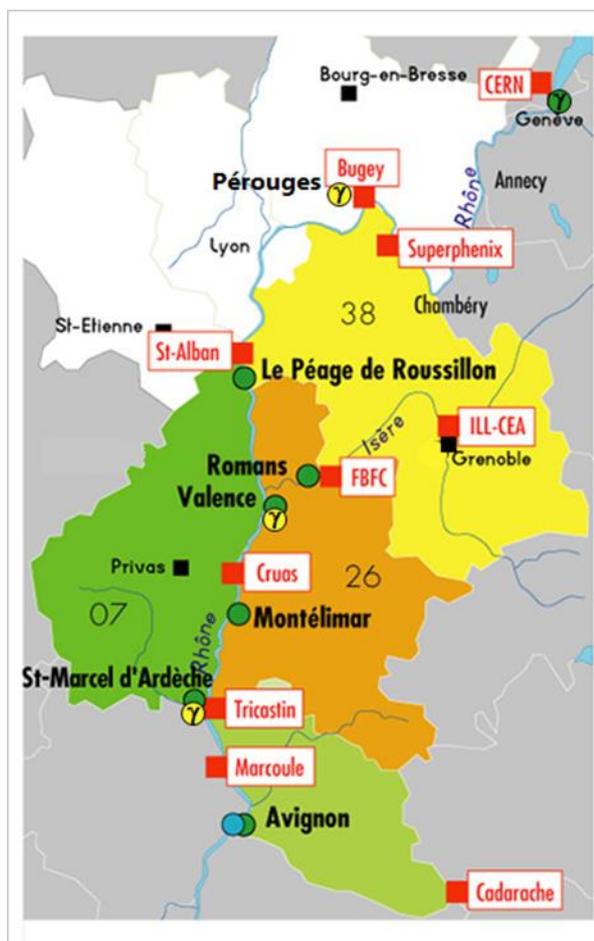


SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE ATMOSPHERIQUE ET AQUATIQUE

RESEAU DE BALISES CRIIRAD

Rapport N° 20-25

RAPPORT TRIMESTRIEL JANVIER-FEVRIER-MARS 2020



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

REGION
SUD

PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR

- LA
D R Ô
M E -
LE DÉPARTEMENT

Département
VAUCLUSE

grand
avignon
communauté d'agglomération

AVIGNON
www.avignon.fr

valence
romans
AGGLO

terr
d'energies
Communauté de Communes
du Montélimar

montélimar
agglomération

dragage
LABORATOIRE DE CHIMIE

... SUBVENTIONNE
... PAR LA
VILLE DE GENÈVE

Pérouges

Association
CRIIRAD
Laboratoire

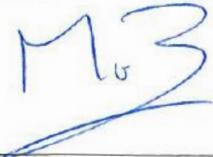
Communes du réseau Montilien

Aleyrac	Cliusclat	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 - Premier trimestre 2020	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	8
III/ Surveillance en continu de la radioactivité de l'eau du Rhône.....	11
RESULTATS DES CONTROLES EN DIFFERE AU LABORATOIRE DE LA CRIIRAD	12
I/ Résultats des analyses de filtres par spectrométrie gamma	12
II/ Résultats des analyses de cartouches par spectrométrie gamma.....	12
III/ Résultats des analyses du prélèvement trimestriel de l'eau du Rhône.....	13
EN SAVOIR PLUS sur les balises	14
FOCUS : CONTAMINATION EN TRITIUM DANS L'ENVIRONNEMENT / UNE POLLUTION A NE PAS BANALISER (2)	15
ANNEXE : Interprétation des graphiques présentant les résultats du réseau de balises de la CRIIRAD	18
LABORATOIRE CRIIRAD	20

	EMETTEUR	APPROBATION
Nom - Fonction	J. Motte (responsable du service balises)	J. Syren (responsable du service radon)
Date	06/10/2020	06/10/2020
Signature		

SYNTHESE – FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE BALISES CRIIRAD

I/ Synthèse des résultats / Taux de fonctionnement par système de détection - Premier trimestre 2020

Aucune anomalie radiologique n'a été mise en évidence au cours du premier trimestre 2020.

BALISE DETECTION	Pérourges		Péage-de-Roussillon		Romans-sur-Isère		Valence		Montélimar	
Alpha/Bêta (Air)	[Hatched]		[Green]	100%	[Green]	100%	[Green]	97%	[Green]	90%
Iode (Air)			[White]	0%	[Green]	100%	[Green]	97%	[Green]	90%
Gamma (Air)	[Green]	100%	[Hatched]		[Hatched]		[Green]	97%	[Hatched]	

Légende

[Green]	90 %	Aucune contamination détectée / Taux de fonctionnement*
[Orange]	90 %	Contamination détectée / Taux de fonctionnement*
[Wrench]		Problème technique ponctuel ou maintenance

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

Légende

[Green]	90 %	Aucune contamination détectée / Taux de fonctionnement*
[Orange]	90 %	Contamination détectée / Taux de fonctionnement*
[Wrench]		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

- **Remarque sur le fonctionnement et la gestion des balises pendant la période de confinement strict (17 mars – 11 mai) liée à la crise de COVID19** : le laboratoire de la CRIIRAD s'est organisé pour continuer à fonctionner, dans un mode dégradé, mais suffisant afin de **poursuivre sa mission de surveillance, d'alerte et d'information**, tout en limitant les risques pour elle-même et pour les autres. L'activité de surveillance par le réseau de balises s'est poursuivie, beaucoup de tâches ayant pu s'effectuer **à distance** : la vérification deux fois par jour des données des balises, la mise en ligne des résultats, le maintien du système d'astreinte. Nous

avons conservé une présence physique d'un salarié, par roulement pour le lancement et le traitement des analyses au laboratoire. La fréquence des déplacements sur les sites des balises a été réduite (changement de la cartouche à charbon actif tous les 15 jours et non plus chaque semaine sauf pour la balise de Valence). La capacité d'intervention aux balises en cas d'alarme a été maintenue pendant cette période.

- **Balise de Montélimar (remplacement de la pompe principale de l'air extérieur)** : la pompe principale d'aspiration de l'air extérieur ne fonctionnait plus depuis le 23 décembre 2019 (voir rapport trimestriel précédent¹). Elle a été remplacée le 9 janvier dans le cadre d'une intervention spécifique du laboratoire de la CRIIRAD. La pompe est pleinement fonctionnelle depuis cette intervention.

- **Dysfonctionnement de l'électronique de la balise de Valence** : aucune mesure n'a été enregistrée par la balise de Valence entre le 18 janvier 0h et le 20 janvier 12h30 suite à un dysfonctionnement électronique qui a pu être résolu par une réinitialisation complète de la balise.

- **Arrêts de l'alimentation électrique aux balises** : au cours du trimestre, des arrêts de l'alimentation électrique se sont produits à la balise de Valence (à une reprise le 19 février), à la balise aquatique d'Avignon (à une reprise le 24 février), à la balise atmosphérique d'Avignon (à trois reprises le 16 janvier, les 3 et 10 mars) et à la balise de Saint-Marcel d'Ardèche (à neuf reprises les 9, 10, 12, 20 et 31 janvier ainsi que les 3, 5, 11 et 26 février). Le rétablissement de l'alimentation électrique a été automatique dans chacun des cas précisés ci-dessus, aucun déplacement de technicien sur site n'a par conséquent été nécessaire.

- **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 arrêtée² 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 nécessaire³. 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 pour remplacer le filtre aérosols à la balise de Saint Marcel d'Ardèche le 13 janvier et à la balise de Péage de Roussillon le 27 janvier.

¹ http://balises.criirad.org/pdf/dfm/BT_CRIIRAD_2019_T4.pdf

² 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.

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

- **Balise atmosphérique d'Avignon** : la communication avec la centrale de gestion, située dans les locaux de la CRIIRAD à Valence, a été interrompue à 3 reprises le 15 janvier ainsi que les 26 et 27 février. A la demande du laboratoire de la CRIIRAD, l'intervention des services techniques de la Ville d'Avignon pour réinitialiser l'électronique de la balise a permis, dans chacun des cas, de rétablir la communication.
- **Balise aquatique d'Avignon** : le laboratoire de la CRIIRAD est intervenu sur site le 20 février pour maintenance. Le compresseur permettant le nettoyage automatique de la cuve de comptage présentait depuis quelques semaines un dysfonctionnement et a donc été remplacé au cours de cette intervention. La cuve a également été nettoyée des sédiments qui se sont accumulés dans le fond et le bon fonctionnement général de la balise a pu être ensuite contrôlé.
- **Dépassements de la limite de détection des voies alpha, bêta direct (balises atmosphériques de Valence et Montélimar)** : la limite de détection (1 Bq/m^3) a été dépassée à plusieurs reprises (voir graphiques en pages 8 et 9) au cours du trimestre sur les voies alpha et/ou bêta direct des balises atmosphériques de **Valence** (le 25 janvier, les 7, 13, 23 et 25 février ainsi que le 19 mars) et de **Montélimar** (les 1^{er}, 7 et 25 février). 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 radon⁴ (par exemple lors des dépassements alpha et/ou bêta direct du 25 février sur les 2 balises, des activités volumiques maximales en radon de 30 Bq/m^3 et 15 Bq/m^3 ont été respectivement mesurées à Valence et Montélimar).

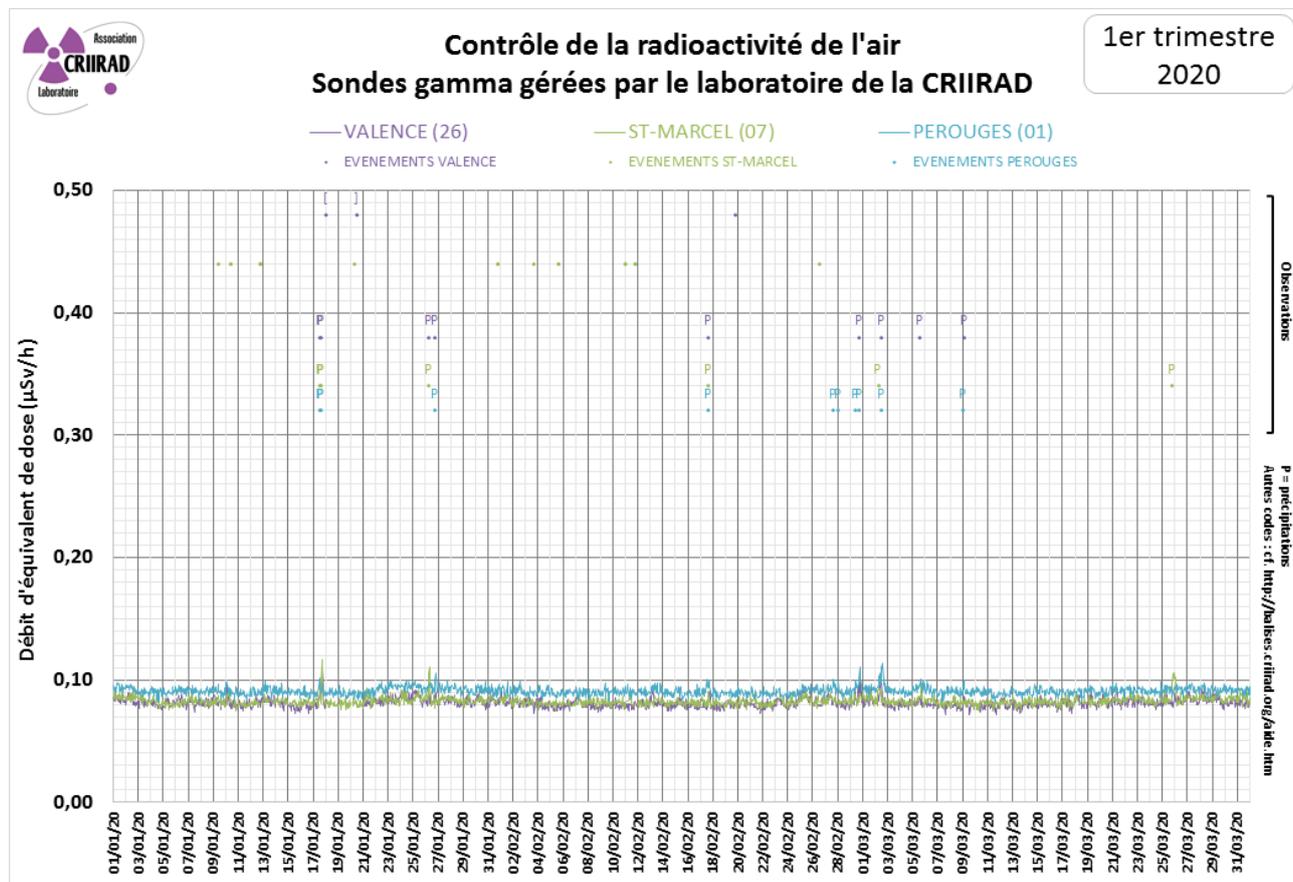
⁴ Il faut savoir que les voies alpha, bêta direct et radon sont mesurées par un seul détecteur. Un paramétrage fin permet de discriminer les impulsions mesurées par ce détecteur et de les imputer aux différentes voies : alpha artificiel, bêta artificiel direct, radon (naturel). Ce paramétrage est réglé de manière optimale pour de faibles concentrations en radon (généralement les concentrations mesurées sont inférieures à 10 Bq/m^3). 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.

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 à Valence, Saint-Marcel d'Ardèche, Pérouges



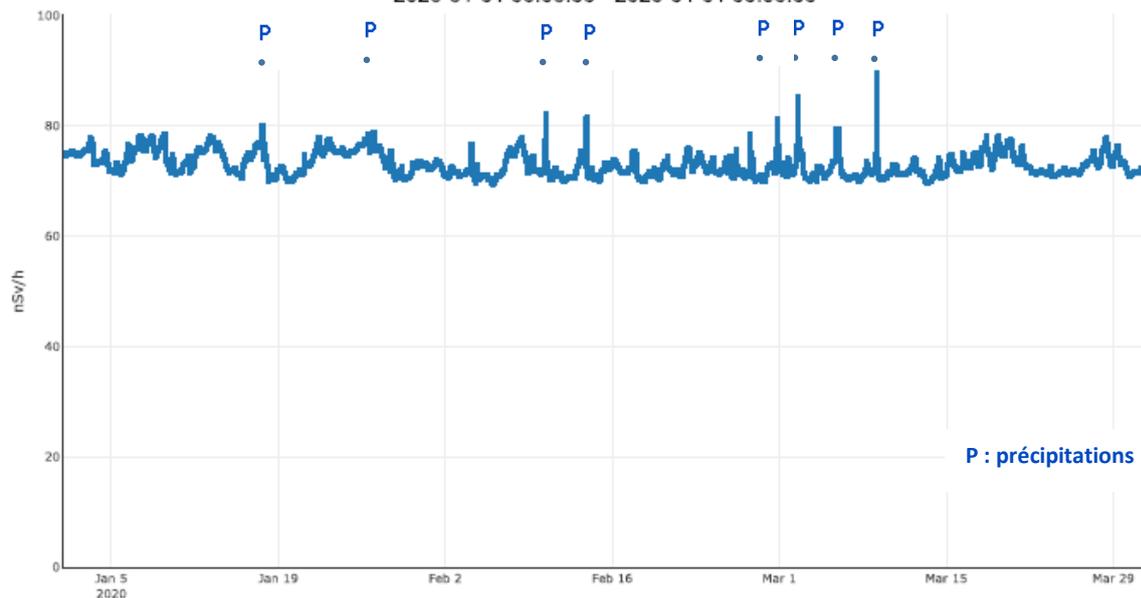
Débit de dose gamma ambiant à Genève

[[Débit de dose Gamma (nSv/h)]]

SONDE GAMMA DE GENEVE

1 nSv/h = 0,001 $\mu\text{Sv/h}$

2020-01-01 00:00:00 - 2020-04-01 00:00:00



Commentaires

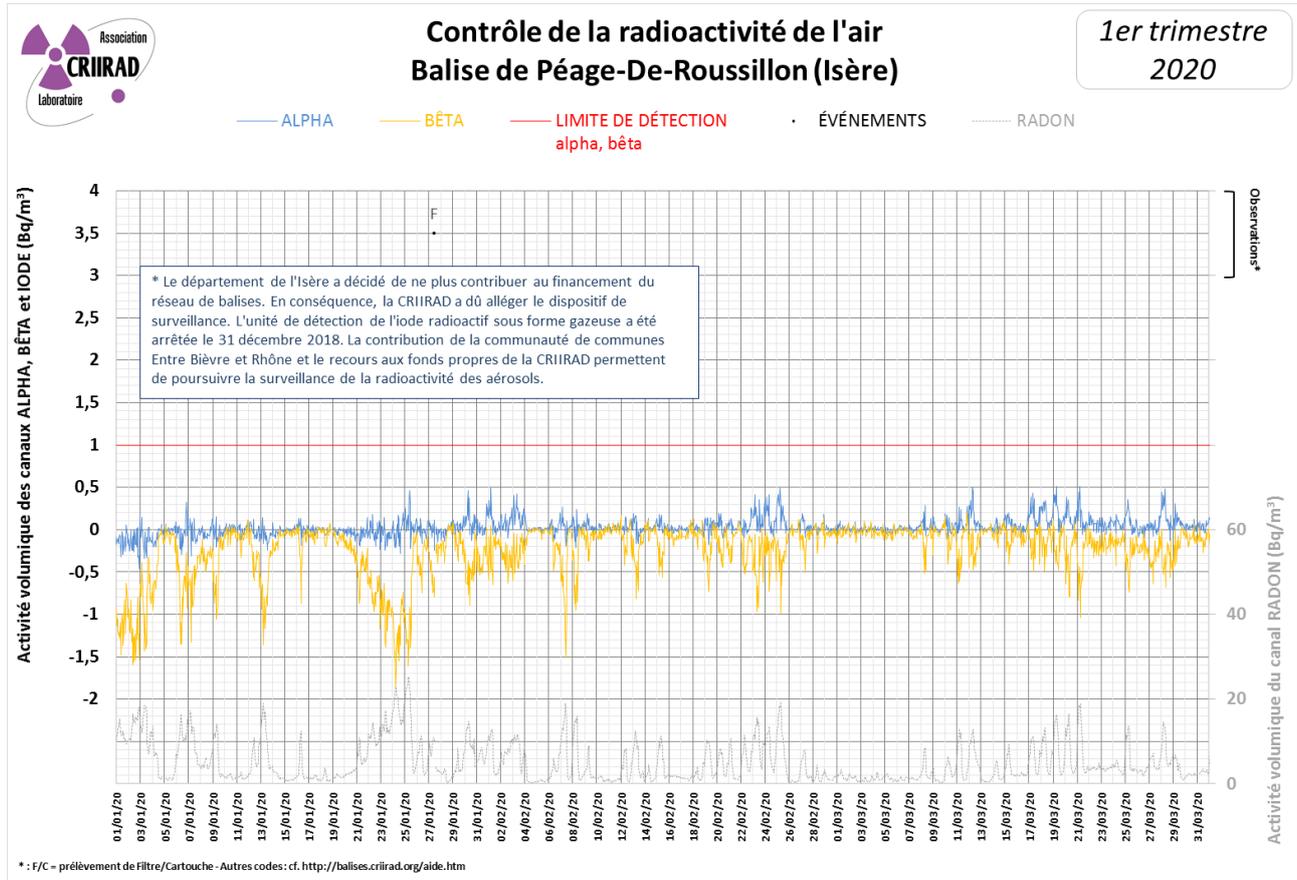
Les débits de dose instantanés sont restés dans une gamme de variation normale pour les 4 sondes de mesure. Sur les secteurs de **Valence, Saint-Marcel d'Ardèche, Pérouges et Genève**, le bruit de fond naturel moyen est classiquement de **0,07 à 0,09 $\mu\text{Sv/h}$** (ou de **70 à 90 nSv/h**).

Les fluctuations les plus importantes ont été observées lors d'épisodes de précipitations. Les plus notables sont survenues le 17 janvier (0,12 $\mu\text{Sv/h}$ à Saint-Marcel d'Ardèche), le 29 février, le 2 mars (0,12 $\mu\text{Sv/h}$ à Pérouges) ainsi que le 9 mars à Genève (0,09 $\mu\text{Sv/h}$ ou 90 nSv/h en lecture sur le graphe). Lors de ces épisodes, les descendants radioactifs émetteurs gamma⁵ 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.

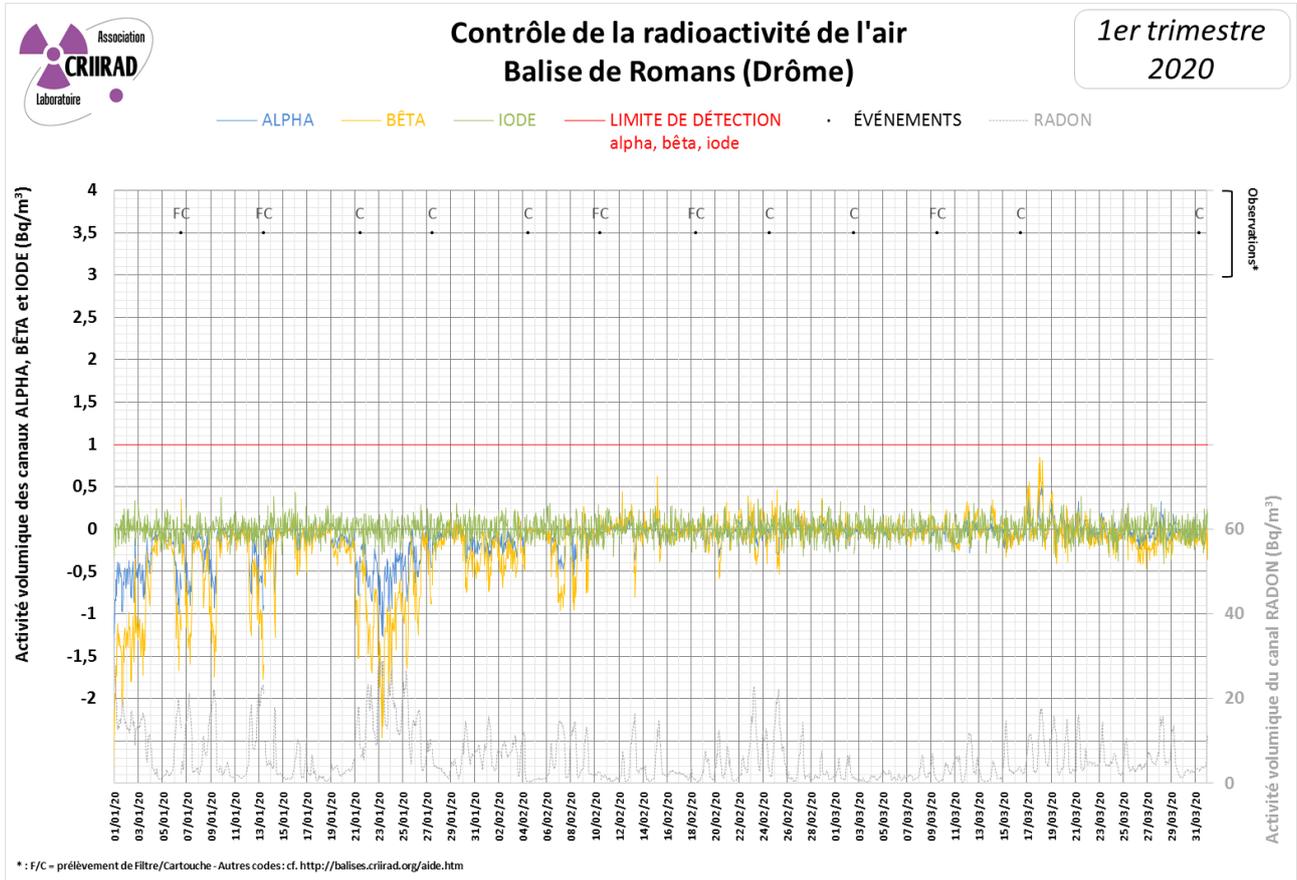
⁵ Plomb 214 et Bismuth 214 de périodes physiques égales respectivement à 27 minutes et à 20 minutes.

II/ Surveillance en continu de la radioactivité atmosphérique

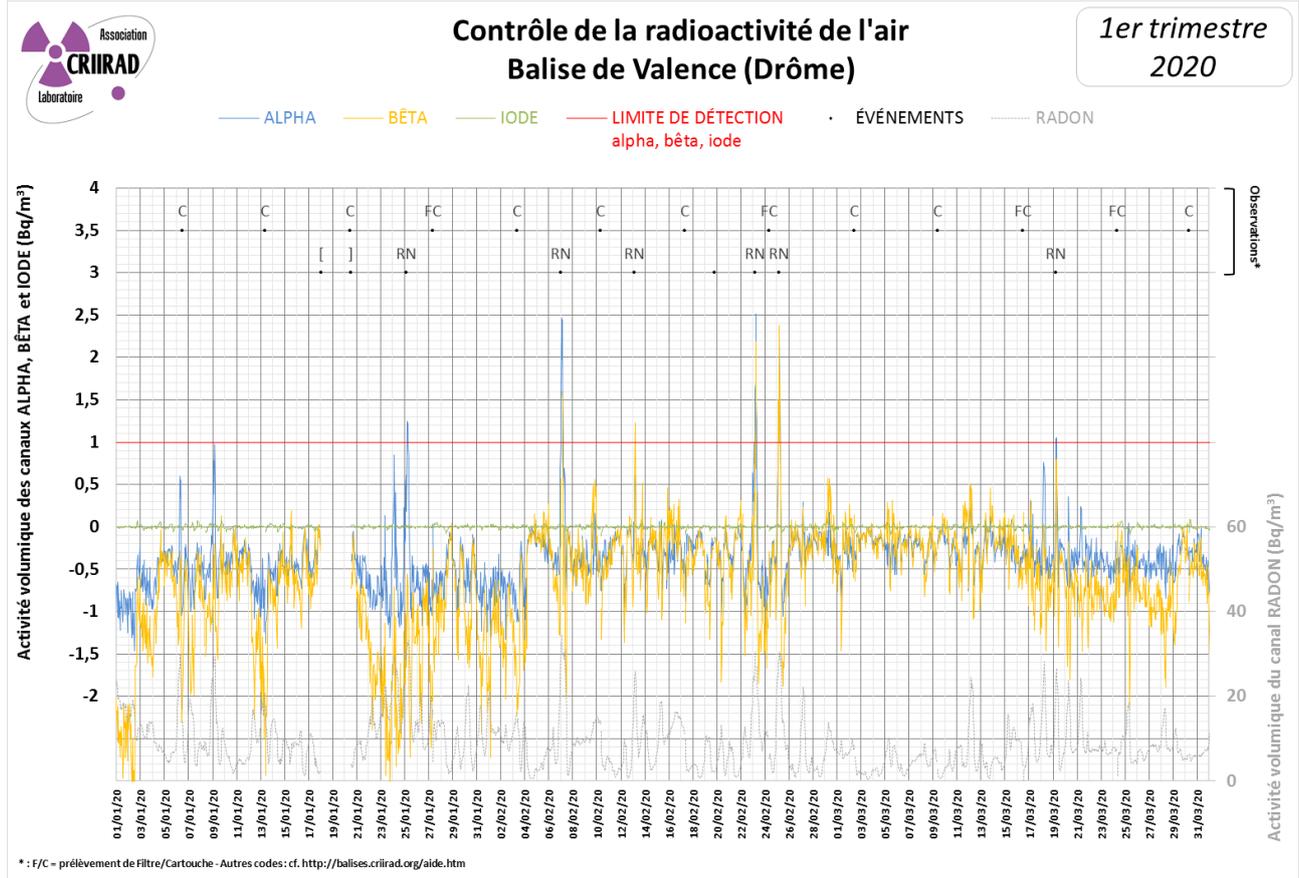
A/ Balise de Péage de Roussillon



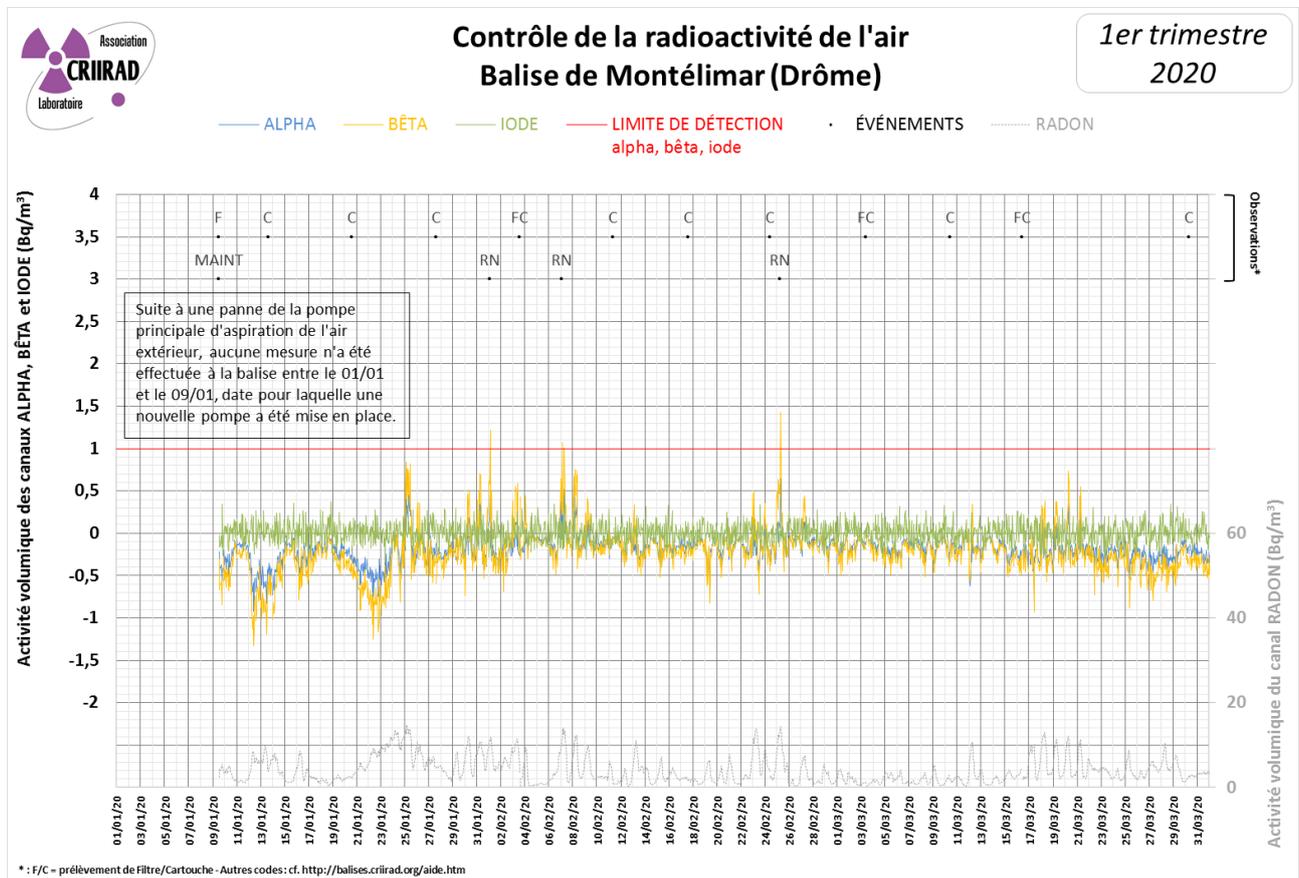
B/ Balise de Romans-sur-Isère



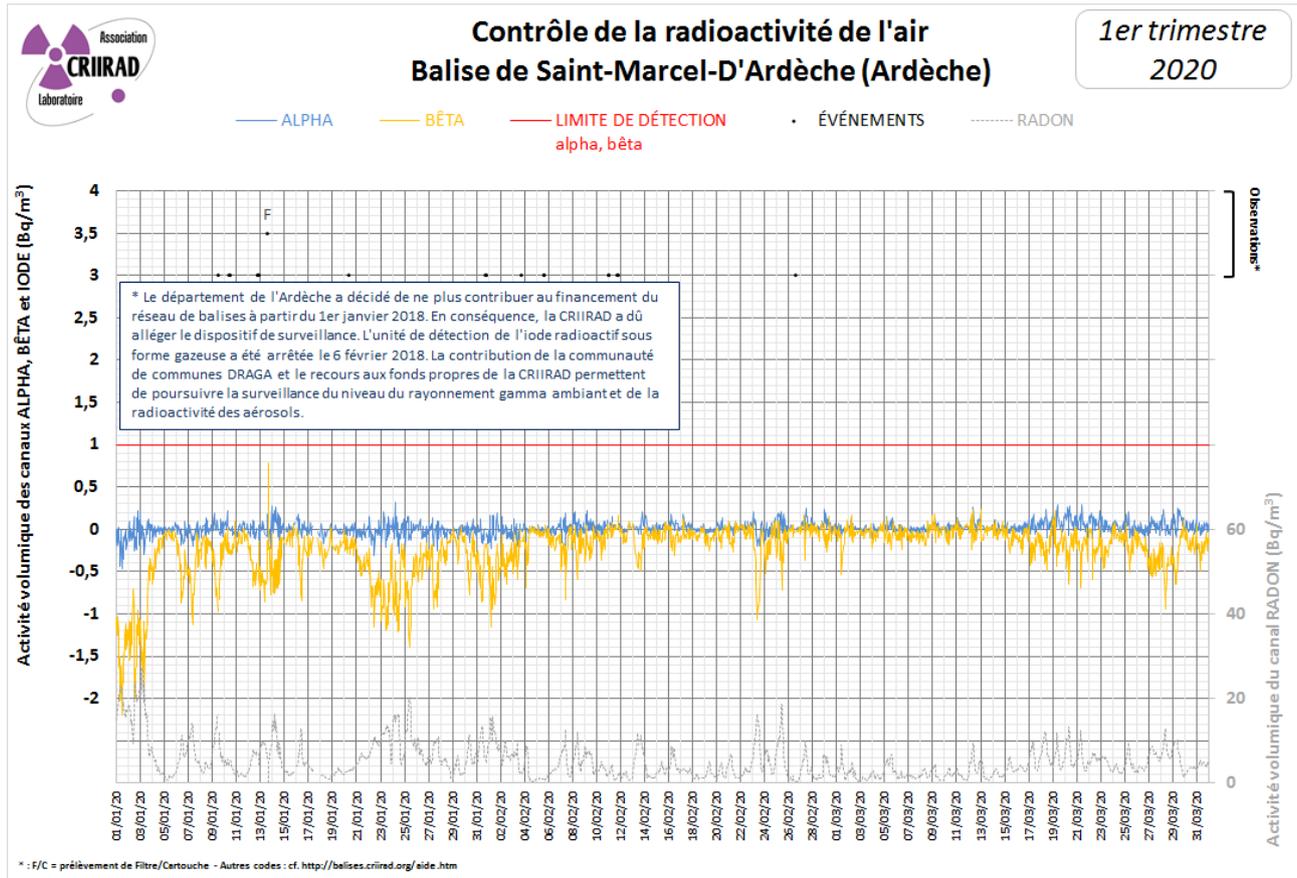
C/ Balise de Valence



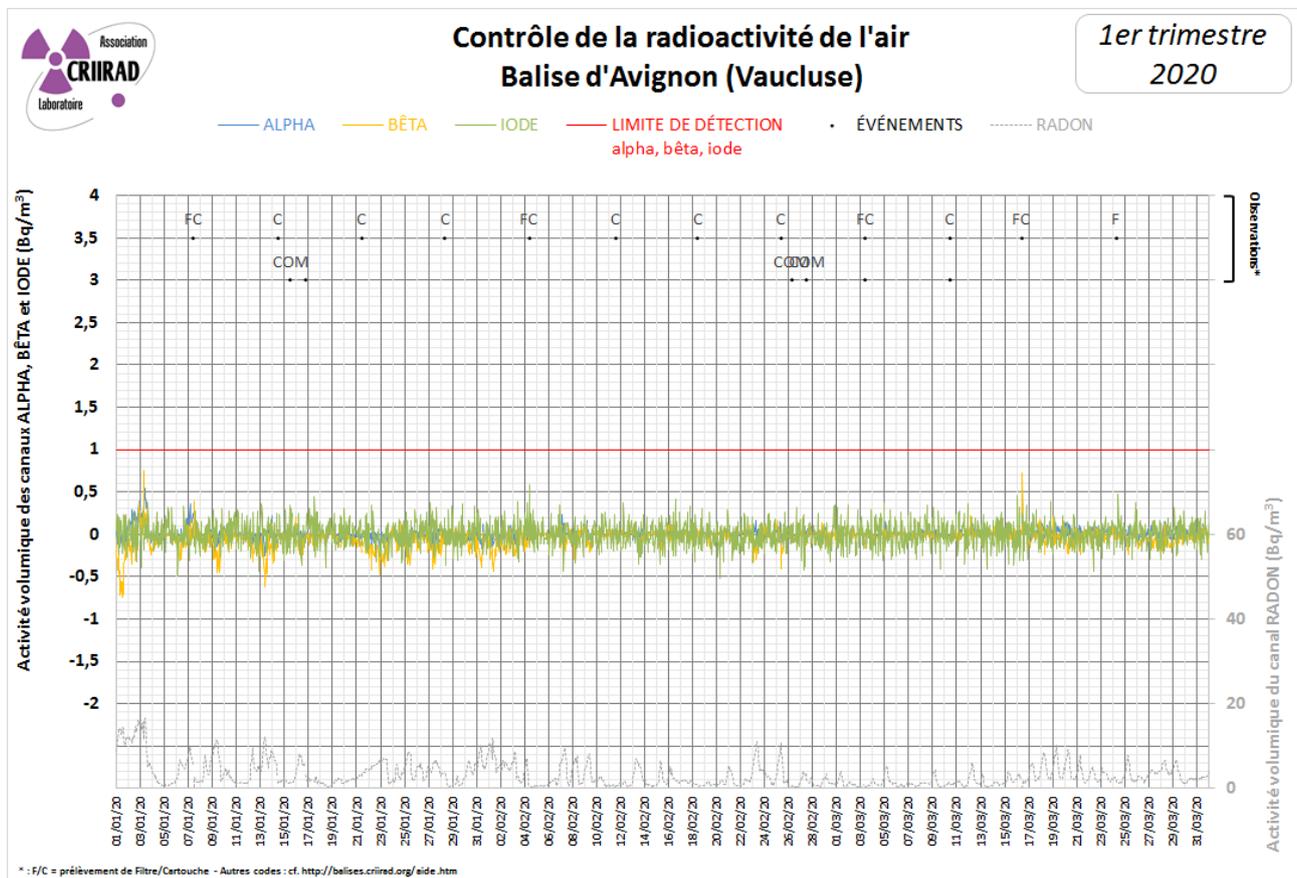
D/ Balise de Montélimar



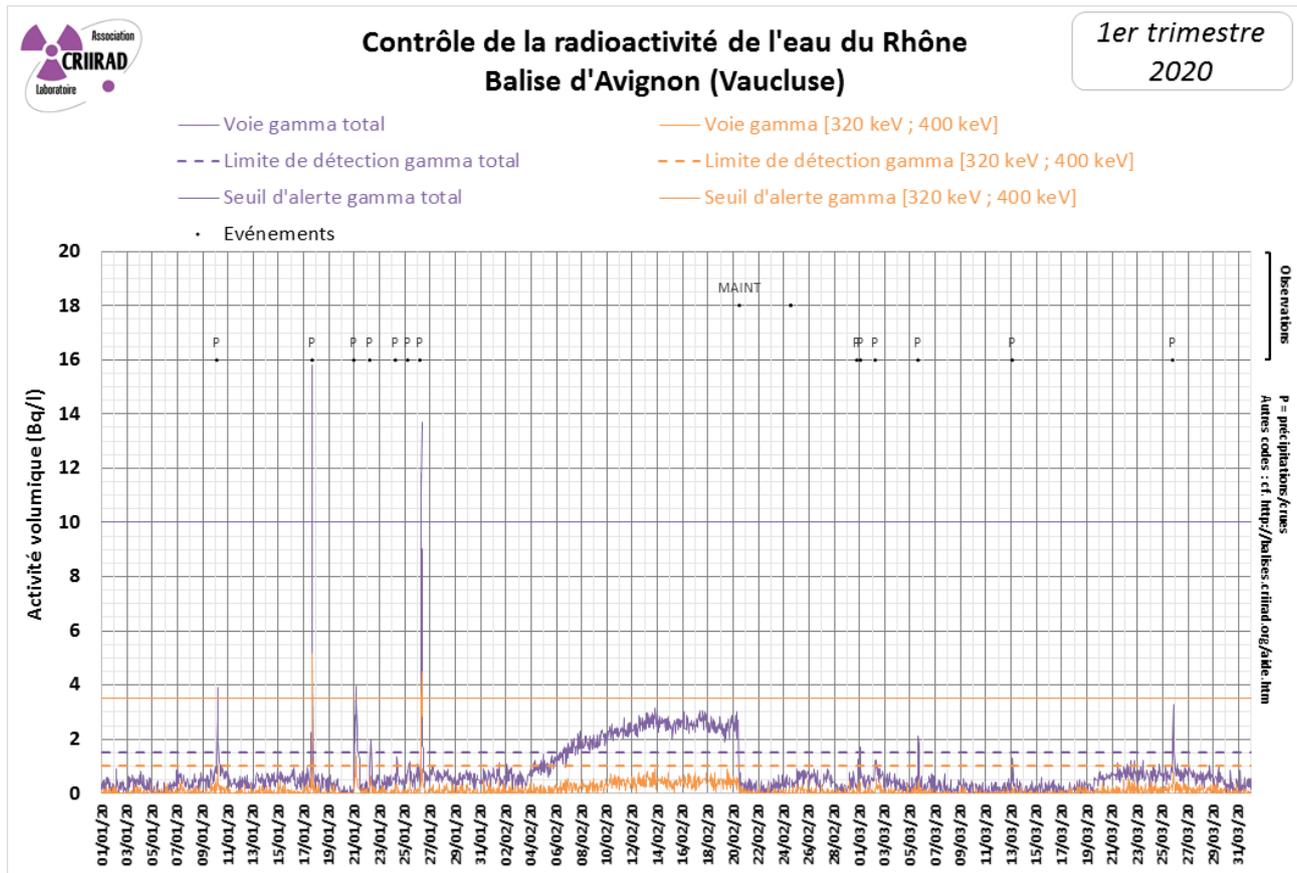
E/ Balise de Saint-Marcel d'Ardèche



F/ Balise d'Avignon



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 10, 17, 21, 22 et 26 janvier, les 1^{er}, 5 et 25 mars et de façon continue entre les 7 et 20 février. Le seuil d'alerte (10 Bq/l) été dépassé à deux reprises au cours du trimestre les 17 et 26 janvier (activité maximale : 16 Bq/l le 17 janvier). Des dépassements de la limite de détection (1 Bq/l) ont également été observés de façon ponctuelle sur la voie de mesure gamma centrée sur la fenêtre d'énergie [320keV ; 400keV] les 10, 17, 21 et 26 janvier. Le seuil d'alerte (3,5 Bq/l) a été dépassé à deux reprises les 17 et 26 janvier (activité maximale : 5 Bq/l le 17 janvier). La présence accrue de radionucléides naturels lors des épisodes pluvieux ou crues du Rhône engendre des augmentations de la charge en émetteurs gamma.

Les dépassements de seuil d'alerte observés sur les 2 voies de mesure des 17 et 26 janvier 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 [320keV ; 400keV] » ont été de l'ordre de 3,2 et de 3 pour les épisodes pluvieux respectifs des 17 janvier et 26 janvier, dans la fourchette de 3 à 4,5 caractéristique d'épisodes orageux. L'expérience montre que ce ratio est en effet 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 ³)	Césium 134 (microBq/m ³)	Autres radionucléides artificiels émetteurs gamma* (microBq/m ³)
		du	au					
Filtre à aérosols (piégeage des poussières atmosphériques)	Romans	09/12/19 14:09	13/01/20 10:36	13/01/2020	13/01/20	< 6,7	< 5,8	< LD
	Romans	13/01/20 10:47	10/02/20 11:08	10/02/2020	10/02/20	< 8,7	< 7,1	< LD
	Romans	10/02/20 11:13	9/03/20 12:59	09/03/2020	10/03/20	< 8,3	< 7,0	< LD
	Valence	30/12/19 09:00	27/01/20 08:22	27/01/2020	27/01/20	< 11,0	< 9,0	< LD
	Valence	27/01/20 08:28	24/02/20 07:51	24/02/2020	24/02/20	< 10,0	< 8,7	< LD
	Valence	24/02/20 08:07	24/03/20 08:31	24/03/2020	24/03/20	< 10,2	< 8,5	< LD
	Montélimar	02/12/19 14:40	23/12/19 09:52	23/12/2019	07/01/20	< 9,1	< 7,7	< LD
	Montélimar	09/01/20 11:52	03/02/20 14:21	03/02/2020	05/02/20	< 8,2	< 7,4	< LD
	Montélimar	03/02/20 14:27	03/03/20 10:17	03/03/2020	03/03/20	< 7,6	< 6,7	< LD
	Avignon	03/12/19 09:53	07/01/20 09:54	07/01/2020	09/01/20	< 6,6	< 5,7	< LD
	Avignon	07/01/20 10:33	04/02/20 09:41	04/02/2020	06/02/20	< 8,3	< 6,7	< LD
Avignon	04/02/20 09:51	03/03/20 09:27	03/03/2020	09/03/20	< 8,9	< 7,4	< 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 ³)	Autres radionucléides artificiels émetteurs gamma* (microBq/m ³)
		du	au				
Cartouche de charbon actif (piégeage spécifique de la forme gazeuse de l'iode 131)	Romans	06/01/20 13:28	13/01/20 10:36	13/01/2020	14/01/20	< 117	< LD
	Romans	04/02/20 11:24	10/02/20 11:08	10/02/2020	11/02/20	< 133	< LD
	Romans	02/03/20 13:25	09/03/20 12:59	09/03/2020	10/03/20	< 122	< LD
	Valence	20/01/20 10:58	27/01/20 08:22	27/01/2020	27/01/20	< 165	< LD
	Valence	17/02/20 08:20	24/02/20 07:51	24/02/2020	24/02/20	< 169	< LD
	Valence	16/03/20 12:27	24/03/20 08:31	24/03/2020	24/03/20	< 155	< LD
	Montélimar	13/01/20 14:49	20/01/20 14:25	20/01/2020	21/01/20	< 114	< LD
	Montélimar	27/01/20 14:30	03/02/20 14:21	03/02/2020	06/02/20	< 133	< LD
	Montélimar	24/02/20 10:26	03/03/20 10:17	03/03/2020	04/03/20	< 102	< LD
	Montélimar	30/03/20 08:29	10/04/20 07:36	10/04/2020	14/04/20	< 114	< LD
	Avignon	25/02/20 08:44	03/03/20 09:27	03/03/2020	04/03/20	< 79	< 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.

En situation courante, un échantillon d'eau du Rhône est prélevé une fois par trimestre par le service hygiène santé de la mairie d'Avignon en amont du Pont Saint-Bénézet sur l'ancien site de la capitainerie à Avignon et analysé par le laboratoire CRIIRAD. Ce type de contrôle peut également être réalisé sans délai en cas de détection de contamination par la balise, grâce au service d'astreinte permanent du service hygiène santé de la mairie d'Avignon et du laboratoire CRIIRAD. Un échantillon d'eau du Rhône a été prélevé à proximité du Pont Saint-Bénézet par un technicien de la Ville le 03/03/2020.

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)
1er trimestre	05/03/19 12:00	22/03/19	30 412	< 0,23	< 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	
1er trimestre	03/03/2020 12:00	10/03/2020	15/03/2020	3,0 ± 1,1

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 : Du tritium est détecté avec une activité de **3,0 Bq/l**.

L'activité mesurée est inférieure à la valeur paramétrique de 100 Bq/l fixée par le code de la santé publique comme référence de qualité pour les eaux potables mais elle est nettement supérieure au bruit de fond naturel.

Ce résultat indique un impact anthropique très probablement lié aux rejets des installations nucléaires situées le long de la Vallée du Rhône en amont d'Avignon.

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 (2)

Dans ce deuxième volet (voir [rapport trimestriel N°20-02](#) pour accéder au contenu du premier volet), sont abordés les risques et les normes concernant la consommation des eaux de boisson contaminées par le tritium.

Les industriels et les autorités minorent systématiquement les risques liés au tritium

Au lieu de défendre le droit à un environnement sain, les autorités ont plutôt tendance à minorer les risques.

Dans le cas d'une contamination par le tritium des eaux de la Loire mesurée par l'ACRO (Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest) en 2018 et 2019⁶, l'ASN cité par l'AFP, minimise l'impact de cette contamination en évoquant l'absence de risque pour l'environnement et le public. Dans son communiqué du 19 juin 2019 elle « *écarte toute conséquence sanitaire* ».

Cette dénégation des risques est malheureusement systématique.

Suite aux fuites radioactives de tritium dans la nappe phréatique sous la centrale nucléaire du **Tricastin** à l'été 2013 (jusqu'à 700 Bq/l dans la nappe sous la centrale), les associations Réseau Sortir du Nucléaire, Stop Nucléaire 26-07 et FRAPNA Drôme, ont porté plainte contre EDF. Elles ont demandé à la CRIIRAD d'intervenir comme témoin lors du procès qui s'est tenu à Valence le 7 mars 2019. A l'audience, EDF a affirmé que « *Le tritium est un élément radioactif parfaitement inoffensif* ».

En réalité, en matière d'exposition aux rayonnements ionisants, il n'existe pas de seuil d'innocuité. Toute dose augmente les risques. De plus, le tritium est de l'hydrogène radioactif. Comme toute la matière vivante est constituée d'atomes d'hydrogène, une partie du tritium rejeté dans l'environnement se retrouvera in fine dans les **cellules des organismes vivants y compris dans l'ADN**, créant à la longue une irradiation interne qui augmente **les risques de cancer** (entre autres). De nombreux experts reconnaissent que la radiotoxicité du tritium est sous-estimée par les modèles officiels de risque (voir par exemple ci-dessous la question du tritium organiquement lié).

Normes concernant la contamination des eaux de boisson par le tritium

Boire régulièrement de l'eau contaminée par plusieurs dizaines de becquerels par litre de tritium, c'est être soumis à des risques qui ne sont pas nuls et il n'est pas normal de laisser boire de l'eau contaminée par une **substance cancérigène** en particulier à des groupes à risque (jeunes enfants, femmes enceintes).

Dans le communiqué de l'ASN du 19 juin 2019 on peut lire « *L'ASN rappelle que la valeur guide dans l'eau potable recommandée par l'OMS est de **10 000 Bq/l**. La réglementation française relative à l'eau potable fixe par ailleurs une référence de qualité de **100 Bq/l** au-delà de laquelle des investigations complémentaires doivent être menées pour rechercher la présence de radionucléides artificiels* ». Ces références sont reprises dans la note mise en ligne par l'IRSN le 20 juin 2019.

⁶ L'organisme a effectué une campagne de mesures de tritium dans les eaux : à **Châtellerault**, sur 6 contrôles ponctuels effectués sur la période août 2018 à avril 2019, la teneur en tritium de l'eau du robinet dépasse 30 Bq/l à 5 occasions et a atteint **55 Bq/l** le 14 avril 2019. L'ACRO a également relevé jusqu'à **310 Bq/l** dans l'eau de la Loire prélevée à **Saumur** le 21 janvier 2019.

La CRIIRAD conteste les références de 10 000 Bq/l et 100 Bq/l mises en avant par les autorités :

- Si l'on corrige les erreurs et incohérences de l'OMS, la valeur-guide de **10 000 Bq/l** devrait être abaissée à une **valeur strictement inférieure à 50 Bq/l** dans le cas d'une contamination chronique.
- Le seuil d'investigation de **100 Bq/l** devrait être fixé à une valeur inférieure à **10 Bq/l**, étant donné que des valeurs de quelques becquerels par litre dans les eaux de consommation traduisent une pollution avérée dont il ne faut pas se satisfaire.

Le seuil de 100 Bq/l a été défini au niveau européen. En **2012-2013** la CRIIRAD avait défendu auprès des **parlementaires européens** la fixation d'un seuil à **10 Bq/l** maximum pour le tritium dans les eaux potables. Sur cette base, les parlementaires avaient finalement retenu un seuil de **20 Bq/l**. Mais leur amendement avait ensuite été balayé par le Conseil et la Commission qui ont confirmé la valeur de **100 Bq/l** proposée par les **experts Euratom**. Dans le cadre du traité Euratom, le Parlement n'a malheureusement qu'une voix consultative. C'est pourquoi la CRIIRAD et l'association RECH ont lancé une campagne pour l'abolition du traité Euratom. Les pétitions recueillies ont été remises à l'Élysée le 14 mai 2019.

En ce qui concerne la contamination des eaux potables par le tritium, la CRIIRAD considère qu'en cas de suspicion de contamination, des enquêtes doivent être diligentées pour rechercher l'origine de la pollution et la traiter (limitation des rejets, modification des modalités et autorisations de rejets par exemple). Dans tous les cas, la population doit être clairement informée de la présence de substances radioactives liées au fonctionnement d'installations nucléaires dans les eaux qu'elle consomme.

Le problème du tritium organiquement lié

Le tritium absorbé sous forme de molécules d'eau (tritium libre) est assez rapidement éliminé par l'organisme humain, sa période biologique étant d'environ 10 jours, et l'équivalent de dose engendré par l'absorption d'une quantité donnée de tritium est limitée par le fait que le temps de séjour du radionucléide dans le corps humain est bref. Mais en réalité une partie du tritium ingéré sous forme d'eau est assimilé sous forme organique (10%). D'autre part il faut considérer le cas où le tritium existe déjà sous forme organique dans le milieu. Des phénomènes liés à la photosynthèse dans le règne végétal et à d'autres mécanismes métaboliques dans le règne animal conduisent en effet à l'incorporation du tritium à certaines molécules organiques. Dès lors qu'il y a contamination des eaux de surface par le tritium, il y a contamination de la faune et de la flore.

L'étude conduite par la CRIIRAD en 2007 sur les **végétaux aquatiques** du **Rhône** a montré une contamination chronique et généralisée par du **tritium organiquement lié**, le record était détenu par les échantillons prélevés en aval du site nucléaire du Tricastin avec une valeur de 109 Bq/l d'eau de combustion⁷, 14 fois plus élevée qu'en amont.

Les recherches bibliographiques effectuées par la CRIIRAD dans les années 90 montraient clairement que la toxicité du tritium était sous-estimée et mal connue :

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

Ainsi, après ingestion d'une nourriture tritiée, l'activité fixée dans les tissus est plus importante qu'après ingestion d'eau tritiée. Divers mécanismes peuvent alors conduire chez l'homme au « marquage » en tritium de certaines macromolécules comme l'**ADN**. L'élimination du tritium étant alors très lente, les problèmes

⁷ Pour la détermination de l'activité du tritium organiquement lié, l'échantillon est soumis à une dessiccation (élimination du tritium libre) puis une combustion intégrale. L'analyse porte alors sur l'eau issue de cette combustion.

radiologiques posés sont beaucoup plus aigus⁸. En effet, les rayonnements bêta du tritium peuvent réaliser sur le long terme (période de 12,3 ans), et au cœur même du matériel génétique des êtres vivants, des cassures et mutations des chromosomes induisant un **risque de cancérisation et de mutations génétiques**.

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

La radiotoxicité du tritium semble avoir été largement sous-évaluée et peu de travaux existent sur les effets à long terme, notamment génétiques, de la contamination par ce radionucléide. Le livre blanc du tritium publié par l'ASN et mis à jour en 2019, confirme que ces questions restent largement ouvertes.

Rédaction : Bruno CHAREYRON, directeur du laboratoire de la CRIIRAD

⁸ Ainsi, sous leur forme tritiée, la leucine (précurseur des protéines), l'uridine (précurseur de l'ARN) et la thymidine (précurseur de l'ADN) sont respectivement environ 10, 100, et 1 000 fois plus toxiques que l'eau tritiée. Selon certains auteurs, la toxicité du tritium incorporé à la thymidine pourrait être 10 000 fois supérieure à celle de l'eau tritiée. Sous forme d'arginine tritiée, autre acide aminé, la toxicité serait plus importante encore.

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.

CODIFICATION DES EVENEMENTS SURVENANT AUX BALISES	
<i>Tableau A / Evénements techniques programmés (prélèvement hebdomadaire aux balises atmosphériques, maintenance,...)</i>	
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

CODIFICATION DES EVENEMENTS SURVENANT AUX BALISES	
<i>Tableau B / Evénements techniques non programmés (dysfonctionnements techniques, pannes, arrêt balise...)</i>	
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

CODIFICATION DES EVENEMENTS SURVENANT AUX BALISES	
<i>Tableau C/ Résultats de mesure sortant de l'ordinaire</i>	
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.



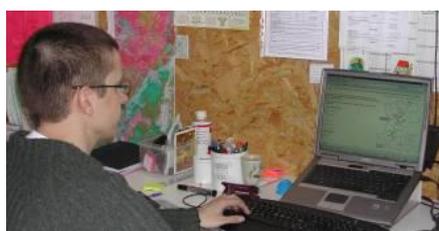
RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Bruno CHAREYRON



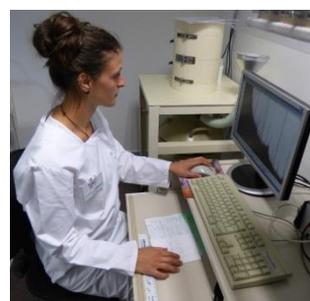
RESPONSABLE DU SERVICE DE GESTION DES BALISES

Jérémie MOTTE



RESPONSABLE SERVICE RADON

Julien SYREN



RESPONSABLE QUALITE

Marion JEAMBRUN



INTERVENTIONS HEBDOMADAIRES, ANALYSES

Stéphane PATRIGEON



SCRUTATION DES DONNEES

Stéphane MONCHÂTRE



PREPARATION DES ECHANTILLONS

Sara ORTUNO

EQUIPE D'ASTREINTE

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