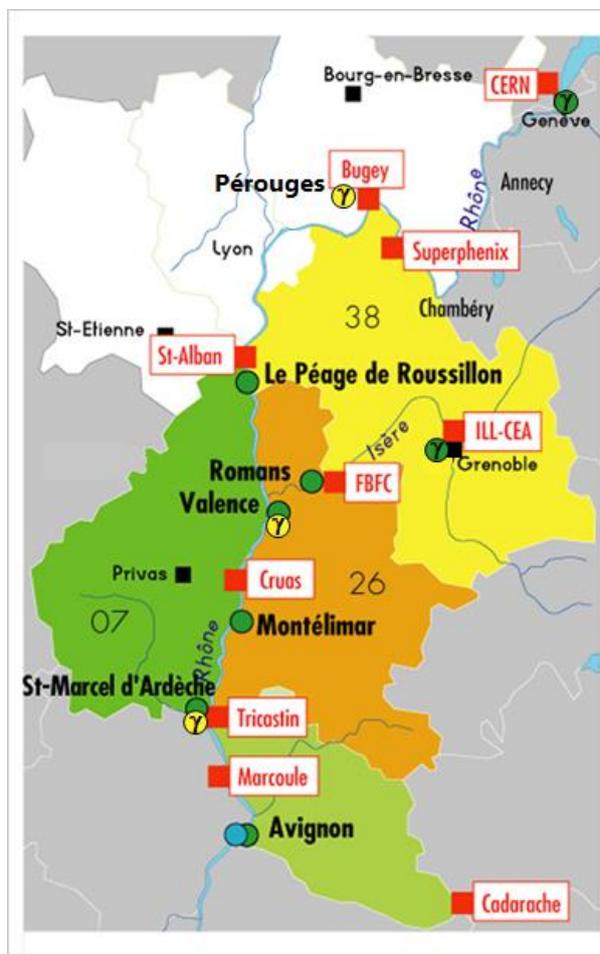


SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE ATMOSPHERIQUE ET AQUATIQUE

RESEAU DE BALISES CRIIRAD

Rapport N° 21-02

RAPPORT TRIMESTRIEL OCTOBRE-NOVEMBRE-DECEMBRE 2020



- 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 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	13
III/ Résultats des analyses du prélèvement trimestriel de l'eau du Rhône	13
EN SAVOIR PLUS sur les balises	14
FOCUS : LES VOIES D'EXPOSITION A LA RADIOACTIVITE*	15
ANNEXE : Interprétation des graphiques présentant les résultats du réseau de balises de la CRIIRAD	17
LABORATOIRE CRIIRAD	19

	EMETTEUR	APPROBATION
Nom - Fonction	J. Motte (responsable du service balises)	J. Syren (responsable du service radon)
Date	10/02/2021	10/02/2021
Signature		

SYNTHESE – FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE BALISES CRIIRAD

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

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

BALISE DETECTION	Péruges	Péage-de-Roussillon	Romans-sur-Isère	Valence	Montélimar
Alpha/Bêta (Air)		99,9%	100%	99%	99,8%
Iode (Air)		0%	100%	99%	99,8%
Gamma (Air)	100%			99%	

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)				98%

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

- **Sonde de spectrométrie gamma de Grenoble** : le réseau de surveillance de la radioactivité de l'air géré par la CRIIRAD a été complété le 22 octobre 2020 par l'installation à Grenoble d'une sonde de surveillance du débit de dose gamma ambiant. Cet instrument de mesure est équipé d'un spectromètre embarqué permettant l'acquisition de spectres gamma pour chaque mesure de débit de dose (même technologie que

le dispositif de mesure situé à Genève). En cas d'augmentation du niveau de radiation dépassant d'un facteur 2 le niveau naturel moyen, l'équipe d'astreinte du laboratoire de la CRIIRAD en est informée automatiquement. L'examen à distance des spectres gamma permet alors de déterminer s'il s'agit d'un phénomène naturel ou d'une situation nécessitant le lancement d'une alerte. Cet équipement et son installation ont été financés par la Région Auvergne Rhône Alpes et la CRIIRAD sur ses fonds propres. Le fonctionnement du dispositif est assuré grâce au soutien financier de la métropole Grenoble-Alpes Métropole, la Communauté d'Agglomération du Pays Voironnais et de la Ville de Grenoble.

- **Arrêts de l'alimentation électrique aux balises :** au cours du trimestre, des arrêts de l'alimentation électrique se sont produits à la balise de Péage-de-Roussillon (à une reprise le 3 novembre), à la balise de Montélimar (à une reprise le 24 décembre), à la balise de Saint- Marcel d'Ardèche (à 4 reprises le 12 octobre, le 25 novembre, les 20 et 30 décembre) et à la balise de Valence à 9 reprises¹. Ces arrêts ont été systématiquement inférieurs à 3 heures. A noter que suite à l'arrêt observé à la balise de Montélimar le 24 décembre, la communication a été interrompue avec la centrale de gestion. Une intervention technique sur site du laboratoire de la CRIIRAD a été nécessaire afin de rétablir la communication, par réinitialisation du modem et de l'électronique de la balise.
- **Absence de communication à la balise aquatique d'Avignon :** suite à une absence de communication avec la centrale de gestion constatée le vendredi 13 novembre après-midi par l'équipe de la CRIIRAD, un technicien du laboratoire CRIIRAD est intervenu spécifiquement sur site le 17 novembre. Il a constaté que le dysfonctionnement ne provenait pas de la balise mais de la ligne téléphonique (absence de tonalité) dédiée à la transmission des données. Ce dysfonctionnement a été signalé aux services techniques de la Ville d'Avignon, qui est gestionnaire de la ligne, pour traitement. Les services techniques ont prévenu l'opérateur de téléphonie qui est intervenu le 19 novembre pour remettre en service la ligne. Suite à l'absence de communication entre le 13 novembre et le 19 novembre, les données entre le 13 novembre 6h TU et le 14 novembre 18h TU ont été perdues du fait de la saturation de la mémoire tampon (permettant le stockage de 5 jours de données).
- **Perturbations au niveau du chargement des données de la balise atmosphérique d'Avignon :** depuis le 28 novembre, des dysfonctionnements concernent le transfert des données de la balise atmosphérique à la centrale de gestion. La communication entre les 2 dispositifs n'est pas interrompue mais des perturbations affectent le bon chargement des données à chaque appel. Il est nécessaire pour l'opérateur de passer un grand nombre d'appels depuis la centrale de gestion afin de charger toutes les données de la balise. Afin de résoudre ce dysfonctionnement, un technicien du laboratoire de la CRIIRAD est intervenu sur site le 2 décembre. Toute la chaîne de communication au niveau de la balise a été testée : les différents composants électroniques dédiés à la transmission des données ont été remplacés et testés, sans que l'anomalie ne disparaisse. Ces résultats suggèrent que les perturbations sont liées à la ligne téléphonique. Le laboratoire de la CRIIRAD a donc contacté les services techniques de la Ville d'Avignon pour intervention sur la ligne téléphonique. Les tests effectués sur la ligne n'ont pas permis de mettre en évidence d'anomalie. Il est probable que la cause soit liée à un problème de synchronisation entre différents opérateurs téléphoniques, qui entraînerait alors une instabilité de la ligne téléphonique pour le transfert des données. En contact avec le fournisseur des balises pour trouver une solution à ce problème, le laboratoire de la CRIIRAD a dans

¹ Ces arrêts se sont produits le 10 octobre, les 12 et 17 novembre, les 10, 11, 14, 16, 20 et 27 décembre.

l'immédiat modifié le paramétrage d'appel automatique vers la balise (augmentation de la fréquence des appels).

- **Sonde de spectrométrie gamma de Genève** : le laboratoire de la CRIIRAD est intervenu spécifiquement sur site le 2 octobre afin d'effectuer de légers réglages au niveau du paramétrage et de vérifier le bon fonctionnement du matériel.
- **Dépassements de la limite de détection des voies alpha, bêta direct (balises atmosphériques de Montélimar et Valence)** : 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** (les 1^{er}, 2, 9, 10 et 19 octobre, les 6, 18, 22 et 23 novembre) et de **Montélimar** (les 9 et 10 octobre, les 12, 13 et 23 novembre). 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 radon² (par exemple lors des dépassements alpha et/ou bêta direct du 23 novembre sur les 2 balises, des activités volumiques maximales en radon de 33 Bq/m^3 et 25 Bq/m^3 ont été respectivement mesurées à Valence et Montélimar).
- **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 arrêtée³ 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 nécessaire⁴. 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 aux 2 balises pour le remplacement du rouleau de filtre aérosols, le 5 octobre (balise de Saint-Marcel d'Ardèche) et le 6 octobre (balise du Péage-de-Roussillon).

² 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.

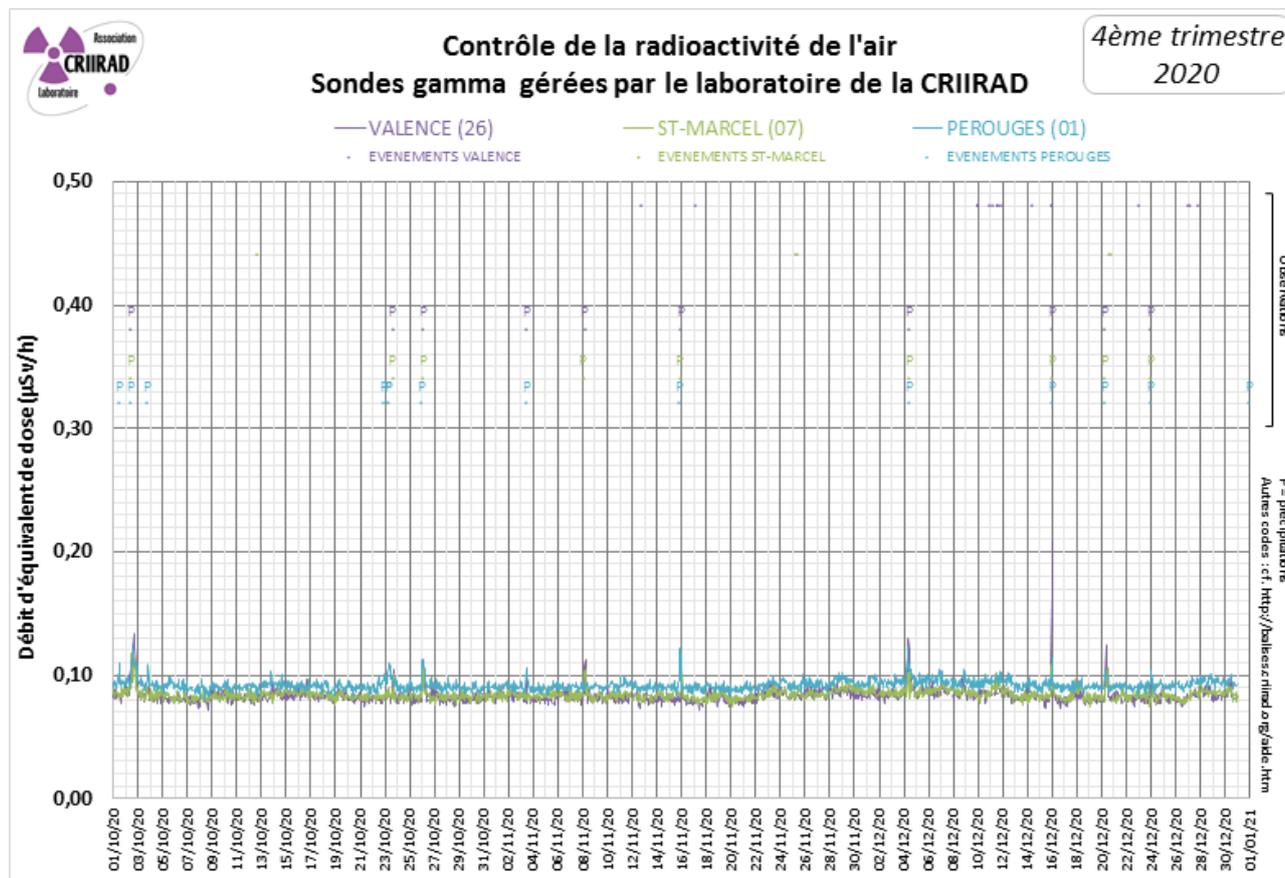
³ L'arrêt de cette surveillance permet des économies importantes car il n'est plus nécessaire d'intervenir chaque semaine pour remplacer la cartouche à charbon actif. Mais en conséquence, la CRIIRAD ne sera plus en capacité de déterminer l'activité volumique de l'iode 131 gazeux. La fonction d'alerte 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.

⁴ Les filtres seront analysés systématiquement en cas d'alarme sur les mesures directes.

RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU

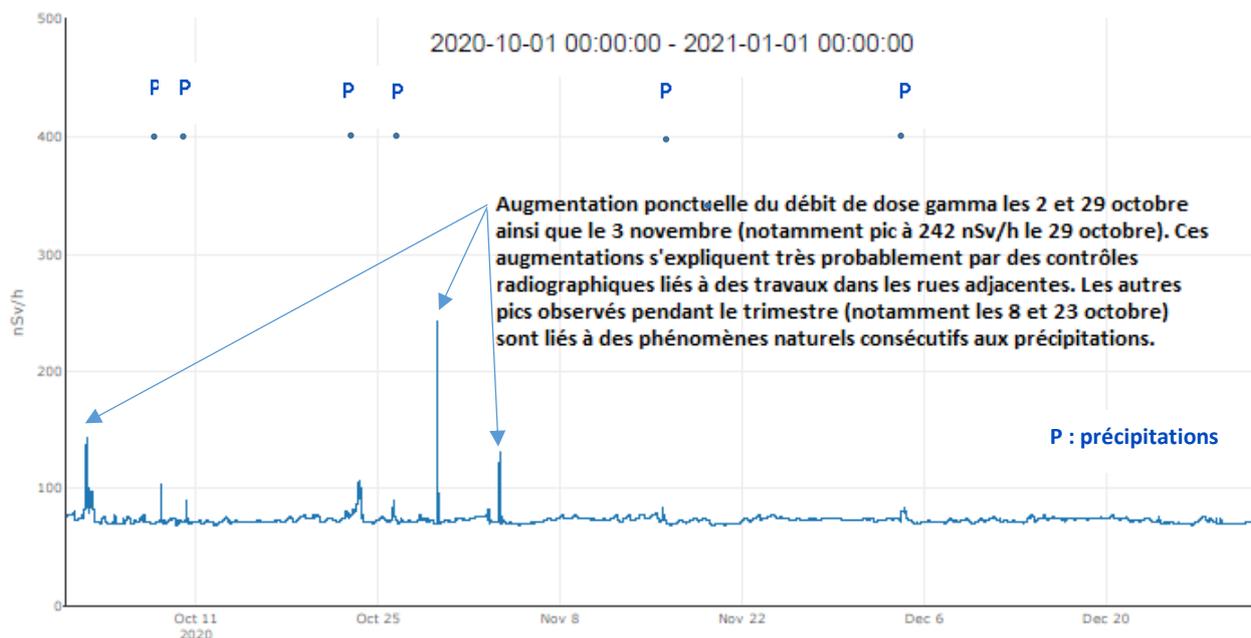
Les codes employés dans les graphiques ci-après sont explicités en annexe.

I/ Surveillance en continu du débit de dose gamma ambiant



[[Débit de dose Gamma (nSv/h)]]

SONDE GAMMA DE GENEVE



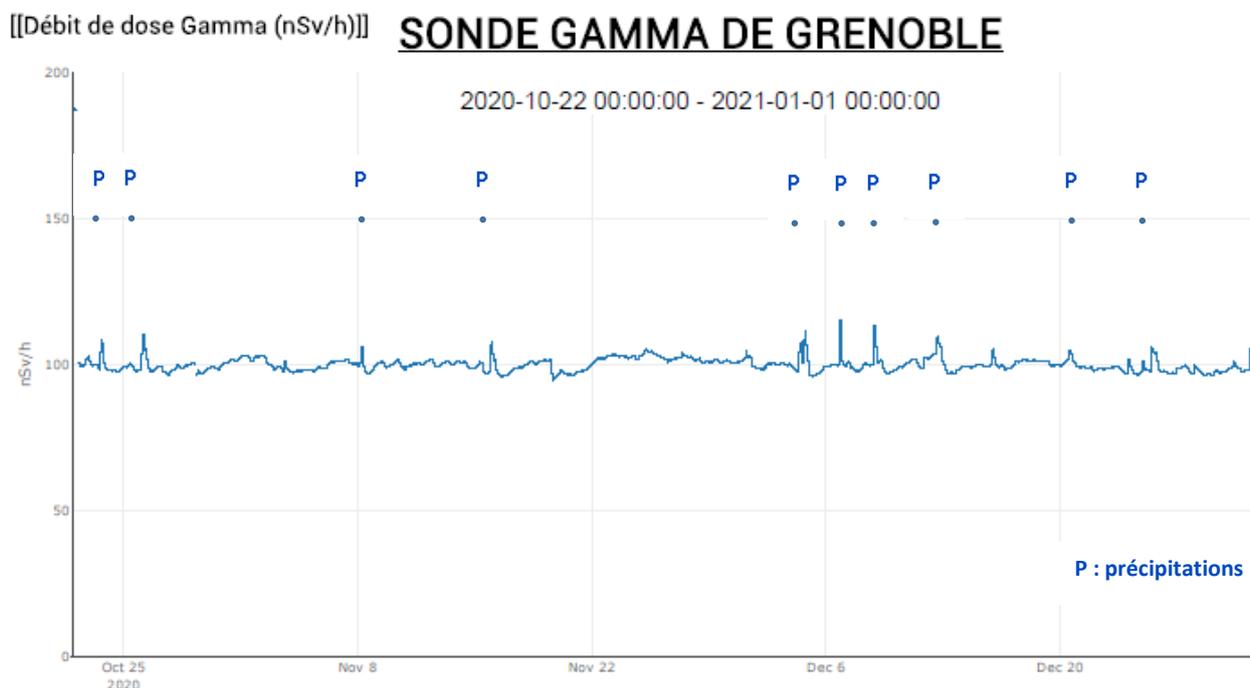
Commentaires

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 augmentations ponctuelles les plus importantes observées à Genève le 2 et le 29 octobre ainsi que le 3 novembre s'expliquent par des contrôles radiographiques liés à des travaux dans les rues adjacentes. A l'exception de ces 3 augmentations survenues à Genève, les fluctuations les plus importantes ont été observées lors d'épisodes de précipitations. Les plus notables sont survenues le 2 octobre (0,13 $\mu\text{Sv/h}$ à Valence, 0,12 $\mu\text{Sv/h}$ à Saint-Marcel d'Ardèche et Pérouges) et le 23 octobre (0,11 $\mu\text{Sv/h}$ à Genève), le 15 novembre, le 4 et le 20 décembre. Lors de ces épisodes (fortes pluies, orages,...), 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.

Sonde Gamma de Grenoble

Depuis sa mise en service le **22 octobre 2020**, la sonde de spectrométrie gamma a fonctionné à un taux proche de 100 %⁶.



Pour ces premiers mois de fonctionnement, le débit de dose gamma ambiant moyen enregistré par la sonde de Grenoble est de 99,9 nSv/h.

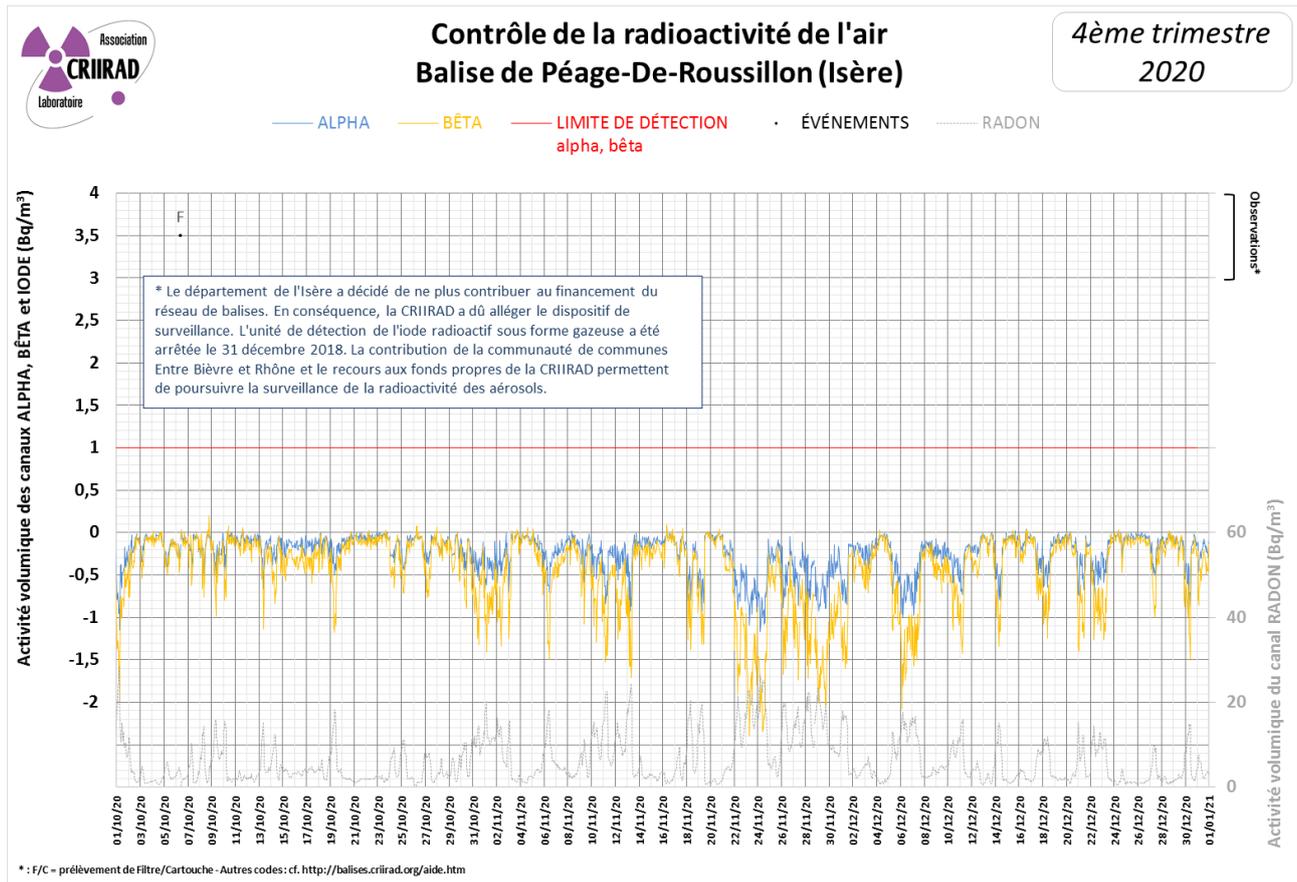
Les valeurs de débit de dose fluctuent entre 94 nSv/h (minimum le 19 novembre) et 115 nSv/h (maximum observé le 6 décembre). Ces fluctuations autour de la valeur moyenne peuvent être liées aux variations de teneurs en radon, gaz radioactif naturel présent dans les couches inférieures de l'atmosphère et aux conditions météorologiques (voir explications dans la partie commentaires en haut de cette page).

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

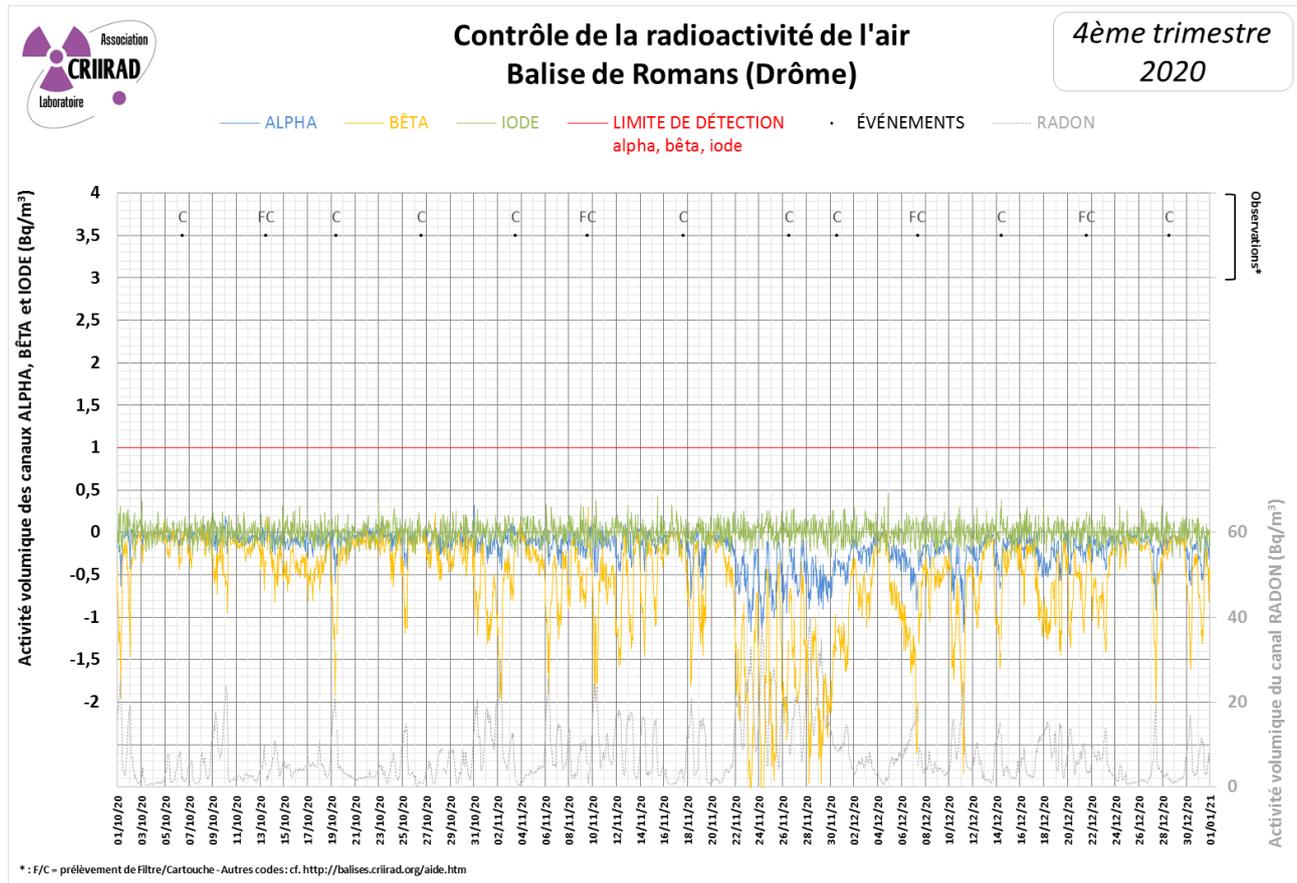
⁶ La sonde n'a pas enregistré de données le 29 octobre entre 7h30 et 9h30. Il est probable qu'une panne de secteur ponctuelle ait affecté l'alimentation électrique de la sonde.

II/ Surveillance en continu de la radioactivité atmosphérique

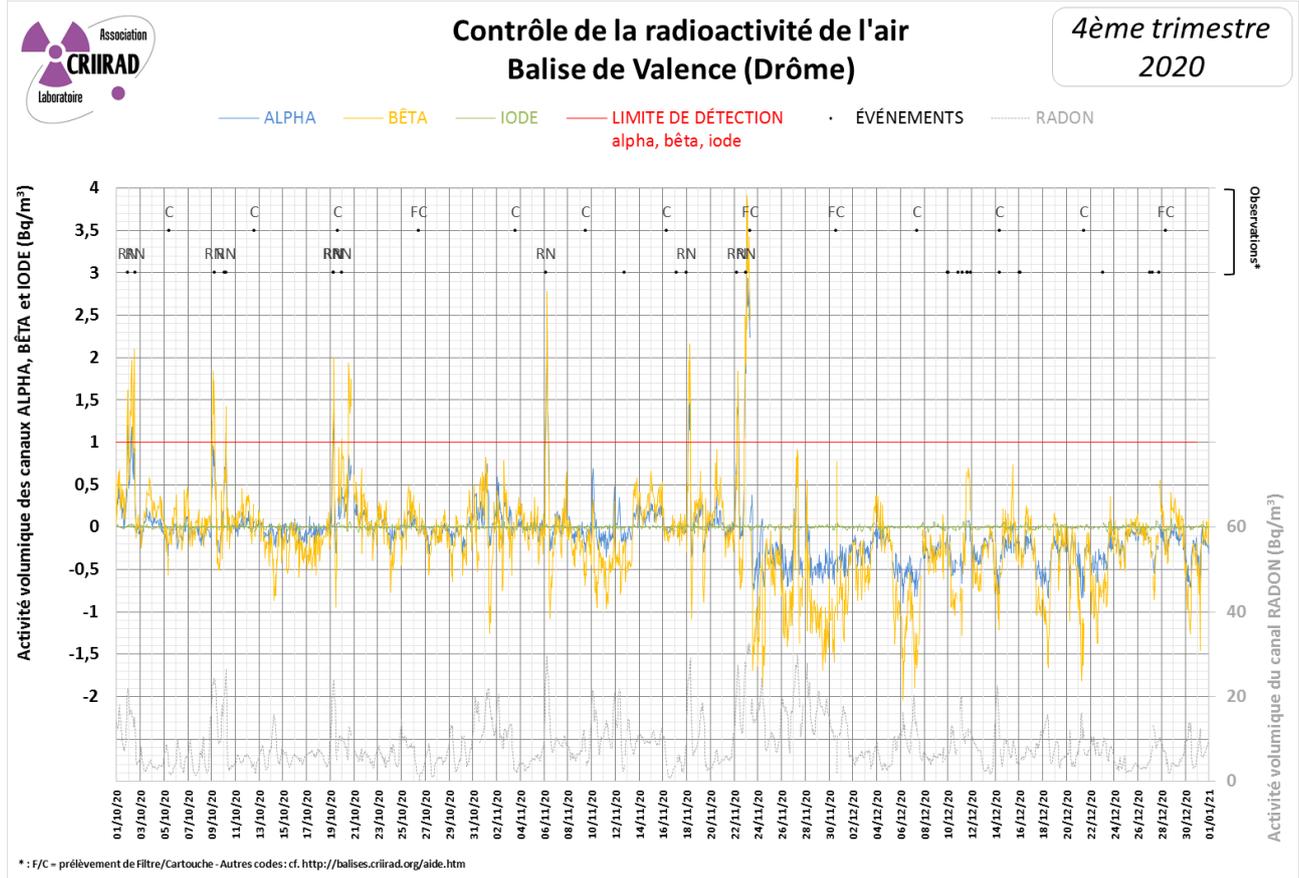
A/ Balise de Péage de Roussillon



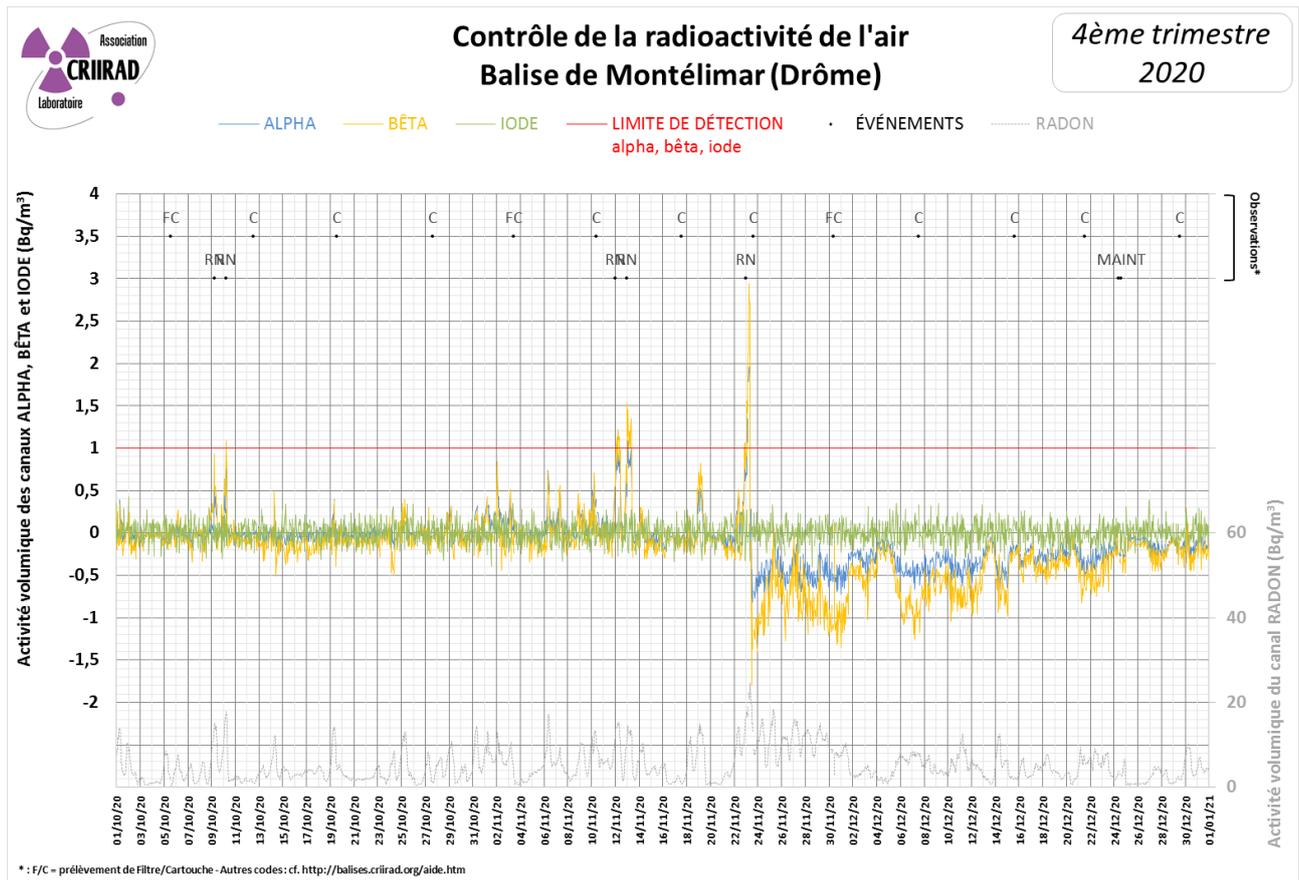
B/ Balise de Romans-sur-Isère



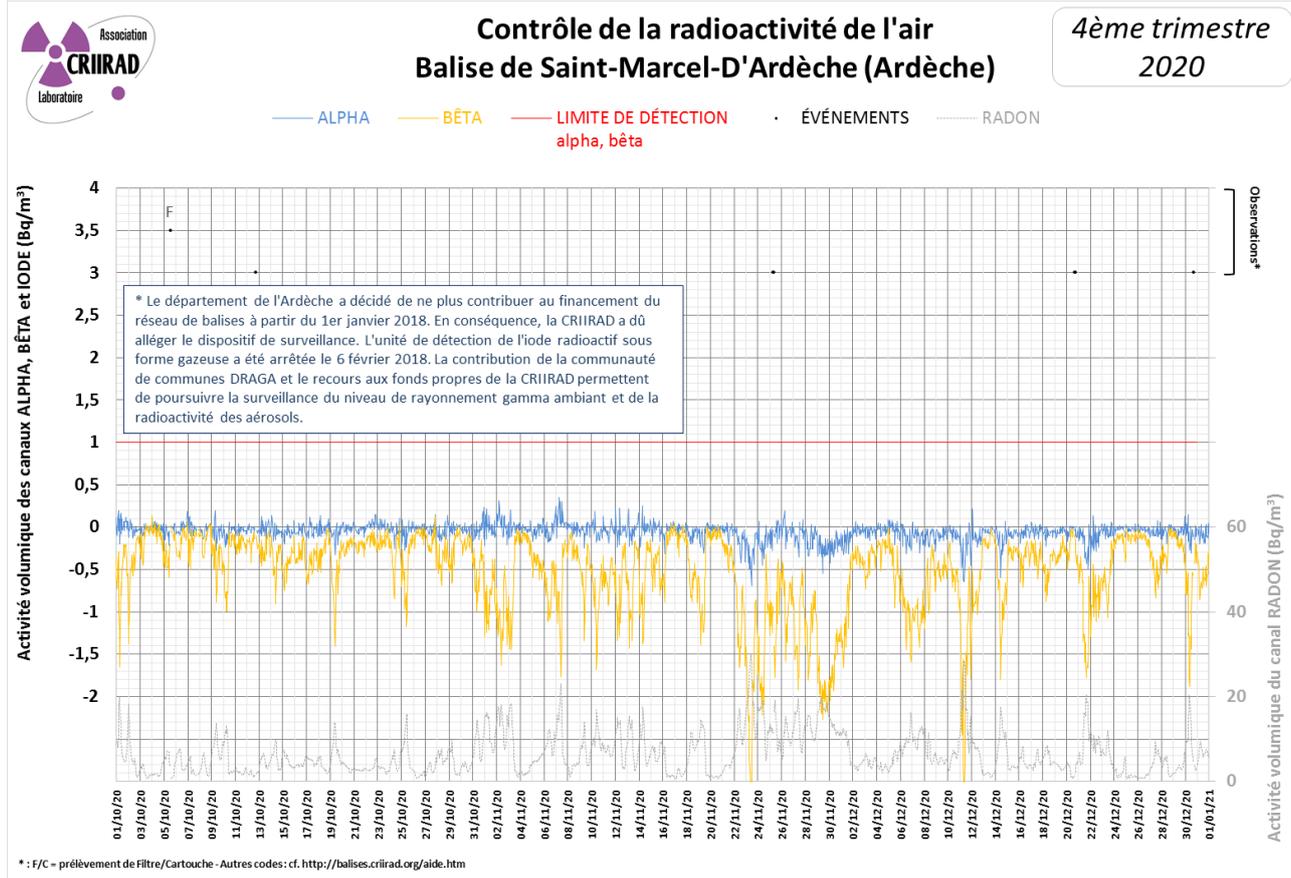
C/ Balise de Valence



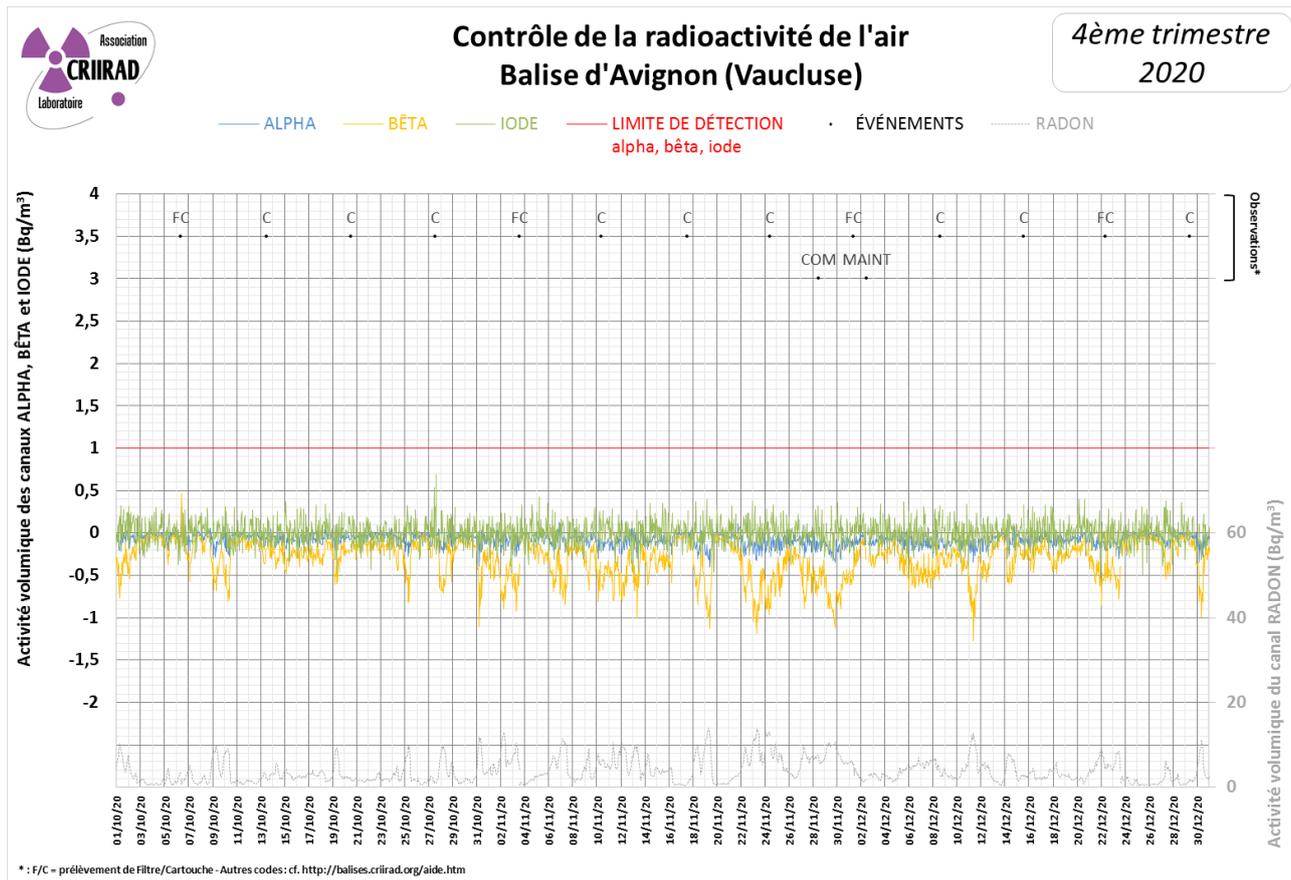
D/ Balise de Montélimar



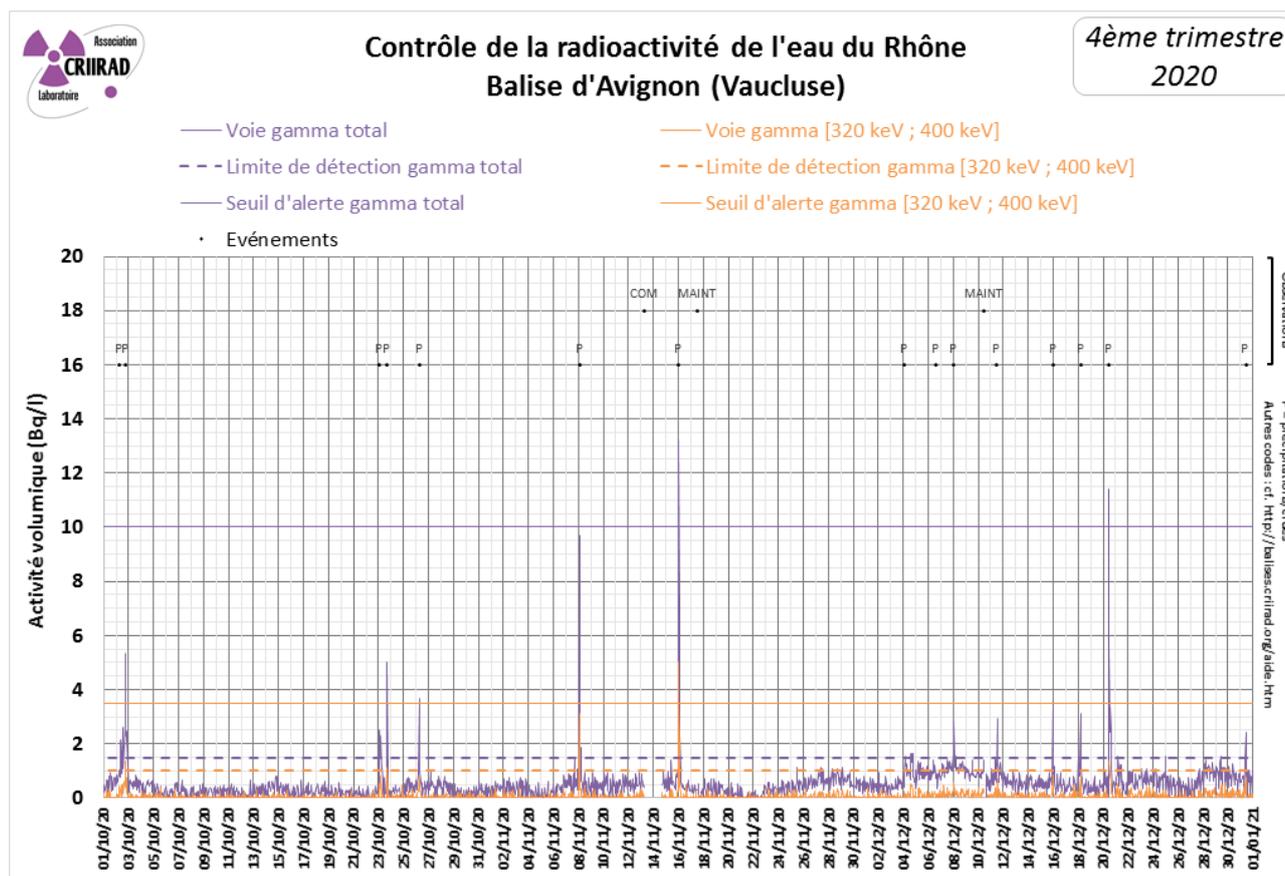
E/ Balise de Saint-Marcel d'Ardèche



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 ont été observés de façon ponctuelle sur la voie gamma total (1,5 Bq/l) et sur la voie de mesure gamma centrée sur la fenêtre d'énergie [320keV ; 400keV] à plusieurs reprises au cours du trimestre⁷. Les valeurs maximales ont été mesurées le 16 novembre (13,2 Bq/l sur la voie gamma total et 5,1 Bq/l sur la voie gamma centrée sur la fenêtre d'énergie [320keV ; 400keV]).

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 le 16 novembre et sur la seule voie gamma total le 20 décembre ont déclenché 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 respectivement de 3,7 et 4 pour ces 2 épisodes, dans la fourchette de 3 à 4,5 caractéristique d'épisodes orageux. L'expérience montre en effet 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.

⁷ Les 2 et 23 octobre, les 8 et 16 novembre et le 20 décembre pour les 2 voies de mesure, le 26 octobre et les 11, 15, 18 et 31 décembre pour la seule voie gamma total.

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	07/09/20 13:09	13/10/20 12:20	13/10/2020	14/10/20	< 5,5	< 5,2	< LD
	Romans	13/10/20 12:25	09/11/20 13:53	09/11/2020	12/11/20	< 7,5	< 7,2	< LD
	Romans	09/11/20 13:57	07/12/20 09:03	07/12/2020	07/12/20	< 10,0	< 15,0	< LD
	Valence	21/09/20 07:35	26/10/20 10:48	26/10/2020	26/10/20	< 5,2	< 4,3	< LD
	Valence	26/10/20 11:08	23/11/20 08:43	23/11/2020	23/11/20	< 7,0	< 6,2	< LD
	Valence	23/11/20 08:50	28/12/20 08:57	28/12/2020	28/12/20	< 7,0	< 11,0	< LD
	Montélimar	31/08/20 09:45	05/10/20 13:39	05/10/2020	05/10/20	< 5,4	< 4,7	< LD
	Montélimar	05/10/20 13:46	03/11/20 11:09	03/11/2020	04/11/20	< 7,2	< 6,1	< LD
	Montélimar	03/11/20 11:16	30/11/20 09:17	30/11/2020	30/11/20	< 10,0	< 13,0	< LD
	Avignon	01/09/20 09:10	06/10/20 08:45	06/10/2020	08/10/20	< 6,2	< 4,7	< LD
	Avignon	06/10/20 09:00	03/11/20 13:28	03/11/2020	09/11/20	< 8,1	< 6,6	< LD
Avignon	03/11/20 13:38	01/12/20 08:47	01/12/2020	07/12/20	< 7,0	< 11,0	< 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	06/10/20 10:58	13/10/20 12:20	13/10/2020	14/10/20	< 111	< LD
	Romans	03/11/20 12:36	09/11/20 13:53	09/11/2020	10/11/20	< 125	< LD
	Romans	30/11/20 13:35	07/12/20 09:03	07/12/2020	08/12/20	< 130	< LD
	Valence	19/10/20 14:35	26/10/20 10:48	26/10/2020	27/10/20	< 116	< LD
	Valence	16/11/20 08:33	23/11/20 08:43	23/11/2020	23/11/20	< 166	< LD
	Valence	21/12/20 11:20	28/12/20 08:57	28/12/2020	28/12/20	< 180	< LD
	Montélimar	28/09/20 13:34	05/10/20 13:39	05/10/2020	06/10/20	< 114	< LD
	Montélimar	27/10/20 15:17	03/11/20 11:09	03/11/2020	04/11/20	< 105	< LD
	Montélimar	23/11/20 14:31	30/11/20 09:17	30/11/2020	01/12/20	< 210	< LD
Avignon	24/11/20 10:05	01/12/20 08:47	01/12/2020	02/12/20	< 70	< 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 01/12/2020.

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)
4è trimestre	01/12/20 12:00	08/12/20	31 116	< 0,24	< 0,16	< 6,9

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	01/12/2020 12:00	14/12/2020	18/12/2020	4,5 ± 1,2

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 **4,5 Bq/l**.

Cette valeur est compatible avec le bruit de fond. 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 : LES VOIES D'EXPOSITION A LA RADIOACTIVITE*

*Rédaction : Corinne CASTANIER, CRIIRAD. Le contenu ci-dessous est extrait d'un document réalisé pour la Ville de Genève et destiné à tout public.

Trois catégories d'exposition sont distinguées en fonction de la localisation des substances radioactives par rapport au corps du sujet : à distance, en contact ou à l'intérieur.

En cas de rejets radioactifs dans l'atmosphère, ces 3 voies d'exposition peuvent se cumuler : irradiation externe, contamination externe et contamination interne.

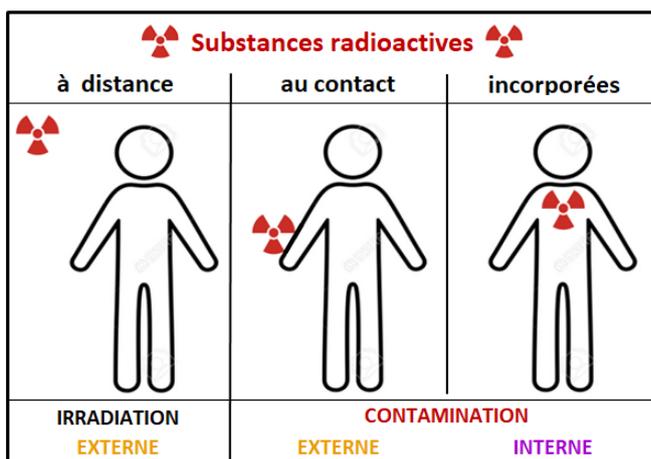
Quelques définitions

Les produits radioactifs (ou radionucléides) ont la particularité d'avoir un noyau instable qui finit par se désintégrer en émettant des rayonnements ionisants. Selon la position des atomes radioactifs, ces radiations seront émises à distance de l'organisme, au contact de l'épiderme ou à l'intérieur des organes et tissus. Ces différentes configurations conditionnent la nature des risques et les moyens de s'en protéger.

Irradiation externe

La source radioactive est **à distance** (quelle qu'elle soit) de la personne exposée. Celle-ci est irradiée par les rayonnements qu'elle émet. Les radionucléides les plus préoccupants sont alors ceux qui émettent des radiations **gamma** (γ), capables de parcourir des centaines de mètres dans l'air. C'est le cas de nombreux produits rejetés en cas d'accident : césium 137, iode 131, tellure 132, ruthénium 106, argent 110m, etc.

Pour se protéger d'une source d'irradiation externe, il est possible : 1/ de s'éloigner jusqu'à ce que l'intensité du rayonnement ait suffisamment baissé ; 2/ d'interposer un écran suffisamment dense et épais ; 3/ de limiter son temps de présence dans le champ des radiations.



Contamination externe

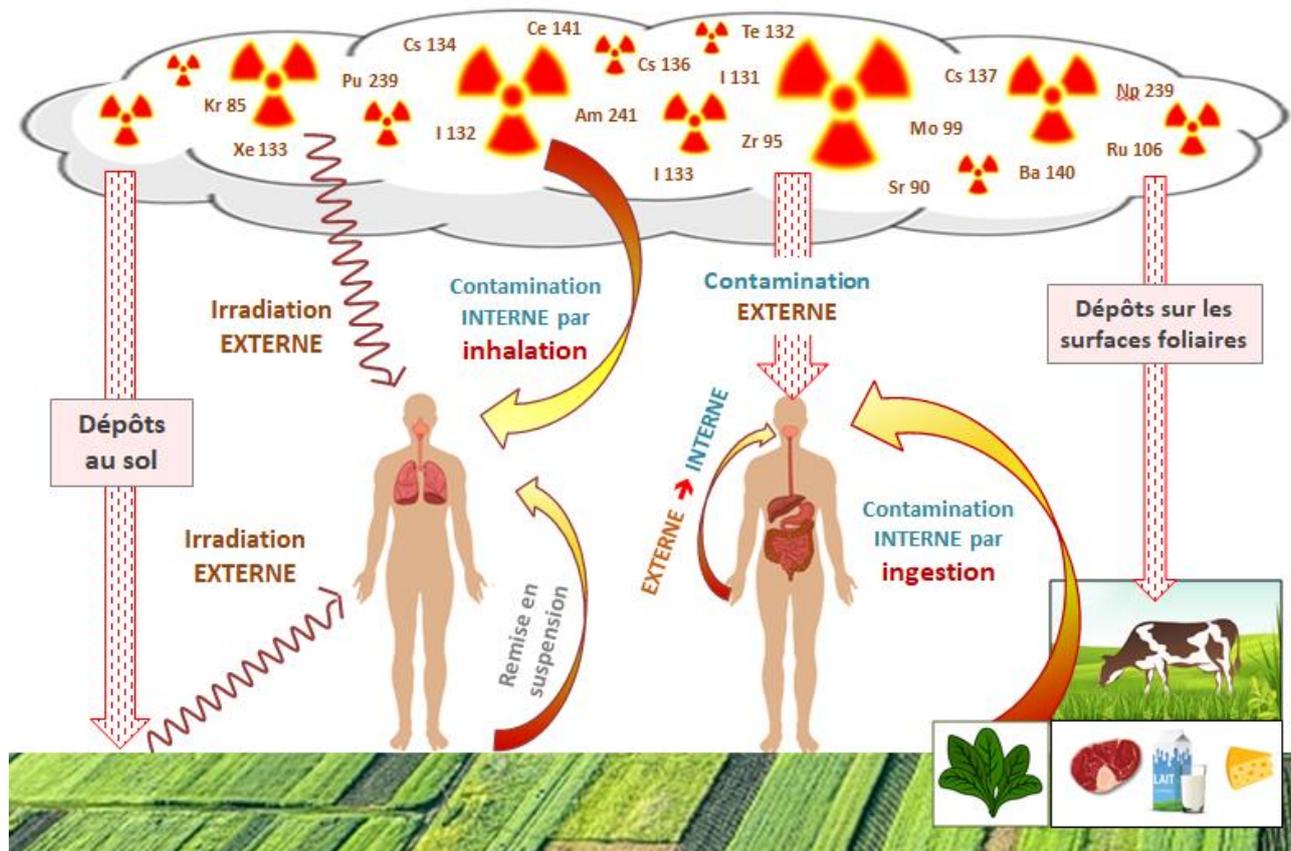
Dans ce cas, la source radioactive est **au contact de la peau**, des cheveux ou des ongles de la personne exposée. Les radionucléides les plus préoccupants sont les émetteurs de rayonnements **bêta** (β) qui vont particulièrement cibler les cellules très radiosensibles qui assurent le renouvellement de l'épiderme. C'est le cas des nombreux produits de fission qui constituent l'essentiel des rejets radioactifs (xénon 133, césium 137, strontium 90, iode 131...) et de quelques transuraniens (par exemple le neptunium 239 et le plutonium 241).

Au risque d'irradiation de la peau, s'ajoute le risque de transformation d'une contamination **externe** en contamination **interne**. Cela peut se produire en cas de lésion cutanée ou plus rarement à travers la peau intacte, mais le plus souvent par transfert des particules radioactives des surfaces contaminées aux doigts, et des doigts au nez et à la bouche. D'où l'importance de procéder au plus vite aux opérations de décontamination (retrait des vêtements contaminés, nettoyage minutieux des doigts et des ongles, douche, etc.).

Contamination interne

La source de radioactivité est cette fois située **à l'intérieur** de l'organisme de la personne exposée. Les radionucléides ont pu être incorporés par **inhalation**, par **ingestion**, à travers une blessure et, plus rarement, par migration à travers la peau intacte. Les radionucléides irradient alors de l'intérieur les cellules de différents tissus et les organes. Les plus préoccupants sont ceux qui émettent des radiations **bêta** et surtout **alpha** (α), capables de provoquer des dizaines, voire centaines de milliers d'ionisations à l'intérieur d'une même cellule, augmentant ainsi le risque de mort cellulaire ou de lésions mal réparées. Les émetteurs de rayonnements alpha sont des éléments lourds, des isotopes de l'uranium, du neptunium, du plutonium ou du curium (ainsi les plutoniums 238, 239 et 240 ou les américiums 241 et 243).

Voies d'exposition en cas de rejet



Après un rejet massif de produits radioactifs dans l'atmosphère, la population sera confrontée à ces trois voies d'expositions. Elles sont schématisées sur le schéma ci-dessus.

- **irradiation externe** à partir des panaches d'air contaminé puis, de façon plus durable, à partir des substances radioactives qui s'accumulent sur les sols et surfaces du fait des mécanismes de dépôts (dépôts secs et dépôts dits humides car ils sont associés à la pluie ou à la neige);
- **contamination externe** par dépôt direct sur la peau et par contact avec des surfaces et des objets contaminés ;
- **contamination interne** par :
 - **inhalation** de gaz et d'aérosols radioactifs en suspension dans l'air ;
 - **ingestion** d'eau et d'aliments contaminés : 1/ contamination directe par dépôt des radionucléides sur les surfaces foliaires ou la peau des végétaux ; 2/ contamination indirecte pour le lait et la viande qui sont contaminés du fait du pâturage du bétail sur des secteurs contaminés. La période l'année pendant laquelle l'accident se produit influe fortement sur l'importance de cette voie d'exposition. La contamination par dépôt est très efficace mais transitoire. Lui succède une contamination par absorption racinaire, avec des mécanismes de transfert du sol aux plantes qui sont bien moins efficaces mais beaucoup plus durables.
 - **transformation** d'une contamination externe en contamination interne : ingestion involontaire de particules radioactives, absorption des particules radioactives fixées sur une plaie, migration du tritium ou de certaines formes de l'iode radioactif à travers la barrière de la peau.

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 ambient (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.



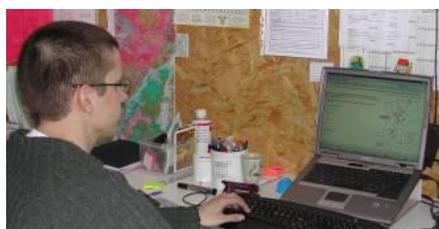
RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Bruno CHAREYRON



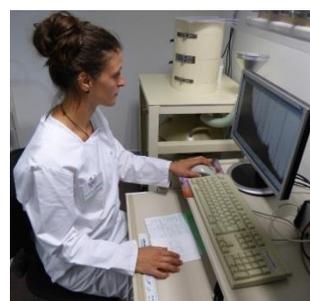
RESPONSABLE DU SERVICE DE GESTION DES BALISES

Jérémy 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, Jérémy MOTTE, Stéphane PATRIGEON, Julien SYREN.