

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 (page 222). 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)** [27]. De nombreux services de médecine nucléaire sont aussi implantés sur le bassin versant (figure 1 page 26). 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.

Les conditions d'exécution et les limites des rejets d'effluents, dans le cours d'eau et dans l'atmosphère, sont définies par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). L'exploitant n'a pas porté à la connaissance de l'IRSN d'évènement intéressant l'environnement pour l'année 2019 ayant pu avoir une conséquence mesurable sur les niveaux d'activité des échantillons analysés dans le cadre de ce suivi annuel.

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 222). 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.**

La chronologie des études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE du Tricastin est présentée sur la figure 38 page 218).

Évènements pouvant influencer le niveau de radioactivité dans l'environnement du CNPE

Études radioécologiques conduites dans l'environnement du CNPE de Tricastin

Début des essais aériens d'armes nucléaires : 1945

Marcoule : démarrage G1, G2, G3 (production Pu) : 1956- 1959

Marcoule : démarrage des Célestin 1 et 2 et ATM (³H) : 1967

Marcoule : démarrage démantèlement G1 : 1969

Couplage Bugey 1 : 15 avril 1972

6 essais aériens chinois : janv. 1976 - déc. 1979

Tricastin : démarrage G. Besse (enrichissement U) : 1979

Couplage Bugey 2, 3, 4 et 5 : mai 1978 à juillet 1979

Couplage tranche 1 : 31 mai 1980

Couplage tranche 2 : 7 août 1980

Dernier essai aérien chinois : 16 oct. 1980

Couplage tranche 3 : 10 février 1981

Couplage tranche 4 : 12 juin 1981

Couplage Cruas 1, 2, 3, 4 : avril 1983- octobre 1984

Tricastin : démarrage SOCATRI (uranium) : 1984

Couplage Saint-Alban 1 : 30 août 1985

Marcoule : démarrage démantèlement G2, G3 : 1986

Accident de Tchernobyl : 26 avril 1986

Couplage Saint-Alban 2 : 3 juillet 1986

Fonctionnement de Superphénix : janv. 1986 à mai 1987 :
avril à oct. 1989, juin 1990

Arrêt de Bugey 1 : mai 1994

Redémarrage de Superphénix : août 1994

Arrêt définitif de Superphénix : 1998

Marcoule : arrêt des Célestin 1 et 2 : 2009

Accident de Fukushima : 11 mars 2011

Tricastin : démarrage George Besse 2 (enrichissement U)

Marcoule : arrêt ATM : 2012

1976-1978 État de référence

1989-1991 Bilan décennal

1992-2000 Suivi annuel

2001 Suivi annuel + Bilan décennal

2002-2011 Suivi annuel

2012 Suivi annuel + Bilan décennal

2013-2019 Suivi annuel

Figure 38 - 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 39 page 222. Les caractéristiques (dates, stations, natures, etc.) identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le tableau 108 page 220 et suivantes. La granulométrie et la teneur en matière organique des sols analysés sont présentées dans le tableau 120 page 248.

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 et herbe) **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. Dans la **stratégie 2019, une mousse terricole, une production agricole (salades), de l'herbe, du lait et un sol de prairie** sont prélevés sous les vents dominants du CNPE, au sud du site (Bollène, Mondragon), **dans l'axe de la vallée du Rhône**, selon la rose des vents de la Figure 39 page 222.

L'ensemble des échantillons prélevés sous influence a fait l'objet d'une mesure par spectrométrie gamma. L'¹³¹I a été recherché spécifiquement dans les mousses terricoles prélevées dans la zone influencée. Dans le lait, les salades et **l'herbe collectées en zone influencée**, le tritium libre et le tritium organiquement lié ont été recherchés. Enfin, le ¹⁴C est recherché dans le lait et les salades prélevées sous les vents dominants.

Tableau 108 - **Identification des échantillons prélevés dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin** lors du suivi radioécologique de 2019.

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Station	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
0,99 km S	Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	04,73186	44,32186	Herbes	Herbe de prairie permanente	entier/eaulyo	26/04/2019	H-3 libre (Liquide)	4,24	-
0,99 km S	Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	04,73186	44,32186	Herbes	Herbe de prairie permanente	entier/reslyo	26/04/2019	H-3 lié (Sec)	4,24	-
0,99 km S	Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	04,73186	44,32186	Herbes	Herbe de prairie permanente	entier/reslyo	26/04/2019	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,24	-
0,99 km S	Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	04,73186	44,32186	Herbes	Herbe de prairie permanente	Parties aériennes	26/04/2019	Gamma (Cendre)	4,25	11,71
1,07 km S	Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	04,73127	44,32113	Sols non cultivés	Sol de friche	entier	13/02/2019	Granulométrie (Sec)	1,23	-
1,07 km S	Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	04,73127	44,32113	Sols non cultivés	Sol de friche	entier	13/02/2019	MO après combustion (en cours) (Sec)	1,23	-
1,07 km S	Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	04,73127	44,32113	Sols non cultivés	Sol de friche	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	13/02/2019	Gamma (Sec)	1,23	-
8,25 km SSO	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,70454	44,25901	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	entier/eaulyo	09/07/2019	H-3 libre (Liquide)	19,68	-
8,25 km SSO	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,70454	44,25901	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	entier/reslyo	09/07/2019	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	19,68	-
8,25 km SSO	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,70454	44,25901	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	entier/reslyo	09/07/2019	C élémentaire (Sec)	19,68	-
8,25 km SSO	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,70454	44,25901	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	entier/reslyo	09/07/2019	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	19,68	-
8,25 km SSO	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,70454	44,25901	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	entier/reslyo	09/07/2019	CTOT (Sec)	19,68	-
8,25 km SSO	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,70454	44,25901	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	entier/reslyo	09/07/2019	H-3 lié (Sec)	19,68	-
8,25 km SSO	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,70454	44,25901	Légumes	Laitue, batavia, romaines <i>Lactuca sativa L.</i>	Feuilles annuelles	09/07/2019	Gamma (Cendre)	19,96	5,27
9,43 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,74227	44,24625	Mousses terricoles	<i>Scleropodium purum</i>	Parties aériennes	13/02/2019	Gamma (Frais)+I-131	-	-

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Station	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
10,8 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,74944	44,23449	Aliments liq. Non transformés	Lait de chèvre	entier	26/04/2019	Gamma (Cendre)	8,25	12,71
10,8 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,74944	44,23449	Aliments liq. Non transformés	Lait de chèvre	entier/eulyo	26/04/2019	H-3 libre (Liquide)	7,87	-
10,8 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,74944	44,23449	Aliments liq. Non transformés	Lait de chèvre	entier/reslyo	26/04/2019	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	7,87	-
10,8 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,74944	44,23449	Aliments liq. Non transformés	Lait de chèvre	entier/reslyo	26/04/2019	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	7,87	-
10,8 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,74944	44,23449	Aliments liq. Non transformés	Lait de chèvre	entier/reslyo	26/04/2019	C élémentaire (Sec)	7,87	-
10,8 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,74944	44,23449	Aliments liq. Non transformés	Lait de chèvre	entier/reslyo	26/04/2019	CTOT (Sec)	7,87	-
10,8 km S	Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	04,74944	44,23449	Aliments liq. Non transformés	Lait de chèvre	entier/reslyo	26/04/2019	H-3 lié (Sec)	7,87	-

- : absence de traitement.

Eulyo : eau extraite par lyophilisation.

Reslyo : résidu sec après lyophilisation.

Prélèvements hors vents dominants de l'installation

Prélèvements sous les vents dominants de l'installation

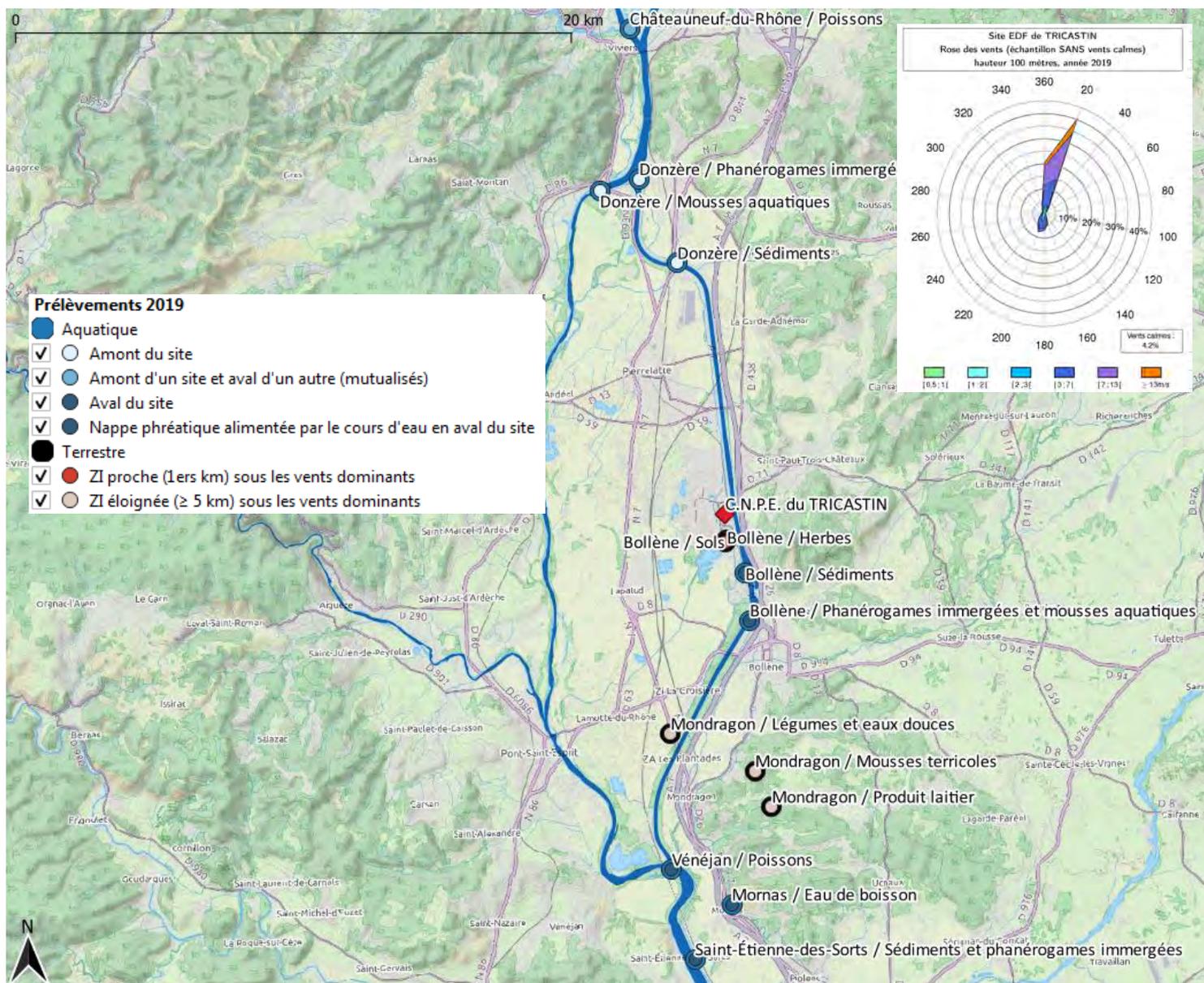


Figure 39 - Localisation générale des stations de prélèvement dans le milieu terrestre et dans le milieu aquatique pour le suivi radioécologique annuel 2019 du CNPE du Tricastin.

8.2.2 Résultats et interprétation

8.2.2.1 *Radionucléides émetteurs gamma*

8.2.2.1.1 Radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle

Les résultats d'analyse par spectrométrie γ des activités en radionucléides d'origine naturelle dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin sont présentés dans le tableau 121 page 249.

En 2019, 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}K et, dans une moindre mesure, aux radionucléides des familles du ^{232}Th et de ^{238}U . Dans le sol prélevé, les activités massiques en ^{40}K , en descendants du ^{232}Th et de ^{238}U sont similaires aux valeurs observées en France métropolitaine [22, 23, 1]. La seconde composante d'origine cosmogénique est due au ^7Be , présent principalement dans les végétaux dont la surface foliaire est propice à la captation des retombées atmosphériques. Dans le lait de chèvre, le ^{40}K est toujours proche de 50 Bq.L^{-1} , **quels que soient l'année ou le lieu** du prélèvement. **L'obtention d'activités proches de celles habituellement** observées permet en outre de garantir **que les échantillons mesurés par spectrométrie gamma n'ont subi aucun biais durant les étapes de** prélèvement, traitement et d'analyse.

8.2.2.1.2 Radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle

Les résultats d'analyse par spectrométrie γ des activités en radionucléides d'origine artificielle dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin sont présentés dans le Tableau 122 page 250.

Le ^{137}Cs est le seul radionucléide d'origine artificielle mesuré dans l'ensemble des matrices prélevées à l'exception des salades prélevées à Mondragon. Aucun des autres radionucléides recherchés n'a pu être quantifié. En 2019, les activités en ^{137}Cs mesurées dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin s'inscrivent dans la continuité des niveaux observés au cours de la dernière décennie (Figure 40 page 224, Tableau 110 à Tableau 114 page 238 à 242).

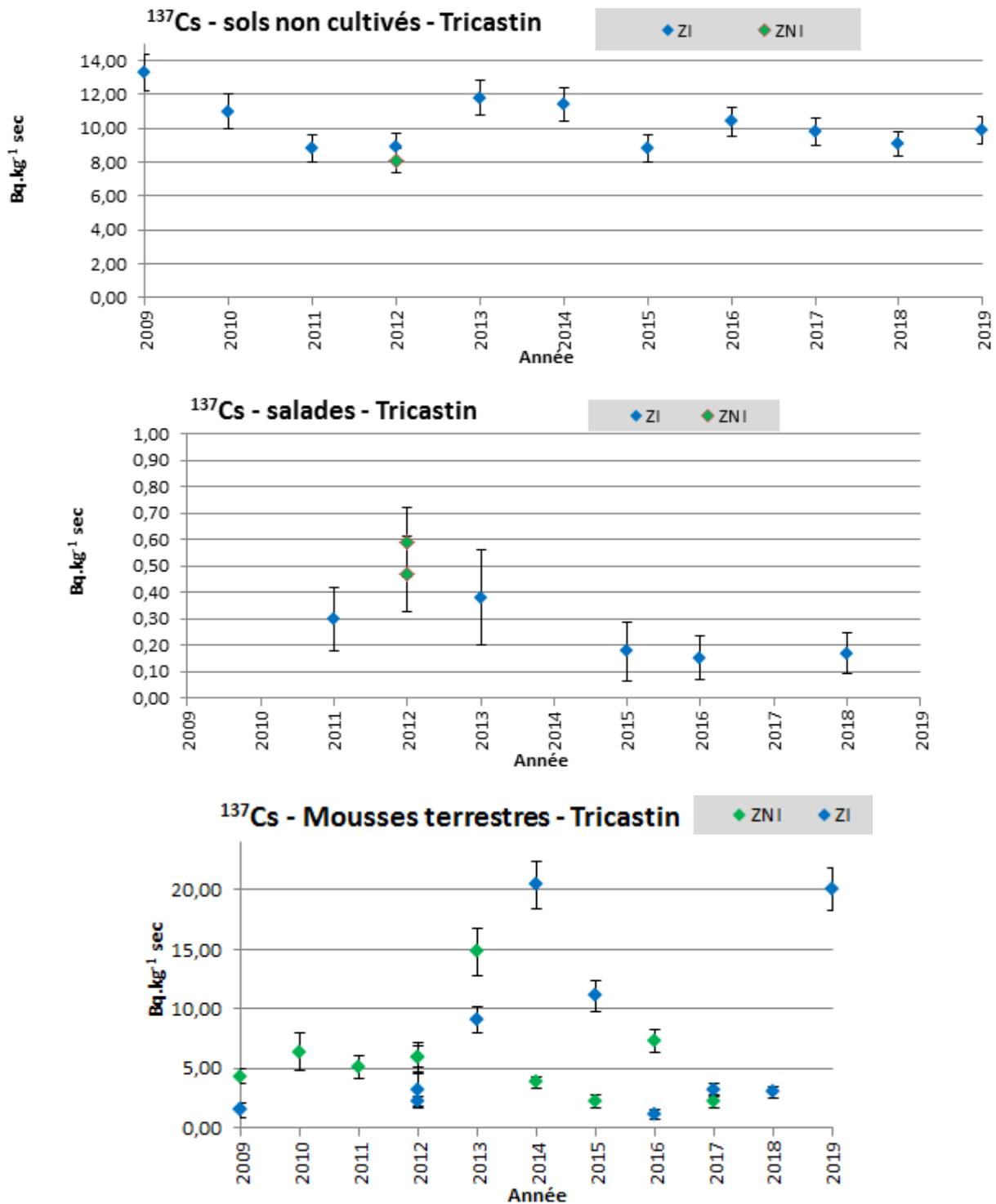


Figure 40 - Variation temporelle des activités (valeurs minimales à maximales) du ¹³⁷Cs détecté par spectrométrie γ dans des échantillons de sols non cultivés, végétaux cultivés et mousses terrestres prélevés dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin de 2009 à 2019.

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 251 et le Tableau 124 page 251.

Dans les salades et l'herbe prélevées et analysées en 2019, les activités en tritium libre et en tritium organiquement lié sont proches du bruit de fond attendu en milieu terrestre hors influence d'un apport industriel local (1 à 3 Bq.L⁻¹ d'après [1]). En revanche, si le niveau d'activité du tritium organiquement lié mesuré dans le lait de chèvre est dans la gamme du bruit de fond attendu en milieu terrestre hors influence d'un apport industriel local, celui du tritium libre (5,10±0,70 Bq.L⁻¹ d'eau de dessiccation) est supérieur au bruit de fond attendu. Ce résultat est lié aux rejets d'effluents atmosphériques tritiés sur l'environnement terrestre au voisinage du CNPE du Tricastin.

8.2.2.2.2 Carbone 14

Les résultats d'analyse des activités ¹⁴C dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin sont présentés dans le tableau 125 page 252.

Dans l'échantillon de salades prélevé sous les vents dominants du CNPE et dans le lait de chèvre, l'activité en ¹⁴C mesurée est proche du bruit de fond mesuré à distance de tout apport industriel (proche de 230 Bq.kg⁻¹ C d'après [1]). Les résultats obtenus en 2018 sur les prélèvements de prairie réalisés trimestriellement à la station AS1 (entre 235±12 Bq.kg⁻¹ C et 285±14 Bq.kg⁻¹ C) sont supérieurs au bruit de fond du ¹⁴C (proche de 230 Bq.kg⁻¹ C d'après [1]) excepté pour un prélèvement.

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 39 page 222. Les caractéristiques (dates, stations, natures, etc.) identifiant chaque échantillon sont répertoriées dans le tableau 109 page 227 et suivantes. La teneur en matière organique et la granulométrie des sédiments sont présentées dans le tableau 120 page 248.

Les stations et la nature des prélèvements permettent la comparaison avec les résultats des études antérieures. 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 tandis que les végétaux et les **sédiments de l'aval lointain** sont collectés dans le Rhône à Saint-Etienne-des-Sorts, après la confluence entre le canal et le fleuve. Les poissons en aval sont collectés à Vénéjan. **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 17 mètres de profondeur dans un forage situé à Mondragon.** 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 (17 mètres en pompage). **L'eau captée** par le forage de Mondragon 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** (contre-canal, canal de Donzère-Mondragon où le CNPE du Tricastin rejette les effluents liquides ?).

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

Tous les échantillons **de phanérogames, de poissons, de sédiments et d'eau de boisson** prélevés ont été mesurés **par spectrométrie γ .** L'¹³¹I a été recherché dans les phanérogames immergées. Le tritium libre a été mesuré dans les échantillons de phanérogames immergées, **dans l'eau de boisson et dans l'eau d'irrigation.** Le tritium organiquement lié et le ¹⁴C ont été mesurés dans les échantillons de phanérogames immergées (excepté pour **l'aval lointain**) et dans les poissons. Du ⁶³Ni et du ⁵⁵Fe sont mesurés dans les échantillons de bryophytes. Une **mesure en beta global a été réalisée dans l'eau de boisson.**

Tableau 109 - Identification des échantillons analysés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique de 2019.

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Station	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
8,18 km SSO		Mondragon	04,70425	44,25974	Eaux douces	Eau d'irrigation	entier/pdtfiltr	09/07/2019	H-3 libre (Brut)	-	-
14,22 km S		Mornas	04,73044	44,20286	Eaux boisson	Eau potabilisée par traitement	entier/pdtfiltr	09/07/2019	H-3 libre (Brut)	-	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69583	44,44032	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	entier/reslyo	02/09/2019	CTOT (Sec)	7,67	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69583	44,44032	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	entier/reslyo	02/09/2019	H-3 lié (Sec)	7,67	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69583	44,44032	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	entier/reslyo	02/09/2019	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	7,67	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69583	44,44032	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Parties aériennes	02/09/2019	Gamma (Frais)+I-131	-	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69583	44,44032	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Parties aériennes	02/09/2019	Gamma (Cendre)	7,48	7,33
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69583	44,44032	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	entier/eaulyo	02/09/2019	H-3 libre (Liquide)	7,67	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69583	44,44032	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	entier/reslyo	02/09/2019	C-14 par MS (spectrométrie de masse) (Sec)	7,67	-
12,51 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,69583	44,44032	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	entier/reslyo	02/09/2019	C élémentaire (Sec)	7,67	-
12,53 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,67791	44,43674	Mousses aquatiques	Cinclidotus danub. <i>Cinclidotus danubicus</i>	entier	02/09/2019	Fe-55 par SL (Cendre)	4,75	4,39
12,53 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,67791	44,43674	Mousses aquatiques	Cinclidotus danub. <i>Cinclidotus danubicus</i>	entier	02/09/2019	Ni-63 par Sc. Liq. (cendres) (Cendre)	4,75	4,39
9,24 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,71222	44,41266	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	entier	13/02/2019	Granulométrie (Sec)	1,59	-
9,24 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,71222	44,41266	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	entier	13/02/2019	MO après combustion (en cours) (Sec)	1,59	-
9,24 km amont	Rhône en amont du Tricastin	Donzère	04,71222	44,41266	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage	13/02/2019	Gamma (Sec)	1,59	-

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Station	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
							(retenu sur tamis)				
16,65 km aval	Rhône en aval de Cruas	Châteauneuf-du-Rhône	04,69302	44,48953	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	entier/reslyo	24/04/2019	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	4,43	-
16,65 km aval	Rhône en aval de Cruas	Châteauneuf-du-Rhône	04,69302	44,48953	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	entier/reslyo	24/04/2019	C élémentaire (Sec)	4,43	-
16,65 km aval	Rhône en aval de Cruas	Châteauneuf-du-Rhône	04,69302	44,48953	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	entier/reslyo	24/04/2019	CTOT (Sec)	4,43	-
16,65 km aval	Rhône en aval de Cruas	Châteauneuf-du-Rhône	04,69302	44,48953	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	entier/reslyo	24/04/2019	H-3 lié (Sec)	4,43	-
16,65 km aval	Rhône en aval de Cruas	Châteauneuf-du-Rhône	04,69302	44,48953	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	entier/reslyo	24/04/2019	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	4,43	-
16,65 km aval	Rhône en aval de Cruas	Châteauneuf-du-Rhône	04,69302	44,48953	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	24/04/2019	Gamma (Cendre)	4,02	21,87
2,27 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,73986	44,31125	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	entier	13/02/2019	Granulométrie (Sec)	1,88	-
2,27 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,73986	44,31125	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	entier	13/02/2019	MO après combustion (en cours) (Sec)	1,88	-
2,27 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,73986	44,31125	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	13/02/2019	Gamma (Sec)	1,88	-
4,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,74139	44,29544	Phanérogames immergées	Potamogeton pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	entier/eaulyo	02/09/2019	H-3 libre (Liquide)	6,81	-
4,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,74139	44,29544	Phanérogames immergées	Potamogeton pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	entier/reslyo	02/09/2019	C-14 par MS (spectrométrie de masse) (Sec)	6,81	-
4,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,74139	44,29544	Phanérogames immergées	Potamogeton pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	entier/reslyo	02/09/2019	C élémentaire (Sec)	6,81	-
4,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,74139	44,29544	Phanérogames immergées	Potamogeton pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	entier/reslyo	02/09/2019	CTOT (Sec)	6,81	-
4,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,74139	44,29544	Phanérogames immergées	Potamogeton pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	entier/reslyo	02/09/2019	H-3 lié (Sec)	6,81	-
4,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,74139	44,29544	Phanérogames immergées	Potamogeton pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	entier/reslyo	02/09/2019	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	6,81	-

Situation par rapport au C.N.P.E.	Chronique	Station	Longitude WGS 84	Latitude WGS 84	Nature	Espèce	Fraction	Date de prélèvement	Type de mesure	Frais/Sec	Sec/Cendres
4,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,74139	44,29544	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Parties aériennes	02/09/2019	Gamma (Frais)+I-131	-	-
4,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,74139	44,29544	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Parties aériennes	02/09/2019	Gamma (Cendre)	7,10	7,67
4,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,74139	44,29544	Mousses aquatiques	Mousse	Parties aériennes	02/09/2019	Fe-55 par SL (Cendre)	5,64	2,93
4,01 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Bollène	04,74139	44,29544	Mousses aquatiques	Mousse	Parties aériennes	02/09/2019	Ni-63 par Sc. Liq. (cendres) (Cendre)	5,64	2,93
13,09 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Vénéjan	04,70385	44,21466	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	24/04/2019	C-14 par SL (Benzène) (Sec)	3,97	-
13,09 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Vénéjan	04,70385	44,21466	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	24/04/2019	C élémentaire (Sec)	3,97	-
13,09 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Vénéjan	04,70385	44,21466	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	24/04/2019	CTOT (Sec)	3,97	-
13,09 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Vénéjan	04,70385	44,21466	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	24/04/2019	Gamma (Cendre)	3,52	26,92
13,09 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Vénéjan	04,70385	44,21466	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	24/04/2019	H-3 lié (Sec)	3,97	-
13,09 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Vénéjan	04,70385	44,21466	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	24/04/2019	Pourcentage massique de l'hydrogène (Sec)	3,97	-
16,24 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	04,71338	44,18523	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	entier	13/02/2019	Granulométrie (Sec)	1,72	-
16,24 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	04,71338	44,18523	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	entier	13/02/2019	MO après combustion (en cours) (Sec)	1,72	-
16,24 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	04,71338	44,18523	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	13/02/2019	Gamma (Sec)	1,72	-
16,3 km aval	Rhône en aval de Tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	04,71375	44,18465	Phanérogames immergées	Potamot pectiné <i>Potamogeton pectinatus</i>	Parties aériennes	02/09/2019	Gamma (Cendre)	7,11	6,04

- : absence de traitement.

Eaulyo : eau extraite par lyophilisation.

Reslyo : résidu sec après lyophilisation.

Pdtfiltr : produit de filtration.

Amont	Prélèvements en amont du dispositif de rejet des effluents liquides
Aval	Prélèvements en aval du dispositif de rejet des effluents liquides
	Prélèvements d'eau en aval du dispositif de rejet des effluents liquides

8.3.2 Résultats et interprétation

8.3.2.1 *Radionucléides émetteurs gamma*

8.3.2.1.1 Radionucléides émetteurs gamma d'origine naturelle

Les résultats d'analyse par spectrométrie γ des activités en radionucléides d'origine naturelle dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin sont présentés dans le tableau 127 page 254.

En 2019, la radioactivité d'origine naturelle mesurée dans les sédiments, les végétaux et les poissons s'inscrit dans la gamme des valeurs habituellement mesurées dans ces matrices [1]. Le ^{40}K est le radionucléide prépondérant dans l'ensemble des matrices échantillonnées. Les activités en ^{40}K dans les poissons sont celles attendues pour ces animaux dont la teneur en potassium est physiologiquement régulée (activité massique toujours proche de 100 Bq.kg^{-1} frais). Les radionucléides des familles de l' ^{238}U et du ^{232}Th ainsi que le ^7Be sont détectés dans les sédiments et dans les végétaux. L'ensemble des résultats obtenus permet d'assurer que les échantillons n'ont pas subi de biais au cours des étapes de prélèvement, de préparation et d'analyse par spectrométrie gamma.

8.3.2.1.2 Radionucléides émetteurs gamma d'origine artificielle

Les résultats d'analyse par spectrométrie γ des activités en radionucléides d'origine artificielle dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin sont présentés dans le tableau 128 page 255.

Le ^{137}Cs est présent dans tous les échantillons prélevés en milieu aquatique avec des activités s'inscrivant dans la gamme des niveaux observés au cours des dix dernières années (Figure 41 page 232 pour les poissons et du tableau 116 page 244 au tableau 119 page 247). On notera que, dans toutes les matrices prélevées, compte tenu des incertitudes de mesure, l'activité du ^{137}Cs est du même ordre de grandeur entre l'amont et l'aval, à l'exception des sédiments prélevés en aval proche, lesquels présentent un niveau d'activité ($3,92 \pm 0,37 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$) supérieur par rapport à l'amont ($2,23 \pm 0,22 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$).

Du ^{58}Co ($0,37 \pm 0,10 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ dans les phanérogames), du ^{60}Co ($0,70 \pm 0,15 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ dans les sédiments et $1,38 \pm 0,18 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ dans les phanérogames) et de l' $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ($0,28 \pm 0,12 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ dans les sédiments) ont également été mesurés à l'aval immédiat du site uniquement.

L' ^{131}I est mesuré dans les échantillons frais de végétaux prélevés en amont et en aval immédiat du CNPE, avec une activité plus élevée en aval. Son activité provient probablement des unités médicales implantées dans les agglomérations en amont du CNPE du Tricastin.

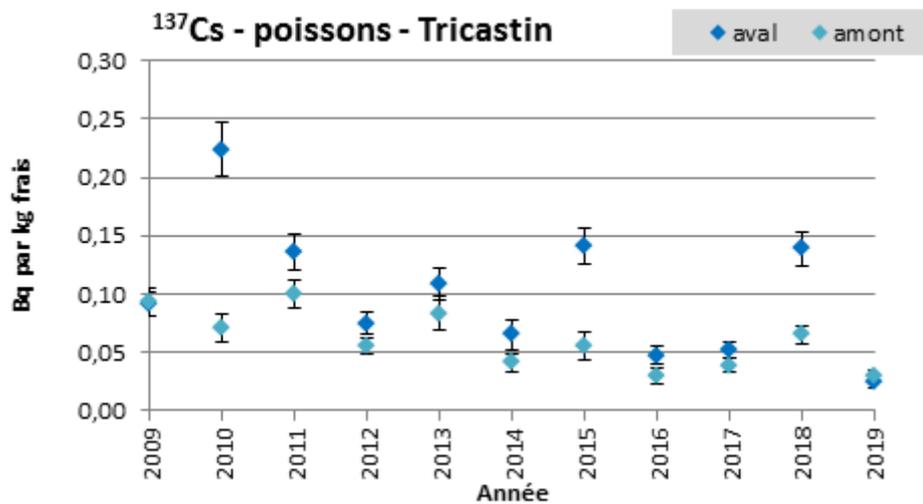
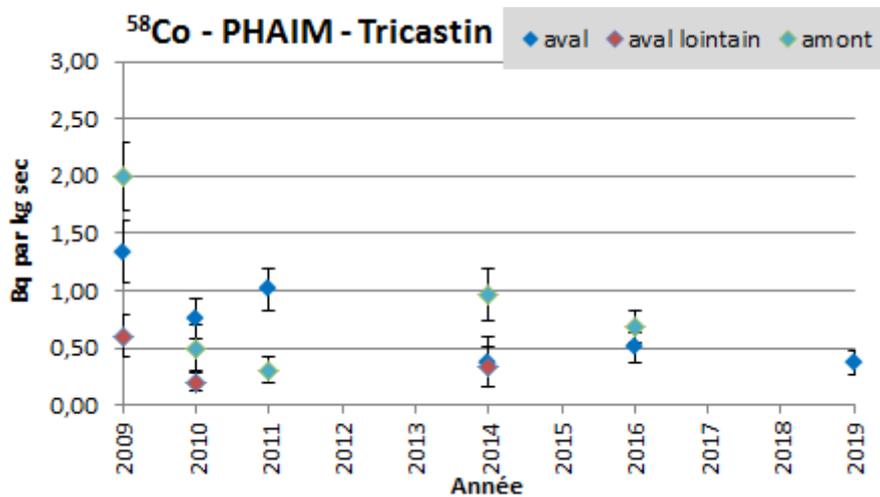


Figure 41 - Variation temporelle des activités (valeurs minimales à maximales) du ¹³⁷Cs détecté par spectrométrie γ dans les poissons pêchés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin de 2009 à 2019.



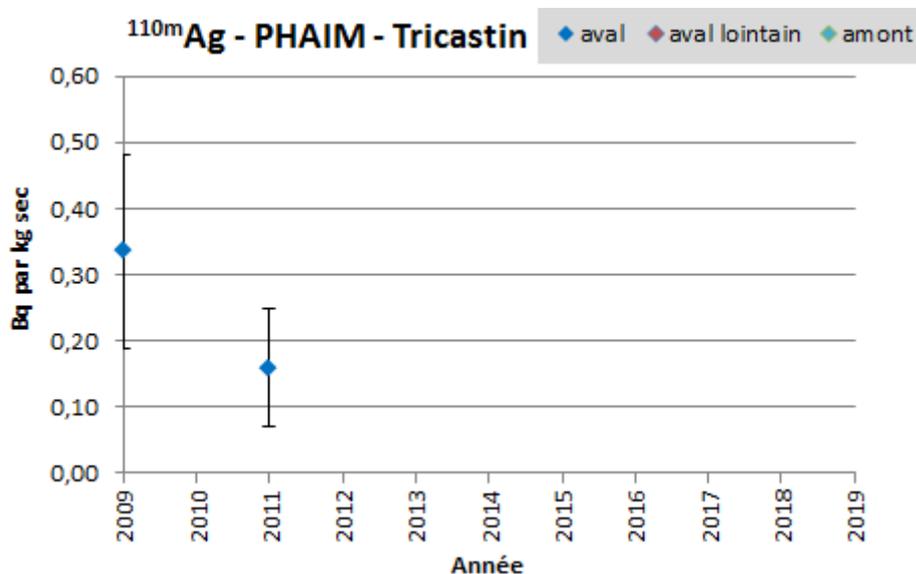
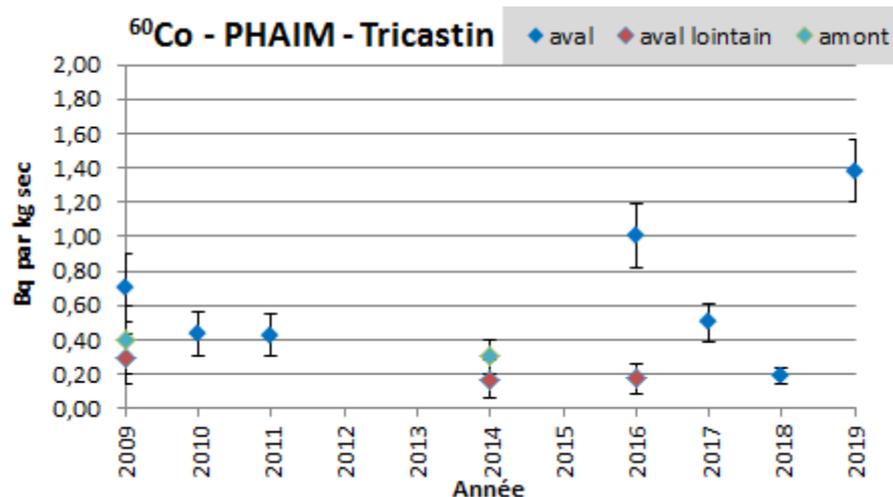


Figure 42 - Variation temporelle des activités (valeurs minimales à maximales) des ^{58}Co , ^{60}Co et $^{110\text{m}}\text{Ag}$ détectés par spectrométrie γ dans les phanérogames prélevées dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin de 2009 à 2019.

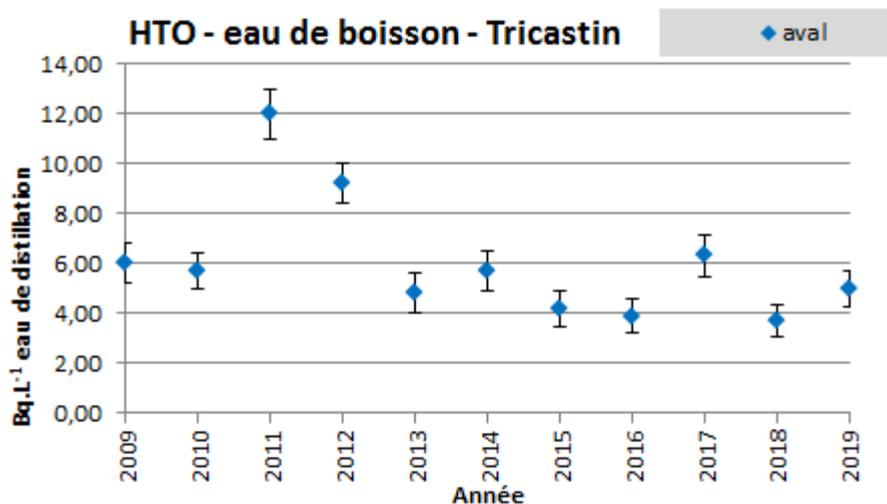
8.3.2.2 Radionucléides émetteurs bêta

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 les tableaux 129 et 130 page 257.

Les activités en tritium libre mesurées dans les phanérogames collectées en amont ($9,50 \pm 0,90 \text{ Bq.L}^{-1}$ d'eau de dessiccation) et en aval ($4,70 \pm 0,70 \text{ Bq.L}^{-1}$ d'eau de dessiccation) ainsi que dans les eaux de boissons ($5,00 \pm 0,70 \text{ Bq.L}^{-1}$ d'eau de dessiccation) et d'irrigation ($4,60 \pm 0,70 \text{ Bq.L}^{-1}$ d'eau de dessiccation) sont supérieures aux valeurs attendues dans un environnement non soumis à des rejets industriels (1 à 3 Bq.L^{-1} d'après [1]). En 2019, les activités des échantillons de phanérogames prélevés en amont sont supérieures à celles des échantillons prélevés en aval, ce qui ne permet pas de discriminer le marquage du CNPE du Tricastin de celui occasionné par les **rejets d'effluents liquides des CNPE situés en amont** (Cruas, Saint-Alban et Bugey). En raison de la dilution et du transfert rapide du tritium libre au sein de ce milieu récepteur, **les prélèvements de phanérogames ont probablement eu lieu dans la concomitance d'un rejet liquide tritié du CNPE.**

Comme pour les années passées (Figure 43 page 235), les activités en tritium organiquement lié mesurées dans tous les échantillons de phanérogames immergées ($7,10 \pm 0,80 \text{ Bq.L}^{-1}$ d'eau de combustion en amont et $6,70 \pm 0,80 \text{ Bq.L}^{-1}$ d'eau de combustion en aval) et de poissons ($8,40 \pm 0,90 \text{ Bq.L}^{-1}$ d'eau de combustion en amont et $5,60 \pm 0,80 \text{ Bq.L}^{-1}$ d'eau de combustion en aval) sont supérieures au niveau attendu hors influence de rejet liquide. En 2019, dans les poissons, les activités sont **plus élevées en amont qu'en aval, mais restent dans la variabilité observée sur les 3 dernières années.**



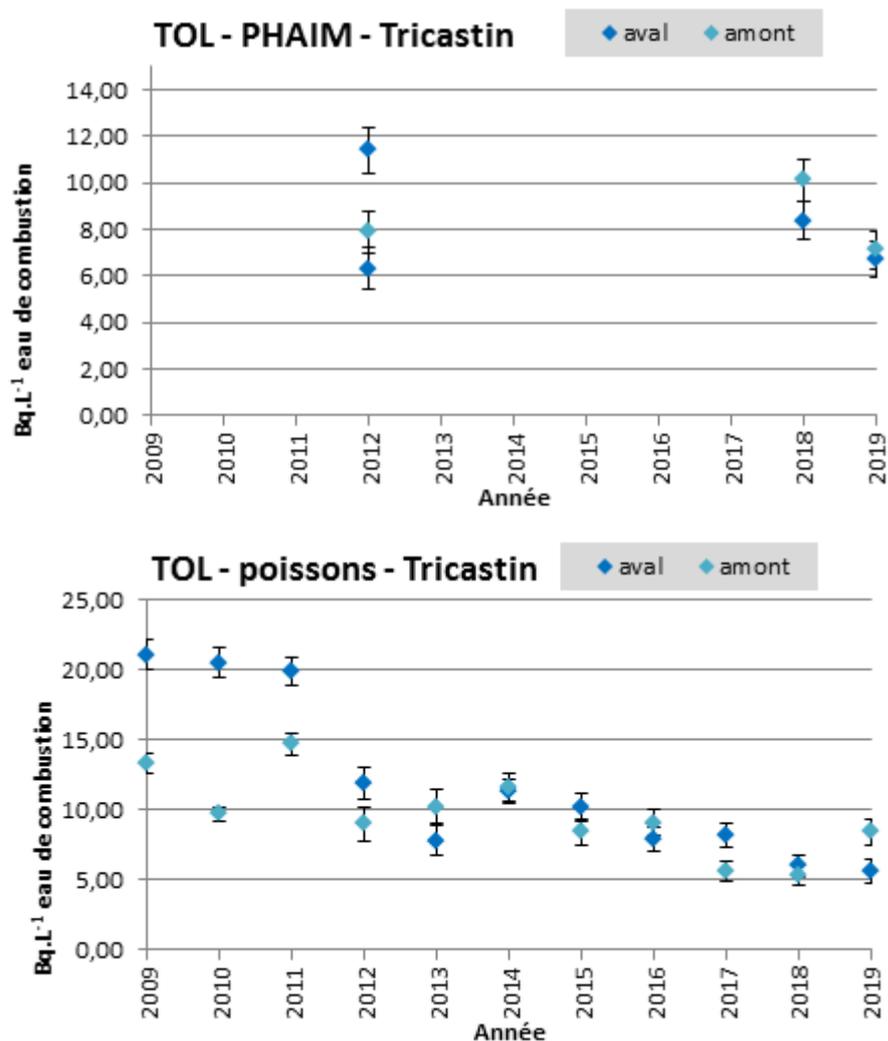


Figure 43 - Variation temporelle des activités (valeurs minimales à maximales) du tritium organiquement lié (TOL) détecté dans les phanérogames et les poissons prélevés **dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin** de 2009 à 2019.

8.3.2.2.2 Carbone 14

Les résultats d'analyse des activités en ¹⁴C dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin sont présentés dans le tableau 131 page 258.

Les activités en ^{14}C mesurées dans les végétaux aquatiques prélevés en amont ($309,6 \pm 1,6 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ C}$) et en aval ($346,1 \pm 1,4 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ C}$) du CNPE sont supérieures à l'activité attendue hors influence d'apports industriels (inférieure à $220 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ C}$ d'après [1]), avec une activité plus élevée en aval qu'en amont du CNPE. Il en va de même dans les poissons ($602 \pm 29 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ C}$ en amont et $971 \pm 47 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ C}$ en aval), comme observé ces dernières années (Figure 44 page 236). En 2019, l'activité en ^{14}C dans les poissons est plus élevée en aval qu'en amont. Les valeurs élevées en ^{14}C dans les différentes matrices prélevées sont imputables aux rejets d'effluents liquides du CNPE du Tricastin et des CNPE situés en amont ainsi que des autres installations présentes sur le site du Tricastin (ORANO).

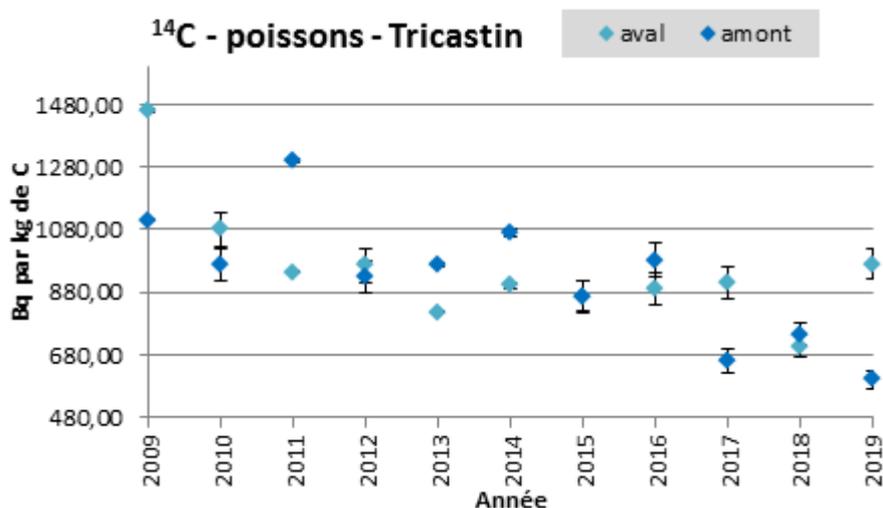


Figure 44 - Variation temporelle des activités (valeurs minimales à maximales) du ^{14}C détecté dans les poissons pêchés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin de 2009 à 2019.

8.3.2.2.3 Nickel-63 et Fer-55

Les résultats d'analyse des activités en ^{63}Ni et ^{55}Fe sont respectivement présentés dans les tableaux 132 et 133 page 259.

Le ^{63}Ni est mesuré dans les deux échantillons de mousses. Les niveaux d'activité entre l'amont ($0,392 \pm 0,084 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$) et l'aval ($0,330 \pm 0,100 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$) ne présentent aucune différence significative. L'activité en ^{55}Fe mesurée dans les phanérogames immergées prélevées en amont et en aval du site est inférieure au seuil de décision.

Les résultats obtenus pour le ^{63}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 2019, 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. Ses composantes sont le ^{40}K , les éléments des familles du ^{232}Th et de ^{238}U , d'origine tellurique, ainsi que le ^7Be d'origine cosmogénique.

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

En milieu terrestre, **les activités en tritium libre et en tritium organiquement lié mesurées dans les salades et l'herbe ne mettent pas en évidence de contribution des rejets d'effluents atmosphériques de ce site. Il en est de même pour le ^{14}C mesuré dans les salades et le lait de chèvre.** En revanche, **l'activité de tritium mesurée dans le lait de chèvre prélevé sous les vents du CNPE du Tricastin permet de mettre en évidence un marquage par les rejets d'effluents à l'atmosphère opérés par le site.** En 2018, **l'herbe de prairie prélevée sous les vents dominants, à proximité de l'installation (à la station AS1), présente un marquage en ^{14}C imputable aux rejets à l'atmosphère du site pour trois échantillons.**

Dans l'environnement aquatique, les activités en ^{131}I mesurées dans les phanérogames prélevées en amont et en aval du site sont caractéristiques d'un marquage par des rejets récents et par des rejets hospitaliers. Les activités mesurées en aval du site de Tricastin en tritium libre, en tritium organiquement lié et en ^{14}C dans les poissons et les phanérogames **immergées témoignent du marquage du milieu aquatique par les rejets d'effluents liquides de ce CNPE. Ce marquage est également mis en évidence par la détection de ^{58}Co , ^{60}Co et $^{110\text{m}}\text{Ag}$ uniquement en aval du site.** Les activités en tritium libre et en tritium organiquement lié mesurées dans les phanérogames et en tritium organiquement lié dans les poissons **sont plus élevées en amont qu'en aval du site et mettent en évidence un marquage déjà existant en amont du site imputable aux rejets d'effluents liquides des installations situées en amont ainsi qu'aux rejets liés à l'industrie horlogère implantée par le passé dans le Haut-Rhône.** En raison de la dilution et du transfert rapide du tritium libre au sein de ce milieu **récepteur, les prélèvements de phanérogames ont probablement eu lieu dans la concomitance d'un rejet liquide tritié du CNPE.** Enfin, la connaissance des niveaux de référence en ^{63}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 γ des échantillons de sols collectés dans l'environnement terrestre du site** du Tricastin
lors des études radioécologiques de 2009 à 2019 (Bq.kg⁻¹ sec).

Date	avril 2009	avril 2010	juillet 2011	mai-juin 2012	mai 2013	avril 2014	avril 2015	avril 2016	avril 2017	Janvier 2018	février 2019
Distance par rapport au site	3,64 km	3,64 km	3,64 km	5 à 14,5 km	3,64 km	4,4 km	4,4 km	4,4 km	4,4 km	1,05 km	1,07 km
Émetteurs γ d'origine artificielle :											
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	13 (1/1)	11 (1/1)	8,8 (1/1)	8,1-9,2 (5/5)	11,8 (1/1)	11,4 (1/1)	8,8 (1/1)	10,4 (1/1)	9,8 (1/1)	9,1 (1/1)	9,9 (1/1)
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Émetteurs β (3H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion)											
³ H lié	n.a.	n.a.	n.a.	1,3-3,9 (2/2)	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 γ des échantillons de mousses collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin** lors des études radioécologiques de 2009 à 2019 (Bq.kg⁻¹ sec).

Date	avril 2009	février 2010	mars 2011	mars 2012	mars 2013	mars 2014	mars 2015	mars 2016	mars 2017	janvier 2018	février 2019
Distance par rapport au site	11 à 27,92 km	6 à 27,92 km	11 à 27,92 km	11 à 27,92 km	11 à 27,92 km	11 à 27,92 km	11 à 27,92 km	11 à 27,92 km	11 à 27,92 km	11 km	9,43 km
Émetteurs γ d'origine artificielle :											
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	1,5-4,3 (2/2)	6 (1/2)	5,1 (1/2)	2,2-6,0 (3/3)	9,1-14,8 (2/2)	3,8-20,4 (2/2)	2,3-11,1 (2/2)	1,2-7,3 (2/2)	2,2-3,2 (2/2)	2,99 (1/1)	20,1 (1/1)
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³¹ I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Émetteurs β (3H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion)											
³ H lié	n.a.	n.a.	n.a.	3,5-8,9 (2/2)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

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

Tableau 112 - **Activités en radionucléides émetteurs γ et B des échantillons de salades collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin**
lors des études radioécologiques de 2009 à 2019.

Date	juillet 2009	juillet 2010	juin 2011	juin 2012	mai 2013	septembre 2014	juin 2015	juin 2016	juin 2017	juin 2018	juillet 2019
Distance au site	6 km	6 km	6 km	6 à 14,5 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	6 km	8,25 km
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg⁻¹ sec)											
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	-	-	0,30 (1/1)	0,47-0,59 (2/3)	0,38 (1/1)	-	0,18 (1/1)	0,15 (1/1)	-	0,17 (1/1)	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
²⁴¹ Am	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Émetteurs β (3H libre : Bq.L⁻¹ d'eau de dessiccation, 3H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion ; ¹⁴C : Bq.kg⁻¹ C)											
³ H libre	n.a.	n.a.	n.a.	0,9-3,8 (2/2)	n.a.	n.a.	2,9 (1/1)	1,9 (1/1)	1,9 (1/1)	2,2 (1/1)	2,6 (1/1)
³ H lié	n.a.	n.a.	n.a.	1,3-6,1 (2/2)	n.a.	n.a.	3,3 (1/1)	3,2 (1/1)	2,4 (1/1)	3 (1/1)	3,8 (1/1)
¹⁴ C	n.a.	n.a.	n.a.	230,2-231,3 (2/2)	n.a.	n.a.	230 (1/1)	227 (1/1)	229 (1/1)	229 (1/1)	230 (1/1)

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

Tableau 113 - **Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons d'herbe collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin** lors des études radioécologiques de 2009 à 2019.

Date	avril 2009	avril 2010	avril 2011	mai 2012	mai 2013	juin 2014	2015	2016	2017	2018	Avril 2019
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg⁻¹ sec)											
¹³⁴ Cs	-	-	0,20 (1/1)	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	0,13 (1/1)	-	0,21 (1/1)	-	-	0,10 (1/1)	-	-	-	0,068 (1/1)	0,084 (1/1)
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
²⁴¹ Am	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹ d'eau de dessiccation, ³H lié : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion ; ¹⁴C : Bq.kg⁻¹ C)											
³ H libre	n.a.	n.a.	n.a.	3,1-4,0 (2/2)	n.a.	n.a.	2,8 (1/1)	7,3 (1/1)	3,5 (1/1)	2,9 (1/1)	3,4 (1/1)
³ H lié	n.a.	n.a.	n.a.	3,6-7,5 (2/2)	n.a.	n.a.	n.a.	5,7 (1/1)	3,2 (1/1)	3,1 (1/1)	3,3 (1/1)
¹⁴ C	243,7 (1/1)	241,3 (1/1)	243,2 (1/1)	234-237,7 (2/2)	237,3 (1/1)	237,3 (1/1)	278-311 (4/4)	230-321,0 (5/5)	242-283,4 (2/2)	229-285 (4/4)	En cours (4/4)

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

Tableau 114 - **Activités en radionucléides émetteurs γ et B des échantillons de lait collectés dans l'environnement terrestre du site du Tricastin** lors des études radioécologiques de 2009 à 2019.

Date	avril 2009	avril 2010	avril 2011	avril 2012	mai 2013	avril 2014	avril 2015	avril 2016	avril 2017	avril 2018	avril 2019
Distance par rapport au site	11 km	11 km	11 km	8 et 11 km	11 km	11 km	11 km	11 km	11 km	11 km	11 km
Nature	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait	lait
Émetteurs γ d'origine artificielle :											
^{134}Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{137}Cs	0,036 (1/1)	0,053 (1/1)	0,034 (1/1)	0,029- 0,130 (2/2)	0,025 (1/1)	0,02 (1/1)	0,016 (1/1)	-	0,0164 (1/1)	0,0112 (1/1)	0,013 (1/1)
^{60}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{58}Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{54}Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$^{110\text{m}}\text{Ag}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Émetteurs β (^3H libre : Bq.L$^{-1}$, ^3H lié : Bq.L$^{-1}$ d'eau de combustion)											
^3H libre	2,2 (1/1)	1,9 (1/1)	1,8 (1/1)	1,2-3,2 (2/2)	0,8 (1/1)	-	4,2 (1/1)	4,6 (1/1)	6,0 (1/1)	3,4 (1/1)	5,1 (1/1)
^3H lié	3,4 (1/1)	4,8 (1/1)	6,3 (1/1)	3,6-4,5 (2/2)	4,3 (1/1)	2,5 (1/1)	4,3 (1/1)	4,3 (1/1)	4,1 (1/1)	3,3 (1/1)	3,5 (1/1)
^{14}C	n.a.	n.a.	n.a.	234,5-235 (2/2)	n.a.	n.a.	226-230 (3/3)	226-232 (4/4)	231 (1/1)	235 (1/1)	228 (1/1)

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

Tableau 115 - **Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons d'eau de boisson et d'irrigation collectés dans l'environnement du site du Tricastin** lors des études radioécologiques de 2009 à 2019 (Bq.L⁻¹).

Date	avril 2009	février 2010	mars 2011	avril 2012	mai 2013	juin 2014	juin 2015	juin 2016	juin 2017	juin et septembre 2018	juillet 2019
Distance par rapport au site	14 km	14 km	14 km	5 à 14 km	16,5 km	8,2 à 16,5 km	14,22 km				
Nature	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau
Émetteurs γ d'origine artificielle :											
¹³⁴ Cs	n.a.	n.a.	n.a.	0,00024 (1/3)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹³⁷ Cs	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
⁶⁰ Co	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
⁵⁸ Co	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
⁵⁴ Mn	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
^{110m} Ag	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹):											
³ H libre	6 (1/1)	5,7 (1/1)	12 (1/1)	1,8-9,2 (4/4)	4,8 (1/1)	5,7 (1/1)	4,2 (1/1)	3,9 (1/1)	6,3 (1/1)	3,7-3,9 (2/2)	4,6-5 (2/2)

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

Tableau 116 - **Activités en radionucléides émetteurs γ des échantillons de sédiments collectés dans l'environnement aquatique du site** du Tricastin lors des études radioécologiques de 2009 à 2019 (Bq.kg⁻¹ sec).

Date	mars 2009		février 2010		mars 2011		avril et juillet 2012		avril 2013		mars 2014		mars 2015		mars 2016		mars 2017		janvier 2018		février 2019	
Situation par rapport au site	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Émetteurs γ d'origine artificielle :																						
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	4,3 (1/1)	5,1- 8,4 (2/2)	10,2 (1/1)	3,8-6,3 (2/2)	3,4 (1/1)	3,6-5,9 (2/2)	3-3,4 (2/2)	3,5-6,4 (4/4)	3,4 (1/1)	4,6-6,6 (2/2)	3,5 (1/1)	3,1- 5,5 (2/2)	4,3 (1/1)	4,9- 5,4 (2/2)	1,97 (1/1)	3,5-3,8 (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)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	0,3 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70 (1/2)
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28 (1/2)
Émetteurs β (TOL : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion et ¹⁴C : Bq.kg⁻¹ de C) :																						
TOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	37-59 (2/2)	10-135 (5/5)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹⁴ C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	201,3 (1/1)	66,8- 246 (3/3)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

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

Tableau 117 - **Activités en radionucléides émetteurs γ des échantillons de mousse collectées dans l'environnement aquatique du site du Tricastin** lors des études radioécologiques de 2009 à 2019 (Bq.kg⁻¹ sec).

Date	septembre 2009		juillet 2010		juin 2011		juillet 2012		septembre 2013		juillet 2014		septembre 2015		août 2016		septembre 2017		août 2018		Septembre 2019	
Situation par rapport au site	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg ⁻¹ sec) :																						
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹³⁷ Cs	2,1 (1/1)	2,9 (1/1)	1,4 (1/1)	1,3 (1/1)	1,73 (1/1)	1,96 (1/1)	3,4 (1/1)	1,73 (1/1)	1,95 (1/1)	1,48 (1/1)	1,4 (1/1)	2,7 (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.
⁵⁸ Co	3 (1/1)	3,1 (1/1)	0,8 (1/1)	0,7 (1/1)	1,17 (1/1)	0,38 (1/1)	-	-	0,77 (1/1)	-	3,0 (1/1)	-	0,72 (1/1)	-	1,60 (1/1)	0,25 (1/1)	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
⁶⁰ Co	0,7 (1/1)	2,1 (1/1)	-	-	0,66 (1/1)	0,41 (1/1)	-	-	-	-	1,55 (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.
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
^{110m} Ag	-	1,6 (1/1)	-	-	0,28 (1/1)	0,30 (1/1)	-	-	-	-	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.
^{123m} Te	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
¹³¹ I	n.a.	n.a.	-	-	n.a.	n.a.	25,9 (1/1)	14,4 (1/1)	2,7 (1/1)	7,3 (1/1)	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 118 - **Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons de végétaux (phanérogames immergées et semi-aquatiques, toutes fractions confondues) collectés dans l'environnement aquatique du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2009 à 2019.**

Date	septembre 2009		juillet 2010		juin 2011		juillet 2012		septembre 2013		juillet 2014		septembre 2015		août 2016		septembre 2017		août 2018		septembre 2019	
Situation par rapport au site	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg⁻¹ sec):																						
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	1,4 (1/1)	0,6-0,9 (2/2)	0,4 (1/1)	0,5-0,8 (2/2)	0,41 (1/1)	0,5-0,62 (2/2)	1,9-2,5 (2/2)	0,41-0,83 (3/3)	0,42 (1/1)	0,42-1,02 (2/2)	0,3 (1/1)	0,49-1,12 (2/2)	0,35 (1/1)	0,42-1,02 (2/2)	0,38 (1/1)	0,31-0,49 (2/2)	0,66 (1/1)	0,6-0,68 (2/2)	0,25 (1/1)	0,28-0,53 (2/2)	0,145 (1/1)	0,125-0,192 (2/2)
⁵⁸ Co	2 (1/1)	0,6-1,3 (2/2)	0,5 (1/1)	0,2-0,8 (2/2)	0,31 (1/1)	1,01 (1/2)	-	-	-	-	0,96 (1/1)	0,34-0,37 (2/2)	-	-	0,69 (1/1)	0,51 (1/2)	-	-	-	-	-	0,37 (1/2)
⁶⁰ Co	0,4 (1/1)	0,3-0,7 (2/2)	-	0,4 (1/2)	-	0,42 (1/2)	-	-	-	-	0,3 (1/1)	0,17 (1/2)	-	-	-	0,17-1,01 (2/2)	-	0,50 (1/2)	-	0,191 (2/2)	-	1,38 (1/2)
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	0,3 (1/2)	-	-	-	0,16 (1/2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³¹ I	17 (1/1)	22 (1/1)	7 (1/1)	6-12 (2/2)	20,4 (1/1)	33 (1/1)	7,7-9,4 (2/2)	6,2-8,1 (2/2)	2,7 (1/1)	7,3 (1/1)	3,8 (1/1)	6,7 (1/2)	2,7 (1/1)	5,3 (1/1)	-	1,0 (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)
Émetteurs β (³H libre : Bq.L⁻¹, TOL : Bq.L⁻¹ d'eau de combustion) :																						
³ H libre	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	3,4 (1/1)	4,6-6,5 (2/2)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	4,0 (1/1)	8,1 (1/1)	2,9 (1/1)	19,6 (1/1)	n.a.	n.a.	17,7 (1/1)	10,8 (1/1)	9,5 (1/1)	4,7 (1/1)
TOL	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	7,9 (1/1)	6,3-11,4 (2/2)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	10,1 (1/1)	8,4 (1/1)	7,1 (1/1)	6,7 (1/1)
¹⁴ C	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	226 (1/1)	253,7-292,5 (2/2)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	276,7 (1/1)	293,4 (1/1)	309,6 (1/1)	346,1 (1/1)

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

Tableau 119 - **Activités en radionucléides émetteurs γ et β des échantillons de poissons (muscles) collectés dans l'environnement aquatique** du site du Tricastin lors des études radioécologiques de 2009 à 2019.

Date	avril 2009		avril 2010		avril 2011		juin 2012		septembre 2013		avril 2014		avril 2015		avril 2016		avril 2017		avril 2018		avril 2019	
Situation par rapport au site	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval	amont	aval
Émetteurs γ d'origine artificielle (Bq.kg ⁻¹ frais) :																						
¹³⁴ Cs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³⁷ Cs	0,09 (1/1)	0,09 (1/1)	0,07 (1/1)	0,22 (1/1)	0,099 (1/1)	0,136 (1/1)	0,056 (1/1)	0,075 (1/1)	0,083 (1/1)	0,108 (1/1)	0,041 (1/1)	0,065 (1/1)	0,055 (1/1)	0,141 (1/1)	0,030 (1/1)	0,047 (1/1)	0,039 (1/1)	0,052 (1/1)	0,065 (1/1)	0,139 (1/1)	0,029 (1/1)	0,025 (1/1)
⁵⁸ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁶⁰ Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⁵⁴ Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
^{110m} Ag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
¹³¹ 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.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Émetteurs β (³ H libre : Bq.L ⁻¹ , TOL : Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion, ¹⁴ C : Bq.kg ⁻¹ de C) :																						
³ H libre	21,2 (1/1)	5,5 (1/1)	6,2 (1/1)	6,7 (1/1)	16,1 (1/1)	15,2 (1/1)	4,5 (1/1)	3,1 (1/1)	3,8 (1/1)	2,0 (1/1)	1,2 (1/1)	11,1 (1/1)	7,0 (1/1)	9,6 (1/1)	3,1 (1/1)	2,2 (1/1)	2,8 (1/1)	5,7 (1/1)	1,4 (1/1)	n.a.	11,1 (1/1)	n.a.
TOL	13,3 (1/1)	21,1 (1/1)	9,7 (1/1)	20,5 (1/1)	14,7 (1/1)	19,9 (1/1)	9 (1/1)	11,9 (1/1)	10,2 (1/1)	7,8 (1/1)	11,6 (1/1)	11,3 (1/1)	8,4 (1/1)	10,2 (1/1)	9,1 (1/1)	7,9 (1/1)	5,6 (1/1)	8,2 (1/1)	5,3 (1/1)	6,0 (1/1)	8,4 (1/1)	5,6 (1/1)
¹⁴ C	1109 (1/1)	1462 (1/1)	970 (1/1)	1080 (1/1)	1297 (1/1)	945 (1/1)	881 (1/1)	905 (1/1)	969 (1/1)	817 (1/1)	1065,4 (1/1)	902,1 (1/1)	870 (1/1)	870 (1/1)	980 (1/1)	890 (1/1)	662 (1/1)	910 (1/1)	746 (1/1)	708 (1/1)	602 (1/1)	971 (1/1)

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

Tableau 120 - Teneur en matière organique et granulométrie des échantillons de sols collectés dans la région du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2019.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Frais/Sec	Fractions	%
Bollène	13/02/2019	Sols non cultivés	Sol de friche <i>0 - 5 cm</i>	≤ 2 mm		sec	1,23	Matière organique	3,59
								Argiles (<2μm)	12,70
								Limons Fins	16,40
								Limons Grossiers	22,90
								Sables Fins	37,20
								Sables Grossiers	10,8

Dans les tableaux des pages suivantes, pour le milieu terrestre :

Prélèvements hors vents dominants de l'installation

Prélèvements sous les vents dominants de l'installation

Tableau 121 - **Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine naturelle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre** du site du Tricastin lors du suivi radioécologique 2019 (Bq.kg⁻¹ sec pour les sols et les végétaux, Bq.L⁻¹ pour le lait).

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	⁴⁰ K	Famille du ²³² Th	Famille de l' ²³⁸ U			⁷ Be	Unité
										²²⁸ Ac	²³⁴ Th	^{234m} Pa	²¹⁰ Pb		
Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	13/02/2019	Sols	Sol de friche	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	sec	1,23	13/03/2019	374±33	33,4±4,0	n.a.	27,0±9,0	n.a.	1,60±0,80	Bq.kg ⁻¹ sec
Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	09/07/2019	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Feuilles annuelles	cendre	19,96	20/08/2019	1 880±190	≤ 0,65	≤ 1,7	≤ 21	6,8±1,3	69,5±6,6	Bq.kg ⁻¹ sec
Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	26/04/2019	Herbes	Herbe de prairie permanente non id.	Parties aériennes	cendre	4,25	08/08/2019	820±80	0,75±0,20	≤ 1,1	≤ 15	12,7±1,3	163±15	Bq.kg ⁻¹ sec
Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	26/04/2019	Produits laitiers	Lait de chèvre	entier	cendre	8,25	31/07/2019	61,9±6,7	≤ 0,028	≤ 0,067	≤ 0,95	≤ 0,076	≤ 0,12	Bq.kg ⁻¹ frais
Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	13/02/2019	Mousses terrestres	Scleropodium purum Scleropodium purum	Parties aériennes	frais	3,01	20/02/2019	159±18	3,1±1,1	n.a.	≤ 39	n.a.	390±33	Bq.kg ⁻¹ sec

n.a : non analysé.

Tableau 122 - **Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement** terrestre du site du Tricastin lors du suivi radioécologique 2019 (Bq.kg⁻¹ sec pour les sols et les végétaux, Bq.L⁻¹ pour le lait).

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	¹³¹ I*	Unité
Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	13/02/2019	Sols	Sol de friche	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	sec	1,23	13/03/2019	≤ 0,14	9,90±0,80	≤ 0,16	≤ 0,15	≤ 0,17	≤ 0,17	≤ 0,18	≤ 0,40	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	09/07/2019	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	Feuilles annuelles	cendre	19,96	20/08/2019	≤ 0,13	≤ 0,13	≤ 0,21	≤ 0,21	≤ 0,19	≤ 0,15	≤ 0,19	≤ 0,32	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	26/04/2019	Herbes	Herbe de prairie permanente non id.	Parties aériennes	cendre	4,25	08/08/2019	≤ 0,100	0,084±0,034	≤ 0,28	≤ 0,15	≤ 0,16	≤ 0,12	≤ 0,25	≤ 0,22	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	13/02/2019	Mousses terrestres	<i>Scleropodium purum</i> <i>Scleropodium purum</i>	Parties aériennes	frais	3,01	20/02/2019	≤ 0,30	20,1±1,8	≤ 0,36	≤ 0,36	≤ 0,36	≤ 0,33	≤ 0,33	≤ 0,96	≤ 0,54	Bq.kg ⁻¹ sec
Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	26/04/2019	Produits laitiers	Lait de chèvre	entier	cendre	8,25	31/07/2019	≤ 0,0057	0,0130±0,0039	≤ 0,017	≤ 0,0095	≤ 0,0095	≤ 0,0076	≤ 0,015	≤ 0,015	n.a.	Bq.kg ⁻¹ frais

n.a : non analysé

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

Tableau 123 - **Activités en tritium libre mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin** lors du suivi radioécologique 2019.

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	³ H libre (Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation)	³ H libre (Bq.kg ⁻¹ frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité
Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	09/07/2019	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	entier/eaulyo	19,68	15/08/2019	2,60±0,60	2,47±0,57	Bq.kg ⁻¹ frais
Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	26/04/2019	Herbes	Herbe de prairie permanente non id.	entier/eaulyo	4,24	18/07/2019	3,40±0,70	2,60±0,53	Bq.kg ⁻¹ frais
Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	26/04/2019	Produits laitiers	Lait de chèvre	entier/eaulyo	7,87	02/06/2019	5,10±0,70	4,45±0,61	Bq.L ⁻¹ d'ECH.

Tableau 124 - **Activités en tritium organiquement lié (TOL) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin** lors du suivi radioécologique 2019.

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg ⁻¹ frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité
Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	09/07/2019	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	entier/reslyo	19,68	08/10/2019	3,80±0,80	0,101±0,022	Bq.kg ⁻¹ frais
Zone influencée proche (< 5 km)	Bollène	26/04/2019	Herbes	Herbe de prairie permanente non id.	entier/reslyo	4,24	12/09/2019	3,30±0,70	0,426±0,093	Bq.kg ⁻¹ frais
Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	26/04/2019	Produits laitiers	Lait de chèvre	entier/reslyo	7,87	30/06/2019	3,50±0,70	0,296±0,060	Bq.L ⁻¹ d'ECH.

n.a : non analysé.

Tableau 125 - Activités en ^{14}C mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement terrestre du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2019.

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure ^{14}C	^{14}C (Bq.kg ⁻¹ de C)	$\delta^{12/13}\text{C}$ (‰)	pMC (%)	^{14}C (Bq.kg ⁻¹ frais ou Bq.L ⁻¹)	C TOT. (g.kg ⁻¹ frais ou g.L ⁻¹)	Unité
Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	09/07/2019	Légumes	Laitue <i>Lactuca sativa</i>	entier/reslyo	19,68	07/12/2019	230±11	-29,85	102,8±4,9	4,54±0,22	20	Frais
Zone sous les vents à plus 5 km	Mondragon	26/04/2019	Produits laitiers	Lait de chèvre	entier/reslyo	7,87	26/09/2019	228±12	-25,54	101,0±5,3	14,50±0,77	64	Liquide

Tableau 126 - **Teneur en matière organique et granulométrie des échantillons de sédiments collectés dans le Rhône en amont et en aval de l'émissaire**
de rejets liquides du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2019.

Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Date de mesure	Qualité	Frais/Sec	Fractions	%
Donzère	13/02/2019	Sédiment	Sédiment	≤ 2 mm		sec	1,59	Matière organique	2,21
								Argiles (<2µm)	7,40
								Limons Fins	11,30
								Limons Grossiers	13,60
								Sables Fins	62,50
								Sables Grossiers	5,20
Bollène	13/02/2019	Sédiment	Sédiment	≤ 2 mm		sec	1,88	Matière organique	3,04
								Argiles (<2µm)	15,10
								Limons Fins	29,50
								Limons Grossiers	35,80
								Sables Fins	18,10
								Sables Grossiers	1,50
Saint-Étienne-des-Sorts	13/02/2019	Sédiment	Sédiment	≤ 2 mm		sec	1,72	Matière organique	3,22
								Argiles (<2µm)	9,10
								Limons Fins	16,50
								Limons Grossiers	18,80
								Sables Fins	53,70
								Sables Grossiers	1,90

Dans les tableaux des pages suivantes, pour le milieu aquatique :

Prélèvements en amont du dispositif de rejet des effluents liquides

Prélèvements en aval du dispositif de rejet des effluents liquides

Tableau 127 - **Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine naturelle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique** du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2019 (Bq.kg⁻¹ sec pour les sédiments et les végétaux, Bq.kg⁻¹ frais pour les poissons).

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	⁴⁰ K	Famille du ²³² Th	Famille de l' ²³⁸ U			⁷ Be	Unité
										²²⁸ Ac	²³⁴ Th	^{234m} Pa	²¹⁰ Pb		
Rhône en amont du tricastin	Donzère	13/02/2019	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	sec	1,59	15/03/2019	457±40	35,5±4,2	n. a.	43±11	n. a.	11,0±1,4	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de tricastin	Bollène	13/02/2019	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	sec	1,88	13/03/2019	435±40	39,1±4,8	n. a.	39±12	n. a.	26,4±2,6	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	13/02/2019	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	sec	1,72	13/03/2019	471±40	41,2±4,9	n. a.	44±11	n. a.	8,0±1,1	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en amont du tricastin	Donzère	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	cendre	7,48	11/12/2019	650±60	4,30±0,60	9,7±1,1	16,0±7,0	5,70±0,80	29,8±3,3	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	cendre	7,11	04/12/2019	680±70	3,20±0,50	8,2±1,0	≤ 12	5,50±0,90	23,4±2,7	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de tricastin	Bollène	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	cendre	7,10	10/12/2019	610±60	5,80±0,80	7,00±0,80	9,6±4,8	6,50±0,80	20,1±2,2	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de cruas	Châteauneuf-du-Rhône	24/04/2019	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	cendre	4,02	06/08/2019	105±10	≤ 0,038	≤ 0,100	≤ 1,3	≤ 0,11	≤ 0,19	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de tricastin	Vénéjan	24/04/2019	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	cendre	3,52	07/08/2019	100±10	≤ 0,037	≤ 0,090	≤ 1,2	≤ 0,100	≤ 0,18	Bq.kg ⁻¹ frais

n. a : non analysé.

Tableau 128 - **Activités en radionucléides émetteurs γ d'origine artificielle mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement** aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2019 (Bq.kg⁻¹ sec pour les sédiments et les végétaux, Bq.kg⁻¹ frais pour les poissons).

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	^{110m} Ag	⁵⁴ Mn	¹²⁴ Sb	¹²⁵ Sb	¹³¹ I*	Unité
Rhône en amont du tricastin	Donzère	13/02/2019	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	sec	1,59	15/03/2019	≤ 0,13	2,23±0,22	≤ 0,17	≤ 0,15	≤ 0,17	≤ 0,15	≤ 0,17	≤ 0,39	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de tricastin	Bollène	13/02/2019	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	sec	1,88	13/03/2019	≤ 0,15	3,92±0,37	≤ 0,19	0,70±0,15	0,28±0,12	≤ 0,17	≤ 0,19	≤ 0,44	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	13/02/2019	Sédiments	Sédiments de milieu dulçaquicole	Produits de tamisage (retenu sur tamis)	sec	1,72	13/03/2019	≤ 0,33	2,63±0,25	≤ 0,28	≤ 0,25	≤ 0,34	≤ 0,15	≤ 0,26	≤ 0,60	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en amont du tricastin	Donzère	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	frais	7,62	05/09/2019	≤ 0,76	≤ 0,76	≤ 0,84	≤ 0,91	≤ 0,84	≤ 0,76	≤ 0,69	≤ 2,1	1,07±0,53	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en amont du tricastin	Donzère	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	cenbre	7,48	11/12/2019	≤ 0,080	0,145±0,048	≤ 0,21	≤ 0,12	≤ 0,13	≤ 0,100	≤ 0,21	≤ 0,20	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de tricastin	Saint-Étienne-des-Sorts	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	cenbre	7,11	04/12/2019	≤ 0,080	0,125±0,048	≤ 0,20	≤ 0,13	≤ 0,13	≤ 0,100	≤ 0,19	≤ 0,19	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de tricastin	Bollène	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	frais	6,88	05/09/2019	≤ 0,76	≤ 0,76	≤ 0,76	1,31±0,62	≤ 0,83	≤ 0,76	≤ 0,69	≤ 1,9	2,41±0,55	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de tricastin	Bollène	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	Parties aériennes	cenbre	7,10	10/12/2019	≤ 0,060	0,192±0,041	0,370±0,100	1,38±0,18	≤ 0,100	≤ 0,090	≤ 0,17	≤ 0,15	n.a.	Bq.kg ⁻¹ sec
Rhône en aval de cruas	Châteauneuf-du-Rhône	24/04/2019	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	cenbre	4,02	06/08/2019	≤ 0,0080	0,0290±0,0050	≤ 0,024	≤ 0,013	≤ 0,013	≤ 0,0100	≤ 0,022	≤ 0,020	n.a.	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de tricastin	Vénéjan	24/04/2019	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	Muscle	cenbre	3,52	07/08/2019	≤ 0,0080	0,0250±0,0050	≤ 0,022	≤ 0,012	≤ 0,012	≤ 0,0100	≤ 0,021	≤ 0,019	n.a.	Bq.kg ⁻¹ frais

n.a : non analysé.

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

Tableau 129 - **Activités en tritium libre (HTO) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement** aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2019.

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	³ H libre (Bq.L ⁻¹ d'eau de dessiccation)	³ H libre (Bq.kg ⁻¹ frais ou Bq.L ⁻¹)	Unité
	Mornas	09/07/2019	Eaux de boisson	Eau potabilisée par traitement	entier/pdtfiltr	-	14/08/2019	5,00±0,70	5,00±0,70	Bq.L ⁻¹ d'ECH.
	Mondragon	09/07/2019	Eaux douces	Eau d'irrigation	entier/pdtfiltr	-	14/08/2019	4,60±0,70	4,60±0,70	Bq.L ⁻¹ d'ECH.
Rhône en amont du tricastin	Donzère	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	entier/eaulyo	7,67	21/10/2019	9,50±0,90	8,26±0,78	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de tricastin	Bollène	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	entier/eaulyo	6,81	21/10/2019	4,70±0,70	4,01±0,60	Bq.kg ⁻¹ frais

Tableau 130 - Activités en tritium organiquement **lié (TOL) mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin** lors du suivi radioécologique 2019.

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure	TOL (Bq.L ⁻¹ d'eau de combustion)	TOL (Bq.kg ⁻¹ frais)	Unité
Rhône en amont du tricastin	Donzère	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	entier/reslyo	7,67	25/11/2019	7,10±0,80	0,443±0,056	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de tricastin	Bollène	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	entier/reslyo	6,81	25/11/2019	6,70±0,80	0,512±0,067	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de cruas	Châteauneuf-du-Rhône	24/04/2019	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	entier/reslyo	4,43	30/06/2019	8,40±0,90	1,27±0,15	Bq.kg ⁻¹ frais
Rhône en aval de tricastin	Vénéjan	24/04/2019	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	entier/reslyo	3,97	30/06/2019	5,60±0,80	0,89±0,13	Bq.kg ⁻¹ frais

n.a : non analysé.

Tableau 131 - Activités en ^{14}C mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2019.

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Date de mesure ^{14}C	^{14}C (Bq.kg ⁻¹ de C)	$\delta^{12/13}\text{C}$ (‰)	pMC (%)	^{14}C (Bq.kg ⁻¹ frais)	C TOT. (g.kg ⁻¹ frais)	Unité
Rhône en amont du tricastin	Donzère	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	entier/reslyo	7,67	31/01/2020	309,6±1,6	- 21,63	136,07±0,70	15,136±0,078	49	Frais
Rhône en aval de tricastin	Bollène	02/09/2019	Phanérogames aquatiques	Potamot pectiné <i>Potamogeton sp</i>	entier/reslyo	6,81	31/01/2020	346,1±1,4	- 23,19	152,59±0,62	19,245±0,078	56	Frais
Rhône en aval de cruas	Châteauneuf-du-Rhône	24/04/2019	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	entier/reslyo	4,43	17/09/2019	602±29	- 24,92	266±13	68,5±3,3	110	Frais
Rhône en aval de tricastin	Vénéjan	24/04/2019	Poissons	Brème commune <i>Abramis brama</i>	entier/reslyo	3,97	17/09/2019	971±47	- 25,45	430±21	127,1±6,2	130	Frais

Tableau 132 - Activités en ^{63}Ni mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2019.

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Frais/Sec	Qualité	Date de mesure ^{63}Ni	^{63}Ni (Bq.kg ⁻¹ sec)
Rhône en amont du tricastin	Donzère	02/09/2019	Mousses aquatiques	Cinclidotus danub. <i>Cinclidotus danubicus</i>	entier	4,75	endre	30/01/2020	0,392±0,084
Rhône en aval de tricastin	Bollène	02/09/2019	Mousses aquatiques	Mousse	entier	5,64	endre	30/01/2020	0,330±0,100

n.a : non analysé.

Tableau 133 - Activités en ^{55}Fe mesurées dans des échantillons collectés dans l'environnement aquatique du CNPE du Tricastin lors du suivi radioécologique 2019.

Chronique	Station	Date de prélèvement	Nature	Espèce	Fraction	Qualité	Frais/Sec	Date de mesure	^{55}Fe (Bq.kg ⁻¹ sec)
Rhône en amont du tricastin	Donzère	02/09/2019	Mousses aquatiques	Cinclidotus danub. <i>Cinclidotus danubicus</i>	entier	endre	4,75	14/02/2020	≤ 11
Rhône en aval de tricastin	Bollène	02/09/2019	Mousses aquatiques	Mousse	entier	endre	5,64	14/02/2020	≤ 10