervention Radiologique (CMIR) 	<ul style="list-style-type: none"> Poste de Commandement Direction Local (PCD-L) placé sous l'autorité du Directeur Cellule Direction (CD) Cellule de Suivi Opérationnelle (CSO) Équipe Technique de Crise Locale (ETC-L) Cellule de COMmunication (CCOM) Cellule Relations Humaines (CRH) Service Médical et Laboratoire d'analyses (SPST / LABM) Service de Protection contre les Rayonnements (SPR)

Sur le Centre de Marcoule, la FLS est organisée de manière à être opérationnelle en permanence pour ses missions de surveillance et d'intervention. De même, certaines installations disposent d'un personnel permanent pour leur exploitation qui est formé aux gestes de base en matière de sécurité. Des PMS sont mises en place y compris en dehors des heures normales de travail ; elles sont assurées par la présence sur le Centre de personnel ayant des compétences en sécurité nucléaire.

Ces PMS sont complétées par un système d'astreinte à domicile qui permet d'assurer la permanence de commandement du Centre (*astreinte Direction*) ainsi que l'intervention nécessaire aux unités en charge de gestion de la crise (*exploitation INB, sûreté, protection radiologique, services supports, communication, service médical...*). Le Centre dispose d'environ 150 classes d'astreintes faisant intervenir du personnel du CEA ou d'entreprises extérieures en collaboration avec les services de l'État chargés de la sécurité civile.

Des exercices de vérification de l'efficacité de ces dispositifs sont régulièrement menés en interne.

Les exercices de sécurité de zone au niveau des installations ont été systématiquement complétés par un gréement du PCD-L, de façon à réaliser un maximum de mises en situation et/ou d'exercices pour l'entraînement des équipiers de crise. Tous les équipiers de crise identifiés ont participé à au moins un exercice ou une mise en situation en 2022.

En 2022, trois exercices d'appel des astreintes du Centre ont été réalisés en février, avril et juillet. Ces exercices ont été jugés satisfaisants, l'ensemble des personnes appelées ayant répondu.

2.6. Inspections, audits et contrôles internes

En 2022, le Centre a fait l'objet de 18 inspections menées par l'ASN, dont deux conjointes avec l'ASND. Les thèmes de ces inspections, les installations inspectées, les dates et les conclusions de l'ASN sont présentés dans le tableau ci-après.

Installations	Date	Thème de l'inspection	Conclusions
PHENIX	04/01/2022	Gestion des écarts (<i>inopinée</i>)	Pas de demandes d'actions prioritaires
ATALANTE	25/01/2022	Déchets	Prendre des dispositions pour assurer le respect et le suivi des durées d'entreposage des déchets nucléaires telles que définies dans le référentiel de sûreté. Etablir un état des lieux des durées d'entreposage des déchets nucléaires. Examiner les éventuels écarts détectés en lien avec le respect de ces durées d'entreposage
CENTRE	14/03/2022	Surveillance des intervenants extérieurs / état des systèmes	Réaliser et tracer l'évaluation de l'adéquation et de l'efficacité des actions de surveillance mises en place par le STL sur l'ensemble de ses intervenants extérieurs participant à une AIP
ATALANTE	29/03/2022	Management de la sûreté	Pas de demandes d'actions prioritaires
DIADEM	31/03/2022	Conception construction	Pas de demandes d'actions prioritaires
PHENIX	05/04/2022	Conduite accidentelle	Pas de demandes d'actions prioritaires

Installations	Date	Thème de l'inspection	Conclusions
SPR	05 et 06/04/2022	Laboratoires agréés (<i>conjointe ASN/ASND</i>)	Analyser l'impact des dispositions de la norme ISO M GO 272-7 de juin 2019 relative à la détermination de l'activité volumique du tritium atmosphérique prélevé par la technique de barbotage de l'air dans l'eau sur votre référentiel. Analyser l'adéquation entre les procédures référencées dans la liste des documents applicables du laboratoire et la base de gestion électronique des documents afin de garantir la maîtrise des documents de votre système de management
ATALANTE	10/05/2022	Incendie	Pas de demandes d'actions prioritaires
PHENIX	23/05/2022	Surveillance des intervenants extérieurs	Pas de demandes d'actions prioritaires
PHENIX	05/07/2022	Gestion des déchets	Pas de demandes d'actions prioritaires
ATALANTE	05/07/2022	Surveillance des intervenants extérieurs	Pas de demandes d'actions prioritaires
PHENIX	30/08/2022	Conception construction	Pas de demandes d'actions prioritaires
ATALANTE	13/09/2022	Confinement	Pas de demandes d'actions prioritaires
DIADEM	04/10/2022	Qualification des équipements et matériels	Pas de demandes d'actions prioritaires
ATALANTE	27/10/2022	Suivi des engagements de réexamen	Pas de demandes d'actions prioritaires
CENTRE	17/11/2022	Environnement avec prélèvement (<i>conjointe ASN/ASND</i>)	Pas de demandes d'actions prioritaires
PHENIX	22/11/2022	Respect des engagements	Pas de demandes d'actions prioritaires
PHENIX	05/12/2022	Surveillance des rejets	Pas de demandes d'actions prioritaires

Chaque inspection fait l'objet d'une lettre de suite de la part de l'ASN, publiée sur son site internet (www ASN.fr), dans laquelle elle exprime des demandes d'actions correctives ou de compléments d'informations. Ces lettres de suite font systématiquement l'objet de réponses écrites de la part du Centre, exposant à l'ASN les actions correctives réalisées et les informations complémentaires demandées.

Le CEA Marcoule et ses INB font également l'objet d'audits internes relatifs à la sécurité, réalisés notamment par l'Inspection Générale Nucléaire (IGN) du CEA qui en rend compte à l'Administrateur Général.

En 2022, trois audits internes ont porté sur :

- ▶ **le contrôle de deuxième niveau du système de gestion des modifications notables,**
- ▶ **le contrôle technique des activités importantes pour la protection des intérêts (AIP) ou concernées par la qualité (ACQ),**
- ▶ **la diffusion et l'appropriation du retour d'expérience en sûreté nucléaire.**

Par ailleurs, la cellule de sûreté du Centre réalise, pour le compte du Directeur de Centre, des C2N répondant aux exigences de l'arrêté du 7 février 2012. En 2022, cinq contrôles ont ainsi été réalisés ; leur liste est précisée dans le tableau ci-après

Installations ou unité	Date	Thème du contrôle de second niveau
PHENIX	13/06/2022	Requalification EIP après intervention
ATALANTE	17/06/2022	Gestion du risque de dégagement thermique
ATALANTE	29/08/2022	Contrôle préalable à la mise en oeuvre du transfert de solutions de la chaîne CBP vers la chaîne C17 par bouteillon sécurisé
ATALANTE	15/09/2022	Conformité aux exigences réglementaires des ESP
DIADEM	25/10/2022	Surveillance des intervenants extérieurs

En réponse aux exigences de l'arrêté du 7 février 2012, des contrôles de premier niveau sont également réalisés dans les INB, à l'initiative et pour le compte du chef d'installation.

En 2022, le CSE n'a pas réalisé d'inspection dans les INB de Marcoule.



2.7. Dispositions résultant des Évaluations Complémentaires de Sûreté (ECS)

Le présent chapitre se réfère aux prescriptions émises par l'ASN dans ses deux décisions du 8 janvier 2015 relatives à la mise en place d'un noyau dur de dispositions matérielles et organisationnelles robustes visant, pour les situations extrêmes étudiées dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté réalisées suite à l'accident de Fukushima, à prévenir les accidents graves ou à en limiter la progression, à limiter les rejets massifs de substances dangereuses, à permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise. La dernière action encore non soldée concerne le bâtiment de gestion de crise du Centre de Marcoule et est détaillée ci-après.

PRESCRIPTION ASN [CEA-MAR-ND15]

I – L'exploitant transmet à l'ASN avant le 31 décembre 2015 le dossier de justification du comportement des locaux de gestion des situations d'urgence en cas de situations noyau dur et propose le cas échéant des renforcements.

II – Dans ce dossier, l'exploitant :

- ▶ *justifie l'habitabilité et l'accessibilité des locaux de gestion des situations d'urgence lors des différentes situations accidentelles qui peuvent être rencontrées ;*
- ▶ *étudie l'impact d'un incendie se déclarant sur le site après une agression externe retenue pour le noyau dur sur l'habitabilité et l'accessibilité de ces locaux et prévoit, le cas échéant, des dispositions matérielles et organisationnelles permettant l'intervention sur un tel incendie ;*
- ▶ *démontre qu'il dispose des moyens permettant :*
 - ▶ *d'activer la mise en œuvre du noyau dur du centre et d'assurer la gestion de ceux des installations du centre dans le cas d'une situation noyau dur, en particulier :*
 - ▶ *de disposer des paramètres nécessaires à la gestion des situations noyau dur ;*
 - ▶ *de connaître l'état des dispositions matérielles nécessaires à la gestion du noyau dur du centre ;*
 - ▶ *de déterminer les conditions d'intervention des travailleurs et de les doter des équipements nécessaires ;*
 - ▶ *de caractériser, dans des délais compatibles avec les besoins de gestion de crise, les états de site susceptibles d'être rencontrés en situation noyau dur ainsi que les conséquences dans l'environnement.*
 - ▶ *de caractériser, dans des délais compatibles avec les besoins de gestion de crise, les états de site susceptibles d'être rencontrés en situation noyau dur ainsi que les conséquences dans l'environnement.*

Les principes retenus pour renforcer le bâtiment abritant les locaux de gestion des situations d'urgence (bâtiment dit 'SCM') vis-à-vis du risque de tornade sont l'obturation en béton armé de la verrière et des baies donnant sur la zone « PCD-L » et sur l'entrée du bâtiment, la mise en place de chicanes en béton armé pour protéger les accès personnel et matériel, et l'utilisation de barreaudage renforcé pour protéger les fenêtres des chambres.

Ces modifications influant sur le comportement du bâtiment sous séisme, des calculs ont été engagés en 2020 et les résultats de ces calculs ainsi que la définition des renforcements ont été transmis aux autorités. Des échanges techniques avec les experts des autorités ont été menés. Ainsi, les renforcements pourront être mis en œuvre dès la validation de ces éléments par les autorités.

2.8 Faits notables de l'année 2022

2.8.1 PHÉNIX (INB 71)

L'année 2022 a été marquée par de nombreuses actions en lien avec le démantèlement de l'installation. On peut citer notamment :

- ▶ **la poursuite de la diminution du terme source** par le traitement et l'évacuation de 17 assemblages combustibles usés et de 3 capsules expérimentales à l'aide des emballages de transport IR500 et IR200 vers les installations du centre pour une évacuation ultérieure vers Orano La Hague ou des installations du centre de Cadarache,
- ▶ **La finalisation des opérations de rinçage du circuit Générateur de Vapeur n°1**, débutées en 2021, et l'évacuation des 150 m³ d'effluents sodés produits,
- ▶ après les opérations de lavage visant à détruire le sodium résiduel, **la découpe et le conditionnement, en conteneurs à déchets, de l'échangeur intermédiaire N°G** (équipement de plus de 13 mètres de haut et de 25 tonnes),
- ▶ **la poursuite des évacuations des poubelles de déchets PHENIX en emballage de transport CADM** vers l'atelier de conditionnement des déchets solides (CDS) du centre de Marcoule,
- ▶ **les essais de mise en service du pont de manutention du nouveau sas** : Zone d'Accès au Bâtiment Manutention,
- ▶ **la poursuite des opérations de désamiantage** de locaux.

En complément, de nombreuses jouvences de matériels, maintenances préventives et curatives, se sont poursuivies comme la maintenance du groupe diesel principal (*D1*) ou le début de la jouvence des moyens d'extinction incendie par poudre Marcalina. On peut noter également la mise en œuvre d'opérations de sobriété énergétique comme le passage en demi débit de la ventilation nucléaire lors des nuits et des week-ends et la baisse de la température du sodium (*185 °C au lieu de 250 °C*) dans la cuve du réacteur. Enfin, le réexamen périodique de l'installation a été transmis le 30 octobre 2022 à la MSNR et à l'ASN, ainsi que la première partie du dossier de mise en service de l'installation de traitement du sodium NOAH (*la seconde partie étant prévue fin 2023*).

2.8.2 ATALANTE (INB 148)

L'année 2022 a été marquée par :

► **La reprise sur Atalante des sources sans emploi** : dans le cadre de la reprise de sources scellées sans emploi, 13 sources de ^{238}Pu issues du démontage de pacemakers viennent d'être reprises sur l'installation Atalante. Sur les 3000 sources produites, la quasi-totalité a été reprise sur Atalante. Ces pacemakers ont été collectés dans plusieurs hôpitaux en France et dans le monde. Une équipe du DES/ISEC/DMRC a réalisé l'étape d'extraction des sources, à savoir l'ouverture de la deuxième enveloppe, ainsi que leur chargement dans un emballage de transport CROFT et leur rapatriement sur l'installation Atalante.

► **La réception de la surcoque MANON** : pour permettre l'évacuation des déchets irradiants (déchets MI) issus des activités de R&D menées en chaînes blindées, l'installation ATALANTE a réalisé des études pour adapter le mode de conditionnement de ces déchets sur la chaîne C7. Ces études ont permis de proposer un conditionnement adapté à leur transfert vers l'INB37 sur le site CEA de Cadarache. La POubelle de DEChet MI est conditionnée en Conteneur PolyEthylène (CTPE) puis en fût MI. Le fût MI est lui-même placé dans un emballage navette qui assure la protection radiologique. Les essais réalisés permettent de conclure à la faisabilité de réception de la surcoque MANON sur ATALANTE ce qui constitue un pas de plus vers l'évacuation des déchets MI de l'installation.

► **La notification de la décision 2022-DC-0720 de l'ASN** du 19 avril 2022 fixant les prescriptions complémentaires au vu des conclusions du 2ème réexamen périodique.

2.8.3 DIADEM (INB N°177)

Le chantier de construction est en cours depuis 2016. Le génie civil du bâtiment DIADEM est à ce jour achevé, les alvéoles fermées et les voiries aménagées. L'installation est en phase d'essais préalables à la mise en service.

L'année 2022 a été marquée par :

► **l'enclenchement de l'instruction IRSN** du dossier de Demande d'Autorisation de Mise en Service de l'installation et du dossier de demande de modification du Dossier d'Autorisation de Création,

► **l'enclenchement du marché de reconception** de la cellule de traitement des conteneurs de l'installation,

► **le démarrage des essais de phase 2** (*essais inactifs de sous-ensembles sous tension*),

► **l'enclenchement du marché de fabrication des conteneurs prototypes** destinés aux essais de qualification à la chute.

La fin de l'instruction IRSN et les essais de qualification à la chute sont prévus en 2023.



DISPOSITIONS PRISES EN MATIÈRE DE RADIOPROTECTION

3.1. Organisation

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 produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris les atteintes portées à l'environnement. Elle repose sur trois principes fondamentaux :

- ▶ **Le principe de justification** : l'utilisation des rayonnements ionisants doit être justifiée, c'est-à-dire que le bénéfice qu'elle peut apporter doit être supérieur aux inconvénients qu'elle peut engendrer ;
- ▶ **Le principe de limitation** : les expositions individuelles ne doivent pas dépasser les limites de doses fixées par la réglementation afin de garantir l'absence d'apparition d'effets déterministes et que la probabilité d'apparition d'effets stochastiques reste à un niveau tolérable compte tenu du contexte économique et sociétal ;
- ▶ **Le principe d'optimisation** : les matériels, les procédés et l'organisation du travail doivent être conçus de telle sorte que les expositions individuelles et collectives soient maintenues aussi bas qu'il est raisonnablement possible compte tenu de l'état des techniques et des facteurs économiques et sociétaux (*principe « ALARA »*).

Les progrès en radioprotection font partie intégrante de la politique d'amélioration de la sécurité du CEA. 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, pour les périodes d'exploitation et de démantèlement des installations ;
- ▶ **la mise en œuvre de moyens techniques performants** pour la surveillance en continu des installations, des salariés et de l'environnement ;
- ▶ **le professionnalisme de l'ensemble des acteurs** ainsi que le maintien de leurs compétences.

Les acteurs concernés sont :

- ▶ **L'opérateur qui est l'acteur essentiel de sa propre sécurité** et qui à cet effet reçoit une formation à l'ensemble des risques inhérents à son poste de travail, notamment les risques radiologiques, et à leur prévention ;
- ▶ **Le Chef d'installation ou le Responsable de Contrat d'Installation qui est responsable de l'ensemble des actions nécessaires à la maîtrise des risques** inhérents à son installation. Il lui appartient notamment de mettre en œuvre, avec le support du SPR, les dispositions collectives de prévention en matière de radioprotection sur la base de règles générales établies pour l'ensemble du CEA ;
- ▶ **Le SPR**, qui est le conseiller en radioprotection du CEA Marcoule. Il apporte son support aux installations dans le domaine de la prévention du risque d'exposition aux rayonnements ionisants et veille à la cohérence des dispositions prises sur le site.
- ▶ **Le SST** qui assure le suivi médical renforcé des salariés travaillant en milieu radioactif, en s'appuyant sur le Laboratoire d'Analyses Biologiques et Médicales, spécialisé dans la surveillance radiologique des salariés.

De plus, sur les chantiers comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants, les entreprises extérieures mettent en place une organisation adaptée à l'ampleur et la nature des risques radiologiques afin d'assurer le suivi radiologique opérationnel de leur personnel et des lieux d'intervention. Cette organisation s'appuie notamment sur le CRP de l'entreprise et sur les travailleurs réalisant des gestes de radioprotection sous la supervision du CRP.

Les principales missions du SPR du CEA Marcoule sont :

- ▶ **la surveillance de la bonne application de la législation en vigueur** et de la politique de la Direction Générale en matière de sécurité radiologique ;
- ▶ **la prévention** : conseils et assistance aux chefs d'installation et évaluation des risques radiologiques ;
- ▶ **la surveillance radiologique des zones de travail et de l'environnement** : vérifications des niveaux d'exposition dans les locaux, surveillance du personnel, contrôle des rejets et de l'environnement ;
- ▶ **l'intervention en cas d'incident ou d'accident radiologiques** ;
- ▶ **la formation et l'information aux risques radiologiques** des personnels travaillant dans les installations.

Conformément à la réglementation, les salariés intervenant dans des zones où ils sont susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants font l'objet d'une surveillance dosimétrique individuelle appropriée destinée à évaluer les doses qu'ils reçoivent dans le cadre de leur activité professionnelle :

▶ **la surveillance dosimétrique individuelle** de l'exposition externe est assurée par un ou plusieurs dosimètres à lecture différée adaptés à la nature des rayonnements et aux parties exposées du salarié (*corps entier, peau, extrémités, cristallin*) qui permettent d'évaluer a posteriori la dose cumulée par le travailleur.

▶ **dans certaines zones, la dosimétrie individuelle à lecture différée** est complétée par un dispositif de mesure en temps réel permettant de mesurer l'exposition externe du travailleur au cours de l'opération et délivrant une alarme sonore et visuelle si la dose reçue ou si le niveau d'exposition dépasse les seuils prédéfinis (*dosimètre opérationnel*). Ce dosimètre opérationnel délivre l'accès à la zone délimitée uniquement si les éléments suivants sont valides :

- ▶ la formation radioprotection a été effectuée ;
- ▶ le masque filtrant a été contrôlé ;
- ▶ l'aptitude médicale a été délivrée.

La surveillance dosimétrique individuelle liée à l'exposition interne est réalisée au moyen de mesures d'an-throporadiométrie ou d'analyses de radio-toxicologie prescrites par le médecin du travail et confiées au Service de Santé au Travail.

3.2. Faits marquants de l'année 2022

Depuis le 1er janvier 2022, conformément à la réglementation, le CEA a mis en place un pôle de compétence en radioprotection permettant de répondre aux missions du Conseiller en Radioprotection (CRP).

Ce pôle de compétence est constitué de salariés CEA affectés au SPR.

Sept événements radiologiques ont été constatés sur l'installation ATALANTE. Ces évènements sont rappelés ci-après:

- **lors d'une vérification périodique mensuelle** d'un local et du matériel de nettoyage, les agents SPR ont détecté de la contamination sur une « chiffonnette » de nettoyage présente dans le local. Le local a été balisé en accès interdit en attente d'investigations plus complètes. A titre préventif, les trois agents SPR ont été envoyés au SST pour un complément d'analyse vis-à-vis du risque d'inhalation. Ces analyses complémentaires se sont avérées négatives. Tous les autres contrôles réalisés au niveau du local de nettoyage n'ont pas mis en évidence de contamination surfacique.
- **à la suite d'une intervention de remplacement de gants sur une Boîte à Gants**, un des gants à remplacer échappe à l'opérateur, un second opérateur l'aide à remettre ce gant. Les deux opérateurs se sont contaminés les pré-gants qu'ils portaient pour l'intervention. Le local a fait l'objet d'un contrôle radiologique et de la contamination α a été détectée sur un panneau de la Boîte à Gants. Le panneau a été confiné par la mise en place d'un vinyle scotché sur les quatre côtés. Les opérateurs, de par la nature de leur intervention, portaient le masque durant l'incident. Il n'y a pas eu d'évolution de l'activité atmosphérique relevée par la chaîne de santé. Le filtre de l'APA a été prélevé et mesuré inférieur à la limite de détection de l'appareil. Le local a été balisé en port du masque et son accès interdit en attente de décontamination du panneau.
- **à la suite d'une demande de contrôle radiologique de second niveau dans le sas d'entrée boquette**, le SPR est intervenu pour valider l'assainissement sur un sas inox. La tenue d'intervention dans ce cas présent est la tenue universelle, avec le port de surbottes, de gants et du masque. Ce contrôle ne devait porter que sur le joint d'accostage du sas. Le SPR, ignorant cette information, a ouvert le sas pour effectuer un contrôle interne. Le frottis réalisé dans le sas présentait une contamination importante en α . Dès la découverte de ces valeurs, le SPR a replié le chantier et a effectué, avec l'aide d'un autre salarié SPR des mesures vestimentaires. Ces contrôles mettent en évidence des points de contamination à divers endroits de sa tenue. Les décontamineurs présents pour l'intervention ont assisté le SPR au déshabillage. Tous les contrôles corporels effectués après retrait de la tenue n'ont pas relevé de contamination. La cartographie générale du local a mis en évidence la présence de contamination au niveau du sol et de l'établi présent dans le local. Le local a fait l'objet d'un assainissement.
- **lors d'un contrôle radiologique d'une expérimentatrice en sortie d'un laboratoire**, une contamination est détectée par l'appareil de contrôle. Le SPR est appelé et détecte à son arrivée une contamination en α sous une des chaussures de l'expérimentatrice. Le SPR procède aux contrôles des locaux dans lesquels l'expérimentatrice est intervenue. Tous les contrôles sont inférieurs à la limite de détection en α et en β/γ .
- **à la suite de la détection de contamination sur ses pré-gants**, un expérimentateur appelle le SPR. Arrivé sur place, le SPR fait évacuer le laboratoire et équipe l'agent ayant son pré-gant contaminé avec son masque de protection. Le SPR confirme la contamination sur le pré-gant et procède au retrait de celui-ci. Aucune contamination n'est détectée ni sur la main de l'expérimentateur ni sur les autres parties du corps. Toutefois, l'expérimentateur s'étant touché la tête avec le pré-gant avant le contrôle, il est envoyé au SST pour s'assurer de l'absence d'inhalation, même si les contrôles du SPR au niveau du visage et des cheveux n'ont rien révélé. Le SPR réalise le contrôle du local et de la Boîte à Gants sur laquelle l'expérimentateur intervenait : un point de contamination est identifié sur un des gants de la Boîte à Gants (*gant percé*).
- **lors d'une intervention de traitement d'effluents dans une Boîte à Gants**, l'opérateur qui essaie de récupérer une pièce tombée dans « l'égout » de la BAG a eu une sensation d'humidité sur la main. Il a alors retiré ses mains de la BAG et s'est dirigé vers le contrôleur main présent dans le local. Le contrôle s'est avéré positif. L'agent a signalé aux opérateurs présents dans le laboratoire sa contamination, ce qui a déclenché l'appel du SPR et le port du masque. A la suite de l'arrivée du SPR,

les contrôles effectués ont mis en évidence de la contamination au niveau du pré-gant, du poignet et du bras.

L'équipe SPR a procédé au déshabillage de l'opérateur. Ce dernier a été entièrement contrôlé et aucune autre contamination n'a été décelée. L'opérateur a été envoyé au SST.

Les 2 gants incriminés de la BAG sont immédiatement changés par l'exploitant.

Des investigations sont alors menées dans le laboratoire et mettent en évidence de la contamination sur une vitre de la BAG, au niveau du contrôle mains/pieds et d'un porte sac de déchets.

Il n'y a pas eu d'évolution de l'activité atmosphérique relevée par la chaîne de santé. Le filtre de l'APA a été prélevé et mesuré inférieur à la limite de détection de l'appareil.

Le laboratoire a été balisé en port du masque et son accès interdit en attente de décontamination.

- **lors de la manipulation d'un sas manche dans un laboratoire**, le couvercle du sas est tombé au sol, au préalable à son accostage. L'opératrice a prévenu le SPR.

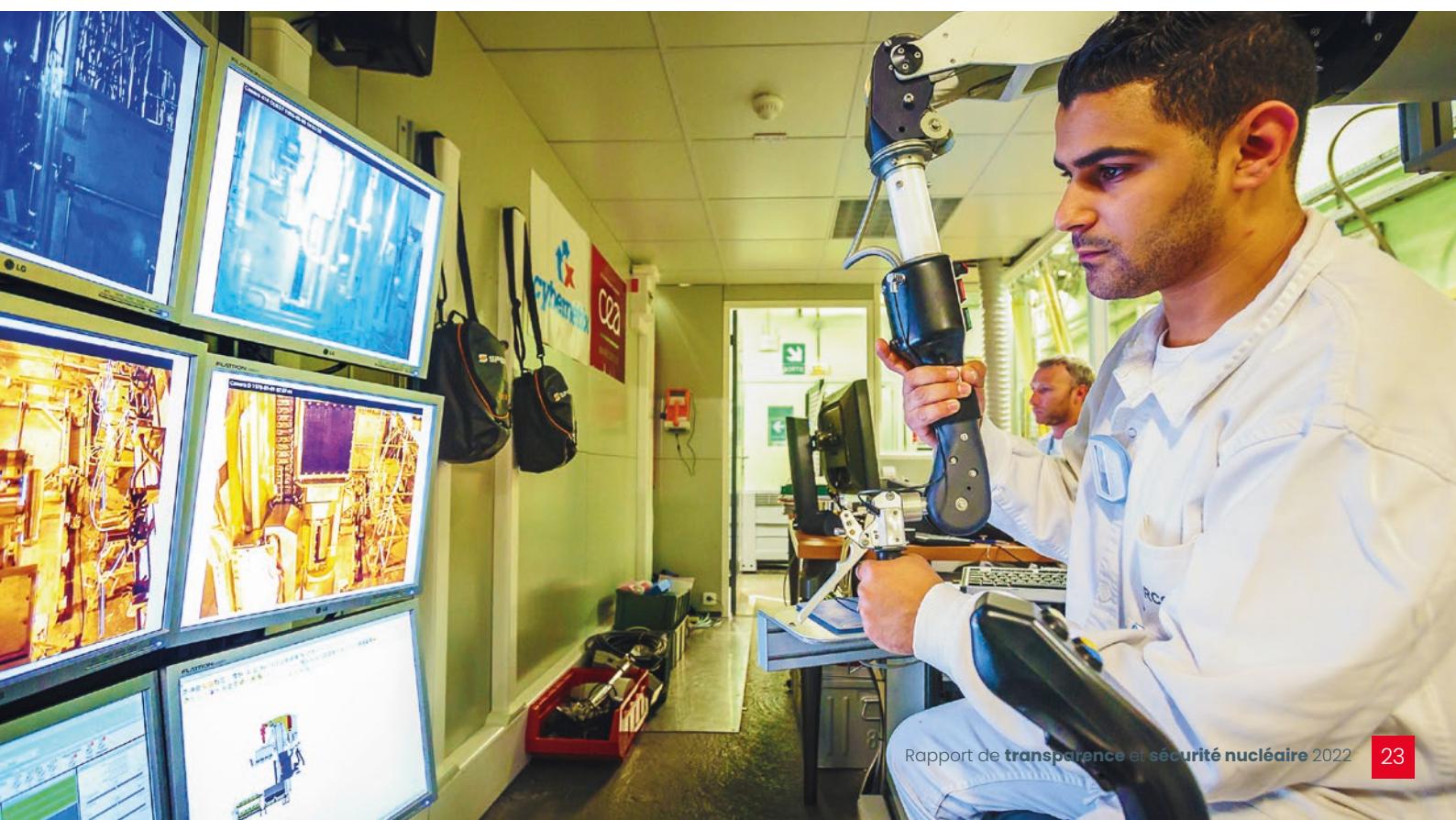
Le SPR est arrivé sur place et a pris en charge les deux opératrices puis a réalisé des mesures dans le laboratoire.

Les contrôles ont mis en évidence de la contamination au niveau de la chaussure d'une opératrice ainsi qu'au sol du laboratoire. Le port du masque a été mis en place dans le laboratoire dans l'attente d'assainissement.

Les opératrices intervenaient avec leur masque de protection. Aucune contamination atmosphérique n'a été mesurée par la chaîne de santé.

Deux événements radiologiques ont été constatés sur l'installation PHÉNIX :

- **lors de la récupération d'un échantillon dans un appareil de spectrométrie** situé dans le local SPR hors zone délimitée, un agent SPR s'est contaminé les doigts de la main. Le contrôle du local SPR ainsi que de l'intérieur de l'appareil de spectrométrie n'a pas mis en évidence de contamination. La contamination de l'échantillon est liée à une défaillance de son conditionnement (*bouchon mal fermé et manche dans laquelle il se trouvait mal soudée*). L'agent SPR a été envoyé au SST.
- **à la suite du retrait des sur-tenues de deux intervenants sur un chantier**, de la contamination a été détectée au niveau de la tête, des tenues et du masque des intervenants. Les deux personnes ont été envoyées au SST.

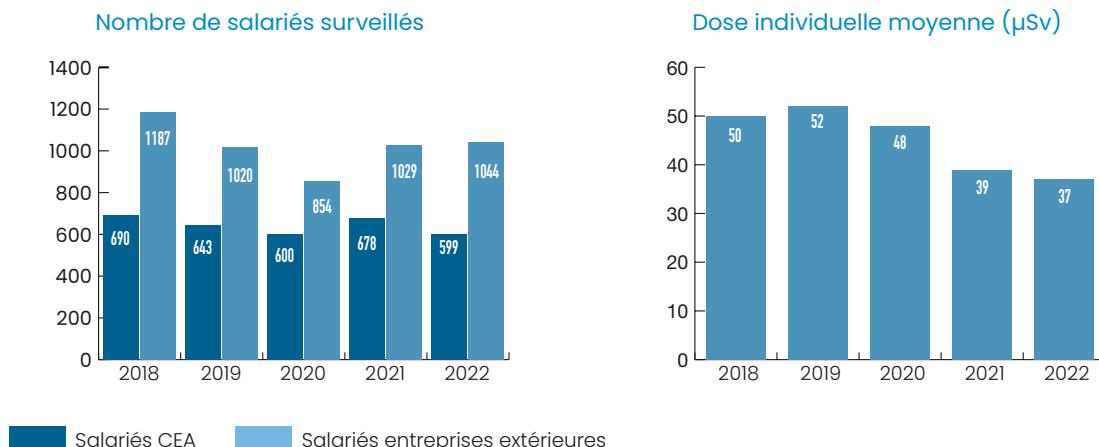


3.3. Résultats

Les graphiques suivants présentent l'évolution depuis 2018 de l'effectif surveillé des deux INB en activité du Centre de Marcoule (CEA et entreprises extérieures) et, pour l'ensemble de ce personnel, la dose individuelle moyenne mesurée par dosimétrie opérationnelle pour les agents ayant intégré une dose non nulle.

L'unité d'équivalent de dose est le sievert (Sv) dont en pratique les sous-multiples millisievert (mSv) et microsievert (μ Sv) sont utilisés car correspondant mieux à l'ordre de grandeur des valeurs usuellement observées.

La valeur limite d'exposition d'un travailleur aux rayonnements ionisants est fixée par la réglementation à 20 mSv (20000 μ Sv) sur douze mois consécutifs pour l'organisme entier, évaluée à partir de la dose efficace.



La dose efficace maximale individuelle enregistrée en 2022 est de 0,61 mSv pour un salarié CEA (ATALANTE) et de 3,29 mSv pour un salarié d'entreprise extérieure (PHENIX). Ces valeurs, très inférieures aux limites fixées par la réglementation, sont, par rapport à 2021, stable pour le CEA et en augmentation pour les entreprises extérieures (respectivement 0,65 et 1,6 mSv en 2021).

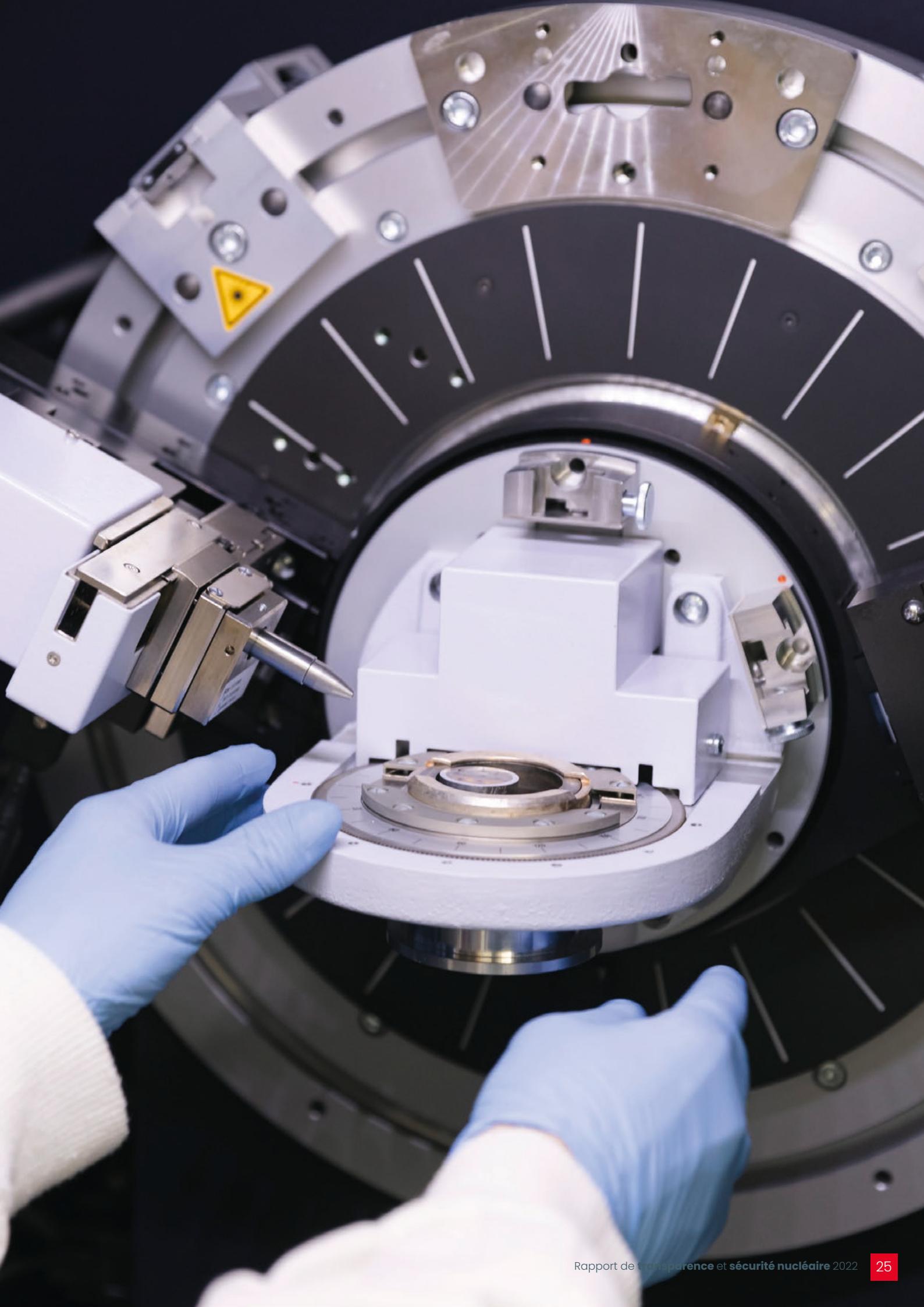
La dose efficace collective globale (ATALANTE + PHENIX) de 2022 (62 H.mSv) est en diminution par rapport à celle de 2020 (66 H.mSv). La tendance est cependant différente sur les deux INB : ATALANTE (diminution de 25 % par rapport à 2021), PHENIX (augmentation de 30 % par rapport à 2021).

Pour ATALANTE, la dose efficace collective totale est de 32 H.mSv (43 H.mSv en 2021). L'essentiel des doses reçues (92 %) correspond aux travaux réalisés dans le cadre des DIMR Génériques (activités courantes d'exploitation). Les autres doses ont été intégrées lors de travaux sous DIMR Spécifiques (gestion de déchets et opérations d'assainissement).

Pour PHÉNIX, la dose efficace collective totale est de 30 H.mSv (23 H.mSv en 2021). Les doses reçues correspondent majoritairement (74 %) à des travaux réalisés sous DIMR Spécifiques (désamiantage et démantèlement), les autres doses étant liées à des travaux sous DIMR Génériques.

La surveillance de la contamination surfacique (sols, murs, ...), faite au titre des vérifications périodiques de lieux, a été maintenue à un niveau élevé : 2107 vérifications périodiques de lieux ont été réalisées sur PHÉNIX et 1457 sur ATALANTE. 146 vérifications ont été considérées comme « positives », la majorité concernant ATALANTE.

Une vérification a fait l'objet d'un constat d'événement radiologique (ATALANTE : vérification mensuelle d'un local de nettoyage et du matériel entreposé). La dosimétrie de zone n'a mis en évidence aucune valeur notable non reliée à une opération dans les deux installations.



ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS EN MATIÈRE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE RADIOPROTECTION

4.1. Généralités

La France a mis en place un système de déclaration des événements significatifs pour la sûreté dans les installations depuis 1983, et pour les incidents de transport depuis 1999. En 2002, des critères de déclaration ont été introduits dans le domaine de la radioprotection et, en 2003, dans le domaine de l'environnement.

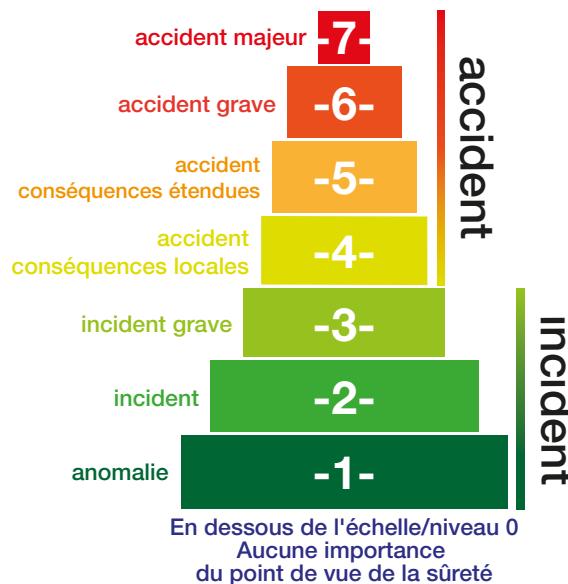
L'INES (*International Nuclear Event Scale*) est l'échelle internationale qui classe les événements survenus sur les installations nucléaires, en fonction de leur gravité.

Elle comporte 8 niveaux (de 0 à 7), le plus haut niveau correspondant à la gravité de l'accident de Tchernobyl.

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.

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 univoque entre le nombre d'incidents sans gravité déclarés et la probabilité que survienne un accident grave sur une installation.

Les autorités de sûreté sont seules responsables de la décision finale de classement.



Chaque événement significatif (ES) fait l'objet d'une analyse qui vise à établir les faits, à en comprendre les causes, à examiner les conséquences potentielles d'un même événement dans un contexte défavorable, pour finalement décider des meilleures solutions à apporter aux problèmes rencontrés. L'analyse des événements significatifs est un outil essentiel d'amélioration de la sûreté. Elle est formalisée par un Compte Rendu d'Événement Significatif (CRES) transmis à l'autorité de sûreté.

Au sein de la Direction de la sécurité et de la sûreté nucléaire (DSSN), les événements significatifs déclarés à l'ASN par le CEA font l'objet d'un suivi en continu. Leur analyse permet d'en tirer des enseignements partagés avec tous les centres, notamment lors des réunions transverses de réseaux.

En 2022, le CEA a déclaré 100 événements significatifs à l'ASN, dont 92 concernant des INB, ce qui est du même ordre de grandeur qu'en 2021 (99 événements déclarés à l'ASN en 2021, dont 93 concernant des INB).

Parmi ces 100 événements de 2022, aucun événement n'a été classé au niveau 2 ou supérieur de l'échelle INES. 7 événements ont été classés au niveau 1 de cette échelle, ce qui représente une baisse par rapport à l'année 2021 (10 événements de niveau 1 déclarés à l'ASN en 2021), mais reste du même ordre de grandeur qu'en 2019 et 2018 (6 événements de niveau 1 déclarés à l'ASN ces deux années). Pour mémoire, l'année 2020 était atypique du fait de la crise sanitaire et ne peut être retenue à titre comparatif. Tous les autres événements déclarés sont de niveau 0 ou hors échelle, c'est-à-dire sans importance du point de vue de la sûreté.

Aucun des événements déclarés n'a eu de conséquence significative pour la sûreté, le personnel, le public ou l'environnement.

Ces événements ont été principalement déclarés au titre des critères relatifs à la sûreté des INB définis par l'ASN, et plus particulièrement ceux relatifs à la perturbation des systèmes de confinement des substances radioactives, à des problèmes de gestion des contrôles et essais périodiques, à des défauts liés à l'instrumentation ou au contrôle-commande des installations.

En 2022, environ 22 % des événements significatifs déclarés par le CEA relèvent de causes uniquement techniques, les autres comportant au moins une cause liée aux facteurs organisationnels et humains (FOH).

Les causes techniques sont de natures assez diverses, par exemple : défaillance d'un moyen de levage causant la détérioration d'un colis de déchets pendant sa manutention dans une INB, perte d'intégrité d'un circuit entraînant une fuite de fluide frigorigène, panne d'un dispositif de prélèvement des rejets ayant pour conséquence la perte de la surveillance radiologique à une cheminée.

Les causes liées aux FOH regroupent les composantes humaine (FH) et organisationnelle (FO).

Concernant la partie purement FH, la cause majoritairement identifiée est un choix ou un mode inadéquat de résolution de problème (61 % des erreurs humaines). Les causes organisationnelles sont principalement rencontrées lors des phases de gestion des contrôles et essais périodiques et lors des phases d'exploitation (production, conduite, surveillance).

Les axes de progrès de nature FOH identifiés dans les comptes rendus d'événement significatif ont porté sur des dispositions techniques telle que la mise à jour de documents opérationnels, sur des dispositions organisationnelles pour améliorer la préparation et la réalisation des activités et sur des dispositions de formation et de sensibilisation des opérateurs.

La démarche de prise en compte des FOH, développée au CEA depuis de nombreuses années, est régulièrement mise en œuvre.

Près de 85 interventions FOH ont été dénombrées en 2022. Elles ont notamment concerné la conception d'installations (à différentes phases du projet), la modification d'installations ou de procédés, des actions suite à des événements significatifs (étude FOH dans le cadre de la rédaction de compte rendu d'événement significatif), des opérations d'assainissement- démantèlement et des réexamens de sûreté d'installations nucléaires.

Par ailleurs, les formations FOH, dédiées notamment à la prise en compte des FOH dans les activités à risque, se sont poursuivies en 2022.

4.2. Événements significatifs déclarés à l'ASN en 2022

En 2022, le CEA Marcoule a déclaré 27 événements significatifs à l'ASN dont 13 associés à deux événements génériques. Ce nombre est stable par rapport à celui de 2020 (30 événements déclarés dont 10 à caractère générique). 1 événement significatif de niveau 1 sur l'échelle INES a été déclaré en 2022.

Le détail des 14 évènements non génériques est rappelé dans le tableau ci-dessous :

Date de déclaration	Installation	Libellé de l'événement	Classement échelle INES
14/01/22	PHENIX	Dépassements du débit maximal aux points de rejets R4 et R5	Hors échelle
03/02/22	PHENIX	Départ de feu sur une armoire électrique d'alimentation des auxiliaires du diesel principal D1	0
13/04/22	PHENIX	Dépassement de limites des rejets au Rhône d'eaux pluviales	Hors échelle
03/05/22	ATALANTE	Fermeture intempestive d'un CCF du réseau de ventilation Extraction Zone 4	0
06/05/22	ATALANTE	Indisponibilité partielle d'un dispositif d'extinction fixe de la chaîne blindée C11/C12	0
10/05/22	ATALANTE	Rejet à l'atmosphère de 159 kg de FM200 (<i>gaz à effet de serre</i>)	Hors échelle
06/07/22	PHENIX	Chute d'un bouchon amortisseur dans la Cellule Annexe	1
13/07/22	ATALANTE	Départ de feu sur un tiroir électrique alimentant un ventilateurs d'extraction	0
03/08/22	ATALANTE	Rejet à l'atmosphère de 68 kg de FM200 (<i>gaz à effet de serre</i>)	Hors échelle
10/08/22	ATALANTE	Non réalisation du contrôle périodique d'étanchéité de huit boîtes à gants	0
25/08/22	PHENIX	Réalisation incomplète du CEP des détecteurs de fuite de sodium du circuit de purification du barillet	0
26/08/22	ATALANTE	Rupture momentanée de la 1 ^{re} barrière de confinement lors d'une opération de désaccostage d'un CTPE	0
21/11/22	ATALANTE	Fuite de 196 kg de fluide frigorigène R134a dans l'environnement depuis le groupe froid « 645 GF 001 »	Hors échelle
14/12/22	ATALANTE	Rejet à l'atmosphère d'environ 135 kg de FM200 (<i>gaz à effet de serre</i>)	Hors échelle

En 2022, 13 événements significatifs génériques relatifs au non respect de prescriptions de la décision Rejets PHENIX n°2019-DC-0671 de l'ASN du 25 juin 2019 ont été déclarés le 15 février, le 14 mars, le 11 avril, le 5 mai, le 2 juin, le 13 juin, le 12 juillet, le 11 août, le 13 septembre, le 11 octobre, le 8 novembre, le 17 novembre et le 12 décembre 2022. Ils ne sont pas présentés dans le tableau supra.

Ces événements ont été déclarés avec un classement Hors échelle et leur cause est d'ordre technique.

Une demande de modification notable de la décision Rejet a été transmise à l'ASN en 2022.

Aucun de ces 27 événements déclarés n'a eu de conséquence significative pour la sûreté, le personnel, le public ou l'environnement. Ces événements ont été principalement déclarés au titre des critères relatifs à la sûreté et à l'environnement des INB définis par l'ASN. Ils concernent notamment des événements ayant conduit au rejet à l'atmosphère de gaz à effet de serre ou dans les décisions rejets de l'ASN.



4.3. Exploitation du retour d'expérience

Le Retour d'Expérience (REX) permet un partage des informations (*plans d'actions, bonnes pratiques...*) sur les incidents survenus sur le Centre ou ailleurs, entre les responsables de la sûreté et notamment les chefs d'installation du Centre.

Un responsable REX est désigné sur le Centre pour animer cette activité et assurer le suivi des plans d'action en découlant. Il organise à cet effet une réunion annuelle d'échanges sur le REX des incidents au niveau du Centre et participe aux réunions organisées au niveau national par la DSSN.

La réunion au niveau du Centre est présidée par le Directeur délégué à la sûreté et à la sécurité du CEA Marcoule ; sont conviés un (*ou plusieurs selon l'ordre du jour*) représentant(s) de la DSSN, les chefs d'installations, les représentants des unités spécialisées en sûreté-sécurité SPR CEA et ORANO, les représentants des équipes projets de la DDSD et les représentants de la CSNSQ.

Au titre du retour d'expérience, les principales actions réalisées en 2022 ont concerné les évènements suivants :

► **Erreur de constitution d'un colis de 870 L conduisant au dépassement de la masse de matières fissile autorisée**

Cet évènement survenu sur l'installation IECDA a été déclaré à l'ASND le 4 mai 2021. Des C2N et une analyse FOH ont été réalisés et ont permis de définir des demandes d'améliorations.

Elles peuvent être classées en trois thématiques :

- l'exploitation, notamment le traitement et le transfert des fûts de déchets,
- les Pratiques de Fiabilisation,
- la documentation opérationnelle.

Suite à la demande du CEA, les INB ATALANTE et PHENIX ont mis en œuvre ces recommandations en 2022.

► **Flash d'information « Rappel des conditions d'accès en zone délimitée sur Marcoule pour les personnes de catégorie A ou B »**

Ce Flash d'information rédigé par le SPR a été diffusé en interne à Marcoule en mars 2022.

► **Chute d'un fût d'enrobé bitumeux étalon lors d'une manutention à l'aide d'un pont équipé d'une pince à fût**

Cet évènement survenu sur l'installation STEL a été déclaré à l'ASND le 8 décembre 2021.

L'analyse de cet évènement a montré qu'il était dû à l'absence de maintenance et de CEP adapté sur cet accessoire de levage.

Les INB ATALANTE et PHENIX ont mis en œuvre en 2022 les demandes suivantes du CEA Marcoule :

- vérifier qu'il n'existe pas de situation analogue d'absence de maintenance et de CEP adapté sur les accessoires de levage de l'installation, de type « pince à fût » ou autres,
- dans ce cas, réaliser un contrôle en charge de l'accessoire de levage, de réaliser une maintenance préventive et d'intégrer dans leur plan de maintenance cette maintenance et ce contrôle annuel en charge.

► **Incohérence des caractéristiques des onduleurs/chargeurs du réseau maintenu par rapport aux exigences du référentiel de sûreté**

Un ES relatif aux incohérences entre les caractéristiques techniques de certains équipements du réseau d'alimentation électrique maintenu présents au sein de l'INB LFFCA du CEA/Cadarache et les caractéristiques de ces équipements présentées dans le référentiel de sûreté de l'installation a été déclaré en février 2020 par Cadarache.

Des actions d'améliorations ont été définies par le STL de Cadarache pour éviter les modifications de gammes sans validation du CEA dans la base de données GMAO INFOR.

Une demande de mise en œuvre de ces actions d'améliorations ou toutes autres actions d'amélioration jugées nécessaire afin d'éviter un évènement similaire à celui déclaré à Cadarache a été transmise au STL de Marcoule en 2022. La réalisation des modifications de la GMAO est planifiée pour 2023.

► **Départ de feu sur une armoire électrique d'alimentation des auxiliaires d'un groupe électrogène**

Cet évènement survenu sur l'installation PHENIX a été déclaré à l'ASN le 3 février 2022.

Un ES relatif au maintien anormal en position ouverte d'un pôle d'un contacteur tripolaire, créant alors un arc électrique à ses bornes et provoquant un échauffement, suivi d'un départ de feu dans l'armoire électrique est survenu sur l'INB PHENIX. Le maintien en position ouverte est lié à la vétusté du contacteur

Des actions d'améliorations ont été définies dans le CRES et dans l'analyse de défaillance :

- réalisation d'un inventaire des contacteurs électriques identiques,
- révision globale des contacteurs (*démontage, nettoyage, remplacement des pièces usées, graissage, ...*) ou remplacement des contacteurs de ce type par des contacteurs de nouvelle génération.

Une demande de mise en œuvre de ces actions d'amélioration a été transmise à l'INB ATALANTE.

► **Incohérence entre les dispositions mécaniques d'un pont roulant décrites dans le rapport de sûreté et celles réellement présente**

Lors du passage en revue des caractéristiques techniques de ce pont, l'INB 50 du CEA/Saclay a détecté que le frein de secours n'agissait pas sur le tambour du pont comme indiqué dans le rapport de sûreté, mais sur l'axe grande vitesse après le moteur, en entrée de réducteur.

Une demande de vérification, pour l'ensemble des ponts de manutention des installations, de la cohérence entre les dispositions mécaniques réellement installées sur les ponts, notamment celles relatives à la sûreté et à la sécurité, et celles décrites dans le référentiel de sûreté applicable a été transmise en 2022 aux INB ATALANTE et PHENIX. Les vérifications effectuées sur ces INB ont montré la cohérence entre le rapport de sûreté et les dispositions mécaniques réellement installées.

► **Vérification réglementaire périodique des cuves par un intervenant équipé d'un appareil de protection des voies avec adduction d'air non muni d'une cartouche filtrante**

L'analyse des faits de cet ES ADM déclaré le 27 août 2021 montre :

- une absence de cartouche filtrante compatible avec une connexion à l'adduction d'air respirable au moyen d'un raccord MC91,
- une absence d'attitude interrogative de l'intervenant,
- une non détection par le personnel présent sur le chantier de l'absence de la cartouche filtrante sur l'APVR de l'intervenant lors de la phase d'habillage.

Les conclusions de l'analyse FOH macroscopique sont :

- une attention à apporter aux sociétés qui ont des missions transverses et qui sont amenées à intervenir dans des locaux sous air respirable,
- un questionnement à systématiser par les agents de radioprotection vis-à-vis des nouveaux arrivants, notamment sur la possession d'une panoplie complète et sur leur habitude de travailler sous air respirable,
- un questionnement de l'accompagnement que doit assurer la PCR de l'entreprise en tant que relais et conseiller auprès de ses salariés intervenant dans des conditions particulières,
- la nécessité d'avoir des documents opérationnels autoporteurs avec les informations pertinentes concernant l'intervention dès la rédaction du cahier des charges.

Une demande de mise en œuvre de ce REX a été transmise en octobre 2022 aux INB ATALANTE et PHENIX.

RÉSULTATS DES MESURES DES REJETS DES INSTALLATIONS ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1. Rejets gazeux

La surveillance des effluents radioactifs gazeux est assurée au niveau des émissaires de rejets des installations (cheminées), en aval des systèmes d'épuration et de filtration. Les aérosols α et β et les gaz radioactifs font l'objet d'un contrôle continu. De plus, les rejets des aérosols, des halogènes et du tritium sont évalués à partir de mesures différenciées en laboratoire sur les prélèvements continus sur des dispositifs d'épuration ou de filtration (*cartouches de charbon actif pour les halogènes, filtres papier pour les aérosols et barboteurs pour le piégeage du tritium*).

Cinq catégories de radionucléides sont réglementairement surveillées dans les rejets gazeux :

- les aérosols émetteurs β - γ ,
- les aérosols émetteurs α ,
- le tritium,
- les halogènes (iode),
- les gaz autres que le tritium.

Le tableau suivant présente les activités cumulées mesurées en 2022 pour les deux INB du centre CEA de Marcoule. L'unité de mesure est le Becquerel et plus couramment ses multiples : méga becquerel (MBq = 1 million de Bq), giga becquerel (GBq = 1 milliard de Bq) ou téra becquerel (TBq = mille milliards de Bq).

	Activités des rejets ATALANTE	Limites annuelles autorisées pour ATALANTE	Activités des rejets PHÉNIX	Limites annuelles autorisées pour PHÉNIX	Total des activités des rejets des INB CEA - Marcoule
Aérosols β-γ (MBq)	6,8	320	0,058	5	6,86
Aérosols α (MBq)	0,16	7	0,006	0,2	0,17
Tritium (GBq)	5,4	2 100	7,6	400	13,0
Halogènes (MBq)	2,9	40	0,49	30	3,3
Gaz hors tritium (TBq)	4,3	90	3,6	11	7,9
^{14}C (GBq)	0,18	150	Sans objet		0,18

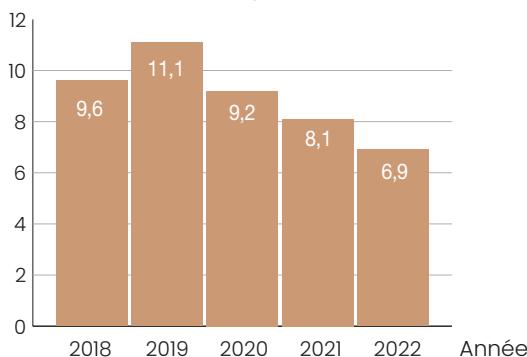
Suite à la décision n°2019-DC-0671 fixant les limites de rejet dans l'environnement des effluents de PHENIX, les limites annuelles autorisées ont évolué et ont été prises en compte à partir de début 2020.

Les activités rejetées sont toutes en deçà des limites fixées par les autorisations (85 % pour le pourcentage le plus élevé).

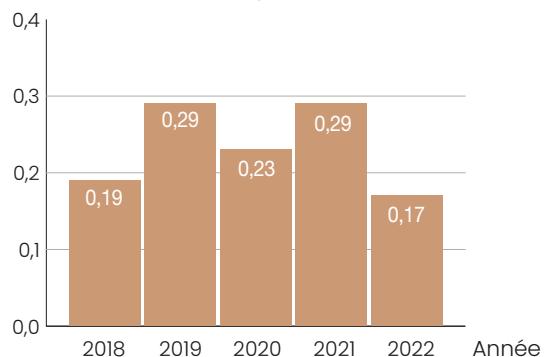
A compter du 1^{er} septembre 2021, les activités rejetées en gaz rares correspondent à des activités nettes (*retrait du mouvement propre des chambres différentielles*).

Les graphiques suivants présentent l'évolution, par catégorie, des rejets des deux INB au cours de ces cinq dernières années.

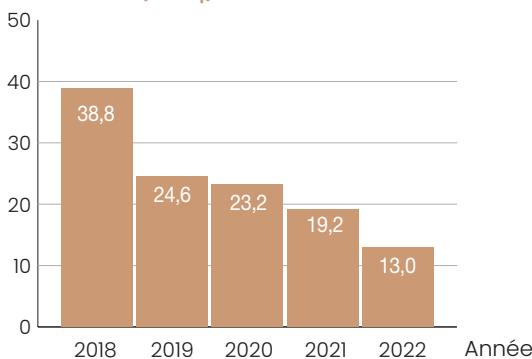
Aérosols $\beta\gamma$ (MBq)



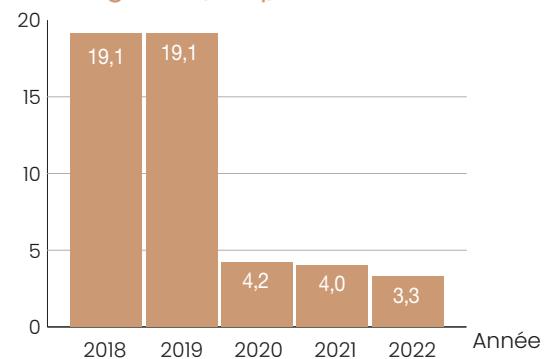
Aérosols α (MBq)



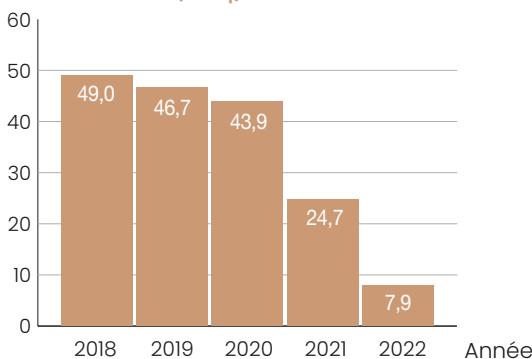
Tritium (GBq)



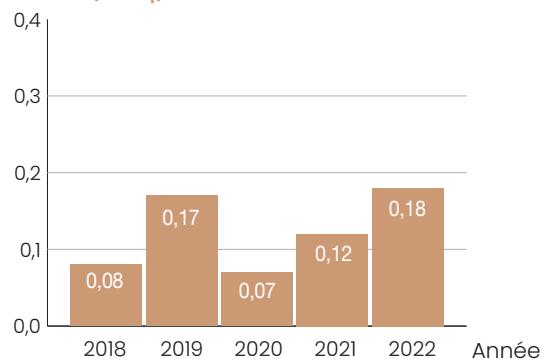
Halogènes (MBq)



Gaz rares (TBq)



^{14}C (GBq)



Pour l'année 2022, les rejets gazeux sont du même ordre de grandeur que l'année précédente (*aucune opération notable en termes de rejets atmosphériques n'ayant eu lieu cette année*) hormis pour les gaz rares pour lesquels une baisse est constatée suite à la révision de la méthodologie de comptabilisation (*retrait du mouvement propre des chambres différentielles*).

Les rejets d'halogènes (*iodes*) sont en forte baisse depuis 2020 du fait du changement des radionucléides comptabilisés pour PHENIX (*suppression de ^{133}I suite à la décision n°2019-DC-0671*).

5.2. Rejets liquides

Les effluents liquides non radioactifs de l'INB Atalante sont rejetés par l'INBS dans l'environnement (*contre-canal*) via un réseau d'égouts banals. Ces effluents font l'objet de contrôles pour vérifier que leurs caractéristiques sont compatibles avec les autorisations de rejets en vigueur.

Une partie des eaux pluviales ainsi que les effluents industriels de PHENIX sont rejetés dans le Rhône. L'autre partie des eaux pluviales est rejetée par l'INBS dans le contre-canal.

Les effluents liquides radioactifs, ou susceptibles de l'être, des deux INB sont transférés à la STEL de l'INBS de Marcoule soit via une canalisation dédiée soit à l'aide de citernes, pour y être épurés avant rejet dans le Rhône.

Les effluents liquides radioactifs sont rejetés dans le Rhône par la STEL après traitement et autorisation de rejet et par l'égout B. Tous les rejets radioactifs issus de la STEL et via l'égout B sont comptabilisés notamment pour s'assurer du respect des autorisations accordées à l'INBS.

La STEL traitant de façon concomitante l'ensemble des effluents radioactifs du site de Marcoule (INB et INBS du CEA, MELOX et CIS Bio), il n'est pas possible d'individualiser précisément dans l'activité des rejets celle des effluents liquides provenant des INB ATALANTE et PHÉNIX.

Cinq catégories de radionucléides sont réglementairement surveillées dans les rejets liquides :

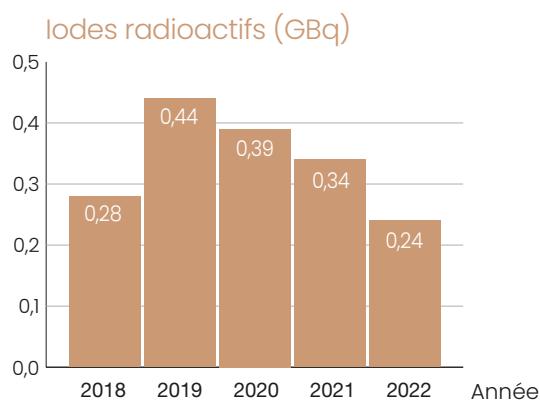
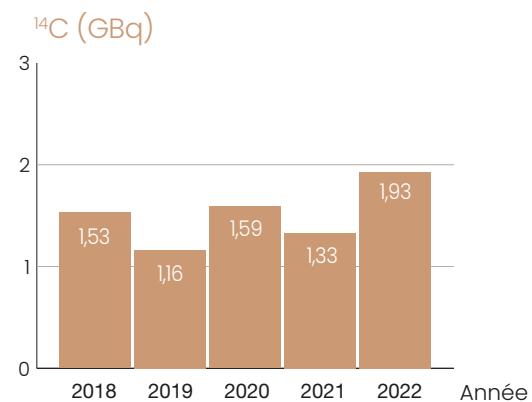
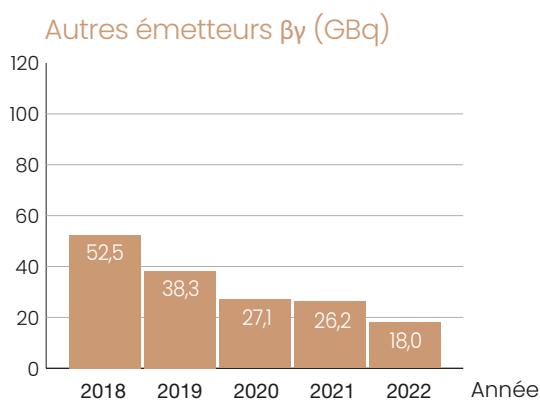
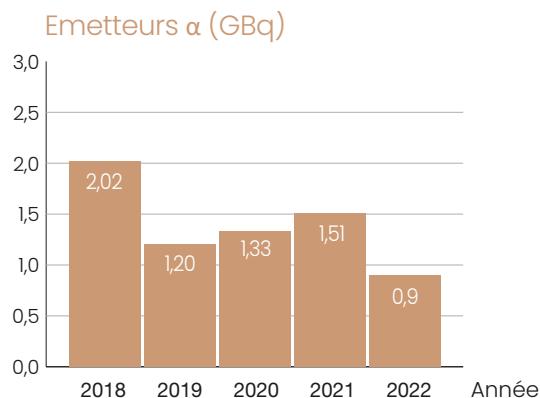
- les émetteurs α ,
- les iodes radioactifs,
- le carbone 14,
- le tritium,
- les autres émetteurs β - γ .

Les activités des rejets présentées pour 2022 dans le tableau suivant sont donc celles de la totalité des effluents du site de Marcoule, à l'exception des effluents produits par CENTRACO. L'unité de mesure est le Becquerel et plus couramment ses multiples : méga becquerel (MBq= 1 million de Bq), giga becquerel (GBq= 1 milliard de becquerel) ou téra becquerel (TBq= mille milliards de Bq).

	Émetteurs α (GBq)	^{14}C (GBq)	Iodes radioactifs (GBq)	Tritium (TBq)	Autres émetteurs β - γ (GBq)
Activité rejetée	0,90	1,93	0,24	2,32	18,0
Limite annuelle autorisée	9	80	25	800	3000

Les activités rejetées sont très en deçà des limites fixées par les autorisations (10 % pour les émetteurs α représentant le rejet le plus élevé).

Les graphiques suivants présentent l'évolution des émetteurs α , du tritium, du ^{14}C , des iodes radioactifs et des autres émetteurs $\beta-\gamma$ des rejets liquides radioactifs au cours de ces cinq dernières années.



En 2022, ATALANTE a transféré 356 m³ d'effluents radioactifs FA vers la STEL. PHÉNIX a transféré 93 m³ d'effluents MA.

Le volume total transféré par ces deux installations représente moins de 6 % du volume total des effluents réceptionnés à la STEL de Marcoule en 2022.

Les quantités de substances chimiques rejetées dans le Rhône et le contre-canal par l'INBS incluant les transferts d'effluents en provenance d'ATALANTE et de PHENIX sont présentées dans le tableau ci-dessous.

	Paramètres chimiques	Quantité annuelle rejetée (kg)	Limite annuelle (kg)	% de la limite
Paramètres physico chimiques	MES	290 000	1030000	28
	DBO ₅	13 000	32000	41
	DCO	14 000	274000	6
	Ntk	1100	18200	6
	P total	320	3100	10
	Hydrocarbures totaux	28	330	8
Anions	NO ₂ ⁻	290	7780	4
	NO ₃ ⁻	37 000	385000	10
	CN ⁻	0,36	15	2
	Cl ⁻	97 000	508000	19
	F ⁻	3,1	255	1
Cations	Na	60 000	350000	17
	Al	670	6900	10
	B	10	1930	0,5
	Cd	4,1	38	11
	Pb	2,7	40	7
	Cr	6,9	125	6
	Cu	8,5	135	6
	Fe	140	4660	3
	Mg	19 000	47600	39
	Mn	1,2	15	8
	Hg	1,4	3	47
	Mo	0,39	280	0,1
	Zn	180	500	37
	Ni	12	25	5

Comme l'année précédente, les quantités de substances chimiques rejetées dans le Rhône et le contre-canal sont très en deçà des limites autorisées.



PRÈLÈVEMENT D'UN FILTRE PAPIER PIÈGEANT LES AÉROSOLS DE L'AIR

Pour l'INB PHENIX, le tableau suivant présente les concentrations et flux annuels au point de rejet R5.

REJETS AU POINT R5 – BILAN 24H

Paramètres	Concentration moyenne journalière (mg/l)	Limite en concentration journalière (mg/l)
MES	30*	5
DCO	46*	30
DBO ₅	28*	3
Azote global	2,07	160
Phosphore total	0,18	5,75
Aluminium	0,34*	0,14
Cuivre	< 0,005	0,13
Fer	0,30*	0,21
Sodium	21,6	250
Plomb	< 0,002	0,02
Zinc	0,008	0,04
AOX	0,01	0,07
Hydrocarbures totaux	0,2*	0,1

REJETS AU POINT R5 – REJETS FOSSE NEUTRALISATION

Paramètres	Flux annuel (kg)	Limite (kg)
MES	47,1*	20
DCO	9,68	120
DBO ₅	1,13	12
Azote global	96,6	640
Phosphore total	11,7	23
Aluminium	0,84*	0,56
Cuivre	0,04	2,4
Fer	1,97*	0,84
Sodium	226	1000
Plomb	0,0281	0,08
Zinc	0,0848	0,16
AOX	0,00529	0,27
Hydrocarbures totaux	0,0376	0,4
Tritium	0,528 GBq	2 GBq

* Ces dépassements des valeurs limites réglementaires ont donné lieu à une déclaration d'évènement significatif transmise en février 2023.

5.3. Impact des rejets sur l'environnement

5.3.1. GÉNÉRALITÉS

Les substances chimiques ou radioactives contenues dans les effluents gazeux, rejetées par le site, sont transférées à l'environnement par les vents et dispersées dans l'atmosphère. Une partie de ces substances se dépose au sol ou sur la végétation, ce dépôt décroissant sensiblement à mesure que l'on s'éloigne du site.

Les rejets d'effluents liquides conduisent à la présence de substances chimiques ou radioactives dans l'eau du Rhône en aval du site. Leur concentration diminue également à mesure que l'on s'en éloigne. Ces substances sont plus ou moins absorbées par la faune et la flore aquatiques.

L'impact radiologique sur les populations résulte de leur exposition aux produits radioactifs contenus dans l'air, à la fois en expositions externe et interne, au travers de l'air qu'elles inhalent en respirant. Il résulte également des produits qu'elles ingèrent du fait de leur consommation alimentaire.

L'évaluation de l'impact radiologique est effectuée pour une personne représentative résidant à proximité du site, en l'occurrence dans le village de Codolet situé à 2 km au sud et se nourrissant de produits locaux.

À cet effet, une enquête alimentaire a été conduite par l'[IRSN](#) en juillet 2010. Elle a conclu à l'intérêt de considérer trois classes d'âge de la population :

- **adulte** (*plus de 17 ans*),
- **enfant** (*7 à 12 ans*),
- **enfant** (*1 à 2 ans*).

L'impact radiologique est estimé sur la base d'hypothèses pénalisantes quant au comportement alimentaire et au mode de vie des personnes représentatives : elles séjournent en permanence dans leur zone de résidence et consomment exclusivement des aliments provenant des cultures, de l'élevage ou de la pêche locale, sans transformation due à une préparation culinaire, et l'arrosage des cultures est effectué avec de l'eau du Rhône prélevée au voisinage du site de Marcoule. Il est supposé que l'eau de boisson ne subit aucun traitement de purification, hormis une simple filtration, et que la radioactivité susceptible d'être présente dans cette eau est identique à celle du Rhône (*par infiltration dans le sol*).

5.3.2. ÉVALUATION DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE DÜ AUX REJETS GAZEUX

L'impact maximal dû aux rejets gazeux des [INB PHÉNIX](#) et [ATALANTE](#) pour l'année **2022** est de **0,0023 µSv** pour l'adulte.

Les résultats montrent très peu de différence entre l'adulte et les enfants de 1 à 2 ans et de 7 à 12 ans. Les radioéléments qui contribuent en majorité à cet impact sont le ^{85}Kr (21 %), l' ^{129}I (18 %), le ^{14}C (28 %), l' ^{241}Am (7 %) et le ^{244}Cm (7 %).

5.3.3. ÉVALUATION DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE DÛ AUX REJETS LIQUIDES

Comme indiqué précédemment, la STEL traitant de façon concomitante l'ensemble des effluents radioactifs du site de Marcoule, il n'est pas possible d'individualiser précisément l'impact des rejets des effluents liquides provenant des INB ATALANTE et PHÉNIX.

Les calculs d'impact des rejets présentés ci-après sont donc ceux de la totalité des effluents liquides radioactifs du site de Marcoule (*à l'exception des rejets de CENTRACO*), la part des INB ATALANTE et PHÉNIX dans ces rejets étant elle-même très faible.

L'impact maximal dû aux rejets liquides pour l'ensemble du site de Marcoule pour 2022 est de **0,135 µSv** pour l'adulte.

L'impact sur les classes d'âge 7 à 12 ans et 1 à 2 ans est plus faible.

Les radioéléments qui contribuent en majorité à cet impact sont le ^{238}Pu (73 %), le ^{14}C (10 %), le ^{137}Cs (5 %), le ^{239}Pu (4 %) et le ^{240}Pu (4 %).

Les principales contributions pour l'alimentation proviennent des poissons pêchés dans le Rhône (96%) et des végétaux et vin (1,2 %).

5.3.4. BILAN DE L'IMPACT RADIOLOGIQUE LIQUIDE ET GAZEUX

L'impact total des rejets radiologiques des INB PHÉNIX et ATALANTE pour l'année 2022, évalué pour la population représentative vivant à Codolet est inférieur à 10 µSv, dose considérée comme « triviale » suivant la publication 104 de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR).

Pour information, la dose maximale calculée pour l'adulte est de **0,14 µSv**.

Cet impact respecte très largement les limites fixées par le Code de la santé publique pour les activités nucléaires qui ne doivent pas ajouter de dose annuelle supérieure à 1mSv (1000 µSv) aux personnes du public.

L'impact radiologique annuel en **2022** peut donc être considéré comme négligeable.

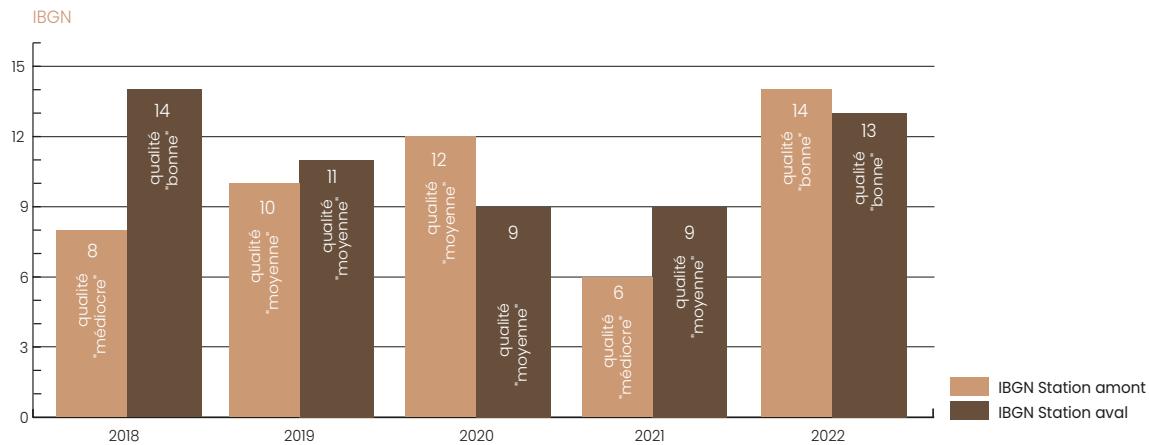
5.3.5. BILAN DE L'IMPACT CHIMIQUE DES REJETS GAZEUX ET LIQUIDES

Les installations individuelles de l'INBS du Centre CEA de Marcoule ne présentent pas d'activités pouvant conduire à des rejets gazeux chimiques susceptibles d'induire un impact environnemental ou sanitaire.

La qualité biologique du contre-canal traduite par l'IBGN, mesurée en amont et en aval des rejets est qualifiée en 2022 de bonne.

En 2022, l'IBGN est égal à 14 en amont et 13 en aval.

Les valeurs de cet indice obtenues ces cinq dernières années sont présentées ci-après :

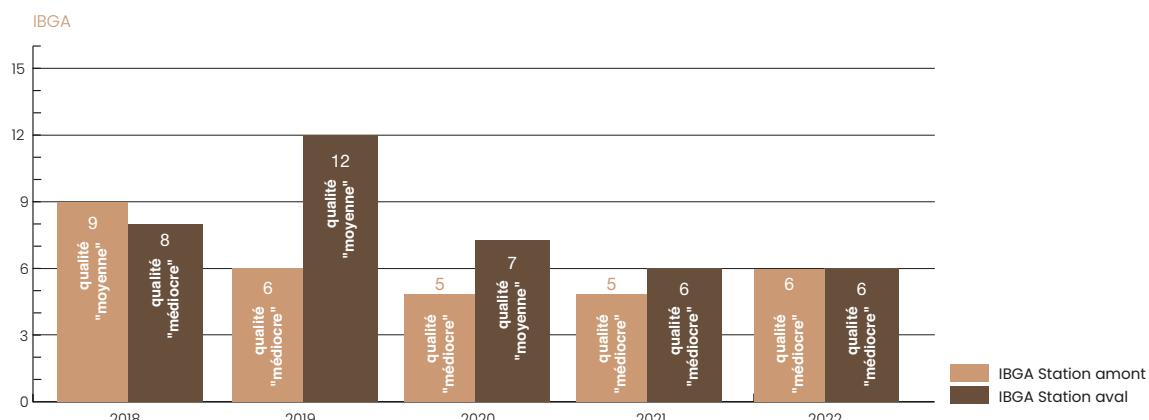


Ces résultats montrent une amélioration nette de la qualité des eaux du contre-canal. Cette « bonne » qualité biologique est basée sur la confirmation des *Hydroptilidae* et une bonne variété taxonomique (*la plus élevée enregistrée jusqu'ici*).

La qualité biologique du Rhône traduite par l'IBGA, mesurée en amont et en aval des rejets est qualifiée en 2022 de médiocre au niveau des deux stations.

En 2022, l'IBGA est égal à 6 en amont et 6 en aval.

L'IBGA obtenu dans le Rhône depuis 2018 est présentée ci-après :



Ces résultats sont similaires à ceux enregistrés en 2020 et 2021 et la comparaison des listes faunistiques entre les différentes années permet de constater une stabilité de la perturbation du Rhône dans le temps.

5.4. Surveillance de l'environnement

La surveillance de l'environnement du site de Marcoule fait l'objet d'un programme conforme aux prescriptions fixées par les arrêtés de rejets et approuvé par les autorités de sûreté

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 au travers d'une surveillance atmosphérique réalisée à partir de mesures effectuées en continu dans quatre stations fixes réparties autour du Centre (*Caderousse, Codolet, Bagnols-sur-Cèze et Saint Etienne des Sorts*).

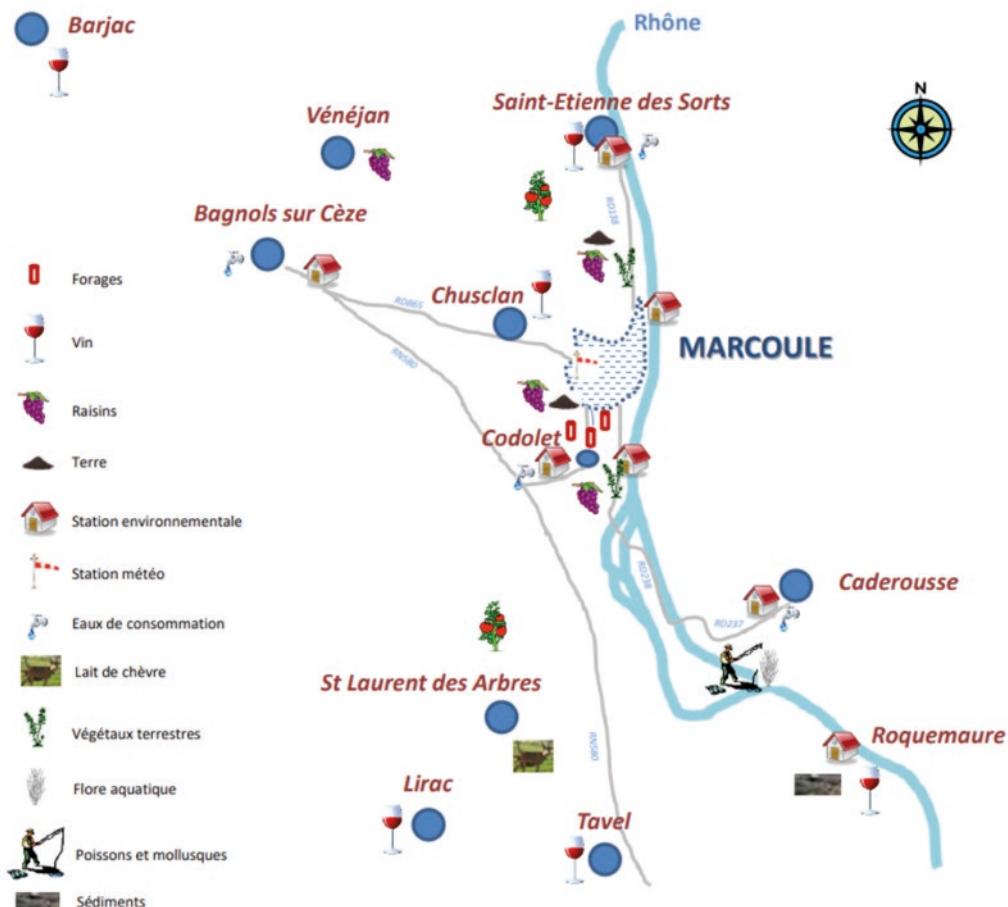
Ces informations, centralisées directement sur le Centre CEA de Marcoule, permettent de déceler toute anomalie de fonctionnement d'une installation (réseau d'alerte). Elles sont complétées par des mesures différentes en laboratoire pour les besoins de la surveillance de l'environnement. Le Centre est doté d'une station météorologique fournissant en permanence les paramètres nécessaires à cette surveillance.

Le réseau hydrographique fait l'objet d'une surveillance radiologique portant sur :

- ▶ **le réseau des eaux souterraines de la nappe phréatique** de la plaine de Codolet et en amont du site ;
- ▶ **les eaux de surface** (*Rhône, contre-canal et plan d'eau de Codolet*).

Plus de **14 000 échantillons** par an sont prélevés à diverses fréquences (quotidienne, hebdomadaire, mensuelle, trimestrielle, semestrielle ou annuelle), dans l'air, l'eau, les sédiments, les sols, les végétaux, le lait, les productions agricoles, pour suivre et déterminer l'impact des rejets sur l'environnement du CEA Marcoule.

Dans ce cadre, le Laboratoire de Mesures et d'Analyses Radiologiques (*LMAR*) et le laboratoire de Contrôle de l'Environnement et Évaluation de l'Impact (*LCEI*) sont agréés par l'Autorité de sûreté pour effectuer ces mesures.



Les résultats des mesures sont synthétisés trimestriellement dans une plaquette disponible sur le site Internet du centre CEA de Marcoule (marcoule.cea.fr).

5.5. Management environnemental

La mise en œuvre du référentiel ISO14001 permet d'améliorer les performances environnementales du CEA pour l'ensemble de ses activités, de prévenir les pollutions, limiter l'impact de ses activités sur l'environnement et d'être dans une démarche active vis-à-vis d'une réglementation en évolution permanente.

La politique environnementale du CEA fixe plusieurs objectifs dont :

- ▶ **la maîtrise de l'utilisation des ressources environnementales,**
- ▶ **la limitation de l'incidence de ses activités industrielles sur l'Homme et son environnement.**

La Station d'épuration (STEP) a traité 66 729 m³ d'eaux usées/eaux vannes. Les performances d'épuration restent voisines de 90 % pour l'ensemble des paramètres.

La quantité de gaz consommée a été de 73 960 MWh PCI et est en hausse par rapport à 2021. La consommation de fioul domestique a été de 3 000 MWh, en baisse par rapport à 2021. Ces variations sont dues à la mise en service de la chaudière à gaz de production de vapeur pour la laverie.

La quantité de CO₂ émise par le Centre en 2022 a été de 15 774 tonnes, en baisse également par rapport à 2021.

Ces baisses sont essentiellement dues à un hiver moins rigoureux et une baisse des consignes de chauffage en 2022.

La consommation d'électricité (117 406 MWh) est quasi-constante par rapport à l'année précédente.

La consommation en eau (*potable et industrielle*) du Centre en 2022 a été 2,0 millions de m³, en légère baisse par rapport à 2021.



6.1. Mesures prises pour limiter le volume des déchets radioactifs entreposés

La stratégie du CEA repose sur l'élimination des déchets, le plus rapidement possible après leur production, par les filières appropriées. La filière déchets comprend généralement des étapes de traitement notamment pour réduire les volumes ou pour rendre le déchet recyclable, le déchet ultime est ensuite conditionné par incorporation dans un matériau inerte d'immobilisation (*verre, bitume ou ciment*) et mis en conteneur pour constituer un colis. Ensuite ce colis est placé, si nécessaire, en entreposage avant d'être envoyé vers un stockage. On parle de filières existantes quand il existe un stockage, sinon les déchets sont mis en entreposage en attente d'exutoire, en conditions sûres dans des installations spécifiques. Il s'agit alors d'une filière à créer partiellement puisqu'elle n'existe que jusqu'à l'étape entreposage.

Différentes mesures sont prises pour limiter les volumes de déchets radioactifs entreposés. D'une manière générale, la sectorisation de l'ensemble des zones de production, appelée « zonage déchets », a été réalisée afin d'identifier et de séparer les zones de production des déchets nucléaires et les zones de production des déchets conventionnels.

Le tri à la source et l'inventaire précis des déchets radioactifs permettent ensuite de les orienter dès leur création vers la filière d'élimination adaptée, existante ou à créer. De nouvelles filières sont progressivement étudiées et mises en place pour minimiser les volumes de déchets entreposés.

Pour les déchets solides de très faible activité (TFA) ou de faible activité (FA) et moyenne activité (MA) à vie courte (VC) pour lesquels existent les filières d'évacuation vers un site de stockage (*CIRES* et Centre de stockage *FMA-VC*), l'entreposage, en attente d'évacuation, est en général de courte durée dans les unités de production elles-mêmes ou dans les zones de regroupement dédiées (*CRETFA* pour les déchets TFA et atelier de conditionnement des déchets solides (CDS) pour les déchets *FMA-VC*). Les déchets *FMA-VC* sont traités dans l'atelier de CDS afin d'être conformes aux spécifications d'accueil du Centre de Stockage *FMA-VC* (CSA) de l'*ANDRA*.

Dans quelques cas, les déchets sont entreposés sur une période plus longue, au sein d'installations d'entreposage spécifiques, de sorte que la décroissance radioactive permette à terme leur évacuation vers les exutoires existants, dans le respect de leurs spécifications de prise en charge.

Les déchets solides de moyenne activité (MA) à vie longue (VL) ou de haute activité (HA) sont conditionnés en conteneur de caractéristiques connues et pris en compte par l'*ANDRA* dans le cadre de ses études pour le stockage géologique. Dans l'attente de l'ouverture du centre de stockage dédié, les colis produits sont entreposés dans des installations spécifiques du centre de Marcoule ou regroupés avec des déchets de même nature dans d'autres centres CEA (*entreposage CEDRA de Cadarache par exemple*).

En 2022, la construction de l'installation DIADEM, destinée à accueillir des déchets irradiants majoritairement issus de Marcoule et provenant des opérations de démantèlement, s'est poursuivie.

Pour les effluents liquides, les traitements réalisés visent à les épurer de leurs contaminants radioactifs avant leur rejet dans l'environnement. Les résidus actifs résultant de ces traitements ont vocation à être incorporés dans des matériaux (*matrices*) solides : bitume, ciment ou autres.

En ce qui concerne les effluents aqueux, ces opérations sont réalisées à la STEL de l'INBS de Marcoule.

Les conteneurs de verre produits par l'AVM (*Atelier de Vitrification de Marcoule*) jusqu'en 2012 sont entreposés dans des puits ventilés de l'installation, en attente de l'ouverture du centre de stockage profond. Les fûts d'enrobés bitumineux produits par la STEL sont, suivant leur activité, dirigés vers une filière opérationnelle (CSFMA-VC) ou entreposés en attente de l'ouverture du centre de stockage profond. Le nouvel atelier appelé STEMA mis en actif en 2019 est destiné à remplacer le procédé de bitumage des boues par un procédé de cimentation.

Les effluents organiques de très faible activité peuvent être traités directement dans des installations dédiées comme l'usine d'incinération CENTRACO, située sur le site de Marcoule et exploitée par la société Cyclife France.

Pour les effluents organiques plus actifs, le procédé DELOS (*DEstruction des liquides Organiques*) d'ATALANTE consiste à :

- ▶ **épurer l'effluent par lavage et évaporation**, permettant ainsi le transfert de la majeure partie de ses contaminants radioactifs dans des effluents aqueux dirigés vers la STEL ; dans la majorité des cas, le liquide organique traité peut être incinéré en filière industrielle (CENTRACO) ;
- ▶ **incinérer le liquide organique traité par oxydation hydrothermale (OHT)**, si la décontamination atteinte ne permet pas son traitement par la filière industrielle. Les résidus minéraux de cette combustion sont incorporés aux effluents aqueux de haute activité et traités comme tels.

En 2022, le procédé DELOS a permis de traiter environ 35 L de liquides organiques radioactifs. Ces liquides organiques sont issus pour partie des activités de R&D d'ATALANTE.

Les autres déchets, dont les filières sont en cours de création, sont entreposés en conditions sûres dans les INB elles-mêmes ou dans des installations dédiées de l'INBS de Marcoule.

Plusieurs mesures sur la Centrale PHENIX sont prises pour limiter au maximum les volumes de déchets radioactifs entreposés. En premier lieu, la mise en place sur l'installation d'un plan de zonage déchets permet d'identifier et de distinguer les lieux de production qui génèrent des déchets dits « nucléaires » de ceux qui génèrent des déchets dits « conventionnels ».

Cette sectorisation permet d'avoir un inventaire précis des déchets, notamment des déchets nucléaires, et de définir pour chacun la filière d'élimination la mieux adaptée. De nouvelles filières sont continuellement étudiées dans une volonté de minimiser les volumes de déchets entreposés.

La gestion des déchets nucléaires sur l'installation est organisée par l'intermédiaire de balisages dont le but est de permettre au personnel intervenant de traiter ces déchets en flux tendu et suivant les règles applicables. Plusieurs opérations sur l'installation permettent de limiter ces volumes :

- ▶ **le tri à la source**,
- ▶ **la décatégorisation**,
- ▶ **l'optimisation par minimisation du vide** (*aspiration du vide pour les sacs et mise au gabarit*),
- ▶ **le conditionnement du colis** par la mise en place systématique de surveillance et de points de convocation à 50 et 100 % du remplissage du colis.

Une fois les colis constitués, ils sont évacués au maximum en flux tendu et selon la disponibilité de l'exutoire. Toutefois, il est défini dans le référentiel PHENIX des zones d'entreposage établies selon le type et la catégorie radiologique du colis. Dans le cas où l'entreposage est amené à durer plus longtemps que deux ans, une analyse de sûreté spécifique est effectuée.

6.2. Mesures prises pour limiter les effets sur la santé et l'environnement en particulier le sol et les eaux

Ces mesures ont pour objectif de protéger les travailleurs, la population et l'environnement en limitant en toutes circonstances la dispersion des substances radioactives contenues dans les colis de déchets radioactifs.

Pour atteindre cet objectif, les installations d'entreposage de déchets radioactifs sont conçues et exploitées conformément au concept de défense en profondeur qui conduit à assurer le fonctionnement normal en prévenant les défaillances, à envisager des défaillances possibles, à les détecter afin d'intervenir au plus tôt et à supposer des scénarios accidentels afin de pouvoir en limiter les effets.

6.3. Nature et quantités de déchets entreposés sur les inb du centre

Diverses catégories de déchets sont entreposées sur le Centre.

L'inventaire des différentes catégories présentes dans les deux INB à fin 2022 est donné ci-après.

6.3.1. PHÉNIX (INB 71)

Nature	Quantité entreposée au 31/12/22		Classe	Exutoire
	Masse (Kg)	Volume (m ³)		
Déchets de catégorie TFA				
Déchets métalliques	293	3,0	TFA	ANDRA / CIRES
Déchets non métalliques	167	0,99	TFA	ANDRA / CIRES
Déchets amiantés	15 985	53	TFA	ANDRA / CIRES
Déchets mercuriel	1,3	NC	TFA	ANDRA / CIRES
Déchets de catégorie FAMA-VC				
Déchets technologiques	264	0,88	FAMA-VC	ANDRA / CSA
Déchets de structure	1 547	0,80	FAMA-VC	ANDRA / CSA
Effluents liquides				
Effluents FA		2,1	FAMA-VC	STEL
Déchets sans filière définie ou sans filière immédiate (DSFI)				
Déchets contenant du B4C	33	2,8	MA-VL	Attente filière*

* Déchets qui nécessitent une instruction particulière afin de pouvoir être évacués vers une filière existante

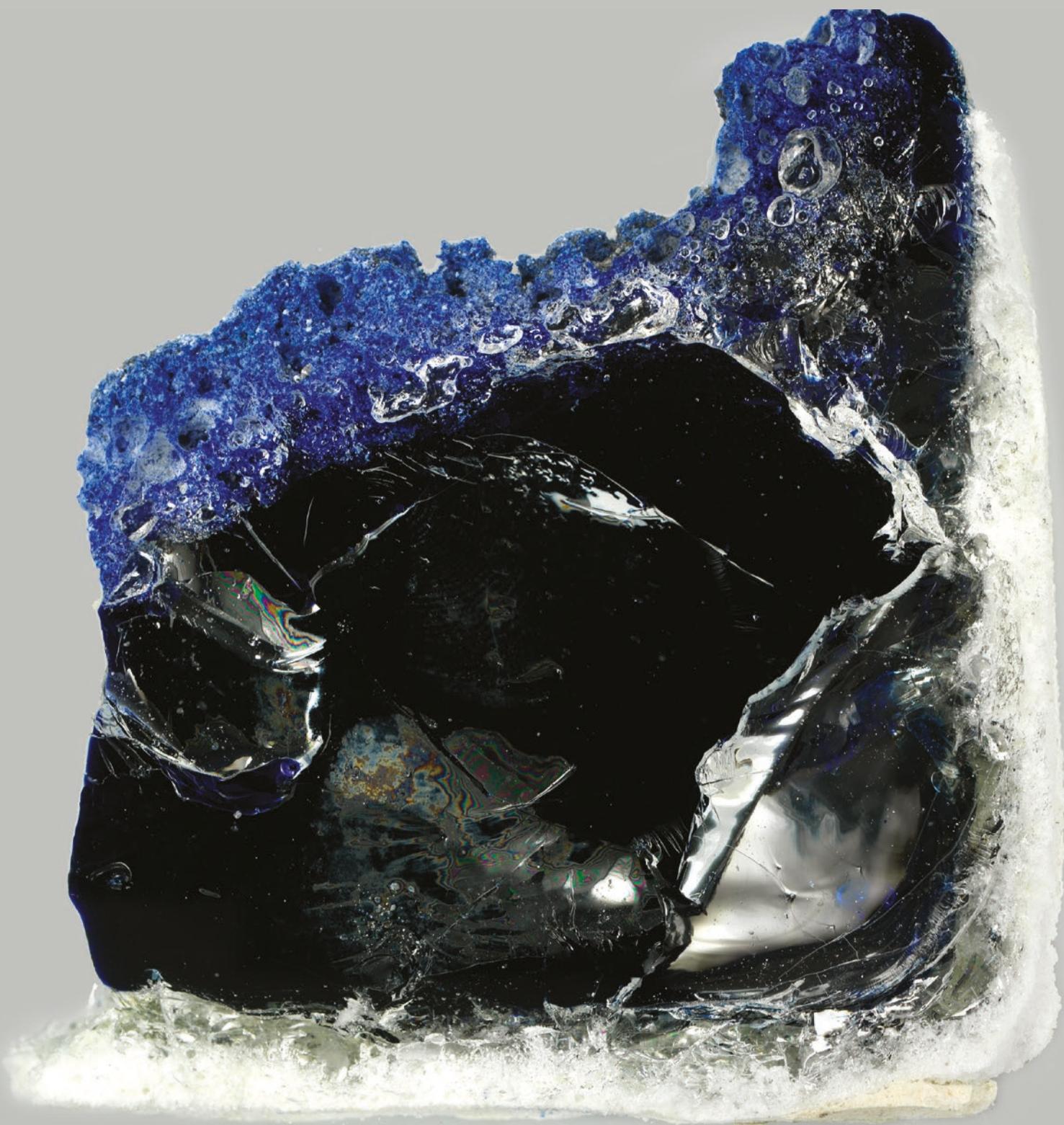
En complément de l'activité régulière de traitement et d'évacuation des déchets, l'année 2022 a été marquée par :

- ▶ **la poursuite de l'expédition de batchs de 11 kg de mercure** pour traitement à l'ICPE Triade, en vue d'une évacuation finale vers le CIRES,
- ▶ **le sablage d'un container I2** de déchets amiantés,
- ▶ **le tri des DEEE et la séparation des cartes électroniques** qui vont suivre la filière FMA-VC en fût 118 litres.

6.3.2. ATALANTE (INB 148)

Nature	Quantité entreposée au 31/12/22		Classe	Exutoire
	Masse (Kg)	Volume (m ³)		
Déchets de catégorie TFA				
Déchets métalliques		5,9	TFA	ANDRA / CSTFA
Déchets non métalliques		10	TFA	ANDRA / CSTFA
Déchets inertes, Gravats		3,2	TFA	ANDRA / CSTFA
Déchets liquides organiques		0,11	TFA	ATALANTE
Déchets de catégorie FAMA-VC				
Déchets technologiques		446	FMA-VC	ANDRA / CSA
Résines échangeuses d'ions	18	0,20	FMA-VC	ANDRA / CSA
Déchets liquides (<i>huiles et solvants</i>)		6,6	FMA-VC	ATALANTE / CENTRACO
Déchets solides Catégorie MA-VL				
Déchets technologiques		5,9	MA-VL	CIGEO
Verres (<i>issus de l'APM, Clovis et Vulcain</i>)		0,01	MA-VL	CIGEO
Effluents liquides				
Effluents liquides FA		61	FMA-VC	STEL
Effluents liquides MA/HA		3,1	FMA-VC	STEL
Sources sans emploi				
Sources	654 sources		/	
Déchets sans filière définie ou sans filière immédiate (<i>DSFI</i>)				
Colonnes de support SiO ₂ imprégnées de solvants organiques (<i>tributylphosphate</i>)	7,4	0,15	MA-VL	Attente filière de traitement*
Graphite en fût 118L		0,12	TFA	Attente filière de traitement*
Liquides scintillants		0,01		Attente filière de traitement*

* Déchets qui nécessitent une instruction particulière afin de pouvoir être évacués vers une filière existante



L'organisation mise en place sur le Centre de Marcoule en matière de sécurité répond aux principes établis pour l'ensemble du CEA. Ces principes sont conformes aux règles en vigueur pour la sûreté nucléaire.

En 2022, les deux INB en activité du Centre, ATALANTE et PHÉNIX ont déclaré un nombre d'évènements significatifs à l'Autorité de sûreté quasi-stable par rapport à celui de 2021 (27 évènements déclarés en 2022 dont 13 associés à 2 évènements génériques pour 30 évènements déclarés en 2021 dont 10 à caractère générique). 1 évènement significatif de niveau 1 sur l'échelle INES a été déclaré en 2022.

Ces évènements ont donné lieu à un partage d'expérience entre l'ensemble des installations nucléaires du Centre.

Le niveau de sûreté des INB ATALANTE et PHÉNIX peut être considéré comme globalement satisfaisant. Cependant, à l'instar des années précédentes, le Centre s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue dans ce domaine et les efforts réalisés en sûreté seront poursuivis en 2023 et les années suivantes.

En ce qui concerne l'exposition radiologique des agents ayant travaillé sur les installations ATALANTE et PHÉNIX, la dose maximale d'irradiation enregistrée en 2022 est faible et reste très inférieure aux limites fixées par la réglementation.

De plus, sur les 3564 contrôles radiologiques surfaciques ou d'ambiance réalisés sur ces deux INB, seul un d'entre eux a donné lieu à un constat d'évènement radiologique.

Les rejets radiologiques liquides et gazeux des deux INB sont faibles et très en deçà des limites fixées par leurs arrêtés d'autorisation de rejet ou de transferts respectifs.

La situation radiologique de ces installations peut ainsi être jugée satisfaisante.

L'impact des rejets radiologiques de l'ensemble des installations du centre, incluant celui des 2 INB, sur les personnes réputées les plus exposées (*population représentative*) est inférieur à 10 µSv. Il est très inférieur à la limite annuelle de 1 mSv fixée par la réglementation et peut donc être considéré comme négligeable.

ACTINET : Réseau d'excellence sur les actinides composé de 27 unités et organismes de recherche.

ALARA : Acronyme de l'expression anglaise As Low As Reasonably Achievable (*aussi bas que raisonnablement réalisable*). Se dit d'une démarche ou d'un principe selon lequel les dispositions de protection contre les rayonnements ionisants sont conçues et mises en pratique de sorte que les expositions à ces rayonnements soient maintenues au niveau le plus bas qui puisse être raisonnablement atteint, compte tenu des facteurs économiques et sociaux.

ANDRA : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs. Établissement public à caractère industriel et commercial chargé de la gestion et du stockage des déchets radioactifs solides.

APA : Appareil de Prélèvement Atmosphérique

ASN : Autorité de sûreté nucléaire. L'ASN assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France pour protéger le public, les travailleurs et l'environnement des risques liés à l'utilisation du nucléaire civil. Elle contribue à l'information des citoyens.

ASND : Autorité de Sûreté Nucléaire de Défense. Elle est en charge du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des installations intéressant la défense.

AVM : Atelier de Vitrification de Marcoule.

BECQUEREL (Bq) : Unité de mesure de la radioactivité, c'est-à-dire le nombre d'atomes radioactifs qui se désintègrent par unité de temps ($1 \text{ Bq} = 1 \text{ désintégration par seconde}$).

BT : Bureau Transport.

CBP : Chaîne Blindée Procédé.

C2N : Contrôle de second niveau.

CDS : Conditionnement des Déchets Solides.

CEDRA : Conditionnement et Entreposage de Déchets Radioactifs. CEDRA est une installation d'entreposage de déchets de faible et moyenne activité à vie longue implantée sur le Centre de CADARACHE.

CEI : Cellule des Éléments Irradiés.

CEP : Contrôles et Essais Périodiques.

CIRES : Centre Industriel de Regroupement Et de Stockage de l'ANDRA.

CRETFA : Centre de Regroupement et d'Expédition des déchets de Très Faible Activité du CEA Marcoule.

CSA : Centre de Stockage des déchets de Faible et Moyenne Activité de l'ANDRA.

CTE : Contrôle Technique Externe de radioprotection.

CTI : Contrôle Technique Interne de radioprotection.

DÉCHETS FMA-VC ET FMA-VL : Catégorie de déchets de faible et moyenne activités contenant respectivement des radioéléments à vie courte et à vie longue.

DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGÈNE

(DBO) : Les phénomènes d'auto-épuration dans les eaux superficielles résultent de la dégradation des charges organiques polluantes par les micro-organismes dont l'activité tend à consommer de l'oxygène. Cette consommation d'oxygène est mesurée par la DBO₅ qui s'exprime en milligramme par litre (mg/l) d'oxygène consommé pendant 5 jours à 20°C dans l'obscurité pour oxyder la totalité des matières organiques présentes.

DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGÈNE

(DCO) : Elle s'exprime en milligramme par litre (mg/l) d'oxygène et correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans des conditions opératoires définies, les matières organiques présentes dans un échantillon donné. La DCO représente l'ensemble des matières oxydables et la DBO₅ représente la part des matières organiques biodégradables.

DIMR : Dossier d'Intervention en Milieu Radioactif.

DSND : Délgué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la Défense.

DSSN : Direction de la Sécurité et de la Sûreté Nucléaire

EIP : Elément important pour la Protection.

EPVR : Equipement de Protection des Voies Respiratoires.

ETC-L : Equipe Technique de Crise Locale

FEM-DAM : Fiche d'Evaluation de Modification-Demande d'Autorisation de Modification.

GROUPE PERMANENT : Groupe d'experts indépendants sur lequel s'appuie l'Autorité de Sûreté Nucléaire pour préparer ses décisions principales.

HHO : Hors Heures Ouvrées.

INB : Installation Nucléaire de Base. Installation où sont mises en œuvre des matières nucléaires en quantité dépassant un seuil fixé par la réglementation.

INBS : Installation Nucléaire de Base Secrète. Périmètre comportant au moins une installation soumise à un contrôle et une surveillance particuliers du fait de ses activités pour les programmes de Défense nationale.

INES : Echelle internationale des événements nucléaires. Échelle de communication à 8 niveaux, destinée à faciliter la perception par les médias et le public de l'importance en matière de sûreté des événements, incidents ou accidents nucléaires se produisant dans toute installation nucléaire ou au cours d'un transport de matières radioactives.

IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire. Organisme ayant pour missions l'évaluation de la sûreté nucléaire, de la sûreté des transports de matières radioactives, de la protection de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants, de la protection et du contrôle des matières nucléaires ainsi que de la protection des installations nucléaires contre les actes de malveillance. C'est l'appui technique principal de l'ASN et de l'ASND.

LEFCA : Laboratoire d'Etudes et de Fabrication de Combustibles Avancés.

MAD-DEM : Mise à l'Arrêt Définitif-Démantèlement.

OHSAS 18001 : Occupational Health and Safety Assessment Systems 18001. Référentiel reconnu mondialement pour les systèmes de gestion de la santé et de la sécurité au travail.

PCD : Poste de Commandement Direction.

PCR : Personne Compétente en Radioprotection

PCOI : Poste de Commandement Opérationnel Interdépartemental.

PUI : Plan d'Urgence Interne.

RADIONUCLÉIDE : Noyau atomique radioactif capable de se transformer spontanément en un autre noyau, avec éventuellement émission de particules chargées, de rayons X ou de rayons gamma.

RGE : Règles Générales d'Exploitation.

SIEVERT (Sv) : Unité de mesure de l'équivalent de dose qui exprime l'impact des rayonnements sur la matière vivante. Cet impact tient compte du type de rayonnement, de la nature des organes concernés et des différentes voies de transfert : exposition directe, absorption par inhalation ou ingestion de matières radioactives.

SEN : Stockage des Éléments Neufs.

SÉCURITÉ : La sécurité comprend l'hygiène et la sécurité du travail (*i.e. la protection, par l'employeur, des travailleurs contre tout risque ou danger lié à l'activité professionnelle du salarié*), la sécurité nucléaire, la protection physique des installations, la protection physique et le contrôle des matières nucléaires, la protection du patrimoine scientifique et technique (*protection des activités et informations classées*) et l'intervention en cas d'accident.

SÉCURITÉ NUCLÉAIRE : La sécurité nucléaire comprend l'ensemble des dispositions prises pour assurer la protection des personnes, des biens et de l'environnement contre les risques et nuisances de toute nature résultant de la création, du fonctionnement, de l'arrêt et du démantèlement des installations nucléaires, ainsi que de la détention, du transport, de l'utilisation et de la transformation des substances radioactives naturelles ou artificielles.

SCM : Surveillance centralisée de Marcoule.

SSC : Systèmes Structures et Composants.

SST : Service de Santé au Travail

STEL : Station de Traitement des Effluents Liquides.

STEP : Station de Traitement des Eaux Polluées.

SÛRETÉ NUCLÉAIRE : La sûreté nucléaire, composante de la sécurité nucléaire, comprend l'ensemble des dispositions techniques et organisationnelles prises à tous les stades de la conception, de la construction, du fonctionnement, de l'arrêt et du démantèlement des installations nucléaires, ainsi qu'au cours du transport de matières radioactives pour prévenir les accidents et en limiter les effets sur l'homme et l'environnement.

THE : Très Haute Efficacité.

TMD : Transports de matières dangereuses.

TQRP : Technicien Qualifié en RadioProtection.

RECOMMANDATIONS DU CSE DU CEA MARCOULE

Le projet de recommandations des élus du Comité Social et Economique du CEA Marcoule sur le rapport Transparence et Sécurité Nucléaire 2022, proposé lors de la séance du CSE du 25 mai 2023, n'a pas recueilli d'avis majoritaire de la part des élus présents.

Le rapport Transparence et Sécurité Nucléaire 2022 ne présente donc pas de recommandations du CSE.



CEA Marcoule

BP 17 171

30207 Bagnols-sur-Cèze Cedex
marcoule.cea.fr

 [@ceamarcoule](https://twitter.com/ceamarcoule)

