

The logo for CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives) is displayed in white lowercase letters on a red square background.

CEA MARCOULE

Rapport de **transparence** et **sécurité nucléaire** 2023

INB exploitées par le CEA Marcoule

Article L125-15 du code de l'environnement



Rapport de **transparence**
et **sécurité nucléaire** 2023

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 2023	18
III. Dispositions prises en matière de radioprotection	20
3.1. Organisation	20
3.2. Faits marquants de l'année 2023	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 2023	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

Marcoule peuvent travailler sereinement et efficacement pour contribuer à la souveraineté énergétique de notre pays.

Dans ce cadre, en 2023, les équipes de l'ISEC (*Institut des Sciences et technologies pour une Economie Circulaire des énergies bas carbone*) ont étudié, pour la première fois, le comportement du neptunium dans un procédé de séparation innovant ne nécessitant qu'un seul cycle et sans réaction d'oxydo-réduction. La gestion du neptunium reste une étape majeure pour montrer la maturité technologique du procédé et permettre son intégration dans la future usine de La Hague. C'est un travail essentiel pour permettre la refabrication du combustible dans le cadre du multirecyclage du plutonium dans les réacteurs à eau pressurisée et avancer sur la voie de la fermeture du cycle. Cette expertise confirme que nous sommes au cœur de la stratégie de la France sur le cycle du combustible et de tout ce que cela implique en termes de gestion durable des ressources et de réduction des déchets. Le Conseil de Politique Nucléaire a rappelé à quel point cette recherche est stratégique pour notre pays en nous donnant les moyens, ici, à Marcoule, de la renforcer.

Assurer la souveraineté énergétique de la France, c'est aussi mettre au point et déployer des innovations pour gérer la fin de vie des installations nucléaires. En matière de R&D pour l'Assainissement/Démantèlement, l'ISEC joue un rôle essentiel. Ses équipes ont mis au point un outil de découpe laser pour traiter des composants internes de réacteurs de puissance européens. Des maquettes de différentes géométries, représentatives des structures internes des réacteurs, ont été segmentées sur HERA, avec succès. Un jumeau numérique du procédé a été proposé afin de sensibiliser les partenaires de ce projet européen qui seront les futurs utilisateurs du procédé. Cet outil fait aussi l'objet du développement d'un robot autoapprenant : à terme, après apprentissage, le robot de découpe laser pourra de lui-même détecter, décider et découper des points chauds d'une pièce métallique. Cette expertise est absolument capitale car elle donne les moyens à notre pays de maîtriser l'ensemble du cycle de vie de nos installations.

Comme chaque année, vous trouverez dans ce rapport l'ensemble des actions menées en 2023 au CEA Marcoule en matière de sécurité, de sûreté, de radioprotection, de surveillance environnementale, ainsi que les faits marquants, les événements significatifs et le bilan des rejets et des déchets entreposés dans les INB du Centre.

Je débiterai ce bilan 2023 par deux points majeurs pour le Directeur que je suis : la sécurité des salariés et la sûreté des installations.

En matière de sécurité, l'amélioration relevée l'année précédente s'est confirmée sur la prévention des accidents, et ce, grâce à l'implication de tous. Au regard des signaux faibles qui restent à traiter, à savoir les chutes de plain-pied et le risque électrique, la vigilance collective devra être maintenue en 2024.

Concernant la sûreté de nos installations, l'ASN et l'ASND ont jugé notre niveau « globalement satisfaisant » en 2023. Ce cap doit être conservé et amélioré autant que faire se peut.

C'est en effet en conservant un niveau toujours plus élevé dans ces domaines que les équipes du CEA

Savoir gérer le passé pour préparer l'avenir, c'est assurer l'assainissement et le démantèlement de nos installations. Cette année, une étape cruciale a été atteinte par les équipes de Phénix qui ont finalisé l'évacuation de la moitié du combustible présent dans le cœur de ce réacteur de recherche. L'évacuation du terme source (= *activité radiologique présente dans l'installation*) est la priorité absolue du CEA sur ses chantiers de démantèlement. C'est un jalon très important qui a ainsi été atteint en 2023.

Gérer le passé, c'est aussi traiter les déchets historiques encore présents sur le centre. Le redémarrage de la cimentation à la STEL en 2023, est aussi une prouesse technique qui doit être soulignée. Le procédé STEMA permettra de remplacer les matrices bitumes par du ciment pour enrober les boues issues du traitement des effluents liquides de moyenne et haute activité du centre. Il aura fallu trois ans pour redémarrer le procédé après le débordement d'un fût en 2019, tout en pilotant en parallèle la réversibilité de l'installation qui s'est achevée en décembre 2023. Ces deux faits marquants ne sont que des exemples parmi les nombreux chantiers d'A&D pilotés par le CEA cette année encore, et sont emblématiques de notre capacité à gérer de bout en bout nos installations de recherche.

Le CEA mène également une recherche de pointe au service de la médecine du futur. A Marcoule, c'est le Li2D qui y contribue. Son expertise en protéomique (*i.e. la capacité à analyser les protéines d'un organisme*), lui a valu le label de l'Infrastructure Nationale en Biologie et Santé. A titre d'exemple, ils ont ainsi pu déterminer que le chef d'œuvre « Vue de Caen » d'Alexandre Pau de Saint-Martin avait bien été peint avec une préparation à base de cœur humain (*celui de Louis XIV d'après la légende*). Le Li2D a également pu expliquer, 1500 ans après, de quelle maladie était mort Saint Léonard de Noblat, compagnon de route du Roi Clovis. Ces méthodes diagnostiques d'avant-garde extrêmement précises et rapides, seront mises en œuvre dans un futur proche à l'hôpital pour sauver des vies.

Je terminerais ce préambule en rappelant nos engagements et actions en matière de transition écologique. En 2022, nous avons réalisé d'importants travaux pour améliorer significativement notre performance énergétique. En 2023, nous avons engagé le chantier de décarbonation du site. Et nous avons d'ores et déjà dépassé les objectifs qui nous ont été attribués. Nous avons réduit notre empreinte carbone de 18,7 % par rapport au niveau de 2019, trois fois plus que ce qui était attendu de nous. Nous allons poursuivre ces efforts en 2024 pour atteindre 21 %.

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.

Michel BEDOUCHA

Directeur du CEA Marcoule

PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU CEA MARCOULE

Les 1911 collaborateurs CEA (dont 1580 permanents) 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, CisBio Revvity 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'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 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 des panneaux photovoltaïques, 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 aux 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 Prévention et 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 Sûreté Nucléaire en 2007.





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 de démantèlement.

Dans ce cadre, les principales opérations sont les suivantes :

- ▶ Le conditionnement et l'évacuation du combustible.
- ▶ L'année 2023 a été marquée par l'atteinte du jalon d'évacuation de 50% du terme source présent dans le réacteur.
- ▶ La poursuite des essais en inactif de mise en service de l'installation de traitement du sodium (*NOAH*).
- ▶ Les compléments au dossier de demande de mise en service de l'installation NOAH ont été transmis à l'ASN le 19 décembre 2023.
- ▶ Le démantèlement des gros composants amovibles du réacteur (*échangeurs intermédiaires de chaleur*).
- ▶ L'échangeur intermédiaire J a été lavé avec son matelas thermique, après débouchage de la tuyauterie de vidange et requalification des équipements de lavage.

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 2024, année durant laquelle les travaux de la cellule HI seront engagés ainsi que la fermeture des trémies de l'installation.



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.

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 Prévention et de Santé au Travail (SPST) 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.

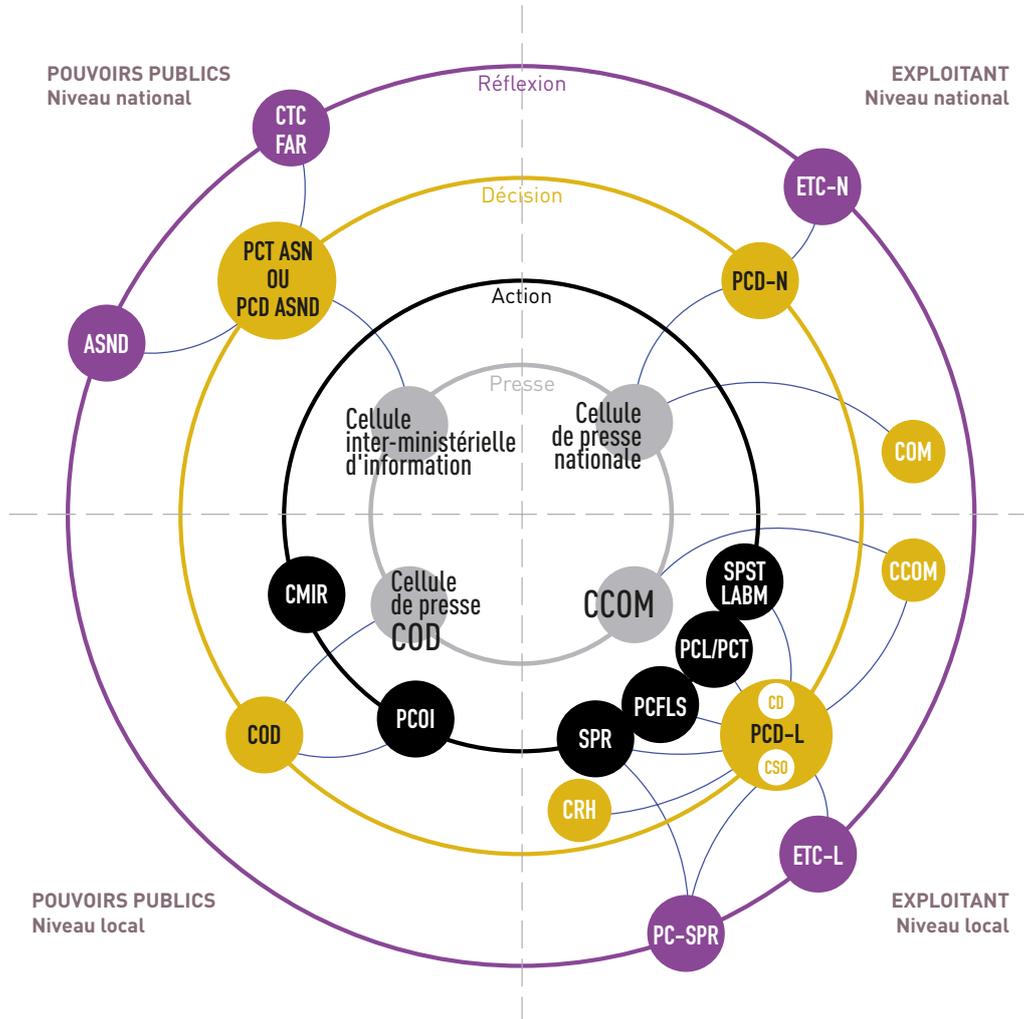
Par ailleurs, le Service des Marchés et des Achats du CEA Marcoule prend en compte les exigences en matière de sécurité des entreprises extérieures dans la sélection des fournisseurs et prestataires, et la contractualisation, conformément aux Conditions Générales d'Achat et au guide de la sous-traitance.

En 2023, aucune entreprise n'a été écartée sur la base de ces considérations lors des appels d'offres.

Enfin, des études pluridisciplinaires de postes 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) • Cellule 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 Opérationnel (CSO) • Équipe Technique de Crise Locale (ETC-L) • Cellule de COMMunication (CCOM) • Cellule Relations Humaines (CRH) • Cellule 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 en dehors des heures normales de travail ; elles sont assurées par la présence sur le Centre de personnel ayant des compétences en sécurité et sûreté 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.

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 grèvement 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 2023.

En 2023, quatre exercices d'appel des astreintes du Centre ont été réalisés (*janvier, février, mai et décembre lors de l'exercice national PPI*). L'ensemble des personnes ayant répondu, ils sont donc jugés satisfaisants.

2.6. Inspections, audits et contrôles internes

En 2023, le Centre a fait l'objet de 16 inspections menées par l'ASN. 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
ATALANTE	11/01/2023	Environnement	Pas de demandes d'actions prioritaires
PHENIX	14/03/2023	Prévention des pollutions	Pas de demandes d'actions prioritaires
ATALANTE	23/03/2023	Général, facteurs organisationnels et humains	Pas de demandes d'actions prioritaires
DIADEM	23/03/2023	Inspection générale	Pas de demandes d'actions prioritaires
Centre	16/05/2023	Incendie	Pas de demandes d'actions prioritaires
ATALANTE	23/05/2023	Organisation et moyens de crise	Pas de demandes d'actions prioritaires
PHENIX	07/06/2023	Radioprotection	Pas de demandes d'actions prioritaires
ATALANTE	28/06/2023	Gestion des écarts	Pas de demandes d'actions prioritaires
Centre	25/07/2023	Surveillance des intervenants extérieurs	Pas de demandes d'actions prioritaires
PHENIX	28/07/2023	Respect des engagements	Pas de demandes d'actions prioritaires
PHENIX	29/08/2023	Organisation et moyens de crise - Incendie	Pas de demandes d'actions prioritaires
PHENIX	28 et 29/09/2023	Réexamen de sûreté	Pas de demandes d'actions prioritaires
ATALANTE	04/10/2023	Equipements sous pression (ESP et ESPN)	Pas de demandes d'actions prioritaires

Installations	Date	Thème de l'inspection	Conclusions
ATALANTE	17/10/2023	Criticité	Pas de demandes d'actions prioritaires
TRANSPORT	12/12/2023	Expédition et réception sur les INB	Pas de demandes d'actions prioritaires
DIADEM	14/12/2023	Conception - Construction	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 2023, deux audits internes ont porté sur :

- ▶ **Le système de gestion des modifications notables des INB**
- ▶ **L'établissement et la réalisation des programmes de contrôles de deuxième niveau en sûreté nucléaire dans le cadre d'une stratégie proportionnée aux enjeux**

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 2023, sept 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	05/07/2023	Déclinaison des exigences criticité dans les documents opérationnels
DIADEM	19/09/2023	Déroulement et conformité des essais intéressants pour la sûreté
PHENIX	13/10/2023	Conformité aux exigences réglementaires des ESP
ATALANTE	18/10/2023	Maîtrise des intervenants extérieurs
PHENIX	18/10/2023	Opérations de manutention ou FOH dans les opérations de manutention
ATALANTE	29/11/2023	Vérification de l'application de l'article 2.5.3 de l'arrêté INB relatif à l'obligation de réaliser un contrôle technique sur les AIP
ATALANTE	18/12/2023	Prise en compte de la demande de REX « Dispositions de maintien en conditions opérationnelles et sûres des systèmes de sécurité incendie »

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 2023, 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. Une visite technique des locaux de gestion des situation d'urgence a été réalisée en 2023 avec les experts des autorités.

2.8 Faits notables de l'année 2023

2.8.1 PHÉNIX (INB 71)

L'année 2023 a été marquée, concernant le bâtiment « NOAH » abritant le procédé qui permettra le traitement du sodium dans le cadre du démantèlement, par la poursuite des travaux préparatoires à la mise en place de la gaine de rejets NOAH vers la cheminée Phénix et à la réalisation d'essais.

- ▶ **la poursuite de la diminution du terme source** par l'évacuation après traitement de 19 assemblages de combustible usés depuis l'arrêt (50 % du terme source a été évacué),
- ▶ **la poursuite des travaux de désamiantage** des locaux Purification Sodium (PS) dans les bâtiments réacteur et manutention, étape préalable aux modifications du procédé dans le cadre des transferts futurs de sodium entre les installations existantes et l'installation NOAH,
- ▶ **la fin de la construction et la réalisation des essais** de la future Zone d'Accès au Bâtiment Manutention,
- ▶ **la réalisation de travaux préparatoires** pour le transfert de sodium primaire (purification césium).

Les autres opérations notables réalisées au cours de l'année 2023 ont été :

- ▶ **la poursuite de la jouvence** des moyens d'extinction Marcalina,
- ▶ **le traitement d'objets sodés amiantés** entreposés à l'IPE,
- ▶ **la remise en service** du circuit PS,
- ▶ **la réception d'objets sodés** en provenance de Cadarache,
- ▶ **la réalisation d'essais constructeur** sur le nouveau bras de manutention du cœur.

2.8.2 ATALANTE (INB 148)

L'année 2023 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 PolyEthhylène (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 2^{ème} 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 2023 a été marquée par :

- ▶ **l'instruction IRSN du dossier de Demande d'Autorisation de Mise en Service** de l'installation et du dossier de demande de modification du Décret d'Autorisation de Création,
- ▶ **le démarrage de la réalisation** de la cellule de traitement des conteneurs de l'installation,
- ▶ **la réalisation des essais de phase 2** (*essais inactifs de sous-ensembles sous tension*),
- ▶ **la réalisation d'essais de qualification** à la chute des conteneurs.

La fin des essais de qualification à la chute est prévue en 2024. En 2024 se poursuivront également les essais de phase 2 et les travaux de réalisation de la cellule.



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 SPST** 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'autorisation d'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'anthroporadiométrie ou d'analyses de radio-toxicologie prescrites par le médecin du travail et confiées au SPST.

3.2. Faits marquants de l'année 2023

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

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

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

- ▶ **A la suite d'une intervention en boîte à gants**, une opératrice détecte de la contamination sur ses pré-gants. Après retrait des pré-gants, un contrôle effectué par le SPR sur les mains de l'opératrice met en évidence de la contamination au niveau de son pouce. L'opératrice est alors conduite au SPST par la FLS.
Le local a fait l'objet d'un contrôle radiologique et de la contamination α a été détectée au niveau d'un gant de la boîte à gants.
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.
- ▶ **A la suite d'une vérification périodique mensuelle**, de la contamination a été détectée sur une soudeuse située dans un local. Les autres mesures effectuées dans le local, et autour de cette soudeuse sont inférieures aux limites de détection de l'appareil. Il n'y a pas eu d'évolution de la contamination atmosphérique sur les appareils de la chaîne de santé du local. Le local a été balisé temporairement en accès interdit et port du masque obligatoire, dans l'attente de l'intervention des équipes en charge de l'assainissement.
- ▶ **A la suite d'une intervention de mise à la terre d'équipements sur la chaîne C17**, un intervenant détecte une contamination α au niveau de sa main gauche. Les contrôles du SPR confirment cette contamination à la main ainsi qu'une contamination sur le pantalon au niveau du genou. Tous les autres contrôles corporels se sont révélés inférieurs à la limite de détection de l'appareil. L'intervenant a été transféré au SPST.
Le SPR a procédé à des contrôles complémentaires dans le local et a identifié une contamination au sol devant les boîtes à gants 4-5-6. Tous les autres contrôles se sont avérés inférieurs aux limites de détection de l'appareil. La chaîne de santé n'a pas détecté d'évolution de l'activité atmosphérique.
- ▶ **Lors de sa sortie d'un sas de travail**, le technicien radioprotection de la société intervenante détecte une contamination α dans la paume de sa main gauche. Après contrôles complémentaires par le SPR de l'installation, le technicien est acheminé vers le SPST par la FLS pour décontamination.
Le SPR a ensuite effectué des contrôles sur les différents lieux de travail. Aucune contamination n'a été décelée lors de ces contrôles.
- ▶ **Lors de la réalisation de la vérification périodique d'un local**, un débit de dose ambiant dépassant la limite correspondant au zonage radiologique du local (*zone contrôlée verte*) est mis en évidence par le SPR. En poursuivant les investigations, il est identifié que l'origine de cette ambiance radiologique provient d'une conduite d'effluent traversant le local. Le SPR a procédé à un sur-zonage partiel du local.
- ▶ **Un intervenant ayant la date de validité de son appareil de protection des voies respiratoires dépassée** ne pouvait plus accéder en zone délimitée avec son dosimètre opérationnel. Afin de pouvoir accéder en zone délimitée, il a utilisé le dosimètre opérationnel ainsi que le dosimètre à lecture différée d'une autre intervenante de l'installation. Après consultation des entrées/sorties effectuées sur le dosimètre opérationnel utilisé, il apparaît trois interventions (*pour un total de 1 μ Sv*) en dehors des horaires de poste de la titulaire du dosimètre utilisé.
- ▶ **Dans le cadre d'un étalonnage sur des pièges à iode (avec manipulation d'iode liquide)**, un des intervenants s'est retrouvé contaminé au niveau des mains. Les contrôles complémentaires réalisés par le SPR ont mis en évidence de la contamination sur la manche droite de la tenue universelle de l'intervenant. Après deux lavages des mains, les mesures de contamination étaient inférieures à la limite de détection. Bien que l'intervenant portait son masque pendant l'opération, il a été transféré au SPST à titre préventif. L'analyse de la manche de la tenue en spectrométrie pour identification du radioélément confirme la présence d'¹³¹Iode utilisé pour l'étalonnage qui est à l'origine de la contamination.

- ▶ **A la suite d'un rangement effectué dans le laboratoire L15** au niveau d'étagères sous des boîtes à gants, un opérateur détecte de la contamination au niveau de ses mains en sortie de laboratoire. Après contrôles complémentaires par le SPR, l'opérateur n'ayant pas son masque lors de l'intervention, il a été acheminé au SPST par la FLS pour risque d'inhalation. La chaîne de santé n'a pas détecté d'évolution des niveaux de contamination atmosphérique. Le filtre de l'APA a également été prélevé et a été compté inférieur aux limites de détection de l'appareil. Des investigations plus poussées ont été effectuées par le SPR et ont mis en évidence des points de contamination au niveau des étagères, de certains cartons et de la paillasse à proximité de la boîte à gants. Le laboratoire a été balisé en accès interdit et port du masque, dans l'attente des opérations d'assainissement.
- ▶ **A la suite du désaccostage de deux « Padirac » au niveau de la zone arrière de C7/C8**, les contrôles réalisés par le SPR mettent en évidence une contamination des différentes parties du Padirac et de la table. 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.
- ▶ **A la suite du désaccostage d'un « Padirac » au niveau de la zone arrière de C7/C8**, les contrôles réalisés par le SPR mettent en évidence une contamination de la contre-clavette du Padirac. Les autres frottis réalisés n'ont pas révélé de contamination (*extérieur table Padirac, sol et caisson chaîne*). 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.
- ▶ **A la suite d'une opération de changement d'outillage sur la presse de la boîte à gants n°3 du laboratoire LN0**, un opérateur est appelé pour une entrée de matériel sur la boîte à gants n°5 du même laboratoire. L'entrée de matériel nécessitant le port du masque, il s'équipe de son EPVR en gardant les pré-gants utilisés sur la boîte n°3. Il effectue l'opération d'entrée de matériel sur la boîte n°5 avec un autre salarié et se contrôle ensuite les pré-gants sur un poste intermédiaire de contrôle. Ce contrôle étant positif, le SPR effectue des mesures complémentaires sur l'opérateur et dans le laboratoire qui mettent en évidence la contamination de sa veste et de la jointure masque/cou. L'opérateur est ensuite conduit au SPST par la FLS. Tous les contrôles effectués dans le laboratoire, sur et autour des boîtes à gants 3 et 5, sont inférieurs aux limites de détection de l'appareil.
- ▶ **Lors du transfert d'un échantillon par conteneur « CTPE » entre deux boîtes à gants du laboratoire L15**, le CTPE s'est ouvert. L'échantillon est tombé sur l'opérateur au niveau du genou puis sur le sol. Le SPR a contrôlé les deux personnes présentes dans le laboratoire: la première personne opérant le transfert présentait de la contamination au niveau du genou et de la chaussure et aucune contamination détectée pour la seconde personne. Les deux intervenants portant leur appareil de protection des voies respiratoires, il n'a pas été nécessaire de les transférer au SPST. Il n'y a pas eu d'évolution de l'activité atmosphérique relevée par la chaîne de santé. La cartographie réalisée par la SPR a mis en évidence de la contamination au niveau du conteneur et de l'échantillon ainsi qu'au niveau du sol (*environ 6 m²*). Le laboratoire a été balisé en accès interdit et port du masque, dans l'attente des opérations d'assainissement.
- ▶ **En préalable au test annuel de son masque**, un opérateur fait contrôler son masque par le SPR avant sortie de l'installation. Une contamination α est détectée au niveau du menton extérieur de son masque. L'opérateur a été envoyé au SPST par la FLS pour risque potentiel d'exposition interne. Ses dernières interventions effectuées avec le port de l'EPVR datent de la fin d'année 2022. Des contrôles complémentaires ont été effectués sur le lieu de sa dernière intervention ainsi que sur le lieu de stockage de son masque. Aucun de ces contrôles n'a mis en évidence de contamination.

- ▶ **Lors de l'entrée de matériels par un sas d'entrée rapide (sas plexiglas) dans une boîte à gants du laboratoire 17**, une opératrice a appelé le SPR via l'appel pédale pour une contamination sur ses pré-gants. Le SPR est alors intervenu pour des contrôles complémentaires sur l'opératrice ainsi que sur les autres personnes présentes (*trois personnes au total*). Toutes étaient équipées de leur équipement de protection des voies respiratoire durant toute l'intervention. Pendant le contrôle des opérateurs par le SPR, l'appareil de surveillance atmosphérique présent dans le laboratoire permettant de détecter l'évolution de la contamination atmosphérique α est passé en seuil 1 puis en seuil 2. Le SPR a fait évacuer le personnel dès l'atteinte du seuil 1. Les mesures effectuées sur l'opératrice ont mis en évidence de la contamination au niveau de sa tenue, de son masque et de son cou. Elle a été transférée au SPST. Les contrôles effectués dans le laboratoire ont mis en évidence de la contamination au sol autour de la zone de travail et à l'extérieur du sas entrée rapide. Le filtre de l'APA a été prélevé après l'incident et son analyse a mis en évidence la présence de contamination atmosphérique en α . Le laboratoire a été balisé en accès interdit et port de l'EPVR, en attente d'assainissement.
- ▶ **Lors d'une vérification périodique mensuelle** (*local classé zone contrôlée verte en zone arrière de la chaîne blindée C7-C8*), la valeur de débit d'équivalent de dose mesurée au contact d'un filtre a conduit à une valeur d'ambiance dans le local supérieure au classement d'une zone contrôlée verte. Le local a été classé partiellement et temporairement en zone contrôlée jaune sur le périmètre concerné. Un balisage de ce classement temporaire a été mise en place sur les différents accès du local.

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

- ▶ **Lors d'une opération dans l'installation**, un intervenant informe le SPR du passage en seuil 1 d'une balise de surveillance. Cette alarme n'est pas apparue au niveau du système de surveillance général du SPR, mettant ainsi en évidence un problème technique de communication avec le système de surveillance. Dès la détection de l'écart, le SPR a basculé le report des alarmes et défauts des appareils sur un autre système de surveillance.
- ▶ **Lors de l'analyse du dosimètre à lecture différée** qui permet la surveillance de l'ambiance radiologique du mur sud-ouest du bâtiment des annexes A, il a été constaté un dépassement, pour le mois d'avril, de la valeur maximale autorisée pour une zone non délimitée. Une réorganisation du local concerné et le rajout d'une protection radiologique ont été engagés.
- ▶ **A la suite de l'analyse du dosimètre à lecture différée du mur sud-ouest du bâtiment des annexes A**, il a été constaté un nouveau dépassement (*voir événement précédent*), pour le mois d'octobre, de la valeur maximale autorisée pour une zone non délimitée. La zone concernée avait été identifiée et balisée pour interdire l'accès du personnel dans l'attente du déploiement complet des actions correctives du précédent dépassement constaté en avril.
- ▶ **A la suite de l'empotage d'une citerne dédiée au transport d'effluents radioactifs**, il a été détecté une contamination radiologique au niveau de la bride d'accostage et du flexible de transfert. Les équipements ont fait l'objet d'une décontamination.
- ▶ **Lors de la vérification d'une vérification périodique**, les techniciens SPR détectent la présence de contamination labile sur deux capots de décontamination des puits (*servant à obturer les puits qui sont contaminés*). Les deux capots ont été confinés (*emballage dans du vinyle*) en attente d'assainissement.

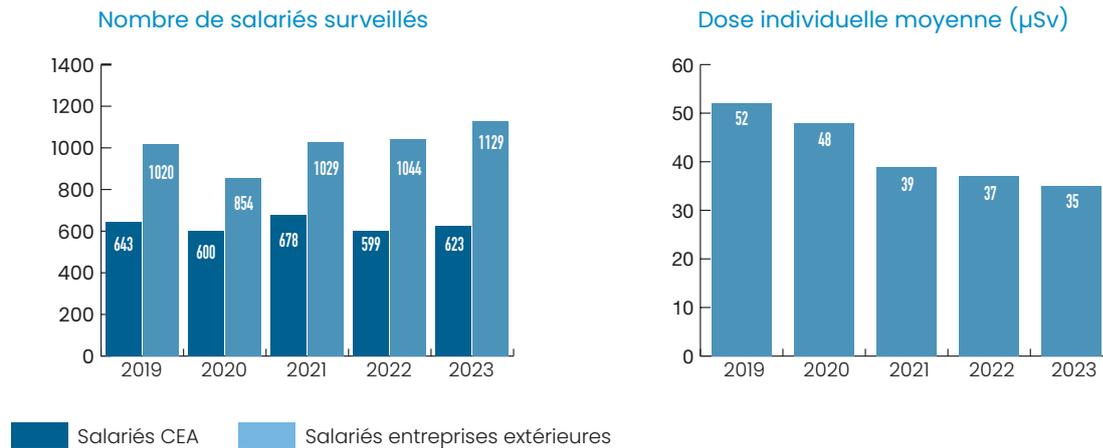


3.3. Résultats

Les graphiques suivants présentent l'évolution depuis 2019 de l'effectif surveillé des deux INB 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 (μSv) 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 μSv) sur douze mois consécutifs pour l'organisme entier, évaluée à partir de la dose efficace.



La dose efficace maximale individuelle enregistrée en 2023 est de 1,27 mSv pour un salarié CEA (ATALANTE) et de 1,65 mSv pour un salarié d'entreprise extérieure (ATALANTE). Ces valeurs, très inférieures aux limites fixées par la réglementation, sont, par rapport à 2022, en augmentation pour le CEA et en diminution pour les entreprises extérieures (respectivement 0,61 et 3,29 mSv en 2022).

La dose efficace collective globale (ATALANTE + PHENIX) de 2023 (61 H.mSv) est en légère diminution par rapport à celle de 2022 (62 H.mSv). La tendance est cependant différente sur les deux INB : ATALANTE (augmentation de 31 % par rapport à 2022), PHENIX (diminution de 37 % par rapport à 2022).

Pour ATALANTE, la dose efficace collective totale est de 42 H.mSv (32 H.mSv en 2022). L'essentiel des doses reçues (90 %) 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 19 H.mSv (30 H.mSv en 2022). Les doses reçues correspondent majoritairement (55%) à des travaux réalisés sous DIMR Spécifiques (désamiantage et démantèlement), les autres doses étant liées à des travaux sous DIMR Génériques (activités courantes d'exploitation).

La surveillance de la contamination surfacique (sols, murs...), faite au titre des vérifications périodiques de lieux, a été maintenue à un niveau élevé : 2127 vérifications périodiques de lieux ont été réalisées sur PHÉNIX et 1427 sur ATALANTE. 174 vérifications ont été considérées comme « positives », la majorité concernant ATALANTE. Quatre vérifications ont fait l'objet de constats d'évènement radiologique (3 sur ATALANTE et 1 sur PHENIX). La dosimétrie de zone n'a mis en évidence aucune valeur notable non liée à une opération dans les deux installations.

IV

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 (ES) 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.

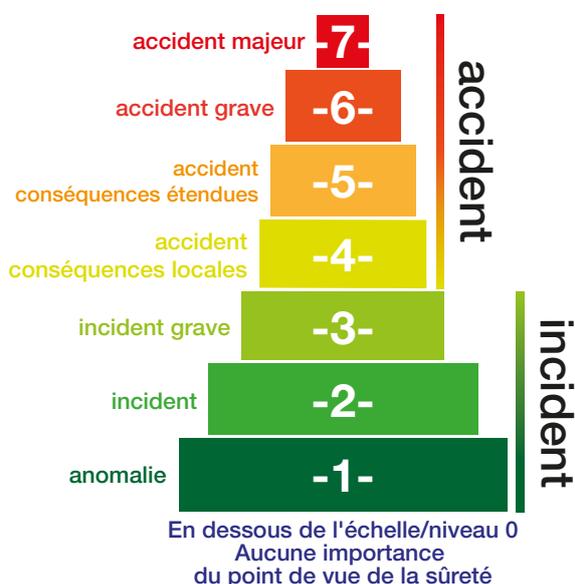
Elle comporte 8 niveaux (de 0 à 7), le plus haut niveau correspondant à la gravité de l'accident de Tchernobyl.

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 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 ES 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 ES 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 2023, pour l'ensemble de ses centres, le CEA a déclaré 87 ES à l'ASN, dont 79 concernant des INB ce qui est en baisse par rapport à l'année 2022 (100 ES déclarés à l'ASN en 2022, dont 92 concernant des INB).

Parmi ces 87 événements de 2023, aucun événement n'a été classé au niveau 2 ou supérieur de l'échelle INES. 6 événements ont été classés au niveau 1 de cette échelle, ce qui reste du même ordre de grandeur qu'en 2022 (7 événements de niveau 1 déclarés à l'ASN en 2022), mais représente une baisse par rapport à 2021 (10 événements de niveau 1 déclarés à l'ASN cette année-là). 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 2023, environ 18 % des ES 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 : perte d'intégrité d'une source radioactive scellée, 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 (60 % 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 et surveillance).

Les axes de progrès de nature FOH identifiés dans les CRES 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 (dont les activités sous-traitées) et sur des dispositions de formation et de sensibilisation des opérateurs.

Facteurs organisationnels et humains

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

Près de 110 interventions FOH ont été dénombrées en 2023. 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 ES (étude FOH dans le cadre de la rédaction de CRES), 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 2023.

4.2. Événements significatifs déclarés à l'ASN en 2023

En 2023, le CEA Marcoule a déclaré 26 événements significatifs à l'ASN dont 14 associés à trois événements génériques. Ce nombre est stable par rapport à celui de 2022 (27 événements déclarés dont 13 à caractère générique). Aucun événement significatif de niveau 1 sur l'échelle INES a été déclaré en 2023.

Le détail des 12 événements non génériques est rappelé dans le tableau ci-dessous :

Date de déclaration	Installation	Libellé de l'événement	Classement échelle INES
06/01/23	PHENIX	Dépassements du débit maximal aux points de rejets R4 et R5	Hors échelle
10/01/23	PHENIX	Mauvaise déclinaison opérationnelle d'une exigence de sûreté-criticité	0
12/01/23	ATALANTE	Dépassement du seuil S2 de contamination atmosphérique du laboratoire L17	0
19/01/23	PHENIX	Dépassement de limites des rejets au Rhône d'eaux pluviales	Hors échelle
14/02/23	PHENIX	Dépassement de limites chimiques de rejets liquides	Hors échelle
15/02/23	ATALANTE	Ouverture incidentelle d'un conteneur de transfert lors de sa connexion à la boîte à gants n°5 du laboratoire L15	0
02/03/23	ATALANTE	Perte du couvercle d'un CTPE dans le tunnel du poste 8 de la chaîne C7	0
15/05/23	ATALANTE	Non-respect de la plage de dépression définie dans les RGE pour deux boîtes à gants du laboratoire L26 due à un défaut d'étanchéité au niveau d'une manche	0
30/06/23	ATALANTE	Perte du couvercle d'un CTPE dans le tunnel d'introduction du caisson 731CW006 de la chaîne blindée C11	0
06/07/23	ATALANTE	Utilisation des dosimètres (<i>à lecture différée et opérationnel</i>) appartenant à une autre personne	0
01/08/23	PHENIX	Traçabilité incomplète de l'Essai Périodique 400 relatif à la surveillance des entreposages EROS	0
12/12/23	PHENIX	Non respect du zonage radioprotection (<i>dépassement de la valeur limite réglementaire mesurée par un dosimètre d'ambiance</i>)	0

En 2023, 14 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 9 février, le 6 mars, le 12 avril, le 10 mai, le 8 juin, le 29 juin, le 11 juillet, le 24 juillet, le 8 août, le 11 septembre, le 5 octobre, le 6 octobre, le 8 novembre et le 21 novembre 2023. 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.

54 % des 26 événements déclarés sont relatifs à la décision Rejets PHENIX de l'ASN. Une demande de modification notable de cette décision Rejets est en cours de traitement par l'ASN.

Aucun de ces 26 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 portant ou pouvant porter atteinte à l'intégrité du confinement des matières dangereuses ou relatifs à la décision Rejets PHENIX 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 DDSO et les représentants de la CSNSQ.

Au titre du retour d'expérience, les principales actions réalisées en 2023 ont concerné les événements suivants :

► **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 LEFCA 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'amélioration 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'amélioration ou toutes autres actions d'amélioration jugées nécessaire afin d'éviter un événement similaire à celui déclaré à Cadarache a été transmise au STL de Marcoule en 2022. Les modifications de la GMAO ont été réalisées en 2023.

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

Cet événement 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'amélioration ont été définies à l'issue de 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.

L'INB ATALANTE a mis en œuvre ces actions d'amélioration en 2023.

► **Dispositions de maintien en conditions opérationnelles et sûres des systèmes de sécurité incendie**

Un ES a été déclaré par Valduc en juin 2022 suite à la découverte d'un clapet coupe-feu (CCF) **maintenu mécaniquement en position ouverte** et **non raccordé à la baie de gestion** des clapets coupe-feu du bâtiment.

Deux ES survenus sur Marcoule s'inscrivent dans la même thématique des Systèmes de Sécurité Incendie :

- surveillance incendie du bâtiment 214 restée hors-service au-delà du délai d'indisponibilité acceptable défini dans les RGSE, déclaré le 13 janvier 2023 par l'APM,
- perte de l'asservissement des CCF d'un secteur de feu, sur déclenchement d'un détecteur incendie, déclaré le 17 mars 2023 par l'EIP.

L'arbre des causes de l'ES Valduc et les CRES des ES Marcoule ont été transmis en 2023 à ATALANTE et PHENIX en demandant :

- de réaliser des contrôles portant sur :
 - des vérifications documentaires de la bonne déclinaison, dans la documentation opérationnelle et dans la GMAO, des exigences des RGE et des RGSE, en lien avec les SSI constitués,
 - la vérification des FEM/DAM relatives à la modification des SSI et à leur jouvence,
 - des vérifications, dans les installations, du déroulement des CEP et des requalifications effectuées suite à maintenances ou modifications.
- de prendre connaissance des actions d'améliorations décidées et résultats des CIN menés.

Un C2N a été réalisé par la cellule de sûreté du Centre en 2023 sur l'installation Atalante.

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 différées 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 $\beta\gamma$,
- ▶ les aérosols émetteurs α ,
- ▶ le tritium,
- ▶ les halogènes (iode),
- ▶ les gaz autres que le tritium.

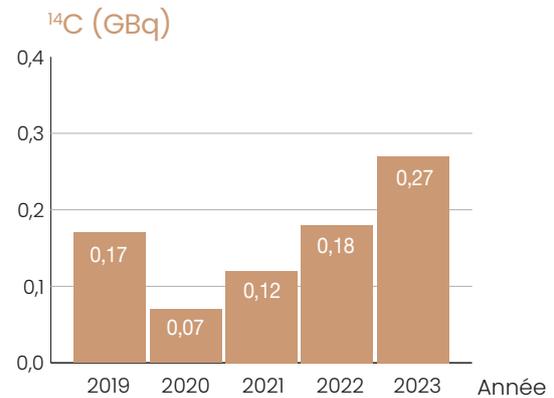
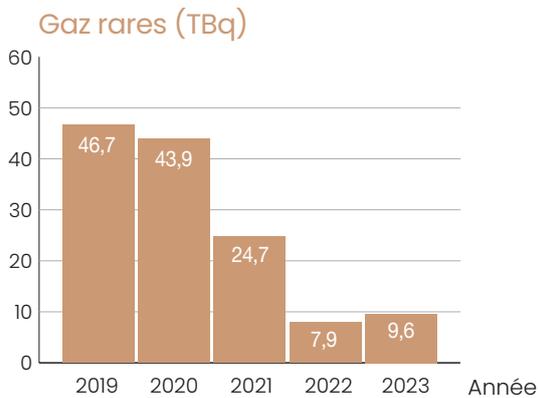
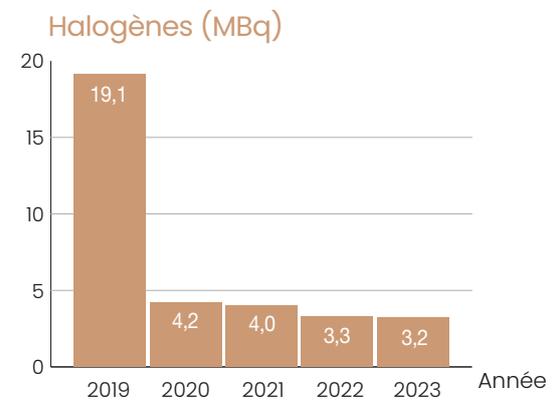
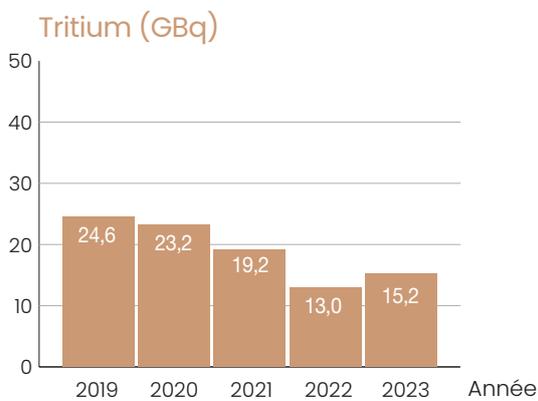
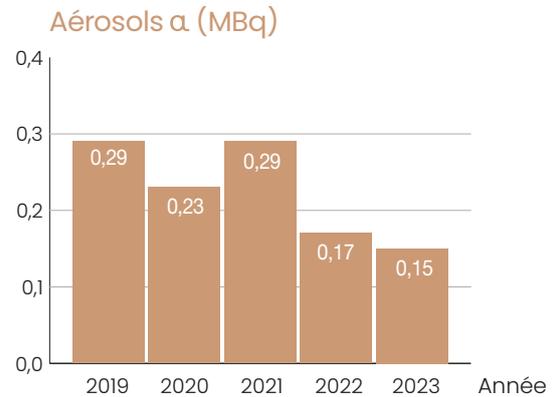
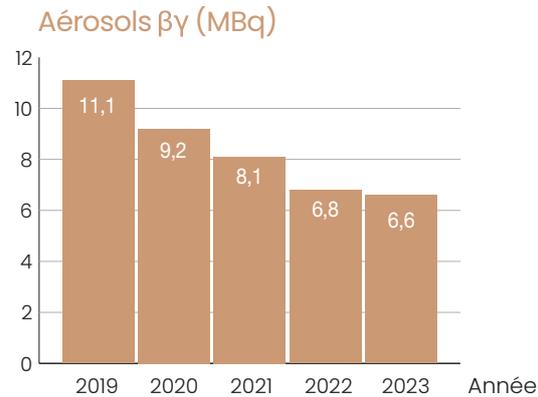
Le tableau suivant présente les activités cumulées mesurées en 2023 pour les deux INB du centre CEA de Marcoule. L'unité de mesure est le Becquerel et plus couramment ses multiples : méga becquerel (*MBq = 1 million de Bq*), giga becquerel (*GBq = 1 milliard de Bq*) ou téra becquerel (*TBq = mille milliards 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 $\beta\gamma$ (MBq)	6,6	320	0,055	5	6,6
Aérosols α (MBq)	0,15	7	0,003	0,2	0,15
Tritium (GBq)	5,0	2 100	10,2	400	15,2
Halogènes (MBq)	2,7	40	0,5	30	3,2
Gaz hors tritium (TBq)	5,8	90	3,8	11	9,6
^{14}C (GBq)	0,27	150	Sans objet		0,27

Suite à la décision n°2019-DC-0671 de l'ASN 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 compter du 01/01/2020.

Les activités rejetées sont très en deçà des limites fixées par les autorisations (*35 % pour le pourcentage le plus élevé*)

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



Pour l'année 2023, 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*). Pour les gaz rares, une baisse est constatée à partir de 2022 suite à la révision de la méthodologie de comptabilisation (*retrait du mouvement propre des chambres différentielles à compter du 1^{er} septembre 2021 ; les activités rejetées en gaz rares correspondent à des activités nettes*).

Sur les 5 dernières années, les rejets d'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 de l'ASN*).

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 station de traitement des Effluents Liquides (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 :

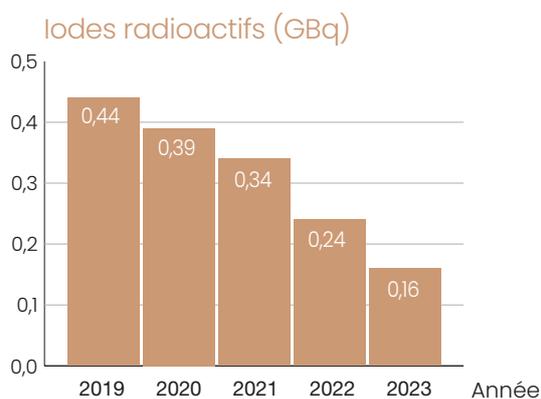
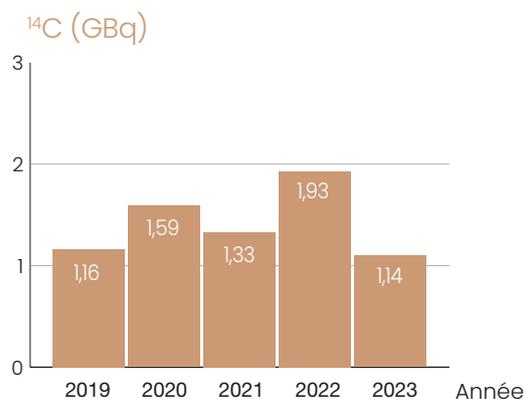
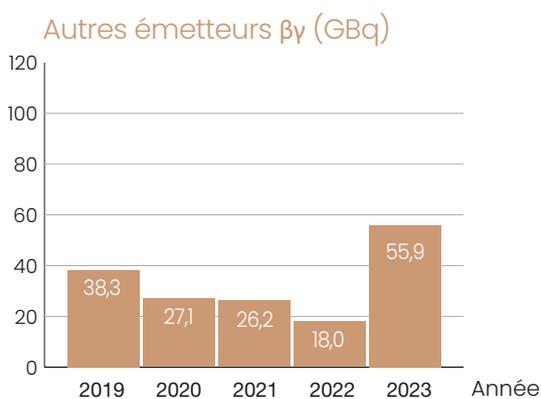
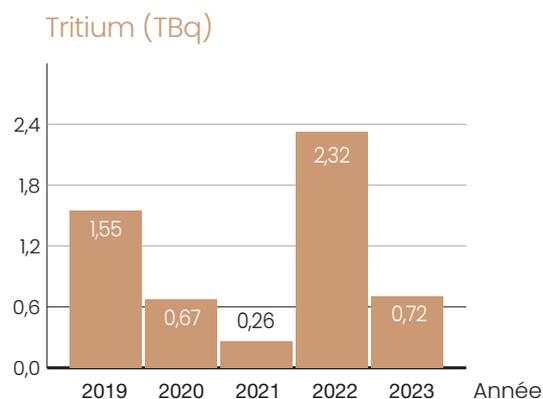
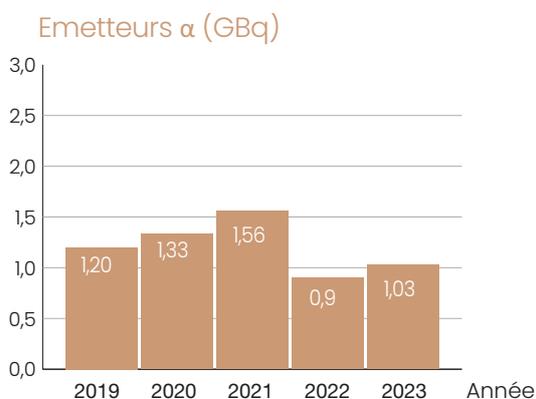
- ▶ les émetteurs α ,
- ▶ les iodures radioactifs,
- ▶ le carbone 14,
- ▶ le tritium,
- ▶ les autres émetteurs $\beta\gamma$.

Les activités des rejets présentées pour 2023 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 ($MBq = 1 \text{ million de Bq}$), giga becquerel ($GBq = 1 \text{ milliard de becquerel}$) ou téra becquerel ($TBq = \text{mille milliards de Bq}$).

	Émetteurs α (GBq)	^{14}C (GBq)	Iodes radioactifs (GBq)	Tritium (TBq)	Autres émetteurs $\beta\gamma$ (GBq)
Activité rejetée	1,03	1,14	0,16	0,72	55,9
Limite annuelle autorisée	9	80	25	800	3000

Les activités rejetées sont très en deçà des limites fixées par les autorisations (11 % 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 2023, ATALANTE a transféré 302 m³ d'effluents radioactifs FA et 2,8 m³ d'effluents HA vers la STEL PHÉNIX a transféré 41 m³ d'effluents FA.

Le volume total transféré par ces deux installations représente 6 % du volume total des effluents réceptionnés à la STEL de Marcoule en 2023.

Les quantités de substances chimiques rejetées dans le Rhône et le contre-canal par l'INBS, incluant les 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	170 000	1 030 000	17
	DBO ₅	20 900	32 000	65
	DCO	17 800	274 000	6
	Ntk	1 120	18 200	6
	P total	359	3 100	12
	Hydrocarbures totaux	4,2	330	1
Anions	NO ₂ ⁻	191	7 780	2
	NO ₃ ⁻	41 900	385 000	11
	CN ⁻	0,24	15	2
	Cl ⁻	142 000	508 000	28
	F ⁻	3,0	255	1
Cations	Na	95 100	350 000	27
	Al	415	6 900	6
	B	35	1 930	2
	Cd	2,2	38	6
	Pb	0,75	40	2
	Cr	5,6	125	4
	Cu	11	135	8
	Fe	114	4 660	2
	Mg	15 000	47 600	32
	Mn	1,4	15	9
	Hg	1,1	3	37
	Mo	0,49	280	0,2
	Zn	77	500	15
Ni	1,6	25	6	

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

PRÉLÈVEMENT 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	16*	5
DCO	7,1	30
DBO ₅	3,0	3
Azote global	2,6	160
Phosphore total	2,6	5,75
Aluminium	0,18*	0,14
Cuivre	0,005	0,13
Fer	0,16	0,21
Sodium	11,8	250
Plomb	0,002	0,02
Zinc	0,004	0,04
AOX	0,010	0,07
Hydrocarbures totaux	0,10	0,1

REJETS AU POINT R5 – REJETS FOSSE NEUTRALISATION

Paramètres	Flux annuel (kg)	Limite (kg)
MES	0,79	20
DCO	0,71	120
DBO ₅	0,43	12
Azote global	0,75	640
Phosphore total	0,52	23
Aluminium	0,018	0,56
Cuivre	0,0007	2,4
Fer	0,029	0,84
Sodium	5,09	1000
Plomb	0,00038	0,08
Zinc	0,0019	0,16
AOX	0,0023	0,27
Hydrocarbures totaux	0,014	0,4
Tritium	0,0014 GBq	2 GBq

* Ces dépassements des valeurs limites réglementaires ont donné lieu à une déclaration d'évènement significatif transmise en janvier 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 DÛ AUX REJETS GAZEUX

L'impact maximal dû aux rejets gazeux des **INB PHÉNIX** et **ATALANTE** pour l'année **2023** est de **0,0025 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 ^{14}C (34 %), le ^{85}Kr (22 %), l' ^{129}I (17 %), l' ^{241}Am (6 %) et le ^{244}Cm (6 %).

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

Comme indiqué précédemment, la SŒL 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 2023 est de **0,132 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 ²³⁸Pu (71 %), le ¹³⁷Cs (6 %), le ²³⁹Pu (6 %), le ⁹⁰Sr (5%) et le ¹⁴C (5 %).

Les principales contributions pour l'alimentation proviennent des poissons pêchés dans le Rhône (93%) et des végétaux et vin (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 2023, 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 **0,13 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 1 mSv (1000 µSv) aux personnes du public.

L'impact radiologique annuel en **2023** peut donc être considéré comme négligeable.

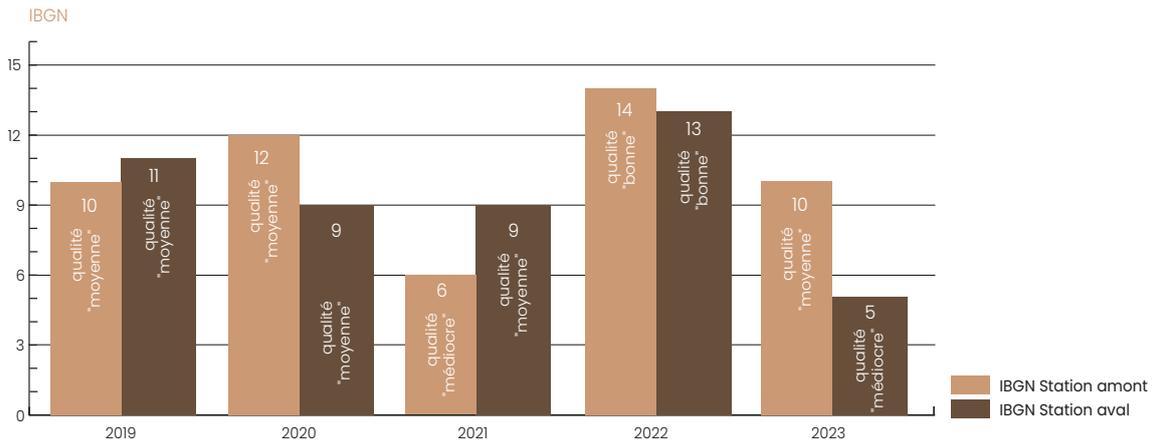
5.3.5. BILAN DE L'IMPACT CHIMIQUE DES REJETS GAZEUX ET LIQUIDES

Les INB et 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 mesuré en amont et en aval des rejets, est qualifiée en 2023 de médiocre.

En 2023, l'IBGN est égal à 10 en amont et 5 en aval.

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

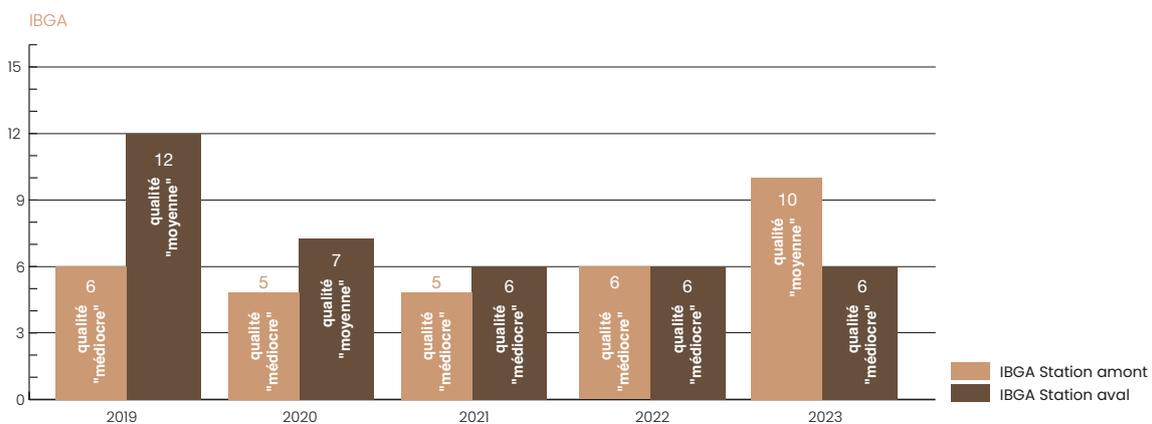


En 2023, les résultats montrent une perturbation de la qualité des eaux du contre-canal. Cette « mauvaise » qualité biologique est basée sur l'analyse des listes faunistiques (*faible biodiversité et poluo-sensibilité*). Rappelons également que la qualité est en lien direct avec celle observée sur le Rhône, en effet le contre-canal est aussi perturbé par des proportions non négligeables de taxons invasifs apportés par le Rhône.

La qualité biologique du Rhône, traduite par l'IBGA mesuré en amont et en aval des rejets est qualifiée en 2023 de médiocre au niveau des deux stations.

En 2023, l'IBGA est égal à 10 en amont et 6 en aval.

L'IBGA obtenu dans le Rhône depuis 2019 est présentée ci-après :



Ces résultats sont similaires à ceux enregistrés depuis 2020 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*), 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*).

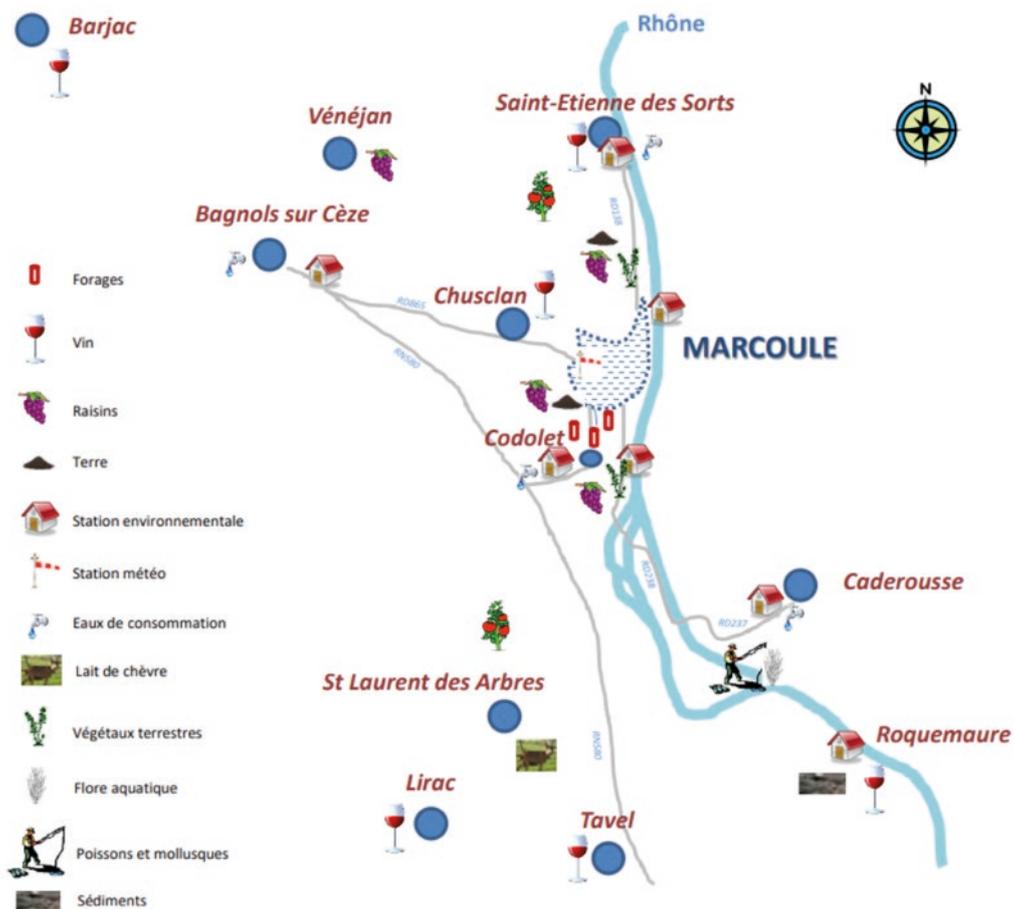
Ces informations, centralisées directement sur le Centre CEA de Marcoule, permettent de détecter toute anomalie de fonctionnement d'une installation (*réseau d'alerte*). Elles sont complétées par des mesures différées en laboratoire pour les besoins de la surveillance de l'environnement. Le Centre est 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 d'Évaluation de l'Impact (*LCEI*) sont agréés par l'Autorité de Sûreté Nucléaire 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 d'un management environnemental conforme au référentiel ISO14001 permet d'améliorer les performances environnementales du CEA pour l'ensemble de ses activités, de prévenir les pollutions, de 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 57 626 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 83 868 MWh PCI et est en hausse par rapport à 2022. La consommation de fioul domestique a été de 703 MWh, en forte baisse par rapport à 2022. Ces variations sont dues à la mise en service de la chaudière à gaz de production de vapeur pour la laverie avec un fonctionnement nominal en 2023.

La quantité de CO₂ émise par le Centre en 2023 a été de 17 033 tonnes, valeur proche de celle de 2022.

La consommation d'électricité (114 044 MWh) est quasi-constante par rapport à l'année précédente.

La consommation d'eau (potable et industrielle) du Centre en 2023 a été 1,27 millions de m³, en légère baisse par rapport à 2022.



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 gestion des déchets comprend généralement des étapes de traitement, notamment pour réduire les volumes ou pour rendre le déchet recyclable, le déchet ultime étant 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 réduire les volumes de déchets entreposés.

Pour les déchets solides de très faible activité (*TFA*) ou de faible activité et moyenne activité à vie courte (*FMA-VC*) pour lesquels existent les filières d'évacuation vers un site de stockage (*CIREX* et *CISA*), 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* de l'*ANDRA* (*CISA*).

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 définis, dans le respect de leurs spécifications de prise en charge.

Les déchets solides de moyenne activité à vie longue (*MA-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 2023, 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 avec notamment les essais de phase 2.

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. Un 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 OrganiquesS*) 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 2023, le procédé DELOS a permis de traiter 41 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 2023 est donné ci-après.

6.3.1. PHÉNIX (INB 71)

Nature	Quantité entreposée au 31/12/23		Classe	Exutoire
	Masse (kg)	Volume (m³)		
Déchets de catégorie TFA				
Déchets inertes	71	0,04	TFA	ANDRA / CIRES
Déchets mercuriels	1,3		TFA	ANDRA / CIRES
Déchets de catégorie FAMA-VC				
Déchets technologiques	266	1,9	FMA-VC	ANDRA / CSA
Déchets liquides (<i>huiles ...</i>)	183	0,22	FMA-VC	CENTRACO
Effluents liquides				
Effluents FA		5,9	FMA-VC	STEL Marcoule
Déchets sans filière définie ou sans filière immédiate (DSFI)				
Déchets contenant du B ₄ C	198	2,9	MA-VL / FMA-VC	Attente filière*

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

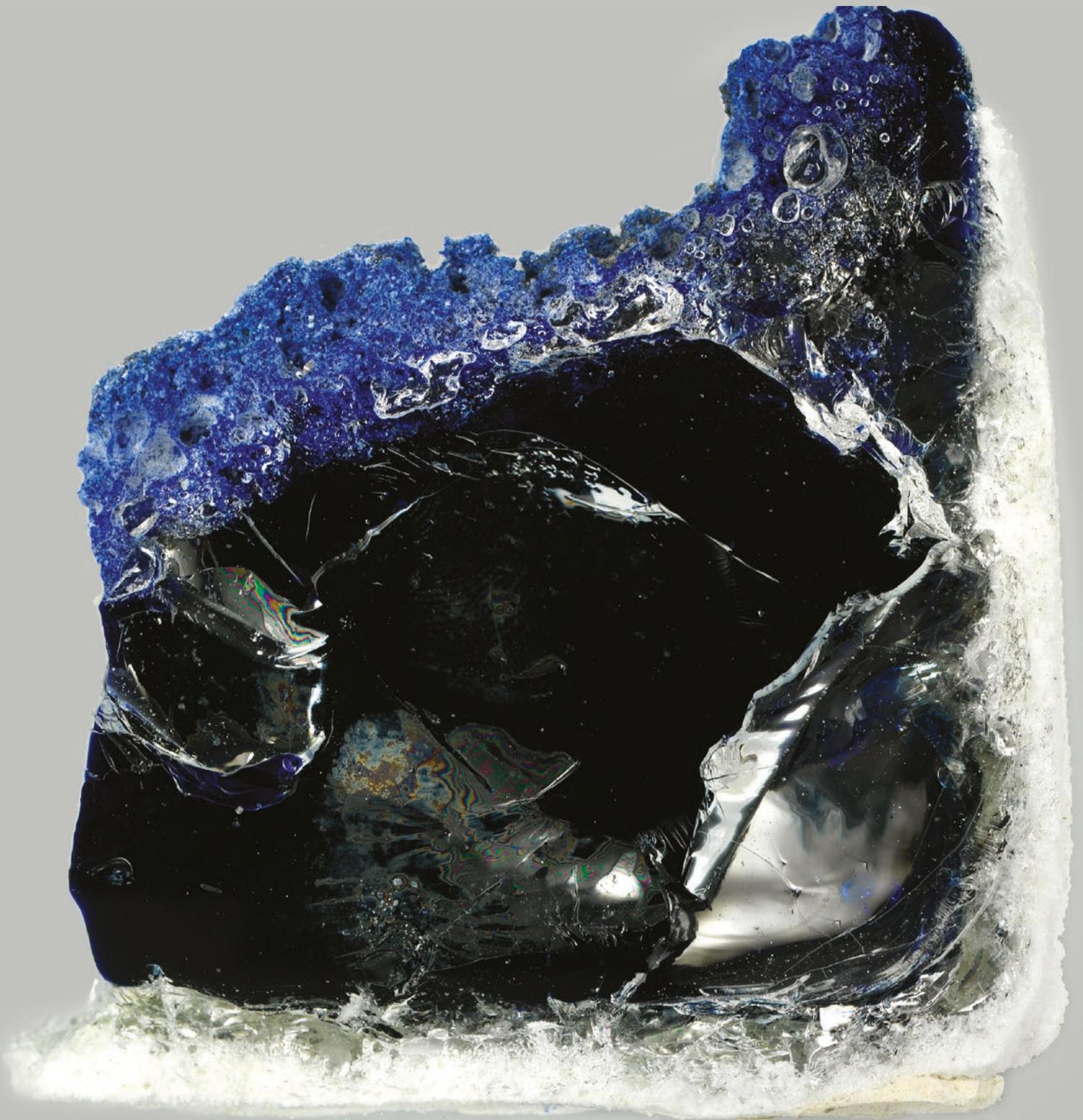
En complément de l'activité régulière de traitement et d'évacuation des déchets, l'année 2023 a été marquée par :

- ▶ **une campagne de sablage et l'expédition de 12 containers I2** de déchets amiantés,
- ▶ **la poursuite du tri des DEEE et la séparation des cartes électroniques** qui vont suivre la filière FMA-VC en fûts 118 litres.

6.3.2. ATALANTE (INB 148)

Nature	Quantité entreposée au 31/12/23		Classe	Exutoire
	Masse (kg)	Volume (m ³)		
Déchets de catégorie TFA				
Déchets métalliques		4,5	TFA	ANDRA / CSTFA
Déchets non métalliques		10	TFA	ANDRA / CSTFA
Déchets inertes, gravats		4,7	TFA	ANDRA / CSTFA
Déchets liquides organiques		0,1	TFA	ATALANTE
Déchets de catégorie FAMA-VC				
Déchets technologiques		28	FMA-VC	ANDRA / CSA
Résines échangeuses d'ions	18	0,20	FMA-VC	ANDRA / CSA
Déchets liquides (<i>huiles et solvants</i>)		6,5	FMA-VC	ATALANTE / CENTRACO
Déchets Catégorie MA-VL				
Déchets technologiques		7,5	MA-VL	CIGEO
Verres (<i>issus de l'APM, Clovis et Vulcain</i>)		0,01	MA-VL	CIGEO
Effluents liquides				
Effluents liquides FA		24	FMA-VC	STEL
Effluents liquides MA/HA		3,1	FMA-VC/HA	STEL
Sources sans emploi				
Sources	654 sources		/	CERISE/CHICADE
Déchets sans filière définie ou sans filière immédiate (DSFI)				
Colonnes de support SiO ₂ imprégnées de solvants organiques (<i>tributylphosphate</i>)	7,4	0,15	MA-VL	Attente filière de traitement*
Liquides scintillants		0,01	FMA-VC	Attente filière de traitement*

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



VII

CONCLUSION

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 2023, 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 2022 (26 évènements déclarés en 2023 dont 14 associés à 3 évènements à caractère générique pour 27 évènements déclarés en 2022 dont 13 associés à 2 évènements à caractère générique). Aucun évènement significatif de niveau 1 sur l'échelle INES n'a été déclaré en 2023.

Ces évènements ont donné lieu à un partage d'expérience avec 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 2024 et les années suivantes.

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

De plus, sur les 3554 contrôles radiologiques surfaciques ou d'ambiance réalisés sur ces deux INB, seuls quatre d'entre eux ont 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.

CRP : Conseiller en RadioProtection.

CSA : Centre de Stockage de l'Aube (*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 : Délégué 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 : Élément 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. Echelle 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.

SPST : Service de Prévention et 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.

Les élus du CSE souhaitent remercier le travail conséquent qui a été réalisé par les équipes qui ont réalisé ce rapport.

Les recommandations des élus du CSE ont pour objectif d'apporter une vision complémentaire.

Les élus du CSE du CEA Marcoule considèrent que la présentation de leur recommandation en CSE doit avoir lieu après la publication du rapport annuel de l'ASN.

Les élus du CSE du CEA Marcoule considèrent que les salariés du site et les citoyens demeurant autour de notre site doivent connaître la situation globale du site de Marcoule. Pour cela, ils renouvellent une grande partie de leurs recommandations restées sans considération en 2020 suite au rapport TSN 2019, en 2021 suite au rapport TSN 2020 et en 2022 suite au rapport TSN 2021.

Nous considérons que les données relatives aux installations intéressant la défense publiées par ailleurs, pour lesquelles travaille la majorité des salariés du site, doivent être accessibles à ces salariés et que les bilans annuels de sûreté de l'INBS doivent être à minima diffusés aux élus du CSE.

Nous souhaitons rappeler, que ce rapport ne donne pas la vision exacte de nos activités sur le site du CEA Marcoule ni leur impact sur l'environnement et ni des incidents ayant pu s'y dérouler. Dans ce rapport, n'est abordé que l'impact de 3 INB, alors que Marcoule comporte une INBS qui couvre **18 installations individuelles**, dont ce rapport ne vous parlera pas ou alors, très succinctement.

Et ce sera tout !! Pour les élus, bien que le CEA respecte la loi et les recommandations de l'ASN pour la rédaction du présent rapport, les élus considèrent que celui-ci est peu représentatif de nos activités et peu transparent. La question se pose de la pertinence du maintien de certaines de ces installations individuelles dans le périmètre de l'INBS. D'autant plus que bon nombre d'entre elles ont été récupérées par le CEA récemment (*post-2020*) et d'autres encore en cours (*post-2023*) sont communs, dont notamment les supports aux installations, les filières déchets, les rejets et la protection de l'environnement. Il devient difficile dans ce présent rapport de dissocier les activités des 3 INB du centre, des activités de l'INBS.

De plus, nous considérons que le chapitre 4 relatif aux événements significatifs devrait être exhaustif et donner le compte de la totalité des événements déclarés (ASN/ASND).

L'introduction du rapport 2021 rappelait la poursuite de la reprise de l'exploitation par le CEA des installations précédemment opérées par ORANO. Les effectifs n'augmentaient pas en conséquence. Les élus du CSE s'inquiétaient de l'augmentation constante de la part de sous-traitance dans les activités du centre et des projets, ce qui a un impact sur la maîtrise des prestataires, mais aussi sur le maintien des compétences et de la connaissance des installations, ainsi que sur la responsabilité portée par les agents CEA. Le plan emploi, la politique salariale et les objectifs de financement pour l'année 2023 et probablement suivante ne permettent pas d'augmenter les effectifs, de maintenir les compétences ou de réaliser les ré-internalisations nécessaires pour garantir cette maîtrise. Les élus au CSE alertent de nouveau les autorités destinataires du présent rapport sur le risque généré par la politique actuelle du CEA.

Nous nous permettons également de rappeler que les recommandations émises depuis 2013 (*et pour certaines depuis 2012*) n'ont toujours pas été prises en compte, elles ont été systématiquement réitérées par les élus dans les rapports TSN 2013, 2014, 2015, 2016 et 2017 (*une décennie !!*). Ces recommandations étaient basées sur des constats et des inquiétudes qui ont été portés à votre connaissance (*élus et autorités de sûreté*) dans le détail via les rapports TSN de 2013 et de 2014, pour rappel :

- ▶ Gréement des équipes CEA des services supports et des INB,
- ▶ Sécurité et Radioprotection,
- ▶ Sous-traitance,
- ▶ L'avis du PCR et du CST.

Malheureusement, nos inquiétudes au niveau du gréement et de la sous-traitance se confirment car cette année nous avons appris qu'il y avait un projet au niveau du SPR de remplacer les équipes en place de terrain par des entreprises au niveau de l'APM alors que cette installation à un terme source important et qu'elle est en phase de démantèlement. Si cette politique se confirme pour cette installation de l'INBS, les élus craignent une extension de ce modèle à d'autres installations.

Les élus souhaiteraient également que la promesse de nous inviter aux arbres des causes des incidents radiologiques touchant le personnel soit effective. En effet, il n'est pas acceptable que les élus soient écartés quand un salarié est touché par une contamination de la recherche des causes.

Nous rappelons enfin que les élus du CSE sont certes des représentants du personnel mais également des acteurs de la sécurité des salariés sur Marcoule et de la population alentour. Nos alertes et recommandations devraient être les préoccupations de tous dans l'intérêt de tous.



CEA Marcoule
BP 17 171
30207 Bagnols-sur-Cèze Cedex
marcoule.cea.fr

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

