

Surveillance radiologique de l'environnement autour des
installations nucléaires de la Loire et de la Vienne.

Bilan décembre 2017 – août 2018



Contexte :

Les associations *Sortir du Nucléaire 49* et *Sortir du Nucléaire Loire et Vienne* ont souhaité s'associer avec l'ACRO afin de constituer un réseau de préleveurs autonomes capables d'assurer une surveillance radiologique de l'environnement des installations nucléaires du bassin de la Loire (Loire et Vienne). Les prélèvements, réalisés par les bénévoles du réseau *Sortir du Nucléaire* préalablement formés, sont analysés au laboratoire de l'ACRO. Cette nouvelle surveillance, intégrée à l'Observatoire Citoyen de la Radioactivité dans l'Environnement, élargit la surveillance réalisée par l'antenne Touraine de l'ACRO.

Les cours d'eau étant les exutoires privilégiés des polluants émis dans l'environnement, cette surveillance s'articule autour des transferts dans le milieu aquatique des rejets des centrales nucléaires de la Loire et de la Vienne.

De Décembre à août 2018, la surveillance a concernée :

- un suivi mensuel des niveaux de tritium dans l'eau potable à Saumur,
- un suivi mensuel des niveaux de tritium dans la Loire et la Vienne,
- un suivi trimestriel des niveaux de tritium dans l'eau autour de chaque centrale
- un suivi annuel des niveaux en radionucléides émetteurs gamma dans les sédiments et végétaux aquatiques autour de chaque centrale.

Une grande place est également faite aux investigations dont l'initiative des prélèvements est laissée aux préleveurs locaux, leur connaissance du terrain étant un atout majeur .



Figure 1 : Centrales nucléaires en bord de Loire et de Vienne

Mesures mensuelles de tritium dans l'eau de la Loire et dans l'eau potable :

Les sites de prélèvements d'eau se situent en aval de la confluence de la Vienne et de la Loire, soit en aval des 5 centrales nucléaires. Les prélèvements d'eau de la Loire et d'eau de consommation sont réalisés le même jour.

Les figures suivantes présentent les sites de prélèvements et les résultats d'analyses de tritium.

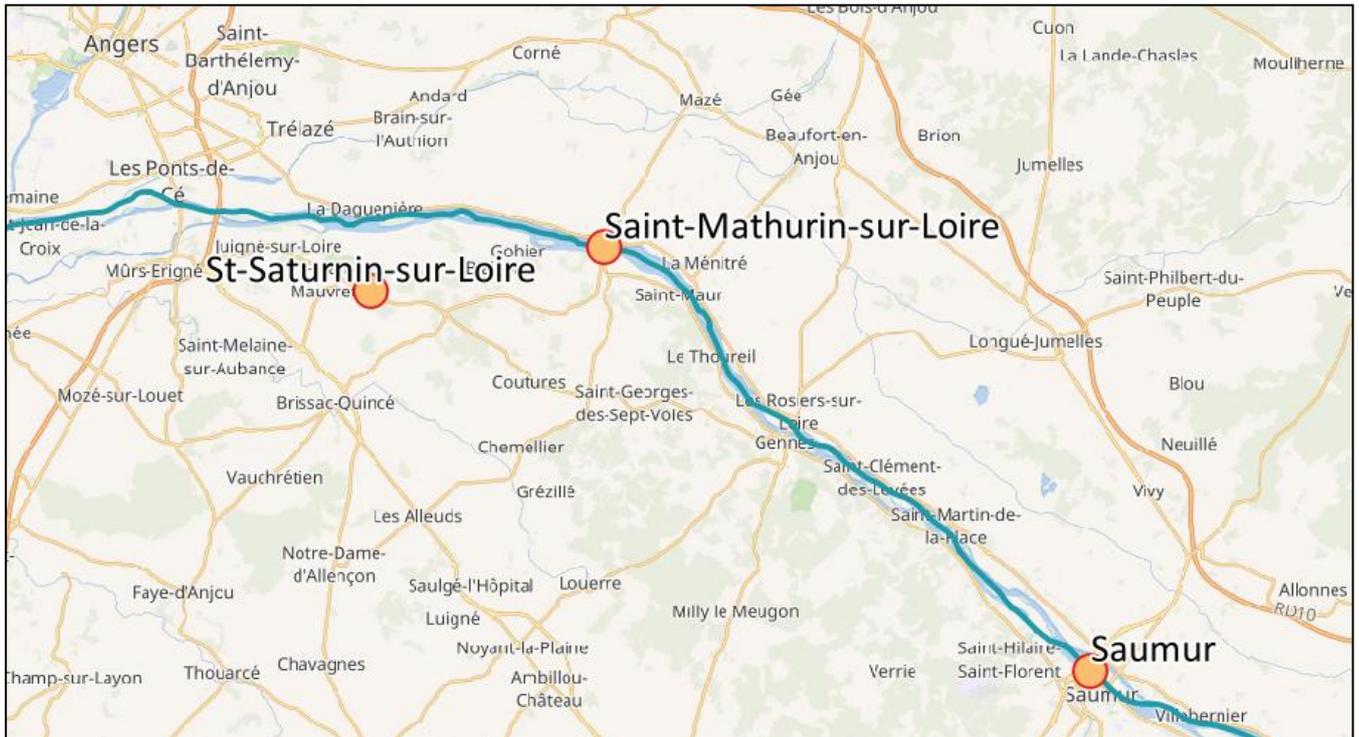


Figure 2 : Prélèvements mensuels d'eau de la Loire et d'eau potable

Site de prélèvement	Nature	Date de prélèvement	Activité (Bq/l)
Saumur	Eau de la Loire	20/12/2017	29,2 ± 3,1
St-Saturnin-sur-Loire	Eau du réseau	20/12/2017	19,7 ± 2,5
St-Mathurin-sur-Loire	Eau de la Loire	28/02/2018	< 4,2
St-Saturnin-sur-Loire	Eau du réseau	28/02/2018	11,6 ± 2,2
Saumur	Eau de la Loire	26/03/2018	5,4 ± 1,8
Saumur	Eau du réseau	26/03/2018	15,2 ± 2,2
Saumur	Eau de la Loire	10/04/2018	< 4,3
St-Saturnin-sur-Loire	Eau du réseau	10/04/2018	11,6 ± 2,2
Saumur	Eau de la Loire	21/05/2018	12,7 ± 2,3
St-Saturnin-sur-Loire	Eau du réseau	21/05/2018	12,7 ± 2,2
Saumur	Eau de la Loire	21/06/2018	6,9 ± 1,6
Saumur	Eau du réseau	21/06/2018	8,4 ± 1,6
Saumur	Eau de la Loire	12/07/2018	21,3 ± 2,5
Saumur	Eau du réseau	12/07/2018	9,5 ± 1,7
Saumur	Eau de la Loire	20/08/2018	12,0 ± 2,2
Saumur	Eau du réseau	20/08/2018	18,9 ± 2,6

Tableau 1 : Résultats d'analyse tritium dans l'eau de la Loire et l'eau potable près de Saumur

Le tritium est un radioélément particulier puisqu'il peut être d'origine naturelle ou artificielle. En milieu continental, son activité volumique naturelle est de l'ordre de 0,5 Bq/litre, mais les concentrations couramment mesurées, hors influence d'installation nucléaire, sont actuellement comprises entre **1 et 4 Bq/litre**. Cet écart est expliqué par l'influence des essais nucléaires atmosphériques ayant dispersés des quantités importantes de tritium dans l'environnement¹.

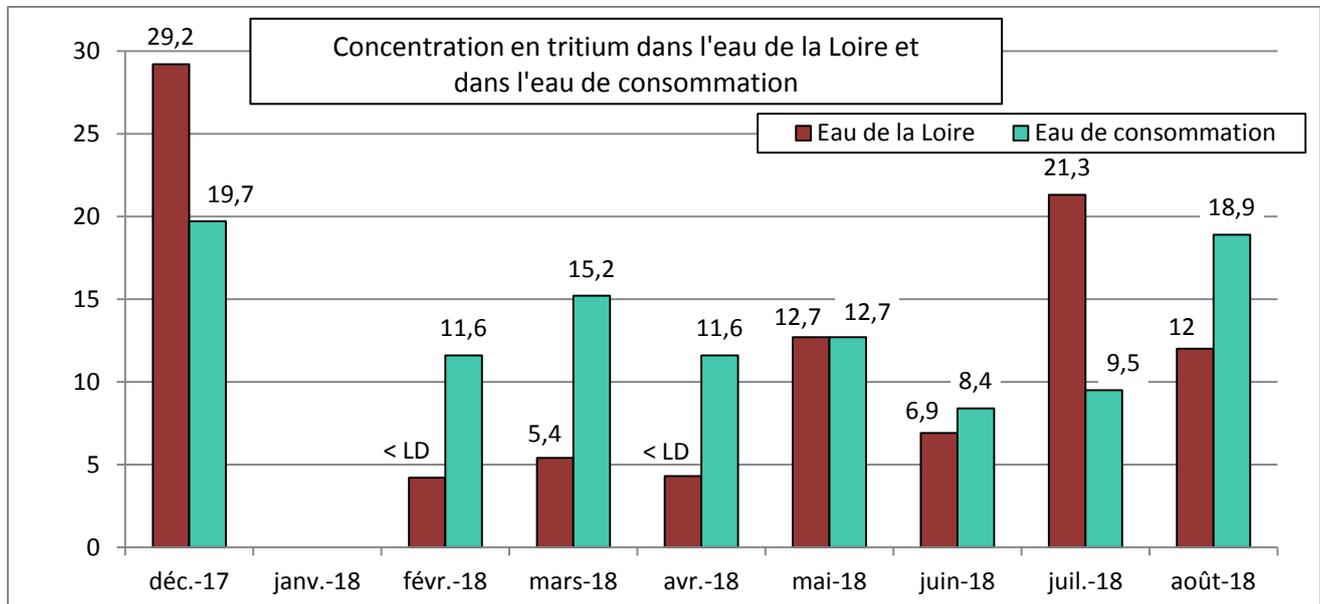


Figure 3 : Concentrations en tritium dans l'eau de la Loire et dans l'eau de consommation aux alentours de Saumur

6 des 8 analyses réalisées dans l'eau de la Loire aux alentours de Saumur révèlent des valeurs en tritium allant jusqu'à 29,2 Bq/l.

Du tritium est identifié et mesuré dans toute les eaux des réseaux de consommation, allant jusqu'à 19,7 Bq/l.

Bien que les activités volumiques mesurées dans les eaux de consommation soit inférieures à la valeur guide de 100 Bq/litre prise en référence par la réglementation pour la qualité des eaux de consommation², ces résultats sont à rapprocher des concentrations mesurées dans la Loire et révèlent un marquage des eaux de distribution par les rejets des centrales nucléaires situées en amont.

Un effet de lissage des concentrations en tritium dans l'eau du réseau semble se produire :

Sur la période étudiée, les amplitudes des activités sont plus importantes dans l'eau de la Loire que dans l'eau des réseaux de consommation (de non-déecté à 29,2 Bq/litre dans l'eau du fleuve contre 5,4 à 18,9 Bq/litre dans l'eau de boisson).

On remarque par ailleurs que la détection de tritium est systématique dans l'eau des réseaux de consommation, ce qui n'est pas le cas dans l'eau de la Loire.

L'effet tampon pourrait avoir lieu dans la nappe sédimentaire dans laquelle est pompée l'eau de boisson et/ou dans les installations de stockage.

Si le tritium est considéré comme peu radiotoxique, ce sujet est actuellement au cœur de nombreux débats scientifiques. À l'heure où les autorisations de rejets en tritium des centrales ne font qu'augmenter, sa radiotoxicité est revue à la hausse³.

¹ Source : IRSN, Fiche radionucléide environnement – Tritium et environnement - 2010

² Arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution, pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique

³ Le Tritium : un risque sous-estimé, contribution ACRO dans *le livre blanc du tritium*, ASN, mise à jour du 02/01/2018.

Analyses mensuelles de tritium dans l'eau de la Vienne :

Depuis le mois de juillet 2018, des prélèvements mensuels complètent les prélèvements trimestriels réalisés autour de la centrale de Civaux. L'eau de la Vienne est désormais prélevée mensuellement à Châtelleraut et à Saint-Martin-la-Rivière respectivement à 40 et 7 km en aval de la centrale nucléaire.

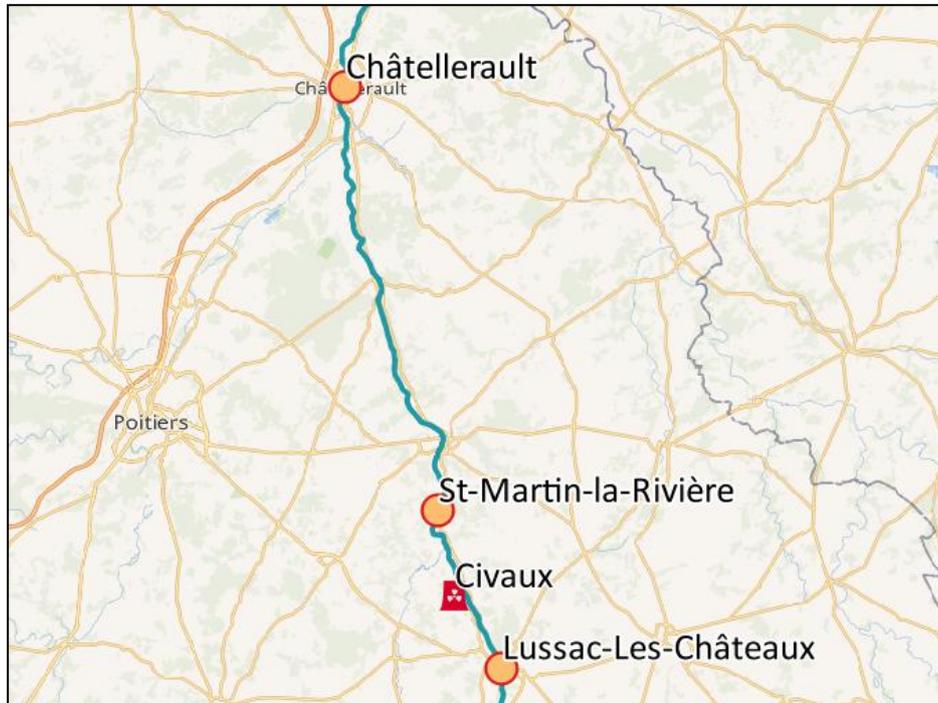


Figure 4 : Prélèvements d'eau de la Vienne

Site de prélèvement	Nature	Date de prélèvement	Activité (Bq/l)
Lussac-les-Château	Eau de la Vienne	31/05/2018	< 3,0
St-Martin-la-Rivière	Eau de la Vienne	31/05/2018	< 3,0
Châtelleraut	Eau de la Vienne	31/05/2018	< 2,9
St-Martin-la-Rivière	Eau de la Vienne	07/07/2018	< 4,3
Châtelleraut	Eau de la Vienne	07/07/2018	< 4,3

Tableau 2 : Résultats d'analyse tritium dans l'eau de la Vienne

Les analyses ne mettent pas en évidence de tritium dans les prélèvements d'eau réalisés en mai et juillet 2018.

Pour mémoire, en décembre 2017, une activité volumique de 29,2 Bq/l a été mesurée dans l'eau à 1,5 km en aval de la centrale nucléaire de Civaux.

Analyses trimestrielles d'eau de la Loire :

Ces prélèvements d'eau sont réalisés en amont et en aval de chacune des 4 centrales nucléaires implantées sur la Loire.

Trimestre 1 :

Site de prélèvement	Nature	Date de prélèvement	Activité (Bq/l)
Belleville amont	Eau de la Loire	14/03/2018	< 3,9
Belleville aval	Eau de la Loire	14/03/2018	< 3,9
Dampierre amont	Eau de la Loire	14/03/2018	< 3,9
Dampierre aval	Eau de la Loire	14/03/2018	38,7 ± 3,9
St-Laurent amont	Eau de la Loire	23/01/2018	< 4,1
St-Laurent aval	Eau de la Loire	23/01/2018	< 4,1
Chinon amont	Eau de la Loire	12/03/2018	< 3,9
Chinon aval	Eau de la Loire	12/03/2018	< 3,9

Trimestre 2 :

Site de prélèvement	Nature	Date de prélèvement	Activité (Bq/l)
Belleville amont	Eau de la Loire	18/06/2018	< 3,0
Belleville aval	Eau de la Loire	18/06/2018	< 2,9
Dampierre amont	Eau de la Loire	20/06/2018	< 3,0
Dampierre aval	Eau de la Loire	20/06/2018	< 2,9
St-Laurent amont	Eau de la Loire	10/05/2018	21,9 ± 2,5
St-Laurent aval	Eau de la Loire	10/05/2018	30,3 ± 2,3

Tableau 4 et 5 : Résultats d'analyse tritium dans l'eau de la Loire – prélèvements trimestriels

Rappelons que l'information fournie par l'analyse d'un échantillon d'eau n'est représentative que de la situation à l'instant du prélèvement.

Au **premier trimestre 2018**, seul le prélèvement d'eau réalisé en aval de Dampierre présente une concentration en tritium supérieure aux limites de détection de nos appareils, nous y mesurons 38,7 Bq/l.

Ce niveau en tritium résulte de l'impact des rejets dans la Loire de la centrale de Dampierre puisque les prélèvements en amont de la centrale ne présentent pas de tritium au-delà des limites de détection.

Au **second trimestre 2018**, du tritium est détecté en amont et en aval de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux, respectivement 21,9 et 30,3 Bq/l. Les teneurs en tritium en amont comme en aval de st-Laurent-des-eaux sont à attribuer aux rejets des centrales de Dampierre et/ou Belleville. Une contribution de la centrale de Saint-Laurent-des-eaux dans l'activité en tritium mesurée en aval ne peut cependant pas être exclue.

Investigations :

Centrale nucléaire de St-Laurent-des-Eaux :

Deux campagnes de prélèvements ont été menées autour de la centrale nucléaire de St-Laurent-des-Eaux, une en janvier 2018, la seconde en mai 2018.



Figure 5 : Investigations autour de St-Laurent-des-Eaux

Site de prélèvement	Nature	Date de prélèvement
Amont	Herbe	23/01/2018
Amont	Sol (surface 0-15 cm)	23/01/2018
Le Cavereau	Végétaux aquatiques	23/01/2018
Muides-sur-Loire	Sédiments (vase)	23/01/2018
Bassin amont	Eau douce	10/05/2018
Bassin amont	Végétaux aquatiques	10/05/2018
Bassin milieu	Eau douce	10/05/2018
Bassin milieu	Végétaux aquatiques	10/05/2018
Bassin aval	Eau douce	10/05/2018
Bassin aval	Végétaux aquatiques	10/05/2018

Tableau 5 : Récapitulatif des échantillons collectés

Résultats de la campagne de janvier 2018 :

n° d'enregistrement	180205-OCR-01	180205-OCR-02	180205-OCR-06
Type d'échantillon	Herbe	Sol (0-15 cm)	Vase
PRÉLÈVEMENT			
date prélèvement	23/01/2018	23/01/2018	23/01/2018
lieu, commune ou site	St-Laurent amont	St-Laurent amont	St-Laurent Muides-sur-Loire
CONDITIONNEMENT			
état du conditionnement	frais	sec	sec
Ps/Pf	19,6 %	76,4 %	62,7 %
fraction analysée	entière	< 2 mm	< 2 mm
géométrie (ml)	500	500	50
masse de l'échantillon (g)	261,6	779,6	64,4
densité	0,52	1,56	1,29
ANALYSE			
date d'analyse	06/02/2018	05/03/2018	07/02/2018
âge de l'échantillon (j)	14	41	15
temps de comptage (s)	89 591	87 034	138 967
RÉSULTATS			
unité	Bq/kg sec	Bq/kg sec	Bq/kg sec
ARTIFICIEL			
57 Co	< 1,6	< 0,4	< 1,0
58 Co	< 3,4	< 0,7	< 2,2
60 Co	< 3,2	< 0,5	< 2,2
106 Ru-Rh	< 28	< 4,5	< 12
110m Ag	< 3,1	< 0,5	< 2,0
129 I	< 3,6	< 1,7	< 4,0
131 I	Nr	Nr	Nr
134 Cs	< 2,9	< 0,5	< 1,9
137 Cs	< 3,2	6,8 ± 0,7	4,2 ± 1,2
154 Eu	< 3,2	< 0,8	< 2,0
241 Am	< 3,3	< 1,2	< 2,6
NATUREL			
40 K	430 ± 60	850 ± 70	980 ± 90
7 Be	980 ± 90	< 6,5	15 ± 8

Tableau 6 : Résultat d'analyses par spectrométrie gamma – campagne janvier 2018 St-Laurent-des-eaux

Seul du césium-137 est détecté dans les échantillons de sol et de vase. Les activités mesurées (respectivement 6,8 Bq/kg sec et 4,2 Bq/kg sec) sont comparables aux activités mesurées ailleurs dans ces types de matrices, elles sont probablement imputables aux essais nucléaires atmosphériques ainsi qu'à la catastrophe de Tchernobyl. Une contribution de la centrale ne peut-être exclue mais ne peut pour autant être quantifiée.

Les prélèvements de végétaux aquatiques (lentilles d'eau) n'ont pas pu, faute de quantité d'échantillon, faire l'objet d'une analyse satisfaisante.

Résultats de la campagne de mai 2018:

Site de prélèvement	Nature	Date de prélèvement	Activité (Bq/l)
Bassin amont	Eau douce	10/05/2018	29,9 ± 3,1
Bassin milieu	Eau douce	10/05/2018	12,4 ± 1,9
Bassin aval	Eau douce	10/05/2018	11,7 ± 1,9

Tableau 7 : Résultats d'analyse tritium dans l'eau – St-Laurent-des-eaux mai 2018

n° d'enregistrement	180607-OCR-08	180607-OCR-07	180607-OCR-06
Type d'échantillon	Mélange Sédiments / Végétaux aquatiques	Mélange Sédiments / Végétaux aquatiques	Mélange Sédiments / Végétaux aquatiques
PRÉLÈVEMENT			
date prélèvement	10/05/2018	10/05/2018	10/05/2018
lieu, commune ou site	St-Laurent Bassin amont	St-Laurent Bassin milieu	St-Laurent Bassin aval
CONDITIONNEMENT			
état du conditionnement	sec	sec	sec
Ps/Pf	-	-	-
fraction analysée	< 2 mm	< 2 mm	< 2 mm
géométrie (ml)	61	61	61
masse de l'échantillon (g)	17,3	20,7	14,7
densité	0,28	0,34	0,24
ANALYSE			
date d'analyse	24/08/2018	29/06/2018	22/06/2018
âge de l'échantillon (j)	106	50	43
temps de comptage (s)	231 501	228 971	229 510
RÉSULTATS			
unité	Bq/kg sec	Bq/kg sec	Bq/kg sec
ARTIFICIEL			
57 Co	< 1,3	< 1,0	< 1,2
58 Co	< 7,4	< 3,6	< 4,7
60 Co	< 3,0	< 2,5	< 3,4
106 Ru-Rh	< 30	< 22	< 30
110m Ag	< 3,4	< 0,3	< 3,3
129 I	< 2,2	< 2,4	< 2,0
131 I	nr	nr	nr
134 Cs	< 2,9	< 2,3	< 3,2
137 Cs	< 3,5	< 3,5	< 3,4
154 Eu	< 2,2	< 1,8	< 2,2
241 Am	< 2,8	< 2,3	< 2,5
NATUREL			
40 K	990 ± 90	1350 ± 120	831 ± 85
7 Be	56 ± 36	37 ± 14	50 ± 21

Tableau 8 : Résultats d'analyse par spectrométrie gamma des végétaux aquatiques – St-Laurent-des-eaux mai 2018

Du tritium est mesuré dans les bassins amont, milieu et aval jouxtant la centrale de Saint-Laurent-des-eaux. Les activités mesurées sont comprises entre 11,7 dans le bassin aval et 29,9 Bq/litre dans le bassin amont.

Aucun radionucléide artificiel n'est mis en évidence dans les échantillons analysés par spectrométrie gamma.

Bessines-sur-Gartempe :

Un prélèvement d'eau a été réalisé dans la Gartempe à Bessines-sur-Gartempe. Au regard de la problématique minière de la commune, nous avons analysé cet échantillon par spectrométrie gamma pour la recherche de radioéléments naturels.

n° d'enregistrement	180611-OCR-01
Type d'échantillon	Eau de rivière
PRÉLÈVEMENT	
date prélèvement	30/05/2018
lieu, commune ou site	Bessines/Gartempe
CONDITIONNEMENT	
état du conditionnement	brut
Ps/Pf	-
géométrie (ml)	500
masse de l'échantillon (g)	501,9
densité	1
ANALYSE	
date d'analyse	06/07/2018
âge de l'échantillon (j)	37
temps de comptage (s)	234 613
RÉSULTATS	
unité	Bq/litre
ARTIFICIEL	
57 Co	< 0,1
58 Co	< 0,3
60 Co	< 0,2
106 Ru-Rh	< 2,0
110m Ag	< 0,2
129 I	< 0,3
131 I	< 5,0
134 Cs	< 0,1
137 Cs	< 0,2
154 Eu	< 0,2
241 Am	< 0,3

NATUREL	
Famille de l'uranium-235	
235 U	< 1,2
Famille du thorium-232	
228 Ac	< 1,3
212 Pb	< 0,4
212 Bi	< 3,0
208 Tl	< 0,3
Famille de l'uranium-238	
234 Th	< 3,4
226 Ra	< 4,9
214 Pb	< 0,5
214 Bi	< 0,7
210 Pb	< 3,7
40 K	< 5
7 Be	< 2,6

Tableau 9 : Résultats d'analyse par spectrométrie gamma de l'eau de la Gartempe

L'analyse par spectrométrie gamma de cet échantillon ne révèle pas la présence de radioéléments naturels ou artificiels au-delà des limites de détection de nos appareils de mesure.

Afin de compléter l'information fournie par cette mesure, une analyse par spectrométrie gamma de sédiments de la Gartempe pourrait être réalisée par la suite.

Une recherche du tritium a également été réalisée dans cet échantillon ne révélant pas d'activité supérieure à la limite de détection.

Site de prélèvement	Nature	Date de prélèvement	Activité (Bq/l)
Bessines/Gartempe	Eau douce	30/05/2018	< 3,2

Tableau 10 : Résultats d'analyse du tritium dans l'eau de la Gartempe

Sully-sur-Loire :

Des prélèvements de sable, d'eau et de végétaux aquatiques ont été réalisés dans un fossé à proximité de l'usine AREVA NP d'entreposage, de maintenance et de décontamination d'outillages contaminés.

Les échantillons de sable et de végétaux ont été analysés par spectrométrie gamma, l'échantillon d'eau a fait l'objet d'une recherche de tritium.

n° d'enregistrement	180625-OCR-06	180625-OCR-07
Type d'échantillon	Végétaux aquatiques	sable
PRÉLÈVEMENT		
date prélèvement	19/06/2018	19/06/2018
lieu, commune ou site	Sully/Loire	Sully/Loire
CONDITIONNEMENT		
état du conditionnement	sec	sec
Ps/Pf	10,14 %	72,7 %
fraction analysée	entière	< 2 mm
géométrie (ml)	61	500
masse de l'échantillon (g)	17,4	657,1
densité	0,29	1,31
ANALYSE		
date d'analyse	31/08/2018	07/09/2018
âge de l'échantillon (j)	73	80
temps de comptage (s)	234 075	42 564
RÉSULTATS		
unité	Bq/kg sec	Bq/kg sec
ARTIFICIEL		
57 Co	< 1,2	< 0,5
58 Co	< 5,1	< 1,2
60 Co	< 2,8	< 0,7
106 Ru-Rh	< 27	< 6,0
110m Ag	< 3,0	< 0,7
129 I	< 2,1	< 1,9
131 I	nr	nr
134 Cs	< 2,6	< 0,6
137 Cs	< 2,9	1,04 ± 0,33
154 Eu	< 2,1	< 0,9
241 Am	< 2,6	< 1,4
NATUREL		
40 K	1 020 ± 100	541 ± 48
7 Be	690 ± 70	< 13

Tableau 11 : Résultats d'analyse par spectrométrie gamma des végétaux aquatiques et des sédiments – Sully/Loire

Seul du césium-137 est détecté dans l'échantillon de sable. L'activité mesurée (1,04 Bq/kg sec) est comparable à aux activités mesurées ailleurs dans ce type de matrice, elle est probablement imputable aux essais nucléaires atmosphériques ainsi qu'à la catastrophe de Tchernobyl.

Site de prélèvement	Nature	Date de prélèvement	Activité (Bq/l)
Sully/Loire	Eau douce	19/06/2018	< 4,3

Tableau 12 : Résultats d'analyse du tritium dans l'eau – Sully/Loire

INFORMATIONS RELATIVES A L'EXPRESSION DES RESULTATS D'ANALYSE DE RADIOACTIVITE

Analyse par spectrométrie gamma

Les tableaux font état, au minimum, de tous les radionucléides artificiels détectés. Seules les activités supérieures au seuil de décision de la chaîne d'analyse sont exprimées. Dans le cas contraire et pour les seuls radionucléides mentionnés, la limite de détection –Ld- (ou plus petite activité décelable) précédée du signe " < " est rapportée.

Lorsqu'un radionucléide mentionné n'a pas été recherché, la mention « non recherché » (nr) est rapportée.

L'activité de chaque radioélément présent dans l'échantillon est exprimée en becquerel par kilogramme sec (Bq / kg sec) ou becquerel par litre (Bq/l), suivie de son incertitude absolue calculée pour un intervalle de confiance de 95%.

Toute activité exprimée, y compris la limite de détection, est rapportée à la date de référence (date de prélèvement) indiquée dans les tableaux de résultats.

La siccité des échantillons solides est également indiquée (Poids sec/Poids frais).

Analyse du tritium par scintillation liquide.

La grandeur déterminée est l'activité en becquerel (Bq) par litre (L) ou activité volumique. Elle est suivie de son incertitude absolue calculée pour un intervalle de confiance de 95%. Seules les activités volumiques supérieures à la limite de détection de la chaîne d'analyse sont exprimées. Dans le cas contraire, la limite de détection –Ld- (ou plus petite activité décelable) précédée du signe " < " est rapportée.

Toute activité exprimée, y compris la limite de détection, est rapportée à la date de fin de prélèvement.

AGREMENTS ET INTERCOMPARAISONS

À ce jour, le laboratoire dispose d'agréments délivrés par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) pour la mesure de la radioactivité dans différentes matrices et pour la mesure du gaz radon :

Décision DEP-DEU-2014-028255	Mesure des radioéléments émetteurs gamma de forte et moyenne énergies et de faible énergie dans les matrices de type biologique (validité décembre 2018)
Décision CODEP-DEU-2015-048788	Mesure des radioéléments émetteurs gamma de forte, moyenne énergie (>100 keV) et de faible énergie (<100KeV) dans les eaux (validité 31 décembre 2020)
Décision CODEP-DEU-2016-022195	Mesure des radioéléments émetteurs gamma de forte, moyenne énergie (>100 keV) et de faible énergie (<100KeV) dans les sols. (validité 30 juin 2021)
Décision CODEP-DEU-2015-024340	Mesure du tritium dans l'eau (validité 30 juin 2019) Isotopes de U ; Isotopes de Th ; 226Ra, 228Ra et descendants ; 228Ra et descendants et uranium pondéral dans les sols. (validité au 30 juin 2020)
Décision CODEP-DIS-N°2016-027007	Mesure de l'activité volumique du radon dans les lieux ouverts au public – niveau 1 ; option A (validité 15 septembre 2021)

Intercomparaisons

L'aptitude du laboratoire est vérifiée chaque année depuis 1997 dans le cadre des campagnes annuelles d'intercomparaisons organisées par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN). D'une manière générale, les intercomparaisons portent sur des matières de références certifiées et concernent plus d'une trentaine de laboratoires en France.