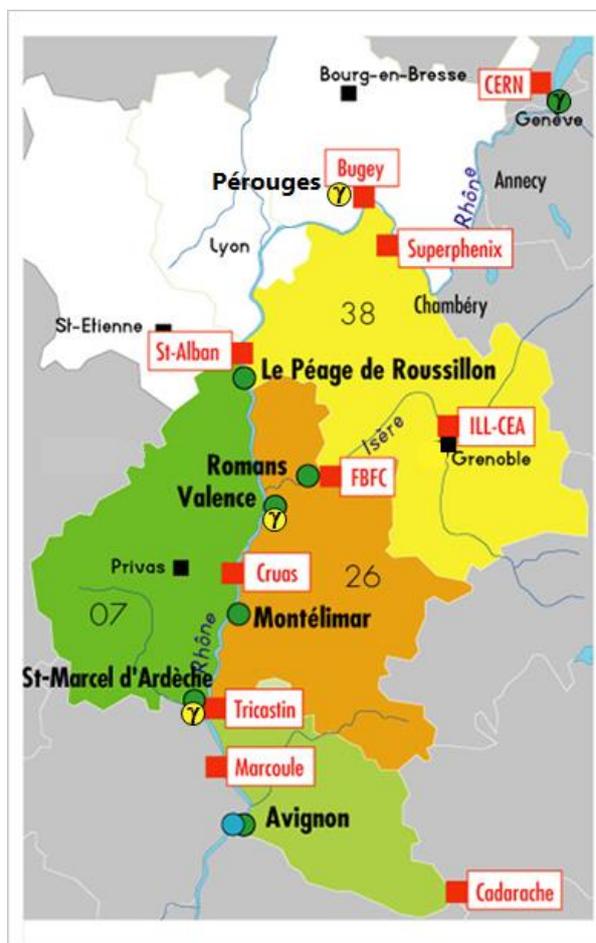


# SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE ATMOSPHERIQUE ET AQUATIQUE

## RESEAU DE BALISES CRIIRAD

Rapport N° 20-02

RAPPORT TRIMESTRIEL  
OCTOBRE-NOVEMBRE-DECEMBRE 2019



- Balises d'air en fonctionnement
- Sondes Gamma
- Sonde de spectrométrie Gamma
- Balise d'eau d'Avignon
- Installations nucléaires



### Communes du réseau Montilien

Aleyrac	Cliousclat	Dieulefit
La Bégude de	Larnas	Le Poët-Laval
Mazenc	Loriol-sur-Drôme	Rochebaudin
Saint-Bauzile	Saint-Montan	Souspierre

Document réalisé par le **laboratoire de la CRIIRAD**  
pour les partenaires du **réseau de balises**

## SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
SYNTHESE – FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE BALISES CRIIRAD	3
I/ Synthèse des résultats / Taux de fonctionnement par système de détection - Quatrième trimestre 2019 .....	3
II/ A signaler au cours du trimestre .....	3
RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU	6
I/ Surveillance en continu du débit de dose gamma ambient .....	6
II/ Surveillance en continu de la radioactivité atmosphérique .....	7
III/ Surveillance en continu de la radioactivité de l'eau du Rhône.....	11
RESULTATS DES CONTROLES EN DIFFERE AU LABORATOIRE DE LA CRIIRAD	13
I/ Résultats des analyses de filtres par spectrométrie gamma .....	13
II/ Résultats des analyses de cartouches par spectrométrie gamma.....	13
III/ Résultats des analyses du prélèvement trimestriel de l'eau du Rhône.....	14
EN SAVOIR PLUS sur les balises	15
FOCUS : contamination en tritium dans l'environnement / une pollution a ne pas banaliser (1)	16
ANNEXE : Interprétation des graphiques présentant les résultats du réseau de balises de la CRIIRAD	18
LABORATOIRE CRIIRAD	20

	EMETTEUR	APPROBATION
<b>Nom - Fonction</b>	<b>J. Motte (responsable du service balises)</b>	<b>J. Syren (responsable du service radon)</b>
<b>Date</b>	<b>21/02/2020</b>	<b>21/02/2020</b>
<b>Signature</b>		

# SYNTHESE – FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE BALISES CRIIRAD

## I/ Synthèse des résultats / Taux de fonctionnement par système de détection - Quatrième trimestre 2019

Aucune anomalie radiologique n'a été mise en évidence au cours du quatrième trimestre 2019.

BALISE DETECTION	Pérouges	Péage-de-Roussillon	Romans-sur-Isère	Valence	Montélimar
Alpha/Bêta (Air)		 100%	 99,7%	 99,8%	 91%
Iode (Air)		 0%	 99,7%	 99,8%	 91%
Gamma (Air)	 100%			 99,8%	

### Légende

 90 %	Aucune contamination détectée / Taux de fonctionnement*
 90 %	Contamination détectée / Taux de fonctionnement*
	Problème technique ponctuel ou maintenance

BALISE DETECTION	Genève	Saint-Marcel d'Ardèche	Avignon Air	Avignon Eau
Alpha/Bêta (Air)		 99,5%	 99,8%	
Iode (Air)		 0%	 99,8%	
Gamma (Air)		 99,5%		
Spectrométrie Gamma (Air)	 100%			
Gamma (Eau)				 99,7%

### Légende

 90 %	Aucune contamination détectée / Taux de fonctionnement*
 90 %	Contamination détectée / Taux de fonctionnement*
	Problème technique ponctuel ou maintenance

\* Le taux de fonctionnement trimestriel calculé pour chaque dispositif de mesure correspond au rapport du nombre d'heures de fonctionnement de ce dispositif par le nombre total d'heures écoulées durant le trimestre (si le nombre d'heures de dysfonctionnement ou d'arrêt est inférieur à 2 heures pour la totalité du trimestre, le taux de fonctionnement est pris égal à 100%).

## II/ A signaler au cours du trimestre

- **Arrêts de l'alimentation électrique aux balises :** au cours du trimestre, des arrêts de l'alimentation électrique se sont produits à la balise de Romans-sur-Isère (à une reprise le 14 novembre), à la balise atmosphérique d'Avignon (à une reprise le 8 octobre), à la balise aquatique d'Avignon (à une reprise le 11 décembre), à la balise de Valence (à 2 reprises le 7 octobre et le 15 novembre) et à la balise de Saint-

Marcel d'Ardèche (à 5 reprises le 3 octobre, les 6, 8, 12 et 28 novembre). Ces arrêts ont été systématiquement inférieurs à 3 heures, à l'exception de celui du 14 novembre à Romans-sur-Isère, d'une durée d'environ 7 heures, à la suite d'un intense épisode neigeux.

- **Absence de communication aux balises** : des arrêts de communication avec la centrale de gestion sont survenus à 2 reprises à la balise atmosphérique d'Avignon le 8 octobre et le 23 décembre et à une reprise à la balise de Montélimar le 30 octobre. Des interventions techniques sur site ont été à chaque fois nécessaires pour rétablir la communication, par réinitialisation du modem et de l'électronique de la balise. Ces opérations ont été effectuées par les services techniques de la Ville d'Avignon pour la balise d'Avignon et par un technicien du laboratoire CRIIRAD pour la balise de Montélimar.

- **Rupture du filtre aérosols (balise atmosphérique d'Avignon)** : suite à son prélèvement par le personnel des services techniques de la Ville d'Avignon le 5 novembre, le filtre aérosols s'est rompu. Le technicien a constaté la rupture du filtre avec bourrage la semaine suivante, lors du prélèvement hebdomadaire du 12 novembre. La remise en place du filtre a permis de régler le dysfonctionnement lors de l'intervention. Le personnel du laboratoire de la CRIIRAD, chargé de la vérification des données, a cependant ensuite constaté d'autres messages d'erreur au niveau de l'état du filtre se répétant de façon récurrente. Des vérifications ont été effectuées régulièrement par les services techniques de la Ville soit à la demande du laboratoire de la CRIIRAD (c'était le cas le 15 novembre ou le 6 décembre) soit de leur propre initiative (une vérification hebdomadaire généralement effectuée le vendredi) : aucun nouveau dysfonctionnement n'a été observé au niveau du filtre au cours de ces vérifications. Des techniciens du laboratoire de la CRIIRAD sont intervenus à la balise, le 7 janvier 2020, afin de vérifier le fonctionnement du système d'avancement du filtre aérosols : ils n'ont pas constaté de dysfonctionnement majeur. Concernant l'origine de l'apparition des messages d'erreur, l'expertise sera approfondie avec le technicien Berthold lors de la maintenance prévue en début de printemps 2020.

- **Sonde de spectrométrie gamma de Genève** : le laboratoire de la CRIIRAD est intervenu spécifiquement sur site le 14 novembre afin de régler plus finement le paramétrage de l'électronique en raison d'un léger décalage en énergie au niveau de l'acquisition des spectres gamma. Une vérification du bon fonctionnement du matériel a ensuite été effectuée.

- **Balise de Montélimar (panne de la pompe principale d'aspiration de l'air extérieur)** : lors de l'intervention hebdomadaire du 23 décembre, la pompe principale d'aspiration de l'air extérieur n'a pas redémarré suite à sa coupure, nécessaire au prélèvement de la cartouche à charbon actif (au niveau de l'unité de surveillance des iodes radioactifs sous forme gazeuse). Cette pompe a été remplacée le 9 janvier 2020 lors d'une intervention spécifique du laboratoire de la CRIIRAD. Depuis cette maintenance, aucune nouvelle panne n'a été constatée.

- **Dépassements de la limite de détection des voies alpha, bêta direct (balise atmosphérique de Montélimar)** : la limite de détection ( $1 \text{ Bq/m}^3$ ) a été dépassée à plusieurs reprises (voir graphique page 9) le 21 novembre ainsi que les 6 et 7 décembre au niveau des voies alpha et/ou bêta direct de la balise atmosphérique de **Montélimar**. Le laboratoire de la CRIIRAD a pu vérifier que ces épisodes de dépassements

n'étaient pas liés à une contamination, mais à des pics d'activité volumique en radon<sup>1</sup> (par exemple lors du dépassement alpha et bêta direct du 7 décembre, une activité volumique maximale en radon de 18 Bq/m<sup>3</sup>, a été mesurée).

- **Fonctionnement des balises de Saint Marcel d'Ardèche et de Péage de Roussillon** : les Départements de l'Ardèche et de l'Isère ont décidé en 2018 de ne plus contribuer au financement du réseau de balises, ce qui a entraîné une diminution des budgets de fonctionnement respectifs de la balise de Saint-Marcel d'Ardèche et de celle du Péage de Roussillon. Ceci a conduit la CRIIRAD à alléger le dispositif de surveillance des 2 balises (dès février 2018 à Saint-Marcel d'Ardèche et à partir de début 2019 au Péage-de-Roussillon). L'unité de détection de l'iode radioactif sous forme gazeuse a été arrêtée<sup>2</sup> pour les 2 balises et les analyses mensuelles en différé du filtre à aérosols au laboratoire de la CRIIRAD l'ont été également au cours du premier trimestre. Les filtres sont tout de même conservés au laboratoire de la CRIIRAD et pourraient être analysés ultérieurement si nécessaire<sup>3</sup>. Les contributions des communautés de communes DRAGA et Entre Bièvre et Rhône ainsi que le recours aux fonds propres de la CRIIRAD permettent de poursuivre la surveillance en continu du niveau du rayonnement gamma ambiant (balise de Saint Marcel d'Ardèche) et de la radioactivité des aérosols (unité de détection Alpha/bêta (air)) pour les 2 balises. A noter que le laboratoire de la CRIIRAD est intervenu au cours du trimestre à 1 reprise à la balise du Péage de Roussillon, le 5 novembre, pour arrêter la climatisation dans le local durant la période hivernale.

---

<sup>1</sup> Il faut savoir que les voies alpha, bêta direct et radon sont mesurées par un seul détecteur. Un paramétrage fin permet de discriminer les impulsions mesurées par ce détecteur et de les imputer aux différentes voies : alpha artificiel, bêta artificiel direct, radon (naturel). Ce paramétrage est réglé de manière optimale pour de faibles concentrations en radon (généralement les concentrations mesurées sont inférieures à 10 Bq/m<sup>3</sup>). Mais lors des pics de radon, il peut arriver que la discrimination ne s'effectue plus de manière correcte. La CRIIRAD intervient régulièrement pour optimiser le réglage mais il est difficile d'anticiper les conditions météorologiques à l'origine des fluctuations des concentrations en radon.

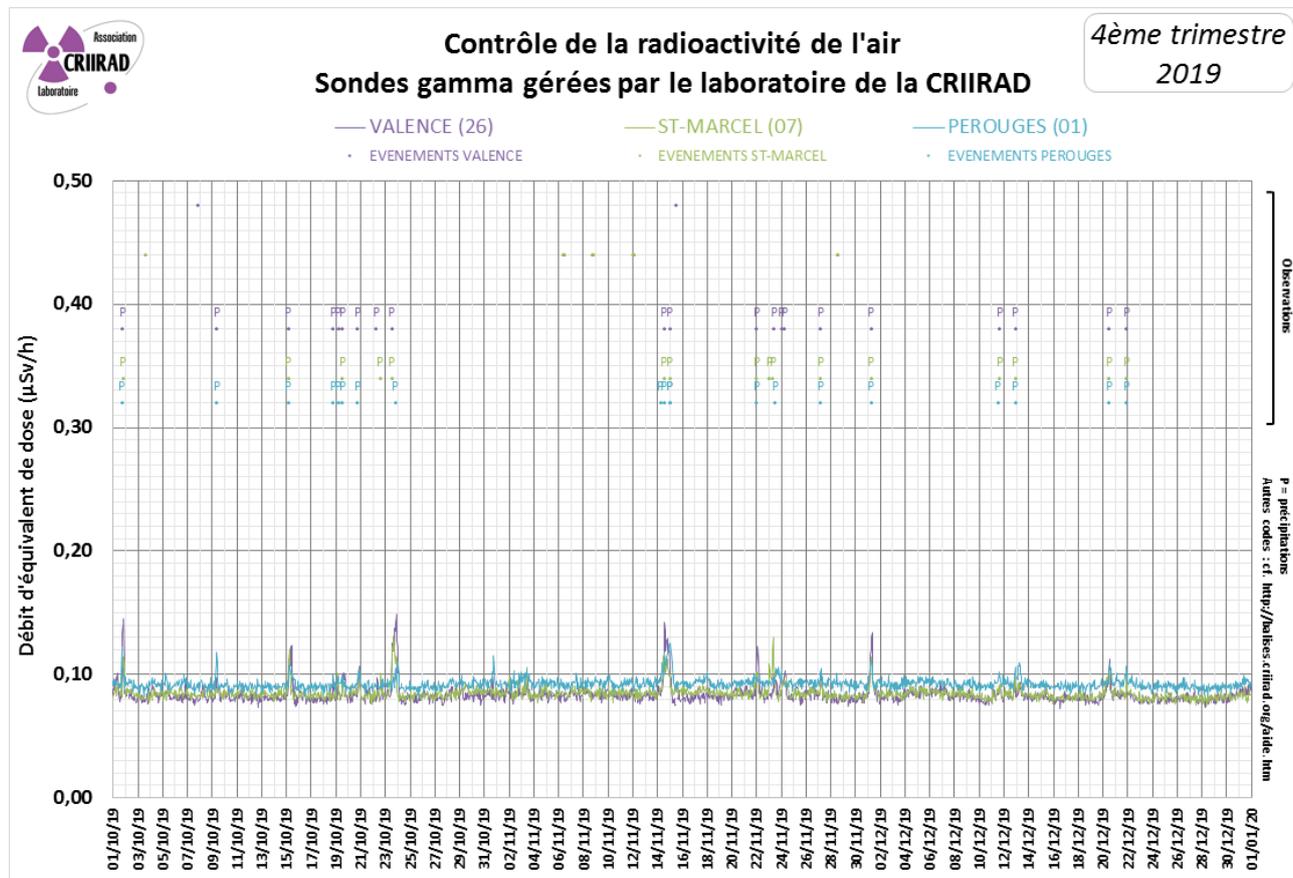
<sup>2</sup> L'arrêt de cette surveillance permet des économies importantes car il n'est plus nécessaire d'intervenir chaque semaine pour remplacer la cartouche à charbon actif. Mais en conséquence, la CRIIRAD ne sera plus en capacité de déterminer l'activité volumique de l'iode 131 gazeux. La fonction d'alerte reste activée en cas d'augmentation du taux de radiation gamma ambiant (pour la balise de Saint Marcel d'Ardèche) ou de l'activité des aérosols émetteurs bêta et alpha, mais elle est dégradée par rapport au fonctionnement antérieur.

<sup>3</sup> Les filtres seront analysés systématiquement en cas d'alarme sur les mesures directes.

# RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU

Les codes employés dans les graphiques ci-après sont explicités en annexe.

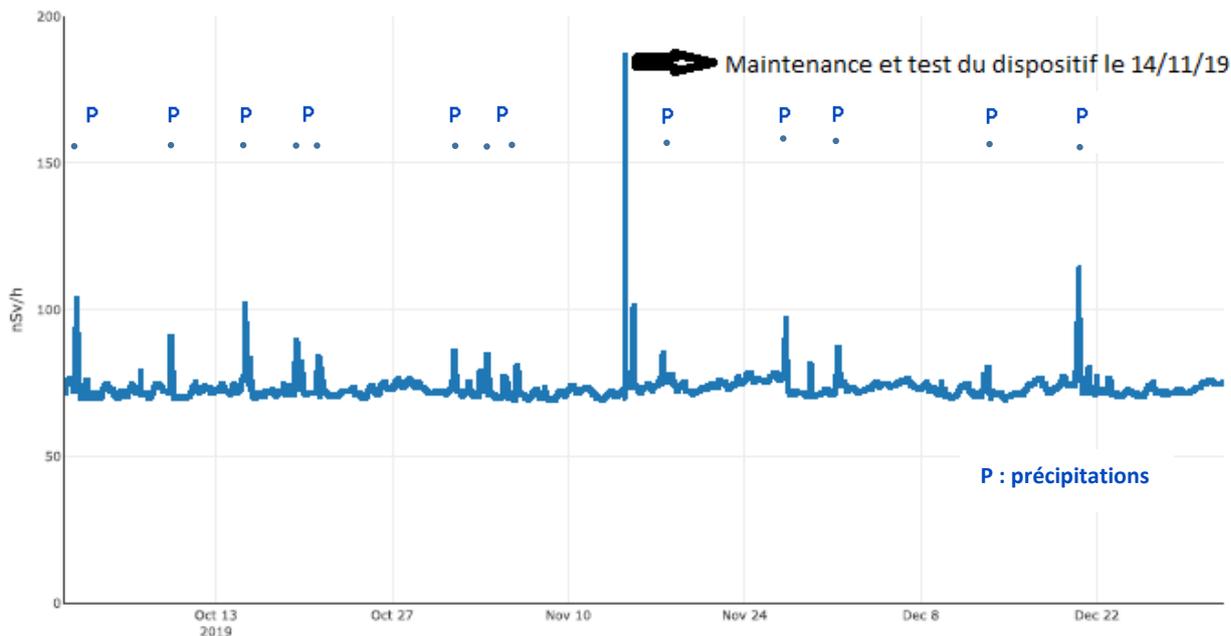
## I/ Surveillance en continu du débit de dose gamma ambiant



[[Débit de dose Gamma (nSv/h)]]

### SONDE GAMMA DE GENEVE

2019-10-01 00:00:00 - 2020-01-01 00:00:00



## Commentaires

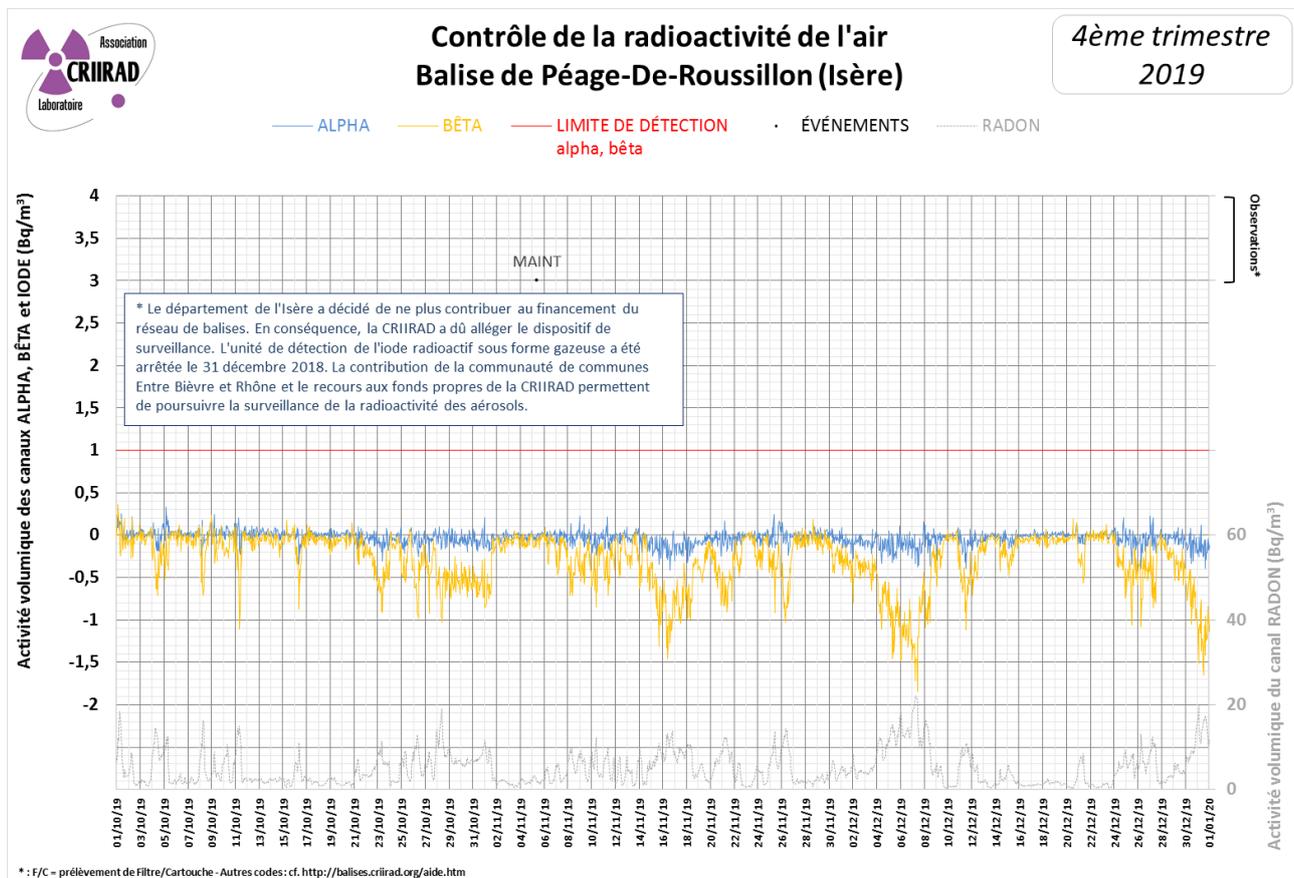
Les débits de dose instantanés sont restés dans une gamme de variation normale pour les 3 sondes de mesure. Sur les secteurs de **Valence, Saint-Marcel d'Ardèche et Genève**, le bruit de fond naturel moyen est classiquement de **0,07 à 0,09  $\mu\text{Sv/h}$**  (ou de **70 à 90 nSv/h**).

Les fluctuations les plus importantes ont été observées lors d'épisodes de précipitations, par exemple les 1<sup>er</sup>, 9, 15 et 23 octobre, les 14, 15, 22, 23 et 27 novembre ou encore les 1<sup>er</sup>, 11, 12, 20 et 21 décembre. Les valeurs ont pu atteindre par exemple 0,14  $\mu\text{Sv/h}$  à Valence le 14 novembre, 0,13  $\mu\text{Sv/h}$  à Saint-Marcel d'Ardèche le 23 octobre, 0,13  $\mu\text{Sv/h}$  à Pérouges le 14 novembre et 0,12  $\mu\text{Sv/h}$  (120 nSv/h en lecture sur le graphe) à Genève le 20 décembre lors de forts épisodes pluvieux (les précipitations du 14 novembre à Valence et Pérouges se sont manifestées sous forme de neige). Lors de ces épisodes, les descendants radioactifs émetteurs gamma<sup>4</sup> du radon 222 naturellement présents dans l'air sont lessivés et rabattus au sol, ce qui entraîne une augmentation de courte durée du débit de dose.

Le pic de débit de dose à 0,187  $\mu\text{Sv/h}$  (187 nSv/h en lecture sur le graphe) observé à Genève le 14 novembre est lié à un test de fonctionnement du matériel lors de la visite de maintenance effectuée par le laboratoire de la CRIIRAD.

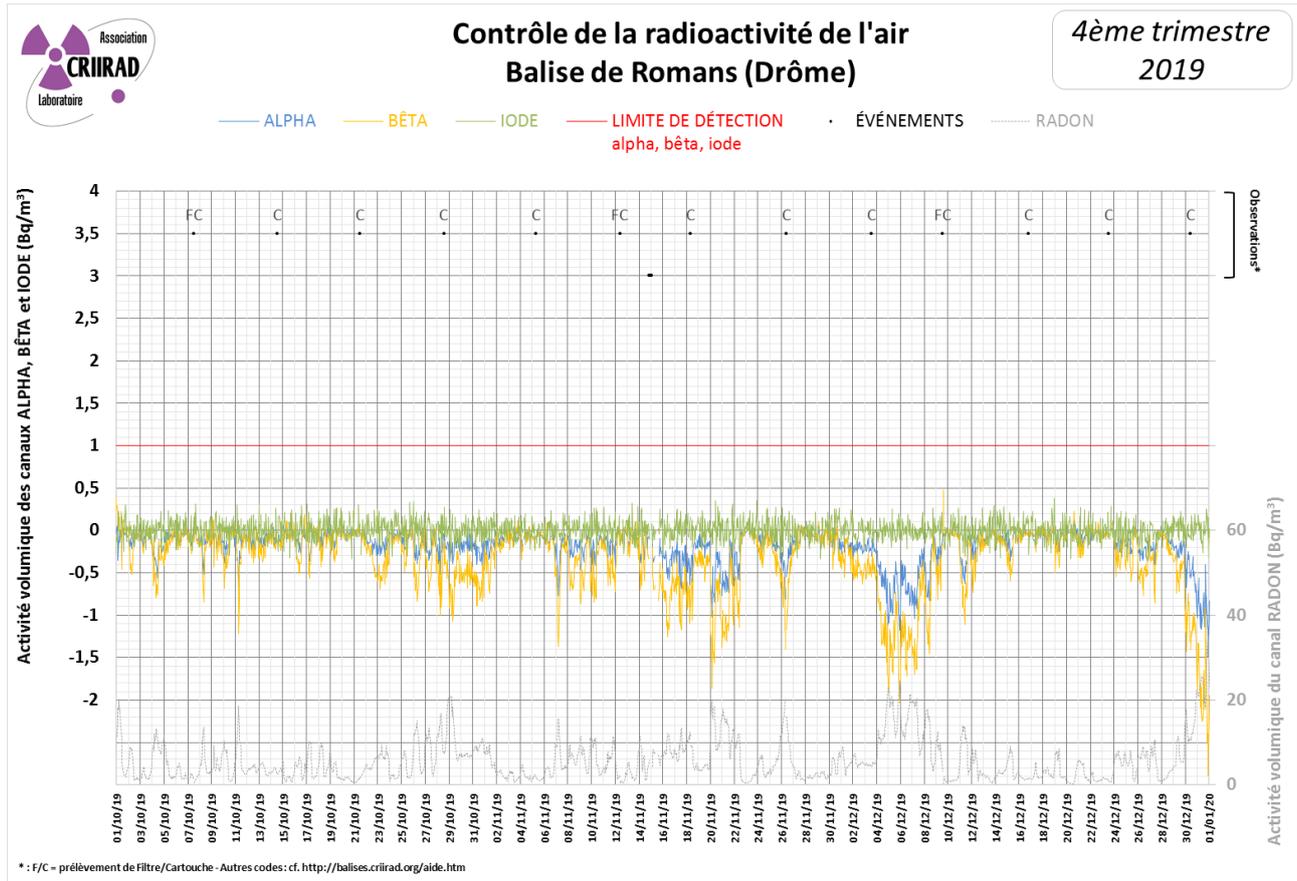
## II/ Surveillance en continu de la radioactivité atmosphérique

### A/ Balise de Péage de Roussillon

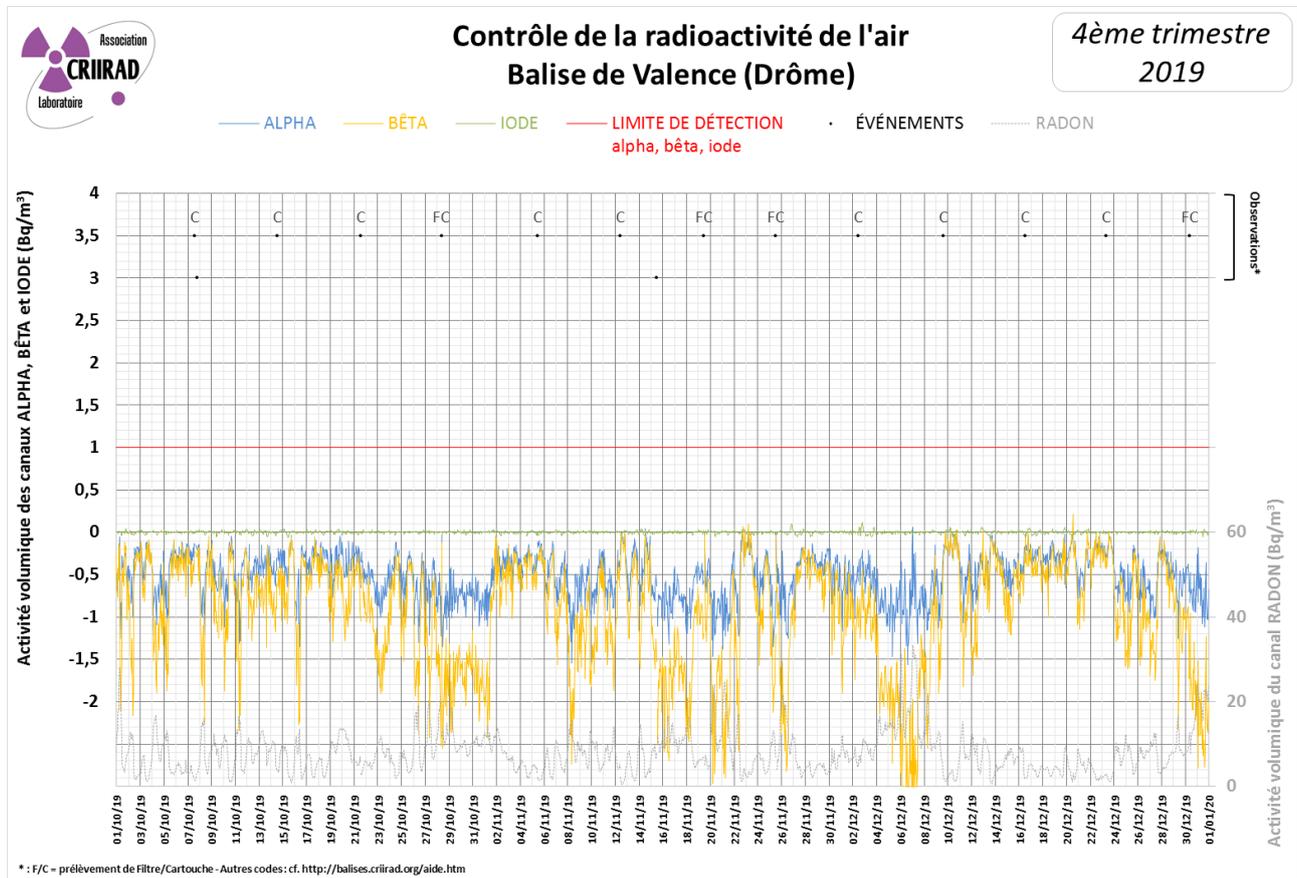


<sup>4</sup> Plomb 214 et Bismuth 214 de périodes physiques égales respectivement à 27 minutes et à 20 minutes.

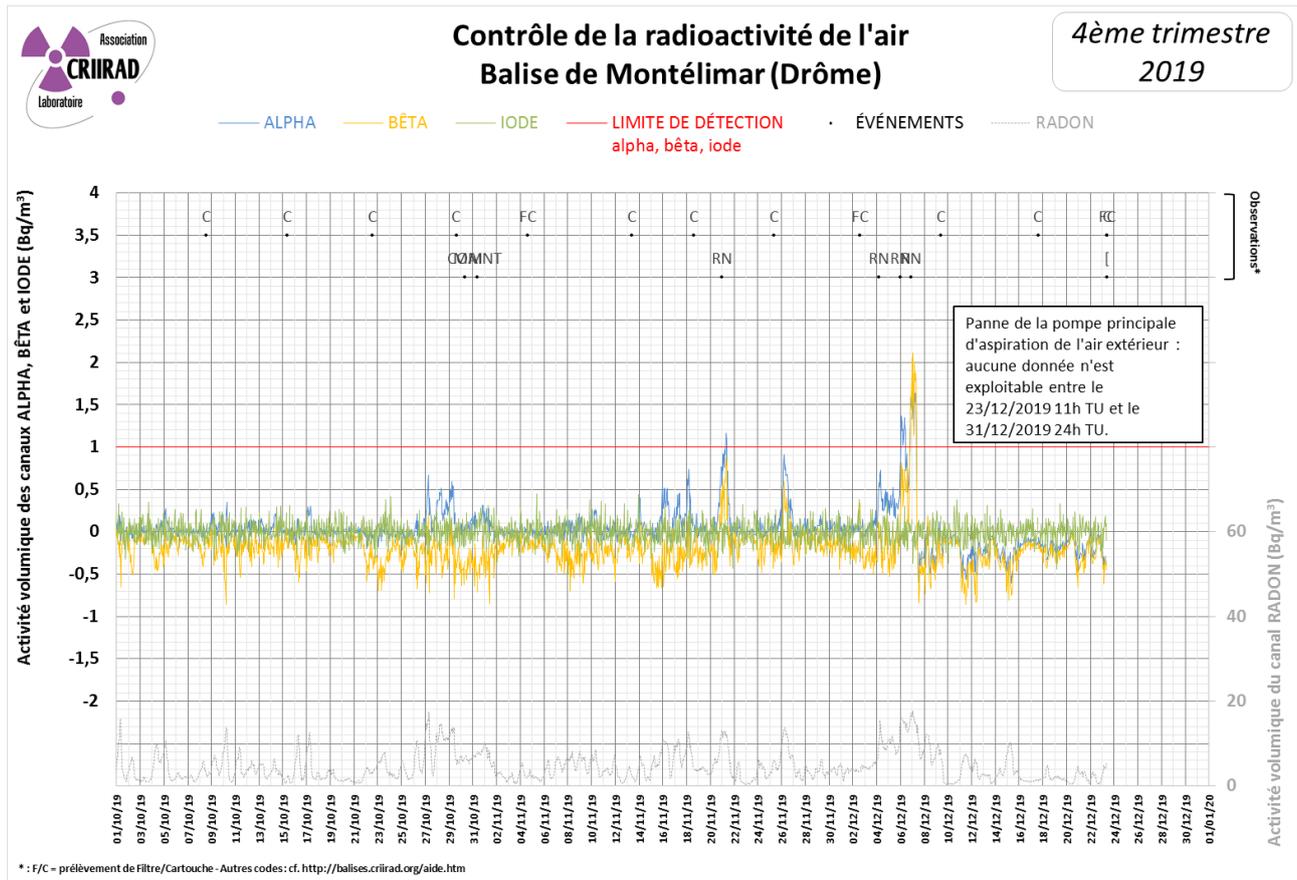
## B/ Balise de Romans-sur-Isère



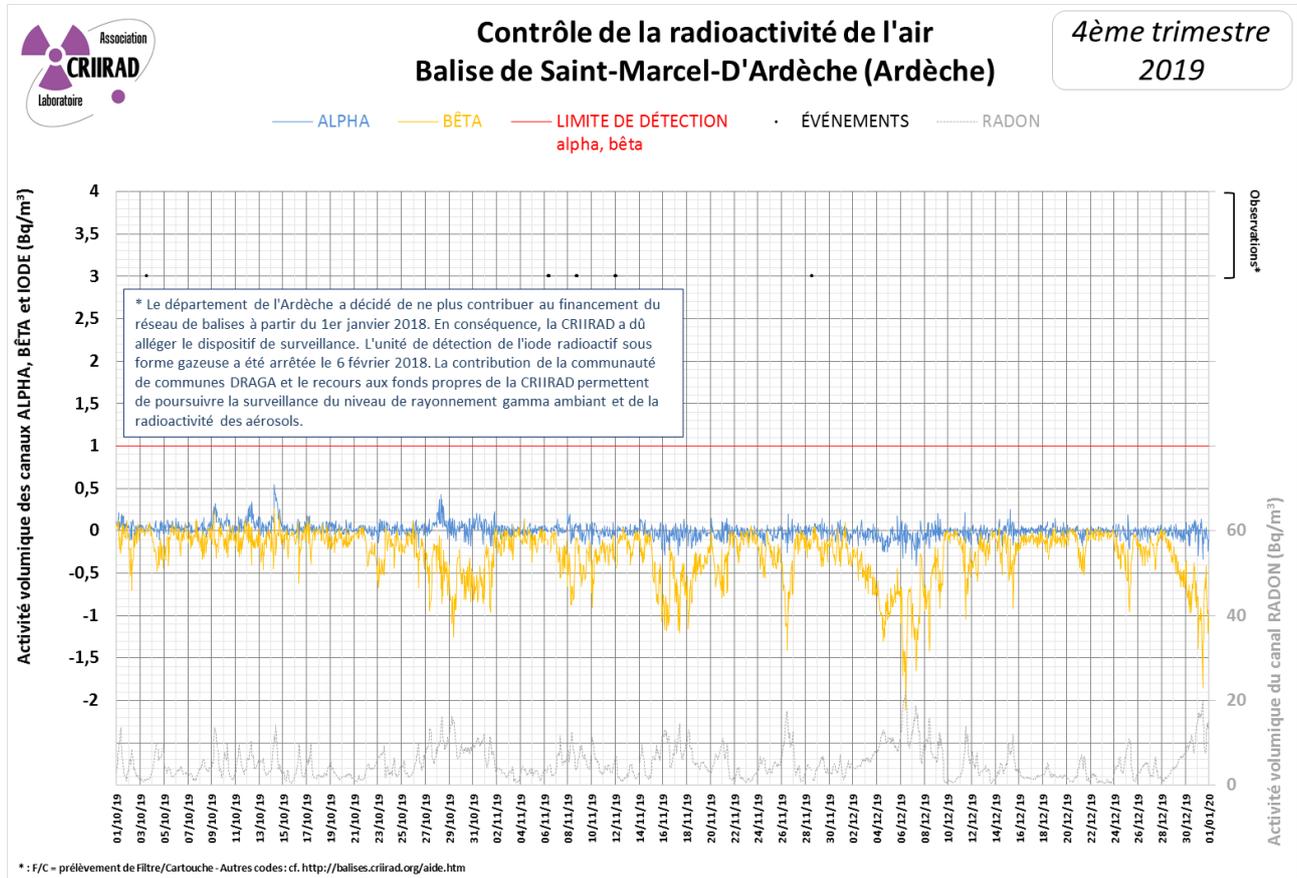
## C/ Balise de Valence



## D/ Balise de Montélimar



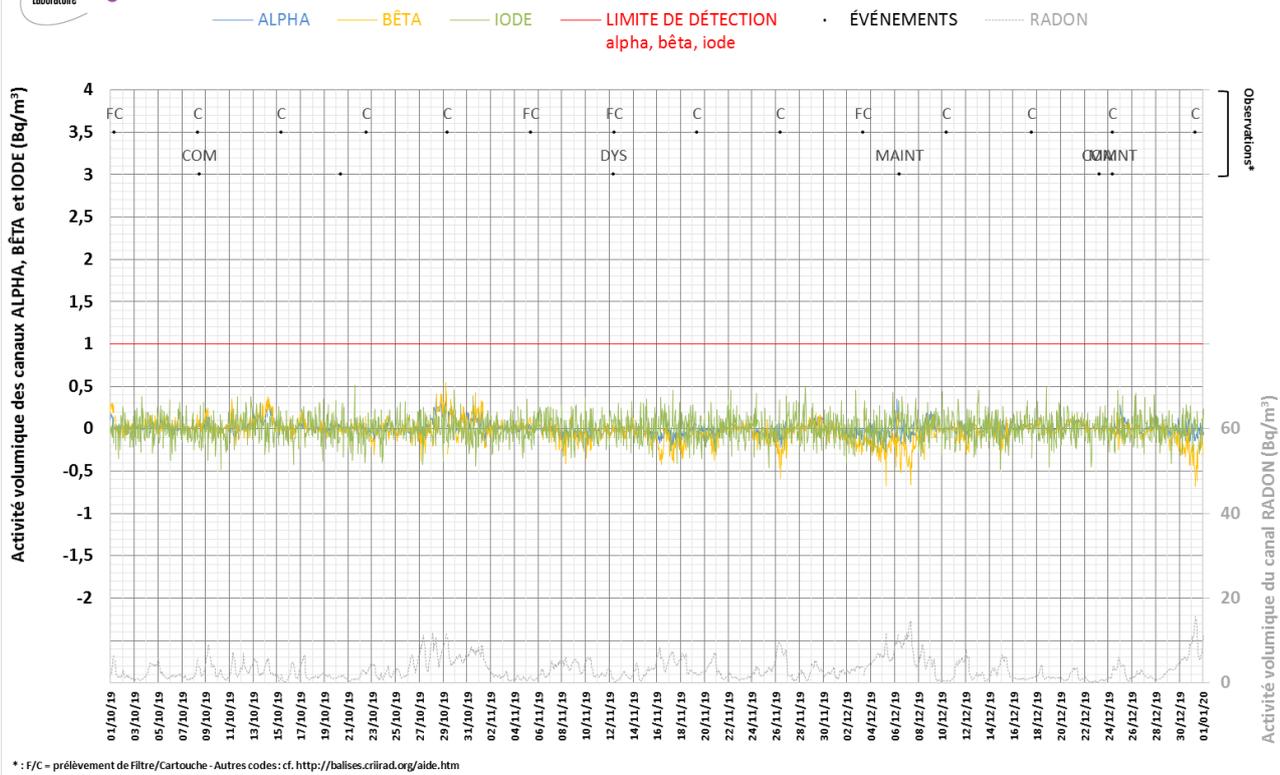
## E/ Balise de Saint-Marcel d'Ardèche



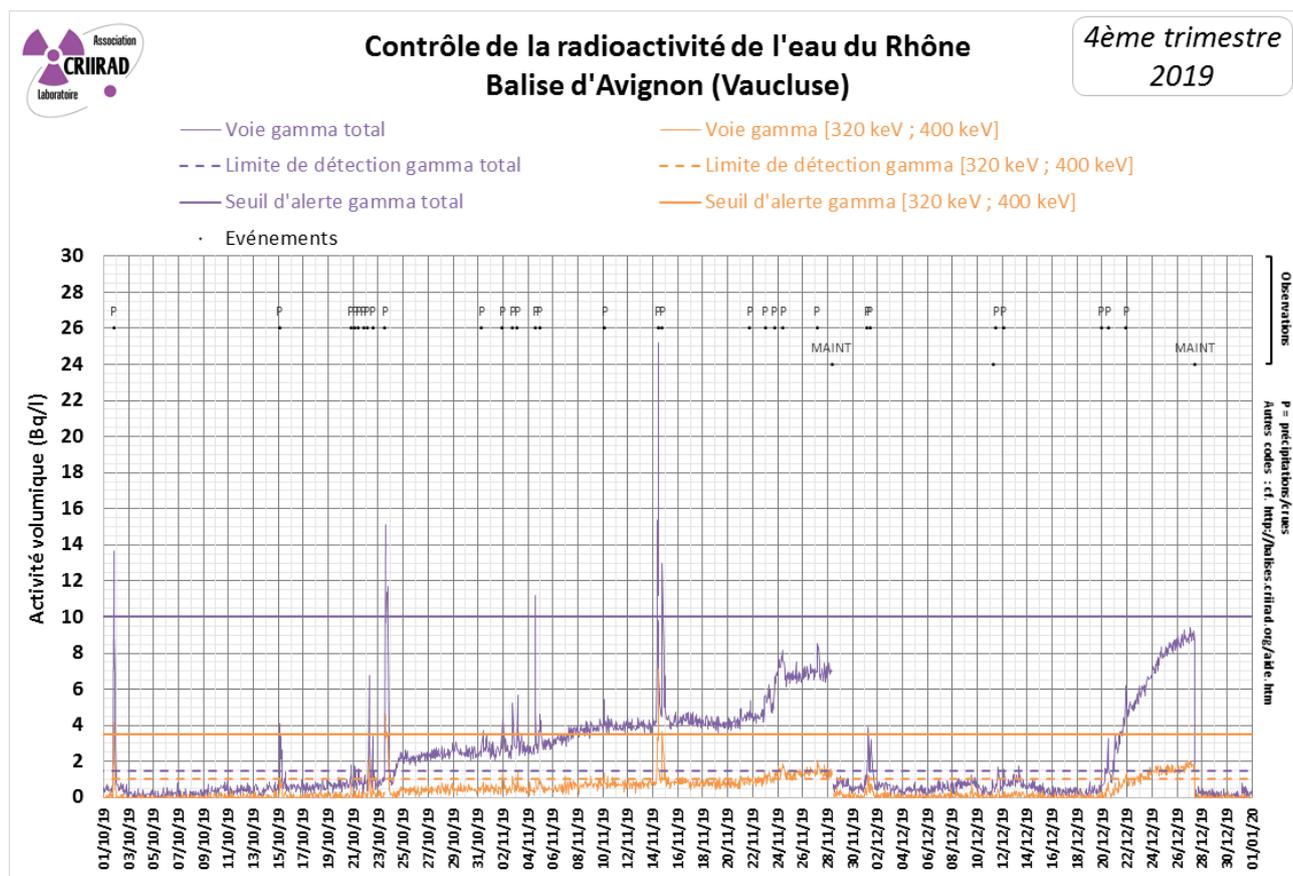


### Contrôle de la radioactivité de l'air Balise d'Avignon (Vaucluse)

4<sup>ème</sup> trimestre  
2019



### III/ Surveillance en continu de la radioactivité de l'eau du Rhône



#### Commentaires

Le graphique présente l'activité volumique (Bq/l), de l'eau du Rhône passant dans la cuve de la balise : pour la voie « gamma total » (de 100 à 2 000 keV) et la région « 320-400 keV » centrée autour de l'énergie gamma de l'iode 131 (364,5 keV). Cette région inclut également l'énergie gamma du plomb 214 (352 keV) descendant du radon 222 naturel, d'où les interférences possibles.

Des dépassements de la limite de détection (1,5 Bq/l) ont été observés sur la voie gamma total, de façon ponctuelle les 1<sup>er</sup>, 15, 21, 22 et 23 octobre, les 1<sup>er</sup>, 11, 12 et 13 décembre et de façon continue entre le 24 octobre et le 28 novembre ainsi qu'entre les 20 et 27 décembre. La valeur maximale, 25 Bq/l, a été observée le 14 novembre. Des dépassements de la limite de détection (1 Bq/l) ont également été observés sur la voie de mesure gamma centrée sur la fenêtre d'énergie [320keV ; 400keV] de façon ponctuelle les 1<sup>er</sup>, 15, 22 et 24 octobre, les 2, 3, 7, 9, 10 et 14 novembre ainsi que le 1<sup>er</sup> décembre et de façon quasi-continue entre les 22 et 28 novembre ainsi qu'entre les 22 et 27 décembre. La valeur maximale mesurée sur cette voie a été de 7 Bq/l le 14 novembre.

La présence accrue de radionucléides naturels lors des épisodes pluvieux ou crues du Rhône engendre des augmentations de la charge en émetteurs gamma. La forte charge continue du Rhône suite à des épisodes pluvieux de forte intensité a entraîné un dépôt important de sédiments en fond de cuve à 2 reprises (le premier après les intempéries de fin octobre et du mois de novembre et le second après les fortes pluies du 20 décembre), ce qui n'a pas permis au système de nettoyage automatique de la cuve de comptage d'être aussi efficace qu'habituellement. Le laboratoire de la CRIIRAD est donc intervenu le 28 novembre et le 27 décembre afin de nettoyer la cuve de comptage des sédiments accumulés précédemment.

Les dépassements de seuil d'alerte observés sur les 2 voies de mesure les 1<sup>er</sup> et 23 octobre et le 14 novembre et sur la seule voie gamma total le 4 novembre ont provoqué à chaque reprise un déclenchement de l'alarme d'astreinte. Les techniciens ont pu vérifier l'origine naturelle du phénomène (suite à de fortes pluies) : les ratios des activités volumiques « Gamma Total / Gamma [320 keV ; 400 keV] » sont toujours restés dans la fourchette des valeurs de 3 à 4,5 caractéristique d'épisodes orageux<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> L'expérience montre que le ratio « gamma total / gamma [320 keV ; 400 keV] » est compris entre 3 et 4,5 lors d'un épisode orageux (dépassement ponctuel), et entre 4,5 et 6,3 lors d'un épisode de type crue (dépassement progressif). Ceci est lié à la désintégration des descendants émetteurs gamma du radon.

# RESULTATS DES CONTROLES EN DIFFERE AU LABORATOIRE DE LA CRIIRAD

## I/ Résultats des analyses de filtres par spectrométrie gamma

Media filtrant	Station	Air échantillonné		Date de prélèvement	Date d'analyse	Césium 137 (microBq/m <sup>3</sup> )	Césium 134 (microBq/m <sup>3</sup> )	Autres radionucléides artificiels émetteurs gamma* (microBq/m <sup>3</sup> )
		du	au					
Filtre à aérosols (piégeage des poussières atmosphériques)	Romans	9/09/19 13:12	7/10/19 12:36	07/10/2019	09/10/19	< 7,9	< 7,1	< LD
	Romans	7/10/19 12:43	12/11/19 09:25	12/11/2019	12/11/19	< 6,4	< 5,5	< LD
	Romans	12/11/19 09:43	9/12/19 13:58	09/12/2019	09/12/19	< 8,9	< 7,5	< LD
	Valence	23/09/19 11:30	28/10/19 08:42	28/10/2019	28/10/19	< 7,5	< 6,6	< LD
	Valence	28/10/19 08:53	25/11/19 12:37	25/11/2019	25/11/19	< 10,1	< 8,2	< LD
	Valence	25/11/19 12:48	30/12/19 08:50	30/12/2019	30/12/19	< 8,3	< 6,7	< LD
	Montélimar	2/09/19 08:41	30/09/19 12:39	30/09/2019	30/09/19	< 8,3	< 6,4	< LD
	Montélimar	30/09/19 12:44	4/11/19 14:31	04/11/2019	04/11/19	< 5,6	< 5,6	< LD
	Montélimar	4/11/19 14:37	2/12/19 14:34	02/12/2019	03/12/19	< 6,5	< 5,4	< LD
	Avignon	3/09/19 08:05	1/10/19 07:20	01/10/2019	03/10/19	< 8,2	< 6,8	< LD
	Avignon	1/10/19 07:38	5/11/19 09:21	05/11/2019	07/11/19	< 6,4	< 5,3	< LD
Avignon	5/11/19 09:35	3/12/19 09:40	03/12/2019	04/12/19	< 8,5	< 7,1	< LD	

Les résultats sont exprimés en microbecquerels par mètre cube d'air à la date de mesure.

(\*) Parmi les autres radionucléides artificiels émetteurs gamma relevés (liste non exhaustive) figurent notamment le manganèse 54, le cobalt 60, le ruthénium-rhodium 106, l'iode 129, l'iode 131, l'américium 241,... les limites de détection typiques sont de l'ordre de 7 à 65 microbecquerels par mètre cube d'air.

### Commentaires :

L'activité des radionucléides artificiels émetteurs gamma recherchés est restée inférieure aux limites de détection dans les analyses de filtres aérosols.

## II/ Résultats des analyses de cartouches par spectrométrie gamma

Media filtrant	Station	Air échantillonné		Date de prélèvement	Date d'analyse	Iode 131 (microBq/m <sup>3</sup> )	Autres radionucléides artificiels émetteurs gamma* (microBq/m <sup>3</sup> )
		du	au				
Cartouche de charbon actif (piégeage spécifique de la forme gazeuse de l'iode 131)	Romans	30/09/19 09:42	07/10/19 12:36	07/10/2019	08/10/19	< 118	< LD
	Romans	05/11/19 08:43	12/11/19 09:25	12/11/2019	13/11/19	< 117	< LD
	Romans	03/12/19 13:46	09/12/19 13:58	09/12/2019	10/12/19	< 132	< LD
	Valence	21/10/19 13:43	28/10/19 08:42	28/10/2019	28/10/19	< 165	< LD
	Valence	19/11/19 11:56	25/11/19 12:37	25/11/2019	26/11/19	< 182	< LD
	Valence	23/12/19 09:09	30/12/19 08:50	30/12/2019	30/12/19	< 169	< LD
	Montélimar	24/09/19 14:40	30/09/19 12:39	30/09/2019	01/10/19	< 128	< LD
	Montélimar	29/10/19 14:50	04/11/19 14:31	04/11/2019	05/11/19	< 121	< LD
	Montélimar	25/11/19 09:34	02/12/19 14:34	02/12/2019	03/12/19	< 121	< LD
	Avignon	26/11/19 09:40	03/12/19 09:40	03/12/2019	05/12/19	< 121	< LD

Les résultats sont exprimés en microbecquerels par mètre cube d'air à la date de mesure. Il convient de préciser que ces résultats représentent une activité moyenne calculée en supposant une contamination homogène sur la période d'exposition de la cartouche (généralement 6 ou 7 jours). En cas de contamination ponctuelle au cours de la période, il peut être nécessaire d'appliquer des facteurs correctifs.

(\*) Parmi les autres radionucléides artificiels émetteurs gamma relevés (liste non exhaustive) figurent notamment le manganèse 54, le cobalt 60, le ruthénium 106, l'iode 129, le césium 134, le césium 137, l'américium 241,... les limites de détection typiques sont de l'ordre de 70 à 800 microbecquerels par mètre cube d'air.

#### Commentaires :

L'activité des radionucléides artificiels émetteurs gamma recherchés est restée inférieure aux limites de détection dans les analyses de cartouches.

### **III/ Résultats des analyses du prélèvement trimestriel de l'eau du Rhône**

Les contrôles effectués en continu par la balise ont pour objet de lancer une alerte en cas de forte élévation de la radioactivité des eaux du Rhône pouvant résulter d'un accident grave. Mais ils ne permettent pas de déceler la présence de radionucléides imputables aux rejets autorisés des installations nucléaires en fonctionnement normal. Il faut pour cela procéder à des analyses beaucoup plus fines en laboratoire. Le budget disponible permet de réaliser deux contrôles ponctuels par trimestre : recherche des radionucléides émetteurs gamma et du tritium.

#### **A/ Résultat de l'analyse par spectrométrie gamma**

Eau du Rhône	Date de prélèvement	Date d'analyse	N° d'analyse	I 131 (Bq/l)	Cs 137 (Bq/l)	K 40 (Bq/l)
4è trimestre	13/12/19 20:42	13/12/19	30 674	< 0,05	< 0,07	< 3,6

Légende ± : indique la marge d'incertitude associée à la mesure.  
< : signifie que le radionucléide n'a pas été détecté. Cela ne signifie pas qu'il est absent, mais la méthode de mesure permet de garantir à une forte probabilité que s'il était présent son activité ne dépasserait pas la limite de détection.  
Les résultats sont exprimés en becquerels par litre à la date de mesure.

#### Commentaires :

L'activité des radionucléides artificiels émetteurs gamma recherchés est restée inférieure aux limites de détection dans les analyses d'eau brute.

#### **B/ Recherche du tritium**

Trimestre	Date de prélèvement	Période de comptage		Activité en tritium Bq/l
		Début	Fin	
4è trimestre	03/12/2020 12:00	23/12/2019	30/12/2019	< 1,9

Le tritium étant un radionucléide émetteur bêta pur, il est recherché au moyen d'un comptage par scintillation liquide sur eau brute (sans distillation).

#### Commentaires :

L'activité en tritium dans l'échantillon est restée inférieure à la limite de détection (<1,9 Bq/l). Il s'agit seulement de la deuxième analyse trimestrielle depuis 2015 (soit 2 prélèvements sur 20) pour laquelle le tritium n'est pas détecté.

Des valeurs plus importantes peuvent être mises en évidence en fonction des rejets des installations nucléaires situées en amont.

Le tritium (isotope radioactif de l'hydrogène) représente en effet plus de 99,9 % des rejets radioactifs liquides effectués par les centrales électronucléaires. Les rejets annuels de tritium sont de plusieurs dizaines de TBq par centrale (1 TBq = mille milliards de Bq).

L'étude réalisée par le laboratoire de la CRIIRAD en 2007 a montré une contamination chronique des végétaux aquatiques du Rhône par le tritium organiquement lié. Voir <http://www.criirad.org/radioactivite-milieu-aquatique/eaux-de-surface/sommaire.html>.

Le tritium présent dans l'eau est transféré en partie à la faune et à la flore aquatique ainsi qu'au milieu terrestre, à la chaîne alimentaire (irrigation, boisson) et in fine à l'homme. Les rejets des installations nucléaires de la vallée du Rhône induisent ainsi une contamination chronique de l'environnement.

L'évaluation des conséquences biologiques de cette contamination fait l'objet de vives controverses dans la communauté scientifique.

## **EN SAVOIR PLUS SUR LES BALISES**

Fonctionnement d'une balise atmosphérique, Fonctionnement d'une balise aquatique, consulter notre site internet à l'adresse : <http://balises.criirad.org/aide.htm>

## **FOCUS : CONTAMINATION EN TRITIUM DANS L'ENVIRONNEMENT / UNE POLLUTION A NE PAS BANALISER (1)**

### **De nombreuses installations nucléaires disposent d'autorisations de rejets de tritium excessivement élevées**

Le tritium est un isotope radioactif de l'hydrogène. Il est produit en très grande quantité dans le cœur des réacteurs nucléaires et se retrouve dans les effluents liquides et gazeux.

Cet élément radioactif n'est pas retenu par les dispositifs de filtration classiques. La solution de facilité est donc qu'il soit intégralement rejeté dans l'environnement par de nombreuses installations nucléaires dont les centrales nucléaires.

Les rejets annuels de tritium par **voie liquide** sont en France de l'ordre de **10 000 milliards de becquerels<sup>6</sup>** par tranche nucléaire de 900 MWe à **25 000 milliards de becquerels** pour celles de 1 300 MWe. En 2017 ces rejets se sont situés entre 11 300 milliards de becquerels pour la centrale nucléaire de Fessenheim et 96 500 milliards de becquerels pour celle de Cattenom.

Les rejets liquides de tritium les plus importants sont effectués par l'usine de retraitement AREVA-ORANO de la Hague qui a rejeté 11,9 millions de milliards de becquerels dans la Manche en 2017, soit 93 % de l'ensemble du tritium rejeté par les installations nucléaires françaises cette année-là.

Ces rejets qui sont effectués, selon les sites, dans les rivières, fleuves ou le milieu marin sont jugés acceptables par les autorités qui ont fixé des autorisations de rejet excessivement élevées et qui constituent en réalité des **permis de polluer**.

S'y ajoutent les rejets de tritium dans l'**atmosphère**. Le record est détenu en France par le site nucléaire militaire de Valduc (Côte d'Or) avec des rejets de 288 000 milliards de becquerels en 2017, viennent ensuite l'usine de retraitement AREVA-ORANO de la Hague (71 600 milliards de becquerels), puis les sites du CEA de Marcoule et Saclay, le réacteur Superphénix en cours de démantèlement et le réacteur de recherche de l'ILL à Grenoble ( 13 000 à 24 000 milliards de becquerels).

Les rejets liquides et atmosphériques de tritium induisent une contamination de l'air, des eaux, des milieux aquatique et terrestre et de la chaîne alimentaire.

Il existe en France de nombreux secteurs, à proximité de centrales nucléaires, usines de retraitement, sites nucléaires civils et militaires où **l'environnement est contaminé de manière « légale » par le tritium (La Hague, Marcoule, Valduc, etc..)**.

### **Les installations nucléaires sont régulièrement à l'origine d'une pollution en tritium des eaux de consommation**

Les eaux destinées à la consommation humaine sont issues de captages souterrains ou de surface.

En France on compte environ 1 325 captages d'eau de surface sur un total de 30 000 captages mais ils alimentent 1/3 de la population française<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Un Becquerel = une désintégration d'atome radioactif par seconde.

<sup>7</sup> La qualité radiologique de l'eau du Robinet en France 2008-2009 (février 2011), rapport ASN-DGS-IRSN

Lorsque les eaux destinées à la production d'eau potable sont puisées dans **des cours d'eau** en aval des points de rejets liquides des installations nucléaires, elles peuvent être contaminées par le tritium car cet élément n'est pas éliminé par les dispositifs de traitement des eaux de distribution.

Les installations nucléaires, en particulier les centrales électronucléaires, sont également régulièrement à l'origine de pollutions en tritium des **nappes d'eau souterraine** alors que tout rejet radioactif y est strictement interdit. Ces pollutions proviennent selon les cas de fuites non maîtrisées (cas des sites de Cruas, Tricastin et du Bugey étudiés par la CRIIRAD) mais aussi de l'impact des rejets chroniques autorisés. Les rejets de tritium dans l'atmosphère entraînent en effet une contamination des précipitations ; les rejets dans les rivières et fleuves une contamination des eaux de surface puis des nappes alluviales en aval.

Quelques exemples de contamination par le tritium des ressources en eau potable mis en évidence par la CRIIRAD sont listés ci-dessous :

- En aval du site nucléaire de **Marcoule (Gard)**, la CRIIRAD avait découvert au début des **années 90** une contamination des eaux de la nappe superficielle destinée à l'irrigation ou à l'alimentation en eau potable (**288 Bq/l** à Codolet). La contamination en tritium des nappes alluviales était décelable jusqu'en **Avignon**.
- Une étude réalisée en **1997** par la CRIIRAD dans les réserves d'eau potable de la **région Rhône-Alpes**, avait révélé la présence quasi systématique de tritium dans les eaux provenant de la **nappe alluviale du Rhône**. Les valeurs les plus élevées concernaient les secteurs de Loyettes, Vaux-en-Velin et Ampuis (aval Superphénix et Bugey), Valence (aval Saint-Alban), Savasse, Montélimar et Donzère (aval Cruas).

#### **La contamination en tritium des eaux entraîne celle des milieux aquatiques et terrestres**

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**. Le tritium présent dans l'eau se retrouvera ainsi en partie dans les organismes vivants aquatiques (plantes, poissons, mollusques, crustacés). L'usage des eaux pour **l'irrigation** entraînera un transfert aux végétaux cultivés. Au final l'homme sera exposé au tritium non seulement par l'eau de boisson mais aussi par l'ingestion d'autres denrées issues du milieu aquatique et terrestre. La période physique du tritium est relativement longue (**12,3 ans**), il faudra donc attendre 12 ans pour que sa radioactivité soit divisée par deux. On assiste alors à une **contamination diffuse chronique**. L'impact pour les organismes vivants exposés n'est pas pris en compte par les autorités lors de la fixation des autorisations de rejets.

Rédaction : Bruno CHAREYRON, directeur du laboratoire de la CRIIRAD

Le prochain bulletin trimestriel abordera les risques et les normes concernant la consommation des eaux de boisson contaminées par le tritium.

## **ANNEXE : INTERPRETATION DES GRAPHIQUES PRESENTANT LES RESULTATS DU RESEAU DE BALISES DE LA CRIIRAD**

Une codification a été mise en place sur les graphiques mis en ligne, au niveau de l'encart « Observations », pour renseigner des événements particuliers. Cette codification est explicitée ci-dessous.

A/ Les balises sont des outils de surveillance de la radioactivité fonctionnant 24h/24 toute l'année. Ce fonctionnement en continu est nécessairement rythmé par la survenue d'événements programmés tout au long de l'année (prélèvements hebdomadaires aux balises atmosphériques, interventions de maintenance), voir tableau A.

B/ Il peut se produire également des événements non programmés (dysfonctionnements mécaniques ou électroniques, pannes,...), voir tableau B.

C/ Lorsque des résultats de mesure sont atypiques, ils font l'objet d'une codification explicitée dans le tableau C.

<b>CODIFICATION DES EVENEMENTS SURVENANT AUX BALISES</b>	
<b><i>Tableau A / Evénements techniques programmés (prélèvement hebdomadaire aux balises atmosphériques, maintenance,...)</i></b>	
C	Prélèvement de la cartouche à charbon actif (balise atmosphérique) : la fréquence de prélèvement est hebdomadaire. Des prélèvements en urgence sont effectués si nécessaire.
F	Prélèvement du filtre aérosols (balise atmosphérique) : la fréquence de prélèvement est mensuelle, sauf s'il est nécessaire de remplacer le rouleau de filtre ou en cas d'anomalie nécessitant une intervention en urgence.
F/C	Prélèvement simultané du filtre aérosols et de la cartouche à charbon actif (balise atmosphérique)
MAINT	Intervention de maintenance du laboratoire CRIIRAD et/ou d'un prestataire

<b>CODIFICATION DES EVENEMENTS SURVENANT AUX BALISES</b>	
<b><i>Tableau B / Evénements techniques non programmés (dysfonctionnements techniques, pannes, arrêt balise...)</i></b>	
COM	Problème de communication pour la transmission des données entre la balise et la centrale de gestion nécessitant ou ayant nécessité une (des) intervention(s) à la balise
DYS	Dysfonctionnement technique (rupture de filtre aérosols, arrêt d'une pompe, panne électronique, panne de compresseur, ...)
.	Arrêt ponctuel de la balise, pour une durée inférieure à 6 heures (typiquement : coupure de l'alimentation électrique ponctuelle)
[	Début de période d'arrêt de la balise (dans le cas d'un arrêt d'une durée supérieure à 6 heures)
]	Fin de période d'arrêt de la balise (dans le cas d'un arrêt d'une durée supérieure à 6 heures)
AUTRE	Evénement ne rentrant pas dans une des catégories précédemment citées

<b>CODIFICATION DES EVENEMENTS SURVENANT AUX BALISES</b>	
<b><i>Tableau C/ Résultats de mesure sortant de l'ordinaire</i></b>	
RN	Dépassement(s) alpha et (ou) bêta direct (balises atmosphériques) lié(s) à un pic d'activité volumique en radon
P	Pic d'activité volumique (balise aquatique d'Avignon) ou pic de débit de dose gamma ambiant (sondes gamma) en lien avec des épisodes de précipitations ou des crues (lessivage des descendants émetteurs gamma du radon)
CONT-S	Contamination suspectée, analyses complémentaires en cours
CONT-A	Contamination avérée, voir document spécifique

Auteur : Jérémie Motte, Ingénieur environnement, Responsable du service balises au laboratoire de la CRIIRAD

Approbation : Bruno Chareyron, Ingénieur en physique nucléaire, Directeur du laboratoire CRIIRAD.

## **LABORATOIRE CRIIRAD**

Le laboratoire de la CRIIRAD est un laboratoire d'analyse spécialisé dans les mesures de radioactivité et agréé par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) pour les mesures de radioactivité de l'environnement et les contrôles radon (voir portée de l'agrément sur le site <http://www.criirad.org/laboratoire/agrements.html> . Il est placé sous la responsabilité de M. Bruno CHAREYRON, ingénieur en physique nucléaire.



### **RESPONSABLE SCIENTIFIQUE**

Bruno CHAREYRON



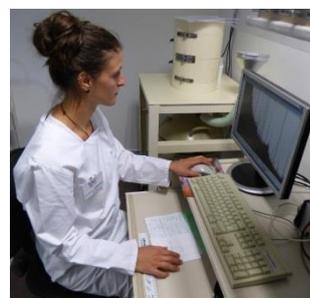
### **RESPONSABLE DU SERVICE DE GESTION DES BALISES**

Jérémie MOTTE



### **RESPONSABLE INTERVENTIONS**

Christian COURBON



### **RESPONSABLE QUALITE**

Marion JEAMBRUN



### **RESPONSABLE SERVICE RADON**

Julien SYREN



### **INTERVENTIONS HEBDOMADAIRES, ANALYSES**

Stéphane PATRIGEON



### **SCRUTATION DES DONNEES**

Stéphane MONCHÂTRE



### **PREPARATION DES ECHANTILLONS**

Sara ORTUNO

### **EQUIPE D'ASTREINTE**

Bruno CHAREYRON, Christian COURBON, Marion JEAMBRUN, Stéphane PATRIGEON, Julien SYREN, Jérémie MOTTE.