



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

# TRICASTIN

**2023**

Bilan rédigé au titre de l'article 4.4.4 de l'arrêté  
du 7 février 2012



# SOMMAIRE

<b>Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité</b>	<b>5</b>
<b>du Tricastin en 2023</b>	<b>5</b>
I. Contexte	5
II. Le CNPE du Tricastin	5
III. Modifications apportées au voisinage du CNPE du Tricastin	6
IV. Évolutions scientifiques susceptibles de modifier l'étude d'impact	7
V. Bilan des incidents de fonctionnement et des évènements significatifs pour l'environnement	7
<b>Partie II - Prélèvements d'eau</b>	<b>11</b>
I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement	13
II. Prélèvement d'eau destinée à l'usage industriel	13
III. Prélèvement d'eau dans la nappe phréatique	14
IV. Prélèvement d'eau destinée à l'usage domestique	14
V. Prélèvement dans les eaux douces superficielles : comparaison pluriannuelle, prévisionnel, valeurs limites et maintenance	15
<b>Partie III – Restitution et consommation d'eau</b>	<b>19</b>
I. Restitution d'eau	19
II. Consommation d'eau	19
<b>Partie IV - Rejets d'effluents</b>	<b>20</b>
I. Rejets d'effluents à l'atmosphère	21
II. Rejets d'effluents liquides	32
III. Rejets thermiques	44
<b>Partie V - Surveillance de l'environnement</b>	<b>47</b>
I. Surveillance de la radioactivité dans l'environnement	47
II. Physico-chimie des eaux souterraines	57
III. Chimie et physico-chimie des eaux de surface	58
IV. Physico-chimie et Hydrobiologie	63
V. Acoustique environnementale	69

**Partie VII - Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire des rejets de l'installation**  
**70**

**Partie VIII - Gestion des déchets** \_\_\_\_\_ **74**

I. Les déchets radioactifs \_\_\_\_\_ 74

II. Les déchets non radioactifs \_\_\_\_\_ 79

**ABREVIATIONS** \_\_\_\_\_ **81**

**ANNEXE 1 : Suivi radioécologique annuel du CNPE du Tricastin Année 2022** \_\_\_\_\_ **82**

# Partie I - Le Centre Nucléaire de Production d'Electricité du Tricastin en 2023

## 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 2023 du CNPE du Tricastin en matière d'environnement.

## II. Le CNPE du Tricastin

Le centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) du Tricastin est situé sur la commune de Saint-Paul-Trois-Châteaux au sud de la Drôme, à mi-chemin entre Montélimar et Orange. Il est implanté en bordure du canal de dérivation du Rhône « Donzère-Mondragon », au carrefour de quatre départements (Ardèche, Drôme, Gard et Vaucluse) et de trois régions (Auvergne-Rhône-Alpes, Occitanie, Provence-Alpes-Côte d'Azur). Sur ce site se trouve également les usines d'ORANO enrichissant notamment l'uranium utilisé dans les centrales nucléaires. La centrale EDF occupe une surface de 55 hectares, dont 35 hectares dédiés aux installations de production.

Les premiers travaux de construction ont démarré à partir de 1974. Les quatre réacteurs nucléaires 900 MWe ont été mis en service entre 1980 et 1981. La centrale fournit près de 7% de l'énergie nucléaire française soit l'équivalent des besoins en électricité de 3,5 millions d'habitants.

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

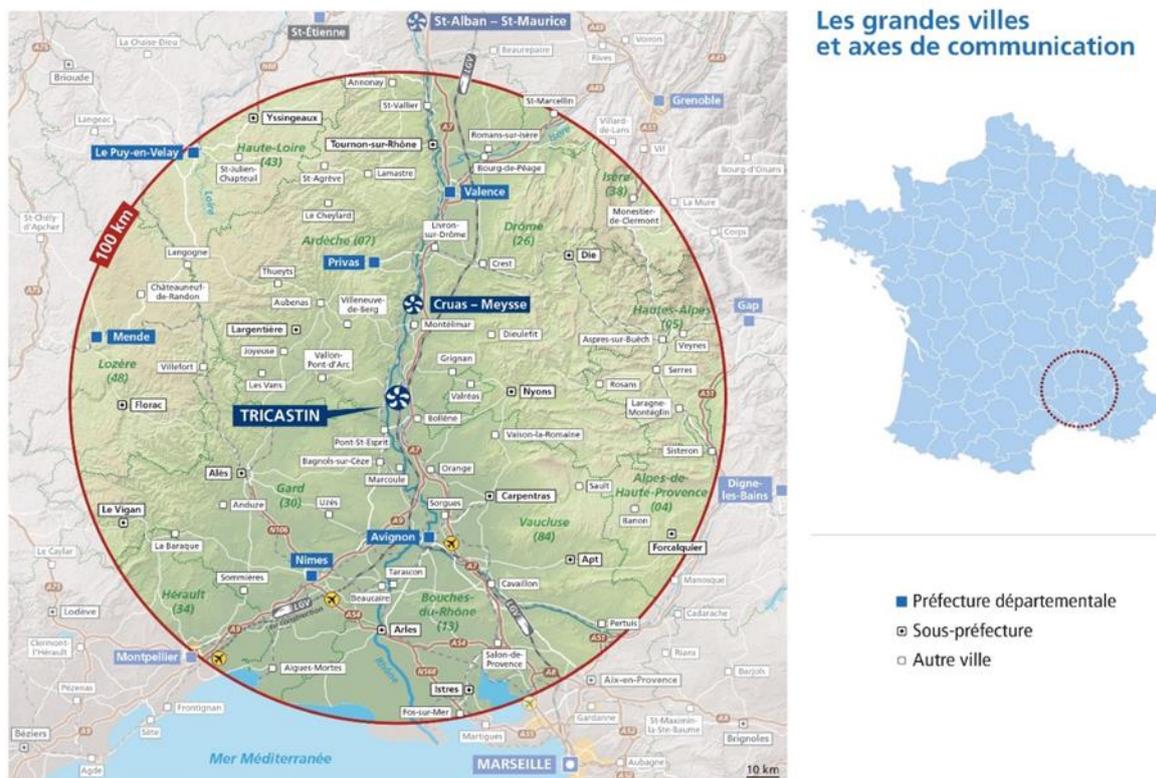
- Deux unités de la filière à eau sous pression (REP) d'une puissance de 915 mégawatts électriques, refroidies chacune par l'eau du canal de dérivation du Rhône : Tricastin 1 et 2, mises en service en 1980. Ces deux réacteurs constituent l'installation nucléaire de base (INB) n° 87 ;
- Deux unités de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

Les installations nucléaires de base de Tricastin sont placées sous la responsabilité d'un directeur, qui s'appuie sur un comité de direction constitué de personnes en charge de l'ensemble de ces installations.

Le CNPE du Tricastin emploie près de 1500 salariés d'EDF. Près de 600 salariés d'entreprises extérieures interviennent en permanence. Lors de chacun des arrêts pour maintenance des unités de production, la centrale fait appel pour réaliser les travaux à des partenaires industriels (jusqu'à 5 000 salariés).

### 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 2023, aucune modification notable au voisinage du CNPE du 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 la morpholine et de l'éthanolamine, de sous-produits issus des traitements biocides, dégradation de la monochloramine 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 Effect 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 2023, 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 événements 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 événements significatifs pour l'environnement déclarés**

Le tableau suivant récapitule les événements significatifs pour l'environnement déclarés par le CNPE du Tricastin en 2023.

INB ou réacteur	Date de déclaration	Date de l'évènement	Typologie	Evènement	Actions correctives
INB 87 et 88	12/01/2023	06/01/2023	ESE 9	En salle des machines, dysfonctionnement sur le circuit de collecte des effluents de deux vannes dû à la présence de sédiment entraînant le passage de produits chimiques vers le déshuileur	Les deux vannes ont été remplacées par des vannes de nouvelle génération. Une réflexion a été engagée pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>• faire évoluer les dossiers de vidange d'eau brute,</li> <li>• définir la périodicité de contrôle et de nettoyage des regards du circuit de collecte,</li> <li>• définir la maintenance préventive permettant de garantir la fiabilité des vannes concernées.</li> </ul>
INB 87	07/04/2023	03/04/2023	ESE 7	Déclenchement du portique de contrôle radiologique des véhicules en sortie de site lors de l'évacuation de déchets conventionnels	Le déchet radioactif a été isolé et traité dans la filière adéquate. Les entreprises prestataires ont fait l'objet d'un rappel sur les enjeux liés à la gestion des déchets. Une sensibilisation particulière de leurs équipes est demandée aux entreprises prestataires produisant des déchets radioactifs hors îlot nucléaire. Un contrôle d'absence de déchets ou matériel en amont de la dépose des SAS hors îlot nucléaire a été rajouté. Une limitation de vitesse a été mise en place au niveau de l'entrée de la station de transit. Le suivi de tous les déclenchements à l'entrée de la station de transit a été renforcé.
INB 87 et 88	19/07/2023	17/07/2023	ESE 6	Cumul annuel d'émissions de fluides frigorigènes supérieur à 100 kg pour l'année 2023	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. Un groupe de travail sur les groupes froids du process ou des bâtiments tertiaires a été mis en place pour assurer un suivi de ces équipements.
INB 87	07/12/2023	29/12/2023	ESE 2	Dépassement ponctuel de la limite réglementaire en hydrocarbures en sortie du déshuileur	L'analyse n'a pas permis d'identifier une arrivée inhabituelle d'hydrocarbures dans le déshuileur. En lien avec cet évènement, il a été décidé de renforcer la connaissance et la maîtrise du fonctionnement des déshuileurs par l'exploitant au travers d'échanges et de recyclages. Un suivi particulier de cet équipement est également mis en place.

## 2. Bilan des incidents de fonctionnement

En 2023, le CNPE du Tricastin a mis en indisponibilité programmée pour visites internes des réservoirs d'entreposage d'effluents gazeux radioactifs du système TEG et un réservoir de collecte des eaux d'exhaures du système SEK. Suite à ces visites, des travaux de réfections complémentaires ont été réalisés sur le réservoir 0SEK001BA.

De même, une mise à l'arrêt pour visite interne d'un système de traitement des effluents du bâtiment des auxiliaires nucléaires a été réalisée.

Ces indisponibilités n'ont pas eu d'incidences sur les rejets du CNPE de part la redondance des matériels et des systèmes palliatifs mis en place.

En 2023, une fuite d'une tuyauterie collectée vers le système d'entreposage des eaux d'exhaures a entraîné une variation de l'activité tritium mesurée sur les réservoirs de stockage et d'analyses de ces effluents (système SEK). Cette variation d'activité, détectée et maîtrisée, est restée conforme aux limites réglementaires de rejet du CNPE et sans incidences sur les rejets annuels du CNPE. L'identification et la réparation rapide de la fuite a permis de revenir sous quelques jours aux valeurs attendues du CNPE.

Une indisponibilité fortuite sur un système de surveillance de la ventilation du bâtiment auxiliaire de conditionnement a été détecté le 01/06/2023. Cette indisponibilité n'a eu aucune incidence sur la qualité de la surveillance environnementale compte tenu de la mise en place d'un système palliatif.

## 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.

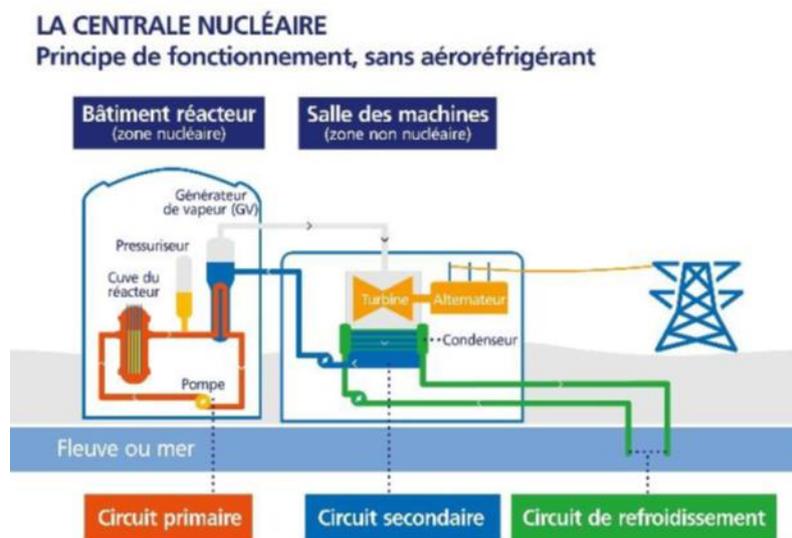
Dans un CNPE, l'eau est nécessaire pour :

- 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 :
  - o en bord de mer ou d'un fleuve à grand débit, les CNPE fonctionnent avec un circuit de refroidissement totalement ouvert.  
De l'eau (environ 50 m<sup>3</sup> 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 CO<sub>2</sub>. 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 m<sup>3</sup> 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, 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 reliés aux réseaux d'eau potable des communes sur lesquelles ils sont implantées.

## I. Prélèvement d'eau destinée au refroidissement

Le tableau ci-dessous détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau destinée au refroidissement pour l'année 2023.

	Prélèvement d'eau refroidissement (en millions de m <sup>3</sup> )
Janvier	472
Février	426
Mars	471
Avril	443
Mai	407
Juin	320
Juillet	303
Août	384
Septembre	404
Octobre	356
Novembre	401
Décembre	462
<b>TOTAL</b>	<b>4 848</b>

## 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 pour l'année 2023.

	Prélèvement d'eau usage industriel (en milliers de m <sup>3</sup> )
Janvier	1 835
Février	1 652
Mars	1 825
Avril	1 787
Mai	1 799
Juin	1 389
Juillet	1 292
Août	1 634
Septembre	1 609
Octobre	1 436
Novembre	1 650
Décembre	1 863
<b>TOTAL</b>	<b>19 770</b>

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

Le tableau, ci-dessous, détaille le cumul mensuel du prélèvement d'eau dans la nappe phréatique pour l'année 2023. Ces prélèvements en nappe phréatique sont majoritairement réalisés pour le maintien du niveau de la nappe géotechnique interne du CNPE sous le niveau de la nappe géotechnique externe.

Depuis juillet 2023, la décision ASN n°2008-DC-0101 modifiée par la décision n°2023-DC-0761 requiert de nouvelles limites réglementaires sur les volumes et les débits spécifiques à l'exploitation du dispositif de la source d'eau ultime. Le volume total annuel issu de l'exploitation de ce système est présenté ci-dessous dans « TOTAL nappe alluviale ».

	Prélèvement d'eau en nappe (m <sup>3</sup> )
Janvier	9 563
Février	7 133
Mars	9 998
Avril	5 899
Mai	8 389
Juin	7 532
Juillet	5 966
Août	7 502
Septembre	9 199
Octobre	8 812
Novembre	9 466
Décembre	11 010
<b>TOTAL nappe phréatique</b>	<b>100 469</b>
<b>TOTAL nappe alluviale</b>	<b>2 379</b>
<b>TOTAL PRELEVEMENT NAPPE</b>	<b>102 848</b>

### IV. Prélèvement 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 pour l'année 2023.

	Prélèvement d'eau (en m <sup>3</sup> )
Janvier	1 573
Février	1 574
Mars	1 676
Avril	1 838
Mai	1 696
Juin	2 160
Juillet	2 434
Août	2 481
Septembre	2 374
Octobre	2 768
Novembre	2 752
Décembre	2 213
<b>TOTAL</b>	<b>25 539</b>

## 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 2023

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de prélèvement des années 2020 à 2023 avec la valeur du prévisionnel 2023.

Année	Milieu	Volume (en millions de m <sup>3</sup> )
2021	Eaux superficielles du canal Donzère Mondragon	4 572
2022		4 410
2023		4 848
Prévisionnel 2023		5 000
Année	Milieu	Volume (en m <sup>3</sup> )
2021	Eaux nappes phréatiques	179 210
2022		152 000
2023		102 848
Prévisionnel 2023		200 000

#### Commentaires :

Le volume annuel d'eau prélevé dans le canal de Donzère/Mondragon est cohérent aux prévisionnels définis pour l'année 2023, compte tenu du temps effectif de fonctionnement des tranches du CNPE du Tricastin. Le prélèvement d'eau de nappe phréatique est principalement dû au pompage de la nappe phréatique pour la régulation du niveau de celle-

ci. Ce niveau de nappe est très majoritairement dépendant des conditions climatiques et explique le moindre volume de prélèvement par rapport au prévisionnel 2023.

## 2. Comparaison aux valeurs limites règlementaires

Le tableau, ci-dessous, permet un comparatif des débits instantanés et des volumes d'eau prélevés en 2023 avec les valeurs limites de prélèvement fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0101 modifiée.

Milieu	Limites de prélèvement		Prélèvement		Unité
	Prescriptions	Valeur	Valeur maximale	Valeur moyenne	
Eaux superficielles	Débit instantané	195	179	165	m <sup>3</sup> /s
	Volume journalier	16,848	15,4	12,2	Millions de m <sup>3</sup>
	Volume annuel	6 060	4848	Sans objet	Millions de m <sup>3</sup>
Eaux souterraines	Débit instantané	0,069	0,03	0,01	m <sup>3</sup> /s
	Volume journalier	5 961	881	287	m <sup>3</sup>
	Volume annuel	454 080	100 469	Sans objet	m <sup>3</sup>
Nappes alluviales*	Débit instantané	60	Sans objet	50	m <sup>3</sup> /h
	Volume journalier	1 080	Sans objet	155	m <sup>3</sup>
	Volume annuel	4 280	Sans objet	2379	m <sup>3</sup>

\*Intégration et mise en application de la décision n° 2023-DC-0761 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 6 juin 2023 modifiant la décision n° 2008-DC-0101 du 13 mai 2008.

### Commentaires :

Les valeurs maximales observées sont inférieures aux limites autorisées.

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

En 2023, le CNPE du Tricastin a réalisé les maintenances préventives sur les matériels liés aux prélèvements d'eau, en particulier les maintenances décennales réalisées lors de l'arrêt pour visite décennale du réacteur n°3. Une maintenance corrective complémentaire a été réalisée sur le circuit de refroidissement du réacteur n°3 en décembre 2023.

Ders opérations de dragage du canal d'amené du CNPE ont été réalisées sur divers périodes au cours de l'année 2023.

A noter que dans le cadre du retour d'expérience de l'événement survenu au CNPE de Fukushima-Daiichi, il a été décidé de mettre en place, sur l'ensemble des CNPE, un moyen complémentaire de pompage en eau d'ultime secours pour les matériels de l'îlot nucléaire (bâches d'alimentation en eau de secours des générateurs de vapeur et piscines du bâtiment combustible et du bâtiment réacteur). Au CNPE du Tricastin, la solution retenue est la réalisation de puits de pompage en nappe phréatique (1 puits par tranche). Ces systèmes ont été progressivement mis en service depuis 2019.

#### 4. Opérations exceptionnelles de prélèvements

Le CNPE du Tricastin n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de prélèvement d'eau dans le Canal de Donzère/Mondragon en 2023.



Station de pompage



Station de pompage : les tambours filtrants

## Partie III – Restitution et consommation d'eau

### I. Restitution d'eau

La restitution d'eau du CNPE du Tricastin pour l'année 2023 est présentée dans le tableau ci-dessous.

		Restitution d'eau			Unités
		Eau de refroidissement	Rejets radioactifs	Rejets industriels	
Restitution mensuelle	Janvier	472	<b>0,004</b>	<b>0,03</b>	millions de m <sup>3</sup>
	Février	426	0,003	0,02	
	Mars	471	0,004	0,03	
	Avril	443	0,006	0,03	
	Mai	407	0,005	0,03	
	Juin	320	0,005	0,03	
	Juillet	303	0,005	0,03	
	Août	384	0,004	0,03	
	Septembre	404	0,006	0,04	
	Octobre	356	0,004	0,03	
	Novembre	401	0,004	0,03	
	Décembre	462	0,004	0,04	
TOTAL	Restitution au milieu aquatique	4 848			millions de m <sup>3</sup>
	Pourcentage 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 prélevée est restituée au milieu aquatique.

## 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 Iode,
  - o Autres produits de fission ou d'activation,
  - o Gaz rares.
- les rejets chimiques liquides classés en deux catégories :
  - o les rejets de substances chimiques associées aux effluents radioactifs liquides ou eaux non radioactives issues des salles des machines,
  - o 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 R1333-8 du code de la santé publique

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

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

Pour les réacteurs 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 événements 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 décision<sup>1</sup> 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 Iodes,
- 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
Gaz rares	<sup>41</sup> Ar
	<sup>85</sup> Kr
	<sup>131m</sup> Xe
	<sup>133</sup> Xe
	<sup>135</sup> Xe
Tritium	<sup>3</sup> H
Carbone 14	<sup>14</sup> C
Iodes	<sup>131</sup> I
	<sup>133</sup> I
Produits de fission et d'activation	<sup>58</sup> Co
	<sup>60</sup> Co
	<sup>134</sup> Cs
	<sup>137</sup> Cs

<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 métrologue 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. »

### c. Cumul mensuel

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

Cumul mensuel 2023 es rejets radioactifs gazeux

	<sup>41</sup> Ar (GBq)	<sup>85</sup> Kr (GBq)	<sup>131m</sup> Xe (GBq)	<sup>133</sup> Xe (GBq)	<sup>135</sup> Xe (GBq)	<sup>131</sup> I (GBq)	<sup>133</sup> I (GBq)	<sup>58</sup> Co (GBq)	<sup>60</sup> Co (GBq)	<sup>134</sup> Cs (GBq)	<sup>137</sup> Cs (GBq)
Janvier	47,6	1,78E-02	2,77E-03	36,1	11,2	1,40E-04	7,01E-04	4,91E-05	6,87E-05	5,39E-05	5,55E-05
Février	5,06	1,33E-02	2,43E-03	50,4	11,8	1,67E-04	6,69E-04	5,22E-05	6,57E-05	4,69E-05	5,27E-05
Mars	3,77	3,32E-03	6,70E-04	39,3	12,4	5,69E-03	7,59E-04	6,23E-05	8,26E-05	6,32E-05	6,37E-05
Avril	6,32	6,36E-03	3,68E-03	39,7	11,8	4,35E-04	9,16E-04	5,77E-05	8,21E-05	6,24E-05	7,21E-05
Mai	3,38	4,33E-03	9,06E-03	41,4	11,6	5,40E-04	7,86E-04	7,63E-05	9,39E-05	7,23E-05	7,49E-05
Juin	1,04	6,36E-03	4,42E-03	37,0	10,5	1,32E-04	7,25E-04	7,16E-05	1,62E-04	7,02E-05	7,54E-05
Juillet	4,03	4,97E-03	4,45E-03	39,6	10,9	1,51E-04	8,87E-04	8,09E-05	1,07E-04	7,44E-05	7,81E-05
Août	1,72	4,04E-03	3,81E-03	39,9	10,6	1,79E-04	8,88E-04	6,46E-05	9,88E-05	7,18E-05	8,36E-05
Septembre	11,4	2,36E-03	7,91E-02	40,7	10,2	5,55E-04	4,07E-03	6,80E-05	9,61E-05	6,95E-05	8,12E-05
Octobre	3,78	2,80E-03	2,11E-03	81,9	10,2	6,19E-03	8,27E-03	7,80E-05	1,02E-04	7,27E-05	7,86E-05
Novembre	3,40	5,99E-03	6,93E-03	48,4	9,8	1,72E-03	3,02E-03	6,33E-05	9,09E-05	6,53E-05	6,76E-05
Décembre	2,84	4,21E-03	7,77E-03	243	18,3	1,84E-04	1,02E-03	7,20E-05	9,05E-05	6,89E-05	7,46E-05
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>94,4</b>	<b>7,58E-02</b>	<b>1,27E-01</b>	<b>738</b>	<b>139</b>	<b>1,61E-02</b>	<b>2,27E-02</b>	<b>7,96E-04</b>	<b>1,14E-03</b>	<b>7,92E-04</b>	<b>8,58E-04</b>

Bilan des rejets radioactifs gazeux en 2023 :

	Volumes rejetés (m <sup>3</sup> )	Activités gaz rares (GBq)	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	3,80E+08	95,0	41,3	132,2	8,413E-04	2,374E-04
Février	3,67E+08	67,2	36,0		8,362E-04	2,175E-04
Mars	3,75E+08	55,5	39,3		6,448E-03	2,718E-04
Avril	4,04E+08	57,8	63,0	185,0	1,351E-03	2,743E-04
Mai	4,05E+08	56,3	61,5		1,325E-03	3,174E-04
Juin	3,95E+08	48,5	113,9		8,573E-04	3,797E-04
Juillet	4,31E+08	54,5	137,3	144,6	1,039E-03	3,408E-04
Août	4,25E+08	52,3	138,4		1,067E-03	3,188E-04
Septembre	4,16E+08	62,3	112,3		4,626E-03	4,221E-04
Octobre	4,16E+08	95,8	134,9	69,5	1,446E-02	3,316E-04
Novembre	3,80E+08	61,7	41,8		4,734E-03	2,871E-04
Décembre	4,25E+08	264,4	33,3		1,200E-03	3,060E-04
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>4,82E+09</b>	<b>971</b>	<b>953</b>	<b>531</b>	<b>3,88E-02</b>	<b>3,70E-03</b>

Autres PF et PA : Hors Nickel 63 et Carbone 14

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/m<sup>3</sup>

**d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel**

Le tableau, ci-dessous, permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023 :

Année	Rejets par catégorie de radionucléides (GBq)				
	Gaz rares	Tritium	Carbone 14	Iodes	Autres produits de fission et d'activation
2021	1403	967	379	0,0021	0,0034
2022	1370	1120	516	0,016	0,0037
2023	971	953	531	0,039	0,0037
Prévisionnel 2023	2300	1300	500	0,03	0,004

## Commentaires :

Les rejets radioactifs à l'atmosphère sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel de rejet 2023. Les rejets de Carbone 14 sont légèrement supérieurs au prévisionnel 2023 tout en restant dans le même ordre de grandeur et dans la limite de 10% d'incertitude vis-à-vis du prévisionnel. Les rejets de Carbone 14 sont inférieurs aux limites annuelles de rejet.

### e. Comparaison aux valeurs limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0102 modifiée.

Paramètres	Localisation prélèvement	Limites annuelles de rejet		Rejet	
		Prescriptions	Valeur	Valeur annuelle	Valeur maximale annuelle
Gaz rares	CNPE	Activité annuelle rejetée (GBq)	72 000	971	Sans objet
	Cheminée n° 1	Débit d'activité moyen journalier (Bq/s)	5,00E+07	Sans objet	3,47E+05
	Cheminée n° 2	Débit d'activité moyen journalier (Bq/s)	5,00E+07	Sans objet	4,03E+05
Carbone 14	Installation	Activité annuelle rejetée (GBq)	2200	531	Sans objet
Tritium	CNPE	Activité annuelle rejetée (GBq)	8000	953	Sans objet
	Cheminée n° 1	Débit d'activité moyen par période calendaire (Bq/s)	5,00E+06	Sans objet	5,83E+04
	Cheminée n° 2	Débit d'activité moyen par période calendaire (Bq/s)	5,00E+06	Sans objet	3,66E+05
Iodes	CNPE	Activité annuelle rejetée (GBq)	1,418*	0,039	Sans objet
	Cheminée n° 1	Débit d'activité moyen par période calendaire (Bq/s)	500	Sans objet	7,34
	Cheminée n° 2	Débit d'activité moyen par période calendaire (Bq/s)	500	Sans objet	11,9
Autres produits de fission et produits d'activation	CNPE	Activité annuelle rejetée (GBq)	0,999*	0,0037	Sans objet.
	Cheminée n° 1	Débit d'activité moyen par période calendaire (Bq/s)	500	Sans objet	0,25
	Cheminée n° 2	Débit d'activité moyen par période calendaire (Bq/s)	500	Sans objet	0,90

\*Intégration et mise en application de la décision n° 2023-DC-0762 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 6 juin 2023 modifiant la décision n° 2008-DC-0102 du 13 mai 2008 : les limites de rejet sont calculées au prorata sur l'année 2023.

### Commentaires :

Les rejets radioactifs à l'atmosphère du CNPE du Tricastin en 2023 respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n°2008-DC-0102 modifiée tant sur les flux annuels que sur les débits instantanés.



Surveillance de l'air

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

Les rejets radioactifs diffus ont notamment pour origine :

- les événements 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 présentés dans tableau suivant :

	Rejets de vapeur du circuit secondaire	Rejets au niveau des événements des réservoirs d'eau de refroidissement des piscines et d'entreposage des effluents liquides	Volume des rejets diffus (m3)
	Tritium (Bq)	Tritium (Bq)	
Janvier	Pas de rejet	7,14E+07	2,48E+04
Février	Pas de rejet	3,63E+07	1,78E+04
Mars	Pas de rejet	9,86E+07	2,40E+04
Avril	Pas de rejet	7,34E+07	2,80E+04
Mai	Pas de rejet	3,62E+07	2,44E+04
Juin	3,00E+07	2,88E+07	3,04E+04
Juillet	2,00E+07	4,31E+07	3,03E+04
Août	Pas de rejet	5,40E+07	3,17E+04
Septembre	8,00E+07	2,08E+07	4,10E+04
Octobre	Pas de rejet	5,21E+07	2,68E+04
Novembre	5,70E+07	4,76E+07	3,70E+04
Décembre	1,00E+08	4,90E+07	4,64E+04
<b>TOTAL ANNUUEL</b>	<b>2,87E+08</b>	<b>6,12E+08</b>	<b>3,63E+05</b>

La somme totale des rejets diffus de tritium est de 8,99E+08 Bq sur l'année 2023, ce qui représente 0,08% des rejets totaux de tritium du CNPE du Tricastin en 2023.

### 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 (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) 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 239 heures et diesels d'ultime secours (DUS) ayant fonctionné pendant 200 heures au total sur les 4 tranches pour 2023 est de :

Paramètre	Unité	Groupes électrogènes	DUS	TOTAL
SOx	kg	2	0	2
NOx	kg	18 197	322	18 519

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

En 2023, 31,32 m<sup>3</sup> de calorifuges dans les enceintes des bâtiments des réacteurs 1/2/3/4 ont été renouvelés.

Ce volume donne une estimation des concentrations maximales ajoutées dans l'atmosphère.

Concentration calculée	Unité	Paramètres	EBA	ETY
Concentration maximale ajoutée dans l'atmosphère	mg/m <sup>3</sup>	Formaldéhyde	3.43 <sup>e-3</sup>	8,12 <sup>e-5</sup>
		Monoxyde de carbone	3.20 <sup>e-3</sup>	7,58 <sup>e-5</sup>

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

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

Paramètre	Unité	TOTAL
Ammoniac	kg	77
Ethanolamine		36

### 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
Hydrogéo-chloro-fluor-carbone (HCFC)	0	0
Hydrogéo-fluoro-carbone (HFC)	147	278
Hexafluorure de soufre (SF6)	0	0
Total des émissions de GES en tonne équivalent CO <sub>2</sub>		278

Dans le respect de la réglementation 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 2023, les émissions liées à cette activité représentent 435 tonnes équivalent CO<sub>2</sub>.

L'équivalent CO<sub>2</sub> total des émissions de GES du CNPE constitués des pertes de fluides frigorigène, de SF6 et de la combustion des diesels de secours, représente  $3,25 \cdot 10^{-2}$  gCO<sub>2</sub> / kWh électrique produit, la production annuelle nette d'électricité ayant été de 21,93 TWh sur l'année 2023.

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

L'année 2023 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.

#### **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 2023.

## 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 (xénon, iode, césium, ...) et des produits d'activation (cobalt, 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 (résiduaire, chimique, 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 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 décision<sup>1</sup> 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 Iodes,
- 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 liquides.

Paramètres	Radionucléide
Tritium	<sup>3</sup> H
Carbone 14	<sup>14</sup> C
Iodes	<sup>131</sup> I
Produits de fission et d'activation	<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
	<sup>125</sup> Sb
	<sup>134</sup> Cs
	<sup>137</sup> Cs

<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 métrologue 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. »

### c. Cumul mensuel

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

Cumul mensuel 2023 des rejets radioactifs liquides

	131I (MBq)	110mAg (MBq)	123mTe (MBq)	124Sb (MBq)	125Sb (MBq)	134Cs (MBq)	137Cs (MBq)	54Mn (MBq)	58Co (MBq)	60Co (MBq)	63Ni (MBq)
Janvier	1,46	3,92	1,22	1,62	4,14	1,46	1,59	1,47	1,35	14,36	5,01
Février	1,00	3,36	0,87	1,30	2,96	1,02	1,14	1,03	0,92	13,77	3,04
Mars	1,80	7,24	2,35	1,75	5,01	1,72	1,92	1,70	1,72	13,07	4,87
Avril	2,71	10,25	2,65	2,59	7,89	2,57	2,91	2,46	2,35	12,67	7,99
Mai	2,30	7,84	1,95	2,59	6,44	2,22	2,38	2,09	1,98	12,75	5,54
Juin	2,42	2,67	1,95	2,48	6,79	2,16	2,46	2,14	2,01	21,97	7,57
Juillet	2,65	17,19	3,10	4,00	7,62	2,33	2,64	2,18	2,21	22,92	5,96
Août	2,13	7,16	3,44	2,40	6,43	1,98	2,13	1,98	1,82	22,79	5,84
Septembre	3,06	7,72	2,54	3,28	8,52	2,75	3,15	2,68	2,44	14,69	7,01
Octobre	2,05	2,53	1,70	2,56	5,33	1,76	1,88	1,71	1,54	7,57	4,63
Novembre	1,98	6,24	3,24	3,19	5,56	1,98	2,09	2,04	1,85	13,54	4,38
Décembre	1,75	4,22	2,98	1,80	4,77	1,59	1,81	1,48	1,59	5,15	3,68
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>25,30</b>	<b>80,30</b>	<b>28,00</b>	<b>29,60</b>	<b>71,50</b>	<b>23,50</b>	<b>26,10</b>	<b>22,90</b>	<b>21,80</b>	<b>175,00</b>	<b>65,50</b>

	Volumes rejetés T, S et Ex (m <sup>3</sup> )	Activité Tritium (GBq)	Activité Carbone 14 (GBq)	Activités Iodes (GBq)	Activités Autres PF et PA (GBq)
Janvier	24 713	6,150E+03	6,228E+00	1,455E-03	3,613E-02
Février	17 846	3,151E+03	2,318E+00	1,003E-03	2,940E-02
Mars	24 049	8,161E+03	1,207E+01	1,801E-03	4,134E-02
Avril	25 906	6,154E+03	1,351E+01	2,713E-03	5,433E-02
Mai	20 530	2,972E+03	6,790E+00	2,297E-03	4,577E-02
Juin	25 760	1,830E+03	4,020E+00	2,419E-03	5,221E-02
Juillet	25 142	2,090E+03	5,413E+00	2,651E-03	7,013E-02
Août	26 712	1,968E+03	5,311E+00	2,133E-03	5,595E-02
Septembre	32 890	1,782E+03	6,884E+00	3,057E-03	5,478E-02
Octobre	23 166	3,034E+03	6,022E+00	2,052E-03	3,121E-02
Novembre	31 608	3,277E+03	5,220E+00	1,980E-03	4,411E-02
Décembre	36 410	4,003E+03	3,840E+00	1,747E-03	2,907E-02
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>320 578</b>	<b>4,46E+04</b>	<b>7,76E+01</b>	<b>2,53E-02</b>	<b>5,44E-01</b>

Autres PF et PA : Nickel 63 inclus

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

Les eaux issues de la salle des machines, rejetées par les réservoirs Ex ne présentent pas d'activité en tritium supérieur à 400 Bq/L en 2023 à l'exception de trois réservoirs Ex en novembre 2023 présentant des activités comprises en 400 et 4000 Bq/l suite à une fuite de tuyauterie collectée vers ces réservoirs. Les rejets des réservoirs Ex en 2023 sont conformes à la réglementation (article 2.3.3 de la Décision ASN n°2017-DC-0588).

#### d. Comparaison pluriannuelle et au prévisionnel

Le tableau, ci-dessous, permet un comparatif des valeurs de rejet de l'année 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2022.

	Rejets par catégorie de radionucléides			
	Tritium (GBq)	Carbone 14 (GBq)	Iodes (MBq)	Autres PA et PF (MBq)
2021	42 100	43,8	20,9	937
2022	37 500	63,8	19,3	536
2023	44 600	77,6	25,3	544
Prévisionnel 2023	50 000	55	30	1000

#### Commentaires :

Les rejets radioactifs liquides sont cohérents avec les valeurs du prévisionnel 2023. Les rejets de Carbone 14 sont supérieurs au prévisionnel 2023 tout en restant dans le même ordre de grandeur. L'augmentation des rejets de carbone 14 est liée à l'évolution de la gestion de la production électrique entraînant une plus grande manœuvrabilité des centrales nucléaires, ce qui engendre une augmentation relative de la production de carbone 14.

#### e. Comparaison aux limites

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets d'effluents radioactifs liquides de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n° 2008-DC-0102 modifié.

Paramètres	Limites annuelles de rejet		Rejet
	Prescriptions	Valeur	Valeur (GBq)
Tritium	Activité annuelle rejetée (GBq)	90 000	44 600
Carbone 14	Activité annuelle rejetée (GBq)	260	77,6
Iodes	Activité annuelle rejetée (MBq)	50,9*	25,3
Autres PA et PF	Activité annuelle rejetée (MBq)	4908*	544

\*Intégration et mise en application de la décision n° 2023-DC-0762 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 6 juin 2023 modifiant la décision n° 2008-DC-0102 du 13 mai 2008 modifiant certaines limites de rejet. Les limites annuelles 2023 sont calculées au prorata.

#### Commentaires :

Les limites réglementaires de rejets liquide radioactifs ont été respectées en 2023.

## f. Surveillance des eaux de surface

Des prélèvements d'eau du canal 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 d'eau (mesure de l'activité bêta globale, de l'activité tritium et de la teneur en potassium sur l'eau 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 2023 sont donnés dans le tableau suivant (valeurs moyennes et maximales) :

	Paramètre analysé	Activité volumique horaire à mi-rejet			Activité volumique : moyenne journalière		
		Valeur moyenne mesurée en 2023	Valeur maximale mesurée en 2023	Limite réglementaire	Valeur moyenne mesurée en 2023	Valeur maximale mesurée en 2023	Limite réglementaire
Eau filtrée	Activité bêta globale	0,14 Bq/L	0,29 Bq/L	2 Bq/L	Sans objet		
	Tritium	18,1 Bq/L	60,2 Bq/L	280 Bq/L	9,1 Bq/L	56 Bq/L	140*/100** Bq/L
	Potassium	1,73 mg/L	4,8 mg/L	Sans objet	Sans objet		

\* en présence de rejets radioactifs / \*\* en l'absence de rejets radioactifs

### Commentaires :

Les mesures de surveillance dans les eaux de surface pour l'année 2023 sont cohérentes avec les valeurs attendues. Les mesures d'activité bêta globale et de l'activité en tritium dans les eaux de surfaces en aval du CNPE 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),
- des traitements des circuits du refroidissement à l'eau brute contre les dépôts de tartre et le développement des micro-organismes.

Les principales substances utilisées sont :

- l'acide borique ( $H_3BO_3$ ) : 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 sècheurs-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 sont également réglementés au niveau des émissaires de rejet.

#### **a. Etat 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. -I. 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

Le cumul mensuel des rejets chimiques transitant par l'ouvrage de rejet principal et issus des réservoirs T, S et Ex (réservoirs de stockage des effluents pour analyse et rejet) est donnée dans le tableau suivant :

	Acide borique (kg)	Hydrazine (kg)	Ethanolamine (kg)	Détergents (kg)	Azote total (kg)	Phosphates (kg)
Janvier	363	0,17	0,65	4,1	225	26,5
Février	422	0,08	0,45	2,5	242	6
Mars	1880	0,09	0,60	4,2	255	17
Avril	1030	0,12	0,70	6,2	275	6,7
Mai	783	0,1	0,66	5,2	186	20,2
Juin	102	0,15	0,66	5,3	184	6,5
Juillet	661	0,08	1,8	5,2	196	30,4
Août	1024	0,07	1,0	4,2	173	8,2
Septembre	990	0,14	1,2	7	164	5,8
Octobre	414	0,07	0,58	3,8	178	11,6
Novembre	1088	0,1	0,88	4,3	164	5,5
Décembre	957	0,19	2,5	4	196	17,1
<b>TOTAL ANNUEL</b>	<b>9714</b>	<b>1,36</b>	<b>11,7</b>	<b>56,1</b>	<b>2440</b>	<b>161</b>

## 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 2023 avec les valeurs des années précédentes et celles du prévisionnel 2023

Substances	Unité	2021	2022	2023	Prévisionnel 2023
Acide borique	kg	8 237	8 305	9 714	10 000
Ethanolamine	kg	14,7	19,0	11,7	23
Hydrazine	kg	1,18	1,24	1,36	1,8
Détergents	kg	48,3	51,2	56	60
Azote total	kg	2 788	2 518	2 440	2 800
Phosphates	kg	159	118	170	180

### Commentaires :

Les valeurs annuelles de rejets d'effluents non radioactifs liquides sur l'année 2023 sont cohérentes avec les valeurs des années précédentes et conformes au prévisionnel de rejet pour l'année 2023.

## iii. Comparaison aux limites réglementaires

Le tableau, ci-dessous, permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites de rejets fixées par la décision ASN n°2008-DC-0102 du 13 mai 2008 modifiée par la décision ASN n°2023-DC-0762 du 06 juin 2023 fixant les limites de rejets dans l'environnement du CNPE du Tricastin pour les réservoirs T, S et Ex.

Substances	Limite	Rejet 2023	Limite	Rejet 2023	Limite	Rejet 2023	Limite	Rejet 2023
	Flux 2h (kg)	Valeur maximale calculée (kg)	Flux 24h (kg)	Valeur maximal calculée (kg)	Flux annuel ajouté (kg)	Flux annuel calculé (kg)	Concentration maximale ajoutée au rejet (mg/l)	Valeur maximale calculée (mg/l)
Acide borique	1 500	<b>239</b>	2 400	<b>703</b>	17 000	<b>9 714</b>	9,8	<b>0,19</b>
Hydrazine	Sans objet		2,5	<b>0,048</b>	38,63*	<b>1,36</b>	1,10E-02	<b>1,27E-05</b>
Ethanolamine	Sans objet		27	<b>1,17</b>	1 138,5*	<b>11,7</b>	9,10E-02	<b>5,32E-04</b>
Azote Total	26	<b>12,7</b>	48	<b>26,2</b>	7 600	<b>2 440</b>	Sans objet	
Phosphates	120	<b>48,7</b>	205	<b>13,7</b>	1 250	<b>170</b>	0,78	<b>3,85E-03</b>
Détergents	30	<b>0,44</b>	130	<b>1,27</b>	5 780,6*	<b>56</b>	0,2	<b>3,47E-04</b>
Métaux totaux	Sans objet		13	<b>1,03</b>	Sans objet		Sans objet	
MES			240	<b>26,7</b>			0,55	<b>7,99E-03</b>
DCO			960	<b>43,4</b>			3,2	<b>1,89E-02</b>

\*Intégration et mise en application de la décision n° 2023-DC-0762 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 6 juin 2023 modifiant la décision n° 2008-DC-0102 du 13 mai 2008, limite au prorata sur 2023.

L'article 5.3.1 de la décision ASN n°2017-DC-0588 demande une évaluation de la quantité annuelle de lithine rejetée. En 2023, la quantité de lithine rejetée par le CNPE du Tricastin est mesurée à 0,28 kg.

### **Commentaires :**

Les rejets liquides chimiques de l'année 2023 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 modifiée.

#### **d. Rejets d'effluents liquides chimiques issus de la station de déminéralisation du CNPE du 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 2023.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites règlementées fixées par la décision ASN n°2008-DC-0102 modifiée.

	Limite	Rejet 2023
Substances	Flux 24h (kg)	Valeur maximal calculée (kg)
Sulfate	3450	<b>2 210</b>
Chlorure	856	<b>156</b>
MES	300	<b>45,6</b>

### **Commentaires :**

Les rejets liquides chimiques issus de la station de déminéralisation du CNPE du Tricastin en 2023 sont conformes aux valeurs limites de rejets de la décision ASN n°2008-DC-0102 modifiée.

### 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 2023.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites réglementées fixées par la décision ASN n°2008-DC-0102 modifiée.

	Limite	Rejet 2023	Limite	Rejet 2023
Substances	Flux 24h (kg)	Flux 24h Valeur maximale (kg/24h)	Concentration maximale ajoutée au rejet (mg/l)	Concentration max Valeur maximale calculée (mg/l)
Sodium	1770	<b>1 000</b>	3,4	<b>0,52</b>
Azote total	66	<b>26,4</b>	0,23	<b>0,013</b>
Métaux totaux	28	<b>4,38</b>	0,07	<b>0,008</b>

#### Commentaires :

Les rejets liquides chimiques issus de plusieurs origines en 2023 respectent les valeurs limites de rejet de la décision ASN n°2008-DC-0102 modifiée.

### f. Rejets d'effluents liquides chimiques via la Station d'Épuration

Ce paragraphe présente les flux 24h de rejets et concentrations maximales de substances chimiques réglementées liés uniquement à la station d'épuration du CNPE du TRICASTIN pour l'année 2023.

Le tableau ci-dessous permet un comparatif des valeurs de rejets de l'année 2023 avec les valeurs limites réglementées fixées par la décision ASN n°2008-DC-0101 modifiée par la décision n°2023-DC-0761 de l'Autorité de sûreté Nucléaire du 6 juin 2023 qui a introduit de nouvelles limites sur les rejets de la station d'épuration du CNPE.

	Limite	Rejet 2023	Limite	Rejet 2023
Substances	Flux 24h (kg)	Valeur maximale (kg/24h)	Concentration maximale ajoutée au rejet (mg/l)	Valeur maximale calculée (mg/l)
DBO5	4	0,45	25	8
DCO	18	1,58	125	24
MES	5	0,64	29	13
Azote global	13	1,54	SO	SO
Phosphore total	4	0,1	SO	SO

### **Commentaires :**

Les rejets liquides chimiques issus de la station d'épuration du CNPE du Tricastin respectent les valeurs limites de rejets de la décision ASN n°2008-DC-0101 modifiée en 2023.

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

En 2023, une opération de visite interne et de réfection du réservoir de stockage des eaux d'exhaures (réservoir Ex 1) a été réalisée.

#### **4. Opérations exceptionnelles de rejets d'effluents liquides**

Le CNPE du Tricastin n'a pas réalisé d'opération exceptionnelle de rejet d'effluents liquides chimiques en 2023.

### **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 aérateur 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 :  $\Delta T$ °C) est lié à la puissance thermique (P<sub>th</sub>) 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'aérateurs. Dans un aérateur, 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'aérateur 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 modifiée.

Le CNPE du Tricastin réalise en continu des mesures de températures en amont et en aval du CNPE et un suivi des rejets thermiques conformément aux autorisations de rejet en vigueur. Les paramètres réglementés 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 ASN n° 2008-DC-0102 modifiée 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 m<sup>3</sup>/s en moyenne journalière.

Le bilan des valeurs mensuelles de ces différents paramètres pour l'année 2023 sont présentés dans les tableaux suivants

	Température amont (°C)			Échauffement moyen journalier amont/aval calculé (°C)			Température moyenne journalière aval calculée après mélange (°C)		
	Max	Min	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
Janvier	10,6	6,3	8,8	0,7	1,6	1,0	7,6	11,5	9,5
Février	10,1	6,5	8,2	1,4	4,4	2,7	9,1	13,5	11,1
Mars	11,6	8,4	10,0	0,8	3,9	2,2	10,5	14,3	12,2
Avril	14,4	11,4	12,5	1,1	2,3	1,6	12,8	15,4	14,2
Mai	18,1	14,5	15,9	0,5	1,6	1,1	15,8	18,9	17,0
Juin	22,7	18,1	19,9	0,8	1,8	1,1	19,2	23,5	21,0
Juillet	25,2	21,5	23,5	0,8	2,8	1,6	22,6	26,1	25,1
Août	26,0	20,3	22,9	0,8	2,4	1,6	21,9	27,2	24,5
Septembre	23,3	19,6	21,7	0,7	3,1	1,9	22,2	25,0	23,5
Octobre	20,7	13,7	18,2	0,8	4,1	2,4	14,7	24,1	20,7
Novembre	13,7	8,8	10,9	0,7	1,1	0,8	10,0	14,1	11,6
Décembre	9,4	7,5	8,4	0,5	1,2	0,8	8,3	10,2	9,2

## 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 modifiée.

Paramètres	Limite en vigueur	Valeurs maximales
Echauffement moyen journalier amont-aval calculé	4°C  (*) 6°C si le débit canal moyen journalier < 480 m³/s	4,44 °C  Avec un débit de canal de 404m³/s < 480 m³/s
Température moyenne journalière aval après mélange	28°C	27,18 °C

### Commentaires :

En 2023 les limites thermiques réglementaires ont été respectées. L'échauffement maximum calculé a été de 4,44 °C le 19 février 2023 avec un débit du canal Donzère/Mondragon de 404 m³/s ce jour-là. Un échauffement moyen journalier a été mesuré le 16 octobre 2023 à 4,1 °C avec un débit canal de 333 m³/s.

La température moyenne journalière maximale calculée est restée inférieure à la limite de 28°C avec un maximum de 27,18°C le 25 août 2023.

## 3. En conditions climatiques exceptionnelles

Aucun épisode caniculaire nécessitant l'utilisation des limites en conditions climatiques exceptionnelles n'a eu lieu en 2023.

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

L'année 2023 n'a pas été concernée par des actions de maintenance (hors maintenance programmée) et aucune intervention et 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 programmées ou inopinées 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 à l'administration et publiés par EDF sur le site internet du CNPE : <https://www.edf.fr/la-centrale-nucleaire-du-tricastin/l-exploitation-de-la-centrale-nucleaire-du-tricastin>

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.

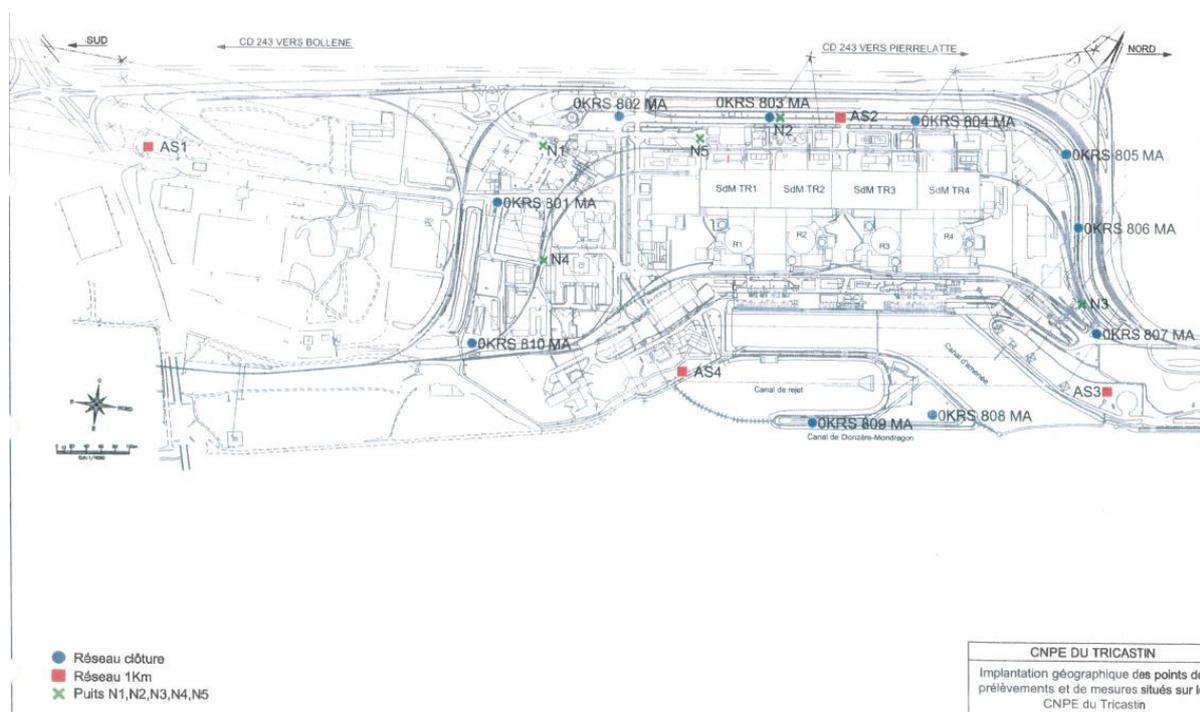
Ces études radioécologiques ont permis de caractériser finement les niveaux de radioactivité d'origine naturelle et artificielle dans les différents compartiments de l'environnement autour du CNPE, et de préciser l'influence des rejets d'effluents liquides et à l'atmosphère. Les données collectées depuis 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'années.

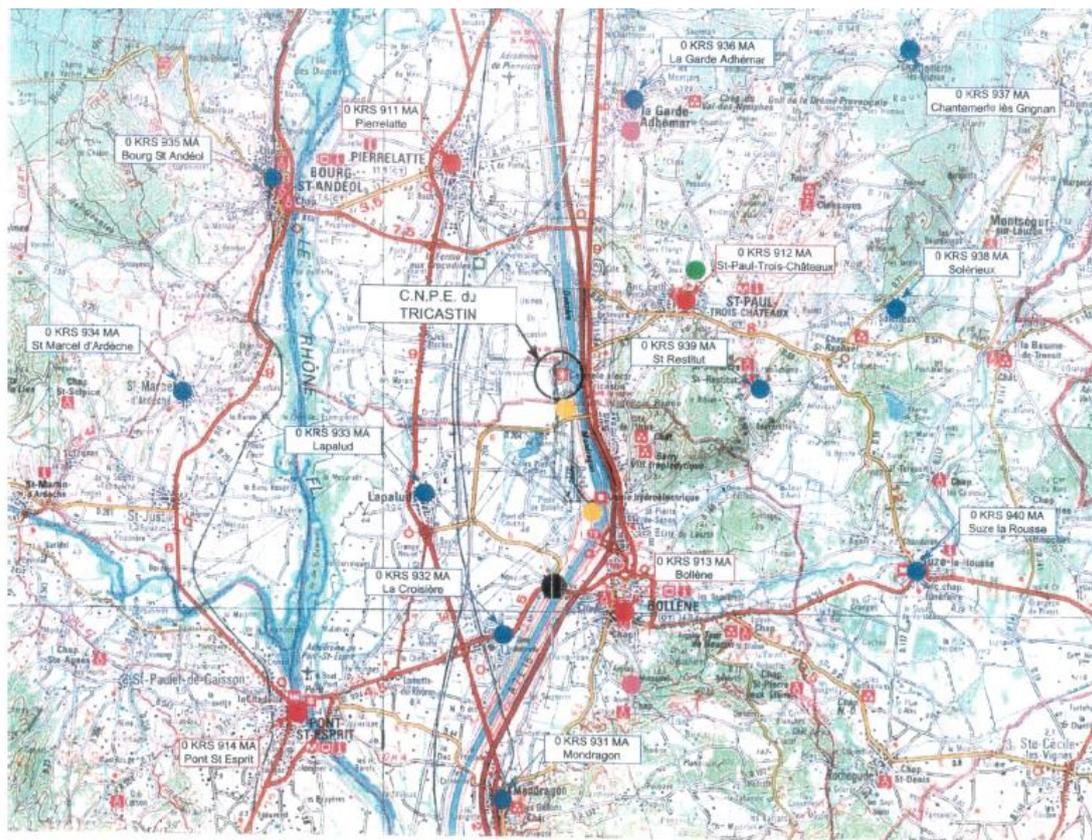
## 1. Surveillance de la radioactivité ambiante

Le système de surveillance de la radioactivité ambiante s'articule autour de 4 réseaux de balises radiométriques (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 :



- " Réseau 5Km " de surveillance de l'air ambiant
- " Réseau 10Km " de surveillance de l'air ambiant

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 2023 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 mesure	Débit de dose moyen année 2023 (nSv/h)	Débit de dose max année 2023 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2022 (nSv/h)	Débit de dose moyen année 2021 (nSv/h)
Clôture	100	1 296	100	98
1 km	88	3 066	90	91
5 km	92	179	98	92
10 km	89	192	93	98

## Commentaires :

Pour les quatre réseaux de surveillance de la radioactivité ambiante, les débits de dose moyens enregistrés pour l'année 2023 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 réglementés.

## 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 de 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 2023 sont donnés dans le tableau suivant :

Compartiment	Paramètres	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée	Limite réglementaire	
Poussières atmosphériques	Bêta globale mBq/m <sup>3</sup>	0,73	2,68	10	
	Spectrométrie gamma mBq/m <sup>3</sup>	<sup>58</sup> Co	< 0,008	< 0,015	Sans objet
		<sup>60</sup> Co	< 0,009	< 0,09	
		<sup>134</sup> Cs	< 0,007	< 0,01	
		<sup>137</sup> Cs	< 0,0066	< 0,0098	
Tritium atmosphérique Bq/m <sup>3</sup>		0,17	0,49	50	
Eaux de pluie	Bêta globale Bq/L	0,16	0,33	Sans objet	
	Tritium Bq/L	5,4	8,5	Sans objet	

## Commentaires :

Les mesures de surveillance du compartiment atmosphérique pour l'année 2023 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 13 jours avec une mesure d'activité bêta globale sur les poussières atmosphériques supérieure à 2 mBq/m<sup>3</sup>. Conformément à la réglementation en vigueur, des analyses complémentaires par spectrométrie gamma ont été réalisées et celles-ci confirment l'absence de radionucléide d'origine artificielle. Ces légères augmentations de l'activité bêta 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 2023 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 présentés.

Nature du prélèvement	Radionucléide	Périodicité	Moyenne annuelle	Valeur maximale mesurée
Végétaux terrestres (Bq/kg sec)	<sup>58</sup> Co	Mensuelle	< 0,31	< 0,39
	<sup>60</sup> Co		< 0,29	< 0,37
	<sup>134</sup> Cs		< 0,28	< 0,37
	<sup>137</sup> Cs		< 0,29	< 0,35
	<sup>40</sup> K		453	690
Lait (Bq/L)	<sup>58</sup> Co	Mensuelle	< 0,34	< 0,37
	<sup>60</sup> Co		< 0,44	< 0,48
	<sup>134</sup> Cs		< 0,36	< 0,43
	<sup>137</sup> Cs		< 0,33	< 0,37
	<sup>40</sup> K		62	74

#### 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 2023. 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 d'août et septembre 2023.

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 2022 sont présentés dans le rapport « Suivi radioécologique annuel des CNPE du Rhône », mis à disposition sur le site internet du CNPE du Tricastin (<https://www.edf.fr/la-centrale-nucleaire-du-tricastin/l-exploitation-de-la-centrale-nucleaire-du-tricastin>) en annexe 1.

#### 4. Surveillance du milieu aquatique

Le rapport « Suivi radioécologique annuel des CNPE du Rhône » de l'IRSN pour l'année 2022, cité dans le § précédent, comprend également une étude radioécologique du milieu aquatique.

En complément, EDF mandate chaque année un partenaire pour réaliser une étude hydrobiologique du Rhône au droit du CNPE du Tricastin. Historiquement confié à l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement (INRAe), cette étude est confiée depuis 2023 à la société AQUASCOP.

Les résultats des mesures annuelles réalisées sur le compartiment aquatique ainsi que leur interprétation pour l'année 2023 sont présentés dans le rapport annuel « Surveillance réglementaire physico-chimique et hydrobiologique du CNPE de TRICASTIN - Année 2023 » de la Ste AQUASCOP et 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 modifiée du 13 mai 2008, le CNPE du TRICASTIN réalise des mesures réglementaires mensuelles d'activité tritium et bêta 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.

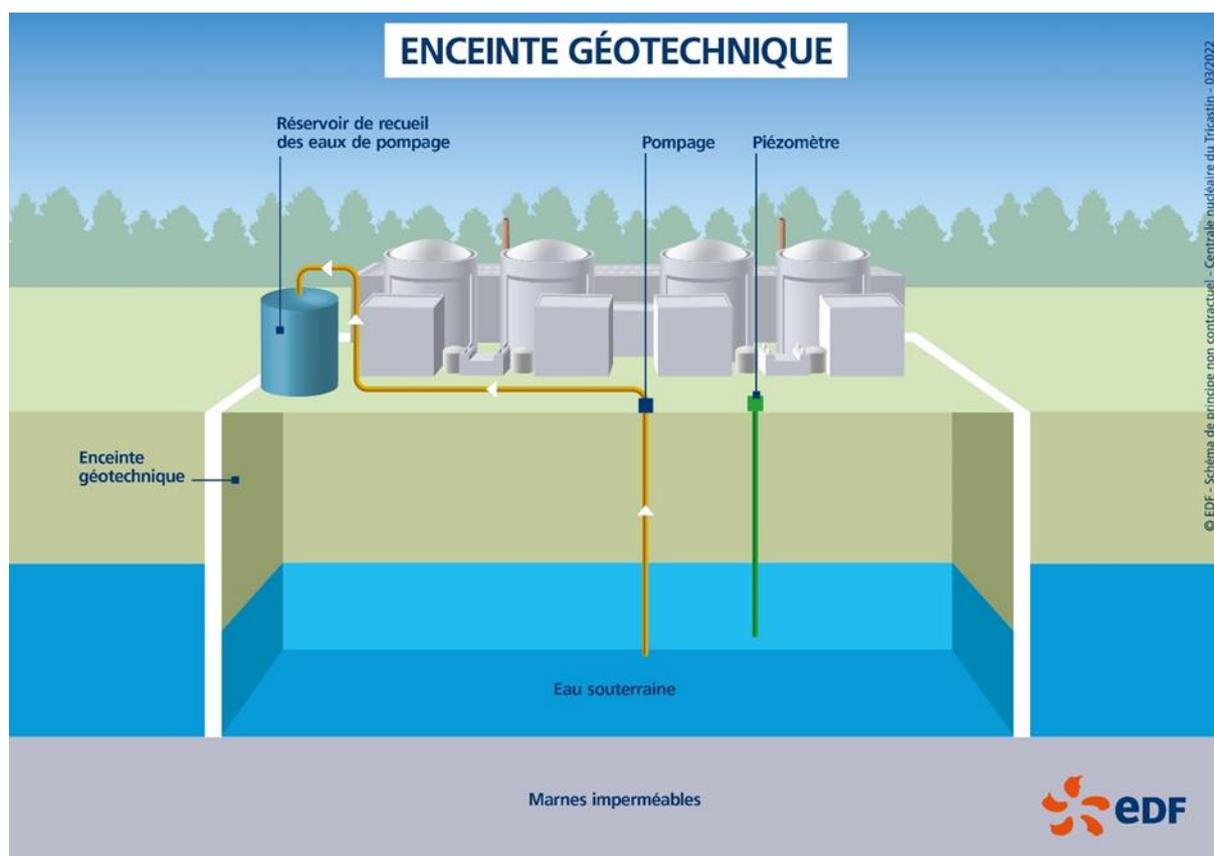
Le tableau ci-dessous présente les résultats des mesures radiochimiques réalisées au titre de la surveillance réglementaire et optimisée sur les piézomètres du CNPE, à l'exception des piézomètres faisant l'objet d'un plan de surveillance renforcé suite aux événements de novembre 2019 et décembre 2021.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

Paramètres	Unité	Valeur moyenne mesurée	Valeur maximale mesurée
Tritium	Bq/L	18	67
Bêta global	Bq/L	< seuil 0 *	< seuil 0 *

\* : 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. Grâce 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.



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

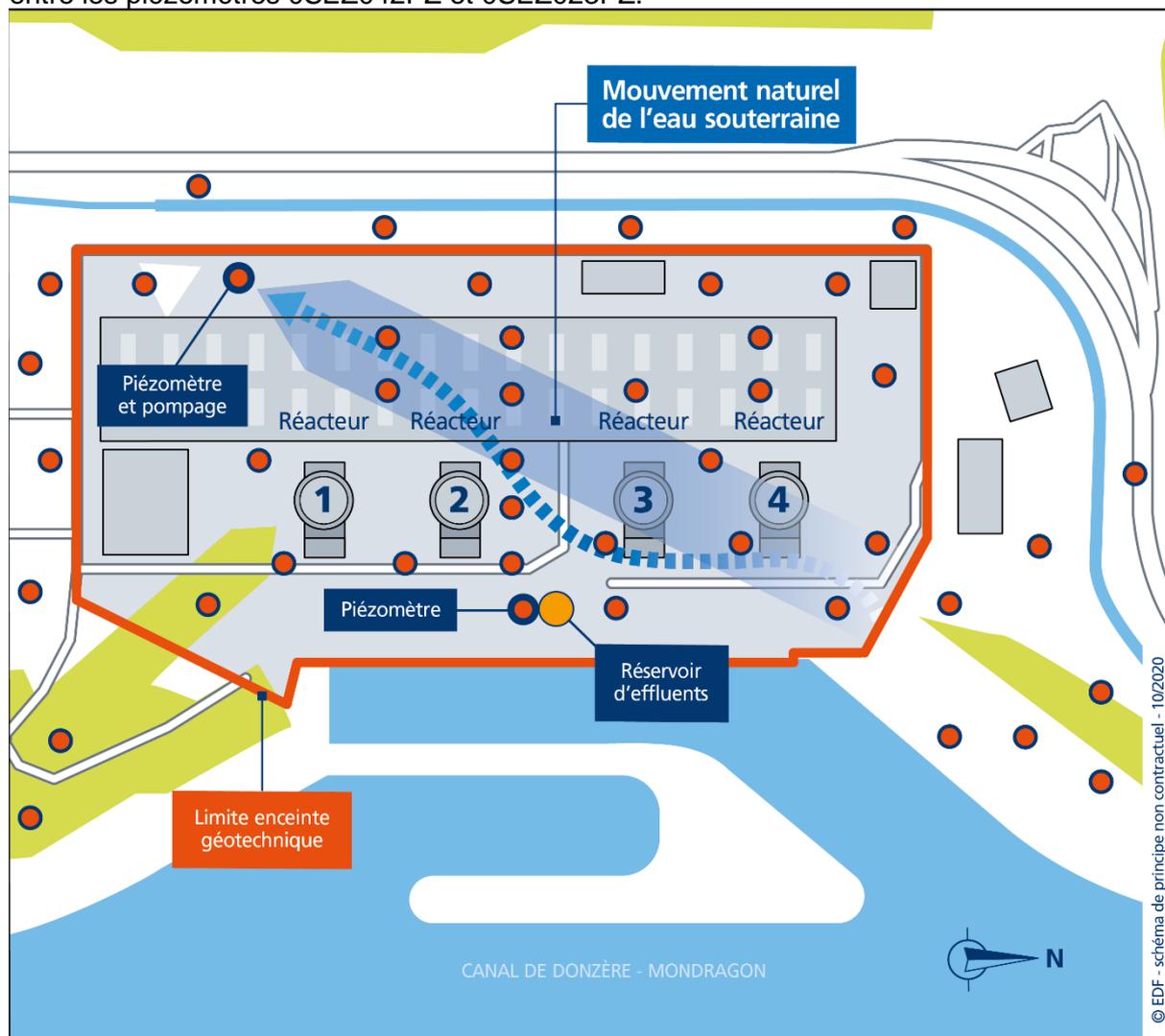
L'intégralité des mesures d'activité bêta global sur le réseau de surveillance piézométrique de la nappe phréatique du CNPE est inférieure au seuil 0 de 1 Bq/l.

Le suivi radiochimique en activité tritium sur l'ensemble des piézomètres hors surveillance renforcée est conforme à l'attendu avec une valeur moyenne de 18 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 événements de 2019 et 2021. La valeur maximale d'activité tritium est de 67 Bq/L, inférieur au seuil 1 de valeur attendue.

Le CNPE a déclaré en novembre 2019 puis en décembre 2021 deux événements significatifs environnementaux 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, figure schématique). 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.



Au regard de cet évènement 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 évènement 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 Sûreté 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 2023 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 avec une moyenne de 356 Bq/L sur l'année 2023.

Aucune évolution notable n'est à signaler sur l'ensemble des piézomètres situés à l'extérieur 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
pH	-	Conforme aux valeurs indicatives de qualité des eaux. (8,6)
Conductivité	μS / cm	Conforme aux valeurs indicatives de qualité des eaux. (988)
DCO	mg / L	Conforme aux valeurs indicatives de qualité des eaux. ( < 10 )
Hydrocarbures		Inférieur au seuil 1 (6,25)
Azote Kjeldahl		Supérieur au seuil 2 (6,5)
Métaux totaux		Inférieur au seuil 0
Phosphates		Inférieur au seuil 2 0,96
Nitrates		Inférieur au seuil 2 76
Sulfates		Inférieur au seuil 1 180
Sodium		Inférieur au seuil 0 32

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

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

\*\*\*Seuil 2 : seuil de déclaration

### **Commentaires :**

Conformément aux investigations déjà en cours les années précédentes, le CNPE du TRICASTIN a poursuivi en 2023 le suivi physico-chimique renforcé sur le marquage hydrocarbure autour du piézomètre 0SEZ044PZ et les investigations sur la présence d'ammonium.

En 2023, le protocole de suivi du marquage hydrocarbure sur le piézomètre 0SEZ044PZ et les piézomètres associés (0SEZ 054 à 059PZ) a été optimisé avec l'appui des experts hydrogéologues des services centraux EDF. Les mesures et analyses effectuées

laissent apparaître une réduction régulière des d'hydrocarbures présents. Le suivi de la résorption de ce marquage se poursuit.

En 2023, les investigations et l'analyse des données physico-chimiques acquises en 2021 et 2022 sur la présence d'ammonium sur le CNPE (découverte fin 2019 lors d'analyses complémentaires réalisées pour la 4<sup>ème</sup> visite décennale du réacteur n°1) par les experts hydrogéologues ont permis de valider l'hypothèse d'un marquage organique historique des sols qui n'est pas lié à l'exploitation du CNPE. En accord avec l'Autorité de Sureté Nucléaire, les investigations sur cette présence d'ammonium ont pris fin.

Une mesure en azote Kjeldahl a été détectée supérieure au seuil 2 en mai 2023 sur le piézomètre 0SEZ042PZ. Après investigations et analyses, les experts hydrogéologues ont retenu l'hypothèse d'un marquage lié à la présence de matières organiques dans les remblais profonds du CNPE. Il apparaît donc que l'exploitation du CNPE n'est pas à l'origine de ce marquage.

A l'exception des valeurs 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 2023 pour les stations amont, rejet et aval (moyenne mensuelle).

Station amont	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Température °C	8,8	8,2	10,0	12,5	15,9	19,9	23,5	22,9	21,7	18,2	10,9	8,4
Conductivité (µS/cm)	426	452	425	416,0	398	356	372	397	377	399	369	391*
Oxygène dissous (mg/L)	11,4	11,7	11,0	10,2	9,2	8,5	8,0	8,3	8,0	8,9	11,4	11*
pH	8,3	8,3	8,2	8,1	8,0	7,9	7,9	8,0	7,8	7,9	8,2	8,1*

\* données moyennes sur un nombre restreint de mesures suite une indisponibilité temporaire de la SMP amont.

Station rejet	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Température °C	15,7	17,1	18,5	21,0	22,6	27,6	31,4	29,0	28,8	26,0	18,8	14,9
Conductivité (µS/cm)	411	436	425	416	387	353	366	382,0	365	392	368	366
Oxygène dissous (mg/L)	11,1	11,2	10,7	10,1	9,0	8,3	7,7	7,9	7,7	8,5	10,5	11,1
pH	7,9	7,8	7,8	7,9	7,8	7,8	7,9	7,9	7,7	7,8	7,7	7,6

Station aval	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Température °C	9,8	10,9	12,3	14,5	17,4	21,4	25,1	24,5	23,9	20,7	12,1	9,6
Conductivité (µS/cm)	421	448	430	426	394	359	371	392	374	391	361	365
Oxygène dissous (mg/L)	11,2	11,2	10,7	10,1	9,3	8,6	7,9	8,2	7,9	8,7	11,2	12,3
pH	8,1	8,1	8,0	8,0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,8	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 des mesures moyennes mensuelles de pH, oxygène dissous et de conductivité entre les stations amont et aval du CNPE.

## 2. Physico-chimie des eaux de surface

Le CNPE du Tricastin fait réaliser chaque année des mesures mensuelles de certains paramètres physico-chimiques soutenant la vie biologique lors de sept campagnes réparties sur l'année. Ces mesures sont réalisées par le laboratoire Carso au niveau des stations multi paramètre amont, rejet et aval.

Les résultats sont présentés dans les 3 tableaux suivants :

Station amont	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Octobre	Décembre
Ammonium (mg/L)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05
COT (mg/L)	1,6	1,4	1,1	1,1	0,8	1,4	2,4
Calcium (mg/L)	66	63	58	53	56	30	63
Chlorures (mg/L)	16	7	12	13	17	19	9,0
Conductivité (µS/cm)	421	393	371	350	391	403	525,0
DBO5 (mg/L)	4,0	0,7	0,8	0,8	0,5	0,5	1,2
DCO (mg/L)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	23,0
MES (mg/L)	20	11	30	6	2	6	188,0
Magnésium (mg/L)	5,8	5,9	6,0	6,2	7,1	6,7	4,6
Nitrates (mg/L)	7,6	5,4	4,8	3,8	3,4	5,2	6,8
Nitrites (mg/L)	0,05	0,04	0,05	0,09	0,04	0,05	0,1
Oxygène dissous (mg/L)	9,1	8,6	8,3	7,6	7,7	8,1	12,2
Phosphates (mg/L)	0,11	0,12	0,13	0,15	0,11	0,16	0,07
Silice totale (mg/L)	3,20	3,00	3,50	2,80	3,00	3,40	4,60
Sodium (mg/L)	9,4	8,8	7,7	9,4	10,7	11,5	5,6
Sulfates (mg/L)	43	22	49	56	72	57	29
TAC (°f)	15,5	13,9	12,5	9,2	9,8	11,9	16,2
Température Eau (°C)	13,6	17,5	19,4	22,6	22,9	21,0	7,7
pH in situ	8,1	7,2	7,7	7,5	8,0	7,8	8,1

Station de rejet	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Octobre	Décembre
Ammonium (mg/L)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05
COT (mg/L)	1,6	1,3	1,1	1,3	0,7	1,4	2,7
Calcium (mg/L)	70	61	60	51	56	59	64
Chlorures (mg/L)	15	7	12	13	18	19	9,0
Conductivité (µS/cm)	431	394	380	376	401	430	329
DBO5 (mg/L)	0,9	0,5	0,9	0,5	0,5	0,5	2,2
DCO (mg/L)	<20	29,00	<20	<20	<20	<20	<20
MES (mg/L)	22	119	24	18	2	3	141
Magnesium (mg/L)	6,1	5,7	6,1	6,0	7,0	6,6	4,7
Nitrates (mg/L)	7,8	5,5	4,8	3,6	3,4	5,1	6,7
Nitrites (mg/L)	0,04	0,02	0,04	0,07	0,02	0,03	0,0
Oxygène dissous (mg/L)	8,9	8,8	8,4	7,7	7,3	7,9	12,0
Phosphates (mg/L)	0,12	0,12	0,11	0,14	0,11	0,12	0,08
Silice totale (mg/L)	3,20	2,90	3,40	2,80	3,00	3,50	4,70
Sodium (mg/L)	9,8	8,5	7,7	9,3	10,7	11,3	5,7
Sulfates (mg/L)	42	21	48	56	72	57	29
TAC (°f)	16	14	12,5	10,0	9,8	12,0	16,3
Température Eau (°C)	21,8	23,5	24,8	29,1	30,9	27,2	9,0
pH in situ	8,0	7,9	7,6	7,1	7,2	7,7	8,1

Station aval	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Octobre	Décembre
Ammonium (mg/L)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05
COT (mg/L)	1,6	1,3	1,1	1,3	0,9	1,3	2,7
Calcium (mg/L)	69	63	58	50	58	59	62,0
Chlorures (mg/L)	8	7	12	13	18	19	9,0
Conductivité (µS/cm)	432	394	378	354	395	410	375,0
DBO5 (mg/L)	1,2	0,5	0,9	1,2	0,5	0,5	0,5
DCO (mg/L)	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
MES (mg/L)	21	15	17	13	3	4	137,0
Magnésium (mg/L)	6,1	5,9	6,0	5,8	7,2	6,6	4,6
Nitrates (mg/L)	6,7	5,5	4,9	3,6	3,2	5,1	6,8
Nitrites (mg/L)	0,05	0,04	0,04	0,08	0,03	0,04	0,0
Oxygène dissous (mg/L)	9,4	8,8	9,0	7,7	8,0	8,2	10,3
Phosphates (mg/L)	0,13	0,13	0,11	0,13	0,09	0,11	0,08
Silice totale (mg/L)	3,20	3,10	3,50	2,90	3,00	3,50	4,60
Sodium (mg/L)	9,7	8,8	7,6	8,8	10,8	11,4	5,6
Sulfates (mg/L)	22	21	48	58	73	57	29
TAC (°f)	16	14,0	12,5	9,9	9,9	12,1	16,3
Température Eau (°C)	14,8	18,2	19,9	23,0	24,7	22,2	13,5
pH in situ	7,7	7,7	7,5	6,8	7,0	7,6	8,1

## **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 différences notables des paramètres physico-chimiques entre les stations amont et aval impliquant l'exploitation du CNPE.

### **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 dans le canal de Donzère /Mondragon lors des sept campagnes.

Les tableaux suivants présentent les valeurs mesurées aux stations amont, de rejet et aval sur l'année 2023.

Station amont	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Octobre	Décembre
Bore (mg/L)	0,01	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Détergents (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ethanolamine (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrazine (mg/L)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Station de rejet	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Octobre	Décembre
Bore (mg/L)	0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Détergents (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ethanolamine (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrazine (mg/L)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,1	<0,1	<0,0001

Station aval	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Octobre	Décembre
Bore (mg/L)	0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Détergents (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ethanolamine (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Hydrazine (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,0001

### **Commentaires :**

Les résultats des mesures de l'année 2023 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 de Tricastin confie la réalisation de la surveillance physico-chimique et hydrobiologique en Conditions Climatiques Normales (CCN) à un prestataire extérieur. Ce suivi était historiquement réalisé par l'INRAe d'Aix-en-Provence. Depuis 2023, c'est Aquascop qui a repris en charge ce suivi. Dans un esprit de continuité, un tuilage ente les deux structures a été réalisé pour l'ensemble des compartiments biologiques en 2022.

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 synthèse du rapport de surveillance 2023, réalisée par la S<sup>TE</sup> AQUASCOP est présentée ci-dessous :

« Chaque année, le CNPE de Tricastin confie la réalisation de la surveillance physico-chimique et hydrobiologique en Conditions Climatiques Normales (CCN) à un prestataire extérieur. Ce suivi était historiquement réalisé par l'INRAe d'Aix-en-Provence. Depuis 2023, c'est Aquascop qui a repris en charge ce suivi. Dans un esprit de continuité, un tuilage ente les deux structures a été réalisé pour l'ensemble des compartiments biologiques en 2022). Les analyses chimiques et physico-chimiques sont sous-traitées au Laboratoire d'analyse CARSO.

Le suivi réalisé en 2023, objet du présent rapport comprend un suivi chimique, physico-chimique et hydrobiologique. Ce dernier concerne les compartiments diatomées benthiques, macroinvertébrés benthiques et poissons.

### ● Contexte hydroclimatique

En 2023, l'année fut plus pluvieuse et globalement moins chaude que 2022. Toutefois, les cumuls de pluie au niveau de Montélimar (en amont du site du Tricastin) restent déficitaires.

A l'échelle du bassin versant du Rhône en France, les pluies et la neige de la fin 2022 et du printemps 2023 ont permis le maintien des débits à des niveaux corrects (autour de 1000 m<sup>3</sup>/s) jusqu'en juillet, mais toutefois inférieurs au débit moyen annuel de 1380 m<sup>3</sup>/s. Le Rhône est resté en étiage durant 4,5 mois entre juillet et mi-octobre avec une reprise des précipitations en fin d'année.

Sur la dernière semaine d'août, une surveillance renforcée pré Conditions Climatiques Exceptionnelles (CCE) a été déclenchée (atteinte d'une température de 27°C en moyenne journalière calculée à l'aval après dilution).

### ● Evaluation chimique et physico-chimique des eaux

Aucun des paramètres chimiques mesurés en 2023 ne met en évidence de différence entre l'amont et l'aval du CNPE de Tricastin à l'exception du paramètre température de l'eau. En effet, on mesure en aval immédiat du rejet (station S3) une augmentation par rapport à l'amont (station S2) de + 5°C à +8°C selon les campagnes, avec des valeurs maximales de 29 à 30 °C mesurées en juillet et août. Toutefois, en aval éloigné (station S7), l'impact de ce réchauffement reste modéré et compris entre +0,4°C et +1,8°C pour une température maximale de 24,7°C mesuré en août 2023.

Ces résultats indiquent l'absence d'incidence notable des activités du CNPE de Tricastin sur le Rhône.

## ● Evaluation biologique

### Le phytoplancton

Les développements du phytoplancton ont été suivis par dosage des pigments chlorophylliens dans l'eau brute prélevée mensuellement aux différents SMP sur la période juin-octobre 2023, correspondant à la période de développement de cette communauté biologique.

Les concentrations en chlorophylle a et en phéopigments ont été mesurées mensuellement entre juin et octobre 2023. Les teneurs relevées sont faibles (entre <0,5 et 3 µg/l) à toutes les campagnes et aux trois stations (S2 amont immédiat, S3 aval immédiat du rejet et S7 aval proche). A titre indicatif, l'élément de qualité « proliférations végétales » du SEQ-Eau est considéré comme altéré à partir de 60 µg/l. Il n'y a pas de différence notable entre la station amont et la station aval. A noter, que la valeur de concentration en phéopigment (issu de la dégradation de la chlorophylle a) est légèrement supérieure à celle de la chlorophylle a pour toutes les stations et toutes les campagnes. Ces résultats laissent penser que dans la zone d'étude, le phytoplancton présente plutôt une dynamique de sénescence que de croissance sur la période juin-octobre 2023.

Ces résultats ne mettent pas en évidence une incidence notable du site du CNPE du Tricastin sur le développement du phytoplancton.

### Diatomées benthiques

En 2023, lors de la campagne du 21/09, la qualité biologique du Canal de Donzère est qualifiée, par les peuplements diatomiques, comme étant « bonne » au droit de la CNPE de Tricastin. Selon les préférendums écologiques des espèces observées, le Canal de Donzère semble être soumis à un léger déficit en oxygène ainsi qu'à quelques apports en matières organiques, en azote organique et en nutriments. Aucune dégradation de la qualité du milieu n'est observée en aval du CNPE de Tricastin comparativement à l'amont.

Ces résultats indiciaires obtenus en 2023 sont cohérents avec les résultats des années précédentes.

### **Macro-invertébrés benthiques**

Les résultats obtenus en 2023 pour le compartiment « macroinvertébrés benthiques » montrent un milieu dégradé et instable à l'échelle de l'ensemble du secteur, qui s'inscrivent dans la tendance observée depuis une quinzaine d'année.

Dans l'ensemble, on retrouve des listes faunistiques pauvres composées d'individus peu sensibles aux conditions environnementales. On notera toutefois des notes légèrement meilleures à l'aval immédiat du rejet. Ce dernier semble apporter une diversification des habitats et des écoulements, permettant une meilleure diversité du peuplement. Toutefois l'analyse de la chronique de données montre que les résultats obtenus cette année sont probablement situationnels, ne permettant pas de conclure sur une réelle influence du rejet sur les communautés benthiques du Rhône.

Les indices IQBP présentent des notes faibles à moyennes, malgré l'adaptation du protocole prenant en compte les taxons uniques et les nouveaux taxons invasifs (qui constituent la majorité du peuplement). Ces résultats traduisent un milieu « pluri-perturbé » et instable tant sur le plan physicochimique que morphodynamique. L'IBG corrobore ce résultat, avec des notes ne dépassant pas 10/20 (à l'aval immédiat du rejet le 05/09/23).

Les observations sur le terrain confirment les hypothèses émises par les notes indiciaires et l'étude des listes taxonomiques. En effet, le canal de Donzère-Mondragon a des berges bétonnées, présentant une grande homogénéité de substrats et d'écoulements, ne permettant pas à un cortège complexe de se développer. De plus, le Rhône par sa dynamique sédimentaire a une forte tendance à colmater les habitats en zone calme par des sédiments fins (limons). Ces éléments influent négativement sur les résultats obtenus.

Dans ce contexte, les résultats ne mettent pas en évidence d'incidence notable du fonctionnement du CNPE de Tricastin sur les invertébrés benthiques du Rhône.

### **Faune piscicole**

Le peuplement piscicole a été analysé à partir de deux protocoles distincts. Les pêches LRC (Linéaire de Rive en Continu) permettent d'obtenir une bonne image de l'évolution spatiale et

temporelle (2 campagnes x 6 stations) des peuplements piscicoles. À l'automne, les pêches partielles par points (norme XP-T90-383) permettent un suivi annuel complet du peuplement piscicole utilisé pour évaluer la qualité du peuplement (indice IPR) ainsi que le succès de la reproduction de l'année. Ces deux méthodologies apportent des informations complémentaires qui permettent d'obtenir une bonne image générale du peuplement.

La richesse taxonomique rencontrée en 2023, lors des deux campagnes LRC sur l'ensemble des 6 stations suivies est de 29 espèces de poissons parmi les 38 espèces déjà historiquement capturées depuis 1996 et deux espèces d'écrevisse. A noter que les 16 espèces capturées lors des pêches par points des stations S2 et S7 avaient déjà été capturées au moins une fois lors des pêche LRC.

La composition relative des peuplements est cohérente avec les anciens suivis. On retrouve un peuplement dominant composé de plusieurs cypriniformes (ablette, chevesne, gardon, hotu, brème bordelière, et dans une moindre mesure de la bouvière, du goujon, du pseudorasbora, du spirin et du barbeau fluviatile) et de l'anguille européenne.

L'ensemble des espèces capturées dans les six stations avaient déjà été capturées au moins une fois précédemment et le peuplement piscicole dominant est en adéquation avec les résultats antérieurs.

Les pêches LRC ont été réalisées dans 6 stations, au cours de deux campagnes distinctes en juin et septembre. Le débit du Rhône était alors légèrement inférieur à son débit moyen (environ 1100 m<sup>3</sup>/s en juin et 920 m<sup>3</sup>/s en septembre). Les richesses spécifiques les plus élevées sont observées dans les stations S1 (amont du CNPE et du canal de Donzère) et S5 (Rhône court-circuité) avec respectivement 24 et 23 espèces capturés toutes campagnes confondues. Ces stations correspondent aux secteurs les plus naturels du suivi qui offrent une plus grande diversité d'habitat et d'accueil pour la faune piscicole. A l'inverse, les stations situées en aval immédiat et aval proche du rejet (S3 et S4, respectivement) présentent des richesses taxonomiques de 16 et 12 espèces. Ces résultats sont à mettre en relation avec la pauvreté des habitats de berge de ce tronçon canalisé (parement bétonné). Toutefois, un impact du rejet sur ces résultats n'est pas à exclure.

Les pêches partielles par point ont été réalisées en octobre dans les stations S2 (amont immédiat) et S7 (aval du CNPE et de l'usine écluse de Bollène, dans le canal de Donzère). Le Rhône était alors en situation d'étiage avec moins de 600 m<sup>3</sup>/s. Les notes IPR 2023 obtenues à partir de ces échantillonnages sont respectivement de 24,4 (classe de qualité moyenne) à l'amont et de 12,5 (classe de qualité bonne) à l'aval. Pour la station Tricastin amont (S2), la note IPR 2023 est la deuxième plus mauvaise note obtenue depuis 2016. À l'inverse, avec une note de 12,5 dans la station Tricastin aval (S7), la note IPR 2023 se situe dans la moyenne des notes obtenues depuis 2016.

Globalement, les peuplements piscicoles 2023 des différentes stations apparaissent de meilleures qualités dans les stations moins artificialisées comme S1 et S5. Au regard de ces résultats, il est difficile d'isoler les effets spécifiques et potentiels qui pourraient être attribués au fonctionnement du CNPE au milieu des impacts de l'aménagement hydroélectrique du fleuve et des activités anthropiques existantes dans le secteur d'étude et en amont. Aussi, bien que les plus faibles richesses spécifiques soient mesurées en aval immédiat et proche du rejet (S3 et S4, respectivement), ces stations constituent également les secteurs les plus artificialisés et les moins attractifs du suivi.

Dans ce contexte, les différences observées entre les stations ne permettent pas d'identifier une influence notable du fonctionnement du CNPE de Tricastin sur les peuplements piscicoles du Rhône.

**Au regard des résultats d'analyses des compartiments étudiés dans la zone d'étude (physico-chimie, phytoplancton, diatomées, invertébrés benthiques et faune piscicole), on ne relève pas d'incidence notable du fonctionnement du CNPE de Tricastin. »**

Le rapport complet est disponible sur demande auprès du CNPE du Tricastin.

## **2. Surveillance pour des températures moyennes journalières aval supérieur à 27°C**

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 spécifique soit réalisée en cas d'atteinte ou dépassement de 27°C de la température moyenne journalière calculée en aval du CNPE.

Cette température de 27°C a été atteinte le 24 août 2023 et le CNPE du Tricastin a, conformément à la réglementation, réalisé la surveillance complémentaire requise. La température moyenne journalière n'a été supérieure à 27°C que les 24 et 25 août 2023 et la surveillance renforcée associée a été ponctuelle.

## **3. Surveillance en situations exceptionnelles**

En 2023 le CNPE du Tricastin n'a pas sollicité d'autorisation temporaire de fonctionnement suite à un dossier « Article R593-40-II ».

## V. Acoustique environnementale

L'arrêté du 7 février 2012 fixe les règles générales applicables à toutes les phases du cycle de vie des installations nucléaires 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, via son site internet, ou par mail mais aussi en s'adressant à la CLI et ou directement aux mairies dans un rayon de 2 km (Saint Paul Trois Châteaux, Pierrelatte, Lapalud, Bollène), lors d'opérations pouvant générer du bruit, comme par exemple lors de la réalisation de certains essais périodiques sur l'installation.

## 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 de 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](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 ;
- 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

---

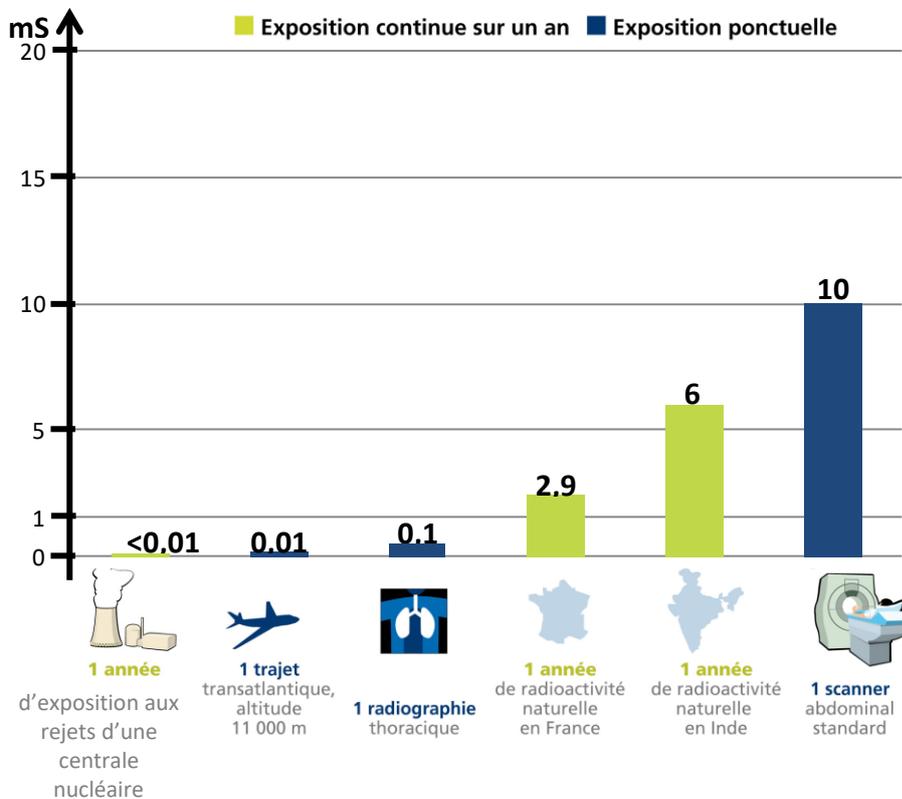
<sup>3</sup> La **dose efficace** est la somme des doses absorbées par tous les tissus, pondérée d'un facteur radiologique  $W_R$  ( $W_R$  = Radiation Weighting factor, facteur de pondération du rayonnement) pour tenir compte de la qualité du rayonnement ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ...) et d'un 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** ».

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.

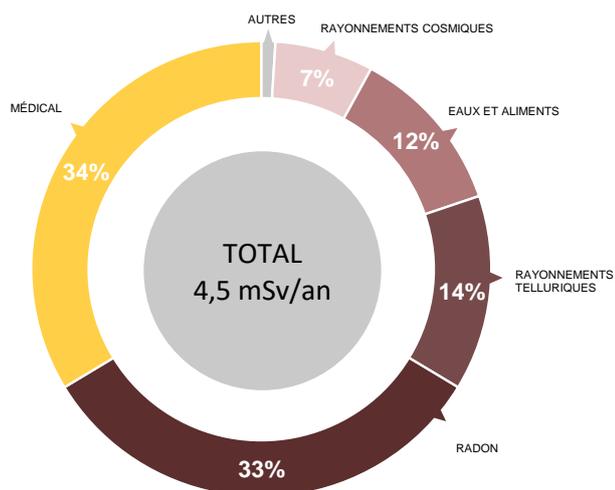
Les principaux facteurs d'incertitudes dans le calcul de dose sont associés essentiellement à quelques données et paramètres difficiles à acquérir sur le terrain, tels que certaines caractéristiques de l'environnement et comportements précis des populations riveraines (les rations alimentaires par exemple).

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



**Figure 2 : 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 3 : 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 2023 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 (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	4,6E-06	7,2E-05	7,7E-05
Rejets d'effluents liquides	9,2E-08	5,5E-05	5,5E-05
<b>Total</b>	<b>4,7E-06</b>	<b>1,3E-04</b>	<b>1,3E-04</b>

ENFANT DE 10 ANS	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	4,7E-06	5,9E-05	6,4E-05
Rejets d'effluents liquides	s.o.	4,8E-05	4,8E-05
<b>Total</b>	<b>4,7E-06</b>	<b>1,1E-04</b>	<b>1,1E-04</b>

ENFANT DE 1 AN	Exposition externe (mSv)	Exposition interne (mSv)	Total (mSv)
Rejets d'effluents à l'atmosphère	4,8E-06	5,6E-05	6,1E-05
Rejets liquides	s.o.	4,4E-05	4,4E-05
<b>Total</b>	<b>4,8E-06</b>	<b>1,0E-04</b>	<b>1,0E-04</b>

Les valeurs de doses calculées sont inférieures à  $1.10^{-3}$  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 2023 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 du 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.

### I. 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.

#### 1. 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 d'activité	Durée de vie	Classification	Conditionnement
Filtres d'eau et résines primaires	Faible et Moyenne	Courte	FMA-VC (faible et moyenne activité à vie courte)	Fûts, coques
Filtres d'air	Très faible, Faible et Moyenne		TFA (très faible activité), FMA-VC	Casiers, big-bags, futs, coques, caissons
Résines secondaires				
Concentrats, boues				
Pièces métalliques				
Matières plastiques, celluloses				
Déchets non métalliques (gravats...)				
Déchets graphite	Faible	Longue	FA-VL (faible activité à vie longue)	Entreposage sur site
Pièces métalliques et autres déchets actifs	Moyenne		MA-VL (moyenne activité à vie longue)	Entreposage sur site (en piscine de refroidissement pour les grappes et autres déchets actifs REP)

## 2. 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

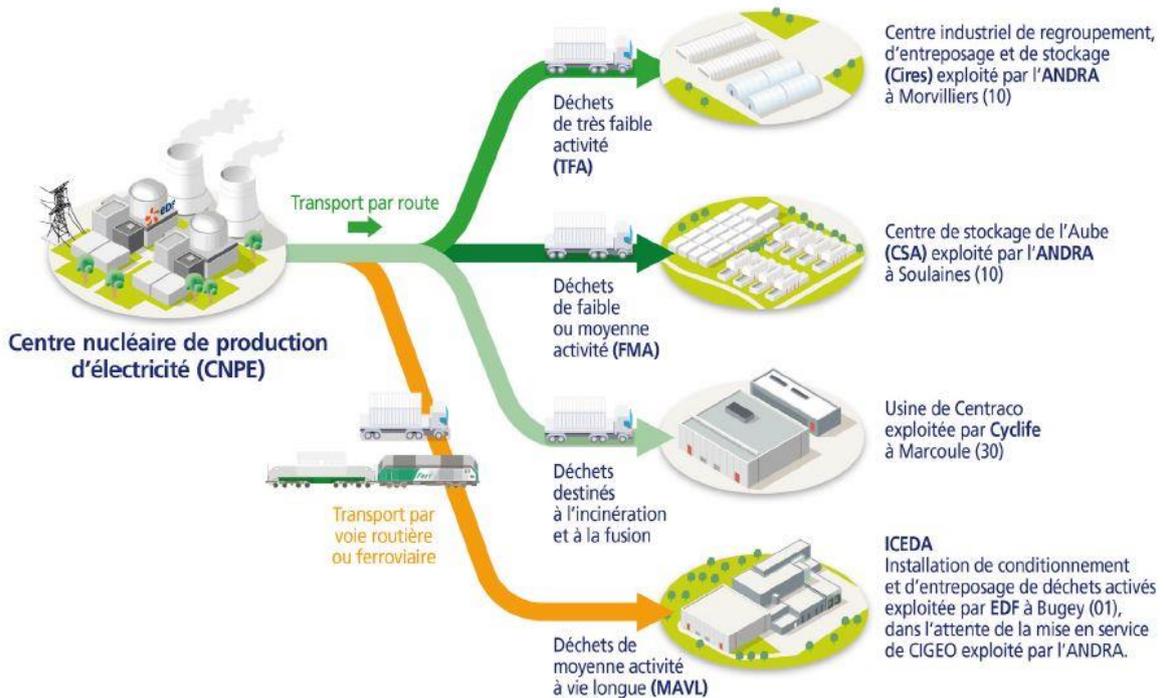


Figure 4 : Transport des déchets radioactifs (Source : EDF)

## 1. Les quantités de déchets entreposées au 31/12/2023

Le tableau suivant présente les quantités de déchets en attente de conditionnement au 31 décembre 2023 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE du Tricastin.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2023	Commentaires
TFA	309,1 tonnes	En conteneur sur l'aire TFA
FMAVC (Liquides)	15,9 tonnes	Effluents du lessivage chimique, huiles, solvants...
FMAVC (Solides)	246,7 tonnes	Localisation Bâtiment des auxiliaires nucléaire (BAN) et Bâtiment auxiliaire de conditionnement (BAC)
MAVL	380 objets	Concerne les grappes et les étuis dans les piscines de désactivation (déchets technologiques, galette inox, bloc béton et chemise graphite)

Le tableau suivant présente les quantités de déchets conditionnés en attente d'expédition au 31 décembre 2023 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE du Tricastin.

Catégorie déchet	Quantité entreposée au 31/12/2023	Type d'emballage
TFA	173 colis	Tous types d'emballages confondus
FMAVC (Solides)	48 colis	Coques béton
FMAVC (Solides)	738 colis	Fûts (métalliques, PEHD)
FMAVC (Solides)	23 colis	Autres (caissons, pièces massives...)

Le tableau suivant présente le nombre de colis évacués et les sites d'entreposage en 2023 pour les 4 réacteurs en fonctionnement du CNPE du Tricastin.

Site destinataire	Nombre de colis évacués
Cires à Morvilliers	139
CSA à Soulaines	840
Centraco à Marcoule	3 033

En 2023, 4 012 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, 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 2023 par le parc.

Quantités 2023 en tonnes	Déchets dangereux		Déchets non dangereux non inertes		Déchets inertes		Total	
	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés	Produits	Valorisés
Exploitation	12 413	10 648	47 494	38 151	94 495	91 502	154 402	140 301
Déconstruction	109	39	2 010	1 978	938	938	3 057	2 954

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 2023 du fait de la poursuite d'importants chantiers, liés notamment aux chantiers de modifications post Fukushima, au projet Grand Carénage, ainsi qu'aux 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.

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 2023, les 4 unités de production du CNPE du Tricastin ont produit 10 293 tonnes de déchets conventionnels : 95,5 % 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 2022**

RAPPORT

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

ANNÉE 2022

Pôle santé et environnement

Rapport IRSN N° 2024-00233

## 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 29 et Figure 30 Pages 205 et 206). Il est situé en aval de quatre autres installations d'EDF (Creys-Malville, Le Bugey, Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil et Cruas-Meyssse) ainsi que des installations du CERN, d'ORANO de Romans-sur-Isère, du CEA de Grenoble et de l'ILL (Institut Laue-Langevin) [22]. De nombreux services de médecine nucléaire sont aussi implantés sur le bassin versant (Figure 1 page 20). Le site de Cruas-Meyssse, 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 28 page 198.

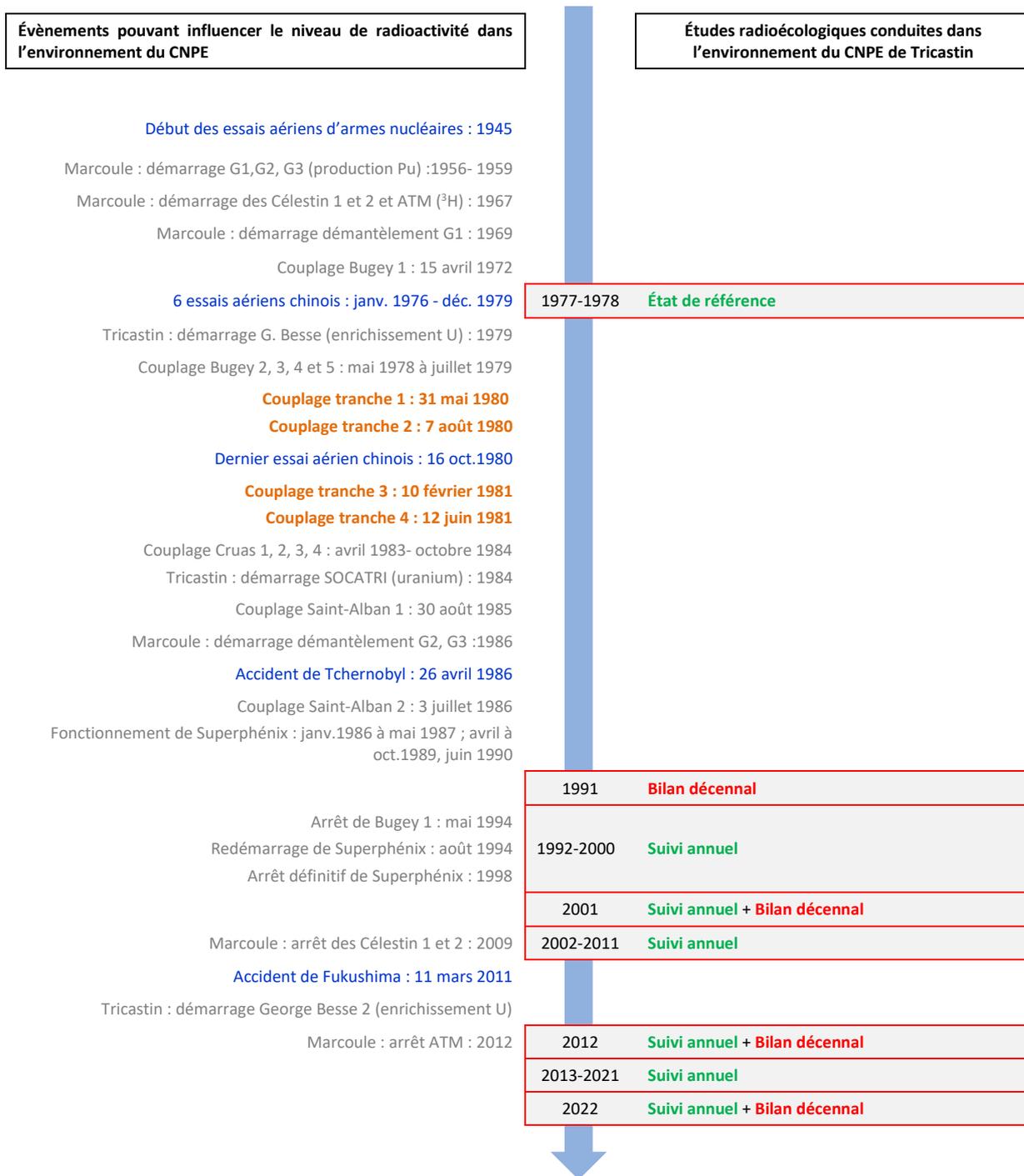


Figure 28 – Chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE du Tricastin

## 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 29 et la Figure 30 Pages 205 et 206. Les caractéristiques (dates, stations, natures, etc.) identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le Tableau 108 page 201 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.

Les prélèvements, traitements et analyses spécifiques au bilan quinquennal et au bilan décennal 2022 ont été menés conjointement à ceux du suivi annuel. Concernant le bilan décennal, seuls les résultats de spectrométrie gamma  $\gamma$  figurent. L'ensemble de la stratégie d'analyse et les résultats du bilan décennal ainsi que du bilan quinquennal seront présentés dans un rapport relatif au bilan radioécologique décennal de l'environnement proche du CNPE du Tricastin.

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 205).

Des échantillons de salades et sols associés, de vignes, de lait de brebis<sup>6</sup>, d'herbe, de mousses terrestres, de plantes aromatiques (thym), de sols de culture et de sols de prairie sont prélevés sous les vents dominants du CNPE du Tricastin, au sud du site (Bollène, Mondragon), dans l'axe de la vallée du Rhône ; selon la rose des vents **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** page 205. Hors vents, des plantes aromatiques (thym), du lait de chèvre, des sols de prairie, de l'herbe, des mousses terrestres, des vignes, des salades et sols associés ainsi que des sols de culture sont prélevés à Saint-Paul-Trois-Châteaux, Saint-Restitut, Clansayes, Bidon, Séguret et Mirabel-aux-Baronnies. Les sols de culture prélevés à Bollène et à Saint-Restitut sont irrigués avec de l'eau prélevée respectivement dans l'écluse de l'usine hydroélectrique de Bollène en aval du CNPE et dans le canal de Donzère-Mondragon en amont du CNPE.

L'ensemble des échantillons ont fait l'objet d'une mesure par spectrométrie gamma. Une mesure de <sup>131</sup>I dans les échantillons de mousses, d'herbe et de lait prélevés sous et hors vents dominants a également été réalisée. Dans le lait, les salades et l'herbe prélevés sous les vents dominants, le tritium libre et le tritium organiquement lié ont été recherchés. Le <sup>14</sup>C est recherché dans les salades et le lait prélevés sous les vents dominants. Enfin, l'herbe

<sup>6</sup> Dans le CCTP, il était demandé de collecter du lait à Lapalud, sous les vents dominants. Le prélèvement n'a pas pu être réalisé cette année à Lapalud car refus de l'agriculteur. Du lait a été prélevé à Mondragon, sous les vents dominants. Cela a fait l'objet d'une fiche d'écart.

prélevée à Bollène 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 2022.

**Tableau 108 – Identification des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique de 2022**

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
6,34 km E	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-Restitut	04,81017	44,32323	Sols cultivés irrigués	Sol de culture de plein champ	Entier	09/08/2022	Gamma (Sec)	1,10	-
6,34 km E	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-Restitut	04,81017	44,32323	Sols cultivés irrigués	Sol de culture de plein champ	Entier Strate 0 - 5 cm	09/08/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,10	-
6,34 km E	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Saint-Restitut	04,81017	44,32323	Sols cultivés irrigués	Sol de culture de plein champ	Entier Strate 0 - 5 cm	09/08/2022	MO après combustion (Sec)	1,10	-
8,78 km ENE	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Clansayes	04,81542	44,38179	Plantes aromatiques	Thym commun <i>Thymus L.</i>	Entier	21/04/2022	Gamma (Cendre)	3,54	15,76
9,3 km NE	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Clansayes	04,80990	44,39253	Aliments liq. Non transformés	Lait de chèvre	Entier	13/06/2022	Gamma (Liquide)	-	-
9,3 km NE	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Clansayes	04,80990	44,39253	Aliments liq. Non transformés	Lait de chèvre	Entier	13/06/2022	Gamma (Cendre)	6,96	16,12
16,4 km ONO	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Bidon	04,53827	44,38303	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	Entier	02/03/2022	Gamma (Sec)	1,24	-
16,4 km ONO	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Bidon	04,53827	44,38303	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	Entier Strate 0 - 5 cm	02/03/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,24	-
16,4 km ONO	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Bidon	04,53827	44,38303	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie	Entier Strate 0 - 5 cm	02/03/2022	MO après combustion (Sec)	1,24	-
16,41 km ONO	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Bidon	04,53858	44,38372	Herbes	Herbe de prairie permanente	Entier	20/04/2022	Gamma (Cendre)	3,51	9,87
16,41 km ONO	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Bidon	04,53858	44,38372	Herbes	Herbe de prairie permanente	Entier	20/04/2022	Gamma (Frais)	-	-
27,65 km ESE	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Séguret	05,05205	44,23550	Mousses terricoles	<i>Scleropodium purum</i>	Entier	23/02/2022	Gamma (Frais)	-	-
29,58 km E	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Mirabel-aux-Baronnies	05,10303	44,32745	Arbres fruitiers	Vigne commune <i>Vitis vinifera</i>	Entier	31/08/2022	Gamma (Cendre)	3,81	11,23
29,6 km E	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Mirabel-aux-Baronnies	05,10331	44,32852	Sols cultivés	Sol de salade	Entier Strate 0 - 20 cm	14/06/2022	Gamma (Sec)	1,19	-
29,6 km E	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Mirabel-aux-Baronnies	05,10331	44,32852	Sols cultivés	Sol de salade	Entier Strate 0 - 20 cm	14/06/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,19	-
29,6 km E	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Mirabel-aux-Baronnies	05,10331	44,32852	Sols cultivés	Sol de salade	Entier Strate 0 - 20 cm	14/06/2022	MO après combustion (Sec)	1,19	-

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
29,6 km E	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (>5 km)	Mirabel-aux-Baronnies	05,10331	44,32852	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Entier	14/06/2022	Gamma (Cendre)	13,82	4,94
0,95 km NE	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (<5 km)	Saint-Paul-Trois-Châteaux	04,73957	44,33674	Arbres fruitiers	Vigne commune <i>Vitis vinifera</i>	Entier	31/08/2022	Gamma (Cendre)	3,74	13,84
4,59 km ESE	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (<5 km)	Bollène	04,77706	44,30570	Sols cultivés irrigués	Sol de culture de plein champ	Entier	09/08/2022	Gamma (Sec)	1,03	-
4,59 km ESE	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (<5 km)	Bollène	04,77706	44,30570	Sols cultivés irrigués	Sol de culture de plein champ	Entier <i>Strate 0-20 cm</i>	09/08/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,03	-
4,59 km ESE	Le Tricastin - Zone hors vents dominants (<5 km)	Bollène	04,77706	44,30570	Sols cultivés irrigués	Sol de culture de plein champ	Entier <i>Strate 0-20 cm</i>	09/08/2022	MO après combustion (Sec)	1,03	-
1,02 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73075	44,32154	Herbes	Herbe de prairie permanente	Entier	20/04/2022	Gamma (Cendre)	3,33	10,82
1,02 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73075	44,32154	Herbes	Herbe de prairie permanente	Entier	20/04/2022	Gamma (Frais)	-	-
1,02 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73075	44,32154	Herbes	Herbe de prairie permanente	Entier	20/04/2022	H-3 lié (Sec)	3,03	-
1,02 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73075	44,32154	Herbes	Herbe de prairie permanente	Entier	20/04/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	3,03	-
1,02 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73075	44,32154	Herbes	Herbe de prairie permanente	Entier	20/04/2022	H-3 libre (Liquide)	3,03	-
1,34 km SSE	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73724	44,31951	Plantes aromatiques	Thym commun <i>Thymus L.</i>	Entier	20/04/2022	Gamma (Cendre)	3,07	12,84
1,88 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73206	44,31384	Sols non cultivés	Sol de friche Horizon	Entier	23/02/2022	Gamma (Sec)	1,29	-
1,88 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73206	44,31384	Sols non cultivés	Sol de friche	Entier	23/02/2022	Gamma (Sec)	1,24	-
1,88 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73206	44,31384	Sols non cultivés	Sol de friche	Entier	23/02/2022	Gamma (Sec)	1,23	-
1,88 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73206	44,31384	Sols non cultivés	Sol de friche <i>Strate 0-5 cm</i>	Entier	23/02/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,29	-
1,88 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73206	44,31384	Sols non cultivés	Sol de friche <i>Strate 5-15 cm</i>	Entier	23/02/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,24	-
1,88 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73206	44,31384	Sols non cultivés	Sol de friche <i>Strate 15-30 cm</i>	Entier	23/02/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,23	-

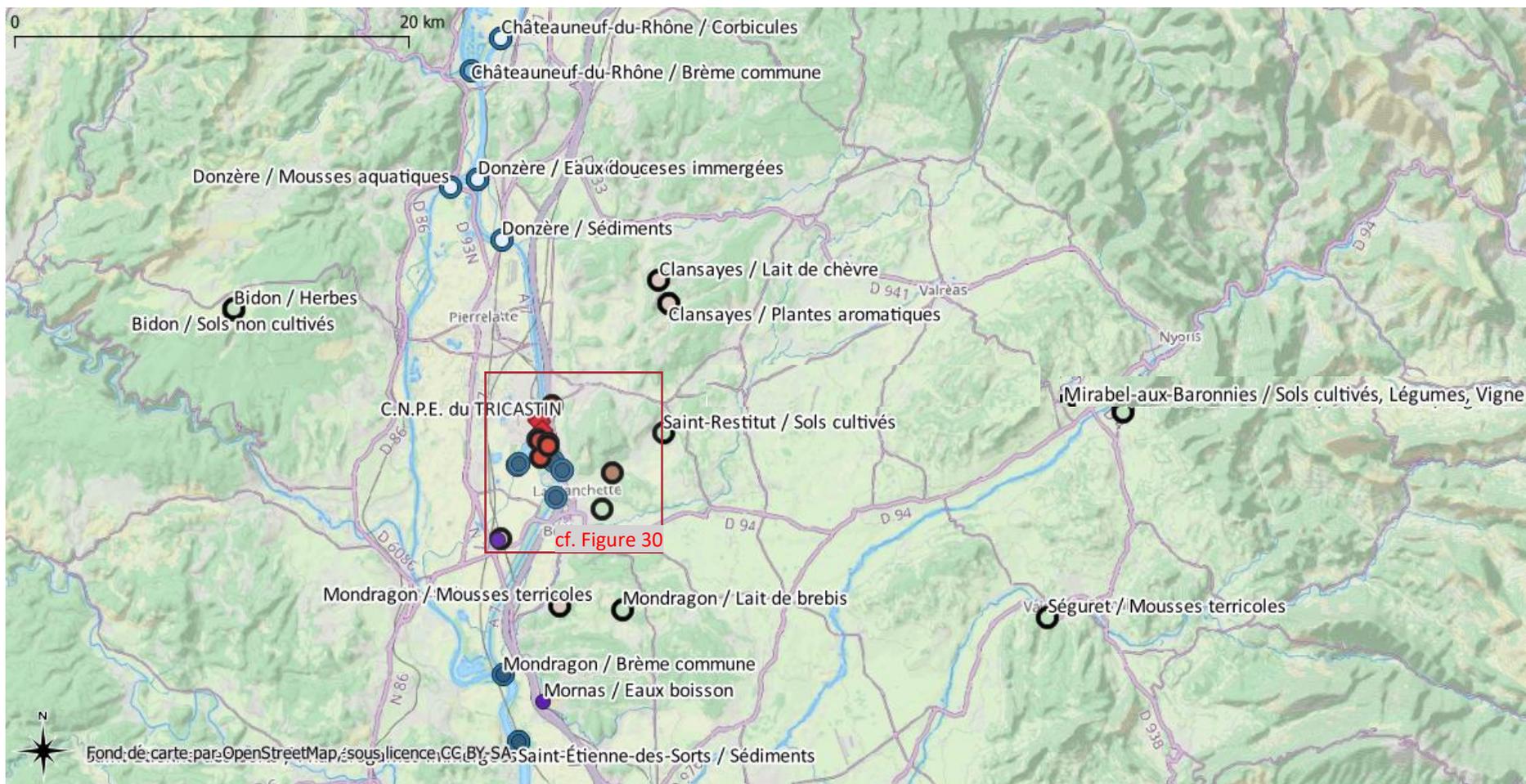
Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
1,88 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73206	44,31384	Sols non cultivés	Sol de friche <i>Strate 0-5 cm</i>	Entier	23/02/2022	MO après combustion (Sec)	1,29	-
1,88 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73206	44,31384	Sols non cultivés	Sol de friche <i>Strate 5-15 cm</i>	Entier	23/02/2022	MO après combustion (Sec)	1,24	-
1,88 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73206	44,31384	Sols non cultivés	Sol de friche <i>Strate 15-30 cm</i>	Entier	23/02/2022	MO après combustion (Sec)	1,23	-
1,08 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73115	44,32100	Sols non cultivés	Sol de friche	Entier	23/02/2022	Gamma (Sec)	1,20	-
1,08 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73115	44,32100	Sols non cultivés	Sol de friche <i>Strate 0-5 cm</i>	Entier	23/02/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,20	-
1,08 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (<5 km)	Bollène	04,73115	44,32100	Sols non cultivés	Sol de friche <i>Strate 0-5 cm</i>	Entier	23/02/2022	MO après combustion (Sec)	1,20	-
5,56 km SE	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	04,77045	44,28938	Arbres fruitiers	Vigne commune <i>Vitis vinifera</i>	Entier	31/08/2022	Gamma (Cendre)	3,33	11,19
6,3 km SSO	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	04,70549	44,27709	Sols cultivés	Sol de salade	Entier	13/06/2022	Gamma (Sec)	1,22	-
6,3 km SSO	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	04,70549	44,27709	Sols cultivés	Sol de salade	Entier <i>Strate 0 - 20 cm</i>	13/06/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,22	-
6,3 km SSO	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	04,70549	44,27709	Sols cultivés	Sol de salade	Entier <i>Strate 0 - 20 cm</i>	13/06/2022	MO après combustion (Sec)	1,22	-
6,3 km SSO	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	04,70549	44,27709	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Entier	13/06/2022	Gamma (Cendre)	16,62	4,92
6,3 km SSO	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	04,70549	44,27709	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Entier	13/06/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	15,17	-
6,3 km SSO	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	04,70549	44,27709	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Entier	13/06/2022	C élémentaire (Sec)	15,17	-
6,3 km SSO	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	04,70549	44,27709	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Entier	13/06/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	15,17	-
6,3 km SSO	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	04,70549	44,27709	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Entier	13/06/2022	H-3 lié (Sec)	15,17	-
6,3 km SSO	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	04,70549	44,27709	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Entier	13/06/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	15,17	-
6,3 km SSO	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	04,70549	44,27709	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Entier	13/06/2022	H-3 libre (Liquide)	15,17	-

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
9,44 km S	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	04,74202	44,24621	Mousses terricoles	<i>Scleropodium purum</i> <i>Scleropodium purum</i>	Entier	23/02/2022	Gamma (Frais)	-	-
10,47 km SSE	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	04,78180	44,24382	Aliments liq. Non transformés	Lait de brebis	Entier	21/06/2022	Gamma (Cendre)	5,14	17,20
10,47 km SSE	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	04,78180	44,24382	Aliments liq. Non transformés	Lait de brebis	Entier	21/06/2022	Gamma (Liquide)	-	-
10,47 km SSE	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	04,78180	44,24382	Aliments liq. Non transformés	Lait de brebis	Entier	21/06/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	5,22	-
10,47 km SSE	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	04,78180	44,24382	Aliments liq. Non transformés	Lait de brebis	Entier	21/06/2022	C élémentaire (Sec)	5,22	-
10,47 km SSE	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	04,78180	44,24382	Aliments liq. Non transformés	Lait de brebis	Entier	21/06/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	5,22	-
10,47 km SSE	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	04,78180	44,24382	Aliments liq. Non transformés	Lait de brebis	Entier	21/06/2022	H-3 lié (Sec)	5,22	-
10,47 km SSE	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	04,78180	44,24382	Aliments liq. Non transformés	Lait de brebis	Entier	21/06/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	5,22	-
10,47 km SSE	Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	04,78180	44,24382	Aliments liq. Non transformés	Lait de brebis	Entier	21/06/2022	H-3 libre (Liquide)	5,22	-

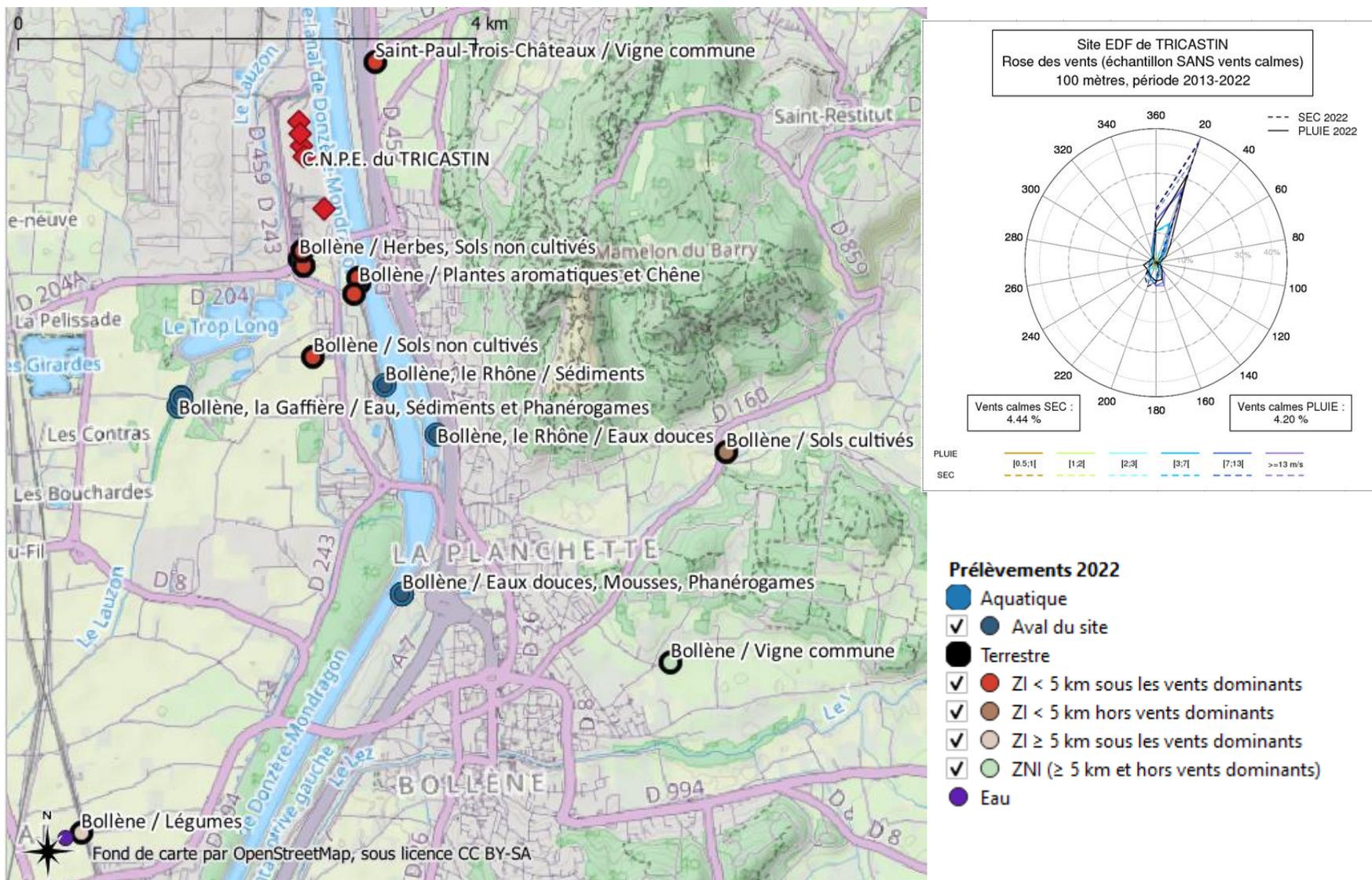
- : absence de traitement. Distance au site calculée en ligne droite entre les coordonnées d'un point de référence du site et celles du point de prélèvement

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 29 - Localisation des stations de prélèvement les plus éloignées du site dans le milieu terrestre et dans le milieu aquatique pour le suivi radioécologique annuel 2022 du CNPE du Tricastin**



**Figure 30 - Localisation des stations de prélèvement les plus proches du site dans le milieu terrestre et dans le milieu aquatique pour le suivi radioécologique annuel 2022 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  $\gamma$  des activités en radionucléides d'origine naturelle dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin sont présentés dans le Tableau 121 page 233.

En 2022, 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  $^{40}\text{K}$  et, dans une moindre mesure, aux radionucléides des familles du  $^{232}\text{Th}$  et de l' $^{238}\text{U}$ . Dans le sol prélevé, les activités massiques en  $^{40}\text{K}$ , en descendants du  $^{232}\text{Th}$  et de l' $^{238}\text{U}$  sont similaires aux valeurs observées en France métropolitaine [1, 17, 18]. La seconde composante d'origine cosmogénique est due au  $^7\text{Be}$ , présent principalement dans les végétaux dont la surface foliaire est propice à la captation des retombées atmosphériques. Dans le lait de chèvre, le  $^{40}\text{K}$  est toujours proche de  $50 \text{ Bq.L}^{-1}$ . 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  $\gamma$  des activités en radionucléides d'origine artificielle dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin sont présentés dans le Tableau 122 page 236.

Le  $^{137}\text{Cs}$  est quantifié dans toutes les matrices prélevées excepté l'herbe prélevée hors et sous les vents dominants ainsi que dans deux des trois échantillons de vigne (à Mirabel-aux-Baronnies hors vents dominants et à Bollène situé sous les vents mais à plus de 5 km). Aucun des autres radionucléides recherchés n'a pu être quantifié. En 2022, l'activité en  $^{137}\text{Cs}$  mesurée dans ces matrices s'inscrit dans la continuité des niveaux observés au cours de la dernière décennie (Tableau 110 page 220 au Tableau 114 page 224) excepté pour le sol non cultivé prélevé à Bidon, hors vents dominants. Cet échantillon présente une activité en  $^{137}\text{Cs}$  ( $21,2 \pm 1,6 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ) supérieure à celles mesurées sous les vents dominants au cours de la dernière décennie. L' $^{131}\text{I}$  mesuré dans les mousses terrestres, l'herbe et le lait est à un niveau d'activité inférieure au seuil de décision.

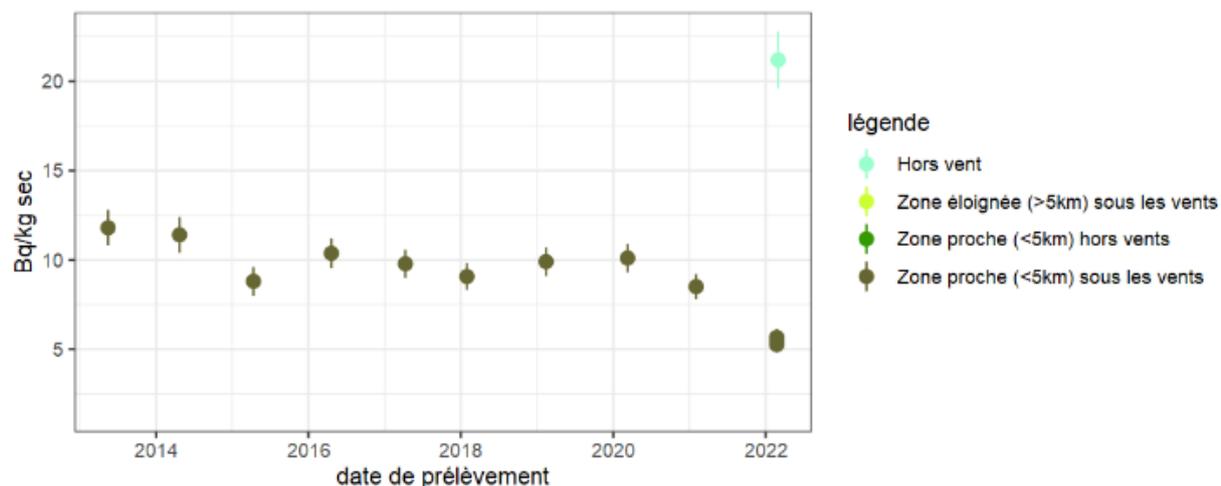


Figure 31 – Variation temporelle des activités du  $^{137}\text{Cs}$  détecté dans les sols non cultivés (0-5 cm)

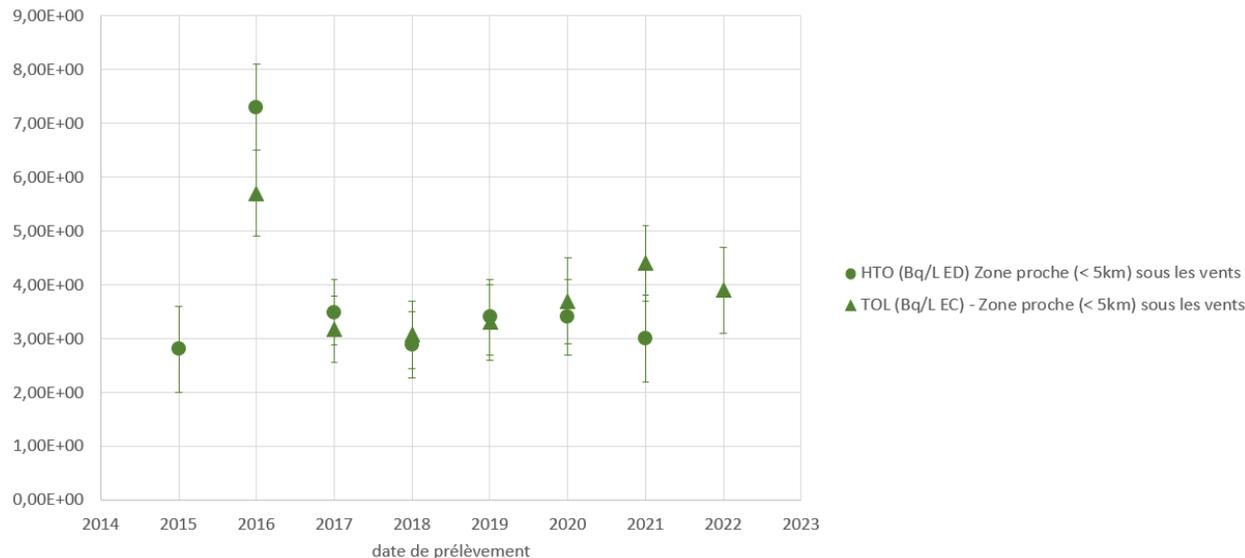
## 8.2.2.2 Radionucléides émetteurs bêta

### 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 123 page 238 et le Tableau 124 page 239.

Dans les salades prélevées à Bollène, l'activité en tritium libre est dans la gamme du bruit de fond observé en milieu terrestre hors influence d'un apport industriel local (de l'ordre de  $1 \text{ Bq.L}^{-1}$  dans une gamme allant de  $0,5$  à  $2 \text{ Bq.L}^{-1}$ ). En revanche, les activités en tritium libre mesurées dans le lait de brebis collecté à Mondragon ( $4,6 \pm 1 \text{ Bq.L}^{-1}$  ED) et dans l'herbe ( $3,2 \pm 0,8 \text{ Bq.L}^{-1}$  ED) sont supérieures aux valeurs de bruit de fond attendues. Par ailleurs, les activités en tritium organiquement lié mesurées dans l'ensemble des échantillons prélevés (l'herbe, les salades et le lait de brebis) prélevés sous les vents dominants (respectivement  $3,9 \pm 0,8 \text{ Bq.L}^{-1}$  EC,  $2,8 \pm 0,9 \text{ Bq.L}^{-1}$  EC et  $2,6 \pm 0,8 \text{ Bq.L}^{-1}$  EC) sont supérieures aux valeurs de bruit de fond attendues (de  $0,34$  à  $1,7 \text{ Bq.L}^{-1}$ ) d'après [1]).

Ce résultat est lié aux rejets d'effluents atmosphériques tritiés sur l'environnement terrestre au voisinage du CNPE du Tricastin.



**Figure 32 – 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 125 page 240.

Dans les échantillons de salades et dans le lait de brebis, l'activité en <sup>14</sup>C mesurée est proche du bruit de fond attendu à distance de tout apport industriel (222±7 Bq.kg<sup>-1</sup> C d'après [1]).

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 113 page 223).

## 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 29 et la Figure 30 page 205 et page 206 **Erreur ! Signet non défini.**. Les caractéristiques (dates, stations, natures, etc.) identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le Tableau 109 page 211 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 prélèvements, traitements et analyses spécifiques au bilan quinquennal et au bilan décennal 2022 ont été menés conjointement à ceux du suivi annuel. Concernant le bilan décennal, seuls les résultats de

spectrométrie gamma  $\gamma$  figurent. L'ensemble de la stratégie d'analyse et les résultats du bilan décennal ainsi que du bilan quinquennal seront présentés dans un rapport relatif au bilan radioécologique décennal de l'environnement proche du CNPE du Tricastin.

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. Cette année, des prélèvements de phanérogames immergées ainsi que de sédiments ont également été réalisés au niveau de la station Gaffière, à Bollène. Les poissons en aval sont collectés à Mondragon. 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. De l'eau de rivière est prélevée dans le canal de Donzère Mondragon en amont du site du Tricastin, en aval proche à Bollène et au niveau de la station de la Gaffière.

Les pêches ont été réalisées au filet à grandes mailles par un pêcheur professionnel. Les poissons collectés sont des brèmes<sup>7</sup>. 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 gastro-intestinal.

Les échantillons prélevés ont été mesurés par spectrométrie  $\gamma$  excepté les eaux de boisson et d'irrigation. L'<sup>131</sup>I a été recherché dans les prélèvements de mousses aquatiques et de phanérogames collectées en amont et en aval proche du site du Tricastin. Cette année, les analyses en tritium libre ne sont pas réalisées sur les phanérogames immergées mais sur un échantillon d'eau du canal récolté au même moment que le prélèvement de phanérogames. Le tritium libre est également mesuré 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 phanérogames collectées à Donzère et à Bollène.

---

<sup>7</sup> Dans le CCTP, il était demandé de prélever des chevesnes ou des barbeaux à l'amont et à l'aval du CNPE de Tricastin. Aucune de ces deux espèces n'a pu être prélevée faute de ressource. Des brèmes communes ont été pêchées à la place. Cela a fait l'objet d'une fiche d'écart.

**Tableau 109 – Identification des échantillons prélevés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique de 2022**

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
19,21 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Châteauneuf-du-Rhône	04,69296	44,48934	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	21/04/2022	Gamma (Cendre)	4,23	20,20
19,21 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Châteauneuf-du-Rhône	04,69296	44,48934	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	21/04/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	4,48	-
19,21 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Châteauneuf-du-Rhône	04,69296	44,48934	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	21/04/2022	C élémentaire (Sec)	4,48	-
19,21 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Châteauneuf-du-Rhône	04,69296	44,48934	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	21/04/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	4,48	-
19,21 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Châteauneuf-du-Rhône	04,69296	44,48934	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	21/04/2022	H-3 lié (Sec)	4,48	-
19,21 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Châteauneuf-du-Rhône	04,69296	44,48934	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	21/04/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,48	-
19,21 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Châteauneuf-du-Rhône	04,69296	44,48934	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	21/04/2022	H-3 libre (Liquide)	4,48	-
12,53 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,67806	44,43678	Mousses aquatiques	<i>Cinclidotus danub. Cinclidotus danubicus</i>	Parties aériennes	07/07/2022	Gamma (Cendre)	4,89	3,92
12,53 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,67806	44,43678	Mousses aquatiques	<i>Cinclidotus danub. Cinclidotus danubicus</i>	Parties aériennes	07/07/2022	Gamma (Frais)	-	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69573	44,44034	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Ni-63 par Sc. Liq. (Cendre)	7,28	7,10
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69573	44,44034	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Gamma (Cendre)	7,28	7,10
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69573	44,44034	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Gamma (Frais)	-	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69573	44,44034	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	C-14 par MS (spectrométrie de masse) (Sec)	6,67	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69573	44,44034	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	C élémentaire (Sec)	6,67	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69573	44,44034	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	6,67	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69573	44,44034	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	H-3 lié (Sec)	6,67	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69573	44,44034	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	6,67	-

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69573	44,44034	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Fe-55 par SL (Cendre)	7,28	7,10
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69573	44,44034	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Filtrat < 0.2 µm	07/07/2022	H-3 libre (Liquide)	-	-
12,49 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69537	44,44006	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Entier	06/09/2022	Gamma (Sec)	3 936,84	-
9,27 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,71009	44,41272	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	24/02/2022	Gamma (Sec)	1,66	-
9,27 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,71009	44,41272	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	24/02/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,66	-
9,27 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,71009	44,41272	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	24/02/2022	MO après combustion (Sec)	1,66	-
6,39 km SSO	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,70379	44,27667	Eaux douces	Eau d'irrigation	Filtrat < 0.2 µm	13/06/2022	H-3 libre (Liquide)	-	-
14,22 km S	Rhône en aval de Tricastin	Mornas	04,73044	44,20286	Eaux de boisson	Eau d'adduction publique	Filtrat < 0.2 µm	13/06/2022	H-3 libre (Liquide)	-	-
2,25 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,73986	44,31149	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	23/02/2022	Gamma (Sec)	1,75	-
2,25 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,73986	44,31149	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	23/02/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,75	-
2,25 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,73986	44,31149	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	23/02/2022	MO après combustion (Sec)	1,75	-
2,26 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,73984	44,31135	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Entier	07/09/2022	Gamma (Sec)	4 014,20	-
4,03 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,74124	44,29520	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Ni-63 par Sc. Liq. (Cendre)	6,44	7,62
4,03 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,74124	44,29520	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Gamma (Cendre)	6,44	7,62
4,03 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,74124	44,29520	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Gamma (Frais)	-	-
4,03 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,74124	44,29520	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	C-14 par MS (spectrométrie de masse) (Sec)	5,85	-
4,03 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,74124	44,29520	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	C élémentaire (Sec)	5,85	-
4,03 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,74124	44,29520	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	5,85	-

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
4,03 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,74124	44,29520	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	H-3 lié (Sec)	5,85	-
4,03 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,74124	44,29520	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	5,85	-
4,03 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,74124	44,29520	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Fe-55 par SL (Cendre)	6,44	7,62
4,03 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,74124	44,29520	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Filtrat < 0.2 µm	07/07/2022	H-3 libre (Liquide)	-	-
4,03 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,74124	44,29520	Mousses aquatiques	Fontinale <i>Fontinalis antipyretica Hedw.</i>	Parties aériennes	07/07/2022	Gamma (Cendre)	6,11	2,64
4,03 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène, Rhône	04,74124	44,29520	Mousses aquatiques	Fontinale <i>Fontinalis antipyretica Hedw.</i>	Parties aériennes	07/07/2022	Gamma (Frais)	-	-
13,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Mondragon	04,70502	44,21524	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	20/04/2022	Gamma (Cendre)	3,92	23,17
13,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Mondragon	04,70502	44,21524	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	20/04/2022	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	4,46	-
13,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Mondragon	04,70502	44,21524	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	20/04/2022	C élémentaire (Sec)	4,46	-
13,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Mondragon	04,70502	44,21524	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	20/04/2022	Rapport relatif C13/C12 (Sec)	4,46	-
13,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Mondragon	04,70502	44,21524	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	20/04/2022	H-3 lié (Sec)	4,46	-
13,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Mondragon	04,70502	44,21524	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	20/04/2022	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,46	-
13,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Mondragon	04,70502	44,21524	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Entier	20/04/2022	H-3 libre (Liquide)	4,46	-
16,3 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	04,71376	44,18469	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Parties aériennes	08/07/2022	Gamma (Cendre)	5,88	5,89
16,31 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	04,71380	44,18460	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	23/02/2022	Gamma (Sec)	1,60	-
16,31 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	04,71380	44,18460	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	23/02/2022	Granulométrie INRA (Sec)	1,60	-
16,31 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	04,71380	44,18460	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	23/02/2022	MO après combustion (Sec)	1,60	-
2,45 km aval	Station Gaffière aval Tricastin	Bollène, Gaffière	04,71753	44,31091	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Entier	23/02/2022	Gamma (Sec)	2,51	-

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Commune	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
2,46 km aval	Station Gaffière aval Tricastin	Bollène, Gaffière	04,71756	44,31080	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Entier	07/09/2022	Gamma en cours (Sec)	3884,97	-
2,54 km aval	Station Gaffière aval Tricastin	Bollène	04,71719	44,31020	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Entier	07/07/2022	Gamma (Cendre)	10,05	3,64

- : absence de traitement. Distance au site calculée en ligne droite entre les coordonnées d'un point de référence du site et celles du point de prélèvement

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  $\gamma$  des activités en radionucléides d'origine naturelle dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin sont présentés dans le Tableau 127 page 242.

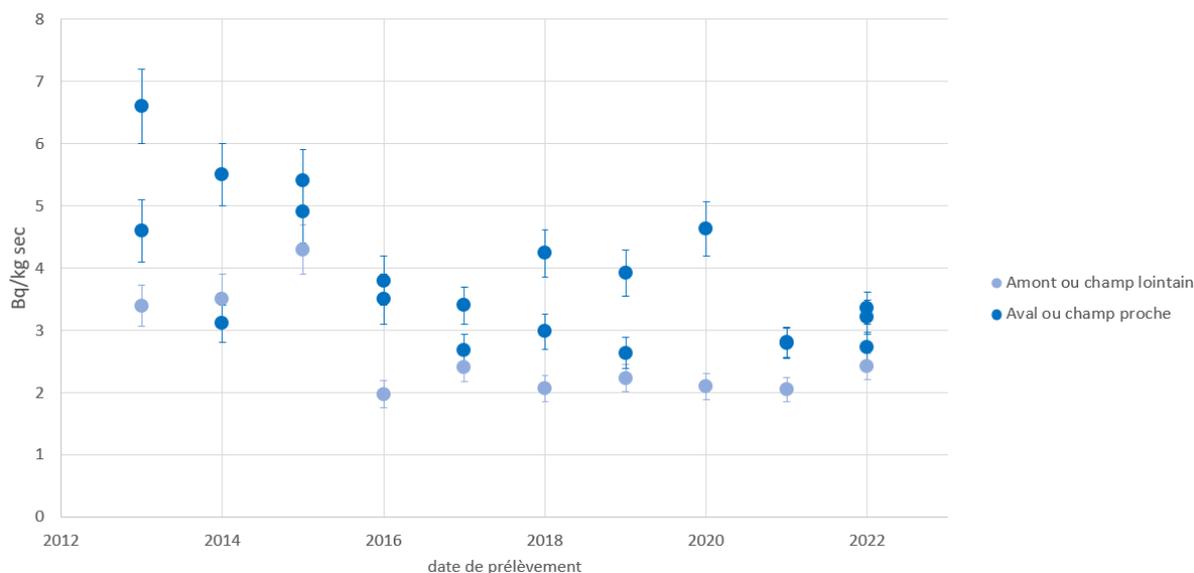
En 2022, la radioactivité d'origine naturelle mesurée dans les eaux de cours d'eau, les sédiments, les végétaux et les poissons s'inscrit dans la gamme des valeurs habituellement mesurées dans ces matrices [1]. Le  $^{40}\text{K}$  est le radionucléide prépondérant dans l'ensemble des matrices échantillonnées. Les activités en  $^{40}\text{K}$  dans les poissons sont celles attendues pour ces animaux dont la teneur en potassium est physiologiquement régulée (activité massique toujours proche de  $100 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$  frais). Les radionucléides des familles de l' $^{238}\text{U}$  et du  $^{232}\text{Th}$  ainsi que le  $^7\text{Be}$  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  $\gamma$  des activités en radionucléides d'origine artificielle dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin sont présentés dans le Tableau 128 page 244.

Le  $^{137}\text{Cs}$  est présent dans tous les échantillons prélevés en milieu aquatique, excepté dans les eaux de cours d'eau, avec des activités s'inscrivant dans la gamme des niveaux observés au cours des dix dernières années (Tableau 116 page 226 au Tableau 119 page 229). On notera qu'à l'exception des sédiments (Figure ci-dessous), compte tenu des incertitudes de mesure, les activités du  $^{137}\text{Cs}$  sont proches entre l'amont et l'aval. Dans les sédiments, les activités quantifiées sont le plus souvent plus élevées en aval du site (sauf 2014), 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 33 – Variation temporelle des activités  $^{137}\text{Cs}$  mesurées dans les sédiments collectés dans l'environnement aquatique du CNPE de Tricastin de 2013 à 2022**

Du  $^{58}\text{Co}$  ( $0,55\pm 0,25 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ) et du  $^{60}\text{Co}$  ( $0,18\pm 0,08 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ) ont été mesurés dans les mousses aquatiques prélevées en amont du site. Du  $^{60}\text{Co}$  est également mesuré dans les sédiments ( $0,22\pm 0,08 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ) et les phanérogames immergées ( $0,31\pm 0,06 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ) prélevés en aval proche du site, à Bollène. Ces détections témoignent de l'influence des rejets liquides autorisés des CNPE situés en amont comme observé ces dernières années ainsi que des rejets liquides autorisés du CNPE du Tricastin.

L' $^{131}\text{I}$  est quantifié dans les phanérogames immergées et les mousses aquatiques prélevées en amont et en aval proche du CNPE. L'activité du  $^{131}\text{I}$  mesurée dans les phanérogames et les mousses aquatiques est similaire entre l'amont et l'aval compte tenu des incertitudes de mesure. 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

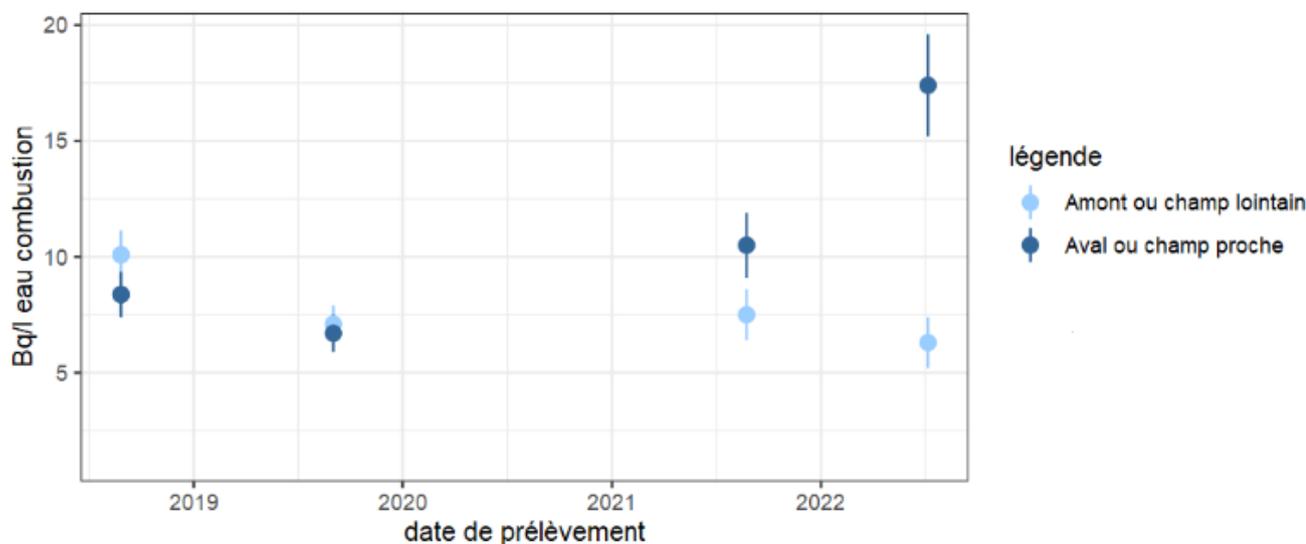
#### 8.3.2.2.1 Tritium

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 129 page 246 et le Tableau 130 page 247.

L'eau du canal prélevée en amont du site du Tricastin pendant le prélèvement de phanérogames immergées présente une activité en tritium libre inférieure au seuil de décision. 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  $1 \text{ Bq.L}^{-1}$  dans une gamme allant de  $0,5$  à  $2 \text{ Bq.L}^{-1}$  d'après [1]). En revanche, les activités en tritium libre mesurées dans les poissons pêchés en amont ( $9,6\pm 1,4 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ ED}$ ) et en aval ( $4,6\pm 0,9 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ ED}$ ) sont supérieures au niveau attendu hors influence de rejets liquides. Il en est de même pour l'eau de boisson prélevée à Mornas en aval du site ( $4,2\pm 0,8 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ ED}$ ). L'activité en tritium libre mesurée dans l'eau du canal prélevée en aval proche du site du Tricastin, au même moment que les prélèvements de phanérogames, est également supérieure au niveau attendu hors influence de rejets liquides avec une valeur très élevée ( $65\pm 7 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ ED}$ ). Le prélèvement d'eau en aval proche du site a probablement été réalisé lors d'un rejet liquide tritié du site du Tricastin sans pouvoir en connaître l'origine exacte (CNPE du Tricastin, autres installations présentes sur le site du Tricastin).

Comme pour les années passées, les activités en tritium organiquement lié mesurées dans les phanérogames immergées ( $6,3\pm 1,1 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ EC}$  en amont et  $17,4\pm 2,2 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ EC}$  en aval) ainsi que dans les poissons ( $11,7\pm 1,1 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ EC}$  en amont et  $8,1\pm 1,2 \text{ Bq.L}^{-1} \text{ EC}$  en aval) sont supérieures au niveau attendu hors influence de rejets liquides (de l'ordre de  $1 \text{ Bq.L}^{-1}$  dans une gamme allant de  $0,5$  à  $2 \text{ Bq.L}^{-1}$  d'après [1]). Cette année, comme en 2021 et contrairement aux années précédentes, les activités en tritium organiquement lié mesurées dans les phanérogames sont plus élevées en aval qu'en amont (Figure 34 page 217). Ceci est en cohérence avec le niveau élevé en tritium libre mesuré dans les eaux du canal en aval du site. Les prélèvements de phanérogames ont probablement été réalisés lors d'un rejet liquide tritié du site du Tricastin.

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-Meysses, Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil et Le Bugey) ainsi que des rejets liés à l'industrie horlogère implantée par le passé dans le Haut-Rhône.

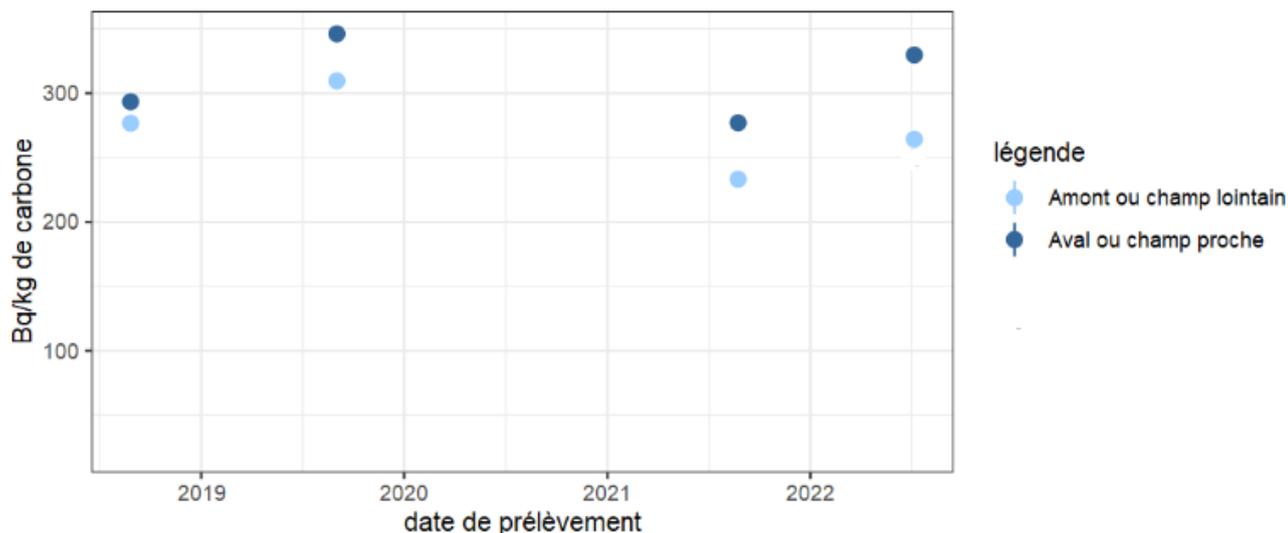


**Figure 34 – Variation temporelle des activités en tritium organiquement lié mesurées dans les phanérogames immergées collectées dans l'environnement aquatique du CNPE de Tricastin de 2013 à 2022**

#### 8.3.2.2.2 Carbone 14

Les résultats d'analyse des activités en  $^{14}\text{C}$  dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin sont présentés dans le Tableau 131 page 248.

Les activités en  $^{14}\text{C}$  mesurées dans les phanérogames immergées sont supérieures à l'activité attendue hors influence d'apports industriels (inférieure à  $220 \text{ Bq.kg}^{-1}$  de C d'après [1]), avec une activité plus élevée en aval ( $329,7 \pm 3,6 \text{ Bq.kg}^{-1}$  de C) qu'en amont ( $264,3 \pm 2,9 \text{ Bq.kg}^{-1}$  de C). Les activités mesurées dans les poissons pêchés en amont et en aval du site (respectivement  $837 \pm 47 \text{ Bq.kg}^{-1}$  de C et  $841 \pm 41 \text{ Bq.kg}^{-1}$  de C) sont également supérieures à l'activité attendue hors influence d'apports industriels mais ne présentent pas de différence significative entre l'amont et l'aval compte tenu des incertitudes de mesure. Les valeurs élevées en  $^{14}\text{C}$  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-Meyse, Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil et Le Bugey).



**Figure 35 – Variation temporelle des activités en  $^{14}\text{C}$  dans les phanérogames de 2018 à 2022**

#### 8.3.2.2.3 Nickel 63 et Fer 55

Les résultats d'analyse des activités en  $^{63}\text{Ni}$  et  $^{55}\text{Fe}$  sont respectivement présentés dans le Tableau 132 page 249 et le Tableau 133 page 249.

Le  $^{63}\text{Ni}$  est mesuré dans les deux échantillons de phanérogames immergées avec une activité plus élevée en aval proche ( $0,33 \pm 0,06 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ) qu'en amont ( $0,165 \pm 0,048 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ) du CNPE. L'activité en  $^{55}\text{Fe}$  mesurée dans les phanérogames prélevées en amont et en aval proche du site est inférieure au seuil de décision. La technique de mesure du  $^{55}\text{Fe}$  fournit pour ces échantillons des limites de détection trop élevées pour affiner le diagnostic. Les résultats obtenus pour le  $^{63}\text{Ni}$ , 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 2022, 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  $^{40}\text{K}$  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  $^{137}\text{Cs}$ . La présence de ce radionucléide artificiel dans l'environnement est essentiellement liée aux retombées des essais nucléaires et de Tchernobyl.

En milieu terrestre, l'activité en tritium libre mesurée dans les salades ne met pas en évidence de contribution des rejets d'effluents atmosphériques de ce site. Il en est de même pour le  $^{14}\text{C}$  mesuré dans les salades et le lait de brebis. En revanche, les activités en tritium libre mesurées dans l'herbe et le lait de brebis et en tritium organiquement lié mesurées dans l'herbe, les salades et le lait de brebis 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, les activités en  $^{131}\text{I}$  mesurées dans les phanérogames prélevées en amont et en aval du site sont caractéristiques d'un marquage par des rejets récents. Les valeurs amont et aval étant du même ordre de grandeur compte tenu des incertitudes liées à la mesure, il semble que l'origine de ce marquage soit imputable aux rejets hospitaliers en amont du site, et dans une moindre mesure, aux rejets liquides du site du Tricastin, sans pouvoir écarter les contributions des rejets liquides du site industriel. Les détections de  $^{58}\text{Co}$  et  $^{60}\text{Co}$  dans les mousses collectées en amont du site du Tricastin ainsi que les détections de  $^{60}\text{Co}$  dans les sédiments et les phanérogames prélevés en aval témoignent du marquage du milieu aquatique par les rejets d'effluents liquides des installations situées en amont ainsi que des installations du site du Tricastin.

Les activités en tritium organiquement lié et en  $^{14}\text{C}$  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. Il en est de même pour l'eau du canal prélevée à Bollène, en aval du site, pendant le prélèvement des phanérogames immergées. Les poissons pêchés en amont et en aval du site ont des activités en tritium organiquement lié et en  $^{14}\text{C}$  supérieures au niveau attendu hors influence des rejets liquides, sans différence significative entre l'amont et l'aval compte tenu des incertitudes de mesure pour l'activité en  $^{14}\text{C}$ . En revanche, les poissons pêchés en amont ont une activité en tritium organiquement lié plus élevée qu'en aval.

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-Meyse, 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  $^{63}\text{Ni}$  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 110 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  des échantillons de sols collectés dans l’environnement terrestre du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2013 à 2022**

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022			
Fraction	Diamètre inférieur à 2 mm	Diamètre inférieur à 2 mm											
Chronique	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - hors vents (>5 km)	Le tricastin - hors vents (<5 km)	Le tricastin - sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)
<b>Emetteurs gamma d’origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup> sec)</b>													
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	11,8 (1/1)	11,4 (1/1)	8,80 (1/1)	10,37 (1/1)	9,78 (1/1)	9,07 (1/1)	9,9 (1/1)	10,1 (1/1)	8,5 (1/1)	4,64-9,1 (3/3)	3,23 (1/1)	5,15 (1/1)	5,25-7,3 (2/2)
<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>131</sup> I	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. : non analysé. - : inférieur au seuil de décision.

**Tableau 111 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  des échantillons de mousses collectés dans l’environnement terrestre du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2013 à 2022**

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		
Fraction	Entier		Parties aériennes		Parties aériennes		Parties aériennes		Parties aériennes												
Chronique	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)
<b>Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup> sec)</b>																					
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<sup>137</sup> Cs	14,8 (1/1)	9,1 (1/1)	3,84 (1/1)	20,4 (1/1)	2,27 (1/1)	11,1 (1/1)	7,3 (1/1)	1,20 (1/1)	2,20 (1/1)	3,22 (1/1)	2,99 (1/1)	20,1 (1/1)	4,39 (1/1)	6,10 (1/1)	1,39 (1/1)	3,83 (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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<sup>131</sup> I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

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

**Tableau 112 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  des échantillons de salades collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2013 à 2022**

Année	2013		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Fraction	Parties aériennes		Parties aériennes	Parties aériennes	Parties aériennes	Parties aériennes	Parties aériennes	Feuilles annuelles	Parties aériennes	Parties aériennes	Parties aériennes	
Chronique	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)
<b>Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup> sec)</b>												
<sup>134</sup> Cs	-	n.a.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	0,38 (1/1)	n.a.	-	0,18 (1/1)	0,152 (1/1)	-	0,169 (1/1)	-	-	-	0,22 (1/1)	0,22 (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.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>131</sup> I	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<b>Emetteurs beta (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de dessiccation, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de combustion, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C, autres : Bq.kg<sup>-1</sup> sec)</b>												
<sup>3</sup> H libre	n.a.	n.a.	n.a.	2,90 (1/1)	1,90 (1/1)	1,90 (1/1)	2,19 (1/1)	2,60 (1/1)	1,50 (1/1)	1,30 (1/1)	n.a.	1,7 (1/1)
<sup>3</sup> H lié	n.a.	n.a.	n.a.	3,30 (1/1)	3,20 (1/1)	2,42 (1/1)	2,95 (1/1)	3,80 (1/1)	2,00 (1/1)	2,00 (1/1)	n.a.	2,8 (1/1)
<sup>14</sup> C	n.a.	n.a.	n.a.	230 (1/1)	227 (1/1)	229 (1/1)	229 (1/1)	230 (1/1)	231 (1/1)	230 (1/1)	n.a.	226 (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 113 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  des échantillons d'herbe collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2013 à 2022**

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Fraction	Parties aériennes	Parties aériennes									
Chronique	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)
<b>Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup> sec)</b>											
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	-	0,101 (1/1)	-	-	-	0,068 (1/1)	0,084 (1/1)	n.a.	-	-	-
<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.	-	-	-
<sup>131</sup> I	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-
<b>Emetteurs beta (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de dessiccation, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de combustion, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C, autres : Bq.kg<sup>-1</sup> sec)</b>											
<sup>3</sup> H libre	n.a.	n.a.	2,80 (1/1)	7,30 (1/1)	3,49 (1/1)	2,89 (1/1)	3,40 (1/1)	3,40 (1/1)	3,00 (1/1)	n.a.	3,2 (1/1)
<sup>3</sup> H lié	n.a.	n.a.	n.a.	5,70 (1/1)	3,17 (1/1)	3,07 (1/1)	3,30 (1/1)	3,70 (1/1)	4,40 (1/1)	n.a.	3,9 (1/1)
<sup>14</sup> C	237,3 (1/1)	237,3 (1/1)	232310,6 (4/4)	230-321,00 (5/5)	242-283,4 (2/2)	229-285 (4/4)	**	242-279 (2/2)	224-283 (3/3)	n.a.	(3/3)
<sup>90</sup> Sr	n.a.	n.a.									

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 114 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  des échantillons de lait collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2013 à 2022**

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Fraction	Entier	Entier	Entier								
Chronique	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (<5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (<5 km)	Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)
<b>Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.L<sup>-1</sup>)</b>											
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	0,0248 (1/1)	0,0204 (1/1)	0,0161 (1/1)	-	0,0164 (1/1)	0,0112 (1/1)	0,0136 (1/1)	n.a.	0,0112 (1/1)	0,147-0,151 (2/2)	0,0069 (1/2)
<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.	-	-	-
<sup>131</sup> I	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-
<b>Emetteurs beta (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de dessiccation, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de combustion, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C, autres : Bq.L<sup>-1</sup>)</b>											
<sup>3</sup> H libre	0,80 (1/1)	-	4,20 (1/1)	4,60 (1/1)	6,00 (1/1)	3,37 (1/1)	5,10 (1/1)	2,90 (1/1)	1,90 (1/1)	n.a.	4,6 (1/1)
<sup>3</sup> H lié	4,30 (1/1)	2,50 (1/1)	4,30 (1/1)	4,30 (1/1)	4,12 (1/1)	3,32 (1/1)	3,50 (1/1)	n.a.	2,30 (1/1)	n.a.	2,6 (1/1)
<sup>14</sup> C	n.a.	n.a.	226-230 (3/3)	226-234 (4/4)	231 (1/1)	235 (1/1)	228 (1/1)	238 (1/1)	228 (1/1)	n.a.	222 (1/1)
<sup>90</sup> Sr	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.							

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

**Tableau 115 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  des échantillons d'eau (boisson, irrigation et cours d'eau) collectés dans l'environnement du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2013 à 2022**

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022	
Fraction	Filtrat à 0,2 $\mu\text{m}$									
Chronique	Rhône en aval de tricastin	Rhône an amont de tricastin	Rhône en aval de tricastin							
<b>Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.L<sup>-1</sup>)</b>										
<sup>134</sup> Cs	n.a.	-	-							
<sup>137</sup> Cs	n.a.	-	-							
<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.	-	-							
<sup>131</sup> I	n.a.	n.a.								
<b>Emetteurs beta (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de dessiccation, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C)</b>										
<sup>3</sup> H libre	4,80 (1/1)	5,70 (1/1)	4,20 (1/1)	3,90 (1/1)	6,30 (1/1)	3,70-3,90 (2/2)	4,60-5,00 (2/2)	1,2-4,70 (2/2)	-	0,9-65 (3/3)
<sup>14</sup> C	n.a.	n.a.								

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

**Tableau 116 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  des échantillons de sédiments collectés dans l'environnement aquatique du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2013 à 2022**

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
Fraction	Diamètre inférieur à 2 mm																			
Chronique	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin
<b>Emetteurs gamma d'origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup> sec)</b>																				
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	3,39 (1/1)	4,60- 6,60 (2/2)	3,50 (1/1)	3,11- 5,50 (2/2)	4,30 (1/1)	4,90- 5,40 (2/2)	1,97 (1/1)	3,50- 3,80 (2/2)	2,41 (1/1)	2,68- 3,40 (2/2)	2,07 (1/1)	2,98- 4,24 (2/2)	2,23 (1/1)	2,63- 3,92 (2/2)	2,10 (1/1)	4,63 (1/1)	2,05 (1/1)	2,79- 2,81 (2/2)	2,42 (1/1)	2,73- 3,36 (3/3)
<sup>58</sup> Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>60</sup> Co	-	0,23 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70 (1/2)	-	0,35 (1/1)	-	-	-	0,22 (1/1)
<sup>110m</sup> Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28 (1/2)	-	-	-	-	-	-
<sup>54</sup> Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>124</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>125</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>131</sup> I	n.a.	n.a.																		
<b>Emetteurs beta (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de dessiccation, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d'eau de combustion, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C)</b>																				
<sup>3</sup> H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4,10 (1/1)	10,1 (1/1)	n.a.	n.a.												
<sup>3</sup> H lié	n.a.	n.a.																		
<sup>14</sup> C	n.a.	n.a.																		

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

**Tableau 117 – Activités en radionucléides émetteurs γ et des échantillons de mousse collectés dans l’environnement aquatique du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2013 à 2022**

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2021		2022	
Fraction	Entier		Entier		Entier		Parties aériennes											
Chronique	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin
<b>Emetteurs gamma d’origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup> sec)</b>																		
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	-
<sup>137</sup> Cs	1,95 (1/1)	1,58 (1/1)	1,40 (1/1)	2,65 (1/1)	1,87 (1/1)	1,36 (1/1)	1,61 (1/1)	1,07 (1/1)	1,51 (1/1)	1,63 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,5 (1/2)	1,03- 1,16 (2/2)
<sup>58</sup> Co	0,77 (1/1)	-	3,03 (1/1)	-	0,72 (1/1)	-	1,56 (1/1)	0,25 (1/1)	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,55 (1/2)	-
<sup>60</sup> Co	-	-	1,50 (1/1)	0,37 (1/1)	-	0,22 (1/1)	0,92 (1/1)	0,77 (1/1)	-	0,27 (1/1)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,18 (1/2)	-
<sup>110m</sup> Ag	-	-	0,37 (1/1)	0,22 (1/1)	0,36 (1/1)	-	0,28 (1/1)	0,28 (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.	-	-
<sup>131</sup> I	n.a.	n.a.	14,7 (1/1)	12,3 (1/1)														
<b>Emetteurs beta (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d’eau de dessiccation, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d’eau de combustion, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C, autres : Bq.kg<sup>-1</sup> sec)</b>																		
<sup>3</sup> H libre	n.a.	n.a.																
<sup>3</sup> H lié	n.a.	n.a.																
<sup>14</sup> C	n.a.	n.a.																
<sup>55</sup> Fe	n.a.	n.a.	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.								
<sup>63</sup> Ni	n.a.	n.a.	0,50 (1/1)	0,161 (1/1)	0,392 (1/1)	0,33 (1/1)	0,36 (1/1)	0,13 (1/1)	n.a.	n.a.								

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

**Tableau 118 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  des échantillons de végétaux (phanérogames immergées) collectés dans l’environnement aquatique du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2013 à 2022**

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022										
Fraction	Parties aériennes																			
Chronique	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin
<b>Emetteurs gamma d’origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup> sec)</b>																				
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	0,422 (1/2)	0,42-1,82 (3/3)	0,295 (1/2)	0,495-1,12 (3/3)	0,350-0,99 (2/2)	0,421-1,02 (2/3)	0,383 (1/2)	0,307-0,77 (3/3)	0,665 (1/2)	0,596-1,06 (3/3)	0,248 (1/2)	0,277-0,530 (2/3)	0,145 (1/2)	0,125-0,192 (2/3)	0,270 (1/1)	0,250 (1/1)	0,275 (1/2)	0,210-0,75 (3/3)	0,067 (1/2)	0,075-0,217 (3/4)
<sup>58</sup> Co	-	-	0,74-0,96 (2/2)	0,34-0,37 (2/3)	-	-	0,69 (1/2)	0,51 (1/2)	-	-	-	-	-	0,37 (1/2)	1,58 (1/1)	1,30 (1/1)	0,350 (1/2)	-	-	-
<sup>60</sup> Co	-	-	0,30 (1/2)	0,17 (1/2)	-	-	-	0,173-1,01 (3/3)	-	0,50 (1/2)	-	0,191 (1/2)	-	1,31-1,38 (2/3)	0,49 (1/1)	1,42 (1/1)	0,091 (1/2)	-	-	0,31 (1/4)
<sup>110m</sup> Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>54</sup> Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>124</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>125</sup> Sb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>131</sup> I	2,71 (1/1)	7,3 (1/1)	3,75 (1/1)	6,74 (1/1)	2,67 (1/1)	5,29 (1/1)	-	1,05 (1/1)	6,7 (1/1)	11,2 (1/1)	1,52 (1/1)	1,59 (1/1)	1,07 (1/1)	2,41 (1/1)	n.a.	n.a.	-	1,13 (1/1)	2,07 (1/1)	1,87 (1/1)
<b>Emetteurs beta (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d’eau de dessiccation, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d’eau de combustion, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C)</b>																				
<sup>3</sup> H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4,00 (1/1)	8,10 (1/1)	2,90 (1/1)	19,6 (1/1)	n.a.	n.a.	17,7 (1/1)	10,82 (1/1)	9,50 (1/1)	4,70 (1/1)	n.a.	n.a.	12,9 (1/1)	14,8 (1/1)	n.a.	n.a.
<sup>3</sup> H lié	n.a.	n.a.	10,09 (1/1)	8,37 (1/1)	7,10 (1/1)	6,70 (1/1)	n.a.	n.a.	7,5 (1/1)	10,5 (1/1)	6,3 (1/1)	17,4 (1/1)								
<sup>14</sup> C	n.a.	n.a.	276,7 (1/1)	293,4 (1/1)	309,6 (1/1)	346,1 (1/1)	n.a.	n.a.	233,2 (1/1)	277,0 (1/1)	264,3 (1/1)	329,7 (1/1)								

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

**Tableau 119 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  et  $\beta$  des échantillons de poissons (muscles) pêchés dans l’environnement aquatique du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2013 à 2022**

Année	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
Fraction	Muscle																			
Chronique	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin	Rhône en amont du tricastin	Rhône en aval de tricastin
<b>Emetteurs gamma d’origine artificielle (Bq.kg<sup>-1</sup> frais)</b>																				
<sup>134</sup> Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>137</sup> Cs	0,083 (1/1)	0,108 (1/1)	0,0409 (1/1)	0,065 (1/1)	0,055 (1/1)	0,141 (1/1)	0,0296 (1/1)	0,0470 (1/1)	0,0390 (1/1)	0,0522 (1/1)	0,0650 (1/1)	0,139 (1/1)	0,0290 (1/1)	0,0250 (1/1)	0,0180 (1/1)	0,0231 (1/1)	0,0370 (1/1)	0,0380 (1/1)	0,063 (1/1)	0,0314 (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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Emetteurs beta (<sup>3</sup>H libre : Bq.L<sup>-1</sup> d’eau de dessiccation, <sup>3</sup>H lié : Bq.L<sup>-1</sup> d’eau de combustion, <sup>14</sup>C : Bq.kg<sup>-1</sup> C)</b>																				
<sup>3</sup> H libre	3,80 (1/1)	2,00 (1/1)	1,20 (1/1)	11,1 (1/1)	7,00 (1/1)	9,60 (1/1)	3,10 (1/1)	2,20 (1/1)	2,84 (1/1)	5,65 (1/1)	1,42 (1/1)	1,26 (1/1)	11,10 (1/1)	n.a.	4,30 (1/1)	n.a.	2,20 (1/1)	n.a.	9,6 (1/1)	4,6 (1/1)
<sup>3</sup> H lié	10,2 (1/1)	7,8 (1/1)	11,6 (1/1)	11,30 (1/1)	8,40 (1/1)	10,2 (1/1)	9,10 (1/1)	7,90 (1/1)	5,61 (1/1)	8,16 (1/1)	5,31 (1/1)	5,98 (1/1)	8,40 (1/1)	5,60 (1/1)	7,50 (1/1)	6,40 (1/1)	7,6 (1/1)	6,1 (1/1)	11,7 (1/1)	8,1 (1/1)
<sup>14</sup> C	968,5 (1/1)	817,0 (1/1)	1 065 (1/1)	902,1 (1/1)	868 (1/1)	866 (1/1)	982 (1/1)	890 (1/1)	662 (1/1)	913 (1/1)	746 (1/1)	708 (1/1)	602 (1/1)	971 (1/1)	895 (1/1)	713 (1/1)	1 090 (1/1)	844 (1/1)	837 (1/1)	841 (1/1)

n.a. : non analysé ; - : inférieur au seuil de décision. HTO amont de 2018 à 2021 issues de la stratégie de surveillance du site de Cruas

**Tableau 120 - Teneur en matière organique et caractéristiques granulométriques de l'échantillon des sols récoltés dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique en 2022.**

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Fractions	%
Bollène (1,08 km S)	23/02/2022	Sols non cultivés	Sol de friche Strate 0-5 cm	≤ 2 mm	13/03/2023	sec	Matière organique	3,29
							Argiles (<2µm)	15,8
							Limons Fins	11,9
							Limons Grossiers	23,9
							Sables Fins	34,8
Sables grossiers	13,6							
Bollène (1,88 km S)	23/02/2022	Sols non cultivés	Sol de friche Strate 0-5 cm	≤ 2 mm	13/03/2022	sec	Matière organique	5,23
							Argiles (<2µm)	33,6
							Limons Fins	25,0
							Limons Grossiers	8,3
							Sables Fins	12,1
Sables grossiers	21,0							
Bollène (1,88 km S)	23/02/2022	Sols non cultivés	Sol de friche Strate 5-15 cm	≤ 2 mm	13/03/2022	sec	Matière organique	2,86
							Argiles (<2µm)	31,2
							Limons Fins	24,6
							Limons Grossiers	8,4
							Sables Fins	13,4
Sables grossiers	22,4							
Bollène (1,88 km S)	23/02/2022	Sols non cultivés	Sol de friche Strate 15-30 cm	≤ 2 mm	13/03/2022	sec	Matière organique	2,38
							Argiles (<2µm)	32,0
							Limons Fins	24,8
							Limons Grossiers	8,3
							Sables Fins	13,7
Sables grossiers	21,2							

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Fractions	%
Bidon	02/03/2022	Sols non cultivés	Sol de pâturage ou de prairie Strate 0-5 cm	≤ 2 mm	13/03/2022	sec	Matière organique	6,21
							Argiles (<2µm)	36,0
							Limons Fins	28,1
							Limons Grossiers	11,3
							Sables Fins	10,6
							Sables grossiers	14,0
Bollène	09/08/2022	Sols cultivés irrigués	Sol de culture de plein champ Strate 0-5 cm	≤ 2 mm	13/03/2022	sec	Matière organique	2,31
							Argiles (<2µm)	12,5
							Limons Fins	9,1
							Limons Grossiers	7,1
							Sables Fins	35,7
							Sables grossiers	35,63,
Saint-Restitut	09/08/2022	Sols cultivés irrigués	Sol de culture de plein champ Strate 0-5 cm	≤ 2 mm	13/03/2022	sec	Matière organique	1,63
							Argiles (<2µm)	25,3
							Limons Fins	18,0
							Limons Grossiers	10,3
							Sables Fins	21,2
							Sables grossiers	25,2
Mirabel-aux- Baronnies	14/06/2022	Sols cultivés	Sol de salade Strate 0-20 cm	≤ 2 mm	13/03/2022	sec	Matière organique	1,39
							Argiles (<2µm)	28,9
							Limons Fins	28,9
							Limons Grossiers	15,8
							Sables Fins	18,5
							Sables grossiers	7,9
Bollène	13/06/2022	Sols cultivés	Sol de salade Strate 0-20 cm	≤ 2 mm	13/03/2022	sec	Matière organique	2,31
							Argiles (<2µm)	12,5
							Limons Fins	9,1

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Fractions	%
							Limons Grossiers	7,1
							Sables Fins	35,7
							Sables grossiers	35,6

**Tableau 121 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  d'origine naturelle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors du suivi radioécologique 2022**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	<sup>40</sup> K	Famille du <sup>232</sup> Th	Famille de l' <sup>238</sup> U			<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 les vents (<5 km)	Bollène	23/02/2022	Sols	Sol de friche	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,24	29/03/2022	258 $\pm$ 21	25,4 $\pm$ 1,6	21,3 $\pm$ 4,2	23 $\pm$ 8	28 $\pm$ 9	$\leq$ 1,4	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	23/02/2022	Sols	Sol de friche	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,23	29/03/2022	247 $\pm$ 20	25,2 $\pm$ 1,6	19,4 $\pm$ 4	22 $\pm$ 7	25 $\pm$ 8	$\leq$ 1,3	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	23/02/2022	Sols	Sol de friche	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,29	29/03/2022	252 $\pm$ 20	24,9 $\pm$ 1,6	18,2 $\pm$ 3,6	34 $\pm$ 11	44 $\pm$ 13	$\leq$ 1,6	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	23/02/2022	Sols	Sol de friche	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,20	28/03/2022	369 $\pm$ 26	31,8 $\pm$ 2	26 $\pm$ 5	29 $\pm$ 9	66 $\pm$ 20	$\leq$ 2,0	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Bidon	02/03/2022	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,24	01/04/2022	365 $\pm$ 29	37,5 $\pm$ 2,3	36 $\pm$ 7	24 $\pm$ 13	109 $\pm$ 33	2,5 $\pm$ 1,1	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Saint- Restitut	09/08/2022	Sols cultivés	Sol de culture de plein champ	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,10	20/12/2022	295 $\pm$ 21	27,2 $\pm$ 1,7	20,9 $\pm$ 4,4	$\leq$ 16	28 $\pm$ 9	$\leq$ 5,0	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le Tricastin - Zone hors vents dominants (<5 km)	Bollène	09/08/2022	Sols cultivés	Sol de culture de plein champ	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,03	12/12/2022	314 $\pm$ 24	41,4 $\pm$ 4,6	34 $\pm$ 7	31 $\pm$ 10	47 $\pm$ 15	$\leq$ 5,0	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Mirabel- aux- Baronnies	14/06/2022	Sols cultivés	Sol de salade	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,19	12/12/2022	289 $\pm$ 20	21,7 $\pm$ 2,4	19,9 $\pm$ 3,9	13 $\pm$ 7	23 $\pm$ 7	$\leq$ 8,0	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	13/06/2022	Sols cultivés	Sol de salade	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,22	12/12/2022	268 $\pm$ 20	23,6 $\pm$ 2,7	23,6 $\pm$ 4,7	25 $\pm$ 11	33 $\pm$ 10	$\leq$ 10	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Clansayes	21/04/2022	Plantes aromatiques	Thym commun <i>Thymus L.</i>	Parties aériennes	Cendre	3,54	16/08/2022	391 $\pm$ 30	2,79 $\pm$ 0,32	$\leq$ 0,32	$\leq$ 3,7	83 $\pm$ 10	190 $\pm$ 15	Bq.kg <sup>-1</sup> sec

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	<sup>40</sup> K	Famille du <sup>232</sup> Th	Famille de l' <sup>238</sup> U			<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 les vents (<5 km)	Bollène	20/04/2022	Plantes aromatiques	Thym commun <i>Thymus L.</i>	Parties aériennes	Cendre	3,07	16/08/2022	387±30	4,29±0,33	≤ 0,38	≤ 4,5	91±12	210±16	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Mirabel-aux-Baronnies	14/06/2022	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	Cendre	13,82	16/08/2022	1 930±150	0,88±0,17	1,1±0,5	≤ 14	5,2±1	45±3,7	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Bollène	13/06/2022	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	Cendre	16,62	04/08/2022	2 200±170	1,1±0,5	≤ 3,0	≤ 32	3±1,2	31,6±2,9	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	20/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente non id.		Frais	3,03	27/04/2022	780±50	≤ 2,0	≤ 4,3	≤ 60	18,1±3,4	70±6	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	20/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente non id.	Parties aériennes	Cendre	3,33	29/08/2022	742±57	0,54±0,13	≤ 0,53	≤ 7,3	13,3±1,6	58,6±5,0	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Bidon	20/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente non id.		Frais	3,62	27/04/2022	840±60	≤ 1,5	≤ 2,7	≤ 47	10,4±2,5	40,2±4,4	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Bidon	20/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente non id.	Parties aériennes	Cendre	3,51	16/08/2022	660±50	0,32±0,13	≤ 0,40	≤ 7,0	70±8	202±16	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	23/02/2022	Mousses terrestres	<i>Scleropodium purum</i>		Frais	1,18	01/03/2022	137±13	3,1±1,3	≤ 3,2	≤ 40	341±30	335±23	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Séguret	23/02/2022	Mousses terrestres	<i>Scleropodium purum</i>		Frais	2,23	01/03/2022	210±19	≤ 2,2	≤ 3,6	≤ 49	426±40	364±27	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	21/06/2022	Produits laitiers	Lait de brebis		Frais	5,22	23/06/2022	38,8±3	≤ 0,19	≤ 0,39	≤ 4,4	≤ 0,37	≤ 0,27	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	21/06/2022	Produits laitiers	Lait de brebis	Entier	Cendre	5,14	21/11/2022	37,2±2,8	≤ 0,023	≤ 0,050	≤ 0,79	≤ 0,068	≤ 0,19	Bq.L <sup>-1</sup>
Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Clansayes	13/06/2022	Produits laitiers	Lait de chèvre		Frais	6,54	16/06/2022	56,7±4,2	≤ 0,17	≤ 0,50	≤ 4,7	≤ 0,50	≤ 0,31	Bq.kg <sup>-1</sup> frais

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	<sup>40</sup> K	Famille du <sup>232</sup> Th	Famille de l' <sup>238</sup> U			<sup>7</sup> Be	Unité
										<sup>228</sup> Ac	<sup>234</sup> Th	<sup>234m</sup> Pa	<sup>210</sup> Pb		
Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Clansayes	13/06/2022	Produits laitiers	Lait de chèvre	Entier	Cendre	6,96	05/12/2022	53,6±4,4	≤ 0,045	≤ 0,11	≤ 1,4	≤ 0,13	≤ 0,60	Bq.L <sup>-1</sup>
Le tricastin - zone hors vents dominants (>5 km)	Mirabel-aux-Baronnies	31/08/2022	Arbres fruitiers	Vigne commune <i>Vitis vinifera</i>	Fruit entier (sans pédoncule)	Cendre	3,81	05/12/2022	316±25	≤ 0,16	≤ 0,38	≤ 6,0	≤ 0,48	1,46±0,42	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le Tricastin - Zone hors vents dominants (<5 km)	Saint-Paul-Trois-Châteaux	31/08/2022	Arbres fruitiers	Vigne commune <i>Vitis vinifera</i>	Fruit entier (sans pédoncule)	Cendre	3,74	02/12/2022	406±31	0,15±0,07	≤ 0,26	≤ 3,9	0,67±0,2	3,15±0,39	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Bollène	31/08/2022	Arbres fruitiers	Vigne commune <i>Vitis vinifera</i>	Fruit entier (sans pédoncule)	Cendre	3,33	05/12/2022	336±26	≤ 0,20	0,14±0,24	≤ 8,0	0,59±0,31	2,3±0,6	Bq.kg <sup>-1</sup> sec

n.a : non analysé.

**Tableau 122 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  d'origine artificielle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors du suivi radioécologique 2022**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/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	<sup>131</sup> I*	Unité
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	23/02/2022	Sols	Sol de friche	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,24	29/03/2022	$\leq 0,12$	<b>5,66<math>\pm</math>0,46</b>	$\leq 0,14$	$\leq 0,13$	$\leq 0,15$	$\leq 0,15$	$\leq 0,16$	$\leq 0,35$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	23/02/2022	Sols	Sol de friche	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,23	29/03/2022	$\leq 0,11$	<b>5,46<math>\pm</math>0,45</b>	$\leq 0,13$	$\leq 0,11$	$\leq 0,13$	$\leq 0,13$	$\leq 0,15$	$\leq 0,33$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	23/02/2022	Sols	Sol de friche	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,29	29/03/2022	$\leq 0,13$	<b>5,25<math>\pm</math>0,44</b>	$\leq 0,17$	$\leq 0,15$	$\leq 0,17$	$\leq 0,16$	$\leq 0,18$	$\leq 0,39$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	23/02/2022	Sols	Sol de friche	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,20	29/03/2022	$\leq 0,13$	<b>7,3<math>\pm</math>0,6</b>	$\leq 0,16$	$\leq 0,14$	$\leq 0,16$	$\leq 0,16$	$\leq 0,17$	$\leq 0,37$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone horzonts dominants (>5 km)	Bidon	02/03/2022	Sols	Sol de pâturage ou de prairie	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,24	01/04/2022	$\leq 0,18$	<b>21,2<math>\pm</math>1,6</b>	$\leq 0,22$	$\leq 0,20$	$\leq 0,23$	$\leq 0,22$	$\leq 0,24$	$\leq 0,60$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone horzonts dominants (>5 km)	Saint-Restitu	09/08/2022	Sols cultivés	Sol de culture de plein champ	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,10	20/12/2022	$\leq 0,14$	<b>4,64<math>\pm</math>0,35</b>	$\leq 0,42$	$\leq 0,14$	$\leq 0,22$	$\leq 0,18$	$\leq 0,50$	$\leq 0,41$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le Tricastin - Zone horzonts dominants (<5 km)	Bollène	09/08/2022	Sols cultivés	Sol de culture de plein champ	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,03	12/12/2022	$\leq 0,15$	<b>3,23<math>\pm</math>0,26</b>	$\leq 0,45$	$\leq 0,16$	$\leq 0,23$	$\leq 0,23$	$\leq 0,50$	$\leq 0,40$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone horzonts dominants (>5 km)	Mirabel-aux-Baronnies	14/06/2022	Sols cultivés	Sol de salade	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,19	12/12/2022	$\leq 0,11$	<b>9,1<math>\pm</math>0,6</b>	$\leq 0,50$	$\leq 0,12$	$\leq 0,19$	$\leq 0,15$	$\leq 0,70$	$\leq 0,34$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le Tricastin - Zone sous les vents (>5 km)	Bollène	13/06/2022	Sols cultivés	Sol de salade	Produits de tamisage Tamisé < 2000 $\mu$ m	Sec	1,22	12/12/2022	$\leq 0,14$	<b>5,15<math>\pm</math>0,38</b>	$\leq 0,70$	$\leq 0,15$	$\leq 0,23$	$\leq 0,22$	$\leq 0,90$	$\leq 0,40$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone horzonts dominants (>5 km)	Clansayes	21/04/2022	Plantes aromatiques	Thym commun <i>Thymus L.</i>	Parties aériennes	Cendre	3,54	16/08/2022	$\leq 0,027$	<b>0,411<math>\pm</math>0,034</b>	$\leq 0,08$	$\leq 0,036$	$\leq 0,044$	$\leq 0,035$	$\leq 0,09$	$\leq 0,07$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	20/04/2022	Plantes aromatiques	Thym commun <i>Thymus L.</i>	Parties aériennes	Cendre	3,07	16/08/2022	$\leq 0,031$	<b>1,14<math>\pm</math>0,08</b>	$\leq 0,10$	$\leq 0,044$	$\leq 0,050$	$\leq 0,044$	$\leq 0,10$	$\leq 0,08$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone horzonts dominants (>5 km)	Mirabel-aux-Baronnies	14/06/2022	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	Cendre	13,82	16/08/2022	$\leq 0,090$	<b>0,22<math>\pm</math>0,05</b>	$\leq 0,18$	$\leq 0,14$	$\leq 0,13$	$\leq 0,11$	$\leq 0,16$	$\leq 0,22$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Bollène	13/06/2022	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Parties aériennes	Cendre	16,62	04/08/2022	$\leq 0,17$	<b>0,22<math>\pm</math>0,09</b>	$\leq 0,30$	$\leq 0,27$	$\leq 0,25$	$\leq 0,21$	$\leq 0,27$	$\leq 0,42$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	20/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente non id.		Frais	3,03	27/04/2022	$\leq 0,46$	$\leq 0,47$	$\leq 0,50$	$\leq 0,60$	$\leq 0,50$	$\leq 0,49$	$\leq 0,48$	$\leq 1,2$	$\leq 0,70$	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	20/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente non id.	Parties aériennes	Cendre	3,03		$\leq 0,043$	$\leq 0,080$	$\leq 0,17$	$\leq 0,07$	$\leq 0,080$	$\leq 0,063$	$\leq 0,17$	$\leq 0,11$	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> $\leq 0,043$ sec

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/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	<sup>131</sup> I*	Unité
Le tricastin - zone hor- ents dominants (>5 km)	Bidon	20/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente non id.		Frais	3,62	27/04/2022	≤ 0,28	≤ 0,30	≤ 0,35	≤ 0,43	≤ 0,34	≤ 0,27	≤ 0,28	≤ 0,60	≤ 0,40	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone hor- ents dominants (>5 km)	Bidon	20/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente non id.	Parties aériennes	Cendre	3,62	16/08/2022	≤ 0,043	<b>0,082±0,024</b>	≤ 0,15	≤ 0,070	≤ 0,070	≤ 0,060	≤ 0,14	≤ 0,11	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sou- les vents (>5 km)	Mondragon	23/02/2022	Mousses terrestres	<i>Scleropodium purum</i> <i>Scleropodium purum</i>		Frais	1,18	01/03/2022	≤ 0,32	<b>3,83±0,47</b>	≤ 0,32	≤ 0,35	≤ 0,37	≤ 0,32	≤ 0,34	≤ 0,90	≤ 0,50	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone hor- ents dominants (>5 km)	Séguret	23/02/2022	Mousses terrestres	<i>Scleropodium purum</i> <i>Scleropodium purum</i>		Frais	2,23	01/03/2022	≤ 0,40	<b>1,39±0,35</b>	≤ 0,36	≤ 0,49	≤ 0,43	≤ 0,37	≤ 0,40	≤ 1,0	≤ 0,60	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sou- les vents (>5 km)	Mondragon	21/06/2022	Produits laitiers	Lait de brebis		Frais	5,14	23/06/2022	≤ 0,033	≤ 0,035	≤ 0,033	≤ 0,038	≤ 0,038	≤ 0,033	≤ 0,034	≤ 0,090	≤ 0,041	Bq.L <sup>-1</sup>
Le tricastin - zone sou- les vents (>5 km)	Mondragon	21/06/2022	Produits laitiers	Lait de brebis	Entier	Cendre	5,14	21/11/2022	≤ 0,0046	<b>0,0069±0,0025</b>	≤ 0,023	≤ 0,0066	≤ 0,0073	≤ 0,0066	≤ 0,020	≤ 0,011	n.a.	Bq.L <sup>-1</sup>
Le tricastin - zone hor- ents dominants (>5 km)	Clansayes	13/06/2022	Produits laitiers	Lait de chèvre		Frais	6,54	16/06/2022	≤ 0,037	<b>0,151±0,037</b>	≤ 0,042	≤ 0,045	≤ 0,040	≤ 0,039	≤ 0,037	≤ 0,11	≤ 0,048	Bq.L <sup>-1</sup>
Le tricastin - zone hor- ents dominants (>5 km)	Clansayes	13/06/2022	Produits laitiers	Lait de chèvre	Entier	Cendre	6,54	05/12/2022	≤ 0,011	<b>0,147±0,016</b>	≤ 0,060	≤ 0,016	≤ 0,020	≤ 0,014	≤ 0,060	≤ 0,025	n.a.	Bq.L <sup>-1</sup>
Le tricastin - zone hor- ents dominants (>5 km)	Mirabel-aux- Baronnies	31/08/2022	Arbres fruitiers	Vigne commune <i>Vitis vinifera</i>	Fruit entier (sans pédoncule)	Cendre	3,81	05/12/2022	≤ 0,034	≤ 0,034	≤ 0,090	≤ 0,050	≤ 0,060	≤ 0,046	≤ 0,090	≤ 0,080	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le Tricastin - Zone hor- ents dominants (<5 km)	Saint-Paul- mirois-Château	31/08/2022	Arbres fruitiers	Vigne commune <i>Vitis vinifera</i>	Fruit entier (sans pédoncule)	Cendre	3,74	02/12/2022	≤ 0,024	<b>0,021±0,012</b>	≤ 0,060	≤ 0,037	≤ 0,037	≤ 0,030	≤ 0,060	≤ 0,060	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Le tricastin - zone sou- les vents (>5 km)	Bollène	31/08/2022	Arbres fruitiers	Vigne commune <i>Vitis vinifera</i>	Fruit entier (sans pédoncule)	Cendre	3,33	05/12/2022	n.a.	≤ 0,038	≤ 0,11	≤ 0,070	≤ 0,070	≤ 0,050	≤ 0,11	≤ 0,11	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec

n.a : non analysé.

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

**Tableau 123 – Activités en tritium libre mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors du suivi radioécologique 2022**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	<sup>3</sup> H libre (Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de dessiccation)	<sup>3</sup> H libre (Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou frais ou Bq.L <sup>-1</sup> )	Unité
Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Bollène	13/06/2022	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Eau extraite par lyophilisation	15,17	15/08/2022	1,7±0,8	1,59±0,75	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	20/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente	Eau extraite par lyophilisation	3,03	30/05/2022	3,2±0,8	2,14±0,54	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	21/06/2022	Produits laitiers	Lait de brebis	Eau extraite par lyophilisation	5,22	15/08/2022	4,6±1	3,72±0,81	Bq.L <sup>-1</sup> d'ECH.

**Tableau 124 – Activités en tritium organiquement lié (TOL) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors du suivi radioécologique 2022**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou frais ou Bq.L <sup>-1</sup> )	Unité
Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Bollène	13/06/2022	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	15,17	21/05/2023	2,8±0,9	0,097±0,032	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Le tricastin - zone sous les vents (<5 km)	Bollène	20/04/2022	Herbes	Herbe de prairie permanente	Résidu sec obtenu après lyophilisation	3,03	15/09/2022	3,9±0,8	0,73±0,15	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	21/06/2022	Produits laitiers	Lait de brebis	Résidu sec obtenu après lyophilisation	5,22	21/05/2023	2,6±0,8	0,39±0,12	Bq.L <sup>-1</sup> d'ECH.

**Tableau 125 – Activités en  $^{14}\text{C}$  mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin lors du suivi radioécologique 2022**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure $^{14}\text{C}$	$^{14}\text{C}$ (Bq.kg <sup>-1</sup> de C)	$\delta^{12/13}\text{C}$ (‰)	pMC (%)	$^{14}\text{C}$ (Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou frais ou Bq.L <sup>-1</sup> )	C TOT. (g.kg <sup>-1</sup> sec ou frais ou g.L <sup>-1</sup> )	Unité
Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Bollène	13/06/2022	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	15,17	13/06/2022	226±11	-30,44	101,1±4,9	5,65±0,28	25	Frais
Le tricastin - zone sous les vents (>5 km)	Mondragon	21/06/2022	Produits laitiers	Lait de brebis	Résidu sec obtenu après lyophilisation	5,22	21/06/2022	222±11	-26,17	98,5±4,9	22,7±1,1	100	Liquide

**Tableau 126 - 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 2022.**

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Fractions	%
Donzère	24/02/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	≤ 2 mm	13/03/2023	sec	Matière organique	2,93
							Argiles (<2µm)	9,7
							Limons Fins	21,7
							Limons Grossiers	30,9
							Sables Fins	37,3
							Sables Grossiers	0,4
Saint-Étienne-des-Sorts	23/02/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	≤ 2 mm	13/03/2023	sec	Matière organique	2,9
							Argiles (<2µm)	8,2
							Limons Fins	17,5
							Limons Grossiers	36,8
							Sables Fins	36,7
							Sables Grossiers	0,8
Bollène	23/02/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	≤ 2 mm	13/03/2023	sec	Matière organique	3,01
							Argiles (<2µm)	14,7
							Limons Fins	37,0
							Limons Grossiers	36,0
							Sables Fins	12,0
							Sables Grossiers	0,3

**Tableau 127 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  d'origine naturelle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2022**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	$^{40}\text{K}$	Famille du $^{232}\text{Th}$	Famille de l' $^{238}\text{U}$			$^7\text{Be}$	Unité
										$^{228}\text{Ac}$	$^{234}\text{Th}$	$^{234\text{m}}\text{Pa}$	$^{210}\text{Pb}$		
Rhône en amont du tricastin	Donzère	06/09/2022	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Produit de filtration <i>Filtrat &lt; 0.5 <math>\mu\text{m}</math></i>	Sec	3936,84	05/12/2022	0,067±0,006	0,00148±0,00036	0,0181±0,0019	0,02±0,007	≤ 0,00060	0,0038±0,0011	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en aval de tricastin	Bollène	07/09/2022	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Produit de filtration <i>Filtrat &lt; 0.5 <math>\mu\text{m}</math></i>	Sec	4014,20	06/12/2022	0,0582±0,005	0,00204±0,00025	0,0207±0,0019	≤ 0,012	0,00082±0,00045	0,0095±0,0014	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Station gaffière aval tricastin	Bollène	07/09/2022	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Produit de filtration <i>Filtrat &lt; 0.5 <math>\mu\text{m}</math></i>	Sec	3884,97	01/12/2022	0,055±0,006	0,00283±0,00035	0,0148±0,0018	≤ 0,013	0,0023±0,0007	0,0107±0,0021	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en amont du tricastin	Donzère	24/02/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage <i>Tamisé &lt; 2000 <math>\mu\text{m}</math></i>	Sec	1,66	28/03/2022	462±36	37,7±2,3	33,7±4,8	34±11	55±11	7,9±1,1	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en aval de tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	23/02/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage <i>Tamisé &lt; 2000 <math>\mu\text{m}</math></i>	Sec	1,60	28/03/2022	444±30	36,3±2,3	35±5	34±13	62±12	9,4±1,4	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en aval de tricastin	Bollène	23/02/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage <i>Tamisé &lt; 2000 <math>\mu\text{m}</math></i>	Sec	1,75	25/03/2022	448±30	36,6±2,3	37,1±2,7	48±15	63±12	15,4±1,7	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Station gaffière aval tricastin	Bollène	23/02/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage <i>Tamisé &lt; 2000 <math>\mu\text{m}</math></i>	Sec	2,51	29/03/2022	290±20	29,2±1,8	31,8±2,6	28±10	109±19	32,7±2,7	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en amont du tricastin	Donzère	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Frais	6,67	12/07/2022	613±53	≤ 5,3	≤ 10	≤ 150	≤ 8,0	44,7±7,3	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en amont du tricastin	Donzère	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Cendre	7,28	15/11/2022	579±46	2,98±0,24	10,9±1,2	11,5±4,8	4,3±0,8	68±6	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en aval de tricastin	Bollène	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Frais	5,85	12/07/2022	585±47	≤ 2,9	6,4±3,5	≤ 82	≤ 7,0	37,4±5,8	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Station gaffière aval tricastin	Bollène	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Cendre	10,05	21/11/2022	690±55	8,82±0,74	10,8±1,3	≤ 16	17,0±2,5	18,1±3,0	Bq.kg <sup>-1</sup> sec

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	<sup>40</sup> K	Famille du <sup>232</sup> Th	Famille de l' <sup>238</sup> U			<sup>7</sup> Be	Unité
										<sup>228</sup> Ac	<sup>234</sup> Th	<sup>234m</sup> Pa	<sup>210</sup> Pb		
Rhône en aval de tricastin	Bollène	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Cendre	6,44	15/11/2022	524±40	3,18±0,26	7,8±0,9	≤ 9,0	3,6±0,7	37,2±3,5	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en aval de tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	08/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Cendre	5,88	22/11/2022	540±42	2,39±0,2	9,3±0,9	10±3,3	2,59±0,5	19,5±1,8	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en amont du tricastin	Donzère	07/07/2022	Mousses aquatiques	Cinclidodus danub. <i>Cinclidodus danubicus</i>		Frais	4,89	12/07/2022	308±24	32,8±2,9	48,9±6,4	≤ 44	32,8±5,4	311±20	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en amont du tricastin	Donzère	07/07/2022	Mousses aquatiques	Cinclidodus danub. <i>Cinclidodus danubicus</i>	Parties aériennes	Cendre	4,89	21/11/2022	237±20	30,6±3,6	34,7±3,4	21±10	33,3±4,3	259±23	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en aval de tricastin	Bollène	07/07/2022	Mousses aquatiques	Fontinale <i>Fontinalis sp.</i>		Frais	6,11	12/07/2022	368±30	23,0±2,0	54,4±6,7	≤ 61	55,6±8,6	191±15	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en aval de tricastin	Bollène	07/07/2022	Mousses aquatiques	Fontinale <i>Fontinalis sp.</i>	Parties aériennes	Cendre	6,11	21/11/2022	272±22	18,4±2,3	25,5±2,7	≤ 20	44±5	131±13	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en amont du tricastin	Châteauneuf-du-Rhône	21/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	Cendre	4,23	12/08/2022	106±8	≤ 0,033	≤ 0,080	≤ 1,1	≤ 0,12	≤ 0,17	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Rhône en aval de tricastin	Mondragon	20/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	Cendre	3,92	12/08/2022	103±8	≤ 0,030	≤ 0,070	≤ 1,0	≤ 0,090	≤ 0,15	Bq.kg <sup>-1</sup> frais

n.a : non analysé.

**Tableau 128 – Activités en radionucléides émetteurs  $\gamma$  d'origine artificielle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2022**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité Frais/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	<sup>131</sup> I*	Unité	
Rhône en amont d' Tricastin	Donzère	06/09/2022	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Produit de filtration Filtrat < 0.5 µm	Sec	3936,84	05/12/2022	≤ 0,000060	≤ 0,000060	≤ 0,00011	≤ 0,000060	≤ 0,000090	≤ 0,000070	≤ 0,00012	≤ 0,00012	≤ 0,00012	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en aval de Tricastin	Bollène	07/09/2022	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Produit de filtration Filtrat < 0.5 µm	Sec	4014,20	06/12/2022	≤ 0,000080	≤ 0,000070	≤ 0,00015	≤ 0,000080	≤ 0,00012	≤ 0,000070	≤ 0,00012	≤ 0,00012	≤ 0,00012	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Station gaffière aval Tricastin	Bollène	07/09/2022	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Produit de filtration Filtrat < 0.5 µm	Sec	3884,97	01/12/2022	≤ 0,000100	≤ 0,000090	≤ 0,00021	≤ 0,00012	≤ 0,00013	≤ 0,00011	≤ 0,00022	≤ 0,00022	≤ 0,00022	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en amont d' Tricastin	Donzère	24/02/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,66	28/03/2022	≤ 0,15	<b>2,42±0,21</b>	≤ 0,19	≤ 0,17	≤ 0,19	≤ 0,18	≤ 0,20	≤ 0,43	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Rhône en aval de Tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	23/02/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,60	28/03/2022	≤ 0,16	<b>2,73±0,24</b>	≤ 0,21	<b>0,22±0,08</b>	≤ 0,20	≤ 0,20	≤ 0,21	≤ 0,46	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Rhône en aval de Tricastin	Bollène	23/02/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	Sec	1,75	25/03/2022	≤ 0,17	<b>3,21±0,27</b>	≤ 0,21	≤ 0,34	≤ 0,22	≤ 0,23	≤ 0,23	≤ 0,48	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Station gaffière aval Tricastin	Bollène	23/02/2022	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Tamisé < 2000 µm	Sec	2,51	29/03/2022	≤ 0,14	<b>3,36±0,26</b>	≤ 0,18	≤ 0,16	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 0,19	≤ 0,40	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Rhône en amont d' Tricastin	Donzère	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Frais	6,67	12/07/2022	≤ 0,87	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,1	≤ 1,1	≤ 1,0	≤ 0,93	≤ 2,3	<b>2,07±0,80</b>	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Rhône en amont d' Tricastin	Donzère	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Cendre	7,28	15/11/2022	≤ 0,060	<b>0,067±0,031</b>	≤ 0,22	≤ 0,100	≤ 0,100	≤ 0,080	≤ 0,22	≤ 0,13	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Rhône en aval de Tricastin	Bollène	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Frais	5,85	12/07/2022	≤ 0,58	≤ 0,70	≤ 0,76	≤ 0,82	≤ 0,70	≤ 0,64	≤ 0,64	≤ 1,5	<b>1,87±0,56</b>	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Station gaffière aval Tricastin	Bollène	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Cendre	10,05	21/11/2022	≤ 0,11	<b>0,217±0,063</b>	≤ 0,41	≤ 0,16	≤ 0,19	≤ 0,14	≤ 0,44	≤ 0,27	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Rhône en aval de Tricastin	Bollène	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Cendre	6,44	15/11/2022	≤ 0,060	<b>0,075±0,034</b>	≤ 0,23	<b>0,31±0,06</b>	≤ 0,100	≤ 0,090	≤ 0,23	≤ 0,15	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Rhône en aval de Tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	08/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Cendre	5,88	22/11/2022	≤ 0,039	<b>0,078±0,022</b>	≤ 0,15	≤ 0,060	≤ 0,060	≤ 0,050	≤ 0,15	≤ 0,090	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Rhône en amont d' Tricastin	Donzère	07/07/2022	Mousses aquatiques	Cinclidotus danub. <i>Cinclidotus danubicus</i>		Frais	5,04	12/07/2022	≤ 0,35	≤ 0,45	<b>0,55±0,25</b>	≤ 0,40	≤ 0,45	≤ 0,40	≤ 0,30	≤ 0,91	<b>14,7±1,6</b>	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Rhône en amont d' Tricastin	Donzère	07/07/2022	Mousses aquatiques	Cinclidotus danub. <i>Cinclidotus danubicus</i>	Parties aériennes	Cendre	4,89	21/11/2022	≤ 0,15	<b>0,5±0,11</b>	≤ 0,49	<b>0,18±0,08</b>	≤ 0,26	≤ 0,22	≤ 0,60	≤ 0,40	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Rhône en aval de Tricastin	Bollène	07/07/2022	Mousses aquatiques	Fontinale <i>Fontinalis sp.</i>		Frais	5,42	12/07/2022	≤ 0,43	<b>1,16±0,37</b>	≤ 0,43	≤ 0,61	≤ 0,55	≤ 0,49	≤ 0,43	≤ 1,3	<b>12,3±1,3</b>	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	
Rhône en aval de Tricastin	Bollène	07/07/2022	Mousses aquatiques	Fontinale <i>Fontinalis sp.</i>	Parties aériennes	Cendre	6,11	21/11/2022	≤ 0,38	<b>1,03±0,33</b>	≤ 0,38	≤ 0,54	≤ 0,49	≤ 0,43	≤ 0,38	≤ 1,2	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> sec	

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité Frais/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	<sup>131</sup> I*	Unité
Rhône en amont de tricastin	Châteauneuf-du-Rhône	21/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	Cendre 4,23	12/08/2022	≤ 0,0070	<b>0,063±0,006</b>	≤ 0,021	≤ 0,012	≤ 0,012	≤ 0,0090	≤ 0,021	≤ 0,016	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Rhône en aval de tricastin	Mondragon	20/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	Cendre 3,92	12/08/2022	≤ 0,0060	<b>0,0314±0,004€</b>	≤ 0,020	≤ 0,0100	≤ 0,0100	≤ 0,0080	≤ 0,019	≤ 0,014	n.a.	Bq.kg <sup>-1</sup> frais

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

**Tableau 129 – Activités en tritium libre mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2022**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	<sup>3</sup> H libre (Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de dessiccation)	<sup>3</sup> H libre (Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou frais ou Bq.L <sup>-1</sup> )	Unité
Rhône en aval de tricastin	Mornas	13/06/2022	Eaux de boisson	Eau d'adduction publique	Produit de filtration Filtrat < 0.2 µm	-	14/07/2022	4,2±0,8	4,2±0,8	Bq.L <sup>-1</sup> d'ECH.
Rhône en aval de tricastin	Bollène	13/06/2022	Eaux douces	Eau d'irrigation	Produit de filtration Filtrat < 0.2 µm	-	14/07/2022	0,9±0,7	0,9±0,7	Bq.L <sup>-1</sup> d'ECH.
Rhône en amont du tricastin	Donzère	07/07/2022	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Produit de filtration Filtrat < 0.2 µm	-	20/09/2022	≤ 0,70	≤ 0,70	Bq.L <sup>-1</sup> d'ECH.
Rhône en aval de tricastin	Bollène	07/07/2022	Eaux douces	Eau de cours d'eau	Produit de filtration Filtrat < 0.2 µm	-	20/09/2022	65±7	65±7	Bq.L <sup>-1</sup> d'ECH.

**Tableau 130 – Activités en tritium lié (TOL) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2022**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L <sup>-1</sup> d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou frais ou Bq.L <sup>-1</sup> )	Unité
Rhône en amont du tricastin	Donzère	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	6,67	27/10/2022	6,3±1,1	0,456±0,084	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Rhône en aval de tricastin	Bollène	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	5,85	27/10/2022	17,4±2,2	1,55±0,21	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Rhône en amont du tricastin	Châteauneuf-du-Rhône	21/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	4,48	11/04/2023	11,7±1,1	1,79±0,18	Bq.kg <sup>-1</sup> frais
Rhône en aval de tricastin	Mondragon	20/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	4,46	11/04/2023	8,1±1,2	1,28±0,20	Bq.kg <sup>-1</sup> frais

**Tableau 131 – Activités en  $^{14}\text{C}$  mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2022**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure $^{14}\text{C}$	$^{14}\text{C}$ (Bq.kg <sup>-1</sup> de C)	$\delta^{12/13}\text{C}$ (‰)	pMC (%)	$^{14}\text{C}$ (Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou frais ou Bq.L <sup>-1</sup> )	C TOT. (g.kg <sup>-1</sup> sec ou frais ou g.L <sup>-1</sup> )	Unité
Rhône en amont du tricastin	Donzère	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	6,67	17/02/2023	264,3±2,9	-20,58	115,9±1,3	14,67±0,16	56	Frais
Rhône en aval de tricastin	Bollène	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	5,85	17/02/2023	329,7±3,6	-22,73	145,2±1,6	21,32±0,23	65	Frais
Rhône en amont du tricastin	Châteauneuf-du-Rhône	21/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	4,48	15/12/2022	837±47	-25,52	371±21	93,2±5,2	110	Frais
Rhône en aval de tricastin	Mondragon	20/04/2022	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Résidu sec obtenu après lyophilisation	4,46	05/09/2022	841±41	-25,95	373±18	95,8±4,7	110	Frais

**Tableau 132 – Activités en  $^{63}\text{Ni}$  mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2022**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Qualité	Date de mesure $^{63}\text{Ni}$	$^{63}\text{Ni}$ (Bq.kg <sup>-1</sup> sec ou frais ou Bq.L <sup>-1</sup> )	Ni (g.kg <sup>-1</sup> sec ou frais ou g.L <sup>-1</sup> )	Unité
Rhône en amont du tricastin	Donzère	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	7,28	Cendre	30/12/2022	0,165±0,048	0,65	Sec
Rhône en aval de tricastin	Bollène	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	6,44	Cendre	30/12/2022	0,33±0,06	1,05	Sec

**Tableau 133 – Activités en  $^{55}\text{Fe}$  mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2022**

Chronique	Commune	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	$^{55}\text{Fe}$	Unité
Rhône en amont du tricastin	Donzère	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Cendre	7,28	11/02/2023	≤ 4,6	Bq.kg <sup>-1</sup> sec
Rhône en aval de tricastin	Bollène	07/07/2022	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	Cendre	6,44	12/02/2023	≤ 5,0	Bq.kg <sup>-1</sup> sec

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

En milieu terrestre, le  $^{137}\text{Cs}$  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 marquent les échantillons prélevés dans leur environnement immédiat.

En milieu aquatique, le  $^{137}\text{Cs}$  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 ( $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ) mesurés dans des échantillons prélevés en aval des sites de Bugey, Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil, Cruas-Meysses et Tricastin ainsi qu'en amont du site de 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  $^{14}\text{C}$  est également mis en évidence en milieu aquatique depuis l'aval du CNPE de Saint-Alban-Saint-Maurice-l'Exil 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' $^{131}\text{I}$  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 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.

Par ailleurs, la détection sporadique de  $^{63}\text{Ni}$  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. Enfin, les seuils de décision pour le  $^{55}\text{Fe}$  sont élevés et représentent un élément limitant l'interprétation dans l'état actuel des données disponibles.



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

EDF SA  
22-30, avenue de Wagram  
75382 Paris cedex 08  
Capital de 1 525 484 813 euros  
552 081 317 R.C.S. Paris  
[www.edf.fr](http://www.edf.fr)

CNPE du Tricastin  
4 502 route du Tricastin  
26 130 Saint Paul -Trois-Châteaux  
Numéro de téléphone 04 75 50 39 99