

Valence le 26/5/2020

Commission de Recherche et d'Information
Indépendantes sur la radioactivité
29 cours Manuel de Falla / 26000 Valence / France
☎. 33 (0)4 75 41 82 50 / laboratoire@criirad.org

Rapport CRIIRAD N°20-09

Synthèse concernant l'impact des rejets radioactifs liquides du CNPE du Tricastin

Etude réalisée à la demande de Greenpeace

Contexte

Monsieur Roger Spautz, Nuclear campaigner pour Greenpeace France & Luxembourg, a demandé au laboratoire de la CRIIRAD de faire un point des connaissances sur l'impact des rejets radioactifs de la centrale nucléaire du Tricastin sur l'environnement.

La CRIIRAD, représentée par monsieur Bruno Chareyron, directeur du laboratoire, a fait un certain nombre de propositions qui ont été discutées lors d'une réunion de travail le 25 octobre 2019 dans les locaux de la CRIIRAD à Valence en présence de messieurs Alain Volle (Stop Tricastin) et Bernard Laponche (Global Chance).

Parmi les propositions formulées par la CRIIRAD, 2 ont retenu l'attention de Greenpeace. Elles portent toutes sur l'impact des rejets radioactifs liquides des 4 réacteurs nucléaires du Tricastin.

La première a pour objet d'effectuer une synthèse et une analyse critique des données publiées par EDF et par l'IRSN portant sur l'impact des **rejets radioactifs liquides** du CNPE du Tricastin dans le canal de Donzère Mondragon et des **fuites de tritium** dans les eaux souterraines au droit de l'installation. L'étude a porté en priorité sur la période 2016-2019. En ce qui concerne les rejets radioactifs liquides chroniques de la centrale du Tricastin, les deux radionucléides prépondérants étant le **tritium** et le **carbone 14**, l'étude a porté sur les données concernant la présence de ces éléments radioactifs dans les eaux de surface et souterraines ainsi que la faune et la flore aquatique.

La seconde a pour objet de déterminer s'il existe une contamination en **tritium des ressources en eau potable**, en aval du point de rejet des effluents liquides du CNPE du Tricastin. En aval des rejets, des pompes direct de l'eau du Rhône et / ou de la nappe alluviale sont effectués en effet en vue de la production d'eau potable et/ou d'eau destinée à l'irrigation. L'étude a porté sur le **tritium** car il s'agit de l'élément radioactif rejeté en plus grande quantité par le CNPE du Tricastin dans le canal de Donzère Mondragon (44 000 milliards de Becquerels en 2017 et 34 700 milliards de Becquerels en 2018).

Les deux études sont relativement limitées. Elles ont été dimensionnées en tenant compte en effet des contraintes budgétaires et temporelles.

Le responsable de ces études est monsieur Bruno Chareyron, ingénieur en physique nucléaire, directeur du laboratoire de la CRIIRAD. Est également associé à l'étude monsieur Jérémie Motte, ingénieur environnement, responsable du service balise.

1 / Les rejets radioactifs liquides du CNPE du Tricastin

1.1 Nature des substances radioactives rejetées

Les effluents radioactifs liquides du CNPE du Tricastin sont rejetés dans le canal de Donzère Mondragon juste en face de la centrale (voir carte 1 ci-dessous).

Le canal de rejet permet la collecte des effluents suivants :

- rejets des circuits d'eau brute secourue (SEC) et des circuits de circulation pour la réfrigération des condenseurs (CRF) ;
- effluents radioactifs liquides des réservoirs KER (ou « réservoirs T ») et TER (ou « réservoirs S ») ;
- effluents éventuellement radioactifs de la salle des machines des réservoirs SEK (Ex) ;
- effluents issus de la station de déminéralisation

Sur la base des chiffres déclarés par EDF en 2017, le **tritium** représente **plus de 99,9 % de la radioactivité rejetée** (voir tableau 1 page suivante).

Le **carbone 14** vient en seconde position avec 0,09 %. Les autres produits de fission et d'activation comme l'iode 131, le cobalt 60, le nickel 63, etc.. représentent des quantités nettement inférieures.

Carte 1 : point de rejet des effluents radioactifs liquides du CNPE du Tricastin
(Source : Google Earth)

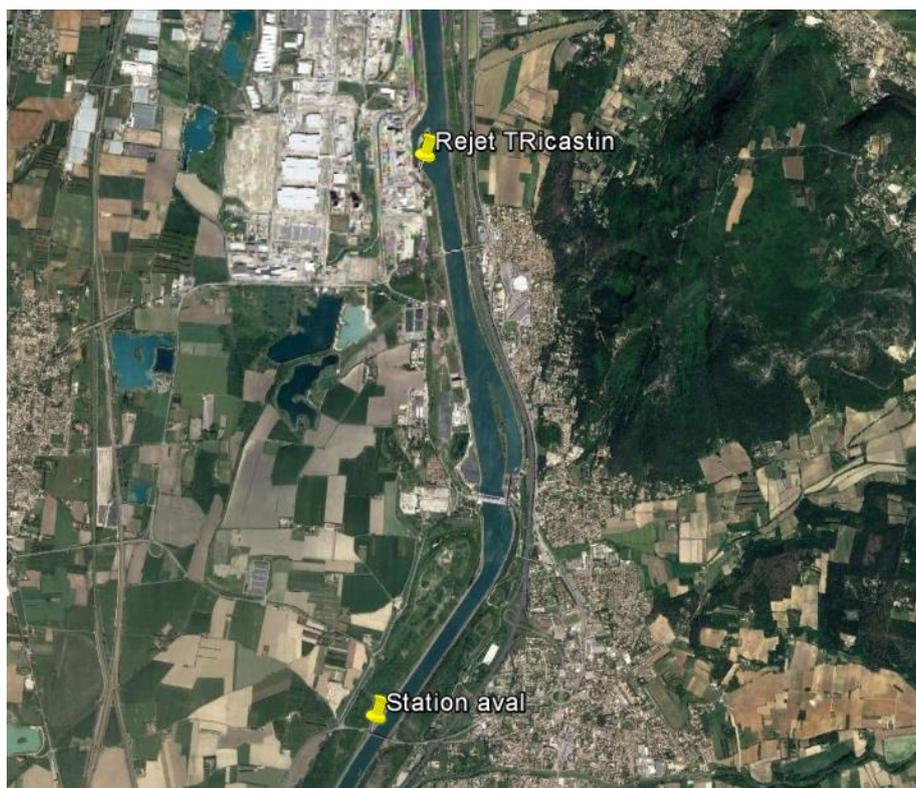


Tableau 1 : Rejets radioactifs liquides du CNPE de Tricastin en 2017
(Source : rapport annuel environnement 2017 (EDF), page 31)

Radionucléide	Autorisation de rejet (GBq)	Activité rejetée dans le canal de Donzère Mondragon (GBq)	en % du total
Tritium	90 000	44 000	99,91%
Carbone 14	260	40,6	0,09%
Iodes	0,6	0,014	0,00003%
Autres** produits de fission ou activation (hors C14), Ni 63 inclus	60	1,12	0,0025%
Total		44 042	100,00%

** Pour l'année 2017, les radionucléides sont, par ordre d'activité décroissante :
Co 60, Ni 63, Ag110m, Sb 125, Co 58, Sb 124, Te123m, Cs 137, Mn 54, Cs 134, .

1.2 Modalité des rejets

Les modalités de rejets sont encadrées par la Décision n° 2008-DC-0101 de l'Autorité de Sûreté Nucléaire du 13 mai 2008 fixant les prescriptions relatives aux modalités de prélèvements et de consommation d'eau et de rejets dans l'environnement des effluents liquides et gazeux des installations nucléaires de base n° 87 et n° 88 exploitées par Électricité de France (EDF-SA) sur la commune de Saint-Paul-Trois-Châteaux (département de la Drôme).

Les principaux éléments sont reproduits ci-dessous :

« La capacité d'entreposage des effluents avant rejet pour l'ensemble des installations est au minimum de :
- pour les réservoirs T (KER), 3 000 m³ répartis en au moins six réservoirs de 500 m³ chacun ;
- pour les réservoirs S (TER), 1 500 m³ répartis en au moins trois réservoirs de 500 m³ chacun ;
- pour les réservoirs Ex (SEK), 2 000 m³ répartis en au moins deux réservoirs de 1 000 m³ chacun. »

«La canalisation qui amène les effluents à rejeter, provenant des réservoirs T et S, dans le canal de rejet, est unique, réalisée en matériaux résistant à la corrosion et entièrement visitable ».

«Les rejets d'effluents radioactifs liquides en provenance des réservoirs T et S sont autorisés lorsque les deux conditions suivantes sont remplies :

- le débit du canal de Donzère-Mondragon est compris entre 400 m³/s et 2000 m³/s,
- le débit du Rhône mesuré à Caderousse est inférieur à 4000 m³/s.

Lorsque le débit du canal de Donzère-Mondragon est compris entre 200 et 400 m³/s, ou lorsque le débit du Rhône est compris entre 4000 et 4500 m³/s, les rejets sont soumis à l'accord préalable du directeur général de l'ASN »

« L'activité volumique mesurée dans l'environnement ../..n'excède pas les limites suivantes :

Paramètres	Activité volumique horaire à mi-rejet (Bq/l)	Activité volumique moyenne journalière (Bq/l)
Tritium	280	140 ⁽¹⁾
Emetteurs bêta hors ⁴⁰ K et ³ H	2	-

⁽¹⁾ L'activité volumique moyenne journalière est ramenée à 100 Bq/l en l'absence de rejets radioactifs.

« Les effluents radioactifs des réservoirs T et S sont rejetés dans le canal de Donzère-Mondragon après mélange avec les eaux des circuits de refroidissement à un taux de dilution minimal de 500. Toutefois, dans le cas où le réservoir considéré ne contiendrait que des purges et échantillons d'eau des générateurs de vapeur ou des eaux des salles des machines, cette dilution de 500 pourra ne pas s'appliquer ».

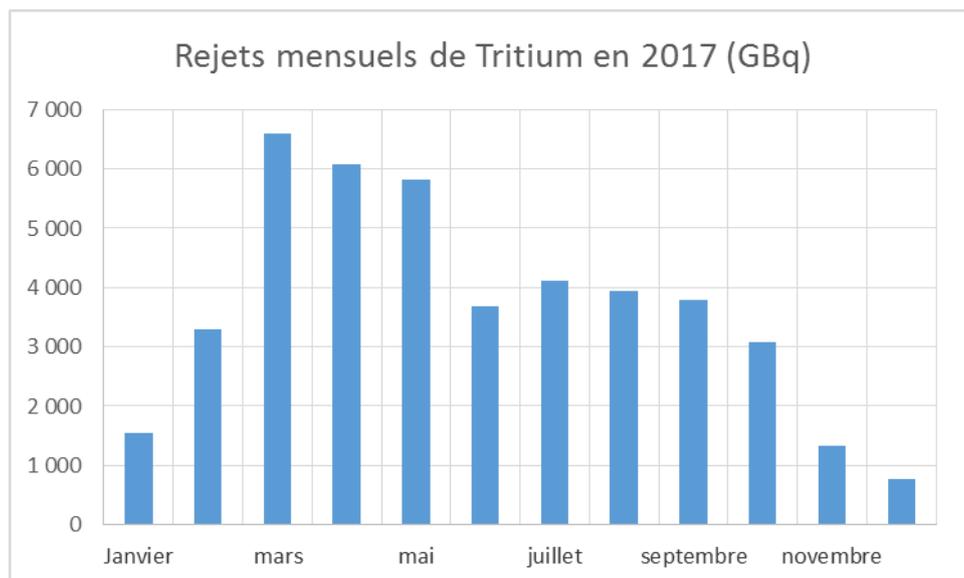
« Lorsque l'activité bêta globale (tritium et potassium 40 exclus) mesurée dans les réservoirs T et S est supérieure ou égale à 20 kBq/l, les effluents subissent un traitement adapté ou font l'objet de dispositions particulières de rejet, soumises à l'accord préalable du directeur général de l'ASN ».

1.3 Variabilité des rejets dans le temps

Les rejets radioactifs liquides ne sont pas homogènes sur l'année (voir graphe 1 ci-dessous). EDF effectue des vidanges de réservoirs qui servent à recueillir les effluents radioactifs. Les rejets sont donc discontinus.

Si l'on considère l'année 2017 par exemple, les rejets de tritium ont été 8,7 fois plus importants en mars (6 590 GBq) qu'en décembre (760 GBq).

Graphe 1 : Rejets radioactifs liquides mensuels de tritium du CNPE de Tricastin en 2017
(Source : rapport annuel environnement 2017 (EDF), page 31)



1.4 La centrale du Tricastin est l'installation qui rejette le plus de tritium dans la basse vallée du Rhône

Pour ce qui concerne la basse vallée du Rhône (au sud de Montélimar), compte tenu de la baisse progressive des rejets de tritium du site nucléaire de Marcoule, sur la période 2014-2018, la centrale nucléaire du Tricastin est devenue la principale source de rejets liquides de tritium dans le Rhône comme le montre le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Rejets de tritium liquide dans le Rhône au sud de Montélimar (GBq)
(Source : Livre blanc tritium ASN, décembre 2019, page 284)

SITE	2013	2014	2015	2016	2017	2018
CNPE de Tricastin	51 300	54 900	53 700	42 000	44 000	34 700
ORANO cycle Pierrelatte (INB +INBS)	0,3	4,7	0,4	0,2	0,8	0,2
CEA Marcoule (INBS)	65 500	22 000	20 200	38 200	2 320	680
Centracoc	49,5	30,4	35,5	23,8	23,9	1,8

1.5 Contamination chronique de l'eau du Rhône par le tritium

Une contamination chronique des eaux du Rhône

Les contrôles effectués par le laboratoire de la CRIIRAD dans l'eau du Rhône prélevée une fois par trimestre en Avignon confirment sa contamination systématique par le tritium (de 3,2 à 13,9 Bq/l en 2018).

EDF effectue une surveillance quotidienne du niveau de tritium dans l'eau du Rhône dans la zone réceptrice, en aval des rejets des réacteurs nucléaires du Tricastin. Le contrôle porte sur un échantillon « aliquote »

reconstitué à partir de prélèvements horaires. Les résultats, issus du site web¹ du Réseau National de Mesures de radioactivité dans l'environnement (RNM) sont reproduits dans le tableau 3 ci-après.

Tableau 3 : Activité journalière moyenne du tritium dans le Rhône en aval du Tricastin en 2019
(Source : EDF via le RNM)

AL : Activité volumique dans l' "aliquote eaux réceptrices" du Rhône (valeur quotidienne Bq/l) (source : RNM)	Nombre de valeurs sur l'année en %
de < 4, 12 Bq/l à < 6,3 Bq/l	25%
De 4,6 Bq/l à 9,9 Bq/l	41%
De 10 Bq/l à 19 Bq/l	28%
de 20 Bq/l à 29 Bq/l	5%
supérieur ou égal à 30 Bq/l	1%
	100%
Minimum : 4,6 Bq/l	
Maximum : 38,4 Bq/l	
Moyenne : 11 Bq/l	

On constate que l'activité volumique du tritium dans l'eau du Rhône, dans la zone réceptrice, est **en moyenne de 11 Bq/l** avec des valeurs **supérieures ou égales à 10 Bq/l dans 34 % des cas**. La valeur maximale était en 2019 de **38,4 Bq/l**.

Une fréquence de contrôle insuffisante pour les eaux potables

Le ratio entre la valeur journalière minimale et maximale est supérieur à 8. Si l'on tenait compte des valeurs ponctuelles relevées par EDF à mi-rejet, le ratio entre valeurs minimales et maximales d'un échantillonnage ponctuel passerait à 12.

Or, comme nous le verrons au paragraphe 5, les contrôles ponctuels de l'activité volumique du tritium dans les eaux potables des communes qui puisent l'eau dans la nappe alluviale du Rhône en aval du Tricastin sont le plus souvent trimestriels. Ils sont donc susceptibles de sous-estimer très fortement la contamination effective de l'eau ingérée par les populations impactées.

Cette **sous-estimation peut atteindre un facteur² 12**. En effet, si le contrôle a été effectué le jour où l'activité était minimale soit 4,6 Bq/l - sachant que les limites de détection des laboratoires qui effectuent le contrôle des eaux de consommation sont souvent au-dessus de 6 Bq/l - la population recevra une information indiquant qu'il n'y a pas de tritium dans l'eau. Alors qu'en réalité, il est présent dans plus de 75 % des cas.

Si le contrôle est effectué au moment de certains rejets, la valeur peut dépasser 50 Bq/l (sur la base des valeurs de moyenne horaire à mi-rejet EDF 2019).

Contribution des rejets contrôlés

La contribution des rejets liquides contrôlés de la centrale du site du Tricastin à la charge en tritium des eaux du Rhône peut être appréciée à partir des calculs théoriques de l'activité volumique « ajoutée » par ces rejets.

Les rejets contrôlés des effluents liquides dans le canal de Donzère Mondragon doivent être effectués par EDF en respectant les prescriptions de l'ASN.

Pour l'année 2019, les valeurs du rejet mensuel de tritium et de l'activité volumique ajoutée après dilution dans l'eau du Rhône (AA) sont reproduites dans le tableau 4 ci-après élaboré à partir des bulletins mensuels mis³ en ligne par EDF sur son site web.

¹<https://www.mesure-radioactivite.fr/#/>

²La CRIIRAD a adressé des demandes à EDF Tricastin afin d'obtenir des précisions sur les modalités de rejets radioactifs liquides (fréquence de rejet, durée des rejets, moyens de surveillance). Compte tenu de la crise induite par l'épidémie de Covid-19, EDF a indiqué à la CRIIRAD que le délai de réponse était augmenté de plusieurs mois.

³A l'exception du bulletin d'avril qui n'est pas disponible, dans la mesure où c'est le bulletin de mars qui figure dans la rubrique avril. <https://www.edf.fr/groupe-edf/producteur-industriel/carte-des-implantations/centrale-nucleaire-de-tricastin/surete-et-environnement>

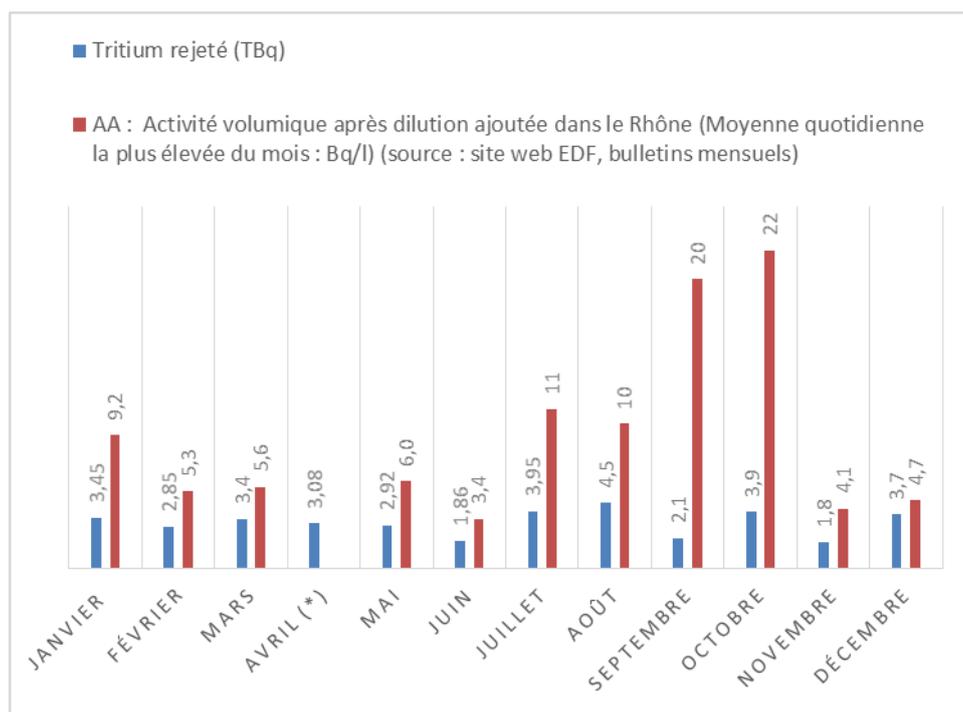
Est reportée également la valeur (AL) de l'activité tritium moyenne journalière maximale de chaque mois mesurée par EDF dans un échantillon aliquote sur 24 heures collecté dans une zone « réceptrice », à une distance du rejet qui garantit, selon EDF, le mélange des eaux rejetées. Ces valeurs sont celles recueillies sur le site web du RNM.

Tableau 4 : Rejets mensuels de tritium, et activité du tritium dans le Rhône en 2019
(Source : EDF, bulletins mensuels + RNM)

2019	Tritium rejeté (TBq)	AA : Activité volumique après dilution ajoutée dans le Rhône (Moyenne quotidienne la plus élevée du mois : Bq/l) (source : site web EDF, bulletins mensuels)	AL : Activité volumique dans l' "aliquote eaux réceptrices" du Rhône (Moyenne quotidienne la plus élevée du mois : Bq/l) (source : RNM)	Calcul AL-AA (Bq/l)
Janvier	3,45	9,2	22	12,8
Février	2,85	5,3	18	12,7
Mars	3,4	5,6	17	11,4
Avril (*)	3,08		23	
Mai	2,92	6,0	21,0	15
Juin	1,86	3,4	20,9	17,5
Juillet	3,95	11	34,5	23,5
Août	4,5	10	22,7	12,7
Septembre	2,1	20	38,4	18,4
Octobre	3,9	22	27,5	5,5
Novembre	1,8	4,1	12,5	8,4
Décembre	3,7	4,7	12	7,3

* Bulletin non mis en ligne / rejet mensuel reconstitué par CRIIRAD à partir du cumul annuel

Graph 2 : Rejets mensuels de tritium et activité volumique après dilution ajoutée dans le Rhône en 2019
(Source : EDF, bulletins mensuels)



On constate que la moyenne quotidienne mensuelle la plus élevée de l'activité volumique du tritium, après dilution, ajoutée dans le Rhône est comprise entre **3,4 Bq/l et 22 Bq/l** soit une variation d'un facteur 6 au cours de l'année. La valeur moyenne est de **8,4 Bq/l**.

L'eau du Rhône est donc contaminée de manière chronique par le tritium rejeté par la centrale du Tricastin et par les autres installations nucléaires qui effectuent des rejets soit directement dans le Rhône (réacteur en démantèlement de Superphénix, centrales électronucléaires du Bugey, Saint-Alban, Cruas, installations Orano Cycle à Pierrelatte) soit dans ses affluents (rejets du CERN près de Genève, du réacteur de l'ILL à Grenoble). A l'aval du Tricastin, il faut tenir compte également des rejets des sites nucléaires de Marcoule et de Cadarache (via la Durance).

2 / Impact des rejets radioactifs liquides du CNPE du Tricastin : bioaccumulation du tritium

2.1 Sous-estimation de la radiotoxicité du tritium

Le tritium (^3H) est l'isotope radioactif de masse 3 de l'hydrogène. Il possède donc les mêmes propriétés chimiques que ce dernier.

De période physique égale à **12,3 ans**, il se désintègre pour former de l'hélium stable. Cette désintégration s'accompagne systématiquement de l'émission d'un rayonnement ionisant de type bêta moins (électron) dont l'énergie maximale est de 18,6 keV (kilo électronvolt) et d'énergie moyenne 5,6 KeV.

Le tritium étant **un isotope de l'hydrogène**, constituant de base de la molécule d'eau et de tous les êtres vivants, il diffuse très rapidement dans l'environnement où il est aisément assimilé par les organismes vivants. Les rejets de tritium entraînent ainsi une contamination étendue à de nombreux compartiments : air, eau, chaîne alimentaire, conduisant à une exposition très diversifiée des populations.

Les normes de radioprotection concernant le tritium dans l'eau potable appliquées en France ne prennent en compte que l'irradiation induite par l'ingestion d'eau tritiée. Dans ce cas, le tritium est assez rapidement⁴ éliminé par l'organisme humain, et l'équivalent de dose engendré par l'absorption d'une quantité donnée de tritium est limité par le fait que le temps de séjour du radioélément dans le corps humain est bref et que l'énergie des rayonnements bêta qu'il émet est faible. C'est ainsi que les limites annuelles d'incorporation d'eau tritiée par le public sont très élevées, faisant apparaître le tritium comme l'un des radioéléments les moins radiotoxiques. **Mais la réalité est beaucoup plus complexe.**

Le problème des transmutations

L'évaluation des doses induites par le tritium ne tient compte que de l'énergie moyenne déposée dans les organes par les rayonnements bêta qu'il émet en se désintégrant. Mais ce modèle simpliste ne tient pas compte du problème des transmutations. Lorsque l'atome de tritium qui s'est substitué à un atome d'hydrogène stable se désintègre, outre les effets liés à l'émission des rayonnements bêta, il faut tenir compte de ceux liés au fait qu'il se transforme en un nouvel élément chimique, l'hélium. Cela entraîne des cassures des liaisons hydrogène, des modifications de la structure de l'ADN et cela modifie complètement la structure chimique des molécules concernées, entraînant l'apparition de nouveaux composés mutagènes. D'autres points⁵ conduisent à une sous-estimation des risques, comme la sous-estimation de l'efficacité biologique du rayonnement émis par le tritium.

Le problème du tritium organiquement lié

Une partie du tritium incorporé sous forme d'eau tritiée est assimilée sous forme organique. Il faut considérer en outre le cas où le tritium existe déjà sous forme organique dans le milieu. On parle alors de **tritium organiquement lié**. Des phénomènes liés à la photosynthèse dans le règne végétal et à d'autres mécanismes métaboliques dans le règne animal conduisent en effet à l'incorporation du tritium à certaines molécules organiques.

Le tritium sous forme organique a une période biologique plus longue qui peut aller de **un mois à un an** selon le type de liaisons chimiques. Lorsqu'il est intégré à certaines molécules organiques, telle la thymidine, le temps de séjour du tritium dans l'organisme humain est encore plus élevé (période biologique de 400 à 600 jours). Dans les végétaux, 80 % de la quantité de tritium liée à la matière organique est intégrée aux molécules de structure (lignine, cellulose), le tritium est alors fixé à demeure.

Ainsi, après ingestion d'une nourriture tritiée, **l'activité fixée dans les tissus est plus importante qu'après ingestion d'eau tritiée**. Divers mécanismes peuvent alors conduire, chez l'homme, au marquage en tritium de certaines macromolécules comme l'ADN. L'élimination du tritium étant alors très lente, les problèmes radiologiques posés sont beaucoup plus aigus. En effet, les rayonnements bêta du tritium peuvent réaliser sur

⁴Le modèle biocinétique décrit dans la publication N°56 de la CIPR (année 1990), retient l'hypothèse selon laquelle 97 % de l'eau tritiée est en équilibre avec l'eau contenue dans l'organisme et est renouvelée avec une demi-vie de 10 jours, le reste, incorporé à des molécules organiques aurait une demi-vie de 40 jours.

⁵Voir le courrier adressé par la CRIIRAD au Ministre de la Santé demandant la révision des normes portant sur le tritium dans l'eau potable https://www.criirad.org/eau%20potable/2019-07-11_lettre-ouverte_H3-eau_1.pdf

le long terme (période de 12,3 ans), et au cœur même du matériel génétique des êtres vivants, des cassures et mutations des chromosomes induisant un risque de cancérisation et de mutations génétiques.

Ainsi, sous leur forme tritiée, la leucine (précurseur des protéines), l'uridine (précurseur de l'ARN) et la thymidine (précurseur de l'ADN) sont respectivement environ 10, 100, et 1 000 fois plus toxiques que l'eau tritiée. Selon certains auteurs, la toxicité du tritium incorporé à la thymidine pourrait être 10 000 fois supérieure à celle de l'eau tritiée. Sous forme d'arginine tritiée, autre acide aminé, la toxicité serait plus importante encore.

Le laboratoire de l'Université de Tokyo (Laboratory of Radiation Genetics and Chemical Mutagenesis) a mis en évidence l'effet du tritium sur l'induction de mutations sur une plante (*Tradescantia*) à de faibles doses de contamination. L'Institut National des Sciences Radiologiques du Japon a montré que les différents effets du tritium sur des cellules de mammifères (destruction, mutation ou induction de cancers) étaient plus importants qu'on ne le croyait.

En résumé, la radiotoxicité du tritium semble avoir été largement sous-évaluée et peu de travaux existent sur les effets à long terme, notamment génétiques, de la contamination par ce radioélément.

2.2 Forte contamination des végétaux aquatiques par le tritium organiquement lié / Mesures CRIIRAD de 2007

Une étude radioécologique de référence⁶ réalisée en 2007 par le laboratoire de la CRIIRAD a mis en évidence une contamination généralisée des potamots pectinés (végétaux aquatiques) du Rhône par du **tritium organiquement lié**.

Compte tenu de la contamination déjà présente en amont de Lyon (rejets de tritium de la centrale de Bugey par exemple), les comparaisons amont-aval à proximité des centrales nucléaires de Saint-Alban ou de Cruas ne permettaient pas de mettre en évidence l'impact spécifique des rejets de ces installations, noyé dans la contamination plus globale du Rhône.

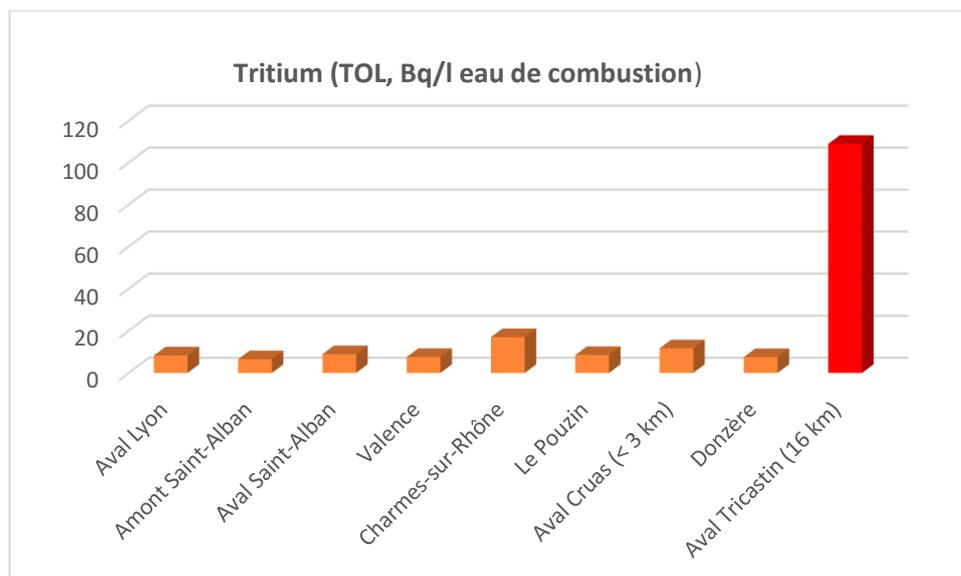
Par contre, **en aval du site nucléaire du Tricastin, la bioaccumulation du tritium dans les plantes aquatiques était 14 fois plus élevée qu'en amont**. Ces résultats sont reportés dans le tableau 5 ci-dessous et le graphe 3 page suivante.

Tableau 5 / activité du tritium organiquement lié dans les potamots pectinés du bassin versant du Rhône (Prélèvements CRIIRAD de 2007)

<i>Prélevé le</i>	<i>Cours d'eau</i>	<i>Emplacement (site nucléaire proche)</i>	<i>Tritium : Bq/l (eau de combustion)</i>
09/10/2007	Isère	Isère avant confluence Rhône	< 3,0
12/09/2007	Rhône	Aval Lyon / amont Givors	8,3 +/- 0,7
18/07/2007	Rhône	Amont CNPE Saint-Alban	6,5 +/- 0,6
09/07/2007	Rhône	Aval CNPE Saint Alban	8,9 +/- 0,7
29/06/2007	Rhône	Valence	7,6 +/- 0,6
29/06/2007	Rhône	Charmes-sur-Rhône	17,0 +/- 0,8
28/06/2007	Rhône	Le Pouzin	8,5 +/- 0,7
28/06/2007	Rhône	Aval CNPE Cruas (< 3 km)	11,7 +/- 0,8
27/06/2007	Rhône	Donzère	7,5 +/- 0,6
27/06/2007	Rhône	16 km aval CNPE Tricastin / Aval confluence canal Donzère	109 +/- 3,6

⁶ <http://www.criirad.org/radioactivite-milieu-aquatique/eaux-de-surface/rapport-CRIIRAD10-140rhone.pdf>

Grphe 3 / activité du tritium organiquement lié dans les végétaux aquatiques du Rhône de l'aval de Lyon, à l'aval du Tricastin (Prélèvements CRIIRAD de 2007)



2.3 Contrôles officiels portant sur le tritium dans les plantes aquatiques

Un seul contrôle officiel en 10 ans

La version la plus récente du rapport annuel environnement d'EDF Tricastin que nous avons pu consulter (rapport 2017) ne fait état d'aucun contrôle régulier de l'impact des rejets de tritium sous forme liquide dans la flore aquatique.

Il ne semble y avoir qu'un contrôle ponctuel, dans le cadre des études commandées chaque année par EDF à l'IRSN.

Le rapport EDF de 2017, comporte en annexe le rapport établi par l'IRSN pour la campagne de **2016**. L'IRSN n'a procédé au dosage du tritium que dans deux échantillons de végétaux aquatiques.

Sur la **période 2005 à 2014**, soit **pendant 10 années**, l'IRSN ne fait état que **d'un seul contrôle** de l'activité du tritium dans les végétaux aquatiques (phanérogames immergées) effectué en juillet 2007. Et encore, il ne s'agit que du tritium libre. L'analyse du tritium organiquement lié rendrait mieux compte des phénomènes de bioaccumulation que celle du tritium libre, lequel s'échange beaucoup plus rapidement avec le milieu extérieur et est susceptible de fluctuations beaucoup plus grandes. En cas de rejets discontinus dans l'environnement, la réalisation d'un contrôle très ponctuel (ici annuel) et qui de surcroît ne porte que sur le tritium libre, est susceptible de minimiser fortement les impacts.

Curieusement, dans le cadre de ce contrôle réalisé en juillet **2007**, l'IRSN relevait une activité du tritium libre en aval du Tricastin (1,4 Bq/l) **inférieure** à celle mesurée en amont (3,1 Bq/l).

Rappelons que pratiquement à la même période (juin 2007), la CRIIRAD mettait en évidence dans les plantes aquatiques une activité du tritium organiquement lié **14 fois supérieure** en aval du Tricastin par rapport à l'amont.

Une contamination multipliée par 14 entre 2007 et 2016

L'IRSN a effectué un nouveau contrôle en septembre **2015**. Il révèle cette fois-ci une contamination en tritium libre **2 fois supérieure** en aval du Tricastin (8,1 Bq/l) par rapport à l'amont (4,0 Bq/l).

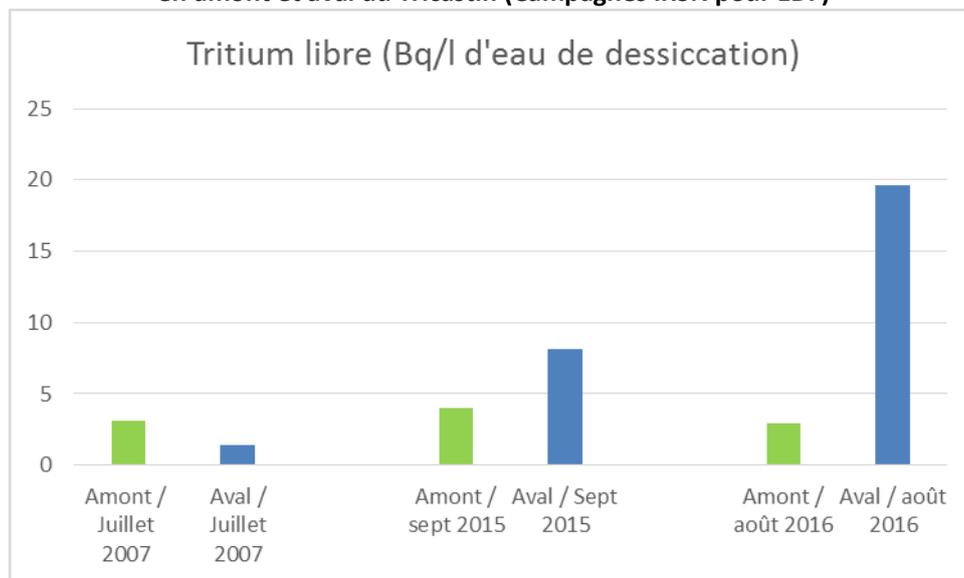
En août 2016, le contrôle effectué par l'IRSN dans les **végétaux aquatiques** (potamots pectinés), montre que l'activité du tritium libre est **6,7 fois plus élevée en aval** du point de rejet ($19,6 \pm 1,2$ Bq/l d'⁷ED⁷) qu'en amont à Donzère ($2,9 \pm 0,7$ Bq/l d'ED).

⁷ ED : eau de dessiccation.

Ces résultats, illustrés par le graphe 4 ci-dessous, montrent que l'activité du tritium libre dans les végétaux aquatiques en aval de la centrale du Tricastin est en augmentation avec une multiplication par un facteur 14 entre juillet 2007 (1,4 Bq/l d'ED) et août 2016 (19,6 Bq/l d'ED), alors que, dans le même temps, l'activité du tritium en amont du site du Tricastin reste relativement stable.

On s'étonnera du fait que l'IRSN n'ait pas imposé à son client EDF de renforcer les contrôles sur les végétaux aquatiques, à la fois en augmentant le nombre de stations de surveillance et la fréquence des contrôles et en faisant porter le contrôle sur le tritium organiquement lié et pas seulement sur le tritium libre.

Graphe 4 / activité du tritium libre dans les végétaux aquatiques du Rhône en amont et aval du Tricastin (Campagnes IRSN pour EDF)



2.4 Contamination des poissons par le tritium

Le rapport IRSN 2016 annexé au rapport environnement d'EDF Tricastin 2017 fait état de mesures de tritium dans la chair des poissons.

Dans la chair des brèmes bordelières l'activité du tritium libre est légèrement inférieure en aval du point de rejet de la centrale du Tricastin, à Mornas ($2,2 \pm 0,6$ Bq/l d'ED) par rapport à l'amont à Viviers ($3,1 \pm 0,7$ Bq/l d'ED).

Le même constat est fait pour l'activité du tritium organiquement lié dont l'activité est légèrement inférieure en aval du point de rejet ($7,9 \pm 0,9$ Bq/l d'EC⁸) par rapport à l'amont ($9,1 \pm 0,9$ Bq/l d'EC).

Ceci pose question quant à la pertinence des contrôles sur un seul échantillon de poisson amont et un seul aval, sachant par exemple que, compte tenu de leur mobilité, il n'est pas possible de garantir que les poissons considérés comme situés en aval aient effectivement séjourné majoritairement en aval. En effet, une passe à poisson a été aménagée sur un côté du barrage de Donzère-Mondragon à Bollène, pour permettre à la faune du Rhône de passer le barrage dans les deux sens.

Il est regrettable que le rapport de l'IRSN n'apporte pas de justification quant au choix de l'espèce étudiée, au faible nombre de stations d'échantillonnage et ne mentionne aucune réserve quant à la faible représentativité de l'étude.

⁸ EC : eau de combustion.

2.5 Une contamination méconnue du grand public

Cette contamination de l'environnement par le tritium n'est pas connue du grand public.

Et pour cause, on ne trouve aucun⁹ résultat de contrôle de la contamination en tritium de la faune et de la flore aquatique dans les bulletins mensuels de surveillance de l'environnement mis en ligne par EDF sur son site internet.

Sachant que le tritium représente plus de 99,9 % des rejets radioactifs liquides de la centrale du Tricastin dans le Rhône, il est choquant de constater une telle insuffisance des contrôles concernant la bioaccumulation de cette substance radioactive dans les organismes vivants.

Or le tritium est de l'hydrogène radioactif. Comme toute la matière vivante est constituée d'atomes d'hydrogène, une partie du tritium rejeté dans l'environnement se retrouvera in fine dans les cellules des organismes vivants y compris dans l'ADN, créant à la longue une irradiation interne qui augmente les risques de cancer (entre autres). Rejeter du tritium, c'est augmenter les risques pour la faune, la flore et les êtres humains.

3 / Impact des rejets radioactifs liquides du CNPE du Tricastin : bioaccumulation du carbone 14

3.1 Des contrôles insuffisants

La version la plus récente du rapport annuel environnement du CNPE du Tricastin que nous avons pu consulter (rapport 2017) ne fait état d'aucun contrôle régulier de l'impact sur la faune et la flore aquatique des rejets de carbone 14 sous forme liquide (alors que cette substance radioactive vient en seconde position dans les rejets liquides, après le tritium).

Il ne semble y avoir de contrôle que dans le cadre des études commandées par EDF à l'IRSN. Il s'agit d'un contrôle effectué depuis 2009, mais qui ne porte que sur la chair des poissons et qui n'est effectué **qu'une fois par an**.

Pour la campagne de 2016, l'IRSN n'a procédé au dosage du carbone 14 que dans deux échantillons de poisson. L'activité mesurée en amont (980 ± 50 Bq/kg de C) est proche de celle relevée en aval (890 ± 50 Bq/kg de C). L'IRSN note que ces valeurs sont **4 fois supérieures au niveau de référence hors influence industrielle (200 Bq/kg de C.)**.

L'IRSN note dans le rapport radioécologique 2016 : le carbone 14 « *présente une activité spécifique qui témoigne du marquage par les rejets des C.N.P.E. du Rhône . La contribution du pôle du Tricastin, bien que probable en 2009, 2010 et 2012, ne peut être formellement affirmée du fait de la variabilité amont/aval des activités observées.* ».

3.2 Un impact du Tricastin « masqué » par les rejets de Cruas

L'impact des rejets de carbone 14 de la centrale du Tricastin est probablement « masqué » par celui des rejets de la centrale de Cruas située plus en amont.

Dans le cadre d'une étude radioécologique de référence¹⁰ réalisée en 2007 sur des végétaux aquatiques du Rhône, le laboratoire de la CRIIRAD avait montré en effet que les plus fortes bioaccumulations de carbone 14 dans les végétaux du Rhône étaient enregistrées immédiatement en aval de la centrale de Cruas (voir tableau 6 ci-dessous).

⁹Bulletins de janvier 2019 à décembre 2019. Dernière consultation le 4/3/2020 : <https://www.edf.fr/groupe-edf/producteur-industriel/carte-des-implantations/centrale-nucleaire-de-tricastin/surete-et-environnement>

¹⁰ <http://www.criirad.org/radioactivite-milieu-aquatique/eaux-de-surface/rapport-CRIIRAD10-140rhone.pdf>

**Tableau 6 / activité du carbone 14 dans les végétaux aquatiques du Rhône
(Prélèvements CRIIRAD de juin 2007)**

Prélevé le	Cours d'eau	Emplacement (site nucléaire proche)	Espèce	Carbone 14 (Bq/kg carbone)
29/06/2007	Rhône	Valence / Amont STEP Valence	Potamot Pectiné	230 +/- 1,8
29/06/2007	Rhône	Charmes-sur-Rhône, Amont CNPE Cruas / Aval Valence	Potamot Pectiné	222 +/- 2,0
28/06/2007	Rhône	Amont CNPE Cruas / Le Pouzin	Potamot Pectiné	242 +/- 2,0
28/06/2007	Rhône	Aval CNPE Cruas	Potamot Pectiné	362 +/- 2,9
27/06/2007	Rhône	Donzère, Amont CNPE Tricastin	Potamot Pectiné	256 +/- 2,4
27/06/2007	Rhône	Aval CNPE Tricastin / Aval confluence canal Donzère	Potamot Pectiné	256 +/- 2,1

Dans les végétaux aquatiques prélevés par la CRIIRAD en juin 2007, l'activité du carbone 14 était de **165 à 180 Bq/kg de carbone** dans l'Isère et le Drac, en amont de Grenoble et autour de **212 Bq/kg de carbone** dans la Saône et l'Ain.

En ce qui concerne le Rhône, on relevait entre 207 et 234 Bq/kg de carbone en amont de Superphénix, entre 222 et 242 Bq/kg de carbone au niveau de Valence, mais **362 Bq/kg de carbone en aval de Cruas**, soit la valeur la plus élevée de l'ensemble de la campagne de mesure (la valeur en **aval du Tricastin** était de **256 Bq/kg de carbone**).

Le carbone 14 est un élément radioactif de très longue période physique (5 730 ans), qui intègre rapidement le cycle du carbone et se retrouve dans les constituants de la matière vivante et dans l'organisme des riverains exposés aux rejets de carbone 14 dans l'atmosphère et dans le Rhône. Incorporé à l'ADN, il entraîne alors une irradiation chronique à l'intérieur de nos cellules.

Les contrôles effectués dans les poissons du Rhône montrent une bioaccumulation de carbone 14 quatre fois supérieure à la normale dans le secteur du Tricastin.

Compte tenu du rôle majeur du carbone dans les cycles de vie, il est indispensable que cet impact soit étudié de manière rigoureuse, que la réalisation des contrôles soient intégrée aux obligations réglementaires et que les riverains soient informés des résultats.

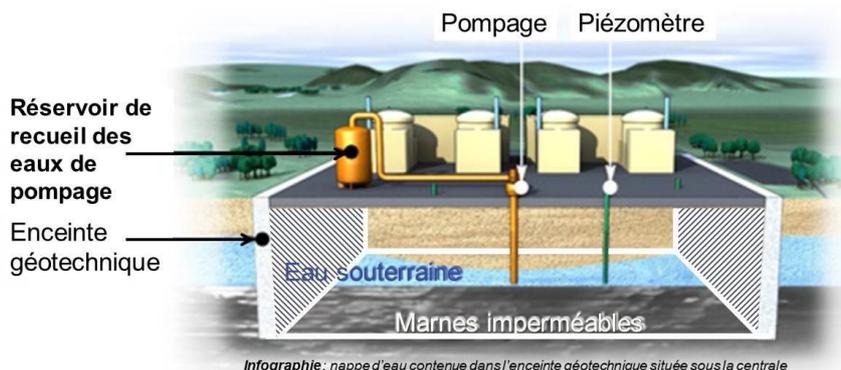
4 / Contamination en tritium des eaux souterraines en proximité du site du Tricastin

4.1 Une contamination en tritium généralisée

L'enceinte géotechnique

Pour « isoler » la nappe qui est sous la centrale du TRICASTIN, EDF a construit une **enceinte géotechnique** constituée de murs en béton de 60 centimètres d'épaisseur qui s'enfoncent sur une douzaine de mètres dans le sol.

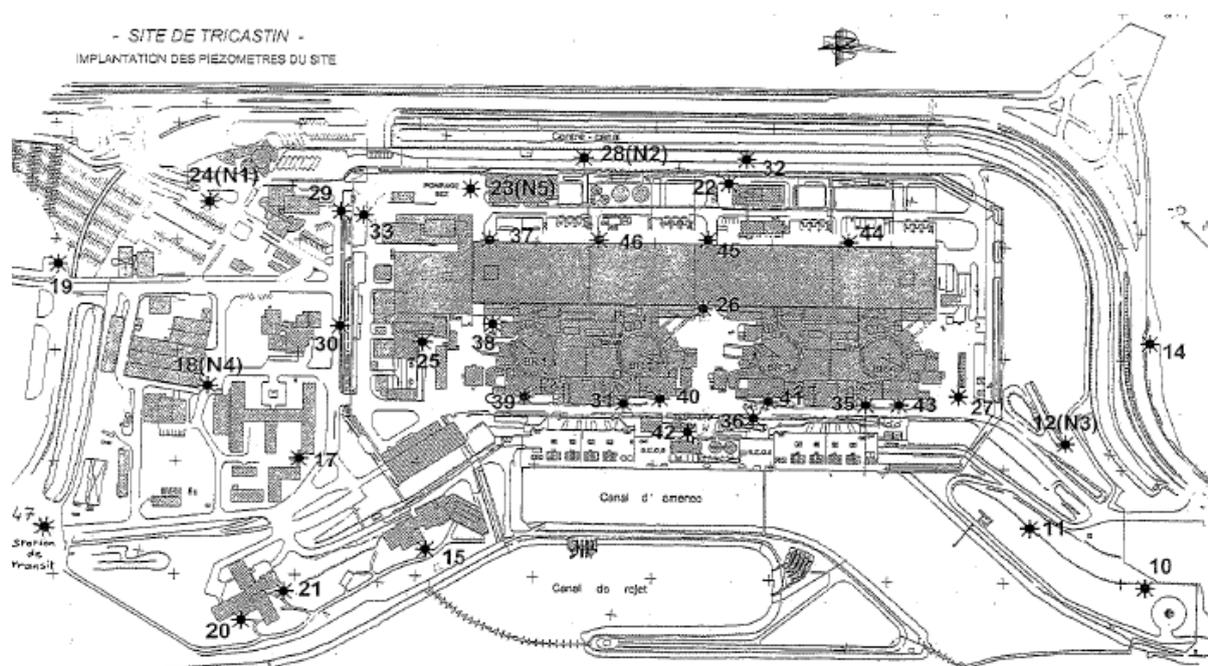
Illustration 1 : Enceinte géotechnique sous la centrale du Tricastin
(Source : EDF 2020)



Le réseau de piézomètres

EDF surveille l'activité du tritium dans les eaux souterraines grâce à un certain nombre de piézomètres. La carte d'implantation issue du rapport environnement 2017 est reproduite ci-dessous.

Carte 2 : Localisation des piézomètres de contrôle
(Source : rapport annuel environnement 2017 (EDF), page 43)



Le rapport environnement 2017 d'EDF Tricastin donne les résultats de surveillance mensuelle pour 2 des piézomètres situés dans la nappe dite « interne » (a priori celle qui est délimitée par l'enceinte géotechnique) et 4 des piézomètres concernant la nappe dite « externe ».

Les résultats sont reproduits dans le tableau 7 ci-dessous. Le code couleur est le suivant : grisé (> 10 Bq/l), jaune (> 20 Bq/l), orange (> 30 Bq/l). Dans chaque colonne, la valeur en rouge est la plus élevée de l'année. Les chiffres en italique ne correspondent pas à des activités mesurées, mais à la valeur de la limite de détection qui est de l'ordre de 5 à 6 Bq/l.

Tableau 7 : Surveillance du tritium dans la nappe proche de la centrale du Tricastin en 2017
(Source : rapport annuel environnement 2017 (EDF), page 40 à 42)

Mois (2017)	Nappe "externe"			Nappe "interne"		Nappe "externe"
	PZ 12 / N3 (Nord)	PZ 28 / N2 (ouest)	PZ 24 / N1 (Sud ouest)	PZ 23 / N5 (sud ouest)	PZ 42 (est)	PZ 18 / N4 (sud est)
Janvier	10	5,7	5,5	13	17	9,3
février	5,8	9,7	7,6	13	15	18
mars	9	12	6,6	14	15	16
avril	8,8	6,9	5,5	10	15	16
mai	12	8,2	8,1	14	15	30
juin	15	11	11,0	14	11	31
juillet	10	5,9	8,0	21	13	27
août	12	9,6	9,2	11	16	19
septembre	10	8,1	7,0	10	13	24
octobre	12	13	12,0	15	14	31
novembre	11	10	16,0	15	14	25
décembre	8,9	9,2	12,0	14	15	22
Moyenne	10,4	9,1	9,0	13,7	14,4	22,4

Le bruit de fond habituel

Dans les eaux souterraines (nappes alluviales de faible profondeur), hors impact d'installations nucléaires, le « bruit de fond » actuel en tritium est de l'ordre de 1 Bq/l, **maximum 2 Bq/l**. Cette valeur correspond à la présence de tritium naturel d'origine cosmogénique d'une part, et du reliquat des retombées des essais nucléaires militaires dans l'atmosphère (particulièrement intenses dans les années 50-60).

On constate que, pour tous les piézomètres, l'activité du tritium est supérieure au bruit de fond. **Il y a donc une contamination chronique des eaux souterraines au voisinage de la centrale du Tricastin par du tritium d'origine anthropique.**

Le bruit de fond local

Le sens général d'écoulement de la nappe alluviale étant du nord vers le sud on peut considérer que le piézomètre PZ 12 / N3 est un « amont » hydraulique. Il présente déjà une contamination par le tritium 5 fois supérieure au bruit de fond puisqu'elle est en moyenne de **10,4 Bq/l** en 2017.

Cette contamination peut être liée aux **rejets liquides** des installations nucléaires situées encore plus en amont, comme par exemple la centrale de **Cruas** qui a rejeté **50 700 GBq de tritium** dans le Rhône en 2017.

Elle peut également provenir des retombées, via les précipitations, imputables aux **rejets de tritium atmosphérique** effectués par la centrale du **Tricastin (1 350 GBq en 2017)**, voire par l'INBs exploitée par le CEA à **Marcoule** qui a rejeté **24 000 GBq** de tritium à l'atmosphère en 2017.

Le niveau de la contribution par les retombées atmosphériques peut être indiqué par les résultats de la surveillance de l'activité du tritium dans les **eaux de pluie** effectuée par EDF. En 2017, les valeurs maximales mensuelles à la station AS 1, située à environ 200 mètres au sud de la centrale du Tricastin, sont comprises entre < 5,7 Bq/l et **8,9 Bq/l**.

On peut donc faire l'hypothèse que des niveaux de tritium de l'ordre de **10 Bq/l** dans les eaux souterraines autour du Tricastin peuvent s'expliquer en partie par les retombées liées aux rejets atmosphériques et par la contamination des eaux du Rhône en amont. On retrouve cet ordre de grandeur pour la moyenne annuelle de l'activité du tritium dans les piézomètres PZ 28 / N2 à l'ouest et PZ 24 / N1 au sud-ouest.

Une contamination plus marquée au sud-est de la centrale du Tricastin

Pour les 2 piézomètres de la nappe interne, on observe par contre des niveaux de tritium sensiblement supérieurs au bruit de fond local, avec des moyennes de l'ordre de **14 Bq/l**.

Mais les résultats les plus significatifs concernent le piézomètre PZ 18 /N4 situé au **sud-est de la centrale nucléaire**. L'activité moyenne en tritium est de **22,4 Bq/l en 2017**, soit une valeur deux fois supérieure au bruit de fond local, avec 3 valeurs mensuelles qui atteignent ou dépassent **30 Bq/l**, soit des valeurs plus de 15 fois supérieures au bruit de fond habituel.

4.2 Les fuites dans la nappe phréatique

Il est raisonnable de penser qu'une part de la contamination en tritium des eaux souterraines au sud-est de la centrale provient des fuites de tritium qui sont régulièrement détectées dans l'enceinte géotechnique.

Nous nous limiterons à deux exemples.

En juin 2013, par exemple, EDF avait détecté une augmentation très nette du niveau de tritium dans les eaux souterraines sous la centrale. Alors qu'en début d'année les valeurs étaient inférieures à 20 Bq/l, le 17 juin la concentration avait atteint **55 Bq/l**. EDF n'avait prévenu l'ASN par téléphone qu'en juillet et n'avait déclaré par écrit que le 6 août un « *évènement intéressant l'environnement* », du fait d'une valeur qui avait dépassé 100 Bq/l le 2 août. La contamination avait même dépassé¹¹ **700 Bq/l** sous le radier, fin septembre 2013.

Nous détaillerons ci-dessous le cas de la dernière fuite connue qui est assez exemplaire des problèmes rencontrés (manque de transparence, minimisation des impacts, banalisation du problème).

Fuites de novembre 2019.

Dans un communiqué publié le 22 janvier 2020, intitulé « *Marquage en tritium de la nappe contenue dans l'enceinte géotechnique située sous la centrale du Tricastin* », EDF a révélé l'existence de nouvelles fuites de tritium dans la nappe phréatique.

EDF a attendu au minimum 11 semaines avant de rendre l'information publique. EDF indique en effet avoir déclaré cet événement le 6 novembre 2019 (déclaration a priori à l'attention de l'ASN – Autorité de Sécurité Nucléaire), mais la contamination est très probablement antérieure.

Curieusement, l'information n'a pas été partagée avec les membres de la CLIGEET (Commission Locale d'Information des Grands Equipements Energétiques du Tricastin) dont une des réunions annuelles se tenait le 6 novembre 2019. Pire, aucune information n'a été donnée aux membres de la CLIGEET depuis lors. Ces derniers ont appris l'existence de cette contamination par la presse locale.

« Marquage » ou « Pollution » ?

Chaque fois qu'il y a fuite, et ce fut le cas de celle déclarée le 6 novembre 2019, EDF utilise le terme « *marquage* » pour désigner ce qui est en fait une « *contamination des eaux souterraines* » et une « *pollution* ». En effet :

- Le niveau de contamination en tritium de **5 300 Bq/l** annoncé par EDF est plus de 2 000 fois supérieur au niveau de tritium « normal » que l'on mesure en France dans les nappes non contaminées.
- La nappe située sous la centrale fait intégralement partie de l'environnement. Or, en France, le rejet direct de substances radioactives dans les eaux souterraines est interdit.

Le mythe de la contamination confinée

Le tritium est un isotope radioactif de l'hydrogène, qui est le plus petit atome existant. Il est particulièrement mobile et est susceptible de diffuser même à travers des murs de 60 centimètres de béton. L'enceinte géotechnique ne peut donc être considérée comme « étanche » au tritium.

EDF indique : « *les valeurs en tritium relevées dans la nappe phréatique à l'extérieur de la centrale sont conformes aux valeurs habituellement observées* ». En réalité, des niveaux de tritium traduisant des apports

¹¹Ces résultats ne sont pas sur le site du réseau national de mesure, qui est pourtant censé donner accès à tous les résultats qui concernent l'environnement.

anthropiques sont régulièrement détectés par EDF dans la nappe autour de la centrale, en dehors de l'enceinte géotechnique.

En **2017 et 2018** par exemple, des valeurs supérieures à 10 Bq/l étaient mises en évidence dans plusieurs piézomètres situés au sud du site du Tricastin, en dehors de l'enceinte géotechnique (voir paragraphe 4.1 ci-dessus).

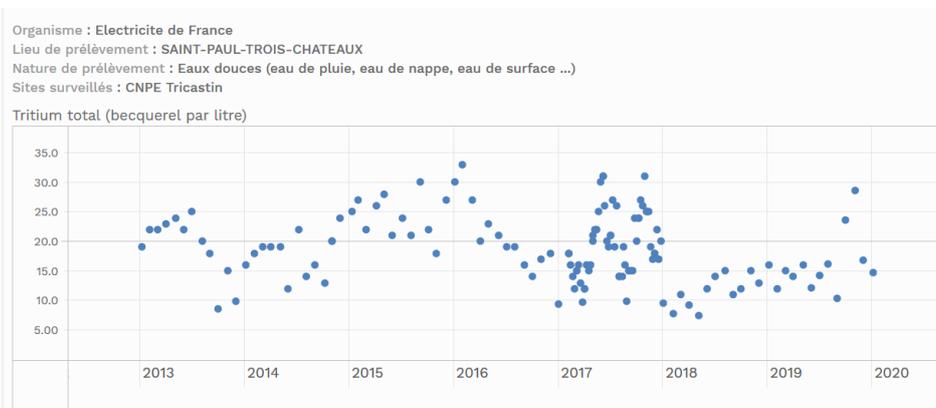
Puisqu'il y a une contamination chronique des eaux souterraines, et ceci même en dehors de l'enceinte géotechnique, EDF peut écrire que la pollution à l'extérieur de la centrale est « conforme » aux valeurs habituellement observées, ce qui ne signifie pas qu'il n'y a pas de pollution, mais qu'elle est devenue chronique, l'impact des fuites des années précédentes permet de banaliser celui des fuites des années suivantes.

Dans le cas de la fuite de novembre 2019, lorsqu'elle a été rendue publique par EDF en janvier 2020, il n'était pas possible de vérifier l'affirmation d'EDF selon laquelle: « les valeurs en tritium relevées dans la nappe phréatique à l'extérieur de la centrale sont conformes aux valeurs habituellement observées ».

En effet, les résultats de surveillance du tritium dans les eaux souterraines mis en ligne par EDF sur le site du **Réseau National de Mesure**, que la CRIIRAD avait consulté le 23 janvier 2020, étaient tous antérieurs au 30 octobre 2019.

Si l'on consulte le même site début mars 2020, on trouve les résultats postérieurs à la fuite de novembre 2019. Pour le piézomètre PZ 18 / N4, situé au sud-est, on constate une forte augmentation de la contamination qui est passée de $10,4 \pm 5,2$ Bq/l le 2 septembre 2019 à **$28,6 \pm 6,56$ Bq/l le 4 novembre 2019**. Le graphique 5 ci-dessous montre en outre que l'activité du tritium dans ce piézomètre dépasse très régulièrement le « bruit de fond local » pour lequel nous proposons d'estimer la valeur autour de 10 Bq/l. **La contamination y a en fait régulièrement dépassé 20 Bq/l, chaque année entre 2013 et 2019. Elle a même dépassé 30 Bq/l en 2016, 2017 et 2018.**

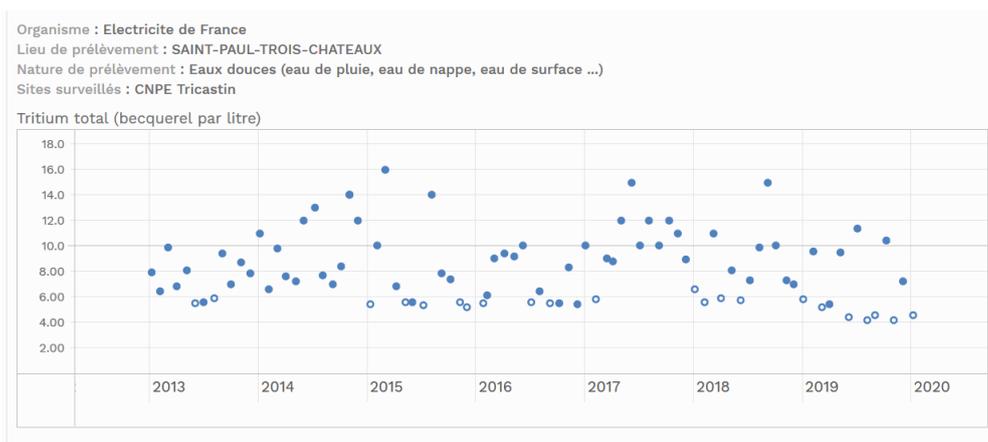
Graphe 5 / activité du tritium au niveau du piézomètre PZ 18 / N4, situé au sud-est (mesures EDF)



Sur la même période, dans le piézomètre PZ 12 / N3, situé **au nord du site du Tricastin**, hors de l'influence des fuites de tritium dans l'enceinte géotechnique, on n'observe pas de tels niveaux de contamination (voir graphe 6 page suivante). La valeur maximale de la période 2013-2019 est en effet de $16 \pm 5,7$ Bq/l (3 mars 2015) et le maximum de l'année 2019 de **$11,4 \pm 4,93$ Bq/l**, soit une valeur conforme au bruit de fond local.

Il faudrait bien sûr disposer d'un nombre de stations de contrôle beaucoup plus important pour déterminer la part que pourraient avoir les rejets autorisés de tritium dans le canal de Donzère sur la contamination des nappes alluviales en rive droite, et sur celle des eaux du PZ 18 / N4. Mais une contribution directe des fuites dans l'enceinte géotechnique reste une hypothèse réaliste pour expliquer les niveaux élevés de tritium de ce piézomètre.

Graphe 6 / activité du tritium au niveau du piézomètre PZ 12 / N3, situé au nord du site du Tricastin (mesures EDF)



Comment transformer une fuite incontrôlée en rejet légal ?

EDF effectue un pompage régulier de l'eau de l'enceinte géotechnique pour que le niveau reste inférieur à celui de la nappe extérieure, afin qu'en cas de contamination des eaux souterraines sous la centrale, les polluants radioactifs puissent être repompés.

Mais étant donné qu'EDF n'est pas en capacité de retirer le tritium des eaux souillées, les eaux contaminées par le tritium sont en réalité finalement rejetées dans le canal de Donzère-Mondragon. Cela permet à EDF de transformer une fuite incontrôlée en un rejet « légal », puisqu'EDF dispose d'autorisations de rejets de tritium dans ce canal.

Ce type de fuite arrive régulièrement sur le site du Tricastin. Le laboratoire de la CRIIRAD était intervenu comme témoin lors du procès qui s'est tenu à Valence en mars 2019 dans le cadre de la plainte déposée contre EDF par les associations Réseau Sortir du Nucléaire, Stop Nucléaire 26-07 et FRAPNA Drôme, du fait des fuites radioactives de l'été 2013 dans la nappe phréatique sous la centrale nucléaire du Tricastin. Lors de l'audience, EDF a été dans l'incapacité de répondre à la question de l'évaluation de la quantité de tritium qui avait été rejeté dans l'environnement du fait des fuites de 2013.

Une situation inquiétante

Dans le cas des fuites de 2013, la contamination des eaux souterraines était due, selon EDF, à la présence d'une « flaqué » d'eau contaminée dans un bâtiment en sous-sol. Du fait de **défauts d'étanchéité dans les joints inter bâtiments**, les éléments radioactifs ont pu migrer jusqu'à la nappe. Cette « anomalie » pose de nombreuses questions sur la capacité d'EDF à gérer correctement son installation. Plus de 5 ans après l'incident de 2013, lors du procès à Valence, on ne savait toujours pas d'où venait la « flaqué radioactive ».

Dans le cas de la fuite déclarée en novembre 2019, EDF indique qu'« **une tuyauterie d'un réservoir d'effluents radioactifs défailante est à l'origine de l'événement** ». L'entreprise ne précise pas s'il s'agit d'une tuyauterie usée par la corrosion, ce qui poserait d'autres questions quant à l'état général de la centrale. Cette fuite interroge également sur l'efficacité des dispositifs de rétention sous ces tuyauteries.

Dans tous les cas, ces événements montrent l'incapacité d'EDF à prévenir des fuites de substances radioactives dans l'environnement. Cette situation va très probablement **s'aggraver avec le vieillissement des installations (corrosion des parties métalliques, accroissement de la fissuration et de la porosité des bétons)**.

5 / Contamination des ressources en eau potable et d'irrigation en aval du CNPE du Tricastin

La CRIIRAD a collecté et analysé les données du Ministère de la Santé¹² sur la contamination par le tritium des eaux potables des communes de la Drôme, du Vaucluse, du Gard et de l'Ardèche situées en aval du point de rejets radioactifs liquides du CNPE du Tricastin dans le canal de Donzère Mondragon.

Il s'agit des données portant sur la **période de janvier 2016 à août 2019**.

Nous avons reporté, sur la carte synthétique page suivante, les résultats concernant l'activité du tritium dans les eaux potables des communes qui jouxtent le canal de Donzère Mondragon et/ou le Rhône **depuis Donzère** (en amont hydraulique du site nucléaire du Tricastin) **jusqu'à Caderousse** (à l'aval du site nucléaire de Marcoule).

La fréquence des contrôles dépend notamment du nombre de personnes desservies par le réseau. On dispose en général d'un résultat de mesure du tritium dans l'eau potable par trimestre, mais pour certaines communes, la base de données du ministère ne donne pas de résultat. Un **point jaune** figure alors à côté du nom de la commune sur la carte 3 page suivante.

Lorsque toutes les mesures de tritium sont inférieures à la limite de détection, un **point bleu** figure à côté du nom de la commune et la valeur maximale de la limite de détection est reportée.

Lorsqu'au moins un contrôle de tritium est positif, un **symbole rouge** figure à côté du nom de la commune et la valeur maximale de la contamination en tritium est reportée. Afin de distinguer les différents réseaux d'approvisionnement en eau potable, le même symbole est retenu pour un même réseau (par exemple un triangle pour Carsan et St Alexandre, un ovale pour Pierrelatte, un cercle pour le réseau Bollène-Mornas, une sphère pour Codolet).

5.1 Au Nord du Tricastin, le tritium est rarement détecté dans les eaux potables

Lorsque l'activité du tritium est inférieure aux capacités de détection de la méthode de mesure utilisée, la limite de détection est calculée et indiquée. L'analyse ne permet pas d'exclure la présence de tritium mais indique que si cet élément est présent, son activité est inférieure à la limite de détection, ici de l'ordre de 5 à 10 Bq/l. La CRIIRAD a fait part aux autorités¹³ de son désaccord quant au recours à des limites de détection aussi élevées sachant que le bruit de fond du tritium dans l'eau est de l'ordre de 2 Bq/l.

Pour les communes, en bordure du Rhône, situées en **amont (au nord) du site du Tricastin**¹⁴, le **tritium n'est pas détecté** dans le cadre des contrôles officiels. Les résultats sont en tout cas inférieurs à la limite de détection (entre <5 Bq/l et <10Bq/l). Plusieurs de ces communes effectuent leur captage d'eau potable dans la nappe alluviale du Rhône : c'est le cas par exemple des communes de **Donzère et de Montélimar**.

Au sud de Donzère, mais en amont du point de rejet des effluents du CNPE du Tricastin dans le canal de Donzère-Mondragon, le tritium est détecté dans l'eau potable distribuée à **Pierrelatte**. Il est à noter que, sur la période mai 2016 à septembre 2019, il n'est mis en évidence que lors d'un contrôle sur 7 (**10 Bq/l** le 5 octobre 2018). Cette eau est prélevée en deux captages dans les alluvions de la plaine réalimentée par le canal de Donzère Mondragon. L'origine du tritium mériterait une enquête spécifique (rejets de tritium dans l'atmosphère par les installations nucléaires de Cruas au Nord et des sites du Tricastin et de Marcoule au sud, puis retombées via les précipitations ; fuites d'installations nucléaires locales directement dans la nappe ; impact des rejets liquides des installations nucléaires situées en amont, etc..).

¹²Accès au site : <https://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/eaux/eau>

¹³https://www.criirad.org/eau%20potable/2019-07-11_lettre-ouverte_H3-eau_1.pdf

¹⁴Cette zone concerne les communes situées en bordure du Rhône, entre Donzère et le site du CNPE de Cruas Meysses, incluant la Ville de Montélimar.

Carte 3 : activité du tritium dans les eaux potables des communes de la vallée du Rhône entre Donzère et Caderousse (période 2016-2019)



5.2 Le réseau d'adduction de Bollène-Mornas : un secteur à risque

Ce qui est frappant en examinant le suivi du tritium dans les eaux potables de la région du Tricastin, c'est de constater que les habitants de très nombreuses communes situées au sud du Tricastin, en aval du point de rejet des effluents liquides de la centrale du Tricastin dans le Rhône boivent régulièrement de l'eau contaminée par du tritium.

Il s'agit par exemple des communes de **Lapalud, Bollène, Lamotte-du-Rhône, Mondragon, Mornas, Piolenc**, toutes desservies par le **Syndicat RAO (Rhône Aygues Ouvèze)** qui assure l'alimentation en eau potable de plus de 71 000 habitants résidant dans 40 communes du Haut Vaucluse et du Sud de la Drôme.

Trois ressources principales (le Rhône, l'Aygues et l'Ouvèze) réparties sur 7 champs captant assurent une production de 6 millions de m³/an.

Environ **70% de cette production** proviennent des 2 champs captants de **Mornas** (Le Grand Moulas et La Roulette). Le pompage de l'eau de la **nappe alluviale du Rhône** se fait à une trentaine de mètres de profondeur, avec une production quotidienne d'eau potable de l'ordre de 9 000 à 10 000 m³.

Le réseau de Mornas est le premier réseau de distribution d'eau potable situé directement en aval du site nucléaire du Tricastin, en **aval de la confluence du canal de Donzère Mondragon et du Vieux Rhône**.

Sur la période de **février 2016 à août 2019**, les mesures trimestrielles officielles de la qualité radiologique de l'eau du robinet de ce réseau indiquent une détection¹⁵ de tritium dans 3 cas sur 15 avec des valeurs de **9 à 10 Bq/l** et l'absence de tritium dans 12 cas sur 15. Mais les limites de détection obtenues sont élevées (< 8 Bq/l à < 10 Bq/l) et ne sont pas en mesure de rendre compte du caractère chronique de la contamination.

C'est ce que confirment les mesures de précision effectuées par le laboratoire de la CRIIRAD dans l'eau du robinet de **Bollène** entre le 30 janvier et le 10 février 2020 (valeurs de **3,4 à 4,1 Bq/l**).

La contamination chronique par le tritium, de l'eau du réseau de Bollène-Mornas, provient en grande partie¹⁶ des rejets radioactifs liquides du CNPE du Tricastin. Ils sont en effet responsables, d'après les propres calculs d'EDF, d'une augmentation de la teneur en tritium de l'eau du canal de plusieurs Bq/l à une vingtaine de becquerels par litre (cas de l'année 2019).

La contamination résultante dans l'eau du robinet est certes très en dessous des normes applicables en France¹⁷ mais elle pose des questions éthiques évidentes. **Est-il normal de donner à boire à plusieurs dizaines de milliers de personnes, dont de jeunes enfants et des femmes enceintes, une eau contaminée par un élément radioactif rejeté par une centrale nucléaire proche ?**

Cette contamination montre en outre **la forte vulnérabilité de la ressource en eau en cas de rejet non maîtrisé ou de catastrophe nucléaire, en particulier sur le site du Tricastin** qui est situé en amont des captages de Mornas. Or dans cette région du Vaucluse, en rive gauche du Rhône, la nappe alluviale du Rhône est la seule ressource. Une représentante de l'ARS nous a indiqué par téléphone¹⁸ qu'en cas de pollution dont la durée serait supérieure à une journée « on ne saurait pas alimenter » le secteur en eau potable.

¹⁵ 9 Bq/l le 18/04/2019 et 10 Bq/l lors des contrôles du 09/02/2016 et du 14/11/2018.

¹⁶ Il peut aussi y avoir aussi une contribution par le tritium rejeté dans l'atmosphère par les installations nucléaires régionales dont Marcoule (l'INBS de Marcoule a rejeté 24 000 GBq de tritium à l'atmosphère en 2017 et 20 000 GBq en 2018). Ce tritium se retrouve dans les précipitations et contribue à la recharge des nappes.

¹⁷ Pour plus d'information sur les normes concernant le tritium dans les eaux potables, voir

https://www.criirad.org/eau%20potable/2019-07-1_H3_10.000%20Bq_1.pdf et

https://www.criirad.org/eau%20potable/2019-07-15_H3_10.000%20Bq_2.pdf

¹⁸ La CRIIRAD a interrogé par courriel l'ARS compétente. Une réponse a été élaborée et était toujours en attente de validation par la hiérarchie, au 20 mai 2020, les autorités étant débordées par la crise du Covid-19.

5 / Résumé

GREENPEACE a demandé au laboratoire de la CRIIRAD de rédiger une synthèse sur la contamination du milieu aquatique en aval de la centrale nucléaire du Tricastin. Les principaux éléments sont résumés ci-dessous :

Les rejets dans les eaux de surface

Comme toutes les centrales électronucléaires du parc EDF, la centrale du Tricastin effectue régulièrement des rejets d'effluents radioactifs liquides. Le **tritium** (isotope radioactif de l'hydrogène) et le **carbone 14** (isotope radioactif du carbone) représentent **plus de 99,99 % de la radioactivité rejetée par la centrale dans le canal de Donzère-Mondragon** (qui constitue un bras artificiel du Rhône). EDF est autorisée à rejeter en effet chaque année **90 000 milliards de becquerels de tritium** et **260 milliards de becquerels de carbone 14**.

Les rejets sont effectués par vidange de réservoirs d'effluents liquides, tout au long de l'année, mais avec de fortes variations temporelles. En 2017, par exemple, les rejets de tritium ont été 8,7 fois plus importants en mars qu'en décembre.

Impact sur les eaux du Rhône

En l'absence de rejets par les installations nucléaires, les niveaux de tritium dans les eaux de surface devraient être de l'ordre de **0,1 à 2 Bq/l**. Il existe en effet une faible présence de tritium d'origine naturelle apporté par les précipitations et un reliquat des retombées des essais nucléaires atmosphériques particulièrement intenses dans les années 50-60.

En 2019, les contrôles réalisés quotidiennement par EDF sur les eaux « réceptrices » (en aval du point de rejet) ont indiqué des niveaux de tritium supérieurs à la limite de détection¹⁹ dans plus de 75 % des cas, avec des valeurs **supérieures ou égales à 10 Bq/l dans 34 % des cas**. La valeur maximale de la moyenne quotidienne relevée en 2019 était de 38,4 Bq/l et la moyenne générale de **11 Bq/l**.

En 2019, la moyenne quotidienne la plus élevée de l'activité volumique du tritium, après dilution, ajoutée dans le Rhône (par la centrale du Tricastin) variait, selon les mois, entre 3,4 Bq/l et 22 Bq/l (soit une variation d'un facteur 6 au cours de l'année). La valeur moyenne était de **8,4 Bq/l** (il s'agit de la contribution des rejets de la seule centrale du Tricastin).

L'eau du Rhône est donc contaminée de manière chronique par le tritium rejeté par la centrale du Tricastin et par les autres installations nucléaires qui effectuent des rejets soit directement dans le Rhône (réacteur en démantèlement de Superphénix, centrales électronucléaires du Bugey, Saint-Alban, Cruas, installations Orano Cycle à Pierrelatte) soit dans ses affluents (rejets du CERN près de Genève, du réacteur de l'ILL à Grenoble). A l'aval du Tricastin, il faut tenir compte également des rejets des sites nucléaires de Marcoule et également de Cadarache (via la Durance).

Depuis 2014, la **centrale du Tricastin est l'installation nucléaire de la basse vallée du Rhône (en aval de Montélimar) qui rejette le plus de tritium dans les eaux de surface**.

Impact des rejets sur les organismes aquatiques

Les atomes d'hydrogène et de carbone sont des constituants fondamentaux de la matière vivante. Dès lors que des isotopes radioactifs de ces éléments sont rejetés dans les eaux, on va les retrouver dans les cellules des organismes vivants, y compris dans les molécules d'ADN. Rejeter du tritium et du carbone 14, c'est augmenter l'exposition de la faune, de la flore et in fine des êtres humains à des substances cancérigènes.

Or cet **impact est très mal évalué**. Dans le cadre de ses contrôles au jour le jour, EDF ne vérifie pas les niveaux de contamination en **tritium des organismes vivants**. De plus, sur la période 2005 à 2014, soit pendant 10 années, les études radioécologiques annuelles commandées par EDF à l'IRSN n'ont fait état que d'un seul contrôle de l'activité du tritium dans les végétaux aquatiques. Ce contrôle, effectué en 2007, montrait une activité du tritium libre²⁰ en aval du Tricastin inférieure à celle mesurée en amont.

¹⁹ Les limites de détection sont cependant relativement élevées (< 4,12 Bq/l à < 6,3 Bq/l). Cela signifie que des concentrations de 4 à 6 Bq/l peuvent ne pas être mises en évidence car la précision des mesures n'est pas suffisante.

²⁰ On parle de tritium libre lorsque les atomes d'hydrogène radioactif sont associés aux molécules d'eau et de tritium organiquement lié lorsqu'ils sont associés à des molécules organiques.

La même année, la CRIIRAD, qui effectuait une étude sur le tritium organiquement lié, constatait **une radioactivité dans les plantes aquatiques 14 fois plus importante en aval du Tricastin qu'en amont**. Or la radiotoxicité du tritium organiquement lié, qui est « accroché » aux molécules constitutives des êtres vivants, est nettement plus importante que celle du tritium dit « libre », du fait en particulier d'un temps de résidence beaucoup plus long dans les organismes.

Cette contamination de l'environnement est méconnue du grand public. Et pour cause, on ne trouve aucun résultat de contrôle de la contamination en tritium de la faune et de la flore aquatique dans les bulletins mensuels de surveillance de l'environnement mis en ligne par EDF sur son site internet.

Les fuites dans la nappe

Aux rejets chroniques « autorisés » de la centrale du Tricastin s'ajoutent régulièrement des **fuites d'eaux contaminées dans la nappe** située sous la centrale. En novembre 2019, la contamination a atteint **5 300 Bq/l** soit plus de 2 000 fois la valeur observée en France dans des nappes alluviales non contaminées. EDF minimise le problème en soulignant que la nappe sous la centrale est « isolée » de la nappe extérieure par une « enceinte géotechnique », mais il n'est pas possible d'empêcher totalement la migration du tritium à travers les parois de l'enceinte. Sans compter que les eaux polluées sous la centrale sont pompées par EDF et rejetées dans le canal sans que le tritium ne puisse être retenu avant rejet, transformant ainsi une fuite radioactive non autorisée dans la nappe phréatique en un rejet autorisé dans le canal.

Cette situation est d'autant plus préoccupante que certaines fuites sont liées à des **défauts qui vont s'aggraver avec le vieillissement des installations** (défauts d'étanchéité des joints inter bâtiments mis en cause dans les fuites de 2013 par exemple). Le risque de contamination des eaux souterraines et des eaux de surface va donc s'accroître. En 2017, les niveaux de tritium dans la **nappe phréatique externe au sud-est de la centrale** étaient en moyenne de **22,4 Bq/l**, soit une valeur deux fois supérieure à celle des piézomètres « amont » et avec 3 valeurs mensuelles supérieures à 30 Bq/l soit plus de **15 fois supérieures** aux valeurs attendues sur des nappes superficielles non contaminées.

Impact sur les ressources en eau potable

Les rejets « autorisés » dans le canal et les fuites dans la nappe sous la centrale induisent une contamination chronique des eaux de surface puis des nappes alluviales qu'elles rechargent. **C'est ainsi que plusieurs dizaines de milliers d'habitants des communes de Lapalud, Bollène, Lamotte-du-Rhône, Mondragon, Mornas, Piolenc, sont alimentés en eau potable contaminée par du tritium provenant en partie de la centrale du Tricastin**. Les pompages sont en effet effectués dans la nappe alluviale du Rhône, au niveau de la commune de Mornas, à environ 15 kilomètres en aval du Tricastin. Sur la période 2016-2019, les contrôles trimestriels officiels mettent en évidence la présence de tritium dans l'eau du robinet dans 3 cas sur 15 avec des valeurs de **9 à 10 Bq/l**. Ces valeurs sont nettement inférieures aux normes « sanitaires », mais elles ne sont pas pour autant « normales ». S'il n'y avait pas de rejets par les installations nucléaires on devrait avoir des valeurs 5 fois plus faibles.

De plus, pour les 12 cas sur 15 où le tritium n'est pas détecté, on remarquera que les limites de détection sont élevées (< 8 Bq/l à < 10 Bq/l) et ne permettent pas de détecter l'impact des rejets, pourtant bien réel comme l'ont montré les contrôles effectués par le laboratoire de la CRIIRAD avec des méthodes analytiques plus sensibles, en janvier et février 2020 (3,4 à 4,1 Bq/l).

Ces résultats et les propres données d'EDF montrent que la contamination de l'eau du robinet du secteur Bollène-Mornas est très probablement permanente, y compris lorsque les contrôles officiels indiquent des valeurs inférieures aux limites de détection.

Est-il normal que de jeunes enfants et des femmes enceintes reçoivent une eau de boisson qui contient de manière quasi permanente une substance radioactive cancérigène produite dans les cœurs des réacteurs nucléaires du Tricastin, et ceci depuis des décennies ?

Il est nécessaire que les contrôles de la qualité radiologique des eaux potables soient effectués avec une périodicité accrue (un contrôle par trimestre constitue une fréquence totalement inadaptée compte tenu de la forte variabilité des rejets radioactifs dans le temps) et avec une sensibilité de détection permettant de relever les impacts au lieu de les masquer.

La présence de tritium dans les eaux destinées à la boisson concerne également les eaux destinées à l'irrigation. La CRIIRAD a interrogé les autorités sanitaires en janvier 2020, sur les moyens qui seraient mis en œuvre pour faire face à des rejets radioactifs non maîtrisés ou à une **catastrophe nucléaire susceptible d'impacter les ressources en eau potable de dizaines de milliers de personnes**. Les réponses officielles ne nous sont pas encore parvenues. Une représentante de l'Agence Régionale de Santé nous a indiqué, par téléphone, qu'en cas de pollution dont la durée serait supérieure à une journée, on ne saurait pas alimenter le secteur en eau potable.