



Rapport environnemental annuel relatif aux installations nucléaires du Centre Nucléaire de Production d'Électricité du

# **TRICASTIN**

## SOMMAIRE

| Parti     | ie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Électricité  | 5    |
|-----------|---|------|
| du Tı     | ricastin en 2022  | 5    |
| I.        | Contexte  | 5    |
| II.       | Le CNPE du Tricastin  | 5    |
| III.      |   |      |
| IV.       | . Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact  | 6    |
| V.<br>I'e | Bilan des incidents de fonctionnement et des évènements significatifs pour nvironnement                               |      |
| Parti     | ie II - Prélèvements d'eau  | _ 10 |
| I.        | Prélèvement d'eau destinée au refroidissement   | _ 12 |
| II.       | Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel   | _ 12 |
| III.      | Prélèvement d'eau dans la nappe phréatique  | _ 13 |
| IV.       | Consommation d'eau destinée à l'usage domestique  | _ 13 |
| V.<br>pre | Prélèvement dans les eaux douces superficielles : comparaison pluriannuell évisionnel, valeurs limites et maintenance | -    |
| Parti     | ie III – Restitution et consommation d'eau  | _ 16 |
| I.        | Restitution d'eau   | _ 16 |
| II.       | Consommation d'eau  | _ 16 |
| Parti     | ie IV - Rejets d'effluents  | _ 18 |
| I.        | Rejets d'effluents à l'atmosphère   | _ 19 |
| II.       | Rejets d'effluents liquides   | _ 29 |
| III.      | Rejets thermiques   | _ 41 |
| Parti     | ie V - Surveillance de l'environnement  | _ 46 |
| I.        | Surveillance de la radioactivité dans l'environnement   | _ 46 |
| II.       | Physico-chimie des eaux souterraines  | _ 56 |
| III.      | Chimie et physico-chimie des eaux de surface  | _ 58 |
| IV.       | . Physico-chimie et Hydrobiologie   | _ 62 |
| V.        | Acoustique environnementale   | _ 65 |

| Partie VIII - Gestion des déchets                                       | 71 |
|---|----|
| I. Les déchets radioactifs  | 71 |
| II. Les déchets non radioactifs   | 76 |
| ABREVIATIONS  | 78 |
| ANNEXE 1 : Suivi radioécologique annuel du CNPE du TRICASTIN Année 2021 | 79 |

# Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Électricité du Tricastin en 2022

#### I. Contexte

« La conformité à la réglementation en vigueur, la prévention des pollutions ainsi que la recherche d'amélioration continue de la performance environnementale » constituent l'un des engagements de la politique environnementale d'EDF.

Dans ce cadre, tous les Centres Nucléaires de Production d'Electricité (CNPE) d'EDF disposent d'un système de management de l'environnement certifié « ISO14001 ».

La maîtrise des événements, susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement, repose sur une application stricte des règles de prévention (bonne gestion des eaux usées, des « effluents », de leurs traitements, entreposage, contrôles avant rejet, etc.) et sur un système complet de surveillance de l'environnement sur et autour des CNPE.

En application de l'article 4.4.4 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, ce document présente le bilan de l'année 2022 du CNPE de Tricastin en matière d'environnement.

#### II. Le CNPE du Tricastin

Les installations nucléaires de base du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) du Tricastin sont situées sur la commune de Saint-Paul-Trois-Châteaux dans la Drôme, à mi-chemin des villes de Montélimar et d'Orange et au carrefour de quatre départements (Drôme, Ardèche, Vaucluse et Gard) et de trois régions administratives (Auvergne-Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Occitanie).

Le CNPE fait partie intégrante du complexe nucléaire du Tricastin, qui regroupe la centrale de production d'électricité EDF et différentes installations nucléaires du Groupe ORANO intervenant dans le cycle de l'uranium utilisé dans les réacteurs à eau sous pression (REP).

La centrale EDF occupe une surface de 55 hectares, dont 35 hectares dédiés aux installations de production, en bordure du canal de dérivation du Rhône (canal de Donzère-Mondragon). Les premiers travaux de construction ont débuté en 1974.

Les installations EDF du Tricastin comprennent quatre unités de production d'électricité en fonctionnement :

- deux unités de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 915 mégawatts électriques, refroidies chacune par l'eau du canal de dérivation du Rhône : Tricastin 1 et 2, mises en service en 1980. Ces deux réacteurs constituent l'installation nucléaire de base (INB) n° 87;
- deux unités de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance respective de 940 et 915 mégawatts électriques, refroidies chacune par l'eau du canal de dérivation du Rhône : Tricastin 3 et 4, mises en service en 1981. Ces deux réacteurs constituent l'installation nucléaire de base (INB) n° 88.

Le site compte 1400 salariés EDF et près de 600 salariés d'entreprises extérieures.

#### Localisation du site (avec infographie localisation 100km)

#### CENTRALE NUCLEAIRE DE TRICASTIN (DROME)



#### III. Modifications apportées au voisinage du CNPE du Tricastin

La surveillance de l'environnement industriel est réalisée en application d'une prescription interne d'EDF. Lors de l'année 2022, aucune modification notable au voisinage du CNPE de Tricastin n'a été identifiée.

# IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact

Dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue, EDF mène des études afin d'améliorer la connaissance de ses rejets (identification de sous-produits de l'éthanolamine, et de l'hydrazine dans l'environnement etc.). EDF mène également des études afin d'améliorer la connaissance de l'incidence de ses rejets sur l'homme et l'environnement. Ces évaluations d'impact nécessitent en effet l'utilisation de valeurs de référence qui font l'objet d'une veille scientifique :

Les Valeurs Toxicologiques de Référence pour l'impact sanitaire sur l'Homme, valeurs sélectionnées selon les critères définis dans la note d'information N° DGS/EA/DGPR/2014/307 du 31/10/2014.

Les valeurs seuils ou valeurs guides issues des textes réglementaires ou des grilles de qualité d'eau, les données écotoxicologiques, en particulier les PNEC (Predicted No Effet Concentration), et les études testant la toxicité et l'écotoxicité des effluents CRT, pour l'analyse des incidences sur l'environnement. A noter que les PNEC sont validées par la R&D d'EDF après revue bibliographique exhaustive et, si nécessaire, réalisation de tests écotoxicologiques commandités par EDF et réalisés selon les normes OCDE et les Bonnes Pratiques de Laboratoire.

L'ensemble de ces évolutions scientifiques est intégré dans les études d'impact.

Pour l'année 2022, aucune évolution scientifique susceptible de modifier les conclusions de l'étude d'impact n'a eu lieu.

## V. Bilan des incidents de fonctionnement et des évènements significatifs pour l'environnement

Le CNPE du TRICASTIN est certifié ISO 14001 depuis 2013. L'obtention de la norme ISO 14001 est une reconnaissance internationale de la prise en compte de l'environnement dans l'ensemble des activités de l'entreprise. Elle est l'assurance d'une démarche d'amélioration continue et de la mise en place d'une organisation spécifique au domaine de l'environnement.

La protection de l'environnement, sur le terrain comme en laboratoire, a toujours été une priorité pour les CNPE d'EDF. Comme pour tous les sites industriels, les exigences environnementales fixées par le CNPE du TRICASTIN et la réglementation se sont sans cesse accrues au fil des années. Cette certification est le fruit de l'implication de l'ensemble des intervenants - personnels EDF et d'entreprises externes - dans une démarche de respect de l'environnement.

La norme ISO 14001 repose sur la mise en œuvre d'un Système de Management Environnemental (SME). Cela signifie que la performance en matière de protection de l'environnement est intégrée dans l'organisation, c'est-à-dire dans toutes les décisions quotidiennes du CNPE du TRICASTIN. L'ensemble des salariés du CNPE, ainsi que le personnel intervenant pour le compte d'entreprises extérieures, sont impliqués dans le respect de l'environnement.

Dans le cadre de l'amélioration continue, le CNPE du TRICASTIN a mis en place un système permettant de détecter, tracer, déclarer, les Événements Significatifs pour l'Environnement (ESE) à l'Autorité de Sûreté Nucléaire, de traiter ces évènements et d'en analyser les causes profondes pour les éradiquer.

La déclaration d'ESE est établie à partir de critères précis et identiques sur tout le parc nucléaire. Ces critères sont définis par l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

#### 1. Bilan des évènements significatifs pour l'environnement déclarés

3 événements ont été déclarés en 2022 Ces évènements significatifs ont fait l'objet d'une communication à l'externe après leur déclaration à l'Autorité de sûreté nucléaire.

Le tableau suivant récapitule les évènements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE du Tricastin en 2022.

| INB ou réacteur | Date de<br>déclaration | Date de l'évènement | Évènement  | Actions correctives  |
|-----------------|------------------------|---------------------|--|--|
| commun          | 07/09/2022             | 24/08/2022          | Cumul annuel d'émissions de<br>fluides frigorigènes supérieur à<br>100 kg pour l'année 2022                          | Cet événement regroupe différentes fuites de gaz frigorigènes survenus sur différents groupes froids du CNPE.  L'analyse de l'ensemble des fuites n'a pas révélé de défaut dans le respect des exigences de contrôles réglementaires, ni dans l'application des programmes de maintenance préventive, ou encore dans l'exécution des gestes métier préventifs et correctifs sur les équipements.  Aucune caractéristique commune des anomalies constatées ne ressort pour déterminer d'action globale. Un groupe de travail dédié à la thématique des groupes froids a néanmoins été créé sur le CNPE pour approfondir les recherches sur les récurrences de fuites sur ces équipements. |
| commun          | 21/10/2022             | 30/09/2003          | Découverte de deux cuves<br>historiques au local ferrier   | Cet événement fait suite à la découverte de deux cuves à huile vides, non exploitées depuis 2003, mais dont les mesures de dépistage réalisées en vue de leur évacuation ont montré des traces de contamination sur leur face interne.  Les actions portent sur : - la gestion des cuves contaminées et de leur évacuation le contrôle du local où elles étaient entreposées pour vérifier l'absence de contamination le partage de cet événement dans le cadre des référentiels concernant le zonage déchet et la réglementation sur les rétentions - l'analyse de l'absence d'autres situations similaires sur l'installation  |
| commun          | 26/10/2022             | 03/10/2023          | Dépassement ponctuel de la<br>concentration limite<br>réglementaire en hydrocarbures<br>en sortie du déshuileur 9SEH | Mise en place d'un nettoyage préventif des fosses des deshuileurs pour limiter la prolifération d'algues qui perturbent son fonctionnement   |

#### 2. Bilan des incidents de fonctionnement

Le CNPE du TRICASTIN a eu, durant l'année 2022, quelques indisponibilités matérielles sur des dispositifs de traitement des effluents (mise à l'arrêt d'un système de traitement des effluents pour visite interne) et des dispositifs de prélèvement, de mesure ou de surveillance. Ces indisponibilités n'ont eu aucune incidence sur la qualité de la surveillance environnementale compte tenu de la redondance de nos matériels ni d'impact sur les effluents du CNPE compte tenu des systèmes palliatifs mis en place.

#### Partie II - Prélèvements d'eau

L'eau est une ressource nécessaire au fonctionnement des CNPE et partagée avec de nombreux acteurs : optimiser sa gestion et concilier les usages est donc une préoccupation importante pour EDF.

Que cette eau soit prélevée en mer, dans un cours d'eau, ou dans des nappes d'eaux souterraines, son utilisation est strictement réglementée et contrôlée par les pouvoirs publics.

Dans un CNPE, l'eau est nécessaire pour :

- refroidir les installations,
- constituer des réserves pour réaliser des appoints ou disposer de stockage de sécurité dont l'alimentation des circuits de lutte contre les incendies (usage industriel),
- alimenter les installations sanitaires et les équipements de restauration des salariés (usage domestique).

Un CNPE en fonctionnement utilise trois circuits d'eau indépendants :

- le circuit primaire pour extraire la chaleur : c'est un circuit fermé parcouru par de l'eau sous pression (155 bars) et à une température de 300° C. L'eau passe dans la cuve du réacteur, capte la chaleur produite par la réaction de fission du combustible nucléaire et transporte cette énergie thermique vers le circuit secondaire au travers des générateurs de vapeur.
- le circuit secondaire pour produire la vapeur : au contact des milliers de tubes en « U » des générateurs de vapeur, l'eau du circuit primaire transmet sa chaleur à l'eau circulant dans le circuit secondaire, lui-aussi fermé. L'eau de ce circuit est ainsi transformée en vapeur qui fait tourner la turbine. Celle-ci entraîne l'alternateur qui produit l'électricité. Après son passage dans la turbine, la vapeur repasse à l'état liquide dans le condenseur ; cette eau est ensuite renvoyée vers les générateurs de vapeur pour un nouveau cycle.
- un troisième circuit, appelé « circuit de refroidissement » : pour condenser la vapeur et évacuer la chaleur, le circuit de refroidissement comprend un condenseur, appareil composé de milliers de tubes dans lesquels circule de l'eau froide prélevée dans la rivière ou la mer. Au contact de ces tubes, la vapeur se condense. Ce circuit de refroidissement est différent selon la situation géographique du CNPE :
  - en bord de mer ou d'un fleuve à grand débit, les CNPE fonctionnent avec un circuit de refroidissement totalement ouvert. C'est le cas du CNPE du TRICASTIN.
    - De l'eau (environ 50 m³ par seconde) est prélevée pour assurer le refroidissement des équipements via le condenseur. Une fois l'opération de refroidissement effectuée, l'eau qui n'est jamais entrée en contact avec la radioactivité, est intégralement restituée dans la mer ou le fleuve, à une température légèrement plus élevée.
  - o sur les fleuves ou les rivières dont le débit est plus faible, les CNPE fonctionnent avec un circuit en partie fermé.
    - Le refroidissement de l'eau chaude issue du condenseur se fait par échange thermique avec de l'air ambiant dans une grande tour réfrigérante

atmosphérique appelée « aéroréfrigérant ». Une partie de l'eau chaude se vaporise sous forme d'un panache visible, , au sommet de la tour. Cette vapeur d'eau n'est pas une fumée, elle ne contient pas de CO2. Le reste de l'eau refroidie retourne dans le condenseur. Ce système avec aéroréfrigérants permet donc de réduire considérablement les prélèvements d'eau qui sont de l'ordre de 2 m3 par seconde.

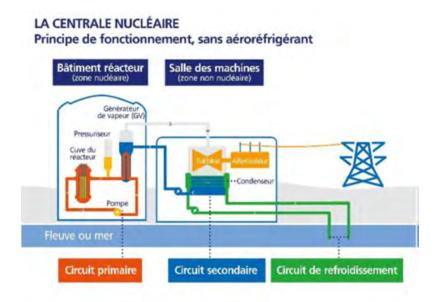


Figure 1 : Schéma d'un CNPE avec un circuit de refroidissement ouvert (Source : EDF)

Annuellement, en moyenne, le volume d'eau nécessaire au fonctionnement du circuit de refroidissement d'un réacteur est compris entre 50 millions de mètres cubes (si le refroidissement est assuré par un aéroréfrigérant) et 1 milliard de mètres cubes (si l'eau est rejetée directement dans le milieu naturel) soit respectivement un besoin de 6 à 160 litres d'eau prélevés pour produire 1 kWh.

Que les CNPE soient en fonctionnement ou à l'arrêt, la grande majorité de l'eau prélevée est restituée à sa source, c'est-à-dire au milieu naturel à proximité du point de prélèvement. Plus précisément, pour le CNPE de Tricastin, quasiment 100% de l'eau prélevée est restituée dans le canal de Donzère/Mondragon.

Les besoins en eau d'un CNPE servent majoritairement à assurer son refroidissement et, donc, à produire de l'électricité. Cependant, comme tous les sites industriels, un CNPE a besoin d'eau pour :

- faire face, si besoin, à un incendie : l'ensemble des CNPE d'EDF est équipé d'un important réseau d'eau sous pression permettant aux équipes des services de conduite et de la protection des CNPE d'EDF d'intervenir dès la détection d'un incendie jusqu'à l'arrivée des secours externes, et ainsi en limiter sa propagation. Ces réseaux sont régulièrement testés afin de s'assurer de leur fonctionnement et de leur efficacité.
- se laver, boire et se restaurer : selon leur importance (de 2 à 6 réacteurs), les CNPE d'EDF accueillent de 600 à 2 000 salariés permanents (EDF et entreprises extérieures) auxquels s'ajoutent, lors d'un arrêt d'un réacteur pour maintenance, près de 1000 personnes supplémentaires. Les besoins en eau potable sont en permanence adaptés

aux effectifs de salariés permanents et temporaires, tant pour les sanitaires que pour la restauration. Les CNPE d'EDF peuvent être reliées aux réseaux d'eau potable des communes sur lesquelles elles sont implantées.

#### I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée au refroidissement de l'année 2022.

|           | Prélèvement d'eau<br>(en millions de m³) |
|-----------|--|
| Janvier   | 471                                      |
| Février   | 426                                      |
| Mars      | 407                                      |
| Avril     | 295                                      |
| Mai       | 328                                      |
| Juin      | 341                                      |
| Juillet   | 376                                      |
| Août      | 380                                      |
| Septembre | 288                                      |
| Octobre   | 305                                      |
| Novembre  | 328                                      |
| Décembre  | 468                                      |
| TOTAL     | 4 413                                    |

#### II. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel de l'année 2022.

|           | Prélèvement d'eau<br>(en m³) |
|-----------|------------------------------|
| Janvier   | 55 825                       |
| Février   | 48 286                       |
| Mars      | 50 947                       |
| Avril     | 30 628                       |
| Mai       | 46 788                       |
| Juin      | 30 880                       |
| Juillet   | 25 622                       |
| Août      | 26 405                       |
| Septembre | 28 009                       |
| Octobre   | 28 788                       |
| Novembre  | 48 112                       |
| Décembre  | 50 013                       |
| TOTAL     | 470 303                      |

#### III. Prélèvement d'eau dans la nappe phréatique

Le tableau ci-après détaille le cumul mensuel du prélèvement dans la nappe phréatique de l'année 2022. Ces prélèvements en nappe phréatique sont majoritairement réalisés pour maintenir le niveau de la nappe géotechnique interne du CNPE sous le niveau de la nappe géotechnique externe.

|           | Prélèvement d'eau<br>(en m³) |
|-----------|------------------------------|
| Janvier   | 16 600                       |
| Février   | 16 700                       |
| Mars      | 16 500                       |
| Avril     | 9 790                        |
| Mai       | 11 600                       |
| Juin      | 8 740                        |
| Juillet   | 12 400                       |
| Août      | 10 100                       |
| Septembre | 10 500                       |
| Octobre   | 8 010                        |
| Novembre  | 13 900                       |
| Décembre  | 17 500                       |
| TOTAL     | 152 000                      |

#### IV. Consommation d'eau destinée à l'usage domestique

Le CNPE du Tricastin est alimenté en eau potable par le réseau public.

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destiné à l'usage domestique de l'année 2022.

|           | Prélèvement d'eau<br>(en m³) |
|-----------|------------------------------|
| Janvier   | 3 068                        |
| Février   | 2 612                        |
| Mars      | 3 260                        |
| Avril     | 3 062                        |
| Mai       | 3 903                        |
| Juin      | 2 247                        |
| Juillet   | 2 919                        |
| Août      | 2 154                        |
| Septembre | 2 180                        |
| Octobre   | 1 862                        |
| Novembre  | 1 943                        |
| Décembre  | 1 562                        |
| TOTAL     | 30 772                       |

# V. Prélèvement dans les eaux douces superficielles : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance

## 1. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel des prélèvements d'eau pour 2022

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2020 à 2022 et avec la valeur du prévisionnel 2022.

| Année             | Milieu                          | Volume (en millions de m³) |
|-------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 2020              | E a conseguir de la cont        | 4 782                      |
| 2021              | Eaux superficielles du          | 4 572                      |
| 2022              | canal Donzère Mondragon         | 4 410                      |
| Prévisionnel 2022 |                                 | 4 600                      |
|                   |                                 |                            |
| Année             | Milieu                          | Volume (en m³)             |
| Année<br>2020     | Milieu                          | Volume (en m³)<br>221 267  |
|                   | Milieu  Eaux nappes phréatiques | ` ,                        |
| 2020              |                                 | 221 267                    |

#### **Commentaires:**

Le volume annuel d'eau prélevé dans le canal de Donzère/Mondragon est cohérent aux prévisionnels définis pour l'année 2022, compte tenu du temps effectif de fonctionnement des tranches de Tricastin. Le prélèvement d'eau de nappe phréatique est principalement dû au pompage de la nappe phréatique pour la régulation du niveau de la nappe. Ce niveau de nappe est très majoritairement dépendant des conditions climatiques et explique le moindre volume de prélèvement par rapport au prévisionnel 2022.

#### 2. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des débits instantanés et des volumes d'eau prélevés cette année avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0101 du 13 mai 2008.

|                        | Limites de prélèvement |         | Prélèvement        |                   | Unité                      |
|------------------------|------------------------|---------|--------------------|-------------------|----------------------------|
| Milieu Prescriptions   |                        | Valeur  | Valeur<br>maximale | Valeur<br>moyenne |                            |
| Four                   | Débit instantané       | 195     | 177                | 140               | m³/ s                      |
| Eaux<br>superficielles | Volume journalier      | 16,8    | 15,3               | 12,1              | Millions de m <sup>3</sup> |
|                        | Volume annuel          | 6 606   | 4 410              | S.O.              | Millions de m <sup>3</sup> |
| Eaux                   | Débit instantané       | 0,069   | 0,026              | 0,005             | m³/ s                      |
| souterraines -         | Volume journalier      | 5 961   | 2 250              | 412               | m³                         |
|                        | Volume annuel          | 454 080 | 152 000            | S.O.              | m³                         |

#### **Commentaires:**

Les valeurs maximales observées sont inférieures aux limites autorisées.

## 3. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de prélèvements

L'année 2022 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

#### 4. Opérations exceptionnelles de prélèvements

A l'exception de pompages de fond de fouille générant de très faibles volumes de pompages sur deux chantiers, le CNPE du Tricastin n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans le milieu en 2022.



Station de pompage

#### Partie III – Restitution et consommation d'eau

#### I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE du TRICASTIN pour l'année 2022 est présentée dans le tableau ci-dessous.

|   |                                       | Restitution d'eau      |                    |                    |                   |
|---|---------------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|   |                                       | Eau de refroidissement | Rejets radioactifs | Rejets industriels | Unités            |
|   | Janvier                               | 471                    | 0,004              | 0,03               |                   |
|   | Février                               | 426                    | 0,003              | 0,03               |                   |
|   | Mars                                  | 407                    | 0,005              | 0,03               |                   |
|   | Avril                                 | 295                    | 0,004              | 0,02               |                   |
|   | Mai                                   | 328                    | 0,004              | 0,03               |                   |
| Restitution   | Juin                                  | 341                    | 0,004              | 0,02               | millions de       |
| mensuelle   | Juillet                               | 376                    | 0,003              | 0,02               | m <sup>3</sup>    |
|   | Août                                  | 380                    | 0,003              | 0,02               |                   |
|   | Septembre                             | 288                    | 0,004              | 0,02               |                   |
|   | Octobre                               | 305                    | 0,002              | 0,02               |                   |
|   | Novembre                              | 328                    | 0,004              | 0,03               |                   |
|   | Décembre                              | 468                    | 0,003              | 0,04               |                   |
|   | Restitution<br>au milieu<br>aquatique |                        | 4 413              |                    | millions de<br>m³ |
| TOTAL  TOTAL  de restitution d'eau au milieu aquatique par rapport au prélèvement |                                       |                        | 100                |                    | %                 |

#### II. Consommation d'eau

#### 1. Cumul mensuel

La consommation d'eau correspond à la différence entre la quantité d'eau prélevée et la quantité d'eau restituée au milieu aquatique.

Le CNPE du Tricastin fonctionne en circuit de refroidissement dit « ouvert » et 100% de la consommation d'eau de refroidissement est restituée au milieu de prélèvement. Les prélèvements à usage industriel sont également restitués au milieu de prélèvement après utilisation et traitement via les systèmes de rejets d'effluents.

100 % de l'eau prélevé est restitué au milieu aquatique.

#### 2. Comparaison au prévisionnel

Le CNPE du TRICASTIN étant en circuit ouvert, il n'y a pas de prévisionnel de consommation d'eau.



Station de pompage : les tambours filtrants

#### Partie IV - Rejets d'effluents

Comme beaucoup d'autres activités industrielles, l'exploitation d'un CNPE entraîne des rejets d'effluents à l'atmosphère et par voie liquide. Une réglementation stricte encadre ces différents rejets, qu'ils soient radioactifs ou non.

Chaque CNPE a mis en place une organisation afin d'assurer une gestion optimisée des effluents visant notamment à :

- réduire à la source la production d'effluents, notamment par le recyclage,
- réduire les rejets de substances radioactives ou chimiques au moyen de traitements appropriés,
- optimiser la production de déchets et valoriser les déchets conventionnels qui peuvent l'être.

Les rejets d'effluents se présentent sous différentes formes :

- les rejets radioactifs liquides et atmosphériques, qui peuvent contenir :
  - o Tritium,
  - o Carbone 14,
  - o lode.
  - o Autres produits de fission ou d'activation,
  - Gaz rares.
- les rejets chimiques liquides classés en deux catégories :
  - les rejets de substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides ou eaux non radioactives issues des salles des machines,
  - les rejets de produits issus des autres circuits non radioactifs (circuit de refroidissements des condenseurs, station de déminéralisation, station d'épuration).
- les rejets chimiques atmosphériques : un CNPE émet peu de substances chimiques par voie atmosphérique. Les émissions proviennent des groupes électrogènes de secours constitués de moteurs diesels ou de turbines à combustion consommant du gasoil, de pertes de fluides frigorigènes, du renouvellement de calorifuges dans le bâtiment réacteur et d'émanations de certaines substances volatiles utilisées pour la protection et le traitement des circuits.
- les rejets thermiques : quel que soit le mode de refroidissement (ouvert ou fermé) d'un CNPE, l'échauffement du milieu aquatique est limité par la réglementation propre à chaque CNPE.

Optimisés, réduits, traités et surveillés, les rejets d'effluents radioactifs atmosphériques et liquides génèrent une exposition des populations plus de 100 fois inférieure à la limite réglementaire d'exposition reçue par une personne du public fixée à 1mSv/an dans l'article R1333-11 du code de la santé publique

#### I. Rejets d'effluents à l'atmosphère

#### 1. Rejets d'effluents à l'atmosphère radioactifs

Pour les tranches en fonctionnement, il existe deux sources de rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère :

- les effluents dits « hydrogénés » proviennent du dégazage des effluents liquides issus du circuit primaire. Afin d'éviter tout mélange avec l'oxygène de l'air, ces effluents hydrogénés sont collectés et stockés, au minimum 30 jours dans des réservoirs où une surveillance régulière est effectuée. Durant ce temps, la radioactivité décroît naturellement, ce qui réduit d'autant l'impact environnemental. Les effluents sont contrôlés avant leur rejet. Pendant leur rejet, ils subissent systématiquement des traitements tels que la filtration à Très Haute Efficacité (filtres THE) qui permet de retenir les poussières radioactives. Ces rejets occasionnels sont dits « concertés ».
- Les effluents dits « aérés » qui proviennent de la collecte des évents des circuits de traitement des effluents liquides radioactifs, de la dépressurisation du bâtiment du réacteur ainsi que de l'air de la ventilation des locaux de l'îlot nucléaire. La ventilation maintient les locaux en légère dépression par rapport à l'extérieur et évite ainsi les pertes de gaz ou de poussières contaminées vers l'environnement. Les opérations de dépressurisation de l'air du bâtiment réacteur conduisent à des rejets dits « concertés ». L'air de ventilation transite par des filtres THE et, dans certains circuits, sur des pièges à iodes à charbon actif avant d'être rejeté en continu à la cheminée. Ces rejets sont dits « permanents ».

Ces deux types d'effluents sont rejetés dans l'atmosphère par une cheminée dédiée à la sortie de laquelle est réalisé, en permanence, un contrôle de l'activité rejetée.

Les cinq catégories de radionucléides réglementés dans les rejets d'effluents à l'atmosphère sont les gaz rares, le tritium, le carbone 14, les iodes et les autres produits de fission (PF) et produits d'activation (PA) :

- Les principaux gaz rares issus de la réaction de fission sont le xénon 133, le xénon 135, le krypton 85 et le xénon 131. Ce sont des gaz inertes, ils ne sont donc pas retenus par les systèmes de filtration (filtres très haute efficacité THE et pièges à iodes).
- Le tritium est un isotope radioactif de l'hydrogène. C'est un émetteur bêta (électron) de faible énergie. Il est rejeté par les CNPE est très majoritairement issu de l'activation neutronique d'éléments tels que le bore 10 et le lithium 6 présents dans le fluide primaire.
- Le carbone 14 présent dans les rejets des CNPE est produit essentiellement par activation de l'oxygène 17 présent dans l'eau du circuit primaire. Une part plus faible est produite par l'activation de l'azote 14 dissous dans l'eau du circuit primaire.
- Les iodes présents dans les rejets d'effluents radioactifs du CNPE (principalement l'iode 131 et l'iode 133) sont des produits de fission, créés dans le combustible par fission des atomes d'uranium ou de plutonium.
- Les autres produits de fission (PF) et produits d'activation (PA) émetteurs  $\beta$  ou  $\gamma$ , correspondent principalement au césium et au cobalt.

#### a. Règles spécifiques de comptabilisation

Ces règles s'appuient en premier lieu sur la définition de « spectres de référence », en fonction du type de rejet (liquides ou atmosphériques). Ces rejets sont constitués d'une liste de radionucléides à identifier par les moyens de mesure adéquats. Cette liste a été déterminée

par une étude réalisée de 1996 à 1999 sur l'ensemble du parc des CNPE d'EDF. Toutes les substances figurant dans plus de 90 % des analyses figurent dans cette liste. Des radionucléides comme l'iode, peu présent dans les rejets, figurent également dans cette liste, mais pour des raisons historiques.

La deuxième règle fondamentale consiste à déclarer obligatoirement une activité rejetée pour les radionucléides appartenant à ces différents « spectres de référence ». Les radionucléides dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision¹ donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au SD.

Les cumuls mensuels sont établis par sommation des activités rejetées pour chacun des rejets d'effluents du mois considéré. Les cumuls annuels sont égaux à la somme des cumuls mensuels.

#### b. Spectre de référence des rejets radioactifs à l'atmosphère

Le bilan des rejets d'effluents réalisés à l'atmosphère est déterminé pour chacune des cinq familles de radionucléides réparties comme suit :

- les gaz rares,
- le Tritium,
- le Carbone 14,
- les lodes,
- les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta et/ou gamma (PF-PA).

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs à l'atmosphère.

| Paramètres             | Radionucléide      |  |
|------------------------|--------------------|--|
|                        | <sup>41</sup> Ar   |  |
|                        | <sup>85</sup> Kr   |  |
| Gaz rares              | <sup>131m</sup> Xe |  |
|                        | <sup>133</sup> Xe  |  |
|                        | <sup>135</sup> Xe  |  |
| Tritium                | <sup>3</sup> H     |  |
| Carbone 14             | <sup>14</sup> C    |  |
| lodes                  | 131                |  |
| lodes                  | 133                |  |
|                        | <sup>58</sup> Co   |  |
| Produits de fission et | <sup>60</sup> Co   |  |
| d'activation           | <sup>134</sup> Cs  |  |
|                        | <sup>137</sup> Cs  |  |

rayonnement ambiant autour des moyens métrologiques utilisés. »

Rapport environnemental annuel – 2022 – CNPE du Tricastin

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> D'après le Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de l'IRSN: « Le seuil de décision est la valeur minimale que doit avoir la mesure d'un échantillon pour que le métrologiste puisse « décider » que cette activité est présente et donc mesurée. En dessous de cette valeur, l'activité de l'échantillon est donc trop faible pour être estimée. Ce seuil de décision dépend de la performance et du

#### c. Cumul mensuel

Les cumuls mensuels des rejets d'effluents radioactifs à l'atmosphère sont donnés dans le tableau suivant.

#### Cumul mensuel 2022 des rejets radioactifs gazeux :

|                 | <sup>41</sup> Ar | <sup>85</sup> Kr | <sup>131m</sup> Xe | <sup>133</sup> Xe | <sup>135</sup> Xe | 131      | 133      | <sup>58</sup> Co | <sup>60</sup> Co | <sup>134</sup> Cs | <sup>137</sup> Cs |
|-----------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------|----------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                 | (GBq)            | (GBq)            | (GBq)              | (GBq)             | (GBq)             | (GBq)    | (GBq)    | (GBq)            | (GBq)            | (GBq)             | (GBq)             |
| Janvier         | 3,63             | 1,98E-02         | 2,73E-03           | 56,8              | 250               | 1,21E-04 | 6,08E-04 | 6,43E-05         | 9,70E-05         | 6,09E-05          | 6,17E-05          |
| Février         | 4,80             | 1,46E-02         | 1,66E-03           | 34,9              | 130               | 1,13E-04 | 6,76E-04 | 6,92E-05         | 8,43E-05         | 6,41E-05          | 6,20E-05          |
| Mars            | 4,73             | 4,66E-03         | 9,06E-04           | 40,6              | 41,7              | 1,40E-04 | 7,39E-04 | 6,22E-05         | 8,00E-05         | 5,68E-05          | 6,09E-05          |
| Avril           | 2,72             | 7,42E-03         | 1,07E-02           | 42,5              | 45,9              | 3,37E-04 | 1,01E-03 | 6,33E-05         | 8,48E-05         | 5,88E-05          | 5,92E-05          |
| Mai             | 2,13             | 1,48E-02         | 3,76E-03           | 40,3              | 47,5              | 3,46E-04 | 1,42E-03 | 6,85E-05         | 1,07E-04         | 6,80E-05          | 7,28E-05          |
| Juin            | 2,66             | 2,63E-03         | 1,09E-03           | 43,4              | 68,6              | 1,53E-03 | 1,45E-03 | 7,11E-05         | 1,11E-04         | 7,30E-05          | 8,34E-05          |
| Juillet         | 3,79             | 4,99E-03         | 8,20E-04           | 37,3              | 35,6              | 4,68E-04 | 1,11E-03 | 6,81E-05         | 8,72E-05         | 7,38E-05          | 7,64E-05          |
| Août            | 2,77             | /                | /                  | 38,3              | 12,7              | 3,57E-04 | 6,41E-04 | 6,53E-05         | 2,05E-04         | 6,84E-05          | 6,43E-05          |
| Septembre       | 1,57             | 3,01E-03         | 1,70E-04           | 35,3              | 12,4              | 9,18E-04 | 5,85E-04 | 6,99E-05         | 2,20E-04         | 6,58E-05          | 7,57E-05          |
| Octobre         | 1,25             | 2,07E-03         | 1,78E-03           | 35,1              | 10,9              | 1,30E-04 | 8,87E-04 | 6,79E-05         | 1,04E-04         | 6,41E-05          | 6,97E-05          |
| Novembre        | 1,92             | 7,58E-03         | 5,69E-03           | 38,1              | 9,62              | 3,19E-04 | 8,25E-04 | 6,07E-05         | 6,83E-05         | 5,20E-05          | 6,03E-05          |
| Décembre        | 6,96             | 1,61E-02         | 9,47E-03           | 172               | 55,8              | 1,62E-04 | 8,18E-04 | 5,27E-05         | 6,84E-05         | 5,32E-05          | 5,71E-05          |
| TOTAL<br>ANNUEL | 39,0             | 9,78E-02         | 3,88E-02           | 615               | 721               | 4,94E-03 | 1,08E-02 | 7,83E-04         | 1,32E-03         | 7,59E-04          | 8,03E-04          |

Bilan des rejets radioactifs gazeux 2022 :

|                 | Volumes<br>rejetés<br>(m³) | Activités<br>gaz rares<br>(GBq) | Activité<br>Tritium<br>(GBq) | Activité<br>Carbone 14<br>(GBq) | Activités<br>lodes<br>(GBq) | Activités<br>Autres PF<br>et PA<br>(GBq) |
|-----------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|
| Janvier         | 4,11E+08                   | 311                             | 36,4                         |                                 | 7,29E-04                    | 2,84E-04                                 |
| Février         | 3,51E+08                   | 170                             | 29,6                         | 82,2                            | 7,89E-04                    | 2,80E-04                                 |
| Mars            | 4,08E+08                   | 87,1                            | 69,2                         |                                 | 8,80E-04                    | 2,60E-04                                 |
| Avril           | 4,29E+08                   | 91,1                            | 113                          |                                 | 1,35E-03                    | 2,66E-04                                 |
| Mai             | 3,99E+08                   | 90,0                            | 120                          | 181                             | 1,77E-03                    | 3,16E-04                                 |
| Juin            | 3,82E+08                   | 115                             | 121                          |                                 | 2,97E-03                    | 3,39E-04                                 |
| Juillet         | 3,94E+08                   | 76,7                            | 140                          |                                 | 1,57E-03                    | 3,06E-04                                 |
| Août            | 4,09E+08                   | 53,8                            | 153                          | 63,6                            | 9,98E-04                    | 4,03E-04                                 |
| Septembre       | 3,84E+08                   | 49,2                            | 138                          |                                 | 1,50E-03                    | 4,32E-04                                 |
| Octobre         | 4,15E+08                   | 47,2                            | 78,4                         |                                 | 1,02E-03                    | 3,06E-04                                 |
| Novembre        | 4,19E+08                   | 49,7                            | 81,0                         | 189                             | 1,14E-03                    | 2,41E-04                                 |
| Décembre        | 4,09E+08                   | 235                             | 43,4                         | ]                               | 9,81E-04                    | 2,31E-04                                 |
| TOTAL<br>ANNUEL | 4,81E+09                   | 1 370                           | 1 120                        | 516                             | 1,57E-02                    | 3,66E-03                                 |

Il a été vérifié que les rejets ne présentent pas d'activité volumique alpha globale d'origine artificielle supérieure aux seuils de décision.

Il a été vérifié que les rejets au niveau des cheminées annexes ne présentent pas d'activité volumique bêta globale d'origine artificielle supérieure à 0,001Bq/m3.

#### d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022

|                      | Rejets par catégorie de radionucléides (GBq) |         |            |       |  |  |  |  |  |
|----------------------|--|---------|------------|-------|--|--|--|--|--|
| Année                | Gaz rares                                    | Tritium | Carbone 14 | lodes | Autres produits de fission et d'activation |  |  |  |  |
| 2020                 | 3470   | 954     | 410        | 0,053 | 0,0034                                     |  |  |  |  |
| 2021                 | 1403   | 967     | 379        | 0,021 | 0,0034                                     |  |  |  |  |
| 2022                 | 1370   | 1120    | 516        | 0,016 | 0,0037                                     |  |  |  |  |
| Prévisionnel<br>2022 | 2500   | 1 400   | 400        | 0,030 | 0,0040                                     |  |  |  |  |

#### **Commentaires:**

Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2022. Les rejets en Carbonne 14 sont légèrement supérieurs au prévisionnel 2022 tout en restant dans le même ordre de grandeur et inférieurs aux limites annuelles de rejets.



Surveillance de l'air.

#### e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0102.

|                                       |                  | Limites annuelles de                                 | Rejet  |                    |                                |
|---------------------------------------|------------------|--|--------|--------------------|--------------------------------|
| Paramètres Localisation prélèvement   |                  | Prescriptions  | Valeur | Valeur<br>annuelle | Valeur<br>maximale<br>annuelle |
|                                       | CNPE             | Activité annuelle rejetée<br>(GBq)                   | 72 000 | 1370               | Sans<br>objet                  |
| Gaz rares                             | Cheminée n°<br>1 | Débit d'activité moyen<br>journalier (Bq/s)          | 5,0E7  | Sans<br>objet      | 3,75E+5                        |
|                                       | Cheminée n°<br>2 | Débit d'activité moyen<br>journalier (Bq/s)          | 5,0E7  | Sans<br>objet      | 5,10E+5                        |
| Carbone 14                            | Installation     | Activité annuelle rejetée<br>(GBq)                   | 2200   | 516                | Sans<br>objet                  |
|                                       | CNPE             | Activité annuelle rejetée<br>(GBq)                   | 8000   | 1120               | Sans<br>objet                  |
| Tritium                               | Cheminée n°<br>1 | Débit d'activité moyen par période calendaire (Bq/s) | 5,0E6  | Sans<br>objet      | 3,63E+4                        |
|                                       | Cheminée n°<br>2 | Débit d'activité moyen par période calendaire (Bq/s) | 5,0E6  | Sans<br>objet      | 3,71E+4                        |
|                                       | CNPE             | Activité annuelle rejetée<br>(GBq)                   | 1,6    | 0,016              | Sans<br>objet                  |
| lodes                                 | Cheminée n°<br>1 | Débit d'activité moyen par période calendaire (Bq/s) | 500    | Sans<br>objet      | 1,53                           |
|                                       | Cheminée n°<br>2 | Débit d'activité moyen par période calendaire (Bq/s) | 500    | Sans<br>objet      | 0,72                           |
| Autres                                | CNPE             | Activité annuelle rejetée<br>(GBq)                   | 1,6    | 3,66E-3            | Sans<br>objet.                 |
| produits de<br>fission et<br>produits | Cheminée n°<br>1 | Débit d'activité moyen par période calendaire (Bq/s) | 500    | Sans<br>objet      | 0,19                           |
| d'activation                          | Cheminée n°<br>2 | Débit d'activité moyen par période calendaire (Bq/s) | 500    | Sans<br>objet      | 0,26                           |

#### **Commentaires:**

Les rejets radioactifs à l'atmosphère du CNPE du TRICASTIN respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n° 2008-DC-0102, tant sur les flux annuels que sur les débits instantanés, tout au long de l'année 2022.

#### 2. Évaluation des rejets diffus d'effluents radioactifs à l'atmosphère

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

- les évents de réservoirs d'entreposage des effluents radioactifs (T, S), le réservoir de stockage de l'eau borée pour le remplissage des piscines,

- les rejets de vapeur du circuit secondaire par le système de décharge à l'atmosphère, susceptibles de renfermer de la radioactivité en cas d'inétanchéité des tubes de générateurs de vapeur.

Ces rejets, ne transitant pas par la cheminée instrumentée, sont dits « diffus », et font l'objet d'une estimation mensuelle par calcul visant notamment à s'assurer de leur caractère négligeable.

Les cumuls mensuels des rejets diffus d'effluents radioactifs à l'atmosphère sont donnés dans le tableau suivant :

|                 | Rejets de vapeur du circuit<br>secondaire | Rejets au niveau des évents des<br>réservoirs d'eau de refroidissement<br>des piscines et d'entreposage des<br>effluents liquides |
|-----------------|---|---|
|                 | Tritium (Bq)                              | Tritium (Bq)  |
| Janvier         | 4,00E+07                                  | 7,74E+07  |
| Février         | 6,00E+07                                  | 7,06E+07  |
| Mars            | 4,00E+07                                  | 5,88E+07  |
| Avril           | 2,00E+07                                  | 5,66E+07  |
| Mai             | 3,00E+07                                  | 5,58E+07  |
| Juin            | 2,50E+08                                  | 7,52E+07  |
| Juillet         | Pas de rejet                              | 7,52E+07  |
| Août            | 2,00E+07                                  | 6,44E+07  |
| Septembre       | Pas de rejet                              | 7,52E+07  |
| Octobre         | Pas de rejet                              | 3,18E+07  |
| Novembre        | 1,00E+08                                  | 6,46E+07  |
| Décembre        | 3,00E+07                                  | 2,53E+07  |
| TOTAL<br>ANNUEL | 5,90E+08                                  | 7,31E+08  |

La somme totale des rejets diffus de tritium est de 1,32E+9 Bq sur l'année 2022, soit 0,1 % des rejets tritium totaux de l'année 2022.

### 3. Evaluation des rejets diffus d'effluents à l'atmosphère non radioactifs

Les CNPE engendrent également des rejets d'effluents à l'atmosphère non radioactifs dont les origines sont :

- Le lessivage chimique des générateurs de vapeur : l'encrassement des générateurs de vapeur peut nécessiter un lessivage chimique à l'origine de rejets chimiques à l'atmosphère (ammoniac...) qui nécessitent une autorisation administrative ; ces rejets sont, soit mesurés, soit estimés par calcul en fonction des quantités de produits chimiques utilisés.
- Les émissions des groupes électrogènes de secours : les groupes électrogènes de secours composés de moteurs diesel, les Turbines à Combustion (TAC) et les Diesels d'Ultime Secours (DUS) fonctionnant au gasoil sont destinés uniquement à alimenter des systèmes de sécurité et/ou à prendre le relais de l'alimentation électrique principale en cas de défaillance de celle-ci. Ils ont donc un rôle majeur en termes de sûreté nucléaire. Les émissions des gaz de combustion (SO2, NOX) de ces matériels de petites puissances sont faibles sachant qu'ils ne fonctionnent que peu de temps (moins de 50 h/an par diesel) lors des essais périodiques ou d'incidents.
- Les émissions de fluides frigorigènes. En effet, un CNPE est équipée de groupes frigorifiques pour assurer la production d'eau glacée et pour la réfrigération des locaux techniques et administratifs. Ces matériels utilisent des produits pouvant accroître l'effet de serre. Le fonctionnement des matériels et les opérations de maintenance conduisent à des émissions de fluides frigorigène. Ces émissions sont réglementairement déclarées et comptabilisées et des actions sont prises pour remédier à la situation.
- Les opérations de maintenance effectuées dans les bâtiments réacteur des CNPE : Lors de ces opérations, une quantité plus ou moins importante de calorifuges est changée par des produits neufs. Pendant les phases de montée en température correspondant à la remise en service des installations, certains types de calorifuges émettent, par dégradation thermique, des vapeurs formolées dans l'enceinte, qui peuvent être à l'origine de rejets de monoxyde de carbone.
- Le conditionnement de circuit à l'arrêt : à l'occasion des arrêts de tranche pour une durée supérieure à une semaine, la conservation humide des générateurs de vapeur permet de s'affranchir du risque de corrosion des matériaux constitutifs et de disposer d'une barrière biologique (écran d'eau) pour réaliser des travaux environnants. Les générateurs de vapeur sont alors remplis avec de l'eau déminéralisée conditionnée à l'hydrazine et additionnée avec de l'ammoniaque dans des proportions définies dans les spécifications chimiques de conservation à l'arrêt.

#### a. Rejets d'oxyde de soufre et d'azote

La quantité annuelle évaluée d'oxyde de soufre (SOx) et d'azote (NOx) rejetée dans l'atmosphère lors du fonctionnement périodique des groupes électrogènes de secours (moteurs Diesels) ayant fonctionné pendant 254 heures et des diesels d'ultime secours (DUS) ayant fonctionné pendant 60 heures, au total sur les 4 tranches du CNPE du TRICASTIN en 2022 est de :

| Paramètre | Unité | Groupes<br>électrogènes | DUS | TOTAL |
|-----------|-------|-------------------------|-----|-------|
| SOx       | kg    | 2                       | 0   | 2     |
| NOx       | kg    | 19340                   | 322 | 19662 |

#### b. Rejets de formaldéhyde et de monoxyde de carbone

En 2022, 27 m³ de calorifuges dans les enceintes des bâtiments réacteurs 1, 2 3 et 4 ont été renouvelés.

Ce volume permet une estimation des concentrations maximales de formaldéhyde et de monoxyde de carbone ajoutées dans l'atmosphère.

| Concentration calculée                           | Unité             | Paramètres          | EBA      | ETY      |
|--|-------------------|---------------------|----------|----------|
| Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère |                   | Formaldéhyde        | 2,96E-03 | 7,00E-05 |
|  | mg/m <sup>3</sup> | Monoxyde de carbone | 2,76E-03 | 6,54E-05 |

### c. Rejets de substances volatiles en lien avec le conditionnement de circuits à l'arrêt

L'estimation du rejet des espèces volatiles est la suivante :

| Paramètre    | Unité | TOTAL |
|--------------|-------|-------|
| Ammoniac     | len.  | 77    |
| Ethanolamine | kg    | 33    |

#### d. Bilan des émissions gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes

Un bilan des émissions de gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes est réalisé annuellement par le CNPE du TRICASTIN.

L'estimation des émissions de gaz à effet de serre et de fluides frigorigènes est la suivante :

| Paramètre                             | Masse en kg | Tonne équivalent CO <sub>2</sub> |
|---------------------------------------|-------------|----------------------------------|
| Chloro-fluoro-carbone (CFC)           | 0           | 0                                |
| Hydrogéno-chloro-fluor-carbone (HCFC) | 0           | 0                                |
| Hydrogéno-fluoro-carbone (HFC)        | 182,3       | 314                              |
| Hexafluorure de soufre (SF6)          | 0           | 0                                |
| Total des émissions de GES en tonne e | 314         |                                  |

Dans le respect de la règlementation relative aux systèmes d'échanges de quota d'émissions de gaz à effet de serre, le CNPE déclare chaque année les émissions de CO<sub>2</sub> provenant de l'activité de combustion de combustibles dans les installations dont la puissance thermique totale de combustion est supérieure à 20 MW. Pour l'année 2022, les émissions liées à cette activité représentent 463 tonne équivalent CO<sub>2</sub>.

L'équivalent CO<sub>2</sub> total des émissions de GES du CNPE constituées des pertes de fluides frigorigène et SF6 et de la combustion des diesels de secours, représente 3,49 10<sup>-2</sup>

gCO2 / kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 22,27 TWh sur l'année 2022.

## 4. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de rejets d'effluents à l'atmosphère

L'année 2022 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires. Une modification programmée des systèmes de contrôles et prélèvements de la cheminé du bâtiment des auxiliaires nucléaire et du bâtiment réacteur des réacteurs 2 et 4 a été effectuée.

#### 5. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents à l'atmosphère

Le CNPE du TRICASTIN n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejets d'effluents à l'atmosphère en 2022.

#### II. Rejets d'effluents liquides

#### 1. Rejets d'effluents liquides radioactifs

Lorsque l'on exploite un CNPE, des effluents liquides radioactifs sont produits :

- Les effluents provenant du circuit primaire dits « effluents primaires hydrogénés » contiennent des gaz de fission (xénons, iodes, césiums, ...) et des produits d'activation (cobalts, manganèse, tritium, carbone 14...) et de fission. Ces effluents sont essentiellement produits en phase d'exploitation du fait des mouvements d'eau primaire effectués lors des variations de puissance ou de l'ajustement des paramètres chimiques de l'eau du réacteur...).
- Les effluents issus des circuits auxiliaires dits « effluents usés » constituent le reste des effluents. Ils résultent principalement des opérations de maintenance nécessitant des vidanges de circuit (filtres, déminéraliseurs, échangeurs...), des opérations d'évacuation du combustible usé et de conditionnement des résines usées, des actions de maintien de la propreté des installations (lavage du sol et du linge).

La totalité de ces effluents est collectée, puis traitée, pour retenir l'essentiel de la radioactivité.

Les effluents issus du circuit primaire sont dirigés vers le circuit de Traitement des Effluents Primaires (TEP). Celui-ci comprend une chaîne de filtration et de déminéralisation, un dégazeur permettant d'envoyer les gaz dissous vers le système de Traitement des Effluents Gazeux (TEG), et une chaîne d'évaporation permettant de séparer l'effluent traité en un distillat (eau) d'activité volumique faible pouvant être recyclé ou rejeté le cas échéant, et en un concentrat renfermant le bore, qui est généralement recyclé vers le circuit primaire.

Les effluents liquides oxygénés recueillis dans les puisards des différents locaux sont dirigés vers le circuit de Traitement des Effluents Usés (TEU) où ils sont traités. Collectés sélectivement suivant plusieurs catégories (résiduaires, chimiques, planchers, servitudes), le traitement de ces effluents, approprié à leurs caractéristiques physico-chimiques, peut se faire:

- par filtration et déminéralisation (résines échangeuses d'ions) permettant de retenir l'essentiel de la radioactivité,
- sur chaîne d'évaporation, permettant d'obtenir d'une part un distillat épuré chimiquement et d'activité faible, et d'autre part un concentrat composé principalement d'acide borique,
- par filtration pour les drains de planchers et servitudes (laverie, douches...) peu radioactifs.

Les effluents sont ensuite acheminés vers des réservoirs d'entreposage dénommés réglementairement T ou S, où ils sont analysés, sur le plan radioactif et sur le plan chimique, avant d'être rejetés, en respectant la réglementation.

Les eaux issues des salles des machines (groupe turbo-alternateur) ne sont pas considérées comme des effluents radioactifs au sens de la réglementation (article 2.3.3 de la décision ASN n°2017-DC-0588). Ces eaux sont collectées sans traitement préalable vers des réservoirs dénommés réglementairement Ex où elles sont contrôlées avant d'être rejetées.

#### a. Règles spécifiques de comptabilisation

Ces règles s'appuient en premier lieu sur la définition de « spectres de référence », en fonction du type de rejet (liquides ou atmosphériques). Ces rejets sont constitués d'une liste de radionucléides à identifier par les moyens de mesure adéquats. Cette liste a été déterminée par une étude réalisée de 1996 à 1999 sur l'ensemble du parc des CNPE d'EDF. Toutes les substances figurant dans plus de 90 % des analyses figurent dans cette liste. Des radionucléides comme l'iode, peu présent dans les rejets, figurent également dans cette liste, mais pour des raisons historiques.

La deuxième règle fondamentale consiste à déclarer obligatoirement une activité rejetée pour les radionucléides appartenant à ces différents « spectres de référence ». Les radionucléides dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision¹ donnent lieu à une comptabilisation d'activité rejetée égale au SD.

Les cumuls mensuels sont établis par sommation des activités rejetées pour chacune des catégories d'effluents du mois considéré (T, S, Ex). Les cumuls annuels sont égaux à la somme des cumuls mensuels.

#### b. Spectre de référence des rejets d'effluents radioactifs liquides

Le bilan des rejets d'effluents radioactifs liquides est déterminé pour chacune des quatre familles de radionucléides réparties comme suit :

- le Tritium,
- le Carbone 14,
- les lodes,

- les autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta et/ou gamma (PF-PA).

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> D'après le Bilan de l'état radiologique de l'environnement français de l'IRSN: « Le seuil de décision est la valeur minimale que doit avoir la mesure d'un échantillon pour que le métrologiste puisse « décider » que cette activité est présente et donc mesurée. En dessous de cette valeur, l'activité de l'échantillon est donc trop faible pour être estimée. Ce seuil de décision dépend de la performance et du rayonnement ambiant autour des moyens métrologiques utilisés. »

Le tableau ci-dessous est un rappel du spectre de référence des rejets radioactifs liquides.

| Paramètres             | Radionucléide      |
|------------------------|--------------------|
| Tritium                | <sup>3</sup> H     |
| Carbone 14             | <sup>14</sup> C    |
| lodes                  | 131                |
|                        | <sup>54</sup> Mn   |
|                        | <sup>63</sup> Ni   |
|                        | <sup>58</sup> Co   |
|                        | <sup>60</sup> Co   |
| Produits de fission et | <sup>110m</sup> Ag |
| d'activation           | <sup>123m</sup> Te |
|                        | <sup>124</sup> Sb  |
|                        | <sup>125</sup> Sb  |
|                        | <sup>134</sup> Cs  |
|                        | <sup>137</sup> Cs  |

#### c. Cumul mensuel

Les cumuls mensuels des rejets d'effluents radioactifs liquides sont donnés dans les tableaux suivants :

|                 | 131   | <sup>54</sup> Mn | <sup>63</sup> Ni | <sup>58</sup> Co | <sup>60</sup> Co | <sup>110m</sup> Ag | <sup>123m</sup> Te | <sup>124</sup> Sb | 125Sb(MBq | <sup>134</sup> Cs | <sup>137</sup> Cs |
|-----------------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------------|
|                 | (MBq) | (MBq)            | (MBq)            | (MBq)            | (MBq)            | (MBq)              | (MBq)              | (MBq)             | )         | (MBq)             | (MBq)             |
| Janvier         | 1,4   | 1,4              | 3,75             | 1,3              | 16,2             | 6,6                | 1,2                | 1,4               | 4,1       | 1,4               | 1,5               |
| Février         | 1,2   | 1,2              | 3,07             | 1,2              | 8,2              | 5,3                | 1,4                | 1,2               | 3,5       | 1,2               | 1,3               |
| Mars            | 2,4   | 2,2              | 4,94             | 2,1              | 18,7             | 13,6               | 1,9                | 2,1               | 6,6       | 2,1               | 2,4               |
| Avril           | 1,9   | 1,9              | 5,28             | 1,8              | 16,9             | 6,3                | 1,6                | 1,8               | 5,5       | 1,9               | 2,0               |
| Mai             | 1,8   | 1,6              | 4,24             | 1,6              | 22,4             | 15,4               | 1,5                | 1,7               | 4,9       | 1,8               | 1,8               |
| Juin            | 1,8   | 1,7              | 4,18             | 1,6              | 17,8             | 5,8                | 1,4                | 1,9               | 4,9       | 1,6               | 1,9               |
| Juillet         | 1,5   | 1,5              | 3,68             | 1,5              | 20,4             | 7,7                | 1,9                | 1,5               | 4,3       | 1,4               | 1,5               |
| Août            | 1,4   | 1,3              | 4,07             | 1,3              | 9,4              | 2,6                | 1,4                | 1,3               | 3,4       | 1,2               | 1,4               |
| Septembr<br>e   | 1,9   | 1,9              | 5,14             | 2,1              | 42,1             | 10,1               | 1,6                | 1,8               | 5,3       | 1,8               | 2,4               |
| Octobre         | 0,9   | 0,8              | 1,98             | 0,8              | 10,0             | 2,5                | 0,7                | 0,8               | 2,5       | 0,8               | 0,8               |
| Novembre        | 1,8   | 1,7              | 4,82             | 1,7              | 21,4             | 5,8                | 1,4                | 1,7               | 5,1       | 1,6               | 2,0               |
| Décembre        | 1,2   | 1,3              | 8,10             | 1,3              | 28,0             | 4,5                | 1,0                | 1,5               | 3,5       | 1,2               | 1,6               |
| TOTAL<br>ANNUEL | 19,3  | 18,5             | 53,2             | 18,1             | 231              | 86,2               | 17,0               | 18,6              | 54,0      | 18,0              | 20,7              |

|                 | Volumes<br>rejetés (m³) | Activité<br>Tritium<br>(MBq) | Activité<br>Carbone 14<br>(MBq) | Activités<br>lodes<br>(MBq) | Activités<br>Autres PF et<br>PA* (MBq) |
|-----------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|
| Janvier         | 3,02E+04                | 6,25E+06                     | 5,51E+03                        | 1,4                         | 35,1                                   |
| Février         | 3,15E+04                | 5,80E+06                     | 6,42E+03                        | 1,2                         | 24,3                                   |
| Mars            | 3,30E+04                | 4,19E+06                     | 1,14E+04                        | 2,4                         | 51,7                                   |
| Avril           | 2,36E+04                | 3,35E+06                     | 7,21E+03                        | 1,9                         | 39,8                                   |
| Mai             | 3,31E+04                | 1,95E+06                     | 4,61E+03                        | 1,8                         | 52,8                                   |
| Juin            | 2,20E+04                | 2,39E+06                     | 5,27E+03                        | 1,8                         | 38,5                                   |
| Juillet         | 2,39E+04                | 2,37E+06                     | 3,50E+03                        | 1,5                         | 41,7                                   |
| Août            | 2,08E+04                | 3,25E+06                     | 6,55E+03                        | 1,4                         | 23,7                                   |
| Septembre       | 2,35E+04                | 2,51E+06                     | 6,54E+03                        | 1,9                         | 69,0                                   |
| Octobre         | 1,85E+04                | 1,59E+06                     | 2,00E+03                        | 0,9                         | 19,7                                   |
| Novembre        | 3,45E+04                | 1,84E+06                     | 2,54E+03                        | 1,8                         | 42,4                                   |
| Décembre        | 3,77E+04                | 2,01E+06                     | 2,25E+03                        | 1,3                         | 43,8                                   |
| TOTAL<br>ANNUEL | 3,32E+05                | 3,75E+07                     | 6,38E+04                        | 19,3                        | 483                                    |

<sup>\*</sup>Activité Autres PF et PA, hors 3H, 14C et 63Ni

Conformément à la règlementation, il a été vérifié que les rejets liquides ne présentent pas d'activité volumique alpha globale d'origine artificielle supérieure aux seuils de décision.

Les eaux issues des salles des machines, rejetées par les réservoirs EX, sont conformes à la réglementation (article 2.3.3 de la décision ASN n°2017-DC-0588) et ne présentent pas d'activité en tritium supérieur à 400 Bq/l en 2022.

#### d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022.

|                      | Rejets par catégorie de radionucléides (MBq) |            |       |                     |  |  |  |  |
|----------------------|--|------------|-------|---------------------|--|--|--|--|
|                      | Tritium                                      | Carbone 14 | lodes | Autres PA et<br>PF* |  |  |  |  |
| 2020                 | 3,85E+07                                     | 4,92E+04   | 26    | 1207                |  |  |  |  |
| 2021                 | 4,21E+07                                     | 4,37E+04   | 20,9  | 894                 |  |  |  |  |
| 2022                 | 3,75E+07                                     | 6,38E+04   | 19,3  | 483                 |  |  |  |  |
| Prévisionnel<br>2022 | 5,50E+07                                     | 4,50E+04   | 30    | 1 200               |  |  |  |  |

<sup>\*</sup>Activité Autres PF et PA, hors 3H, 14C et 63Ni

#### **Commentaires:**

Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2022 avec une augmentation des rejets de Carbonne 14 liquide qui reste du même ordre de grandeurs que les années précédentes et du prévisionnel 2022 et inferieur à la limite règlementaire.

#### e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0102.

|   | Limites annuelles o             | Rejet  |        |
|---|---------------------------------|--------|--------|
| Paramètres                                      | Prescriptions                   | Valeur | Valeur |
| Tritium   | Activité annuelle rejetée (GBq) | 90 000 | 37 500 |
| Carbone 14                                      | Activité annuelle rejetée (GBq) | 260    | 63,8   |
| lodes   | Activité annuelle rejetée (MBq) | 600    | 19,3   |
| Autres PA et PF* Activité annuelle rejetée (MBc |                                 | 60 000 | 536    |

<sup>\*</sup>Activité Autres PA et PF, 63Ni inclus

#### **Commentaires:**

Les limites réglementaires de rejets liquide radioactifs ont été respectées en 2022.

#### f. Surveillance des eaux de surface

Des prélèvements d'eau dans le canal de Donzère/Mondragon sont réalisés lors de chaque rejet d'effluents liquides radioactifs (à mi-rejet). Des prélèvements journaliers sont également réalisés en dehors des périodes de rejet. Plusieurs analyses sont réalisées sur ces échantillons (mesure de bêta globale, de tritium et de la teneur en potassium sur l'eau filtrée et mesures de l'activité bêta globale sur les matières en suspension). Ces analyses permettent de s'assurer du respect des valeurs d'activités volumiques limites fixées par la réglementation.

Les résultats des mesures réalisées sur les eaux de surface pour l'année 2022 sont donnés dans le tableau suivant (valeurs moyennes et maximales).

|                        |                          | Activité volumique horaire à mi-rejet   |  |                         | Activité volumique : moyenne<br>journalière |  |                         |
|------------------------|--------------------------|---|--|-------------------------|---|--|-------------------------|
|                        | Paramètre<br>analysé     | Valeur<br>moyenne<br>mesurée<br>en 2022 | Valeur<br>maximale<br>mesurée<br>en 2022 | Limite<br>réglementaire | Valeur<br>moyenne<br>mesurée<br>en 2022     | Valeur<br>maximale<br>mesurée<br>en 2022 | Limite<br>réglementaire |
| Eau filtrée            | Activité bêta<br>globale | 0,14 Bq/L                               | 0,35 Bq/L                                | 2 Bq/L                  | Sans objet                                  |  |                         |
|                        | Tritium                  | 25 Bq/L                                 | 71 Bq/L                                  | 280 Bq/L                | 9,7 Bq/L                                    | 45 Bq/L                                  | 140* /100**<br>Bq/L     |
|                        | Potassium                | 0,8 mg/L                                | 2,6 mg/L                                 | Sans objet              | Sans objet                                  |  |                         |
| Matières en suspension | Activité bêta<br>globale | 0,02 Bq/kg<br>sec                       | 0,08 Bq/kg<br>sec                        | Sans objet              | Sans objet                                  |  |                         |

<sup>\*</sup>en présence de rejets radioactifs / \*\* en l'absence de rejets radioactifs

#### **Commentaires:**

Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 2022 sont cohérentes avec les valeurs attendues. Les mesures d'activité bêta globale et de l'activité en tritium dans l'eau sont inférieures aux limites réglementaires.

#### 2. Rejets d'effluents liquides chimiques

Le fonctionnement d'un CNPE nécessite l'utilisation de substances chimiques et donne lieu à des rejets chimiques par voie liquide dans l'environnement.

Ces rejets d'effluents chimiques sont issus :

- des produits de conditionnement des circuits primaire, secondaire et auxiliaires utilisés pour garantir l'intégrité des matériels contre la corrosion (rejets chimiques associés aux effluents radioactifs ou non)
- de la production d'eau déminéralisée,
- du traitement des eaux vannes (eaux rejetées par les installations domestiques),

-

Les principales substances utilisées sont :

- l'acide borique (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) : le bore contenu dans cet acide est « avide » des neutrons produits lors de la réaction nucléaire. C'est une substance neutrophage, qui permet donc le contrôle de la réaction de fission et donc le pilotage du réacteur. Ce bore est dissous dans l'eau du circuit primaire.
- la lithine (LiOH) : ce produit est utilisé pour maintenir le pH du circuit primaire. En effet, le bore est sous forme acide. Pour éviter les effets de corrosion liés à cet acide, de la lithine est ajoutée à l'eau du circuit primaire afin d'ajuster le pH à celui de moindre corrosion. La concentration en lithine est donc directement liée à celle du bore.
- l'hydrazine (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) : ce produit est utilisé principalement dans le circuit secondaire comme un agent anti-oxydant. Il permet d'éliminer l'oxygène dissous dans le mélange eau-vapeur, et ainsi maintenir là aussi un pH de moindre corrosion du circuit secondaire.
- L'éthanolamine (C<sub>2</sub>H<sub>7</sub>NO) et l'ammoniaque (NH<sub>4</sub>OH) sont des amines volatiles qui peuvent être employées, seules ou en combinaison, pour maintenir le bon pH dans le circuit secondaire. Elles complètent l'action de l'hydrazine. Le mode de conditionnement du circuit secondaire a évolué avec les années pour tenir compte du retour d'expérience interne et étranger. L'éthanolamine (C<sub>2</sub>H<sub>7</sub>NO), utilisée sur quelques CNPE, constitue une alternative intéressante à la morpholine, en particulier pour la protection des pièces internes des générateurs de vapeur et des purges des sécheurs-surchauffeurs de la turbine.
- le phosphate trisodique (Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) : comme l'hydrazine, le phosphate est utilisé pour le conditionnement des circuits de refroidissement intermédiaires.
- les détergents: ces produits sont régulièrement utilisés pour le nettoyage des locaux industriels; qu'ils soient en ou hors zone contrôlée. Ils sont également utilisés à la laverie du CNPE pour le nettoyage des tenues d'intervention.

Par ailleurs, l'abrasion et la corrosion naturelles des tubes en laiton des condenseurs peut entraîner des rejets de cuivre et de zinc.

Les autres rejets chimiques réglementés ont pour origine l'installation de production d'eau déminéralisée, le traitement des eaux vannes et usées, dans la station d'épuration, ainsi que le traitement des eaux potentiellement huileuses issues de la salle des machines, des transformateurs principaux. Les rejets des eaux pluviales également réglementés au niveau des émissaires de rejet.

## a. État des connaissances sur la toxicité de l'éthanolamine et de ses produits dérivés

Il n'y a pas d'évolution récente des connaissances sur la toxicité de l'éthanolamine et des sous-produits associés. Les principaux effets connus sont rappelés ci-après.

- L'éthanolamine a des propriétés irritantes (oculaire, cutané, brûlure d'œsophage dans le cas de l'ingestion) et corrosives. Aucune VTR issue des bases de données de référence n'est associée à cette substance.
- Les produits de dégradation de l'éthanolamine sont constitués des ions acétates, formiates, glycolates et oxalates, ainsi que de méthylamine et d'éthylamine. Il s'agit de substances irritantes voire corrosives, qui sont faiblement toxiques dans les conditions de rejet. Aucune VTR issue des bases de données de référence n'est associée à ces substances.

L'étude d'impact n'a pas mis en évidence de risque sanitaire attribuable aux rejets liquides d'éthanolamine et de ses produits dérivés.

# b. Règles spécifiques de comptabilisation

En application de l'article 3.2.7. -l. de la décision ASN n° 2013-DC-0360 modifiée, une nouvelle règle est appliquée à compter du 1er janvier 2015 pour la comptabilisation des quantités de substances chimiques rejetées. Cette nouvelle règle consiste à retenir par convention une valeur de concentration égale à la limite de quantification divisée par deux lorsque le résultat de la mesure est en dessous de la limite de quantification des moyens métrologiques employés pour effectuer l'analyse.

# c. Rejets d'effluents liquides chimiques issu des réservoirs T, S et Ex.

#### i. Cumul mensuel et annuel

Les cumuls mensuels des rejets chimiques transitant par l'ouvrage de rejet principal et issus des réservoirs T,S et Ex (réservoirs de stockage des effluents pour analyses et rejet) sont donnés dans le tableau suivant :

|                 | Acide borique<br>(kg) | Hydrazine<br>(kg) | Ethanolamine<br>(kg) | Détergents<br>(kg) | Azote total<br>(kg) | Phosphates<br>(kg) |
|-----------------|-----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Janvier         | 769                   | 0,17              | 1,24                 | 4,2                | 228                 | 2,3                |
| Février         | 1530                  | 0,76              | 0,79                 | 9,5                | 245                 | 19,3               |
| Mars            | 2140                  | 0,09              | 8,12                 | 5,0                | 256                 | 9,3                |
| Avril           | 1500                  | 0,06              | 0,59                 | 4,4                | 200                 | 27,7               |
| Mai             | 306                   | 0,08              | 0,83                 | 4,2                | 223                 | 11,1               |
| Juin            | 48                    | 0,05              | 2,3                  | 4,3                | 218                 | 8,4                |
| Juillet         | 290                   | 0,06              | 0,6                  | 3,3                | 317                 | 2,9                |
| Août            | 586                   | 0,05              | 0,5                  | 3,1                | 205                 | 2,2                |
| Septembre       | 396                   | 0,06              | 0,6                  | 4,0                | 164                 | 8,8                |
| Octobre         | 39                    | 0,06              | 0,46                 | 1,6                | 134                 | 1,8                |
| Novembre        | 117                   | 0,09              | 0,88                 | 4,3                | 110                 | 16,3               |
| Décembre        | 585                   | 0,31              | 2,1                  | 3,2                | 218                 | 7,6                |
| TOTAL<br>ANNUEL | 8305                  | 1,24              | 19,0                 | 51,2               | 2518                | 118                |

# ii. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents non radioactifs liquides de l'année 2022 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022.

| Substances    | Unité | 2020  | 2021  | 2022  | Prévisionnel<br>2022 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
| Acide borique | kg    | 9 115 | 8 237 | 8 305 | 11 000               |
| Ethanolamine  | kg    | 17,2  | 14,7  | 19,0  | 25                   |
| Hydrazine     | kg    | 1,51  | 1,18  | 1,24  | 1,80                 |
| Détergents    | kg    | 50,3  | 48,3  | 51,2  | 60                   |
| Azote total   | kg    | 2 688 | 2 788 | 2 518 | 2 800                |
| Phosphates    | kg    | 161   | 159   | 118   | 190                  |

#### **Commentaires:**

Les valeurs annuelles de rejets d'effluents non radioactifs sur l'année 2022 sont cohérentes avec les années précédentes et inferieures au prévisionnel 2022.

# iii. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0102 du 13 mai 2008 fixant les limites de rejets dans l'environnement du CNPE du TRICASTIN pour les réservoirs T,S et Ex.

|                  | Limite          | Rejet 2022                             | Limite           | Rejet 2022                            | Limite                        | Rejet 2022                        | Limite  | Rejet 2022                               |
|------------------|-----------------|--|------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---|--|
| Substances       | Flux 2h<br>(kg) | Valeur<br>maximale<br>calculée<br>(kg) | Flux 24h<br>(kg) | Valeur<br>maximal<br>calculée<br>(kg) | Flux<br>annuel<br>ajouté (kg) | Flux<br>annuel<br>calculé<br>(kg) | Concentration<br>maximale<br>ajoutée au<br>rejet (mg/l) | Valeur<br>maximale<br>calculée<br>(mg/l) |
| Acide<br>borique | 1 500           | 253                                    | 2 400            | 549                                   | 17 000                        | 8 305                             | 9,8   | 0,32                                     |
| Hydrazine        | Sans            | objet                                  | 5                | 0,13                                  | 50                            | 1,24                              | 1,10E-02  | 2,62E-05                                 |
| Ethanolamine     | Sans            | objet                                  | 27               | 5,27                                  | 1 280                         | 19,0                              | 9,10E-02  | 8,00E-03                                 |
| Azote            | 26              | 12,2                                   | 48               | 29,3                                  | 7 600                         | 2 518                             | Sans of   | objet                                    |
| Phosphates       | 120             | 4,2                                    | 205              | 9,9                                   | 1 250                         | 118                               | 0,78  | 4,40E-03                                 |
| Détergents       | 300             | 2,6                                    | 480              | 6,5                                   | 8 100                         | 51,2                              | 1,95  | 2,10E-03                                 |
| Métaux<br>totaux |                 |  | 13               | 3,8                                   |                               |                                   | Sans o  | objet                                    |
| MES              | Sans            | Sans objet                             |                  | 32,8                                  | Sans                          | objet                             | 0,55  | 0,019                                    |
| DCO              |                 |  | 960              | 60,6                                  |                               |                                   | 3,2   | 0,038                                    |

L'article 5.3.1 de la décision ASN n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2022, la quantité de lithine rejetée par le CNPE du TRICASTIN est mesurée à 0,22 kg.

# **Commentaires:**

Les rejets liquides chimiques de l'année 2022 issus des réservoirs T, S et Ex respectent les valeurs limites de rejet de la décision ASN n° 2008-DC-0102 du 13 mai 2008.

# d. Rejets d'effluents liquides chimiques issus de la station de déminéralisation du CNPE de TRICASTIN

Ce paragraphe présente les flux 24h de rejets de substances chimiques règlementées liés uniquement à la station de déminéralisation du CNPE du TRICASTIN pour l'année 2022.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites règlementées fixées par la décision ASN n°2008-DC-0102.

|            | Limite           | Rejet 2022                      |
|------------|------------------|---------------------------------|
| Substances | Flux 24h<br>(kg) | Valeur maximal calculée<br>(kg) |
| Sulfate    | 3450             | 1 910                           |
| Chlorure   | 856              | 126                             |
| MES        | 300              | 226                             |

#### **Commentaire:**

Les rejets liquides chimiques issus de la station de déminéralisation respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n°2008-DC-0102 en 2022.

# e. Rejets d'effluents liquides chimiques issus de plusieurs origines

Ce paragraphe présente les rejets de substances chimiques réglementées et issus de plusieurs origines du CNPE du TRICASTIN pour l'année 2022.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2022 avec les valeurs limites.

|               | Limite           | Rejet 2022                  | Limite   | Rejet 2022                         |
|---------------|------------------|-----------------------------|--|------------------------------------|
| Substances    | Flux 24h<br>(kg) | Valeur maximale<br>(kg/24h) | Concentration<br>maximale ajoutée au<br>rejet (mg/l) | Valeur maximale<br>calculée (mg/l) |
| Sodium        | 1770             | 1 220                       | 3,4  | 2,6                                |
| Azote         | 66               | 29,9                        | 0,23   | 0,010                              |
| Métaux totaux | 28               | 5,6                         | 0,07   | 0,003                              |

# **Commentaires:**

Les rejets liquides chimiques issus de plusieurs origines respectent les valeurs limites de rejet de la décision ASN n°2008-DC-0102 pour l'année 2022.

# 3. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de rejets liquides

En 2022, le CNPE du Tricastin a effectué des visites internes règlementaires à fréquence quinquennale sur les réservoirs de stockage des effluents liquides 0TER 001BA (réservoir S1) et 0KER 006BA (réservoir T6) avec une réfection du revêtement intérieur du réservoir T6. Aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

# 4. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides

#### **Commentaires:**

Le CNPE du TICASTIN n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2022.

# III. Rejets thermiques

Dans un CNPE, le fluide « eau-vapeur » du circuit secondaire suit un cycle thermodynamique au cours duquel il échange de l'énergie thermique avec deux sources de chaleur, l'une chaude, l'autre froide.

Le circuit assurant le refroidissement du condenseur (circuit tertiaire) constitue la source froide dont la température varie entre 0 °C et 30 °C environ. La source froide, nécessaire au fonctionnement, peut être apportée :

- soit directement par l'eau prélevée en rivière ou en mer dans un circuit dit ouvert,
- soit indirectement par l'air ambiant au moyen d'un aéroréfrigérant dans un circuit dit fermé.

Lorsque le CNPE est situé sur un cours d'eau à grand débit, en bord de mer ou sur un estuaire, l'eau prélevée à l'aide de pompes de circulation passe dans les nombreux tubes du condenseur où elle s'échauffe avant d'être restituée intégralement au milieu aquatique.

L'échauffement de l'eau (écart de température entre la sortie et l'entrée :  $\Delta T^{\circ}C$ ) est lié à la puissance thermique (Pth) à évacuer au condenseur et du débit d'eau brute au condenseur (Q).

Afin de réduire le volume d'eau prélevée et limiter l'échauffement du milieu aquatique, le refroidissement des CNPE implantés sur des cours d'eau à faible ou moyen débit est assuré en circuit fermé au moyen d'aéroréfrigérants. Dans un aéroréfrigérant, une grande part de la chaleur extraite du condenseur est transférée directement à l'atmosphère sous forme de chaleur latente de vaporisation (75 %) et sous forme de chaleur sensible (25 %). Le reste de la chaleur est rejeté au cours d'eau par la purge. La purge de l'aéroréfrigérant constitue donc le rejet thermique de l'installation.

Les contrôles destinés à s'assurer du respect des limites réglementaires s'appuient sur des mesures de températures réalisées dans le rejet et dans l'environnement ou sur des calculs effectués à partir de paramètres physiques tels que le rendement thermodynamique, l'énergie électrique produite, les débits de rejet et du cours d'eau.

# 1. En conditions climatiques normales

Les rejets thermiques issus du circuit de refroidissement du CNPE du TRICASTIN et des différents circuits secondaires nécessaires à son fonctionnement doivent respecter les limites fixées dans la décision ASN n°2008-DC-0102 du 13 mai 2008.

Le CNPE du TRICASTIN réalise en continu des mesures de températures en amont, au rejet et en aval du CNPE et un suivi des rejets thermiques conformément aux autorisations de rejet en vigueur. Les paramètres règlementés sont la température moyenne journalière calculée du canal en aval après mélange et l'échauffement moyen journalier calculé du canal entre l'amont et l'aval du CNPE.

Les limites thermiques des conditions climatiques normales définies par la décision n° 2008-DC-0102 sont :

- 28°C pour la température moyenne journalière calculée du canal en aval après mélange
- 4°C pour l'échauffement moyen journalier calculé du canal entre l'amont et l'aval du CNPE.

La valeur limite de l'échauffement moyen journalier du canal entre l'amont et l'aval du pourra être portée à 6°C en cas de débit du canal inférieur à 480 m³/s en moyenne journalière.

Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents paramètres pour l'année 2022 sont présentés dans les tableaux suivants

|           | Température amont (°C) |      |      | Échauffement amont-aval<br>calculé (°C) |     |        | Température aval calculée<br>après mélange (°C) |      |      |
|-----------|------------------------|------|------|---|-----|--------|---|------|------|
|           | Max                    | Min  | Moy  | Min                                     | Max | Moy    | Min   | Max  | Moy  |
| Janvier   | 9                      | 5,4  | 6,9  | 0,7                                     | 2,5 | 1,2    | 6,8   | 9,7  | 8,0  |
| Février   | 10,4                   | 6    | 8,4  | 0,9                                     | 2,0 | 1,3    | 7,6   | 11,1 | 9,6  |
| Mars      | 14,1                   | 8,6  | 10,8 | 1,2                                     | 3,0 | 2,1    | 11,0  | 16,0 | 12,9 |
| Avril     | 17,1                   | 10,5 | 13,4 | 0,7                                     | 2,8 | 1,1    | 11,7  | 17,0 | 14,6 |
| Mai       | 21,6                   | 15,4 | 18,5 | 0,7                                     | 3,0 | 1,5    | 17,1  | 22,5 | 20,0 |
| Juin      | 24                     | 18,3 | 22,1 | 1,5                                     | 3,7 | 2,1    | 21,2  | 26,9 | 24,1 |
| Juillet   | 25,3                   | 22,4 | 23,9 | 1,7                                     | 3,7 | 2,7    | 24,5  | 27,9 | 26,5 |
| Août      | 25,8                   | 23,5 | 24,7 |   |     | Voir § | § III .3  |      |      |
| Septembre | 24,5                   | 19,1 | 22   | 0,8                                     | 4,0 | 2,4    | 20,2  | 26,9 | 24,5 |
| Octobre   | 19,1                   | 16,1 | 17,6 | 0,7                                     | 3,1 | 1,5    | 17,6  | 20,5 | 19,1 |
| Novembre  | 17,6                   | 10,6 | 13,6 | 0,5                                     | 1,7 | 0,8    | 11,8  | 18,2 | 14,4 |
| Décembre  | 10,5                   | 7,8  | 9    | 0,4                                     | 2,0 | 1,1    | 8,8   | 12,3 | 10,1 |

# 2. Comparaison aux limites

Les rejets thermiques du CNPE du TRICASTIN doivent respecter les limites fixées à l'article 6 de la décision ASN n° 2008-DC-0102 du 13 mai 2008.

Le tableau ci-dessous présente les valeurs maximales atteintes en conditions climatiques normales :

| Paramètres Paramètres                                     | Unité | Limite en vigueur  | Valeurs maximales                                       |
|---|-------|--|---|
| Échauffement moyen<br>journalier amont-aval<br>calculé.   | °C    | 4°C  (*) 6°C si le débit canal moyen journalier < 480 m³/s | 4,03°C (*)  Avec un débit canal de  235 m³/s < 480 m³/s |
| Température moyenne<br>journalière aval après<br>mélange. | °C    | 28 °C  | 27,92   |

# **Commentaires:**

En 2022, hors périodes de situation exceptionnelle du 4 août au 11 septembre 2022 (voir § suivant), les limites thermiques règlementaires ont toujours été respectées. L'échauffement maximum calculé a été de 4,03°C le 22 septembre 2022 avec un débit du canal de Donzère/Mondragon de 235 m³/s ce jour-là et la température moyenne journalière maximale a été de 27,92°C le 28 juillet 2022.

# 3. En conditions climatiques exceptionnelles et situation exceptionnelle

En raison de la situation climatique et hydrique exceptionnelle lors de l'été 2022 et afin de maintenir la sécurité du réseau électrique et d'économiser les réserves de gaz et hydroélectriques en prévision de l'hiver, des modifications temporaires des limites des rejets thermiques ont été sollicitées pour répondre aux besoins de sûreté du réseau et accordées par décision de l'Autorité de sûreté nucléaire homologuée par le ministre de la transition énergétique.

La décision n° 2022-DC-0739 de l'Autorité de Sureté Nucléaire du 4 août 2022 a fixée, de manière temporaire, de nouvelles limites de rejets thermiques applicables, entre autres, aux réacteurs de la centrale nucléaire du Tricastin modifiant la décision d'autorisation de rejets n°2008-DC-0102. Cette décision, applicable du 4 août au 11 septembre 2022, a fixé comme nouvelles limites :

- un échauffement moyen journalier de 3°C lorsque le débit du canal de Donzère/Mondragon est supérieur à 480 m³/s
- un échauffement moyen journalier maximum de 4°C associé à une température moyenne journalière maximale en aval après mélange de 30 °C lorsque le débit du canal est inférieur à 480 m³/s.

Durant cette période, il a été vérifié que l'échauffement moyen journalier n'a jamais dépassé la limite de 3°C et que lorsque l'échauffement moyen journalier était compris entre 3 et 4°C, le débit moyen journalier du canal était inférieur à 480 m³/s avec un échauffement maximal moyen journalier inférieur à 30°C.

Afin de s'assurer de la maîtrise des impacts sur la qualité de l'eau et des écosystèmes, un programme de surveillance environnementale complémentaire et renforcée a été mis en œuvre par le CNPE du TRICASTIN dans le cadre de cette décision, reposant sur un suivi de la thermie du cours d'eau et des paramètres physico-chimiques et biologiques du milieu aquatique.

L'analyse des résultats de la surveillance thermique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique ne met pas en évidence d'influence durable du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.

Le bilan des valeurs thermiques rencontrées lors de cet épisode de situation exceptionnelle est indiqué dans le tableau suivant :

|   | du 04/08/2022<br>au<br>11/09/2022                | Limites applicables<br>(Décision 2022-DC-0739)                      |
|---|--|---|
| T° moyenne journalière<br>amont maximale mesurée<br>(°C)                  | 25,8   | Sans objet  |
| T° moyenne journalière<br>aval maximale calculée<br>(°C)                  | 28,6   | Sans objet si débit canal > 480 m³/s 30°C si débit canal < 480 m³/s |
| Échauffement moyen<br>journalier maximal calculé<br>après mélange<br>(°C) | 3,8  Avec un débit canal de  246 m³/s < 480 m³/s | 3°C si débit canal > 480 m³/s<br>4°C si débit canal < 480 m³/s      |
| Durée T° moyenne<br>journalière aval > 28°C                               | 9 jours  | Sans objet  |

4. Principales opérations de maintenance intervenues sur les équipements et ouvrages de rejets thermiques

# **Commentaires:**

L'année 2022 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention ou opération de maintenance anticipée n'ont été nécessaires.

# Partie V - Surveillance de l'environnement

# I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

EDF met en place depuis la mise en service de chaque CNPE un programme de surveillance de la radioactivité dans l'environnement du CNPE. Cette surveillance consiste à prélever des échantillons, à des fins d'analyse, dans les écosystèmes proches du CNPE, sous et hors des vents dominants, en amont et en aval des rejets liquides et dans les eaux souterraines. Ces mesures, associées à un contrôle strict des rejets d'effluents radiologiques, permettent de s'assurer de l'absence d'impact sur l'homme et l'environnement comme démontré dans l'étude d'impact.

La surveillance radiologique de l'environnement remplit trois fonctions principales.

Une fonction d'alerte assurée au moyen de mesures en continu. Elle permet la détection précoce de toute évolution atypique d'un ou plusieurs paramètres environnementaux en lien avec l'exploitation des installations afin de déclencher les investigations et, si nécessaire, des actions de prévention (arrêt du rejet...);

Une fonction de contrôle du bon fonctionnement global des installations au travers des paramètres que la réglementation demande de suivre à différentes fréquences. Les résultats des analyses sont comparés, soit aux limites autorisées, soit à des valeurs repères (seuil de détection des appareils de mesure, bruit de fond naturel...);

Une fonction de suivi et d'étude visant à s'assurer de l'absence d'impact à long terme des prélèvements et des rejets sur les écosystèmes terrestre et aquatique. C'est l'objet des campagnes de mesures saisonnières de radioécologie.

Les prélèvements et analyses sont réalisés à des fréquences variables en cohérence avec les objectifs assignés à la mesure (alerte, contrôle,...). Des contrôles quotidiens, hebdomadaires et mensuels sont ainsi réalisés dans l'écosystème terrestre, l'air ambiant, les eaux de surface recevant les rejets liquides et les eaux souterraines. Les prélèvements et les analyses sont réalisés par le CNPE selon les modalités fixées par les autorisations délivrées par l'administration. La stricte application du programme de surveillance fait l'objet d'inspections programmés ou inopinés de la part de l'ASN, qui réalise des expertises indépendantes.

Le CNPE dispose pour la réalisation de ce programme de surveillance d'un laboratoire dédié aux mesures environnementales dit laboratoire « Environnement », ainsi que du personnel compétent et qualifié en analyses chimiques et radiochimiques. Ces laboratoires sont équipés d'appareillages spécifiques permettant l'analyse des échantillons prélevés dans le milieu naturel. Ils sont soumis à des exigences relatives aux équipements, aux techniques de prélèvement et de mesure, de maintenance et d'étalonnage. Certaines analyses peuvent être sous-traitées à des laboratoires agréés.

Ainsi, le CNPE réalise annuellement, sous le contrôle de l'ASN, plusieurs milliers d'analyses dont les résultats sont transmis aux autorités et publiés par EDF sur le site internet du CNPE (<a href="https://www.edf.fr/la-centrale-nucleaire-du-tricastin/l-exploitation-de-la-centrale-nucleaire-du-tricastin/l-exploitation

Les résultats des mesures de radioactivité réalisées dans le cadre de la surveillance réglementaire de l'environnement sont également accessibles en ligne gratuitement sur le site internet du Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM - http://www.mesure-radioactivite.fr).

Ces mesures réalisées en routine sont complétées depuis 1992 par un suivi radioécologique annuel des écosystèmes terrestre et aquatique auquel est venu s'ajouter des mesures réglementaires réalisées à maille trimestrielle et annuelle et nécessitant le recours à des techniques analytiques d'expertise non compatibles avec les activités d'un laboratoire environnement d'un industriel. Tous les 10 ans, un bilan radioécologique décennal plus poussé est également réalisé. L'ensemble de ces prélèvements et analyses permettent de suivre à travers une grande variété d'analyses des paramètres environnementaux pertinents (i.e.: bio indicateurs) afin d'évaluer finement et dans la durée l'impact du fonctionnement du CNPE sur l'environnement et répondre ainsi à la fonction de suivi et d'étude. Ces études nécessitent des connaissances scientifiques approfondies de la biologie et des comportements des écosystèmes vis-à-vis des substances radioactives. Elles font aussi appel à des techniques de prélèvement d'échantillons et d'analyse complexes différentes de celles utilisées pour la surveillance de routine. Ces études sont donc confiées à des laboratoires externes qualifiés, agréés et reconnus pour leurs compétences spécifiques.

Ces études radioécologiques assurent un suivi long terme essentiel à la compréhension des mécanismes de transfert des radionucléides dans l'environnement et pour déterminer l'influence potentielle des rejets de l'installation au regard des autres sources de radioactivité naturelle et/ou artificielle.

La nature des échantillons et les lieux de prélèvement sont sélectionnés afin de mettre en évidence une éventuelle contribution des rejets d'effluents liquides et/ou atmosphériques des installations à l'ajout de radioactivité dans l'environnement.

En règle générale, le plan d'échantillonnage contient des échantillons biologiques, qui constituent des voies de transfert possibles, directes ou indirectes, de la radioactivité vers l'homme (prélèvements de légumes, fruits, poissons, lait, eaux, herbes...) et des échantillons, appelés bioindicateurs, qui sont connus pour leur aptitude à fixer spécifiquement certains polluants (lichens, mousses, bryophytes...). Le plan d'échantillonnage prévoit également des prélèvements dans des matrices dites « d'accumulation » (sols, sédiments), dans lesquels certains composants radiologiques peuvent rester piégés.

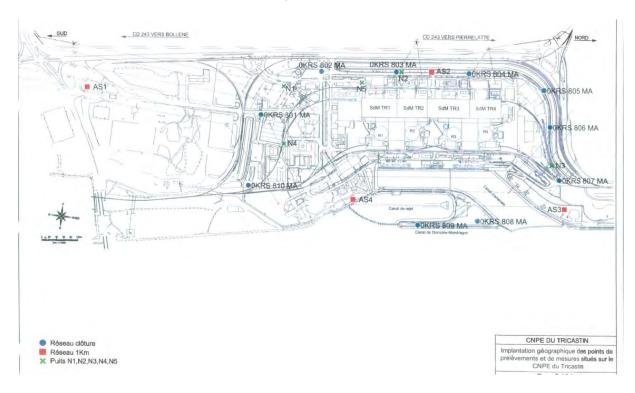
Les stations de prélèvements sont choisies en fonction de la rose des vents locale, des conditions hydrologiques, de la répartition de la population et de la disponibilité des échantillons dans l'environnement du CNPE. Les prélèvements collectés dans l'environnement terrestre sont répartis en distinguant les zones potentiellement influencées des zones non influencées par les rejets atmosphériques du CNPE. Dans l'environnement aquatique, les prélèvements sont effectués en amont et en aval des points de rejets des effluents liquides en tenant compte de la présence éventuelle d'une autre installation nucléaire en amont.

Ces études radioécologiques ont permis de caractériser finement les niveaux de radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les différents compartiments de l'environnement autour du CNPE, et de préciser l'influence des rejets d'effluents liquides et à l'atmosphère. Les données collectées depuis plusieurs décennies ont montré que la radioactivité naturelle constitue la principale composante de la radioactivité dans l'environnement, et que la radioactivité artificielle provient majoritairement d'une rémanence des retombées des essais nucléaires atmosphériques et de l'accident de Tchernobyl. Du fait de l'éloignement de ces événements anciens et des efforts réalisés par EDF pour diminuer les rejets de ses installations nucléaires, le niveau de radioactivité dans l'environnement à proximité du CNPE a considérablement diminué depuis une vingtaine d'année.

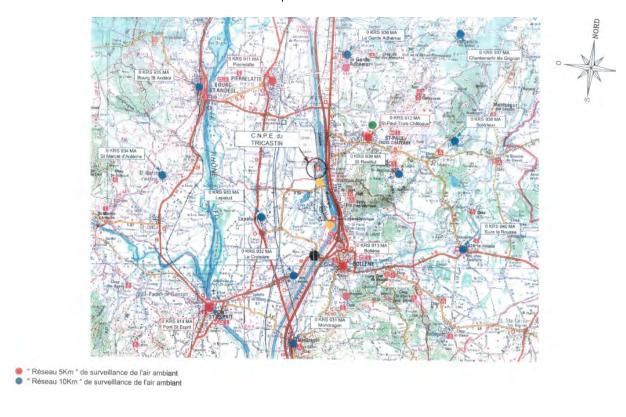
# 1. Surveillance de la radioactivité ambiante

Le système de surveillance de la radioactivité ambiante s'articule autour de 4 réseaux de balises radiamétriques (clôture, à 1 km, à 5 km et à 10 km) via la mesure en continu du débit de dose gamma ambiant. Les balises de chaque réseau sont implantées à intervalle régulier de façon à réaliser des mesures dans toutes les directions. Elles permettent l'enregistrement et la retransmission en continu du débit de dose gamma ambiant et de donner l'alerte en cas de dépassement du bruit de fond ambiant augmenté de 114 nSv/h. Les balises sont également équipées d'un système d'alarme signalant toute interruption de leur fonctionnement.

# Carte des réseaux de surveillance radia métrique 1 Km et clôtures :



# Carte des réseaux de surveillances radia métrique 5 km et 10 km :



Les informations (débits de dose et états de fonctionnement) issues des balises sont envoyées en continu vers un centralisateur qui permet la visualisation et l'enregistrement des données. Les débits de dose moyens enregistrés par les différents réseaux de mesure pour l'année 2022 sont présentés dans le tableau suivant. Les débits de dose maximaux et les données relatives aux années antérieures sont également présentés à titre de comparaison.

| Réseau de<br>mesure | Débit de dose<br>moyen année<br>2022 (nSv/h) | Débit de dose<br>max année<br>2022 (nSv/h) | Débit de dose<br>moyen année<br>2021 (nSv/h) | Débit de dose<br>moyen année<br>2020 (nSv/h) |
|---------------------|--|--|--|--|
| Clôture             | 100  | 2126                                       | 98   | 145  |
| 1 km                | 90   | 1033                                       | 91   | 111  |
| 5 km                | 98   | 162  | 92   | 119  |
| 10 km               | 93   | 192  | 98   | 109  |

#### **Commentaires:**

Pour les quatre réseaux de surveillance de la radioactivité ambiante, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2022 sont de l'ordre de grandeur du bruit de fond et cohérents avec les résultats des années antérieures. Les valeurs maximales mesurées sur les réseaux de surveillance « clôture » et « 1 km » sont des augmentations ponctuelles dues aux passages de transports de substances radioactives règlementés.

### 2. Surveillance du compartiment atmosphérique

Quatre stations d'aspiration en continu des poussières atmosphériques (aérosols) sont implantées dans un rayon de 1 km autour du CNPE. Des analyses journalières de l'activité bêta globale à J+6 sont réalisées quotidiennement sur les filtres, ainsi qu'une analyse isotopique mensuelle par spectrométrie gamma sur regroupement des filtres quotidiens par station.

Un dispositif de prélèvement du tritium atmosphérique par barbotage est également implanté sous les vents dominants à la station dite AS1. L'analyse du tritium atmosphérique piégé est réalisée pour chacune des périodes définies réglementairement (du 1er au 7, du 8 au 14, du 15 au 21 et du 22 à la fin du mois).

Un dispositif de prélèvement des eaux de pluie par un collecteur de précipitations est implanté sous les vents dominants à la station AS1. Des analyses bimensuelles des activités bêta globale et tritium sont réalisées.

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment atmosphérique pour l'année 2022 sont donnés dans le tableau suivant.

| Compartiment                 | Paramètres                       |                   | Moyenne<br>annuelle | Valeur<br>maximale<br>mesurée | Limite<br>réglementaire |
|------------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|
|                              | Bêta globa<br>mBq/m³             | le                | 0,85                | 2,52                          | 10                      |
|                              |                                  | <sup>58</sup> Co  | <0,027              | <0,24                         |                         |
| Poussières<br>atmosphériques | Spectrométrie<br>gamma<br>mBq/m³ | <sup>60</sup> Co  | <0,0079             | <0,013                        | Sans objet              |
|                              |                                  | <sup>134</sup> Cs | <0,0077             | <0,012                        |                         |
|                              |                                  | <sup>137</sup> Cs | <0,0067             | <0,0099                       |                         |
| Tritium atmosphérique Bq/m³  |                                  |                   | 0,17                | 0,32                          | 50                      |
| Eaux de pluie                | Bêta globale Bq/L                |                   | 0,1                 | 0,3                           | Sans objet              |
|                              | Tritium Bq/L                     |                   | 5,5                 | 12,2                          | Sans objet              |

# **Commentaires:**

Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2022 sont cohérentes en moyenne avec les valeurs du bruit de fond. Les mesures de l'activité bêta globale sur les poussières atmosphériques et de l'activité en tritium atmosphérique sont très inférieures aux limites réglementaires.

On note cette année 11 jours avec une mesure d'activité béta globale sur les poussières atmosphériques supérieure à 2 mBq/m³. Conformément à la réglementation en vigueur, des analyses complémentaires par spectrométrie gamma ont été réalisées et cellesci confirment l'absence de radionucléide d'origine artificielle. Ces légères augmentations de l'activité béta globale sont dues à des phénomènes météorologiques naturels.

#### 3. Surveillance du milieu terrestre

Les résultats des mesures réalisées sur le compartiment terrestre pour l'année 2022 sont donnés dans le tableau suivant. Concernant les résultats des analyses par spectrométrie gamma, seules les activités relatives aux radionucléides d'origine artificielle et supérieures aux seuils de décision sont présentées.

| Nature du<br>prélèvement | Radionucléide          |                   | Périodicité | Moyenne<br>annuelle | Valeur maximale<br>mesurée |
|--------------------------|------------------------|-------------------|-------------|---------------------|----------------------------|
|                          |                        | <sup>58</sup> Co  |             | < 0,32              | < 0,39                     |
| Végétaux                 |                        | <sup>60</sup> Co  |             | < 0,31              | < 0,39                     |
| terrestres               | Spectrométrie<br>gamma | <sup>134</sup> Cs | Mensuelle   | < 0,29              | < 0,40                     |
| (Bq/kg sec)              |                        | <sup>137</sup> Cs |             | < 0,29              | < 0,35                     |
|                          |                        | <sup>40</sup> K   |             | 509                 | 840                        |
|                          |                        | <sup>58</sup> Co  |             | < 0,32              | < 0,37                     |
|                          |                        | <sup>60</sup> Co  |             | < 0,4               | < 0,49                     |
| Lait<br>(Bq/L)           | Spectrométrie<br>gamma | <sup>134</sup> Cs | Mensuelle   | < 0,34              | < 0,38                     |
|                          |                        | <sup>137</sup> Cs |             | < 0,32              | < 0,35                     |
|                          |                        | <sup>40</sup> K   |             | 61                  | 68                         |

#### **Commentaires:**

Aucun radionucléide d'origine artificielle n'a été mesuré par le CNPE sur les analyses de lait et de végétaux terrestres prélevés aux voisinages du CNPE.

Il n'y avait pas de lait disponible auprès de notre fournisseur sur les mois de janvier, février et décembre 2022. D'autre part, il n'y a plus, autour du CNPE du TRICASTIN, qu'une seule entreprise agricole en capacité de fournir du lait. Les données de spectrométrie gamma sur le lait présentes dans le tableau ci-dessus sont réalisées sur du lait provenant d'une ferme de La Garde-Adhémar.

De même, suite aux conditions climatiques locales, il n'y avait pas de végétaux frais disponibles pour les analyses radiologiques sur les mois de juillet, aout et septembre 2022 et seulement un point de prélèvement disponible sur deux en juin 2022.

Pour compléter la surveillance du milieu terrestre, EDF mandate chaque année l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) pour réaliser une étude radioécologique des CNPE de la vallée du Rhône, dont le CNPE du TRICASTIN.

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment terrestre ainsi que leur interprétation pour l'année 2021 sont présentés dans le rapport « Suivi radioécologique annuel des CNPE du Rhône », mis à disposition sur le site internet du CNPE de TRICASTIN (<a href="https://www.edf.fr/la-centrale-nucleaire-du-tricastin/l-exploitation-de-la-centrale-nucleaire-du-tricastin">https://www.edf.fr/la-centrale-nucleaire-du-tricastin/l-exploitation-de-la-centrale-nucleaire-du-tricastin</a>) en en annexe1.

# 4. Surveillance du milieu aquatique

Le rapport « Suivi radioécologique annuel des CNPE du Rhône » de l'IRSN pour l'année 2021, cité dans le § précèdent, comprend également une étude radioécologique du milieu aquatique.

En complément, EDF mandate chaque année Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement (INRAe) pour réaliser une étude hydrobiologique du Rhône au droit du CNPE du Tricastin.

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment aquatique ainsi que leur interprétation pour l'année 2022 sont présentés dans le rapport de l'INRAe « Etude hydrobiologique du Rhône CNPE du Tricastin » mis à disposition sur demande auprès du CNPE.

#### 5. Surveillance des eaux souterraines

Les eaux souterraines situées au droit du CNPE font l'objet d'une surveillance radiologique au moyen de piézomètres repartis sur l'ensemble du CNPE.

Au titre de la décision ASN n° 2008-DC-0101 du 13 mai 2008, le CNPE du TRICASTIN réalise des mesures règlementaires mensuelles d'activité en tritium et béta global sur six piézomètres : 0SEZ 012 / 018 / 023 / 024 / 028 et 042 PZ. Au titre d'une surveillance optimisée, le CNPE réalise des analyses complémentaires sur l'ensemble des piézomètres du site.

Le tableau ci-dessous présente les résultats des mesures radiochimiques réalisées au titre de la surveillance règlementaire et optimisée sur les piézomètres du CNPE, à l'exception des piézomètres faisant l'objet d'un plan de surveillance renforcé suite aux évènements de novembre 2019 et décembre 2021. Le suivi radiologique des piézomètres concernés est traité dans les commentaires ci-après.

| Paramètres  | Unité | Valeur moyenne<br>mesurée | Valeur maximale<br>mesurée |
|-------------|-------|---------------------------|----------------------------|
| Tritium     | Bq/L  | 23                        | 102                        |
| Bêta global | Bq/L  | < seuil 0 *               | < seuil 0 *                |

<sup>\* :</sup> Seuil 0 est le seuil de validation des mesures à partir duquel la substance est considérée comme détectée.

#### **Commentaires:**

Le CNPE du TRICASTIN possède une enceinte géotechnique qui ceinture le sous—sol sous les bâtiments industriels de la centrale (cf. fig 2). Ainsi, les eaux internes sont bien séparées de la nappe géotechnique externe. Grace à un pompage régulier, l'eau contenue dans l'enceinte interne est maintenue sous le niveau de la nappe phréatique externe afin de protéger cette dernière.

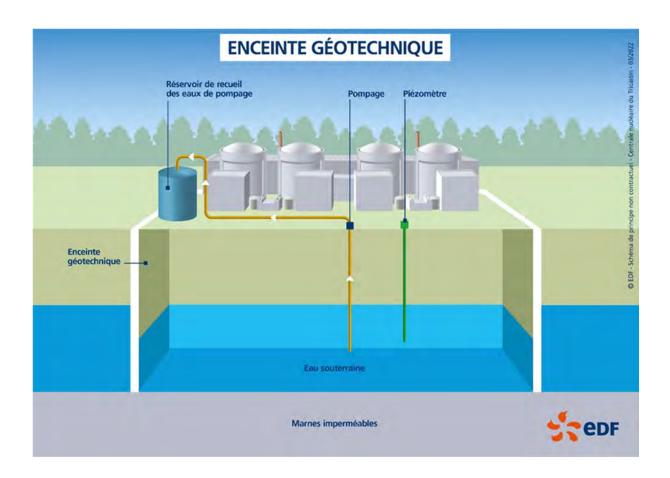


Figure 2 : Schéma de principe du CNPE de TRICASTIN et de l'enceinte géotechnique

Un réseau piézométrique permet la surveillance de nappe phréatique, autant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'enceinte géotechnique.

L'intégralité des mesures d'activité béta global sur le réseau de surveillance piézométrique de la nappe phréatique du CNPE est inférieure au seuil 0 de 1 Bq/l.

Le suivi radiochimique en activité tritium sur l'ensemble des piézomètres, hors surveillance renforcée, est conforme à l'attendu avec une valeur moyenne de 23 Bq/l. Cette valeur moyenne est principalement impactée par la mesure de tritium sur le piézomètre 0SEZ038PZ, qui sans être intégré dans le plan de surveillance renforcée des piézomètres, est sous influence des mouvements d'eau présentant une activité tritium issue des évènements de 2019 et 2021. A l'exception des piézomètres en suivi renforcé et de 0SEZ038PZ, la mesure moyenne de l'activité tritium sur le CNPE est de 12 Bg/l avec un maximum mesuré à 32 Bg/l.

Le CNPE a déclaré en novembre 2019 puis en décembre 2021 deux Évènement Significatif Environnement suite à la détection d'un marquage en tritium sur le piézomètre 0SEZ042PZ.

L'origine du marquage pour l'évènement déclaré en novembre 2019 était due à une fuite sur une tuyauterie de brassage du système KER de recueil des effluents avant rejet. La réparation de la tuyauterie a été réalisée dès novembre 2019.

A partir de ce point de marquage (0SEZ042PZ), le tritium migre au sein de l'enceinte géotechnique interne sous l'influence des flux d'eaux vers le piézomètre 0SEZ023PZ, point de pompage de la nappe (cf. fig 3). Ce phénomène de migration explique l'évolution de l'activité

tritium sur les piézomètres situés à l'intérieur de l'enceinte géotechnique entre les piézomètres 0SEZ042PZ et 0SEZ023PZ.

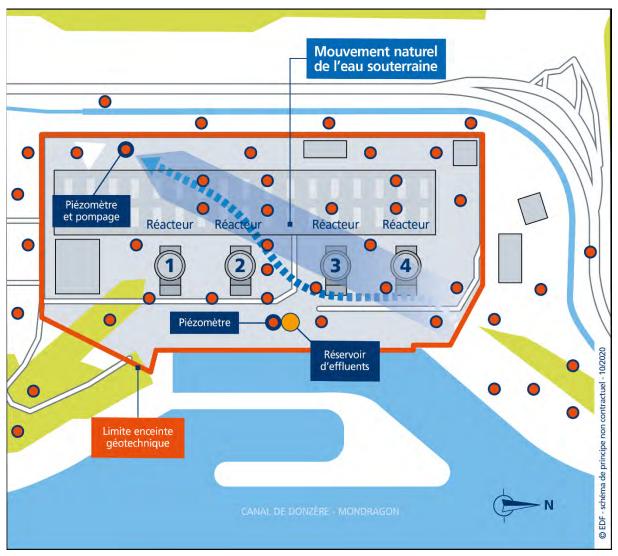


Figure 3 : Infographie sur les mouvements d'eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique interne

Au regard de cet événement déclaré en novembre 2019, et en accord avec l'Autorité de Sûreté Nucléaire, une surveillance renforcée a été mise en place dès novembre 2019 sur la nappe interne du CNPE du TRICASTIN. Cette surveillance complémentaire et continue concerne 10 piézomètres pour suivre l'évolution de l'activité tritium entre les piézomètres 0SEZ042PZ et 0SEZ023PZ avec des fréquences variables.

Le 15 décembre 2021, le CNPE du TRICASTIN a déclaré un Evènement Significatif Environnement suite à la détection d'une hausse significative de l'activité tritium sur le piézomètre 0SEZ042PZ. Les investigations menées suite à cette détection ont rapidement permis d'en identifier l'origine.

Le CNPE dispose d'un système de recueil des effluents, appelé KER, qui permet de stocker, comptabiliser et contrôler les effluents avant leur rejet, dans le respect de la réglementation. Ce circuit comprend des réservoirs d'entreposage et une cuve appelée «

puisard » permettant des mouvements d'eaux nécessaire à l'exploitation du système. L'étanchéité de ce puisard est garantie jusqu'à une cote d'usage. Lors d'une manœuvre d'exploitation le 25 novembre 2021, ce puisard a été rempli au-delà de sa cote d'usage, provoquant un écoulement d'effluents à l'extérieur du puisard dans une zone de collecte des eaux pluviales. L'écoulement a atteint par infiltration les eaux souterraines de la nappe géotechnique interne ce qui a été détecté le 11 décembre 2021 au cours des contrôles réalisés chaque jour.

En accord avec l'Autorité de Sureté Nucléaire, et vu que le marquage radiochimique a eu lieu dans la même zone géographique que l'évènement de 2019, le suivi renforcé de l'activité de la nappe géotechnique déjà en cours s'avérait nécessaire et suffisant. Seules les fréquences d'analyses ont été modifiées. Une analyse approfondie de cet évènement a été réalisée en 2022 et partagée entre le CNPE et l'ASN. Les actions correctrices liées à cet évènement ont été réalisées en 2022 en accord avec l'ASN.

Les mesures de l'activité tritium définies par ce plan de surveillance renforcée défini en 2019 et modifié en 2021 se sont poursuivies sur l'année 2022 pour suivre l'évolution de la situation. L'activité tritium mesurée au niveau du piézomètre 0SEZ042PZ à l'intérieur de l'enceinte géotechnique marque une évolution à la baisse et une moyenne de 752 Bq/l sur l'année 2022.

Aucune évolution notable n'est à signaler sur l'ensemble des piézomètres situés à l'extérieure de l'enceinte géotechnique. Les activités tritium mesurées sur ces piézomètres restent en accord avec les valeurs habituellement observées.

Les eaux souterraines au droit du CNPE du TRICASTIN ne font l'objet d'aucun usage direct, ni pour la production d'eau potable, ni pour les besoins agricoles ou d'élevage. De plus, le pompage des eaux souterraines à l'intérieur de l'enceinte géotechnique interne est orienté vers le système de recueil des effluents des salles des machines depuis février 2021.



Exemple de piézomètre du CNPE

# II. Physico-chimie des eaux souterraines

Une surveillance physico-chimique des eaux souterraines est effectuée sur les paramètres physicochimiques par le biais de prélèvements sur les piézomètres du CNPE.

Les valeurs ci-dessous comprennent l'intégralité des mesures réalisées sur le système piézométrique du CNPE à l'exception des mesures réalisées dans le cadre de surveillances renforcées spécifiques.

| Paramètres     | Unité   | Valeur maximale mesurée                                      |
|----------------|---------|--|
| рН             | -       | Conforme aux valeurs indicatives de qualité des eaux.<br>8,3 |
| Conductivité   | μS / cm | Conforme aux valeurs indicatives de qualité des eaux. (962)  |
| DCO            |         | Conforme aux valeurs indicatives de qualité des eaux. < 10   |
| Hydrocarbures  |         | Inférieur au seuil 1 **<br>0,12                              |
| Azote Kjeldahl |         | Inférieur au seuil 1<br>2,9                                  |
| Métaux totaux  |         | Inférieur au seuil 0 *<br>1,3                                |
| Phosphates     | mg / L  | Inférieur au seuil 2 ***<br>1,4                              |
| Nitrates       |         | Inférieur au seuil 1<br>44                                   |
| Sulfates       |         | Inférieur au seuil 0<br>92                                   |
| Sodium         |         | Inférieur au seuil 0<br>(41)                                 |

<sup>\*</sup> Seuil 0 : seuil de détection de la présence d'une substance chimique.

# **Commentaires:**

Conformément aux investigations déjà en cours les années précédentes, le CNPE du TRICASTIN a poursuivi en 2022 le suivi physico-chimique renforcé sur le marquage hydrocarbure autour du piézomètre 0SEZ044PZ et les investigations sur la présence d'ammonium.

Le programme de surveillance renforcée en hydrocarbure sur le piézomètre 0SEZ 044PZ et les piézomètres 0SEZ 054 à 059PZ (construits spécifiquement pour ce suivi) suite à un marquage de 2016 se poursuit et laisse apparaître une réduction régulière des quantités d'hydrocarbure présentes.

Les investigations et l'acquisition de données physico-chimique au sujet de la présence d'ammonium sur le CNPE, découverte fin 2019 lors d'analyses complémentaires réalisées

<sup>\*\*</sup>Seuil 1 : seuil lié à l'usage de l'eau pour la production d'eau potable.

<sup>\*\*\*</sup>Seuil 2 : seuil de déclaration

pour la 4<sup>eme</sup> visite décennale du réacteur n°1, se sont poursuivies conformément au plan de surveillance établi en 2020 avec l'Autorité de Sureté Nucléaire. Cette surveillance renforcée concerne les piézomètres 0SEZ 010/035/036/041 et 043 PZ. En 2022, la mesure moyenne en ammonium sur ces piézomètres est de 1,2 mg/l avec un maximum de 4,2 mg/l. L'analyse des données acquises en 2021 et 2022 est en cours afin de déterminer l'origine de cette substance. A date, aucun élément ne remet en cause l'hypothèse retenue par les experts hydrogéologues d'un marquage historique des sols qui n'est pas lié à l'exploitation du CNPE.

Des valeurs de concentration en phosphate supérieures au seuil 1 ont été mesurées sur 2 piézomètres du CNPE cette année. Pour le premier piézomètre, il s'agit d'un marquage ancien, qui fait l'objet d'un suivi de tendance. Pour le deuxième piézomètre, il s'agit d'une augmentation ponctuelle de la concentration en phosphate suivi d'un retour aux valeurs attendues. Aucune anomalie n'a été détectée autour de ce piézomètre et des investigations complémentaires sont en cours pour en déterminer l'origine.

A l'exception des valeurs ponctuelles précédemment citées et des mesures spécifiques liées aux suivis renforcés en cours, aucune mesure chimique n'a atteint le seuil 2 de déclaration aux autorités de sureté.

Les eaux souterraines au droit du CNPE du TRICASTIN ne font l'objet d'aucun usage direct, ni pour la production d'eau potable, ni pour les besoins agricoles ou d'élevage.

# III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface

# 1. Physico-chimie en continu

Les stations multi-paramètres (SMP), situées à « l'amont », au niveau du point de rejet et à « l'aval » du CNPE, mesurent en continu le pH, la conductivité, la température de l'eau et l'oxygène dissous dans le milieu récepteur.

Les tableaux suivants présentent les résultats du suivi sur l'année 2022 pour les stations amont, rejet et aval (moyennes mensuelles)

| Station amont             | Janv | Fév  | Mar  | Avr  | Mai  | Juin | Juil | Aou  | Sep  | Oct  | Nov  | Déc  |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Température<br>°C         | 6,9  | 8,4  | 10,8 | 13,4 | 18,5 | 22,1 | 23,9 | 24,7 | 22,0 | 17,6 | 13,6 | 9,0  |
| Conductivité<br>(µS/cm)   | 415  | 433  | 440  | 420  | 379  | 392  | 399  | 395  | 420  | 449  | 436  | 436  |
| Oxygène<br>dissous (mg/L) | 11,6 | 11,1 | 10,8 | 9,6  | 8,8  | 8,4  | 8,5  | 7,6  | 7,9  | 8,7  | 9,7  | 11,2 |
| рН                        | 7,9  | 8,0  | 8,0  | 7,8  | 7,8  | 7,8  | 8,2  | 7,9  | 7,9  | 8,0  | 8,1  | 8,2  |

| Station rejet             | Janv | Fév  | Mar  | Avr  | Mai  | Juin | Juil | Aou  | Sep  | Oct  | Nov  | Déc  |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Température °C            | 15,4 | 17,2 | 19,0 | 21,1 | 25,9 | 30,1 | 32,0 | 30,3 | 26,0 | 22,1 | 19,4 | 15,5 |
| Conductivité<br>(μS/cm)   | 414  | 440  | 439  | 421  | 384  | 384  | 394  | 388  | 414  | 436  | 414  | 424  |
| Oxygène<br>dissous (mg/L) | 11,3 | 10,7 | 10,5 | 9,4  | 8,6  | 7,8  | 8,0  | 7,6  | 7,9  | 8,8  | 9,5  | 10,8 |
| рН                        | 8,0  | 8,0  | 8,0  | 7,9  | 7,9  | 7,7  | 7,8  | 7,6  | 7,7  | 7,7  | 7,7  | 7,8  |

| Station aval              | Janv | Fév  | Mar  | Avr  | Mai  | Juin | Juil | Aou  | Sep  | Oct  | Nov  | Déc  |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Température °C            | 8,4  | 9,8  | 12,6 | 14,5 | 19,7 | 24,0 | 26,5 | 27,0 | 23,9 | 18,9 | 14,2 | 10,1 |
| Conductivité<br>(µS/cm)   | 417  | 447  | 447  | 432  | 389  | 394  | 399  | 392  | 416  | 446  | 434  | 432  |
| Oxygène<br>dissous (mg/L) | 11,6 | 11,0 | 10,7 | 9,7  | 8,9  | 8,2  | 8,5  | 7,6  | 7,8  | 8,5  | 9,5  | 10,9 |
| рН                        | 7,9  | 8,0  | 7,9  | 7,8  | 7,8  | 7,9  | 8,1  | 7,8  | 7,9  | 7,9  | 8,0  | 8,1  |

# **Commentaires**:

Les paramètres physico-chimiques sur les trois stations amont, rejet et aval sont conformes à l'attendu.

Il n'y a pas de différence significative sur les mesures de pH, d'oxygène dissous et de conductivité mesurées entre les stations amont et aval du CNPE, y compris durant la période estivale.

# 2. Physico-chimie des eaux de surface

Le CNPE du TRICASTIN fait réaliser chaque année durant la saison estivale d'avril à octobre des mesures mensuelles sur certains paramètres physico-chimiques soutenant la vie biologique. Ces mesures sont réalisées par le Laboratoire Départementale d'Analyses de la Drôme au niveau des stations multi paramètres amont et avant.

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

| Station amont          | Avril | Mai  | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre |
|------------------------|-------|------|------|---------|------|-----------|---------|
| Ammonium (mg/L)        | 0,05  | 0,05 | 0,05 | 0,05    | 0,05 | 0,05      | 0,06    |
| COT (mg/L)             | 1,2   | 1,8  | 1,1  | 1,4     | 1,1  | 1,4       | 2,3     |
| Calcium (mg/L)         | 74    | 68   | 63   | 61      | 56   | 59        | 59      |
| Chlorures (mg/L)       | 20    | 14   | 15   | 22      | 21   | 21        | 31      |
| Conductivité (µS/cm)   | 456   | 422  | 393  | 421     | 390  | 426       | 405     |
| DBO5 (mg/L)            | 0,8   | 0,5  | 1,2  | 0,7     | 0,5  | 0,5       | 0,6     |
| DCO (mg/L)             | < 10  | <10  | <10  | <10     | <10  | <10       | <10     |
| MES (mg/L)             | 2     | 3    | 7    | 3       | 6    | 2         | 5       |
| Magnésium (mg/L)       | 7,0   | 6,0  | 7,2  | 6,7     | 7,1  | 7,0       | 6,4     |
| Nitrates (mg/L)        | 6,3   | 5,1  | 3,9  | 4,0     | 3,3  | 3,9       | 3,9     |
| Nitrites (mg/L)        | 0,03  | 0,03 | 0,02 | 0,04    | 0,02 | 0,03      | 0,05    |
| Oxygène dissous (mg/L) | 10,5  | 9,6  | 9,1  | 8,2     | 7,6  | 7,9       | 8,7     |
| Phosphates (mg/L)      | 0,01  | 0,01 | 0,12 | 0,16    | 0,16 | 0,20      | 0,17    |
| Silice totale (mg/L)   | 2,20  | 3,74 | 3,13 | 3,54    | 3,02 | 3,48      | 3,21    |
| Sodium (mg/L)          | 13,0  | 9,7  | 10,0 | 13,0    | 13,0 | 13,0      | 17,0    |
| Sulfates (mg/L)        | 55    | 45   | 62   | 63      | 69   | 67        | 55      |
| TAC (°f)               | 15,7  | 15,1 | 11,2 | 11,8    | 10,1 | 10,9      | 11,8    |
| Température Eau (°C)   | 10,9  | 16,8 | 21,4 | 23,7    | 25,1 | 25,0      | 17,8    |
| pH in situ             | 8,4   | 8,2  | 8,1  | 7,6     | 7,4  | 7,9       | 7,6     |

| Station aval           | Avril | Mai   | Juin | Juillet | Août  | Septembre | Octobre |
|------------------------|-------|-------|------|---------|-------|-----------|---------|
| Ammonium (mg/L)        | 0,05  | 0,14  | 0,05 | 0,05    | 0,05  | 0,05      | 0,05    |
| COT (mg/L)             | 1,3   | 1,5   | 1,2  | 1,3     | 0,9   | 1,1       | 1,4     |
| Calcium (mg/L)         | 74    | 68    | 63   | 61      | 56    | 59        | 59      |
| Chlorures (mg/L)       | 20    | 14    | 15   | 22      | 20    | 21        | 30      |
| Conductivité (µS/cm)   | 464   | 407   | 396  | 424     | 390   | 428       | 400     |
| DBO5 (mg/L)            | 0,8   | 3,2   | 0,5  | 0,6     | 6,6   | 0,5       | 3,0     |
| DCO (mg/L)             | < 10  | 16,50 | <10  | <10     | 12,80 | <10       | <10     |
| MES (mg/L)             | 2     | 4     | 3    | <2      | <2    | 2         | 6       |
| Magnésium (mg/L)       | 7,0   | 6,0   | 7,3  | 6,6     | 7,0   | 7,0       | 6,4     |
| Nitrates (mg/L)        | 6,4   | 5,2   | 4,2  | 4,1     | 3,3   | 3,8       | 3,8     |
| Nitrites (mg/L)        | 0,04  | 0,02  | 0,02 | 0,04    | 0,03  | 0,02      | 0,04    |
| Oxygène dissous (mg/L) | 10,4  | 9,9   | 8,8  | 8,1     | 7,8   | 7,9       | 7,5     |
| Phosphates (mg/L)      | 0,09  | 0,10  | 0,12 | 0,16    | 0,13  | 0,18      | 0,17    |
| Silice totale (mg/L)   | 2,33  | 4,02  | 3,23 | 3,56    | 2,96  | 3,58      | 3,35    |
| Sodium (mg/L)          | 13,0  | 9,7   | 11,0 | 12,0    | 13,0  | 13,0      | 17,0    |
| Sulfates (mg/L)        | 55    | 45    | 61   | 63      | 68    | 65        | 57      |
| TAC (°f)               | 16,1  | 15,2  | 11,6 | 11,3    | 10,3  | 11,1      | 11,2    |
| Température Eau (°C)   | 13,0  | 17,9  | 22,2 | 25,3    | 27,7  | 27,0      | 18,6    |
| pH in situ             | 8,2   | 8,1   | 7,5  | 7,9     | 7,8   | 7,9       | 7,9     |

# **Commentaires:**

Les résultats sont de même ordre de grandeur que ceux des années précédentes et cohérents avec l'évolution saisonnière et les fluctuations naturelles de ces paramètres dans le milieu naturel.

Il n'y a pas de différence notable de ces paramètres entre les stations amont et aval impliquant l'exploitation du CNPE, y compris sur les périodes d'été marquées par la canicule.

#### 3. Chimie des eaux de surface

Les rejets chimiques résultant du fonctionnement du CNPE sont issus :

- des produits de conditionnement des circuits ;
- de l'usure normale des matériaux
- du lavage du linge utilisé en zone contrôlée

Ces rejets font l'objet d'une surveillance des concentrations présentes dans le milieu récepteur. A cet effet, des mesures de substances chimiques sont effectuées mensuellement durant la période estivale dans le Rhône en amont et en aval du CNPE.

Les tableaux suivants présentent les valeurs mesurées aux deux stations amont et aval sur l'année 2022.

| Station amont       | Avril  | Mai    | Juin   | Juillet | Août   | Septembre | Octobre |
|---------------------|--------|--------|--------|---------|--------|-----------|---------|
| Bore (mg/L)         | 0,02   | 0,01   | 0,01   | 0,02    | 0,02   | 0,02      | 0,01    |
| Détergents (mg/L)   | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02  | < 0,02 | < 0,02    | < 0,02  |
| Ethanolamine (mg/L) | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01  | < 0,01 | < 0,01    | < 0,01  |
| Hydrazine (mg/L)    | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05  | -      | < 0,05    | < 0,05  |

| Station aval        | Avril  | Mai    | Juin   | Juillet | Août   | Septembre | Octobre |
|---------------------|--------|--------|--------|---------|--------|-----------|---------|
| Bore (mg/L)         | 0,02   | 0,02   | 0,01   | 0,01    | 0,02   | 0,02      | 0,02    |
| Détergents (mg/L)   | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02  | < 0,02 | < 0,02    | < 0,02  |
| Ethanolamine (mg/L) | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01  | < 0,01 | < 0,01    | < 0,01  |
| Hydrazine (mg/L)    | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05  | =      | < 0,05    | < 0,05  |

#### **Commentaires:**

Les mesures d'hydrate d'hydrazine n'ont pas pu être réalisées en aout 2022 suite à une difficulté liée à la validation de la mesure. Cependant, les opérations de rejets des réservoirs d'effluents du mois d'aout 2022 ne présentent aucune anomalie et garantissent ainsi le respect de la réglementation.

Les résultats des mesures 2022 sont du même ordre de grandeur que ceux des années précédentes et il n'y a pas de différences notables de ces paramètres entre les stations amont et aval impliquant l'exploitation du CNPE.

# IV. Physico-chimie et Hydrobiologie

Chaque année, le CNPE confie la réalisation de la surveillance physico-chimique et hydrobiologique à INRAe (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement).

Sont distinguées la surveillance pérenne, réalisée annuellement, des surveillances en conditions climatiques exceptionnelles (CCE) ou en situation exceptionnelle (SE) dont le déclenchement est conditionné aux dépassements de critères de températures moyennes journalières calculées en aval du CNPE ou au dépassement du critère thermique d'échauffement entre l'amont et l'aval du CNPE.

L'objectif de la surveillance pérenne est de suivre l'évolution naturelle du milieu récepteur et de déceler une évolution anormale de l'écosystème, sur le long terme, qui pourrait être attribuable au fonctionnement du CNPE. Au contraire, les surveillances en conditions climatiques exceptionnelles et situations exceptionnelles ont plutôt pour objectif d'étudier la réponse à court terme de l'écosystème sous conditions de débits contraints et températures ambiantes élevées, le CNPE étant en fonctionnement.

# 1. Surveillance pérenne

La conclusion du rapport de surveillance, réalisée par INRAe est présentée ci-dessous.

« Le suivi hydrobiologique du Rhône au droit du Centre Nucléaire de Production Electrique du Tricastin a débuté en 1980. Cette chronique offre un recul important sur deux compartiments biologiques, échantillonnés selon les mêmes méthodes depuis les premières études : la macrofaune benthique et les peuplements piscicoles. Ce recul offre la possibilité d'analyser les observations annuelles en regard de la variabilité interannuelle passée et en partie expliquée, mais également de les replacer dans un contexte tendanciel d'origine anthropique, fortement imprimé par les évolutions climatiques actuelles et l'arrivée continue de nouvelles espèces euryèces d'origine allochtone.

Les assemblages faunistiques ont évolué de manière progressive avec l'augmentation de la température dès la fin des années 1980. Un changement d'état très sensible est apparu au début des années 2000, faisant suite de la canicule de l'été 2003 et de la forte crue hivernale qui l'a suivie. Ces épisodes extrêmes ont affecté les assemblages faunistiques soit par élimination et/ou réduction des abondances des taxons intolérants, soit par la dispersion vers l'aval depuis le bassin versant de la Saône de nouvelles espèces allochtones et euryèces en provenance du bassin du Danube. Dans un contexte fluvial fortement anthropisé offrant par ailleurs des conditions thermiques et hydrauliques de plus en plus favorables aux espèces tolérantes et thermophiles, les peuplements se banalisent à large échelle et apparaissent de plus en plus dominés par un cortège d'espèces nouvelles, suffisamment compétitives pour éliminer des espèces introduites anciennes.

Pour la huitième année consécutive, la température moyenne du globe dépasse de plus de 1°C les niveaux préindustriels (1850-1900). En France métropolitaine, avec une température de +1,6°C supérieure à la moyenne de référence 1991-2020, l'année 2022 se place au premier rang des années les plus chaudes depuis 1900. Dans une répartition mensuelle des débits totalement distincte du régime saisonnier moyen du tronçon fluvial étudié, elle a été marquée de faibles hydraulicités de février à novembre. Les modifications contemporaines relatives à la prolongation des étiages automnaux sont vraiment affirmées. La sécheresse de l'année 2022, historiquement précoce, intense et longue, a généré de fortes contraintes environnementales et techniques pour les usagers de la ressource, notamment le refroidissement des CNPE.

Du fait du contexte climatique de l'année, le profil saisonnier du régime thermique du fleuve à l'amont du CNPE du Tricastin a été nettement différent des dernières années avec des écarts thermiques positifs tous les mois de l'année, très marqués entre les mois de mai et novembre. Le cumul thermique des degrés-jours au-dessus de 12°C a placé l'année 2022 à l'extrême positif de la chronique 1980-2022, bien au-dessus des niveaux atteints en 2003 et 2011.

Les trois compartiments biologiques étudiés fournissent des notes indicielles de qualité biologique (Tableau XXXIV). Globalement, les notes obtenues en 2022 pour le compartiment piscicole, le phytobenthos et les cyanophytes reflètent un état bon à moyen de la qualité du milieu. En revanche, les notes obtenues à partir des macro-invertébrés benthiques témoignent d'une qualité biologique très dégradée du système sur l'ensemble du site.

Il est important de rappeler que, pour la macrofaune benthique et le peuplement piscicole, les indices sont tributaires de la présence d'espèces indicatrices rares ou peu fréquentes. Par conséquent, les changements de classe traduisent plus une relative instabilité des peuplements dans le canal qu'une amélioration de la qualité biologique.

Tableau XXXIV : Regroupement des notes de qualité obtenues en 2021 à partir des trois compartiments biologiques. IBD : Indice Biologique Diatomées. IQBP : Indice de Qualité Biologique Potentielle (maximisé). IPR et IPR+: Indices Poisson Rivière. Les couleurs attribuées aux IQBP sont basées sur celles des notes IBGN (Norme NF T90-350).

| Compartiment biologique                | Amont         | Rejet | Aval          |
|--|---------------|-------|---------------|
| Phytobenthos (IBD)<br>août             | 13,1/20       |       | 12,6/20       |
| Phytobenthos (IPS)<br>août             | 12,4/20       |       | 11,9/20       |
| Proportion de<br>cyanophytes           | 26,8%         |       | 34,0%         |
| Invertébrés (IQBP<br>maximisé) juin    | 3/20          | 8/20  | 6/20          |
| invertébrés (IQBP<br>maximisé) octobre | 5/20          | 10/20 | 8/20          |
| Poissons (IPR)<br>septembre            | 15.3          |       | 9.6           |
| Poissons (IPR+)<br>septembre           | 0.586 ± 0.154 |       | 0.726 ± 0.129 |

Le canal usinier est relativement homogène et pauvre en habitats, à l'exception du rejet dont les rives présentent des enrochements continus. Le canal est également caractérisé par un fonctionnement hydraulique et thermique différent lié à la localisation des ouvrages industriels. Il comprend une longue partie amont allant des barrages de Donzère jusqu'à la prise d'eau du CNPE, une courte section allant du rejet du CNPE jusqu'à l'usine de Bollène sous influence directe du panache thermique, puis le canal de fuite en aval de l'usine hydroélectrique dont la pente favorise

une accélération des écoulements de la masse d'eau thermiquement homogénéisée par le passage des turbines.

La faune trouvée dans le canal usinier (section amont) est tributaire de la dérive passive et/ou active des organismes depuis des secteurs en amont de l'entrée du canal, beaucoup plus favorables à l'installation pérenne des communautés. L'apport faunistique dans le canal est associé à la variabilité des débits, et notamment de périodes de forts débits susceptibles d'approvisionner le canal. Sachant que les refuges hydrauliques manquent pour une installation durable de la faune dérivante et que la partie aval du canal d'amenée est une « impasse » du fait de la prise d'eau du CNPE et de l'usine de Bollène, les peuplements s'appauvrissent pendant les longues périodes d'étiage et de stabilité hydrologique. »

Le rapport complet est disponible sur demande auprès du CNPE de TRICASTIN.

## 2. Surveillance pour des températures supérieures à 27°C en aval

L'article 23 III c de la décision n°2008-DC-0101 du 13 mai 2008 prévoit qu'une surveillance chimique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique spécifiques soit réalisée en cas d'atteinte ou dépassement de 27°C de la température moyenne journalier calculée en aval du CNPE.

Cette température de 27°C a été atteinte le 18 juillet 2022 et le CNPE de Tricastin a, conformément à la règlementation, réalisé la surveillance complémentaire requise.

Cette surveillance complémentaire s'est poursuivie jusqu'en septembre 2022 avec des températures moyennes journalières calculées en aval du CNPE temporairement supérieures à 27°C sans pour autant atteindre les critères thermiques d'entrée en conditions climatiques exceptionnelles (température > 28°C) jusqu'à l'entrée en situation exceptionnelle (cf. § suivant).

## 3. Surveillance en situations exceptionnelles

En 2022, les conditions climatiques, hydriques et énergétiques ont contraints EDF à solliciter auprès de l'Autorité de Sureté Nucléaire pour le CNPE de TRICASTIN une modification temporaire des prescriptions de fonctionnement dans le cadre des dispositions de l'Article R593-40-II du code de l'environnement.

La décision n° 2022-DC-0739 de l'Autorité de sureté nucléaire du 4 août 2022 a fixé, de manière temporaire, de nouvelles limites de rejets thermiques applicables aux réacteurs de la centrale nucléaire du Tricastin modifiant la décision d'autorisation de rejets n°2008-DC-0102. Cette décision s'est accompagnée d'un programme règlementaire de surveillance exceptionnelle du milieu aquatique, en complément du programme de surveillance lié au dépassement de 27°C en aval du CNPE.

L'analyse de ces surveillances, réalisée du 18 juillet au 15 septembre 2022 est présentée ci-dessous :

« La température moyenne journalière calculée en aval du CNPE de Tricastin a alterné pendant l'été 2022 entre des valeurs relevant des conditions climatiques normales, des valeurs

supérieures à 27°C (24 jours cumulés du 18 juillet au 29 août) et des situations exceptionnelles (9 jours, du 7 au 15 août).

Un programme de surveillance adapté a été mis en œuvre sur cette période et au-delà, afin d'observer les éventuelles incidences du fonctionnement du CNPE en période de canicule sur le milieu récepteur.

Le suivi du panache thermique réalisé durant l'été 2022, à savoir la réalisation d'une campagne de mesures de profils de température d'eau, confirme les caractéristiques globales du panache déjà observées dans le passé lors de précédentes campagnes de mesures, avec une veine chaude totalement mélangée en aval de l'usine de Bollène, située à 3 km en aval du CNPE.

Le fonctionnement du CNPE de Tricastin pendant l'été 2022 n'a pas eu d'influence notable sur les paramètres physico-chimiques suivants : MES, DCO, DBO5, ammonium, ammoniac, oxygène dissous, pH et conductivité.

Les résultats obtenus concernant les flores « eau de baignade », les amibes, les légionelles et les cyanobactéries ne mettent pas en évidence d'influence significative du fonctionnement du CNPE de Tricastin sur ces paramètres microbiologiques pendant l'été 2022.

Aucune incidence n'est non plus notée sur le compartiment planctonique ainsi que sur les diatomées benthiques.

Enfin, l'ensemble des résultats du suivi piscicole démontrent absence d'incidence du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur les peuplements piscicoles au cours de l'été 2022.

L'analyse des résultats de la surveillance thermique, physico-chimique, microbiologique et hydrobiologique ne met pas en évidence d'influence du fonctionnement du CNPE de Tricastin en période de canicule sur le milieu récepteur »

#### V. Acoustique environnementale

L'arrêté du 7 février 2012 fixe les règles générales applicables à toutes les phases du cycle de vie des installations nucléaire de base visant à garantir la protection des intérêts contre l'ensemble des inconvénients ou des risques que peuvent présenter les INB. Le titre IV sur la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement fixe deux critères visant à limiter l'impact du bruit des installations nucléaires de base.

Le premier critère, appelé « émergence sonore » et s'exprimant en Décibel A - dB (A) est la différence de niveau sonore entre le niveau de bruit ambiant et le bruit résiduel. L'émergence sonore se calcule à partir de mesures réalisées aux premières habitations, en Zone à Émergence Réglementée (ZER).

Le deuxième critère, en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2013, concerne le niveau sonore mesuré en dB (A) en limite d'établissement de l'installation.

Pour répondre à ces exigences réglementaires et dans l'optique de réduire l'impact de ses installations, EDF mène depuis 1999 des études d'impact acoustique basées sur des mesures de longue durée dans l'environnement et sur les matériels. En parallèle, des modélisations 3D sont réalisées pour hiérarchiser les sources sonores les plus prépondérantes, et si nécessaire, définir des objectifs d'insonorisation.

Les principales sources de bruit des installations nucléaires sont généralement les réfrigérants atmosphériques pour les CNPE équipés, les stations de pompage, les salles des machines, les cheminées du bâtiment des auxiliaires nucléaires, et les transformateurs.

La Mission Communication du CNPE du TRICASTIN réalise des informations, par le biais du numéro vert du CNPE mais aussi en s'adressant directement aux mairies dans un rayon de 2 km (Saint Paul Trois Châteaux, Pierrelatte, Lapalud, Bollène), lors de la réalisation d'opérations pouvant générer du bruit, comme par exemple lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation.

En janvier 2019, des mesures acoustiques ont été menées au CNPE du Tricastin et dans son environnement proche pour actualiser les données d'entrée. Ces mesures de longue durée, effectuées avec les meilleures techniques disponibles, ont permis de prendre en compte l'influence des conditions météorologiques.

Les valeurs d'émergence obtenues aux points situés en Zone à émergence réglementée (ZER) du site de la centrale du Tricastin sont statistiquement conformes vis-à-vis de l'article 4.3.5 de l'arrêté INB du 7 février 2012. Les contributions des sources industrielles calculées en limite d'établissement sont inférieures à 60 dBA et les points de ZER associés présentent des valeurs d'émergences statistiquement conformes.

En cohérence avec l'approche « nuisance » proposée par EDF pour les points situés en Zone à émergence réglementée, les niveaux sonores mesurés en limite d'établissement du site du Tricastin permettent d'atteindre les objectifs fixés par l'article 4.3.5 de l'arrêté INB du 7 février 2012.

Le site internet du CNPE du TRICASTIN permet de retrouver toute l'actualité du CNPE 24 heures sur 24 : <a href="https://www.edf.fr/la-centrale-nucleaire-du-tricastin/l-exploitation-de-la-centrale-nucleaire-du-tricastin">https://www.edf.fr/la-centrale-nucleaire-du-tricastin</a>

# Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation

Une surveillance des niveaux de radioactivité est effectuée dans l'environnement du CNPE du Tricastin dans le cadre du programme de surveillance réglementaire et du suivi radioécologique du CNPE (cf. Partie VI Surveillance de l'environnement, I- Surveillance de la radioactivité dans l'environnement).

Les résultats de cette surveillance et des mesures associées montrent que la radioactivité mesurée dans l'environnement du CNPE est principalement d'origine naturelle. Les niveaux de radioactivité artificielle mesurés dans l'environnement du CNPE sont faibles et trouvent pour partie leur origine dans d'autres sources (retombées atmosphériques des essais nucléaires, Tchernobyl,). L'analyse détaillée des résultats est présentée dans le rapport du suivi radioécologique annuel réalisé par l'IRSN, présenté en annexe 1.

L'IRSN produit également un bilan radiologique de l'environnement français disponible au lien suivant :

https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports\_expertise/Documents/environnement/IRSN-ENV Bilan-Radiologique-France-2018-2020.pdf

À partir des activités annuelles rejetées par radionucléide, une dose efficace<sup>3</sup> est calculée en tenant compte des mécanismes de transfert de l'environnement jusqu'à l'homme. Cette dose permet de « mesurer » le niveau d'exposition attribuable aux rejets d'effluents radioactifs liquides et atmosphériques d'une installation et de le positionner par rapport à la limite réglementaire pour l'exposition de la population aux rayonnements ionisants conformément à l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique.

Le calcul de dose efficace annuelle tient compte de données spécifiques à chaque CNPE telles que les conditions météorologiques, les habitudes alimentaires des riverains, les conditions de dispersion des effluents rejetés dans le milieu récepteur, etc. Les données alimentaires et les temps consacrés aux activités intérieures ou extérieures dans les environnements terrestre et aquatique ont été actualisés en 2013-2014 avec les dernières bases de données et enquêtes disponibles.

Les principales hypothèses retenues sont les suivantes :

- les habitants consomment pour partie des aliments produits dans l'environnement proche du CNPE ;

 $<sup>^3</sup>$  La **dose efficace** est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique  $W_R$  ( $W_R$  = Radiation Weighting factor, facteur de pondération du rayonnement) pour tenir compte de la qualité du rayonnement ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ...) et d'un facteur de pondération tissulaire  $W_T$  ( $W_T$  = Tissu Weighting factor) correspondant à la radiosensibilité relative du tissu exposé. La dose efficace a pour objectif d'apprécier le risque total et s'exprime en sievert (Sv). Elle est appelée communément « **dose** ».

- ils vivent toute l'année à proximité de leur lieu d'habitation (non prise en compte de leurs périodes d'absence pour le travail, les vacances...);
- l'eau captée à l'aval des installations est considérée comme provenant de captages d'eaux superficielles, même s'il s'agit de captages en nappes d'eaux souterraines, ce qui revient à considérer que le milieu aquatique à l'aval du CNPE est toujours influencé par les rejets d'effluents liquides de l'installation;
- on considère que l'eau de boisson n'a subi aucun traitement de potabilisation (autre que la filtration), et donc qu'aucune rétention de radionucléides n'a été effectuée lors de procédés de traitement;
- la pêche de poissons dans les fleuves à l'aval des CNPE est supposée systématique, sans exclure les zones de pêche interdite.

Les principaux facteurs d'incertitudes dans le calcul de dose sont associés essentiellement à quelques données et paramètres difficiles à acquérir sur le terrain, tels que certaines caractéristiques de l'environnement et comportements précis des populations riveraines (les rations alimentaires par exemple).

L'échelle suivante présente des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes :

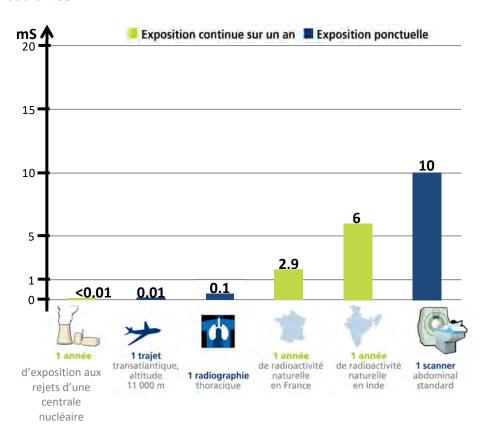


Figure 4 : Echelle des ordres de grandeur de doses résultant de situations courantes et comparaison aux seuils réglementaires (Source : EDF)

L'exposition moyenne de la population française aux rayonnements ionisants (d'origine naturelle et artificielle) est de 4,5 mSv/an. Les contributions des différentes sources d'exposition sont présentées sur la figure 2 ci-après.

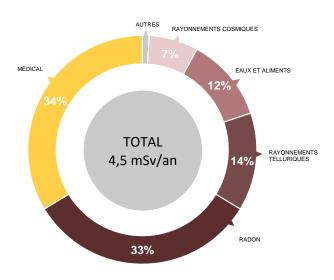


Figure 5 : Part relative des différentes sources d'expositions de la population française aux rayonnements ionisants (Source : Bilan IRSN 2021)

Les tableaux suivants fournissent les valeurs de dose efficace totale calculées à partir des rejets radioactifs réels de l'année 2022 effectués par le CNPE de Tricastin, pour la personne représentative. Cette personne représente les individus pouvant recevoir la dose efficace annuelle maximale induite par les rejets d'effluents radioactifs autorisés du CNPE.

| ADULTE                            | Exposition externe (mSv) | Exposition interne<br>(mSv) | Total (mSv) |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------|
| Rejets d'effluents à l'atmosphère | 7,6E-06                  | 1,0E-04                     | 1,1E-04     |
| Rejets d'effluents liquides       | 1,1E-07                  | 4,5E-05                     | 4,5E-05     |
| Total                             | 7,7E-06                  | 1,5E-04                     | 1,5E-04     |

| ENFANT DE 10 ANS                     | Exposition externe (mSv) | Exposition interne<br>(mSv) | Total (mSv) |
|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------|
| Rejets d'effluents à<br>l'atmosphère | 8,1E-06                  | 8,0E-05                     | 8,8E-05     |
| Rejets d'effluents liquides          | S.O.                     | 4,0E-05                     | 4,0E-05     |
| Total                                | 8,1E-06                  | 1,2E-04                     | 1,3E-04     |

| ENFANT DE 1 AN                       | Exposition externe (mSv) | Exposition interne (mSv) | Total (mSv) |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
| Rejets d'effluents à<br>l'atmosphère | 8,3E-06                  | 7,2E-05                  | 8,0E-05     |
| Rejets liquides                      | S.O.                     | 3,7E-05                  | 3,7E-05     |
| Total                                | 8,3E-06                  | 1,1E-04                  | 1,2E-04     |

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à 1.10<sup>-3</sup> mSv/an pour l'adulte, pour l'enfant de 10 ans et pour l'enfant de 1 an.

Les valeurs de doses calculées pour l'adulte, l'enfant de 10 ans et l'enfant de 1 an, attribuables aux rejets d'effluents radioactifs de l'année 2022 sont plus de 1 000 fois inférieures à la limite d'exposition fixée à 1 mSv par an pour la population, par l'article R1333-11 du Code de la Santé Publique. L'ensemble des populations résidant de manière permanente ou temporaire autour du CNPE est exposé à une dose efficace inférieure ou égale à la dose calculée pour la personne représentative, présentée ci-dessus.

Ces résultats sont cohérents avec ceux de l'étude d'impact de l'installation, dont les hypothèses et modalités de calcul restent pertinentes au regard des évolutions scientifiques.

# Partie VIII - Gestion des déchets

Comme toute activité industrielle, la production d'électricité d'origine nucléaire génère des déchets, dont des déchets conventionnels et radioactifs à gérer avec la plus grande rigueur.

Responsable légalement, industriellement et financièrement des déchets qu'il produit, EDF a, depuis l'entrée en service de ses premières centrales nucléaires, mis en œuvre des procédés adaptés qui permettent de protéger efficacement l'environnement, les populations, les travailleurs et les générations futures contre les risques associés à ses déchets.

La démarche industrielle repose sur 4 principes :

- limiter les quantités produites et la nocivité des déchets ;
- trier par nature et niveau de radioactivité;
- conditionner et préparer la gestion à long terme ;
- isoler les déchets de l'homme et de l'environnement.

Pour les installations nucléaires de base du CNPE de Tricastin, la limitation de la production des déchets se traduit par la réduction, pour atteindre des valeurs aussi basses que possible, du volume et de l'activité des déchets dès la phase d'achat de matériel ou de la prestation, durant la phase de préparation des chantiers et lors de leur réalisation.

## Les déchets radioactifs

Les modalités de gestion mises en œuvre visent notamment à ce que les déchets radioactifs n'aient aucune interaction avec les eaux (nappe et cours d'eau) et les sols. Les opérations de tri, de conditionnement, de préparation à l'expédition s'effectuent dans des locaux dédiés et équipés de systèmes de collecte d'effluents éventuels.

Avant de sortir des bâtiments, les déchets radioactifs bénéficient tous d'un conditionnement étanche qui constitue une barrière à la radioactivité et prévient tout transfert dans l'environnement.

Les contrôles réalisés par les experts internes et les pouvoirs publics sont nombreux et menés en continu pour vérifier l'absence de contamination.

Les déchets conditionnés et contrôlés sont ensuite expédiés vers les filières de traitement ou de stockage définitif.

Les mesures prises pour limiter les effets de ces déchets sur la santé comptent parmi les objectifs visés par les dispositions mises en œuvre pour protéger la population et les intervenants des risques de la radioactivité. L'ensemble de ces dispositions constitue la radioprotection. Ainsi, pour protéger les personnes travaillant dans les centrales, et plus particulièrement les équipes chargées de la gestion des déchets radioactifs, des mesures simples sont prises, comme la mise en place d'un ou plusieurs écrans (murs et dalles de béton, parois en plomb, verres spéciaux chargés en plomb, eau des piscines, etc.), dont l'épaisseur est adaptée à la nature du rayonnement du déchet.

# 4. Les catégories de déchets radioactifs

Selon la durée de vie des éléments radioactifs contenus et le niveau d'activité radiologique qu'ils présentent, les déchets sont classés en plusieurs catégories. On distingue les déchets « à vie courte » des déchets « à vie longue » en fonction de leur période (une période s'exprime en années, jours, minutes ou secondes. Elle quantifie le temps au bout duquel l'activité radioactive initiale du déchet est divisée par deux).

Tous les déchets dits « à vie courte » ont une période inférieure ou égale à 31 ans. Ils bénéficient de solutions de gestion industrielles définitives dans les centres spécialisés de l'Andra situés dans l'Aube à Morvilliers (déchets de très faible activité, TFA) ou Soulaines (déchets de faible à moyenne activité à vie courte, FMAVC).

Ces déchets proviennent essentiellement :

- des systèmes de filtration (épuration du circuit primaire : filtres, résines, concentrats, boues...);
- des opérations de maintenance sur matériels : pompes, vannes...
- des opérations d'entretien divers : vinyles, tissus, gants...
- de certains travaux de déconstruction des centrales mises à l'arrêt définitif (gravats, pièces métalliques...).

Le conditionnement des déchets triés consiste à les enfermer dans des emballages ou contenants adaptés pour éviter toute dissémination de la radioactivité. On obtient alors des déchets conditionnés, appelés aussi «colis de déchets». Sur les sites nucléaires, le choix du conditionnement dépend de plusieurs paramètres, notamment du niveau d'activité, des dimensions du déchet, de l'aptitude au compactage, à l'incinération et de la destination du colis. Ainsi, le conditionnement de ces déchets est effectué dans différents types d'emballages : coque ; fût ou caisson métallique ; fût plastique (PEHD : polyéthylène haute densité) pour les déchets destinés à l'incinération dans l'installation Centraco ; big-bag ou casier.

Les progrès constants accomplis, tant au niveau de la conception des centrales que de la gestion du combustible et de l'exploitation des installations, ont déjà permis de réduire les volumes de déchets à vie courte de façon significative. Ainsi, les volumes des déchets d'exploitation ont été divisés par trois depuis 1985, à production électrique équivalente.

Les déchets dits « à vie longue » ont une période supérieure à 31 ans. Ils sont générés :

- par le traitement du combustible nucléaire usé effectué dans l'usine ORANO de la Hague, dans la Manche ;
- par la mise au rebut de certaines pièces métalliques issues des réacteurs ;
- par la déconstruction des centrales d'ancienne génération.

Le remplacement de certains équipements du cœur des réacteurs actuellement en exploitation (« grappes » utilisées pour le réglage de la puissance, fourreaux d'instrumentation, etc.) produit des déchets métalliques assez proches en typologie et en activité des structures d'assemblages de combustible : il s'agit aussi de déchets « de moyenne activité à vie longue » (MAVL) qui sont entreposés dans les piscines de désactivation.

Le traitement des combustibles usés consiste à séparer les matières qui peuvent être valorisées et les déchets. Cette opération est réalisée dans les ateliers spécialisés situés dans l'usine ORANO.

Après une utilisation en réacteur pendant quatre à cinq années, le combustible nucléaire contient encore 96 % d'uranium qui peut être recyclé pour produire de nouveaux assemblages de combustible. Les 4 % restants (les « cendres » de la combustion nucléaire) constituent les déchets ultimes qui sont vitrifiés et coulés dans des conteneurs en acier inoxydable : ce sont des déchets « de haute activité à vie longue (HAVL) ». Les parties métalliques des assemblages sont compactées et conditionnées dans des conteneurs en acier inoxydable qui sont entreposés dans l'usine précitée : ce sont des déchets « de moyenne activité à vie longue (MAVL) ».

Depuis la mise en service du parc nucléaire d'EDF, et à production énergétique équivalente, l'amélioration continue de l'efficacité énergétique du combustible a permis de réduire de 25 % la quantité de combustible consommée chaque année. Ce gain a permis de réduire dans les mêmes proportions la production de déchets issus des structures métalliques des assemblages de combustible.

La déconstruction produit également des déchets de catégorie similaire. Enfin, les empilements de graphite des anciens réacteurs dont la déconstruction est programmée généreront des déchets « de faible activité à vie longue (FAVL) ».

En ce qui concerne les déchets de haute et moyenne activité « à vie longue », la solution industrielle de gestion à long terme retenue par la loi du 28 juin 2006 est celle du stockage géologique (projet Cigéo, en cours de conception). Les déchets déjà existants sont pour le moment entreposés en toute sûreté sur leur lieu de production dans l'attente de la mise en service de l'installation ICEDA (Installation de Conditionnement et d'Entreposage des Déchets Activés).

Le tableau ci-dessous présente les différentes catégories de déchets, les niveaux d'activité et les conditionnements utilisés.

| Types déchet                       | Niveau<br>d'activité | Durée<br>de vie | Classification   | Conditionnement          |  |
|------------------------------------|----------------------|-----------------|--|--------------------------|--|
| Filtres d'eau et résines primaires | Faible et<br>Moyenne |                 | FMA-VC (faible et<br>moyenne activité à vie<br>courte) | Fûts, coques             |  |
| Filtres d'air                      |                      |                 |  |                          |  |
| Résines secondaires                |                      |                 |  |                          |  |
| Concentrats, boues                 |                      | Courte          |  |                          |  |
| Pièces métalliques                 | Très faible,         | courte          | TFA (très faible activité),                            | Casiers, big-bags, futs, |  |
| Matières plastiques,               | Faible               |                 | FMA-VC   | coques, caissons         |  |
| cellulosiques                      | et Moyenne           |                 |  |                          |  |
| Déchets non                        |                      |                 |  |                          |  |
| métalliques                        |                      |                 |  |                          |  |
| (gravats)                          |                      |                 |  |                          |  |
| Déchets graphite                   | Faible               |                 | FA-VL (faible activité à vie longue)                   | Entreposage sur site     |  |
|                                    |                      |                 |  | Entreposage sur site (en |  |
| Pièces métalliques et              |                      | Longue          | MA-VL (moyenne activité                                | piscine de               |  |
| autres déchets actives             | Moyenne              |                 | à vie longue)  | refroidissement pour les |  |
| auties decliets actives            |                      |                 | a vic ioligue)   | grappes et autres        |  |
|                                    |                      |                 |  | déchets actives REP)     |  |

#### 5. Le transport des déchets

Après conditionnement, les colis de déchets peuvent être orientés vers :

- le centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage des déchets de très faible activité (CIRES) exploité par l'Andra et situé à Morvilliers (Aube) ;
- le centre de stockage de l'Aube (CSA) pour les déchets à faible ou moyenne activité exploité par l'Andra et situé à Soulaines (Aube) ;
- l'installation Centraco exploitée par Cyclife France et située à Marcoule (Gard) qui reçoit les déchets destinés à l'incinération et à la fusion. Après traitement, ces déchets sont évacués vers l'un des deux centres exploités par l'Andra.

#### DE LA CENTRALE AUX CENTRES DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE

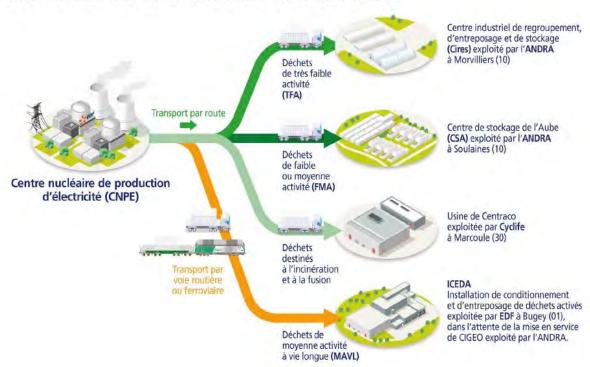


Figure 6 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

#### Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2022

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2022 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Tricastin.

| Catégorie déchet | Quantité entreposée au<br>31/12/2022 | Commentaires  |  |  |  |
|------------------|--------------------------------------|---|--|--|--|
| TFA              | 327,2 tonnes                         | En conteneur sur l'aire TFA   |  |  |  |
| FMAVC (Liquides) | 42,7 tonnes                          | Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants   |  |  |  |
| FMAVC (Solides)  | 229,1 tonnes                         | Localisation Bâtiments des<br>Auxiliaires Nucléaire (BAN) et<br>Bâtiment Auxiliaire de<br>Conditionnement (BAC)   |  |  |  |
| FAVL             | Sans objet                           | Sans objet  |  |  |  |
| MAVL             | 376 objets                           | Concerne les grappes et les<br>étuis dans les piscines de<br>désactivation (déchets<br>technologiques, galette inox,<br>bloc béton et chemise graphite) |  |  |  |

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2022 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Tricastin.

| Catégorie déchet | Quantité entreposée au<br>31/12/2022 | Type d'emballage                   |  |  |
|------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|--|
| TFA              | 126 colis                            | Tous types d'emballages confondus  |  |  |
| FMAVC (Liquides) | Sans objet                           | Sans objet                         |  |  |
| FMAVC (Solides)  | 44 colis                             | Coques béton                       |  |  |
| FMAVC (Solides)  | 883 colis                            | Fûts (métalliques, PEHD)           |  |  |
| FMAVC (Solides)  | 9 colis                              | Autres (caissons, pièces massives) |  |  |
| FAVL             | Sans objet                           | Sans objet                         |  |  |
| MAVL             | Sans objet                           | Sans objet                         |  |  |

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2022 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE de Tricastin.

| Site destinataire   | Nombre de colis évacués |
|---------------------|-------------------------|
| Cires à Morvilliers | 213                     |
| CSA à Soulaines     | 608                     |
| Centraco à Marcoule | 3314                    |

En 2022, 4 135 colis ont été évacués vers les différents sites de traitement ou de stockage appropriés (Centraco et Andra).

#### II. Les déchets non radioactifs

Conformément à l'arrêté INB et à la décision ASN 2015-DC-0508 modifiée, les INB établissent et gèrent un plan de zonage déchets, qui vise à distinguer :

- les zones à déchets conventionnels (ZDC) d'une part, à l'intérieur desquelles les déchets produits ne sont ni contaminés ou activés ni susceptibles de l'être ;
- les zones à production possible de déchets nucléaires (ZPPDN) d'autre part, à l'intérieur desquelles les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être.

Les déchets conventionnels produits par les INB sont ceux issus de ZDC et sont classés en 3 catégories :

- les déchets inertes (DI), qui ne contiennent aucune trace de substances toxiques ou dangereuses, et ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante pour l'environnement (déchets minéraux, verre, déblais, terres et gravats, ...);
- les déchets non dangereux non inertes, qui ne présentent aucune des propriétés qui rendent un déchet dangereux (gants, plastiques, déchets métalliques, papier/carton, caoutchouc, bois, câbles électriques, ...);
- les déchets dangereux (DD) qui contiennent des substances dangereuses ou toxiques, ou sont souillés par de telles substances (accumulateurs au plomb, boues/terres marquées aux hydrocarbures, résines, peintures, piles, néons, déchets inertes et industriels banals souillés, déchets amiantifères, bombes aérosols, ...).

Le tableau ci-dessous présente les quantités de déchets conventionnels produites en 2022 par l'ensemble des CNPE.

| Quantités 2022<br>en tonnes | Déchets ( | dangereux | danger   | ets non<br>eux non<br>ertes | Déchet   | s inertes | Total    |           |  |
|-----------------------------|-----------|-----------|----------|-----------------------------|----------|-----------|----------|-----------|--|
| en tonnes                   | Produits  | Valorisés | Produits | Valorisés                   | Produits | Valorisés | Produits | Valorisés |  |
| Exploitation                | 10 283    | 8 383     | 34 493   | 29 822                      | 97 458   | 97 393    | 142 234  | 135 598   |  |
| Déconstruction              | 475       | 316       | 1 085    | 988                         | 2 222    | 2 218     | 3 783    | 3 521     |  |

Les déchets conventionnels sont gérés conformément aux principes définis dans la directive cadre sur les déchets :

- réduire leur production et leur dangerosité par une gestion optimisée,
- favoriser le recyclage et la valorisation.

La production de déchets inertes reste conséquente en 2022 malgré une baisse par rapport à l'année 2021 du fait de la poursuite d'importants chantiers, liés notamment aux chantiers de modifications post Fukushima, au projet Grand Carénage, ainsi qu'à des chantiers de voirie, d'aménagement de zones d'entreposage, de parkings, de bâtiments tertiaires et des chantiers de rénovation des systèmes de traitement des eaux usées.

La production de déchets non dangereux non inertes est en légère baisse par rapport celle de l'année 2021. La production de déchets dangereux reste quant à elle relativement stable.

De nombreuses actions sont mises en œuvre par EDF pour en optimiser la gestion, afin notamment d'en limiter les volumes et les effets sur la santé et l'environnement. Parmi celles-ci, peuvent être citées :

- la création en 2006 du Groupe Déchets Economie Circulaire, chargé d'animer la gestion des déchets conventionnels pour l'ensemble des entités d'EDF. Ce groupe, qui s'inscrit dans le cadre du Système de Management Environnemental certifié ISO 14001 d'EDF, est composé de représentants des Divisions/Métiers des différentes Directions productrices de déchets. Ses principales missions consistent à apporter de la cohérence en proposant des règles et outils de référence aux entités productrices de déchets,
- les entités productrices de déchets conventionnels disposent d'un outil informatique qui permet en particulier de maîtriser les inventaires de déchets et leurs voies de gestion,
- la définition depuis 2008 d'un objectif de valorisation pour l'ensemble des déchets valorisables. Cet objectif est actuellement fixé à 90%,
- la prise en compte de la gestion des déchets dans les contrats de gestion des sites,
- la mise en place de structures opérationnelles assurant la coordination et la sensibilisation à la gestion des déchets de l'ensemble des métiers,
- la création de stages de formation spécifiques « gestion des déchets conventionnels ».
- le recensement annuel des actions de prévention de production des déchets.

En 2022, les 4 unités de production du CNPE de Tricastin ont produit 7 428 tonnes de déchets conventionnels : 98,6 % de ces déchets ont été valorisés ou recyclés.

## **ABREVIATIONS**

- ANDRA Agence Nationale pour la gestion des Déchets RAdioactifs
- ASN Autorité Sûreté Nucléaire
- CNPE Centre Nucléaire de Production d'Électricité
- COT Carbone Organique Total
- DBO5 Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours
- DCO Demande Chimique en Oxygène
- DUS Diesel d'Ultime Secours
- EBA Ventilation de balayage en circuit ouvert tranche à l'arrêt
- ESE Évènement Significatif Environnement
- FMA Faible Moyenne Activité
- ICPE Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
- INB Installation Nucléaire de Base
- IRSN Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
- ISO International Standard Organization
- KRT Chaîne de mesure de radioactivité
- MES Matières En Suspension
- PA Produit d'Activation
- PF Produit de Fission
- REX Retour d'Expérience
- SME Système de Management de l'Environnement
- SMP Station Multi Paramètres
- TAC Turbine à Combustion
- TEU Traitement des Effluents Usés
- TFA Très Faible Activité
- THE Très Haute Efficacité
- UFC Unité Formant Colonie

# ANNEXE 1 : Suivi radioécologique annuel du CNPE du TRICASTIN Année 2021





**RAPPORT** 

## SUIVI RADIOECOLOGIQUE ANNUEL DES CNPE DU RHÔNE ET DU SITE EN DÉMANTÈLEMENT DE CREYS-MALVILLE

**ANNÉE 2021** 

Pôle santé et environnement

Rapport IRSN N° 2022-00811



## 8 ÉTAT RADIOLOGIQUE DU CNPE DU TRICASTIN

## 8.1 Généralités et chronologie des études radioécologiques antérieures

Le CNPE du Tricastin est situé dans la basse vallée du Rhône, à environ 120 km de son embouchure, sur les communes de Bollène et de Saint-Paul-Trois-Châteaux (Figure 33 page 220). Il est situé en aval de quatre autres installations d'EDF (Creys-Malville, Le Bugey, Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil et Cruas-Meysse) ainsi que des installations du CERN, d'ORANO de Romans-sur-Isère, du CEA de Grenoble et de l'ILL (Institut Laue-Langevin) [21]. De nombreux services de médecine nucléaire sont aussi implantés sur le bassin versant (Figure 1 page 20). Le site de Cruas-Meysse, le plus proche, est situé à 30 km en amont. Les eaux du Rhône divergent en deux chenaux, le lit originel et le canal de Donzère-Mondragon, à 18 km en amont du CNPE. L'installation est située en rive droite du canal. La confluence des deux cours d'eau s'effectue à environ 15 km en aval du point de rejet des effluents liquides, c'est à dire en amont de Saint-Etienne-des-Sorts. Le CNPE du Tricastin se compose de quatre tranches de 900 MWe de la filière des REP, respectivement couplées au réseau en mai 1980, août 1980, février 1981 et juin 1981.

La chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE du Tricastin est présentée sur la Figure 32 page 216.



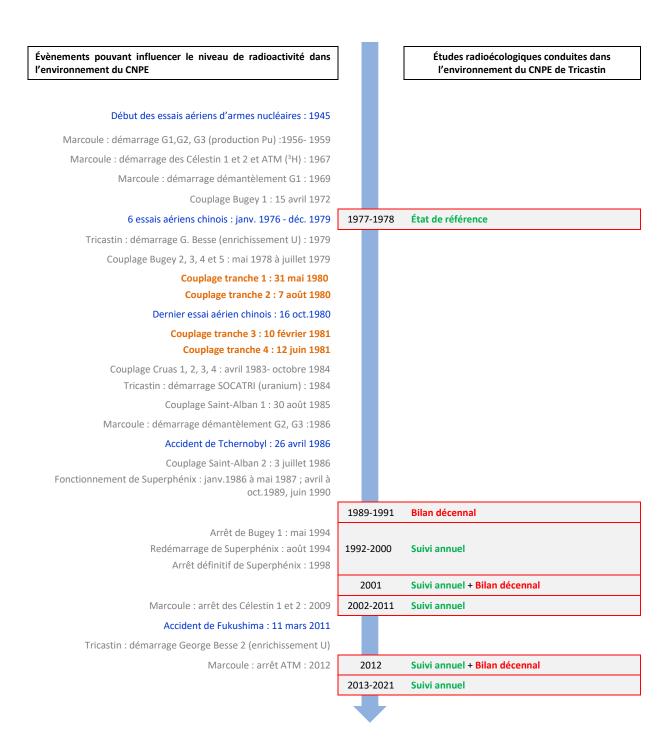


Figure 32 – Chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE du Tricastin

## 8.2 État radiologique de l'environnement terrestre

#### 8.2.1 Stratégie d'échantillonnage

La localisation des stations de prélèvement et la nature des échantillons collectés sont reportées sur la Figure 33 page 220. Les caractéristiques (dates, stations, natures, etc.) identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le Tableau 111 page 218 et suivantes.

Pour l'essentiel, la stratégie de prélèvement et d'analyse est commune à l'ensemble des sites (Annexes). Le choix des stations et de la nature des prélèvements permet la comparaison des résultats avec ceux des études antérieures. Les sols échantillonnés sont des sols non cultivés sur lesquels les cultures pluriannuelles ne demandent aucun remaniement (pâturages). Ce type de sol est privilégié dans l'objectif de mesurer l'accumulation potentielle des dépôts atmosphériques sur plusieurs années. Les échantillons sont, en dehors des indicateurs végétaux (mousses terricoles, herbe), des vecteurs directs ou indirects de radioactivité vers l'homme : le lait et des légumes-feuilles comme les salades. Les végétaux cultivés (salade) sont communs sur l'ensemble du territoire français. Leur cycle végétatif annuel et leur grande surface d'interception en font d'assez bons bioindicateurs pour le suivi des niveaux de radioactivité de l'environnement et caractériser d'éventuels marquages. Du lait de vache est collecté, dans la mesure du possible, sur une commune à proximité du site. Dans la stratégie générale, une mousse terricole, une production agricole, un sol de prairie, de l'herbe et un lait sont prélevés sous les vents dominants (ZI). Hors vents (ZNI), une production agricole est collectée.

Des contraintes supplémentaires peuvent localement modifier la position, le nombre ou les analyses réalisées.

La dispersion des rejets d'effluents dans l'environnement est contrainte par les conditions météorologiques et hydrologiques propres au site. Pour le CNPE du Tricastin, les vents dominants proviennent du nord au nord-nord-est (voir rose des vents page 220).

Dans la stratégie 2021, une mousse terricole, une production agricole (salades), de l'herbe, du lait et un sol de prairie sont prélevés sous les vents dominants du CNPE du Tricastin, au sud du site (Bollène, Mondragon et Lapalud), dans l'axe de la vallée du Rhône ; selon la rose des vents Figure 33 page 220. Les salades, les mousses, l'herbe, le sol de prairie et le lait de chèvre ont fait l'objet d'une mesure par spectrométrie gamma. Une mesure de <sup>131</sup>I dans les mousses prélevées sous les vents dominants a également été réalisée. Dans le lait de chèvre prélevé à Lapalud, les salades et l'herbe, le tritium libre et le tritium organiquement lié ont été recherchés. Le <sup>14</sup>C est recherché dans les salades et le lait. Enfin, l'herbe a fait l'objet de quatre mesures (une par trimestre) dont les résultats seront présentés dans le rapport simplifié exigé au titre de la réglementation 2021 ainsi que dans le rapport du suivi radioécologique annuel de l'année 2022.



Tableau 111 – Identification des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique de 2021

| Situation<br>par rapport<br>au C.N.P.E. | Chronique   | Commune | Longitude<br>WGS 84 | Latitude<br>WGS 84 | Nature   | Espèce                         | Fraction                            | Date de<br>prélèvement | Type de mesure                            | Frais/Sec | Sec/Cendres |
|---|---|---------|---------------------|--------------------|--|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|---|-----------|-------------|
| 4,65 km<br>OSO                          | Le Tricastin - Zone hors<br>vents dominants (<5 km) | Lapalud | 04,67746            | 44,31420           | Aliments liq. Non transformés  | Lait de chèvre                 | Entier                              | 19/04/2021             | Gamma (Cendre)                            | 8,92      | 13,01       |
| 4,65 km<br>OSO                          | Le Tricastin - Zone hors vents dominants (<5 km)    | Lapalud | 04,67746            | 44,31420           | Aliments liq. Non transformés  | Lait de chèvre                 | Entier                              | 19/04/2021             | C-14 par SL (Benzène)<br>(Sec)            | 8,34      | -           |
| 4,65 km<br>OSO                          | Le Tricastin - Zone hors vents dominants (<5 km)    | Lapalud | 04,67746            | 44,31420           | Aliments liq. Non transformés  | Lait de chèvre                 | Entier                              | 19/04/2021             | C élémentaire (Sec)                       | 8,34      | -           |
| 4,65 km<br>OSO                          | Le Tricastin - Zone hors vents dominants (<5 km)    | Lapalud | 04,67746            | 44,31420           | O Aliments liq. Non Lait de chèvre Entier 19/04/2021 Rappo<br>transformés                                    |                                | Rapport relatif C13/C12<br>(Sec)    | 8,34                   | -   |           |             |
| 4,65 km<br>OSO                          | Le Tricastin - Zone hors vents dominants (<5 km)    | Lapalud | 04,67746            | 44,31420           | 20 Aliments liq. Non Lait de chèvre Entier 19/04/2021 H-3 lié (Sec) transformés                              |                                | 8,34                                | -                      |   |           |             |
| 4,65 km<br>OSO                          | Le Tricastin - Zone hors vents dominants (<5 km)    | Lapalud | 04,67746            | 44,31420           | 120 Aliments liq. Non Lait de chèvre Entier 19/04/2021 Pourcentage massique de transformés l'hydrogène (Sec) |                                | 8,34                                | -                      |   |           |             |
| 4,65 km<br>OSO                          | Le Tricastin - Zone hors vents dominants (<5 km)    | Lapalud | 04,67746            | 44,31420           | 1420 Aliments liq. Non Lait de chèvre Entier 22/06/2021 H-3 libre (Liquic<br>transformés                     |                                | H-3 libre (Liquide)                 | 8,79                   | -   |           |             |
| 0,96 km S                               | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (<5 km)       | Bollène | 04,73150            | 44,32210           | 210 Herbes Herbe de prairie Parties aériennes 07/05/2021 H-3 permanente                                      |                                | H-3 lié (Sec)                       | 3,29                   | -   |           |             |
| 0,96 km S                               | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (<5 km)       | Bollène | 04,73150            | 44,32210           | Herbes   | Herbe de prairie<br>permanente | Parties aériennes                   | 07/05/2021             | Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec) | 3,29      | -           |
| 0,96 km S                               | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (<5 km)       | Bollène | 04,73150            | 44,32210           | Herbes   | Herbe de prairie<br>permanente | Parties aériennes                   | 07/05/2021             | H-3 libre (Liquide)                       | 3,29      | -           |
| 1,04 km S                               | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (<5 km)       | Bollène | 04,73053            | 44,32138           | Herbes   | Herbe de prairie<br>permanente | Parties aériennes                   | 19/04/2021             | Gamma (Cendre)                            | 2,87      | 13,62       |
| 1,08 km S                               | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (<5 km)       | Bollène | 04,73120            | 44,32099           | Sols non cultivés  | Sol de friche                  | Tamisé < 2000 μm<br>Strate 0 - 5 cm | 02/02/2021             | Gamma (Sec)                               | 1,26      | -           |
| 1,08 km S                               | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (<5 km)       | Bollène | 04,73120            | 44,32099           | Sols non cultivés  | Sol de friche                  | Entier<br>Strate 0 - 5 cm           | 02/02/2021             | Granulométrie (Sec)                       | 1,26      | -           |
| 1,08 km S                               | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (<5 km)       | Bollène | 04,73120            | 44,32099           | Sols non cultivés  | Sol de friche                  | Entier<br>Strate 0 - 5 cm           | 02/02/2021             | MO après combustion<br>(Sec)              | 1,26      | -           |
| 6,46 km<br>SSO                          | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (>5 km)       | Bollène | 04,70144            | 44,27669           | Légumes  | Salade                         | Parties aériennes                   | 22/06/2021             | Gamma (Cendre)                            | 24,23     | 4,31        |
| 6,46 km<br>SSO                          | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (>5 km)       | Bollène | 04,70144            | 44,27669           | Légumes  | Salade                         | Parties aériennes                   | 22/06/2021             | C-14 par SL (Benzène)<br>(Sec)            | 20,98     | -           |
| 6,46 km<br>SSO                          | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (>5 km)       | Bollène | 04,70144            | 44,27669           | Légumes  | Salade                         | Parties aériennes                   | 22/06/2021             | C élémentaire (Sec)                       | 20,98     | -           |



#### Rapport IRSN N° 2022-00811

| Situation<br>par rapport<br>au C.N.P.E. | Chronique                                     | Commune   | Longitude<br>WGS 84 | Latitude<br>WGS 84 | Nature             | Espèce                                   | Fraction          | Date de<br>prélèvement | Type de mesure                            | Frais/Sec | Sec/Cendres |
|---|---|-----------|---------------------|--------------------|--------------------|--|-------------------|------------------------|---|-----------|-------------|
| 6,46 km<br>SSO                          | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (>5 km) | Bollène   | 04,70144            | 44,27669           | Légumes            | Salade                                   | Parties aériennes | 22/06/2021             | Rapport relatif C13/C12<br>(Sec)          | 20,98     | -           |
| 6,46 km<br>SSO                          | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (>5 km) | Bollène   | 04,70144            | 44,27669           | Légumes            | Salade                                   | Parties aériennes | 22/06/2021             | H-3 lié (Sec)                             | 20,98     | -           |
| 6,46 km<br>SSO                          | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (>5 km) | Bollène   | 04,70144            | 44,27669           | Légumes            | Salade                                   | Parties aériennes | 22/06/2021             | Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec) | 20,98     | -           |
| 6,46 km<br>SSO                          | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (>5 km) | Bollène   | 04,70144            | 44,27669           | Légumes            | Salade                                   | Parties aériennes | 22/06/2021             | H-3 libre (Liquide)                       | 20,98     | -           |
| 9,44 km S                               | Le Tricastin - Zone sous<br>les vents (>5 km) | Mondragon | 04,74206            | 44,24618           | Mousses terricoles | Scleropodium purum<br>Scleropodium purum | Parties aériennes | 02/02/2021             | Gamma (Frais)                             | 7,69      | -           |

#### - : absence de traitement.

#### Dans les tableaux terrestres suivants :

| Prélèvements hors vents dominants de l'installation  |
|--|
| Prélèvements sous les vents dominants de l'installation et à moins de 5 km de l'installation |
| Prélèvements hors vents dominants et à moins de 5 km de l'installation                       |
| Prélèvements sous les vents dominants de l'installation et à plus de 5 km de l'installation  |



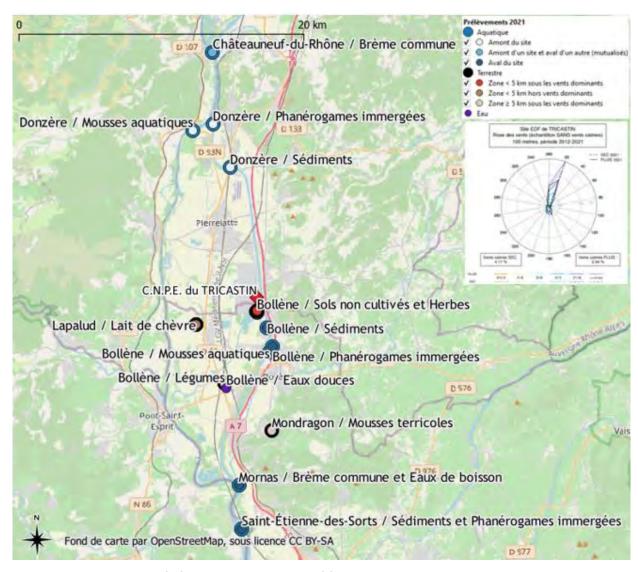


Figure 33 – Localisation générale des stations de prélèvement dans le milieu terrestre et dans le milieu aquatique pour le suivi radioécologique annuel 2021 du CNPE du Tricastin

#### 8.2.2 Résultats et interprétation

#### 8.2.2.1 Radionucléides émetteurs gamma

#### 8.2.2.1.1 Radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle

Les résultats d'analyse par spectrométrie γ des activités en radionucléides d'origine naturelle dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin sont présentés dans le Tableau 124 page 246.

En 2021, la radioactivité d'origine naturelle mesurée dans les matrices terrestres prélevées autour du CNPE du Tricastin est dans la gamme des valeurs habituellement mesurées [1]. La radioactivité d'origine naturelle présente une composante tellurique prépondérante dans les sols et les végétaux. Elle est principalement due au <sup>40</sup>K et, dans une moindre mesure, aux radionucléides des familles du <sup>232</sup>Th et de l'<sup>238</sup>U. Dans le sol prélevé, les activités massiques en <sup>40</sup>K, en descendants du <sup>232</sup>Th et de l'<sup>238</sup>U sont similaires aux valeurs observées en France métropolitaine [1, 17, 18]. La seconde composante d'origine cosmogénique est due au <sup>7</sup>Be, présent principalement dans les végétaux dont la surface foliaire est propice à la captation des retombées atmosphériques. Dans le lait de chèvre, le <sup>40</sup>K est toujours proche de 50 Bq.L<sup>-1</sup>. L'obtention d'activités proches de celles habituellement observées permet en outre de garantir que les échantillons mesurés par spectrométrie gamma n'ont subi aucun biais durant les étapes de prélèvement, traitement et d'analyse.

#### 8.2.2.1.2 Radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle

Les résultats d'analyse par spectrométrie γ des activités en radionucléides d'origine artificielle dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin sont présentés dans le Tableau 125 page 247.

Le <sup>137</sup>Cs est le seul radionucléide d'origine artificielle mesuré dans le sol de prairie prélevé à Bollène, le lait de chèvre prélevé à Lapalud et les mousses prélevées à Mondragon. Aucun des autres radionucléides recherchés n'a pu être quantifié. En 2021, l'activité en <sup>137</sup>Cs mesurée dans ces matrices s'inscrit dans la continuité des niveaux observés au cours de la dernière décennie (Tableau 113 page 232 au Tableau 117 page 239). L'<sup>131</sup>I mesuré dans les mousses terrestres est à un niveau d'activité inférieure au seuil de décision.

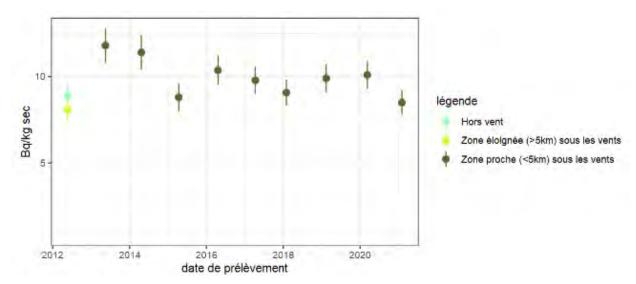


Figure 34 – Variation temporelle des activités du <sup>137</sup>Cs détecté dans les sols non cultivés (0-5 cm).



#### 8.2.2.2 Radionucléides émetteurs bêta

#### 8.2.2.2.1 Tritium

Les résultats d'analyse des activités en tritium libre et en tritium organiquement lié dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin sont présentés respectivement dans le Tableau 126 page 248 et le Tableau 127 page 249.

Dans les salades et le lait de chèvre, les activités en tritium libre et en tritium organiquement lié sont dans la gamme du bruit de fond observé en milieu terrestre hors influence d'un apport industriel local (de l'ordre de 1 Bq.L<sup>-1</sup> dans une gamme allant de 0,4 à 2 Bq.L<sup>-1</sup> pour le tritium libre et de 0,37 à 1,8 Bq.L<sup>-1</sup> pour le tritium organiquement lié d'après [1]). En revanche, les activités en tritium libre et en tritium organiquement lié mesurées dans l'herbe (respectivement 3,0±0,8 Bq.L<sup>-1</sup> ED et 4,4±0,7 Bq.L<sup>-1</sup> EC) sont supérieures aux valeurs de bruit de fond attendues, comme observé depuis 2016. Ce résultat est lié aux rejets d'effluents atmosphériques tritiés sur l'environnement terrestre au voisinage du CNPE du Tricastin.

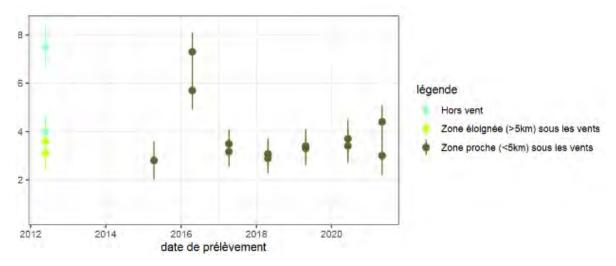


Figure 35 – Variation temporelle des activités du tritium libre et organiquement lié détecté dans l'herbe (Bq.L<sup>-1</sup> ED et EC).

#### 8.2.2.2.2 Carbone 14

Les résultats d'analyse des activités <sup>14</sup>C dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin sont présentés dans le Tableau 128 page 250.

Dans les échantillons de salades et dans le lait de chèvre, l'activité en <sup>14</sup>C mesurée est proche du bruit de fond attenu à distance de tout apport industriel (223±7 d'après [1]). En revanche, deux des trois prélèvements d'herbe collectés en 2021 lors de la surveillance trimestrielle du site sous les vents à moins de 5 kilomètres du site démontrent l'occurrence d'un marquage par les rejets à l'atmosphère du CNPE (251±12 et 283±14 Bq.kg<sup>-1</sup> C, tableau 116 page 237).



## 8.3 État radiologique de l'environnement aquatique

#### 8.3.1 Stratégie d'échantillonnage

La localisation des stations de prélèvement et la nature des échantillons collectés sont indiquées sur la Figure 33 page 220. Les caractéristiques (dates, stations, natures, etc.) identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le Tableau 112 page 224 et suivantes.

Les stations et la nature des prélèvements permettent la comparaison avec les résultats des études antérieures. La dispersion des rejets d'effluents dans l'environnement est contrainte par les conditions hydrologiques propres au site. Le point de rejet des effluents liquides du CNPE se situe sur le canal à environ 3 km en amont de l'usine hydroélectrique de Blondel, à proximité de Bollène.

Les stations de référence en amont du site sont localisées à Châteauneuf-du-Rhône (poissons), au niveau du barrage de Donzère (végétaux) et dans la partie amont du canal d'amenée de Donzère-Mondragon (sédiments). En aval proche, les prélèvements de végétaux et de sédiments sont réalisés à Bollène dans le canal. Les poissons en aval sont collectés à Mornas, après la confluence du Rhône et du canal. Encore plus en aval, à Saint-Etienne-des-Sorts sont collectés des sédiments et des phanérogames. La station de prélèvement d'eau de boisson de Mornas exploite la nappe alluviale alimentée par le Rhône, en aval du CNPE et fournit 70% des besoins en eau d'une trentaine de communes. L'eau d'irrigation est prélevée à environ 12 mètres de profondeur dans un forage situé à Bollène. Ce forage capte probablement les alluvions du Rhône de par la présence de marnes bleues sous une quinzaine de mètres d'alluvions et de la profondeur de la nappe mesurée. L'eau captée par le forage de Bollène vient probablement de la plaine du Tricastin qui est une zone potentiellement influencée par les rejets du site d'Orano Tricastin dans le canal de la Gaffière. Pendant la période d'irrigation, les canaux de drainage de la plaine du Tricastin sont utilisés pour recharger la nappe à partir de pompage dans les cours d'eau proche.

Les pêches ont été réalisées au filet à grandes mailles par un pêcheur professionnel. Les poissons collectés sont des brèmes. Les mesures réalisées sur les poissons ont porté sur les muscles afin d'étudier la fraction susceptible d'être consommée par l'homme et de s'affranchir du contenu du tractus gastrointestinal.

Tous les échantillons de phanérogames, de poissons et de sédiments ont été mesurés par spectrométrie γ. L'<sup>131</sup>l a été recherché dans les phanérogames collectées en amont et en aval proche du site du Tricastin. Le tritium libre a été mesuré dans les phanérogames immergées prélevées en amont et à l'aval ainsi que dans les eaux de boisson et d'irrigation. Le tritium organiquement lié et le <sup>14</sup>C ont été mesurés dans les échantillons de phanérogames immergées (excepté pour l'aval lointain) et dans les poissons. Du <sup>63</sup>Ni et du <sup>55</sup>Fe sont mesurés dans les échantillons de bryophytes.

Tableau 112 – Identification des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique de 2021

| Situation<br>par rapport<br>au C.N.P.E. | Chronique                      | Commune | Longitude<br>WGS 84 | Latitude<br>WGS 84 | Commentaire | Nature                    | Espèce                                      | Fraction                   | Date de<br>prélèvement | Type de mesure                                   | Frais/Sec | Sec/Cendres |
|---|--------------------------------|---------|---------------------|--------------------|-------------|---------------------------|---|----------------------------|------------------------|--|-----------|-------------|
| 6,44 km SSO                             | Rhône en aval<br>de Tricastin  | Bollène | 04,70240            | 44,27655           |             | Eaux douces               | Eau d'irrigation                            | Entier<br>Filtrat < 0.2 µm | 22/06/2021             | H-3 libre (Liquide)                              | -         | -           |
| 14,22 km S                              | Rhône en aval<br>de Tricastin  | Mornas  | 04,73042            | 44,20282           |             | Eaux boisson              | Eau d'adduction publique                    | Entier<br>Filtrat < 0.2 µm | 19/04/2021             | H-3 libre (Liquide)                              | -         | -           |
| 9,28 km<br>amont                        | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,71018            | 44,41277           | Rive gauche | Sédiments                 | Sédiments de milieu<br>dulçaquicole         | Tamisé < 2000<br>μm        | 03/02/2021             | Gamma (Sec)                                      | 1,57      | -           |
| 9,28 km<br>amont                        | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,71018            | 44,41277           | Rive gauche | Sédiments                 | Sédiments de milieu<br>dulçaquicole         | Entier                     | 03/02/2021             | Granulométrie<br>(Sec)                           | 1,57      | -           |
| 9,28 km<br>amont                        | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,71018            | 44,41277           | Rive gauche | Sédiments                 | Sédiments de milieu<br>dulçaquicole         | Entier                     | 03/02/2021             | MO après<br>combustion (Sec)                     | 1,57      | -           |
| 12,51 km<br>amont                       | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,69583            | 44,44032           | Rive droite | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus   | Entier                     | 24/08/2021             | Gamma (Cendre)                                   | 8,76      | 5,48        |
| 12,51 km<br>amont                       | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,69583            | 44,44032           | Rive droite | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus   | Entier                     | 24/08/2021             | Gamma (Frais)                                    | 7,51      | -           |
| 12,51 km<br>amont                       | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,69583            | 44,44032           | Rive droite | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus   | Entier                     | 24/08/2021             | C-14 par MS<br>(spectrométrie de<br>masse) (Sec) | 7,51      | -           |
| 12,51 km<br>amont                       | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,69583            | 44,44032           | Rive droite | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus   | Entier                     | 24/08/2021             | C élémentaire<br>(Sec)                           | 7,51      | -           |
| 12,51 km<br>amont                       | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,69583            | 44,44032           | Rive droite | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus   | Entier                     | 24/08/2021             | Rapport relatif<br>C13/C12 (Sec)                 | 7,51      | -           |
| 12,51 km<br>amont                       | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,69583            | 44,44032           | Rive droite | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus   | Entier                     | 24/08/2021             | H-3 lié (Sec)                                    | 7,51      | -           |
| 12,51 km<br>amont                       | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,69583            | 44,44032           | Rive droite | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus   | Entier                     | 24/08/2021             | Pourcentage<br>massique de<br>l'hydrogène (Sec)  | 7,51      | -           |
| 12,51 km<br>amont                       | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,69583            | 44,44032           | Rive droite | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus   | Entier                     | 24/08/2021             | H-3 libre (Liquide)                              | 7,51      | -           |
| 12,52 km<br>amont                       | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,67804            | 44,43675           | Rive gauche | Mousses<br>aquatiques     | Cinclidotus danub.<br>Cinclidotus danubicus | Parties<br>aériennes       | 24/08/2021             | Fe-55 par SL<br>(Cendre)                         | 4,88      | 3,54        |
| 12,52 km<br>amont                       | Rhône en amont<br>du Tricastin | Donzère | 04,67804            | 44,43675           | Rive gauche | Mousses<br>aquatiques     | Cinclidotus danub.<br>Cinclidotus danubicus | Parties<br>aériennes       | 24/08/2021             | Ni-63 par Sc. Liq.<br>(Cendre)                   | 4,88      | 3,54        |



#### Rapport IRSN N° 2022-00811

| Situation<br>par rapport<br>au C.N.P.E. | Chronique                     | Commune                  | Longitude<br>WGS 84 | Latitude<br>WGS 84 | Commentaire | Nature                    | Espèce                                    | Fraction            | Date de<br>prélèvement | Type de mesure                                   | Frais/Sec | Sec/Cendres |
|---|-------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|-------------|---------------------------|---|---------------------|------------------------|--|-----------|-------------|
| 16,95 km<br>aval                        | Rhône en aval<br>de Cruas     | Châteauneuf-<br>du-Rhône | 04,69716            | 44,48584           | Rive droite | Poissons                  | Brème commune<br>Abramis brama            | Muscle              | 26/04/2021             | Gamma (Cendre)                                   | 4,52      | 17,10       |
| 16,95 km<br>aval                        | Rhône en aval<br>de Cruas     | Châteauneuf-<br>du-Rhône | 04,69716            | 44,48584           | Rive droite | Poissons                  | Brème commune  Abramis brama              | Muscle              | 26/04/2021             | C-14 par SL<br>(Benzène) (Sec)                   | 4,79      | =           |
| 16,95 km<br>aval                        | Rhône en aval<br>de Cruas     | Châteauneuf-<br>du-Rhône | 04,69716            | 44,48584           | Rive droite | Poissons                  | Brème commune  Abramis brama              | Muscle              | 26/04/2021             | C élémentaire<br>(Sec)                           | 4,79      | =           |
| 16,95 km<br>aval                        | Rhône en aval<br>de Cruas     | Châteauneuf-<br>du-Rhône | 04,69716            | 44,48584           | Rive droite | Poissons                  | Brème commune<br>Abramis brama            | Muscle              | 26/04/2021             | Rapport relatif<br>C13/C12 (Sec)                 | 4,79      | -           |
| 16,95 km<br>aval                        | Rhône en aval<br>de Cruas     | Châteauneuf-<br>du-Rhône | 04,69716            | 44,48584           | Rive droite | Poissons                  | Brème commune  Abramis brama              | Muscle              | 26/04/2021             | H-3 lié (Sec)                                    | 4,79      | -           |
| 16,95 km<br>aval                        | Rhône en aval<br>de Cruas     | Châteauneuf-<br>du-Rhône | 04,69716            | 44,48584           | Rive droite | Poissons                  | Brème commune<br>Abramis brama            | Muscle              | 26/04/2021             | Pourcentage<br>massique de<br>l'hydrogène (Sec)  | 4,79      | -           |
| 2,28 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                  | 04,73985            | 44,31119           | Rive droite | Sédiments                 | Sédiments de milieu<br>dulçaquicole       | Tamisé < 2000<br>μm | 02/02/2021             | Gamma (Sec)                                      | 1,84      | -           |
| 2,28 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                  | 04,73985            | 44,31119           | Rive droite | Sédiments                 | Sédiments de milieu<br>dulçaquicole       | Entier              | 02/02/2021             | Granulométrie<br>(Sec)                           | 1,84      | -           |
| 2,28 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                  | 04,73985            | 44,31119           | Rive droite | Sédiments                 | Sédiments de milieu<br>dulçaquicole       | Entier              | 02/02/2021             | MO après<br>combustion (Sec)                     | 1,84      | -           |
| 3,66 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                  | 04,74420            | 44,29912           | Rive gauche | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus | Entier              | 24/08/2021             | Gamma (Cendre)                                   | 8,25      | 3,15        |
| 3,66 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                  | 04,74420            | 44,29912           | Rive gauche | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus | Entier              | 24/08/2021             | Gamma (Frais)                                    | 6,80      | -           |
| 3,66 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                  | 04,74420            | 44,29912           | Rive gauche | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus | Entier              | 24/08/2021             | C-14 par MS<br>(spectrométrie de<br>masse) (Sec) | 6,80      | -           |
| 3,66 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                  | 04,74420            | 44,29912           | Rive gauche | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus | Entier              | 24/08/2021             | C élémentaire<br>(Sec)                           | 6,80      | -           |
| 3,66 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                  | 04,74420            | 44,29912           | Rive gauche | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus | Entier              | 24/08/2021             | Rapport relatif<br>C13/C12 (Sec)                 | 6,80      | -           |
| 3,66 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                  | 04,74420            | 44,29912           | Rive gauche | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus | Entier              | 24/08/2021             | H-3 lié (Sec)                                    | 6,80      | -           |
| 3,66 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                  | 04,74420            | 44,29912           | Rive gauche | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus | Entier              | 24/08/2021             | Pourcentage<br>massique de<br>l'hydrogène (Sec)  | 6,80      | -           |
| 3,66 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                  | 04,74420            | 44,29912           | Rive gauche | Phanérogames immergées    | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus | Entier              | 24/08/2021             | H-3 libre (Liquide)                              | 6,80      | -           |



#### Rapport IRSN N° 2022-00811

| Situation<br>par rapport<br>au C.N.P.E. | Chronique                     | Commune                     | Longitude<br>WGS 84 | Latitude<br>WGS 84 | Commentaire | Nature                    | Espèce                                     | Fraction             | Date de<br>prélèvement | Type de mesure                                  | Frais/Sec | Sec/Cendres |
|---|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|-------------|---------------------------|--|----------------------|------------------------|---|-----------|-------------|
| 4,01 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                     | 04,74139            | 44,29544           | Rive gauche | Mousses<br>aquatiques     | Fontinale<br>Fontinalis antipyretica Hedw. | Entier               | 24/08/2021             | Fe-55 par SL<br>(Cendre)                        | 7,87      | 4,36        |
| 4,01 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Bollène                     | 04,74139            | 44,29544           | Rive gauche | Mousses<br>aquatiques     | Fontinale<br>Fontinalis antipyretica Hedw. | Entier               | 24/08/2021             | Ni-63 par Sc. Liq.<br>(Cendre)                  | 7,87      | 4,36        |
| 13,26 km<br>aval                        | Rhône en aval<br>de Tricastin | Mornas                      | 04,71193            | 44,21223           | Rive gauche | Poissons                  | Brème commune<br>Abramis brama             | Muscle               | 28/04/2021             | Gamma (Cendre)                                  | 4,35      | 18,39       |
| 13,26 km<br>aval                        | Rhône en aval<br>de Tricastin | Mornas                      | 04,71193            | 44,21223           | Rive gauche | Poissons                  | Brème commune<br>Abramis brama             | Muscle               | 28/04/2021             | C-14 par SL<br>(Benzène) (Sec)                  | 4,37      | -           |
| 13,26 km<br>aval                        | Rhône en aval<br>de Tricastin | Mornas                      | 04,71193            | 44,21223           | Rive gauche | Poissons                  | Brème commune<br>Abramis brama             | Muscle               | 28/04/2021             | C élémentaire<br>(Sec)                          | 4,37      | -           |
| 13,26 km<br>aval                        | Rhône en aval<br>de Tricastin | Mornas                      | 04,71193            | 44,21223           | Rive gauche | Poissons                  | Brème commune<br>Abramis brama             | Muscle               | 28/04/2021             | Rapport relatif<br>C13/C12 (Sec)                | 4,37      | -           |
| 13,26 km<br>aval                        | Rhône en aval<br>de Tricastin | Mornas                      | 04,71193            | 44,21223           | Rive gauche | Poissons                  | Brème commune<br>Abramis brama             | Muscle               | 28/04/2021             | H-3 lié (Sec)                                   | 4,37      | -           |
| 13,26 km<br>aval                        | Rhône en aval<br>de Tricastin | Mornas                      | 04,71193            | 44,21223           | Rive gauche | Poissons                  | Brème commune<br>Abramis brama             | Muscle               | 28/04/2021             | Pourcentage<br>massique de<br>l'hydrogène (Sec) | 4,37      | -           |
| 16,3 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Saint-Étienne-<br>des-Sorts | 04,71375            | 44,18463           |             | Phanérogames<br>immergées | Potamot pectiné<br>Potamogeton pectinatus  | Parties<br>aériennes | 24/08/2021             | Gamma (Cendre)                                  | 6,81      | 3,50        |
| 16,3 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Saint-Étienne-<br>des-Sorts | 04,71375            | 44,18463           | Rive gauche | Sédiments                 | Sédiments de milieu<br>dulçaquicole        | Tamisé < 2000<br>μm  | 02/02/2021             | Gamma (Sec)                                     | 1,86      | -           |
| 16,3 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Saint-Étienne-<br>des-Sorts | 04,71375            | 44,18463           | Rive gauche | Sédiments                 | Sédiments de milieu<br>dulçaquicole        | Entier               | 02/02/2021             | Granulométrie<br>(Sec)                          | 1,86      | -           |
| 16,3 km aval                            | Rhône en aval<br>de Tricastin | Saint-Étienne-<br>des-Sorts | 04,71375            | 44,18463           | Rive gauche | Sédiments                 | Sédiments de milieu<br>dulçaquicole        | Entier               | 02/02/2021             | MO après<br>combustion (Sec)                    | 1,86      | -           |

#### - : absence de traitement.

Dans les tableaux aquatiques suivants :

| Prélèvements en amont du dispositif de rejets des effluents liquides      |
|---|
| Prélèvements en aval du dispositif de rejets des effluents liquides       |
| Prélèvements d'eau en aval du dispositif de rejets des effluents liquides |



#### 8.3.2 Résultats et interprétation

#### 8.3.2.1 Radionucléides émetteurs gamma

#### 8.3.2.1.1 Radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle

Les résultats d'analyse par spectrométrie γ des activités en radionucléides d'origine naturelle dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin sont présentés dans le Tableau 130 page 252.

En 2021, la radioactivité d'origine naturelle mesurée dans les sédiments, les végétaux et les poissons s'inscrit dans la gamme des valeurs habituellement mesurées dans ces matrices [1]. Le <sup>40</sup>K est le radionucléide prépondérant dans l'ensemble des matrices échantillonnées. Les activités en <sup>40</sup>K dans les poissons sont celles attendues pour ces animaux dont la teneur en potassium est physiologiquement régulée (activité massique toujours proche de 100 Bq.kg<sup>-1</sup> frais). Les radionucléides des familles de l'<sup>238</sup>U et du <sup>232</sup>Th ainsi que le <sup>7</sup>Be sont détectés dans les sédiments et dans les végétaux.

L'ensemble des résultats obtenus permet d'assurer que les échantillons n'ont pas subi de biais au cours des étapes de prélèvement, de préparation et d'analyse par spectrométrie gamma.

#### 8.3.2.1.2 Radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle

Les résultats d'analyse par spectrométrie γ des activités en radionucléides d'origine artificielle dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin sont présentés dans le Tableau 131 page 253.

Le <sup>137</sup>Cs est présent dans tous les échantillons prélevés en milieu aquatique avec des activités s'inscrivant dans la gamme des niveaux observés au cours des dix dernières années (Tableau 119 page 241 au Tableau 122 page 244). On notera qu'à l'exception des sédiments (Figure ci-dessous), compte tenu des incertitudes de mesure, les activités du <sup>137</sup>Cs sont proches entre l'amont et l'aval. Dans les sédiments, les activités quantifiées en aval sont le plus souvent plus élevées en aval du site (sauf 2014 et 2017), soit probablement le signe d'une contribution des rejets du CNPE au marquage des sédiments du Rhône par les retombées globales et les rejets des installations en amont.

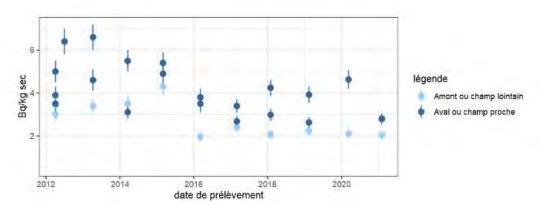


Figure 36 – Variation temporelle des activités <sup>137</sup>Cs mesurées dans les sédiments collectées dans l'environnement aquatique du CNPE de Tricastin de 2012 à 2021.

Du <sup>58</sup>Co (0,35±0,05 Bq.kg<sup>-1</sup> sec) et du <sup>60</sup>Co (0,091±0,034 Bq.kg<sup>-1</sup> sec) ont été mesurés dans les phanérogames immergées prélevées en amont du site. Ces détections témoignent de l'influence des rejets liquides autorisés des CNPE situés en amont comme observé ces dernières années.



L'<sup>131</sup>l est quantifié dans les phanérogames immergées prélevées en aval du CNPE avec une activité proche du seuil de décision observé en amont. Son activité provient des unités médicales implantées dans les agglomérations en amont du CNPE du Tricastin, sans pouvoir écarter les contributions des rejets liquides du site industriel.

#### 8.3.2.2 Radionucléides émetteurs bêta

#### 8.3.2.2.1 Tritium

Les résultats d'analyse des activités en tritium libre et en tritium organiquement lié dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin sont présentés respectivement dans le Tableau 132 page 254 et le Tableau 133 page 255.

L'eau d'irrigation prélevée à Bollène présente une activité en tritium libre qui est dans la gamme des valeurs attendues dans un environnement non soumis à des rejets industriels (de l'ordre de 1 Bq.L<sup>-1</sup> dans une gamme allant de 0,4 à 2 Bq.L<sup>-1</sup> d'après [1]). Les activités en tritium libre mesurées dans les phanérogames collectées en amont (12,9±1,6 Bq.L<sup>-1</sup> ED) et en aval (14,8±1,8 Bq.L<sup>-1</sup> ED) ainsi que dans l'eau de boisson (4,7±0,8 Bq.L<sup>-1</sup> ED) sont supérieures au niveau attendu hors influence de rejets liquides. En 2021, les activités des échantillons de phanérogames ne présentent pas de différence significative entre l'amont et l'aval compte tenu des incertitudes de mesure, ce qui ne permet pas de discriminer le marquage du CNPE du Tricastin de celui occasionné par les rejets d'effluents liquides des CNPE situés en amont (Cruas-Meysse, Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil et Le Bugey). En raison de la dilution et du transfert rapide du tritium libre au sein de ce milieu récepteur, les prélèvements de phanérogames ont probablement eu lieu dans la concomitance d'un rejet liquide tritié.

Comme pour les années passées, les activités en tritium organiquement lié mesurées dans les phanérogames immergées (7,5±1,1 Bq.L<sup>-1</sup> EC en amont et 10,5±1,4 Bq.L<sup>-1</sup> EC en aval) et dans les poissons (7,6±1,0 Bq.L<sup>-1</sup> EC en amont et 6,1±0,8 Bq.L<sup>-1</sup> EC en aval) sont supérieures au niveau attendu hors influence de rejets liquides (de l'ordre de 1 Bq.L<sup>-1</sup> dans une gamme allant de 0,4 à 2 Bq.L<sup>-1</sup> d'après [1]). En 2021, dans les phanérogames, les activités en tritium organiquement lié sont plus élevées en aval qu'en amont, contrairement aux dernières années (Figure 37 page 229). Dans les poissons, ces activités ne présentent pas de différence significative entre l'awal compte tenu des incertitudes de mesure et restent dans la variabilité observée ces dernières années. Les activités mesurées ne permettent pas de discriminer le marquage par les rejets liquides tritiés du CNPE du Tricastin et des autres installations présentes sur le site du Tricastin (ORANO) de celui occasionné par les rejets d'effluents liquides des CNPE situés en amont (Cruas-Meysse, Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil et Le Bugey).



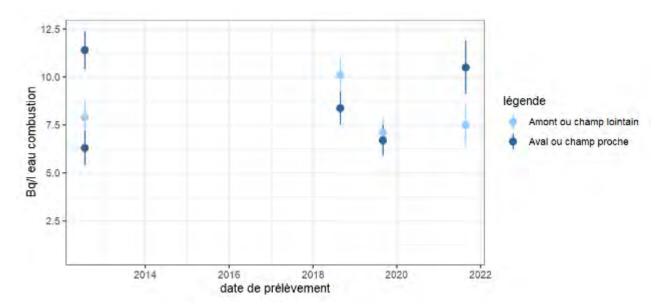


Figure 37 – Variation temporelle des activités en tritium organiquement lié mesurées dans les phanérogames immergées collectées dans l'environnement aquatique du CNPE de Tricastin de 2012 à 2021.

#### 8.3.2.2.2 Carbone 14

Les résultats d'analyse des activités en <sup>14</sup>C dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin sont présentés dans le Tableau 134 page 256.

Les activités en <sup>14</sup>C mesurées dans les phanérogames immergées sont supérieures à l'activité attendue hors influence d'apports industriels (inférieure à 220 Bq.kg<sup>-1</sup> de C d'après [1]), avec une activité plus élevée en aval (277±1,4 Bq.kg<sup>-1</sup> de C) qu'en amont (233,2±1,2 Bq.kg<sup>-1</sup> de C) du CNPE. Les activités mesurées dans les poissons sont également supérieures à l'activité attendue hors influence d'apports industriels avec une activité plus élevée en amont (1 090±50 Bq.kg<sup>-1</sup> de C) qu'en aval (844±41 Bq.kg<sup>-1</sup> de C) comme déjà observé par le passé (2013, 2014 et 2016). Les valeurs élevées en <sup>14</sup>C dans les différentes matrices prélevées sont imputables aux rejets liquides du CNPE du Tricastin et des autres installations présentes sur le site du Tricastin (ORANO) ainsi que des rejets d'effluents liquides des CNPE situés en amont (Cruas-Meysse, Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil et Le Bugey).



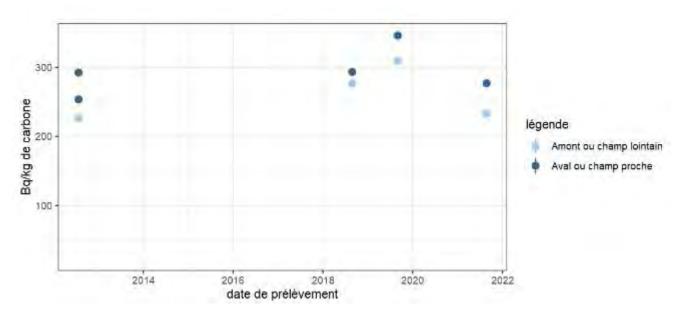


Figure 38 – Variation temporelle des activités en <sup>14</sup>C dans les phanérogames de 2012 à 2021

#### 8.3.2.2.3 Nickel 63 et Fer 55

Les résultats d'analyse des activités en <sup>63</sup>Ni et <sup>55</sup>Fe sont respectivement présentés dans le Tableau 135 page 257 et le Tableau 136 page 257.

Le <sup>63</sup>Ni est mesuré dans les deux échantillons de mousses aquatiques avec une activité plus élevée en amont (0,360±0,080 Bq.kg<sup>-1</sup> sec) qu'en aval (0,130±0,070 Bq.kg<sup>-1</sup> sec) du CNPE. L'activité en <sup>55</sup>Fe mesurée dans les mousses prélevées en amont et en aval du site est inférieure au seuil de décision. La technique de mesure du <sup>55</sup>Fe fournit pour ces échantillons des limites de détection trop élevées pour affiner le diagnostic. Les résultats obtenus pour le <sup>63</sup>Ni, encore peu nombreux, ne permettent pas de définir la variabilité des activités dans cette matrice et, le cas échéant, de se prononcer sur un éventuel marquage par les rejets d'effluents du site.

## 8.4 Conclusion de l'état radiologique de l'environnement du CNPE du Tricastin

En 2021, la radioactivité d'origine naturelle mesurée dans les échantillons des milieux terrestre et aquatique reste qualitativement et quantitativement équivalente à celle observée avant la mise en service industrielle du CNPE. Le <sup>40</sup>K est le radionucléide d'origine naturelle prépondérant dans tous les échantillons.

La radioactivité gamma d'origine artificielle du milieu terrestre et du milieu aquatique est exclusivement imputable au <sup>137</sup>Cs. La présence de ce radionucléide artificiel dans l'environnement est essentiellement liée aux retombées des essais nucléaires et de Tchernobyl.

En milieu terrestre, les activités en tritium libre et en tritium organiquement lié mesurées dans les salades et le lait de chèvre ne mettent pas en évidence de contribution des rejets d'effluents atmosphériques de ce site. Il en est de même pour le <sup>14</sup>C mesuré dans les salades et le lait de chèvre. En revanche, les activités en tritium libre et en tritium organiquement lié mesurées dans l'herbe permettent de mettre en évidence un marquage par les rejets d'effluents tritiés à l'atmosphère opérés par le site du Tricastin.

Dans l'environnement aquatique, l'activité en <sup>131</sup>I mesurée dans les phanérogames prélevées en aval du site est caractéristique d'un marquage par des rejets récents provenant probablement des rejets liquides du site du Tricastin. La détection des <sup>58</sup>Co et <sup>60</sup>Co dans les phanérogames collectées en amont du site du Tricastin témoignent du marquage du milieu aquatique par les rejets d'effluents liquides des installations situées en amont. Les activités en tritium libre, en tritium organiquement lié et en 14C mesurées dans les phanérogames immergées sont supérieures aux activités mesurées hors influence et sont également plus élevées en aval qu'en amont. L'eau de boisson prélevée à Mornas, en aval du CNPE, présente également une activité en tritium libre supérieure au niveau attendu hors influence de rejets liquides. Les poissons pêchés en amont et en aval du site ont des activités en tritium organiquement lié et en 14C supérieures au niveau attendu hors influence des rejets liquides, sans différence significative entre l'amont et l'aval compte tenu des incertitudes de mesure. Ces activités mettent en évidence un marquage du milieu aquatique par les rejets liquides du CNPE du Tricastin, des autres installations présentes sur le site du Tricastin (ORANO) et des CNPE situés en amont (Cruas-Meysse, Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil et Bugey) sans pouvoir différencier l'origine de ce marquage. Le marquage de l'environnement aquatique en tritium est également imputable aux rejets liés à l'industrie horlogère implantée par le passé dans le Haut-Rhône. Enfin, la connaissance des niveaux de référence en <sup>63</sup>Ni en milieu aquatique ne permet pas encore de se prononcer quant à l'origine du marquage de l'environnement aquatique du site.



## 8.5 Tableaux de résultats

Tableau 113 – Activités en radionucléides émetteurs γ des échantillons de sols collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2012 à 2021

| Année                 | 201   | 2   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   |
|-----------------------|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Fraction              | Diamètre infér  | ieur à 2 mm   | Diamètre<br>inférieur à 2<br>mm                  |
| Chronique             | Le tricastin -<br>zone hors vents<br>dominants (>5<br>km) | Le tricastin -<br>zone sous les<br>vents (>5<br>km) | Le tricastin -<br>zone sous les<br>vents (<5 km) |
| Emetteurs             | gamma d'origine ar  | tificielle (Bq.kg                                   | ¹ sec)   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <sup>134</sup> Cs     | =   | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <sup>137</sup> Cs     | 8,90-9,10   | 5,40-9,20   | 11,8   | 11,4   | 8,80   | 10,37  | 9,78   | 9,07   | 9,9  | 10,1   | 8,5  |
|                       | (2/2)   | (4/4)   | (1/1)  | (1/1)  | (1/1)  | (1/1)  | (1/1)  | (1/1)  | (1/1)  | (1/1)  | (1/1)  |
| <sup>58</sup> Co      | -   | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <sup>60</sup> Co      | -   | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <sup>110m</sup> Ag    | -   | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <sup>54</sup> Mn      | -   | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <sup>124</sup> Sb     | -   | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <sup>125</sup> Sb     | -   | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 131                   | n.a.  | n.a.  | n.a.   | n.a.   | n.a.   | -  | n.a.   | n.a.   | n.a.   | n.a.   | n.a.   |
| Emetteurs &           | beta (³H libre : Bq.                                      | L-1 d'eau de dess                                   | sication, <sup>3</sup> H lié : I                 | 3q.L <sup>-1</sup> d'eau de co                   | ombustion, <sup>14</sup> C :                     | Bq.kg <sup>-1</sup> C, autres                    | : Bq.kg-1 sec)                                   |  |  |  |  |
| ³H lié                | 3,91  | 1,290   | n.a.   |
|                       | (1/1)   | (1/1)   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <sup>90</sup> Sr      | =   | 0,85<br>(1/1)                                       | n.a.   |
| Emetteurs a           | alpha (Bq.kg <sup>-1</sup> sec)                           |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <sup>239+240</sup> Pu | 0,0443<br>(1/1)   | 0,1944<br>(1/1)                                     | n.a.   |



#### Rapport IRSN N° 2022-00811

| <sup>238</sup> Pu | 0,00102 | 0,00551 | n.a. |
|-------------------|---------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   | (1/1)   | (1/1)   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <sup>241</sup> Am | 0,0169  | 0,0812  | n.a. |
|                   | (1/1)   | (1/1)   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

n.a.: non analysé. -: inférieur au seuil de décision.

Tableau 114 – Activités en radionucléides émetteurs γ des échantillons de mousses collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2012 à 2021

| Année                 | 201   | 2   | 201   | 3   | 201   | 4   | 201   | 5   | 201   | 6   | 201   | 7   | 2018  | 2019  | 2020   | 2021   |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| Fraction              | Enti  | er  | Entier  | Parties<br>aériennes                                | Parties<br>aériennes                                   | Parties<br>aériennes                                   |
| Chronique             | Le<br>tricastin -<br>zone hors<br>vents<br>dominants<br>(>5 km) | Le<br>tricastin<br>- zone<br>sous les<br>vents<br>(>5 km) | Le<br>tricastin -<br>zone hors<br>vents<br>dominants<br>(>5 km) | Le<br>tricastin<br>- zone<br>sous les<br>vents<br>(>5 km) | Le<br>tricastin -<br>zone hors<br>vents<br>dominants<br>(>5 km) | Le<br>tricastin<br>- zone<br>sous les<br>vents<br>(>5 km) | Le<br>tricastin -<br>zone hors<br>vents<br>dominants<br>(>5 km) | Le<br>tricastin<br>- zone<br>sous les<br>vents<br>(>5 km) | Le<br>tricastin -<br>zone hors<br>vents<br>dominants<br>(>5 km) | Le<br>tricastin<br>- zone<br>sous les<br>vents<br>(>5 km) | Le<br>tricastin -<br>zone hors<br>vents<br>dominants<br>(>5 km) | Le<br>tricastin<br>- zone<br>sous les<br>vents<br>(>5 km) | Le<br>tricastin<br>- zone<br>sous les<br>vents<br>(>5 km) | Le tricastin<br>- zone sous<br>les vents<br>(>5 km) | Le<br>tricastin -<br>zone sous<br>les vents<br>(>5 km) | Le<br>tricastin -<br>zone sous<br>les vents<br>(>5 km) |
| Emetteurs             | gamma d'orig  | jine artifici   | ielle (Bq.kg <sup>-1</sup>                                      | sec)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| <sup>134</sup> Cs     | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -  | -  |
| <sup>137</sup> Cs     | 5,9-6,00<br>(2/2)   | 2,20-<br>3,20<br>(3/3)                                    | 14,8<br>(1/1)   | 9,1<br>(1/1)  | 3,84<br>(1/1)   | 20,4 (1/1)  | 2,27<br>(1/1)   | 11,1<br>(1/1)   | 7,3<br>(1/1)  | 1,20<br>(1/1)   | 2,20<br>(1/1)   | 3,22<br>(1/1)   | 2,99<br>(1/1)   | 20,1<br>(1/1)                                       | 4,39<br>(1/1)  | 6,10<br>(1/1)  |
| <sup>58</sup> Co      | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -  | -  |
| <sup>60</sup> Co      | -   | -   | -   | -   | =   | -   | =   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -  | -  |
| <sup>110m</sup> Ag    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -  | -  |
| <sup>54</sup> Mn      | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -  | -  |
| <sup>124</sup> Sb     | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -  | -  |
| <sup>125</sup> Sb     | -   | -   | -   | -   | -   | -   | =   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -  | -  |
| 131                   | =   | -   | -   | -   | =   | -   | =   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -  | -  |
| Emetteurs I           | beta (³H libre  | e : Bq.L <sup>-1</sup> d                                  | 'eau de dessi   | cation, <sup>3</sup> H                                    | lié : Bq.L <sup>-1</sup> d                                      | 'eau de cor   | mbustion, <sup>14</sup> (                                       | C: Bq.kg <sup>-1</sup>                                    | C, autres : B   | q.kg <sup>-1</sup> sec)                                   |   |   |   |   |  |  |
| ³H lié                | 3,5<br>(1/1)  | 8,9<br>(1/1)  | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.   | n.a.   |
| <sup>90</sup> Sr      | 1,58<br>(1/1)   | 1,31<br>(1/1)   | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.   | n.a.   |
| Emetteurs             | alpha (Bq.kg  | ¹ sec)  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| <sup>239+240</sup> Pu | 0,0317<br>(1/1)   | 0,0193<br>(1/1)   | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.   | n.a.   |



| <sup>238</sup> Pu | 0,00107<br>(1/1) | 0,00060 (1/1) | n.a. |
|-------------------|------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <sup>241</sup> Am | 0,0128<br>(1/1)  | 0,00836       | n.a. |

<sup>- :</sup> inférieur au seuil de décision. n.a. : non analysé.

Tableau 115 – Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons de salades collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2012 à 2021

| Année                | 20   | 12   | 201  | 3   | 2014   | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  |
|----------------------|--|--|--|---|--|---|---|---|---|---|---|---|
| Fraction             | Parties a  | ériennes   | Parties aé   | riennes   | Parties<br>aériennes   | Parties<br>aériennes                                | Parties<br>aériennes                                | Parties<br>aériennes                                | Parties<br>aériennes                                | Feuilles<br>annuelles                               | Parties<br>aériennes                                | Parties<br>aériennes                                |
| Chronique            | Le tricastin -<br>zone hors<br>vents<br>dominants (>5<br>km) | Le tricastin -<br>zone sous les<br>vents (>5 km) | Le tricastin -<br>zone hors<br>vents<br>dominants (>5<br>km) | Le tricastin<br>- zone sous<br>les vents<br>(>5 km) | Le tricastin -<br>zone hors<br>vents<br>dominants (>5<br>km) | Le tricastin -<br>zone sous<br>les vents (>5<br>km) |
| Emetteurs            | gamma d'origine  | artificielle (Bq. k                              | g <sup>-1</sup> sec)   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |
| <sup>134</sup> Cs    | -  | -  | -  | n.a.  | -  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| <sup>137</sup> Cs    | 0,59<br>(1/2)  | 0,47<br>(1/1)                                    | 0,38<br>(1/1)  | n.a.  | -  | 0,18<br>(1/1)                                       | 0,152<br>(1/1)                                      | -   | 0,169<br>(1/1)                                      | -   | -   | -   |
| <sup>58</sup> Co     | Ē  | -  | =  | n.a.  | =  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| <sup>60</sup> Co     | -  | -  | -  | n.a.  | -  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| <sup>110m</sup> Ag   | =  | -  | -  | n.a.  | =  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| <sup>54</sup> Mn     | =  | -  | -  | n.a.  | =  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| <sup>124</sup> Sb    | -  | -  | -  | n.a.  | -  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| <sup>125</sup> Sb    | -  | -  | -  | n.a.  | -  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 131                  | n.a.   | -  | n.a.   | n.a.  | n.a.   | n.a.  | -   | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.  |
| Emetteurs            | beta (³H libre : B   | q.L <sup>-1</sup> d'eau de de                    | essication, <sup>3</sup> H lié                               | : Bq.L <sup>-1</sup> d'eau                          | de combustion, 1   | <sup>4</sup> C : Bq.kg <sup>-1</sup> C, a           | autres : Bq.kg <sup>-1</sup>                        | sec)  |   |   |   |   |
| <sup>3</sup> H libre | 0,90<br>(1/1)  | 3,80<br>(1/1)                                    | n.a.   | n.a.  | n.a.   | 2,90<br>(1/1)                                       | 1,90<br>(1/1)                                       | 1,90<br>(1/1)                                       | 2,19<br>(1/1)                                       | 2,60<br>(1/1)                                       | 1,50<br>(1/1)                                       | 1,30<br>(1/1)                                       |
| ³H lié               | 1,30<br>(1/1)  | 6,1<br>(1/1)                                     | n.a.   | n.a.  | n.a.   | 3,30<br>(1/1)                                       | 3,20<br>(1/1)                                       | 2,42<br>(1/1)                                       | 2,95<br>(1/1)                                       | 3,80<br>(1/1)                                       | 2,00<br>(1/1)                                       | 2,00<br>(1/1)                                       |
| 14C                  | 230,2<br>(1/1)   | 231,3<br>(1/1)                                   | n.a.   | n.a.  | n.a.   | 230<br>(1/1)  | 227<br>(1/1)  | 229<br>(1/1)  | 229<br>(1/1)  | 230<br>(1/1)  | 231<br>(1/1)  | 230<br>(1/1)  |
| <sup>55</sup> Fe     | n.a.   | n.a.   | n.a.   | -   | n.a.   | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.  | n.a.  |

n.a.: non analysé. -: inférieur au seuil de décision.



Tableau 116 – Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons d'herbe collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2012 à 2021

| Année                 | 2012   | !  | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   |
|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Fraction              | Parties aér  | iennes   | Parties<br>aériennes                             | Parties aériennes                                | Parties<br>aériennes                             |
| Chronique             | Le tricastin - zone<br>hors vents<br>dominants (>5 km) | Le tricastin -<br>zone sous les<br>vents (>5 km) | Le tricastin -<br>zone sous les<br>vents (<5 km) | Le tricastin - zone<br>sous les vents (<5<br>km) | Le tricastin -<br>zone sous les<br>vents (<5 km) |
| Emetteurs             | gamma d'origine artific                                | cielle (Bq.kg <sup>-1</sup> sec                  | )  |  |  |  |  |  |  |  | _  |
| <sup>134</sup> Cs     | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | n.a.   | -  |
| <sup>137</sup> Cs     | -  | -  | -  | 0, 101<br>(1/1)                                  | -  | -  | -  | 0,068<br>(1/1)                                   | 0,084<br>(1/1)                                   | n.a.   | -  |
| <sup>58</sup> Co      | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | n.a.   | -  |
| <sub>60</sub> Co      | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | n.a.   | -  |
| <sup>110m</sup> Ag    | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | n.a.   | -  |
| <sup>54</sup> Mn      | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | n.a.   | -  |
| <sup>124</sup> Sb     | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | n.a.   | -  |
| <sup>125</sup> Sb     | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | n.a.   | -  |
| 131                   | -  | -  | n.a.   | n.a.   | n.a.   | -  | n.a.   | n.a.   | n.a.   | n.a.   | n.a.   |
| Emetteurs I           | beta ( <sup>3</sup> H libre : Bq.L <sup>-1</sup> (     | d'eau de dessicati                               | on, <sup>3</sup> H lié : Bq.L <sup>-1</sup>      | d'eau de combustic                               | ın, <sup>14</sup> C : Bq.kg <sup>-1</sup> C, a   | utres : Bq.kg <sup>-1</sup> sec)                 |  |  |  |  |  |
| <sup>3</sup> H libre  | 4,00<br>(1/1)  | 3,10<br>(1/1)                                    | n.a.   | n.a.   | 2,80<br>(1/1)                                    | 7,30<br>(1/1)                                    | 3,49<br>(1/1)                                    | 2,89<br>(1/1)                                    | 3,40<br>(1/1)                                    | 3,40<br>(1/1)                                    | 3,00<br>(1/1)                                    |
| ³H lié                | 7,50<br>(1/1)  | 3,60<br>(1/1)                                    | n.a.   | n.a.   | n.a.   | 5,70<br>(1/1)                                    | 3,17<br>(1/1)                                    | 3,07<br>(1/1)                                    | 3,30<br>(1/1)                                    | 3,70<br>(1/1)                                    | 4,40<br>(1/1)                                    |
| 14C                   | 237,7<br>(1/1)   | 234,0<br>(1/1)                                   | 237,3<br>(1/1)                                   | 237,3<br>(1/1)                                   | 255-310,6<br>(4/4)                               | 230-321,00<br>(4/4)                              | 242-283,4<br>(2/2)                               | 229-285<br>(4/4)                                 | **   | 242-279<br>(2/2)                                 | 224-283<br>(3/4)                                 |
| <sup>90</sup> Sr      | 0,440<br>(1/1)   | 1,06<br>(1/1)                                    | n.a.   |
| Emetteurs             | alpha (Bq.kg <sup>-1</sup> sec)                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <sup>239+240</sup> Pu | 0,00057<br>(1/1)                                       | 0,00082<br>(1/1)                                 | n.a.   |



#### Rapport IRSN N° 2022-00811

| <sup>238</sup> Pu | -       | -       | n.a. |
|-------------------|---------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <sup>241</sup> Am | 0,00035 | 0,00035 | n.a. |
|                   | (1/1)   | (1/1)   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

n.a.: non analysé. -: inférieur au seuil de décision. \*\* : Pas de ressource pour le prélèvement trimestriel d'herbe des mois d'avril 2019, de juillet 2019, d'octobre 2019 et de janvier 2020.

Tableau 117 – Activités en radionucléides émetteurs γ et 6 des échantillons de lait collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2012 à 2021

| Année                | 201   | 2  | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017                      | 2018   | 2019   | 2020  | 2021  |
|----------------------|---|--|--|--|--|--|---------------------------|--|--|---|---|
| Fraction             | Entie   | er   | Entier   | Entier   | Entier   | Entier   | Entier                    | Entier   | Entier   | Entier  | Entier  |
| Chronique            | Le tricastin -<br>zone hors vents<br>dominants (>5<br>km) | Le tricastin -<br>zone sous les<br>vents (>5 km) |                           | Le tricastin -<br>zone sous les<br>vents (>5 km) | Le tricastin -<br>zone sous les<br>vents (>5 km) | Le tricastin -<br>zone hors vents<br>dominants (<5<br>km) | Le tricastin -<br>zone hors vents<br>dominants (<5<br>km) |
| Emetteurs o          | gamma d'origine ar  | tificielle (Bq.kg                                | 1 sec)   |  |  |  |                           |  |  |   |   |
| <sup>134</sup> Cs    | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -                         | -  | -  | n.a.  | -   |
| <sup>137</sup> Cs    | 0,0288<br>(1/2)   | 0,130<br>(1/1)                                   | 0,0248<br>(1/1)                                  | 0,0204<br>(1/1)                                  | 0,0161<br>(1/1)                                  | -  | 0,0164<br>(1/1)           | 0,0112<br>(1/1)                                  | 0,0136<br>(1/1)                                  | n.a.  | 0,0112<br>(1/1)   |
| <sup>58</sup> Co     | =   | -  | -  | -  | -  | -  | -                         | -  | -  | n.a.  | -   |
| <sup>60</sup> Co     | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -                         | -  | -  | n.a.  | -   |
| <sup>110m</sup> Ag   | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -                         | -  | -  | n.a.  | -   |
| <sup>54</sup> Mn     | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -                         | -  | -  | n.a.  | -   |
| <sup>124</sup> Sb    | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -                         | -  | -  | n.a.  | -   |
| <sup>125</sup> Sb    | =   | -  | -  | -  | -  | -  | -                         | -  | -  | n.a.  | -   |
| 131                  | =   | -  | n.a.   | n.a.   | n.a.   | -  | n.a.                      | n.a.   | n.a.   | n.a.  | n.a.  |
| Emetteurs k          | oeta (³H libre : Bq.l                                     | 1 d'eau de dess                                  | sication, <sup>3</sup> H lié :                   | Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de (                    | combustion, <sup>14</sup> C                      | : Bq.kg <sup>-1</sup> C, autr                    | es : Bq.L <sup>-1</sup> ) |  |  |   |   |
| <sup>3</sup> H libre | 1, 20<br>(1/1)  | 3,20<br>(1/1)                                    | 0,80<br>(1/1)                                    | -  | 4,20<br>(1/1)                                    | 4,60<br>(1/1)                                    | 6,00<br>(1/1)             | 3,37<br>(1/1)                                    | 5,10<br>(1/1)                                    | 2,90<br>(1/1)   | 1,90<br>(1/1)   |
| ³H lié               | 4,50<br>(1/1)   | 3,60<br>(1/1)                                    | 4,30<br>(1/1)                                    | 2,50<br>(1/1)                                    | 4,30<br>(1/1)                                    | 4,30<br>(1/1)                                    | 4,12<br>(1/1)             | 3,32<br>(1/1)                                    | 3,50<br>(1/1)                                    | n.a.  | 2,30<br>(1/1)   |
| 14C                  | 235,0<br>(1/1)  | 234,5<br>(1/1)                                   | n.a.   | n.a.   | 226-230<br>(2/2)                                 | 226-234<br>(4/4)                                 | 231<br>(1/1)              | 235<br>(1/1)                                     | 228<br>(1/1)                                     | 238<br>(1/1)  | 228<br>(1/1)  |
| <sup>90</sup> Sr     | 0,0145<br>(1/1)   | 0,0428<br>(1/1)                                  | n.a.   | n.a.   | n.a.   | n.a.   | n.a.                      | n.a.   | n.a.   | n.a.  | n.a.  |

n.a.: non analysé. -: inférieur au seuil de décision.



Tableau 118 – Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons d'eau (boisson, irrigation et cours d'eau) collectés dans l'environnement du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2012 à 2021

| Année                | 2012                               | 2013                           | 2014  | 2015                          | 2016                          | 2017                          | 2018                          | 2019                          | 2021                          |
|----------------------|------------------------------------|--------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Fraction             | Filtrat à 0,2 μm                   | Filtrat à 0,2 μm               | Filtrat à 0,2 μm                            | Filtrat à 0,2 µm              | Filtrat à 0,2 μm              | Filtrat à 0,2 μm              | Filtrat à 0,2 µm              | Filtrat à 0,2 μm              | Filtrat à 0,2 μm              |
| Chronique            | Rhône en aval de<br>tricastin      | Rhône en aval de<br>tricastin  | Rhône en aval de<br>tricastin               | Rhône en aval de<br>tricastin | Rhône en aval de<br>tricastin | Rhône en aval de<br>tricastin | Rhône en aval de<br>tricastin | Rhône en aval de<br>tricastin | Rhône en aval de<br>tricastin |
| Emetteurs (          | gamma d'origine arti               | ficielle (Bq.L <sup>-1</sup> ) |   |                               |                               |                               |                               |                               | _                             |
| <sup>134</sup> Cs    | 0,00024<br>(1/3)                   | n.a.                           | n.a.  | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          |
| <sup>137</sup> Cs    | -                                  | n.a.                           | n.a.  | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          |
| <sup>58</sup> Co     | -                                  | n.a.                           | n.a.  | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          |
| 60Co                 | -                                  | n.a.                           | n.a.  | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          |
| <sup>110m</sup> Ag   | -                                  | n.a.                           | n.a.  | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          |
| <sup>54</sup> Mn     | -                                  | n.a.                           | n.a.  | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          |
| <sup>124</sup> Sb    | -                                  | n.a.                           | n.a.  | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          |
| <sup>125</sup> Sb    | -                                  | n.a.                           | n.a.  | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          |
| 131                  | n.a.                               | n.a.                           | n.a.  | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          |
| Emetteurs I          | beta (³H libre : Bq.L <sup>-</sup> | d'eau de dessication           | n, <sup>14</sup> C : Bq.kg <sup>-1</sup> C) |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
| <sup>3</sup> H libre | 1,8-9,2<br>(4/4)                   | 4,80<br>(1/1)                  | 5,70<br>(1/1)                               | 4,20<br>(1/1)                 | 3,90<br>(1/1)                 | 6,30<br>(1/1)                 | 3,70-3,90<br>(2/2)            | 4,60-5,00<br>(2/2)            | 1,2-4,70<br>(2/2)             |
| 14C                  | 311-335<br>(2/2)                   | n.a.                           | n.a.  | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          | n.a.                          |

n.a.: non analysé; -: inférieur au seuil de décision.



Tableau 119 – Activités en radionucléides émetteurs γ des échantillons de sédiments collectés dans l'environnement aquatique du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2012 à 2021

| Année                |                                   | 2012                          | 20                                | 13                               | 20                                | 14                               | 20                                | 15                               | 20                                | 16                               | 20                                | 17                               | 20                                | 18                               | 20                                | 19                               | 20                                | 20                               | 20                                | 21                               |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Fraction             |                                   | inférieur à 2<br>mm           | Diamètre<br>à 2                   |                                  |
| Chronique            | Rhône en<br>amont du<br>tricastin | Rhône en aval<br>de tricastin | Rhône en<br>amont du<br>tricastin | Rhône en<br>aval de<br>tricastin |
| Emetteurs            | gamma d'or                        | rigine artificiel             | le (Bq.kg-1                       | sec)                             |                                   |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  |
| <sup>134</sup> Cs    | -                                 | -                             | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | =                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                |
| <sup>137</sup> Cs    | 3,02-<br>3,44<br>(2/2)            | 3,50-6,40<br>(4/4)            | 3,39<br>(1/1)                     | 4,60-<br>6,60<br>(2/2)           | 3,50<br>(1/1)                     | 3,11-<br>5,50<br>(2/2)           | 4,30<br>(1/1)                     | 4,90-<br>5,40<br>(2/2)           | 1,97<br>(1/1)                     | 3,50-<br>3,80<br>(2/2)           | 2,41<br>(1/1)                     | 2,68-<br>3,40<br>(2/2)           | 2,07<br>(1/1)                     | 2,98-<br>4,24<br>(2/2)           | 2,23<br>(1/1)                     | 2,63-<br>3,92<br>(2/2)           | 2,10<br>(1/1)                     | 4,63<br>(1/1)                    | 2,05<br>(1/1)                     | 2,79-<br>2,81<br>(2/2)           |
| <sup>58</sup> Co     | -                                 | -                             | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                |
| 60Co                 | -                                 | -                             | -                                 | 0,23<br>(1/2)                    | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | 0,70<br>(1/2)                    | -                                 | 0,35<br>(1/1)                    | -                                 | -                                |
| <sup>110m</sup> Ag   | -                                 | -                             | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | 0,28<br>(1/2)                    | -                                 | -                                | -                                 | -                                |
| <sup>54</sup> Mn     | -                                 | -                             | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                |
| <sup>124</sup> Sb    | -                                 | -                             | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                |
| <sup>125</sup> Sb    | -                                 | -                             | -                                 | -                                | =                                 | -                                | -                                 | -                                | =                                 | -                                | -                                 | =                                | -                                 | -                                | =                                 | -                                | -                                 | -                                | -                                 | -                                |
| 131                  | n.a.                              | n.a.                          | n.a.                              | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                             |
| Emetteurs I          | beta (³H lib                      | ore : Bq.L <sup>-1</sup> d'ea | u de dessid                       | cation, <sup>3</sup> H           | lié : Bq.L <sup>-1</sup>          | d'eau de d                       | combustion                        | , <sup>14</sup> C : Bq.I         | kg <sup>-1</sup> C, autr          | es: Bq.kg                        | 1 sec)                            |                                  |                                   |                                  |                                   |                                  | _                                 |                                  | _                                 |                                  |
| <sup>3</sup> H libre | n.a.                              | n.a.                          | n.a.                              | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                             | 4,10<br>(1/1)                     | 10,1<br>(1/1)                    | n.a.                              | n.a.                             |
| ³H lié               | 37-59<br>(2/2)                    | 10,3-135<br>(5/5)             | n.a.                              | n.a.                             |
| 14C                  | 201,3<br>(1/1)                    | 66,80-246,0<br>(3/3)          | n.a.                              | n.a.                             |

n.a.: non analysé; -: inférieur au seuil de décision.



Tableau 120 – Activités en radionucléides émetteurs γ des échantillons de mousse collectés dans l'environnement aquatique du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2012 à 2021

| Année                | 20                                | 12                                  | 20                                | 13                                  | 20                                | 14                                  | 20                                | 15                                  | 20                                | 16                                  | 20                                | 17                                  | 20                                | 18                                  | 20                                   | 119                              | 20.                               | 21                                  |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Fraction             | Ent                               | ier                                 | Ent                               | ier                                 | Ent                               | ier                                 | Ent                               | ier                                 | Parties a                         | ériennes                            | Parties a                         | ériennes                            | Parties a                         | ériennes                            | Parties a                            | ériennes                         | Parties a                         | ériennes                            |
| Chronique            | Rhône en<br>amont du<br>tricastin | Rhône<br>en aval<br>de<br>tricastin | Rhône en<br>amont<br>du<br>tricastin | Rhône en<br>aval de<br>tricastin | Rhône en<br>amont du<br>tricastin | Rhône<br>en aval<br>de<br>tricastin |
| Emetteurs            | gamma d'oi                        | rigine arti                         | ficielle (Bq                      | .kg-1 sec)                          |                                   |                                     |                                   |                                     |                                   |                                     |                                   |                                     |                                   |                                     |                                      |                                  |                                   |                                     |
| <sup>134</sup> Cs    | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | n.a.                              | n.a.                                | n.a.                                 | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                                |
| <sup>137</sup> CS    | 2,85-<br>3,38<br>(3/3)            | 1,73-<br>3,13<br>(3/3)              | 1,95<br>(1/1)                     | 1,58<br>(1/1)                       | 1,40<br>(1/1)                     | 2,65<br>(1/1)                       | 1,87<br>(1/1)                     | 1,36<br>(1/1)                       | 1,61<br>(1/1)                     | 1,07<br>(1/1)                       | 1,51<br>(1/1)                     | 1,63<br>(1/1)                       | n.a.                              | n.a.                                | n.a.                                 | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                                |
| <sup>58</sup> Co     | -                                 | -                                   | 0,77<br>(1/1)                     | -                                   | 3,03<br>(1/1)                     | -                                   | 0,72<br>(1/1)                     | -                                   | 1,56<br>(1/1)                     | 0,25<br>(1/1)                       | -                                 | -                                   | n.a.                              | n.a.                                | n.a.                                 | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                                |
| <sup>60</sup> Co     | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | 1,50<br>(1/1)                     | 0,37<br>(1/1)                       | -                                 | 0,22<br>(1/1)                       | 0,92<br>(1/1)                     | 0,77<br>(1/1)                       | -                                 | 0,27<br>(1/1)                       | n.a.                              | n.a.                                | n.a.                                 | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                                |
| <sup>110m</sup> Ag   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | 0,37<br>(1/1)                     | 0,22<br>(1/1)                       | 0,36<br>(1/1)                     | -                                   | 0,28<br>(1/1)                     | 0,28<br>(1/1)                       | -                                 | -                                   | n.a.                              | n.a.                                | n.a.                                 | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                                |
| <sup>54</sup> Mn     | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | n.a.                              | n.a.                                | n.a.                                 | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                                |
| <sup>124</sup> Sb    | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | n.a.                              | n.a.                                | n.a.                                 | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                                |
| <sup>125</sup> Sb    | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | -                                 | -                                   | n.a.                              | n.a.                                | n.a.                                 | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                                |
| 131                  | 25,9<br>(1/1)                     | 14,4<br>(1/1)                       | n.a.                              | n.a.                                | n.a.                                 | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                                |
| Emetteurs            | beta (³H lib                      | re : Bq.L-                          | ¹ d'eau de                        | dessicatio                          | n, ³H lié : E                     | 3q.L <sup>-1</sup> d'ea             | u de comb                         | ustion, <sup>14</sup> (             | C : Bq.kg-1 (                     | C, autres :                         | Bq.kg-1 se                        | c)                                  |                                   |                                     |                                      |                                  |                                   |                                     |
| <sup>3</sup> H libre | 5,60<br>(1/1)                     | 5,00<br>(1/1)                       | n.a.                              | n.a.                                | n.a.                                 | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                                |
| ³H lié               | 46,9<br>(1/1)                     | 12,3<br>(1/1)                       | n.a.                              | n.a.                                | n.a.                                 | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                                |
| <sup>14</sup> C      | 239,2<br>(1/1)                    | 253,0<br>(1/1)                      | n.a.                              | n.a.                                | n.a.                                 | n.a.                             | n.a.                              | n.a.                                |
| <sup>55</sup> Fe     | -                                 | -                                   | n.a.                              | n.a.                                | -                                 | -                                   | -                                    | -                                | -                                 | -                                   |
| <sup>63</sup> Ni     | 0,23<br>(1/1)                     | 0,157<br>(1/1)                      | n.a.                              | n.a.                                | 0,50<br>(1/1)                     | 0,161<br>(1/1)                      | 0,392<br>(1/1)                       | 0,33<br>(1/1)                    | 0,36<br>(1/1)                     | 0,13<br>(1/1)                       |

n.a.: non analysé; -: inférieur au seuil de décision.



Tableau 121 – Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons de végétaux (phanérogames immergées) collectés dans l'environnement aquatique du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2012 à 2021

| _                    | ı                                       |                                  | 1                                       |                                     | 1                                       |                                     |   |                                     |   |                                     | 1                                       |                                     |   |                                     |   |                                     | 1                                       |                                     |   |                                     |
|----------------------|---|----------------------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|
| Année                | 2                                       | 2012                             | 20                                      | 13                                  | 20                                      | 14                                  | 20                                      | 15                                  | 20                                      | 16                                  | 20                                      | 17                                  | 20                                      | 18                                  | 20                                      | 19                                  | 20                                      | 20                                  | 20                                      | 21                                  |
| Fraction             | Parties                                 | aériennes                        | Par<br>aérie                            | ties<br>ennes                       |   | ties<br>ennes                       | Par<br>aérie                            | ties<br>ennes                       | Par<br>aérie                            |                                     | Par<br>aérie                            |                                     | Par<br>aérie                            | ties<br>nnes                        | Par<br>aérie                            | ties<br>ennes                       |   | ties<br>ennes                       | Par<br>aérie                            | ties<br>ennes                       |
| Chronique            | Rhône<br>en<br>amont<br>du<br>tricastin | Rhône en<br>aval de<br>tricastin | Rhône<br>en<br>amont<br>du<br>tricastin | Rhône<br>en aval<br>de<br>tricastin |
| Emetteurs (          | gamma d'o                               | origine artifi                   | cielle (Bq                              | .kg-1 sec)                          |   |                                     |   |                                     |   |                                     |   |                                     |   |                                     |   |                                     |   |                                     |   |                                     |
| <sup>134</sup> Cs    | -                                       | -                                | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   |
| <sup>137</sup> Cs    | 1,03-<br>2,54<br>(3/4)                  | 0,413-0,83 (3/4)                 | 0,422<br>(1/2)                          | 0,42-<br>1,82<br>(3/3)              | 0,295<br>(1/2)                          | 0, 495-<br>1, 12<br>(3/3)           | 0,350-<br>0,99<br>(2/2)                 | 0,421-<br>1,02<br>(2/3)             | 0,383<br>(1/2)                          | 0,307-<br>0,77<br>(3/3)             | 0,665<br>(1/2)                          | 0,596-<br>1,06<br>(3/3)             | 0,248<br>(1/2)                          | 0,277-<br>0,530<br>(2/3)            | 0,145<br>(1/2)                          | 0,125-<br>0,192<br>(2/3)            | 0,270<br>(1/1)                          | 0,250<br>(1/1)                      | 0,275<br>(1/2)                          | 0,210-<br>0,75<br>(3/3)             |
| <sup>58</sup> Co     | -                                       | -                                | -                                       | -                                   | 0,74-<br>0,96<br>(2/2)                  | 0,34-<br>0,37<br>(2/3)              | -                                       | -                                   | 0,69<br>(1/2)                           | 0,51<br>(1/2)                       | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | 0,37<br>(1/2)                       | 1,58<br>(1/1)                           | 1,30<br>(1/1)                       | 0,350<br>(1/2)                          | -                                   |
| 60Co                 | -                                       | -                                | -                                       | -                                   | 0,30<br>(1/2)                           | 0, 17<br>(1/2)                      | -                                       | -                                   | -                                       | 0,173-<br>1,01<br>(3/3)             | -                                       | 0,50<br>(1/2)                       | -                                       | 0,191<br>(1/2)                      | -                                       | 1,31-<br>1,38<br>(2/3)              | 0,49<br>(1/1)                           | 1,42<br>(1/1)                       | 0,091<br>(1/2)                          | -                                   |
| <sup>110m</sup> Ag   | -                                       | -                                | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   |
| <sup>54</sup> Mn     | -                                       | -                                | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   |
| <sup>124</sup> Sb    | =                                       | -                                | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | =                                       | -                                   | =                                       | -                                   | -                                       | -                                   | =                                       | -                                   | =                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   |
| <sup>125</sup> Sb    | -                                       | -                                | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   | -                                       | -                                   |
| 131                  | 7,7-9,4<br>(2/2)                        | 6,2-8,1<br>(2/2)                 | 2,71<br>(1/1)                           | 7,3<br>(1/1)                        | 3,75<br>(1/1)                           | 6,74<br>(1/1)                       | 2,67<br>(1/1)                           | 5,29<br>(1/1)                       | -                                       | 1,05<br>(1/1)                       | 6,7<br>(1/1)                            | 11,2<br>(1/1)                       | 1,52<br>(1/1)                           | 1,59<br>(1/1)                       | 1,07<br>(1/1)                           | 2,41<br>(1/1)                       | n.a.                                    | n.a.                                | -                                       | 1,13<br>(1/1)                       |
| Emetteurs I          | beta (³H li                             | ibre : Bq.L <sup>-1</sup>        | d'eau de (                              | dessicatio                          | n, ³H lié                               | : Bq.L-1 d                          | eau de co                               | ombustion                           | n, <sup>14</sup> C : Bq                 | .kg <sup>-1</sup> C, a              | utres : Bo                              | ı.kg <sup>-1</sup> sec)             |   |                                     |   |                                     |   |                                     |   |                                     |
| <sup>3</sup> H libre | 3,40<br>(1/1)                           | 4,60-6,50<br>(2/2)               | n.a.                                    | n.a.                                | n.a.                                    | n.a.                                | 4,00<br>(1/1)                           | 8,10<br>(1/1)                       | 2,90<br>(1/1)                           | 19,6<br>(1/1)                       | n.a.                                    | n.a.                                | 17,7<br>(1/1)                           | 10,82<br>(1/1)                      | 9,50<br>(1/1)                           | 4,70<br>(1/1)                       | n.a.                                    | n.a.                                | 12,9<br>(1/1)                           | 14,8<br>(1/1)                       |
| ³H lié               | 7,90<br>(1/1)                           | 6,30-11,4<br>(2/2)               | n.a.                                    | n.a.                                | 10,09<br>(1/1)                          | 8,37<br>(1/1)                       | 7,10<br>(1/1)                           | 6,70<br>(1/1)                       | n.a.                                    | n.a.                                | 7,5<br>(1/1)                            | 10,5<br>(1/1)                       |
| 14 <b>C</b>          | 226,0<br>(1/1)                          | 253,7-<br>292,5<br>(2/2)         | n.a.                                    | n.a.                                | 276,7<br>(1/1)                          | 293,4<br>(1/1)                      | 309,6<br>(1/1)                          | 346,1<br>(1/1)                      | n.a.                                    | n.a.                                | 233,2<br>(1/1)                          | 277,0<br>(1/1)                      |

n.a.: non analysé; -: inférieur au seuil de décision.



Tableau 122 – Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons de poissons (muscles) pêchés dans l'environnement aquatique du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2012 à 2021

| Année                | 20  | 12                                      | 20  | 13                                      | 20  | 14                                      | 20  | 15                                      | 20  | 16                                      | 20  | 17                                      | 20  | 18                                      | 20  | 19                                      | 20  | 20                                      | 20  | 21                                      |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fraction             | Mus   | cle                                     | Mus   | scle                                    |
| Chroniqu<br>e        | Rhône<br>en<br>amont<br>du<br>tricasti<br>n | Rhône<br>en aval<br>de<br>tricasti<br>n |
| Emetteurs            | gamma d'o                                   | origine ar                              | tificielle                                  | (Bq.kg <sup>-1</sup> f                  | rais)                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | _                                       |
| <sup>134</sup> Cs    | =   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       |   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       |
| <sup>137</sup> CS    | 0,0566<br>(1/2)                             | 0,0751<br>(1/2)                         | 0,083<br>(1/1)                              | 0,108<br>(1/1)                          | 0,0409<br>(1/1)                             | 0,065<br>(1/1)                          | 0,055<br>(1/1)                              | 0,141<br>(1/1)                          | 0,0296<br>(1/1)                             | 0,0470<br>(1/1)                         | 0,0390<br>(1/1)                             | 0,0522<br>(1/1)                         | 0,0650<br>(1/1)                             | 0,139<br>(1/1)                          | 0,0290<br>(1/1)                             | 0,0250<br>(1/1)                         | 0,0180<br>(1/1)                             | 0,0231 (1/1)                            | 0,0370<br>(1/1)                             | 0,0380 (1/1)                            |
| <sup>58</sup> Co     | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       |
| <sup>60</sup> Co     | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       |
| <sup>110m</sup> Ag   | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       |
| <sup>54</sup> Mn     | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       |
| <sup>124</sup> Sb    | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       |
| <sup>125</sup> Sb    | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       | -   | -                                       |
| Emetteurs            | beta (³H I                                  | bre : Bq.                               | L-1 d'eau                                   | de dessic                               | ation, <sup>3</sup> H                       | lié : Bq.L                              | -1 d'eau d                                  | e combus                                | stion, <sup>14</sup> C                      | : Bq.kg <sup>-1</sup>                   | C, autres                                   | : Bq.kg <sup>-1</sup>                   | frais)                                      |   |   |   |   |   |   |   |
| <sup>3</sup> H libre | 4,50<br>(1/1)                               | 3,10<br>(1/1)                           | 3,80<br>(1/1)                               | 2,00<br>(1/1)                           | 1,20<br>(1/1)                               | 11,1<br>(1/1)                           | 7,00<br>(1/1)                               | 9,60<br>(1/1)                           | 3,10<br>(1/1)                               | 2,20<br>(1/1)                           | 2,84<br>(1/1)                               | 5,65<br>(1/1)                           | 1,42<br>(1/1)                               | 1,26<br>(1/1)                           | 11,10<br>(1/1)                              | n.a.                                    | 4,30<br>(1/1)                               | n.a.                                    | 2,20<br>(1/1)                               | n.a.                                    |
| ³H lié               | 9,0<br>(1/1)                                | 11,9<br>(1/1)                           | 10,2<br>(1/1)                               | 7,8<br>(1/1)                            | 11,6<br>(1/1)                               | 11,30<br>(1/1)                          | 8,40<br>(1/1)                               | 10,2<br>(1/1)                           | 9,10<br>(1/1)                               | 7,90<br>(1/1)                           | 5,61<br>(1/1)                               | 8,16<br>(1/1)                           | 5,31<br>(1/1)                               | 5,98<br>(1/1)                           | 8,40<br>(1/1)                               | 5,60<br>(1/1)                           | 7,50<br>(1/1)                               | 6, 40<br>(1/1)                          | 7,6<br>(1/1)                                | 6,1<br>(1/1)                            |
| 14C                  | 881,3<br>(1/1)                              | 904,7                                   | 968,5<br>(1/1)                              | 817,0<br>(1/1)                          | 1 065                                       | 902,1                                   | 868<br>(1/1)                                | 866 (1/1)                               | 982<br>(1/1)                                | 890<br>(1/1)                            | 662 (1/1)                                   | 913 (1/1)                               | 746-<br>(1/1)                               | 708 (1/1)                               | 602 (1/1)                                   | 971 (1/1)                               | 895<br>(1/1)                                | 713 (1/1)                               | 1 090                                       | 844 (1/1)                               |

n.a.: non analysé; -: inférieur au seuil de décision.



Tableau 123 - Teneur en matière organique et caractéristiques granulométriques de l'échantillon des sols récoltés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique en 2021.

| Station | Date de prélèvement | Nature            | Espèce                        | Fraction | Date de mesure | Qualité | Fractions         | %    |
|---------|---------------------|-------------------|-------------------------------|----------|----------------|---------|-------------------|------|
| Bollène | 02/02/2021          | Sols non cultivés | So de friche<br>Strate 0-5 cm | ≤ 2 mm   | 02/07/2021     | sec     | Matière organique | 3,03 |
|         |                     |                   |                               |          |                |         | Argiles (<2µm)    | 16,8 |
|         |                     |                   |                               |          |                |         | Limons Fins       | 15,1 |
|         |                     |                   |                               |          |                |         | Limons Grossiers  | 23,9 |
|         |                     |                   |                               |          |                |         | Sables Fins       | 31,1 |
|         |                     |                   |                               |          |                |         | Sables grossiers  | 13,1 |



Tableau 124 – Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine naturelle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors du suivi radioécologique 2021

| Chronique  | Commune   | Date de<br>prélèvement | Nature                | Espèce                                   | Fraction                                 | Qualité | Frais/Sec | Date de<br>mesure | <sup>40</sup> K | Famille du<br><sup>232</sup> Th | Far               | mille de l         | '238U             | <sup>7</sup> Be | Unité                                  |
|--|-----------|------------------------|-----------------------|--|--|---------|-----------|-------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-----------------|--|
|  |           |                        |                       |  |  |         |           |                   |                 | <sup>228</sup> Ac               | <sup>234</sup> Th | <sup>234m</sup> Pa | <sup>210</sup> Pb |                 |  |
| Le tricastin - zone sous<br>les vents (<5 km)    | Bollène   | 02/02/2021             | Sols                  | Sol de friche                            | Produits de tamisage<br>Tamisé < 2000 μm | Sec     | 1,26      | 04/03/2021        | 364±30          | 32,8±2,1                        | 27,5±2,1          | 33±12              | 68±22             | ≤ 1,6           | Bq.kg <sup>-</sup> <sup>1</sup> sec    |
| Le tricastin - zone sous<br>les vents (>5 km)    | Bollène   | 22/06/2021             | Légumes               | Salades                                  | Parties aériennes                        | Cendre  | 24,23     | 02/09/2021        | 2 450±210       | 1,15±0,47                       | ≤ 1,9             | ≤ 27               | 3,9±1,3           | 35,9±3,4        | Bq.kg <sup>-</sup><br><sup>1</sup> sec |
| Le tricastin - zone sous<br>les vents (<5 km)    | Bollène   | 19/04/2021             | Herbes                | Herbe de prairie<br>permanente non id.   | Parties aériennes                        | Cendre  | 2,87      | 09/09/2021        | 492±42          | 0,320±0,090                     | ≤ 0,60            | ≤ 8,0              | 6,20±0,80         | 31,8±3,0        | Bq.kg <sup>-</sup><br><sup>1</sup> sec |
| Le tricastin - zone sous<br>les vents (>5 km)    | Mondragon | 02/02/2021             | Mousses<br>terrestres | Scleropodium purum<br>Scleropodium purum | Entier                                   | Frais   | 7,69      | 09/02/2021        | 163±18          | ≤ 2,0                           | n.a.              | ≤ 45               | n.a.              | 453±36          | Bq.kg <sup>-</sup><br><sup>1</sup> sec |
| Le tricastin - zone hors vents dominants (<5 km) | Lapalud   | 19/04/2021             | Produits<br>laitiers  | Lait de chèvre                           | Entier                                   | Cendre  | 8,92      | 13/09/2021        | 57,8±4,7        | ≤ 0,032                         | ≤ 0,080           | ≤ 1,0              | ≤ 0,090           | ≤ 0,28          | Bq.L <sup>-1</sup>                     |

n.a: non analysé.



Tableau 125 – Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors du suivi radioécologique 2021

| Chronique   | Commune              | Date de<br>prélèvement | Nature                | Espèce                                   | Fraction                                 | QualitéF | rais/Sec | Date de<br>mesure | <sup>134</sup> Cs | <sup>137</sup> Cs | <sup>58</sup> Co | <sup>60</sup> Co | <sup>110m</sup> Ag | <sup>54</sup> Mn | <sup>124</sup> Sb | <sup>125</sup> Sb <sup>13</sup> | ¹I* Unité                                    |
|---|----------------------|------------------------|-----------------------|--|--|----------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------|---------------------------------|--|
| Le tricastin - zone sou<br>les vents (>5 km)      | Mondragon            | 02/02/2021             | Mousses<br>terrestres | Scleropodium purum<br>Scleropodium purum | Entier                                   | Frais    | 7,69     | 09/02/2021        | ≤ 0,39            | 6,10±0,70         | ≤ 0,40           | ≤ 0,50 :         | ≤ 0,45 ≤           | : 0,39           | ≤ 0,42            | ≤ 1,1 ≤ 0                       | ), 70 <sup>Bq.</sup> kg <sup>-1</sup><br>sec |
| Le tricastin - zone hor<br>vents dominants (<5 km |                      | 19/04/2021             | Produits<br>laitiers  | Lait de chèvre                           | Entier                                   | Cendre   | 8,92     | 13/09/2021        | ≤ 0,0080          | 0,0112±0,0041     | ≤ 0,030≤         | ≤ 0,011≤         | 0,012≤             | 0,0100           | ≤ 0,034           | ≤ 0,018 n.                      | .a. Bq.kg <sup>-1</sup><br>frais             |
| Le tricastin - zone sour<br>les vents (<5 km)     | <sup>3</sup> Bollène | 02/02/2021             | Sols                  | Sol de friche                            | Produits de tamisage<br>Tamisé < 2000 µm | Sec      | 1,26     | 04/03/2021        | ≤ 0,14            | 8,50±0,70         | ≤ 0,18           | ≤ 0,15 :         | ≤ 0,19 ≤           | : 0,18           | ≤ 0,18            | ≤ 0,42 n.                       | .a. Bq.kg <sup>-1</sup><br>sec               |
| Le tricastin - zone sour<br>les vents (>5 km)     | Bollène              | 22/06/2021             | Légumes               | Salades                                  | Parties aériennes                        | Cendre   | 24,23    | 02/09/2021        | ≤ 0,16            | ≤ 0,17            | ≤ 0,36           | ≤ 0,26 :         | ≤ 0,23 ≤           | : 0,20           | ≤ 0,32            | ≤ 0,39 n.                       | .a. Bq.kg <sup>-1</sup> sec                  |
| Le tricastin - zone sou<br>les vents (<5 km)      | Bollène              | 19/04/2021             | Herbes                | Herbe de prairie<br>permanente non id.   | Parties aériennes                        | Cendre   | 2,87     | 09/09/2021        | ≤ 0,060           | ≤ 0,050           | ≤ 0,22 ≤         | ≤ 0,080≤         | 0,090 ≤            | 0,080            | ≤ 0,23            | ≤ 0,13 n.                       | .a. Bq.L <sup>-1</sup>                       |

n.a: non analysé.



<sup>\*</sup> Du fait de sa courte période radioactive, l'<sup>131</sup>l a été analysé sur des échantillons frais.

### Tableau 126 – Activités en tritium libre mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors du suivi radioécologique 2021

| Chronique  | Commune | Date de<br>prélèvement | Nature               | Espèce                                 | Fraction                           | Frais/Sec | Date de<br>mesure | <sup>3</sup> H libre<br>(Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de<br>dessiccation) | <sup>3</sup> H libre<br>(Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou<br>frais ou Bq.L <sup>-1</sup> ) | Unité                        |
|--|---------|------------------------|----------------------|--|------------------------------------|-----------|-------------------|---|--|------------------------------|
| Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)       | Bollène | 22/06/2021             | Légumes              | Salades                                | Eau extraite par<br>lyophilisation | 20,98     | 20/07/2021        | 1,3±0,7   | 1,24±0,67  | Bq.kg <sup>-1</sup><br>frais |
| Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)       | Bollène | 07/05/2021             | Herbes               | Herbe de prairie<br>permanente non id. | Eau extraite par<br>lyophilisation | 3,29      | 09/07/2021        | 3,0±0,8   | 2,09±0,56  | Bq.kg <sup>-1</sup><br>frais |
| Le tricastin - zone hors vents dominants (<5 km) | Lapalud | 22/06/2021             | Produits<br>laitiers | Lait de chèvre                         | Eau extraite par lyophilisation    | 8,79      | 07/09/2021        | 1,9±0,7   | 1,68±0,62  | Bq.L <sup>-1</sup><br>d'ECH. |



### Tableau 127 – Activités en tritium organiquement lié (TOL) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors du suivi radioécologique 2021

| Chronique   | Commune | Date de<br>prélèvement | Nature               | Espèce                              | Fraction                               | Frais/Sec | Date de<br>mesure | TOL<br>(Bq. L <sup>-1</sup> d'eau<br>de<br>combustion) | TOL<br>(Bq.kg <sup>-1</sup> sec<br>ou frais ou<br>Bq.L <sup>-1</sup> ) | Unité                        |
|---|---------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|-----------|-------------------|--|--|------------------------------|
| Le tricastin - zone sous les<br>vents (>5 km)       | Bollène | 22/06/2021             | Légumes              | Salades                             | Résidu sec obtenu après lyophilisation | 20,98     | 11/08/2021        | 2,0±0,7  | 0,048±0,017  | Bq.kg <sup>-1</sup><br>frais |
| Le tricastin - zone sous les<br>vents (<5 km)       | Bollène | 07/05/2021             | Herbes               | Herbe de prairie permanente non id. | Résidu sec obtenu après lyophilisation | 3,29      | 14/07/2021        | 4,4±0,7  | 0,73±0,12  | Bq.kg <sup>-1</sup><br>frais |
| Le tricastin - zone hors vents<br>dominants (<5 km) | Lapalud | 19/04/2021             | Produits<br>laitiers | Lait de chèvre                      | Résidu sec obtenu après lyophilisation | 8,34      | 13/07/2021        | 2,3±0,7  | 0,193±0,059  | Bq.L <sup>-1</sup><br>d'ECH. |



## Tableau 128 – Activités en <sup>14</sup>C mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors du suivi radioécologique 2021

| Chronique  | Commune | Date de<br>prélèvement | Nature               | Espèce            | Fraction                               | Frais/Sec | Date de<br>mesure <sup>14</sup> C | <sup>14</sup> C<br>(Bq. kg <sup>-1</sup><br>de C) | δ <sup>12/13</sup> C<br>(‰) | pMC<br>(%) | <sup>14</sup> C<br>(Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou<br>frais ou Bq.L <sup>-1</sup> ) | C TOT.<br>(g.kg <sup>-1</sup> sec<br>ou frais ou<br>g.L <sup>-1</sup> ) | Unité   |
|--|---------|------------------------|----------------------|-------------------|--|-----------|-----------------------------------|---|-----------------------------|------------|---|---|---------|
| Le tricastin - zone sous<br>les vents (>5 km)    | Bollène | 22/06/2021             | Légumes              | Salades           | Résidu sec obtenu après lyophilisation | 20,98     | 26/09/2021                        | 230±12  | -29,68                      | 102,7±5,4  | 4,07±0,21   | 18  | Frais   |
| Le tricastin - zone hors vents dominants (<5 km) | Lapalud | 19/04/2021             | Produits<br>laitiers | Lait de<br>chèvre | Résidu sec obtenu après lyophilisation | 8,34      | 26/09/2021                        | 228±11  | -28,71                      | 101,6±4,9  | 13,56±0,65  | 59  | Liquide |



Tableau 129 - Teneur en matière organique et caractéristiques granulométriques des échantillons de sédiments récoltés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique en 2021.

| Station                 | Date de prélèvement | Nature    | Espèce                           | Fraction | Date de mesure | Qualité      | Fractions         | %    |
|-------------------------|---------------------|-----------|----------------------------------|----------|----------------|--------------|-------------------|------|
| Donzère                 | 03/02/2021          | Sédiments | Sédiments de milieu dulçaquicole | ≤ 2 mm   | 02/07/2021     | sec          | Matière organique | 2,53 |
|                         |                     |           |                                  |          |                | <del>-</del> | Argiles (<2µm)    | 10,9 |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Limons Fins       | 21,7 |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Limons Grossiers  | 35,7 |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Sables Fins       | 31,4 |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Sables Grossiers  | 0,3  |
| Saint-Étienne-des-Sorts | 02/02/2021          | Sédiments | Sédiments de milieu dulçaquicole | ≤ 2 mm   | 02/07/2021     | sec          | Matière organique | 2,81 |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Argiles (<2μm)    | 13   |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Limons Fins       | 38,4 |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Limons Grossiers  | 43,4 |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Sables Fins       | 5,2  |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Sables Grossiers  | 0    |
| Bollène                 | 02/02/2021          | Sédiments | Sédiments de milieu dulçaquicole | ≤ 2 mm   | 02/07/2021     | sec          | Matière organique | 2,32 |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Argiles (<2μm)    | 17,1 |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Limons Fins       | 51,6 |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Limons Grossiers  | 29,7 |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Sables Fins       | 1,6  |
|                         |                     |           |                                  |          |                |              | Sables Grossiers  | 0,0  |



Tableau 130 – Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine naturelle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2020

| Chronique                         | Commune                     | Date de<br>prélèvement | Nature                     | Espèce                              | Fraction          | Qualité | Frais/Sec | Date de<br>mesure | <sup>40</sup> K | Famille<br>du <sup>232</sup> Th | Fa                | mille de           | ا <sup>238</sup> ا) | <sup>7</sup> Be | Unité                                    |
|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------|---------|-----------|-------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------|--|
|                                   |                             |                        |                            |                                     |                   |         |           |                   |                 | <sup>228</sup> Ac               | <sup>234</sup> Th | <sup>234m</sup> Pa | <sup>210</sup> Pb   |                 |  |
| Rhône en<br>amont du<br>tricastin | Donzère                     | 03/02/2021             | Sédiments                  | Sédiments de milieu dulçaquicole    | Tamisé < 2000 μm  | Sec     | 1,57      | 04/03/2021        | 500±39          | 37,0±2,3                        | 33,4±2,4          | 34±10              | 58±12               | 11,6±1,2        | Bq.kg <sup>-</sup><br>1 sec              |
| Rhône en aval<br>de tricastin     | Saint-Étienne-<br>des-Sorts | 02/02/2021             | Sédiments                  | Sédiments de milieu dulçaquicole    | Tamisé < 2000 μm  | Sec     | 1,86      | 04/03/2021        | 501±41          | 38,0±2,4                        | 35,1±2,5          | 36±11              | 67±14               | 21,1±1,8        | Bq.kg <sup>-</sup><br>1 sec              |
| Rhône en aval<br>de tricastin     | Bollène                     | 02/02/2021             | Sédiments                  | Sédiments de milieu<br>dulçaquicole | Tamisé < 2000 μm  | Sec     | 1,84      | 04/03/2021        | 543±42          | 39,9±2,5                        | 34,3±2,5          | 43±11              | 63±12               | 8,8±1,2         | Bq.kg <sup>-</sup><br><sup>1</sup> sec   |
| Rhône en<br>amont du<br>tricastin | Donzère                     | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné<br>Potamogeton sp   | Parties aériennes | Cendre  | 8,76      | 24/09/2021        | 700±60          | 4,61±0,37                       | 7,00±0,80         | ≤ 8,0              | 6,9±1,0             | 12,1±1,0        | Bq.kg <sup>-</sup><br>1 sec              |
| Rhône en aval<br>de tricastin     | Saint-Étienne-<br>des-Sorts | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné<br>Potamogeton sp   | Parties aériennes | Cendre  | 6,81      | 11/10/2021        | 570±50          | 4,09±0,35                       | 7,2±1,1           | ≤ 12               | 6,4±1,4             | 14,0±1,4        | Bq.kg <sup>-</sup><br><sup>1</sup> sec   |
| Rhône en aval<br>de tricastin     | Bollène                     | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné<br>Potamogeton sp   | Parties aériennes | Cendre  | 8,25      | 28/09/2021        | 710±60          | 8,80±0,80                       | 11,6±1,0          | ≤ 18               | 16,1±2,8            | 30,8±2,7        | Bq.kg <sup>-</sup><br><sup>1</sup> sec   |
| Rhône en aval<br>de Cruas         | Châteauneuf-<br>du-Rhône    | 28/04/2021             | Poissons                   | Brème commune<br>Abramis brama      | Muscle            | Cendre  | 4,52      | 20/08/2021        | 107,0±9,0       | ≤ 0,039                         | ≤ 0,090           | ≤ 1,2              | 0,120±0,060         | ≤ 0,21          | Bq.kg <sup>-</sup><br><sup>1</sup> frais |
| Rhône en aval<br>de tricastin     | Mornas                      | 28/04/2021             | Poissons                   | Brème commune<br>Abramis brama      | Muscle            | Cendre  | 4,35      | 19/08/2021        | 111±10          | ≤ 0,050                         | ≤ 0,13            | ≤ 1,6              | ≤ 0,15              | ≤ 0,27          | Bq.kg <sup>-</sup> <sup>1</sup> frais    |

n.a: non analysé.



Tableau 131 – Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2021

| Chronique                      | Commune                     | Date de<br>prélèvement | Nature                     | Espèce                                 | Fraction             | QualitéF | rais/Sec | Date de mesure | <sup>134</sup> Cs | <sup>137</sup> Cs | <sup>58</sup> Co | <sup>60</sup> Co | <sup>110m</sup> Ag | <sup>54</sup> Mn | <sup>124</sup> Sb | <sup>125</sup> Sb | 131 *    | Unité                                    |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|--|----------------------|----------|----------|----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------|--|
| Rhône en amont<br>du tricastin | Donzère                     | 03/02/2021             | Sédiments                  | Sédiments de<br>milieu<br>dulçaquicole | Tamisé <<br>2000 μm  | Sec      | 1,57     | 04/03/2021     | ≤ 0,13            | 2,05±0,19         | ≤ 0,16           | ≤ 0,15           | ≤ 0,16             | ≤ 0,16           | ≤ 0,16            | ≤ 0,38            | n.a.     | Bq.kg <sup>-</sup><br>1 sec              |
| Rhône en aval<br>de tricastin  | Saint-Étienne-<br>des-Sorts | 02/02/2021             | Sédiments                  | Sédiments de<br>milieu<br>dulçaquicole | Tamisé <<br>2000 μm  | Sec      | 1,86     | 04/03/2021     | ≤ 0,15            | 2,79±0,24         | ≤ 0,19           | ≤ 0,17           | ≤ 0,20             | ≤ 0,20           | ≤ 0,20            | ≤ 0,43            | n.a.     | Bq.kg <sup>-</sup> <sup>1</sup> sec      |
| Rhône en aval<br>de tricastin  | Bollène                     | 02/02/2021             | Sédiments                  | Sédiments de<br>milieu<br>dulçaquicole | Tamisé <<br>2000 μm  | Sec      | 1,84     | 04/03/2021     | ≤ 0,15            | 2,81±0,24         | ≤ 0,19           | ≤ 0,18           | ≤ 0,20             | ≤ 0,21           | ≤ 0,20            | ≤ 0,43            | n.a.     | Bq.kg <sup>-</sup><br>1 sec              |
| Rhône en amont<br>du tricastin | Donzère                     | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné<br>Potamogeton sp      | Parties<br>aériennes | Frais    | 7,51     | 30/08/2021     | ≤ 0,70            | ≤ 0,70            | ≤ 0,70           | ≤ 0,90           | ≤ 0,80             | ≤ 0,70           | ≤ 0,70            | ≤ 1,6             | ≤ 0,90   | Bq.kg <sup>-</sup><br>1 sec              |
| Rhône en amont<br>du tricastin | Donzère                     | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné<br>Potamogeton sp      | Parties<br>aériennes | Cendre   | 8,76     | 24/09/2021     | ≤ 0,048           | 0,275±0,038       |                  | 0,091±<br>0,034  | ≤ 0,070            |                  |                   |                   | n.a.     | Bq.kg <sup>-</sup><br>1 sec              |
| Rhône en aval<br>de tricastin  | Bollène                     | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné<br>Potamogeton sp      | Parties<br>aériennes | Frais    | 6,80     | 30/08/2021     | ≤ 0,40            | 0,68±0,36         | ≤ 0,50           | ≤ 0,60           | ≤ 0,50             | ≤ 0,46           | ≤ 0,40            | ≤ 1,0             | 1,13±0,4 | 8 Bq. kg <sup>-</sup><br>sec             |
| Rhône en aval<br>de tricastin  | Saint-Étienne-<br>des-Sorts | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné<br>Potamogeton sp      | Parties<br>aériennes | Cendre   | 6,81     | 11/10/2021     | ≤ 0,070           | 0,210±0,050       | ≤ 0,13           | ≤ 0,12           | ≤ 0,11             | ≤ 0,090          | ≤ 0,11            | ≤ 0,18            | n.a.     | Bq.kg <sup>-</sup><br>1 sec              |
| Rhône en aval<br>de tricastin  | Bollène                     | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné<br>Potamogeton sp      | Parties<br>aériennes | Cendre   | 8,25     | 28/09/2021     | ≤ 0,12            | 0,75±0,11         | ≤ 0,18           | ≤ 0,18           | ≤ 0,17             | ≤ 0,14           | ≤ 0,15            | ≤ 0,32            | n.a.     | Bq.kg <sup>-</sup><br>1 sec              |
| Rhône en aval<br>de Cruas      | Châteauneuf-<br>du-Rhône    | 28/04/2021             | Poissons                   | Brème commune  Abramis brama           | Muscle               | Cendre   | 4,52     | 20/08/2021     | ≤ 0,0080          | 0,0370±0,0060     | ≤ 0,025          | ≤ 0,012          | ≤ 0,014            | ≤ 0,0100         | 0,025             | o≤ 0,019          | n.a.     | Bq.kg <sup>-</sup><br>1 frais            |
| Rhône en aval<br>de tricastin  | Mornas                      | 28/04/2021             | Poissons                   | Brème commune<br>Abramis brama         | Muscle               | Cendre   | 4,35     | 19/08/2021     | ≤ 0,011           | 0,0380±0,0070     | ≤ 0,034          | ≤ 0,017          | ≤ 0,018            | ≤ 0,014          | ≤ 0,032           | 2≤ 0,026          | n.a.     | Bq.kg <sup>-</sup><br><sup>1</sup> frais |

n.a.: non analysé.



<sup>\*</sup> Du fait de sa courte période radioactive, l'<sup>131</sup>l a été analysé sur des échantillons frais.

Tableau 132 – Activités en tritium libre mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2021

| Chronique                      | Commune | Date de<br>prélèvement | Nature                     | Espèce                          | Fraction                                  | Frais/Sec | Date de<br>mesure | <sup>3</sup> H libre<br>(Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de<br>dessiccation) | <sup>3</sup> H libre<br>(Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou<br>frais ou Bq.L <sup>-1</sup> ) | Unité                        |
|--------------------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------------------------------|---|-----------|-------------------|---|--|------------------------------|
| Rhône en aval de<br>tricastin  | Mornas  | 19/04/2021             | Eaux de boisson            | Eau d'adduction<br>publique     | Produit de filtration<br>Filtrat < 0.2 μm | -         | 03/06/2021        | 4,7±0,8   | 4,7±0,8  | Bq.L <sup>-1</sup><br>d'ECH. |
| Rhône en aval de<br>tricastin  | Bollène | 22/06/2021             | Eaux douces                | Eau d'irrigation                | Produit de filtration<br>Filtrat < 0.2 μm | -         | 20/07/2021        | 1,2±0,7   | 1,2±0,7  | Bq.L <sup>-1</sup><br>d'ECH. |
| Rhône en amont<br>du tricastin | Donzère | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné  Potamogeton sp | Eau extraite par<br>lyophilisation        | 7,51      | 23/09/2021        | 12,9±1,6  | 11,2±1,4   | Bq.kg <sup>-1</sup><br>frais |
| Rhône en aval de<br>tricastin  | Bollène | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné  Potamogeton sp | Eau extraite par<br>lyophilisation        | 6,80      | 23/09/2021        | 14,8±1,8  | 12,6±1,5   | Bq.kg <sup>-1</sup><br>frais |



### Tableau 133 – Activités en tritium lié (TOL) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2021

| Chronique                      | Commune                  | Date de<br>prélèvement | Nature                     | Espèce                            | Fraction                                  | Frais/Sec | Date de<br>mesure | TOL<br>(Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de<br>combustion) | TOL<br>(Bq.kg-1 sec ou<br>frais ou Bq.L-1) | Unité                        |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---|-----------|-------------------|--|--|------------------------------|
| Rhône en amont<br>du tricastin | Donzère                  | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné<br>Potamogeton sp | Résidu sec obtenu<br>après lyophilisation | 7,51      | 12/10/2021        | 7,5±1,1  | 0,483±0,076                                | Bq.kg <sup>-1</sup><br>frais |
| Rhône en aval de tricastin     | Bollène                  | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné<br>Potamogeton sp | Résidu sec obtenu après lyophilisation    | 6,80      | 12/10/2021        | 10,5±1,4   | 0,610±0,091                                | Bq.kg <sup>-1</sup><br>frais |
| Rhône en aval de<br>Cruas      | Châteauneuf-du-<br>Rhône | 28/04/2021             | Poissons                   | Brème commune  Abramis brama      | Résidu sec obtenu<br>après lyophilisation | 4,79      | 05/08/2021        | 7,6±1,0  | 1,03±0,14                                  | Bq.kg <sup>-1</sup><br>frais |
| Rhône en aval de<br>tricastin  | Mornas                   | 28/04/2021             | Poissons                   | Brème commune<br>Abramis brama    | Résidu sec obtenu<br>après lyophilisation | 4,37      | 05/08/2021        | 6,1±0,8  | 0,96±0,13                                  | Bq.kg <sup>-1</sup><br>frais |



Tableau 134 – Activités en <sup>14</sup>C mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2021

| Chronique                      | Commune                  | Date de<br>prélèvement | Nature                     | Espèce                            | Fraction                                  | Frais/Sec | Date de<br>mesure <sup>14</sup> C | <sup>14</sup> C<br>(Bq.kg <sup>-1</sup><br>de C) | δ <sup>12/13</sup> C<br>(‰) | pMC<br>(%)  | <sup>14</sup> C<br>(Bq.kg <sup>-1</sup><br>frais) | C TOT.<br>(g.kg <sup>-1</sup><br>frais) | Unité |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---|-----------|-----------------------------------|--|-----------------------------|-------------|---|---|-------|
| Rhône en amont<br>du tricastin | Donzère                  | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné<br>Potamogeton sp | Résidu sec obtenu après lyophilisation    | 7,51      | 02/12/2021                        | 233,2±1,2  | -25,5                       | 103,29±0,53 | 11,478±0,059                                      | 49                                      | Frais |
| Rhône en aval de tricastin     | Bollène                  | 24/08/2021             | Phanérogames<br>aquatiques | Potamot pectiné<br>Potamogeton sp | Résidu sec obtenu<br>après lyophilisation | 6,80      | 02/12/2021                        | 277,0±1,4  | -21,68                      | 121,75±0,62 | 12,596±0,064                                      | 45                                      | Frais |
| Rhône en aval de<br>Cruas      | Châteauneuf-<br>du-Rhône | 28/04/2021             | Poissons                   | Brème commune<br>Abramis brama    | Résidu sec obtenu après lyophilisation    | 4,79      | 26/09/2021                        | 1 090±50   | -24,45                      | 482±22      | 108,5±5,0   | 100                                     | Frais |
| Rhône en aval de tricastin     | Mornas                   | 28/04/2021             | Poissons                   | Brème commune<br>Abramis brama    | Résidu sec obtenu après lyophilisation    | 4,37      | 26/09/2021                        | 844±41   | -25,09                      | 374±18      | 93,9±4,6  | 110                                     | Frais |



#### Tableau 135 – Activités en <sup>63</sup>Ni mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2021

| Chronique                     | Commune | Date de<br>prélèvement | Nature                | Espèce                                      | Fraction             | Frais/Sec | Qualité | Date de mesure<br><sup>63</sup> Ni | <sup>63</sup> Ni<br>(Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou frais<br>ou Bq.L <sup>-1</sup> ) | Ni<br>(g.kg <sup>-1</sup> sec ou<br>frais ou g.L <sup>-1</sup> ) | Unité |
|-------------------------------|---------|------------------------|-----------------------|---|----------------------|-----------|---------|------------------------------------|--|--|-------|
| Rhône en amont du tricastin   | Donzère | 24/08/2021             | Mousses<br>aquatiques | Cinclidotus danub.<br>Cinclidotus danubicus | Parties<br>aériennes | 4,88      | Cendre  | 09/11/2021                         | 0,36±0,08  | 0,89   | Sec   |
| Rhône en aval de<br>tricastin | Bollène | 24/08/2021             | Mousses<br>aquatiques | Fontinale<br>Fontinalis sp.                 | Parties<br>aériennes | 7,87      | Cendre  | 16/12/2021                         | 0,13±0,07  | 0,6  | Sec   |

#### Tableau 136 – Activités en <sup>55</sup>Fe mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2021

| Chronique                   | Commune | Date de prélèvement | Nature             | Espèce                                      | Fraction          | Qualité | Frais/Sec | Date de mesure | <sup>55</sup> Fe | Unité                   |
|-----------------------------|---------|---------------------|--------------------|---|-------------------|---------|-----------|----------------|------------------|-------------------------|
| Rhône en amont du tricastin | Donzère | 24/08/2021          | Mousses aquatiques | Cinclidotus danub.<br>Cinclidotus danubicus | Parties aériennes | Cendre  | 4,88      | 29/01/2022     | ≤ 8,0            | Bq.kg <sup>-1</sup> sec |
| Rhône en aval de tricastin  | Bollène | 24/08/2021          | Mousses aquatiques | Fontinale<br>Fontinalis sp.                 | Parties aériennes | Cendre  | 7,87      | 29/01/2022     | ≤ 9,0            | Bq.kg-1 sec             |



# SYNTHÈSE DE L'ÉTAT RADIOLOGIQUE DES CNPE DU RHÔNE ET DU SITE EN DÉMANTÈLEMENT DE CREYS-MALVILLE

En milieu terrestre, le <sup>137</sup>Cs est le seul radionucléide émetteur gamma détecté dans la quasi-totalité des échantillons. Sa présence est rémanente des retombées atmosphériques globales anciennes (essais nucléaires aériens et accident de Tchernobyl). Les rejets de tritium à l'atmosphère opérés par les sites nucléaires implantés sur le Rhône, excepté le CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil, marquent les échantillons prélevés dans leur environnement immédiat.

En milieu aquatique, le <sup>137</sup>Cs est mesuré dans presque tous les échantillons prélevés et analysés. Si sa présence est pour l'essentiel héritée des retombées atmosphériques globales anciennes (essais aériens d'armes nucléaires et accident de Tchernobyl), une contribution des rejets liquides des CNPE ne peut être exclue. La présence d'autres radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle (<sup>58</sup>Co, <sup>60</sup>Co, <sup>110m</sup>Ag) mesurés dans des échantillons prélevés en aval des sites de Bugey, Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil et Cruas-Meysse ainsi qu'en amont des sites de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil et Tricastin attestent du marquage de l'environnement aquatique par les rejets d'effluents liquides de ces sites.

L'environnement aquatique présente également un marquage en tritium libre et organiquement lié dont l'origine peut être attribuée aux rejets liquides des différentes installations rhodaniennes ainsi qu'aux activités passées de l'industrie horlogère. Plusieurs résultats de mesure sont d'une part, supérieurs au bruit de fond observé à distance de tout apport industriel et, d'autre part, les échantillons prélevés en aval présentent dans leur majorité des activités supérieures à celles mesurées dans les échantillons prélevés en amont.

Un marquage en <sup>14</sup>C est également mis en évidence en milieu aquatique depuis l'aval du CNPE de Creys-Malville jusqu'en aval du Tricastin. Les échantillons de poissons prélevés dans la partie aval du Rhône présentent les activités les plus importantes, en relation possible avec le cumul des rejets qui conduit vraisemblablement à des activités ambiantes supérieures à celles de l'amont.

L'<sup>131</sup>I est mesuré en milieu aquatique dans les phanérogames et les mousses aquatiques avec des activités pouvant être supérieures en amont, supérieures en aval ou équivalentes entre l'amont et l'aval. Aussi, il est difficile d'attribuer la présence de ce radionucléide strictement aux rejets d'effluents liquides des CNPE du Rhône. La présence d'unités médicales dans les agglomérations riveraines est probablement à l'origine de ce marquage du milieu aquatique.

Enfin, la détection sporadique de <sup>63</sup>Ni est observée. Bien que présent dans les rejets des installations nucléaires, il est difficile de se prononcer du fait d'une connaissance encore peu robuste sur d'une part l'origine précise de ce radionucléide dans l'environnement et d'autre part sur la variabilité des activités dans l'environnement. Par ailleurs, les seuils de décision pour le <sup>55</sup>Fe sont élevés et représentent un élément limitant l'interprétation dans l'état actuel des données disponibles.



### **RÉFÉRENCES**

- 1. IRSN, Bilan de l'état radioécologique de l'environnement français de 2018 à 2020. 2021, IRSN. 408 p. p.
- 2. Bé, M., Chisté, V., Dulieu, C., Kellet, M.A., Mougeot, X., Arinc, A., Chechev, V.P., Kuzmenko, N.K., Kibédi, A., et Nichols, A.L. *Table of radionuclides*. Monographie BIPM-5 2016; Accessible à l'adresse: https://www.bipm.org/en/publications/scientific-output/monographie-ri-5.html.
- 3. IRSN, Actualisation des connaissances acquises sur le tritium dans l'environnement. 2017, IRSN. 76 p.
- 4. ASN, Livre blanc du tritium, 2010, ASN. 304 p.p.
- 5. IRSN, Les essais atmosphériques d'armes nucléaires : des retombées radioactives à l'échelle planétaire. Fiche Information de l'Institut de radioprotection et de Sûreté Nucléaire. 2008, IRSN. 24 p.
- 6. IAEA/WMO. Global network of isotopes in precipitation. The GNIP database. 2013. Accessible à l'adresse: <a href="http://www.iaea.org/water">http://www.iaea.org/water</a>.
- 7. Olive, P., Hubert, P., et Ravailleau, S., *Estimation pratique de "l'âge" des eaux souterraines en Europe par le tritium.* Revue des sciences de l'eau, 1996. 4: 523-533 p.
- 8. IRSN, Niveau d'activité du tritium dans l'environnement. Contribution à la synthèse de la DEI sur le tritium. 2008, IRSN. Rapport Rapport DEI/SESURE n°2008-34, 57 p.
- 9. IRSN, Le tritium dans l'environnement. Point de vue de l'IRSN sur les questions clés et les pistes de recherches et développement. 2010, IRSN. Rapport Rapport DEI 2010-01, 23 p.
- 10. Eyrolle-Boyer, F., Claval, D., Antonelli, C., Tournieux, D., et Cossonnet, C., 1963-2013: Fifty years of anthropogenic tritium in our environment Focus on the Rhône valley (South east France). 10th International Conference on Tritium Science and Technology, "TRITIUM 2013", Nice, 2013 p.
- 11. Levin, I. et Hesshaimer, V., A unique tracer of global carbon cycle dynamics. Radiocarbon, 2000. 42(1): 69-80 p.
- 12. Roussel-Debet, S., Gontier, G., Siclet, F., et Fournier, M., *Distribution of Carbon 14 in the terrestrial environment close to French nuclear power plants.* Journal of Environmental Radioactivity, 2006. 87(3): 246-259 p.
- 13. IRSN, Tchernobyl, 25 ans après. in Collection thématique de l'IRSN2011, IRSN. 48 p.
- 14. Renaud, P., Champion, D., et Brenot, J., *Les retombées radioactives de l'accident de Tchernobyl sur le territoire français. Conséquences environementales et exposition des personnes*. 2007, Paris: Éditions Tec & Doc. Collection Sciences et techniques. Lavoisier.
- 15. IRSN, Analyse de l'impact de l'accident de Fukushima en France (métropole et DROM-COM) à partir des résultats de la surveillance renforcée de la radioactivité de l'environnement. 2011, IRSN. Rapport DEI/2011-01, 90 p.
- 16. IRSN. Expertise de l'IRSN en matière de rejets hospitaliers de médecine nucléaire. 2018 [cited 2018; Accessible à l'adresse:

  <a href="http://www.irsn.fr/FR/Actualites\_presse/Communiques\_et\_dossiers\_de\_presse/Pages/expertise\_IRSN\_en\_matier-e\_de\_rejets\_hospitaliers\_medecine\_nucleaire.">http://www.irsn.fr/FR/Actualites\_presse/Communiques\_et\_dossiers\_de\_presse/Pages/expertise\_IRSN\_en\_matier-e\_de\_rejets\_hospitaliers\_medecine\_nucleaire.</a>
- 17. IRSN, Radionucléides naturels en France. 2007, IRSN. Rapport Rapport DEI/SESURE n°2007-21, 45 p.
- 18. Reimann, C., Filzmoserb, P., et Garrettc, R.G., *Background and threshold: critical comparison of methods of determination.* Science of the Total Environment, 2005. 346: 1-16 p.
- 19. Duffa, C., Répartition du plutonium et de l'américium dans l'environnement terrestre de la basse vallée du Rhône, 2001, Thèse de Aix-Marseille III. 179 p.
- 20. Masson, O., Piga, D., Gurriaran, R., et D'Amico, D., *Impact of an exceptional Saharan dust outbreak in France:*PM10 and artificial radionuclides concentrations in air and in dust deposit. Atmospheric Environment, 2010.
  44(20): 2478-2486 p.
- 21. IRSN, Constat radiologique Vallée du Rhône. Rapport final relatif au milieu terrestre. 2012, IRSN. Rapport PRP-ENV/SESURE/2012-06, 62 p.
- 22. Blandin, P., Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bulletin d'écologie, 1986. 17(4) p.
- 23. Stuiver, M. et Polach, A., Discussion reporting og 14C data. Radiocarbon, 1977. 19(3): 355-363 p.
- 24. Laboratoire national Henri Becquerel, *Arrondissage des résultats de mesure Nombre de chiffres significatifs.* 2004, Laboratoire national Henri Becquerel. Rapport Note technique LNHB/04-13, 8 p.





N'imprimez ce document que si vous en avez l'utilité.

EDF SA 22-30, avenue de Wagram 75382 Paris cedex 08 Capital de 2 084 757 544,50 euros 552 081 317 R.C.S. Paris www.edf.fr EDF

Direction Production Nucléaire CNPE de Tricastin CS 40009 26131 SAINT-PAUL-TROIS-CHATEAUX

TEL: 04 75 50 39 99

https://www.edf.fr/centrale-nucleaire-tricastin