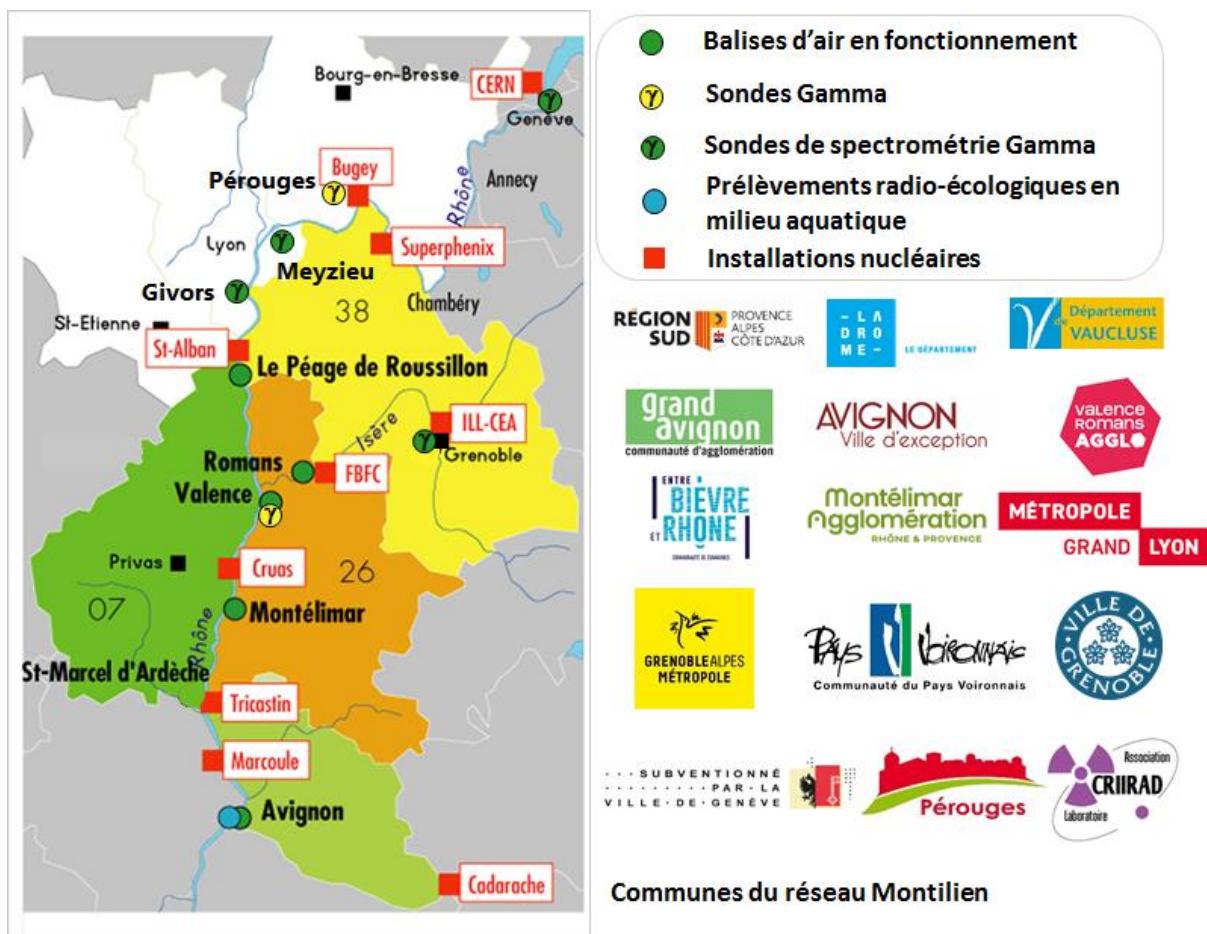




SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITÉ ATMOSPHERIQUE ET AQUATIQUE - CRIIRAD

RAPPORT TRIMESTRIEL JUILLET-AOÛT-SEPTEMBRE 2025



Rédacteur(s) : Jérémie MOTTE

Relecteur(s) : Julien SYREN

Date de publication :

Rapport N° 25-30



Table des matières

SYNTHESE – FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE BALISES CRIIRAD	3
I/ Synthèse des résultats / Taux de fonctionnement par système de détection - Troisième trimestre 2025	3
II/ A signaler au cours du trimestre	3
RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU.....	6
Les codes employés dans les graphiques ci-après sont explicités en annexe.....	6
I/ Surveillance en continu du débit de dose gamma ambiant	6
II/ Surveillance en continu de la radioactivité atmosphérique.....	9
III/ Surveillance en continu de la radioactivité de l'eau du Rhône	12
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 de prélèvements radio-écologiques dans la matrice aquatique ..	14
EN SAVOIR PLUS SUR LES BALISES	15
FOCUS : QUELLES NORMES EN CAS D'ACCIDENT NUCLÉAIRE ?	16
ANNEXE : Interprétation des graphiques présentant les résultats du réseau de balises de la CRIIRAD	21
LABORATOIRE CRIIRAD	23



SYNTHESE – FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE BALISES CRIIRAD

I/ Synthèse des résultats / Taux de fonctionnement par système de détection - Troisième trimestre 2025

BALISE DETECTION	Pérouges	Péage-de-Roussillon	Romans-sur-Isère	Valence	Montélimar
Alpha/Bêta (Air)		98,6%		98,7%	96,6%
Iode (Air)			98,7%	99,6%	100%
Gamma (Air)	98%			99,6%	

Légende

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

BALISE DETECTION	Genève	Grenoble	Meyzieu	Givors	Avignon Air
Alpha/Bêta (Air)					100%
Iode (Air)					100%
Spectrométrie Gamma (Air)	99,8%	0%	99,4%	99,5%	

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 :

- Valence : 9 arrêts (les 10, 19 et 23 juillet, les 1^{er}, 4 et 31 août, les 7, 16 et 23 septembre).
- Genève : 4 arrêts (les 5, 16, 20 et 31 juillet).
- Péage-de-Roussillon : 2 arrêts (le 16 juillet et le 21 septembre).
- Pérouges : 2 arrêts (le 14 août et le 13 septembre).
- Montélimar : 1 arrêt (le 10 août).
- Romans-sur-Isère : 1 arrêt (le 17 août).



- Meyzieu : 9 arrêts (les 5, 8, 18 et 25 juillet, les 8, 11, 17 et 25 août et le 2 septembre).
- Givors : 9 arrêts (les 4, 14 et 16 juillet, les 9, 10, 16, 25 et 28 août et le 6 septembre).

Aucun de ces arrêts, d'une durée inférieure à 2 heures, n'a nécessité de déplacement d'un technicien sur site.

- **Dysfonctionnement de la sonde de spectrométrie gamma de Grenoble** : le dispositif de mesure est hors service depuis le 30/06/2025 15h, aucune donnée n'étant mesurée depuis cette date. Après contact pris avec le fournisseur, le technicien CRIIRAD s'est rendu sur site le 08/07/2025 pour déposer la sonde et l'envoyer en usine pour diagnostic et réparation. Suite au diagnostic par le constructeur, deux pièces sont à remplacer : le cristal du détecteur et la haute tension de la partie électronique. A la date de rédaction de ce rapport, le 25 novembre, la CRIIRAD a passé commande au fabricant de la réparation du matériel.

- **Absences de communication entre les balises et la centrale de gestion :**

- Romans-sur-Isère : le 28 juillet (communication rétablie par le technicien CRIIRAD lors d'une intervention spécifique le 29 juillet) ;
- Péage-de-Roussillon : le 14 juillet, le 19 août et le 4 septembre (communication rétablie à chaque reprise par le technicien CRIIRAD lors d'une intervention spécifique respectivement le 15 juillet, le 21 août et le 5 septembre).

A noter que suite aux « pertes » de communication, le 14 juillet à Péage-de-Roussillon et le 28 juillet à Romans-sur-Isère, aucune donnée n'a été enregistrée par ces 2 balises jusqu'à l'intervention du technicien CRIIRAD (respectivement le 15 juillet et le 29 juillet). La réinitialisation de l'électronique a permis, dans les 2 cas, de résoudre le dysfonctionnement.

- **Balise de Valence – Dysfonctionnement du système d'avancement du filtre aérosols** : des ruptures du filtre aérosols ont été constatées à la balise de Valence à 7 reprises les 1^{er} et 17 juillet, les 13, 16, 21, 23 et 28 août. Ces ruptures ont pu être détectées lors des scrutations journalières, dans les heures qui ont suivi la rupture : la CRIIRAD a constaté une baisse du débit de la pompe à aérosols de la balise de Valence, laissant suggérer un dysfonctionnement. Un technicien du laboratoire CRIIRAD s'est rendu systématiquement sur site pour confirmer la rupture du filtre. Le filtre a été remis en place lors de chacune des interventions techniques puis le bon fonctionnement du système d'avancement du filtre a été testé. A noter que l'intervention du technicien CRIIRAD n'a pas été possible immédiatement lors des ruptures du 13 août et du 16 août : les données mesurées par le détecteur alpha, bêta direct, radon ne sont donc pas exploitables pour les périodes entre le 13 août 23h TU et le 14 août 7h TU et entre le 16 août 17h TU et le 18 août 8h TU.

- **Sonde gamma de Pérouges – Dysfonctionnement de l'appareil à plusieurs reprises** : la sonde de mesure a enregistré, à plusieurs reprises¹, des mesures anormales, évoquant un défaut du détecteur.

¹ Périodes de dysfonctionnement de l'appareil : le 15 septembre entre 1h et 9h TU, le 22 septembre entre 5h et 11h TU et entre le 22 septembre à 11h TU et le 23 septembre à 9h TU.



En dehors de ces périodes, les mesures de la sonde se situent dans les ordres de grandeur du bruit de fond habituellement observé. Aucune autre anomalie n'a été enregistrée au cours du trimestre. L'origine de ce dysfonctionnement aléatoire n'a pu être déterminée.

- **Fonctionnement de la balise de Péage-de-Roussillon** : le Département de l'Isère a décidé en 2018 de ne plus contribuer au financement du réseau de balises, ce qui a entraîné une diminution du budget de fonctionnement de la balise de Péage de Roussillon. Ceci a conduit la CRIIRAD à alléger le dispositif de surveillance de la balise à partir de début 2019. 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. La contribution de la communauté de communes Entre Bièvre et Rhône ainsi que le recours aux fonds propres de la CRIIRAD permettent de poursuivre la surveillance en continu de la radioactivité des aérosols (unité de détection alpha/bêta (air)) pour la balise. Le laboratoire de la CRIIRAD est intervenu :
 - **le 15 juillet, le 21 août et le 5 septembre** pour rétablir la communication interrompue suite à des épisodes orageux ;
 - **le 17 juillet**, pour remettre en fonctionnement la climatisation, arrêtée suite à une interruption ponctuelle de l'alimentation électrique dans le local.

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 de l'activité des aérosols émetteurs bêta et alpha, mais elle est dégradée par rapport au fonctionnement antérieur.

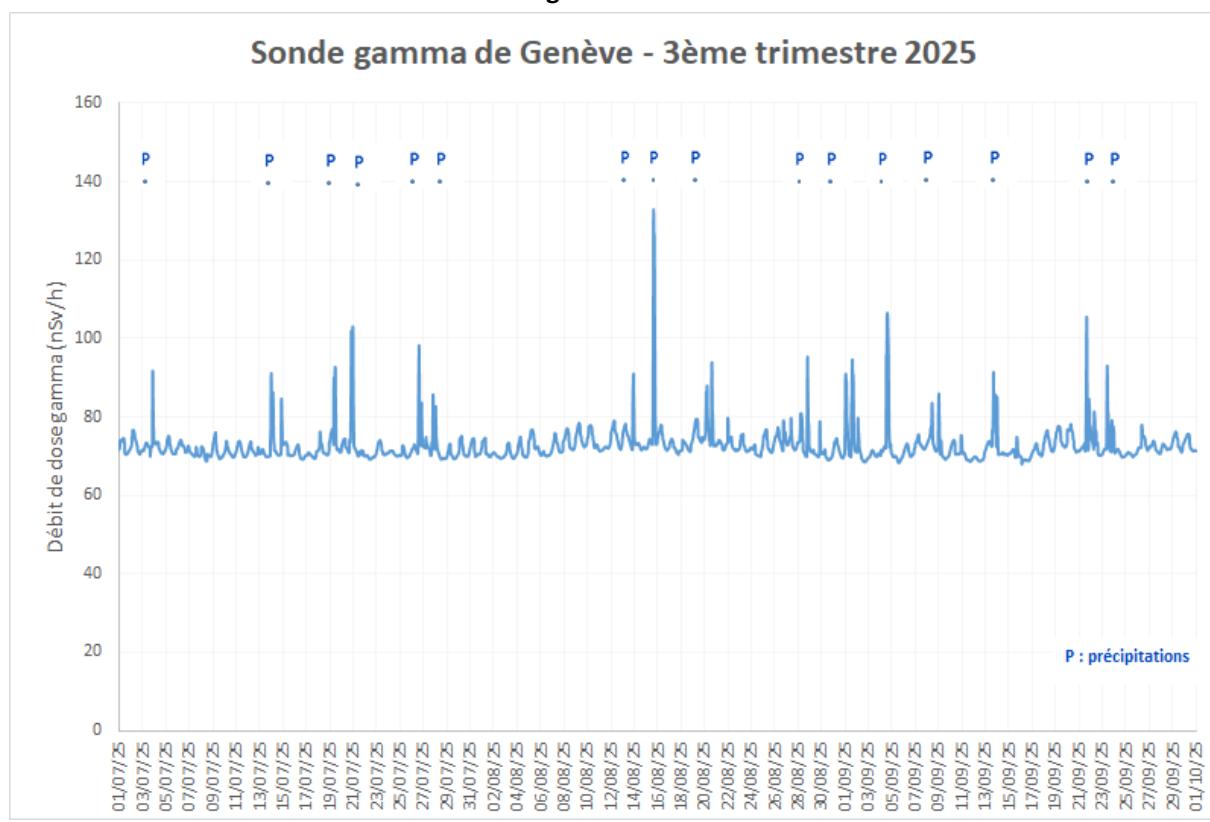
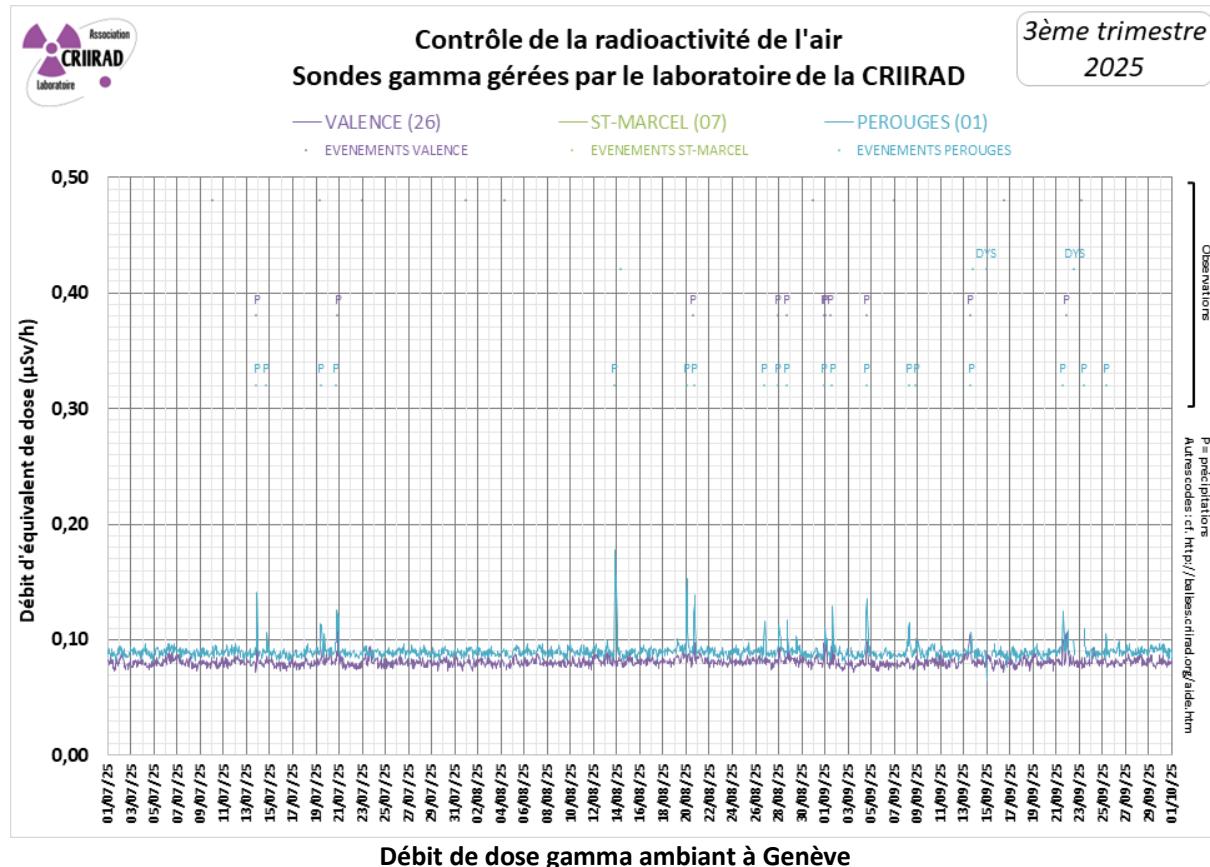
³ Les filtres seront analysés systématiquement en cas d'alarme sur les mesures directes.



RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU

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

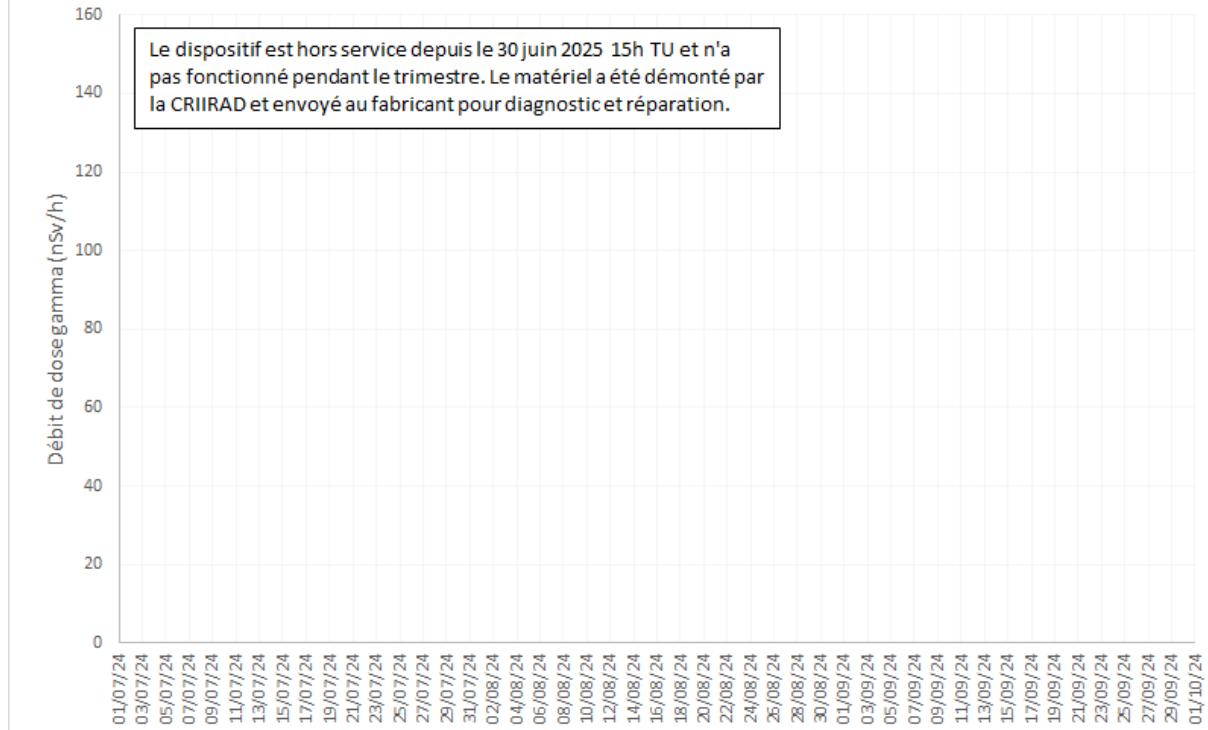
I/ Surveillance en continu du débit de dose gamma ambiant





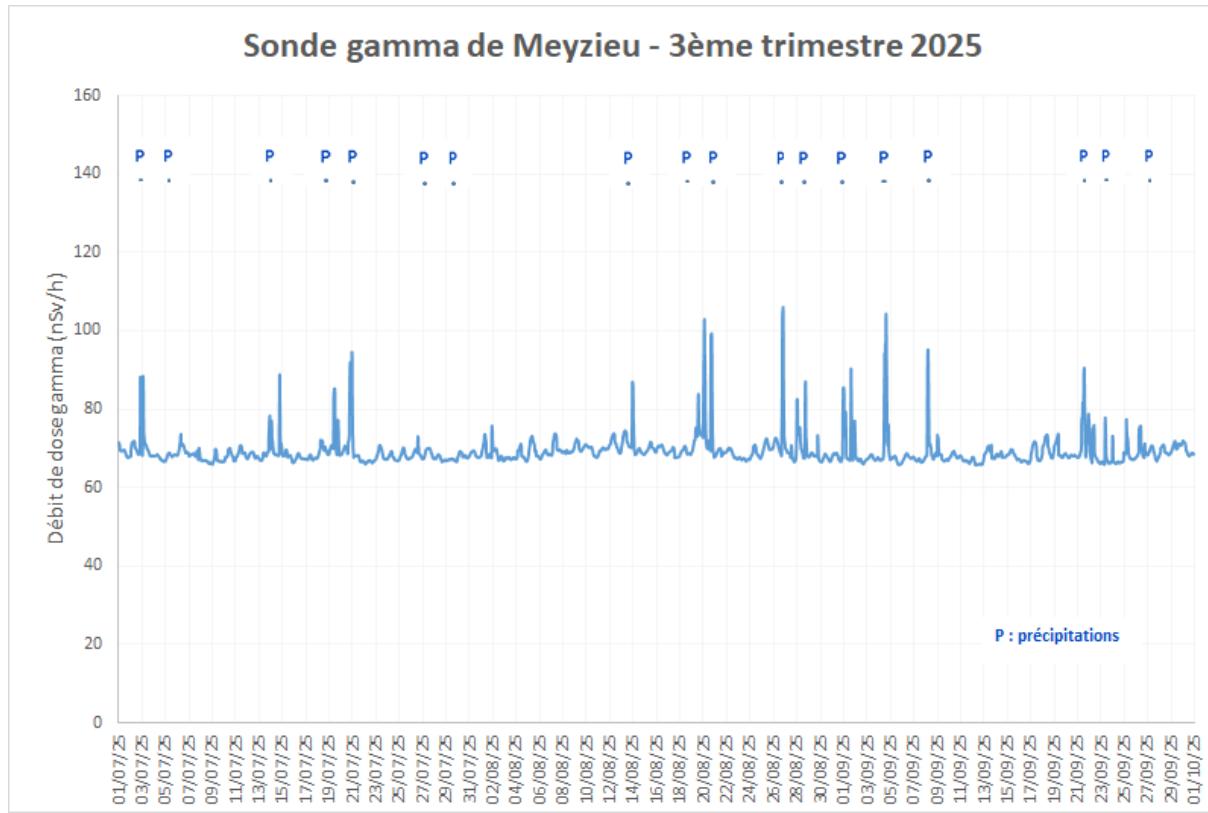
Débit de dose gamma ambiant à Grenoble

Sonde gamma de Grenoble - 3ème trimestre 2025



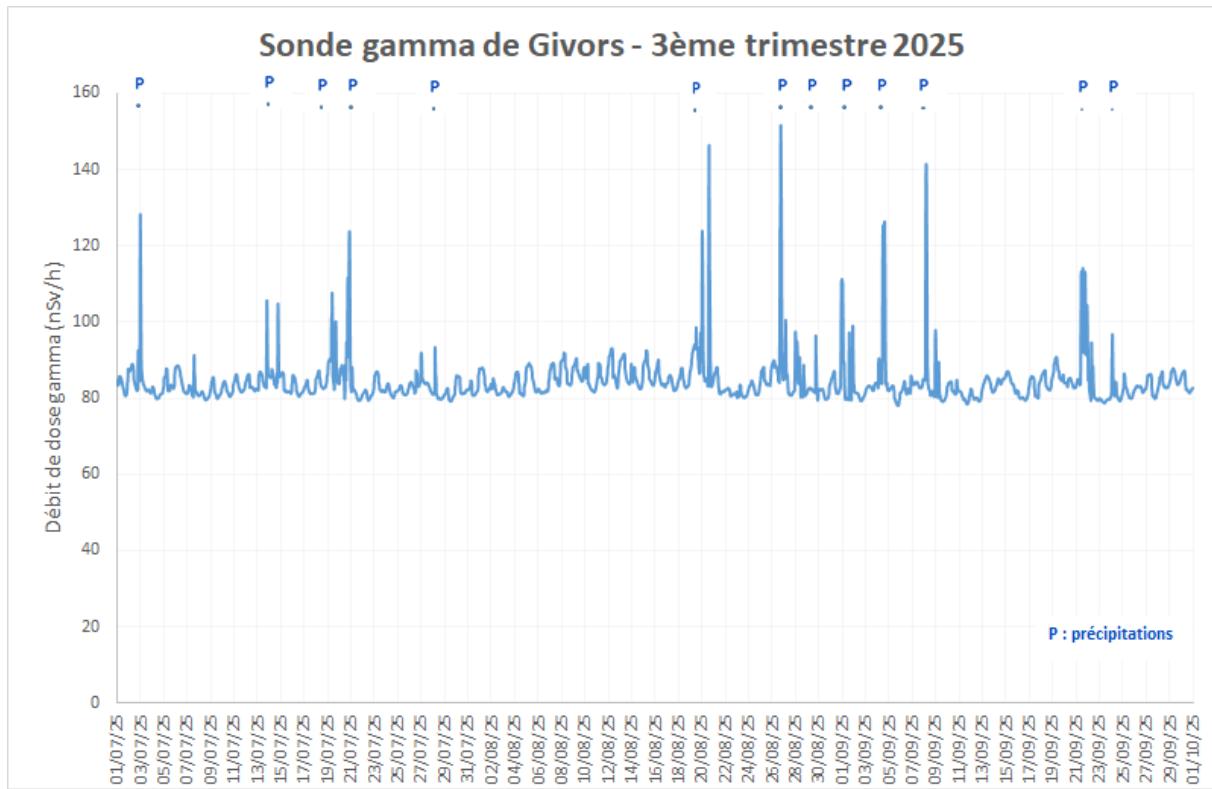
Débit de dose gamma ambiant à Meyzieu

Sonde gamma de Meyzieu - 3ème trimestre 2025





Débit de dose gamma ambiant à Givors



Commentaires

Les débits de dose instantanés sont restés dans une gamme de variation normale pour les 5 sondes de mesure. Sur les secteurs de **Valence, Pérouges, Genève, Meyzieu et Givors**, le bruit de fond naturel moyen est classiquement de **0,065 à 0,100 µSv/h** (ou de **65 à 100 nSv/h**).

Les fluctuations les plus importantes ont été observées lors d'épisodes de précipitations. Les plus notables sont survenues :

- le 3 juillet (notamment 0,089 µSv/h ou 89 nSv/h à Meyzieu, 0,091 µSv/h ou 91 nSv/h à Genève et 0,128 µSv/h ou 128 nSv/h à Givors) ;
- le 13 août (notamment 0,178 µSv/h à Pérouges) ;
- le 15 août (notamment 0,132 µSv/h ou 132 nSv/h à Genève) ;
- le 26 août (notamment 0,151 µSv/h ou 151 nSv/h à Givors et 0,106 µSv/h ou 106 nSv/h à Meyzieu) ;
- le 21 septembre (notamment 0,111 µSv/h à Valence).

Lors de ces épisodes, les descendants radioactifs émetteurs gamma⁴ 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.

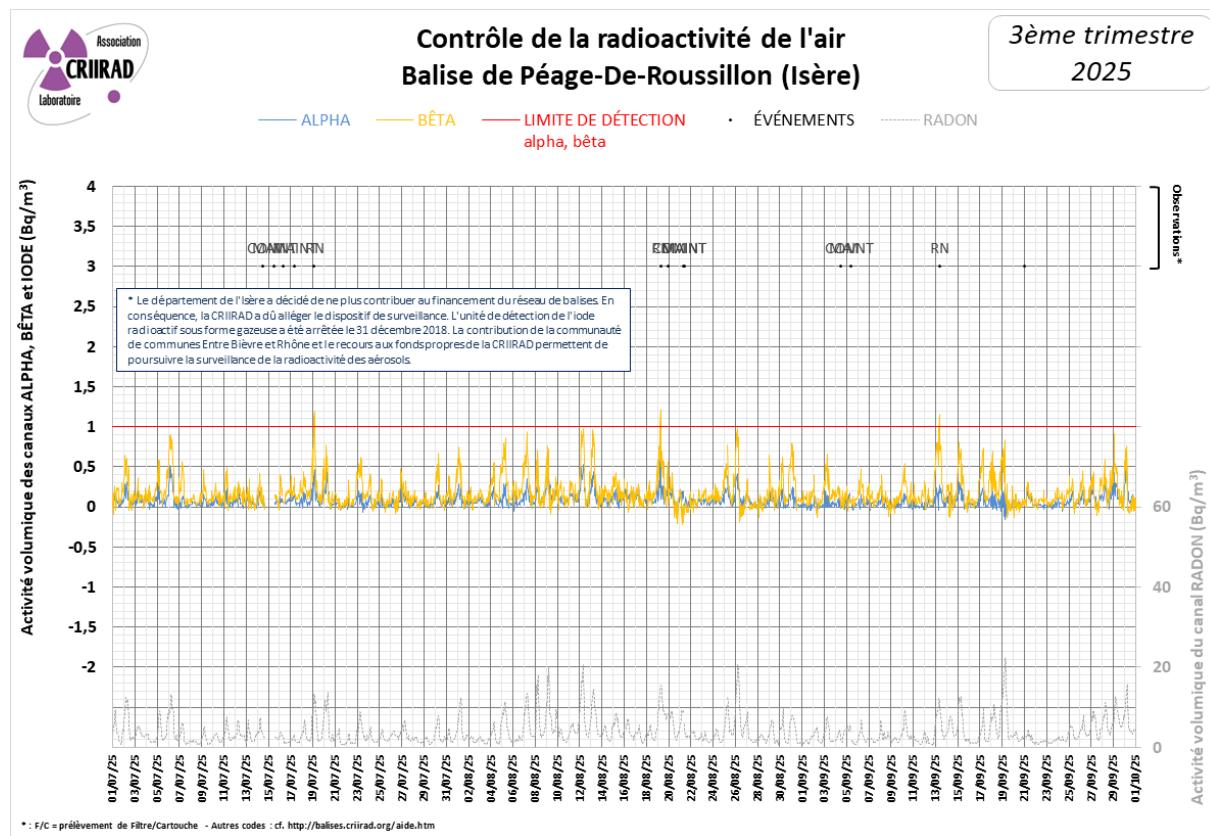
Aucune mesure n'a été enregistrée par la sonde de Grenoble au cours du trimestre (panne du détecteur).

⁴ Plomb 214 et Bismuth 214 de périodes physiques égales respectivement à 27 minutes et à 20 minutes.

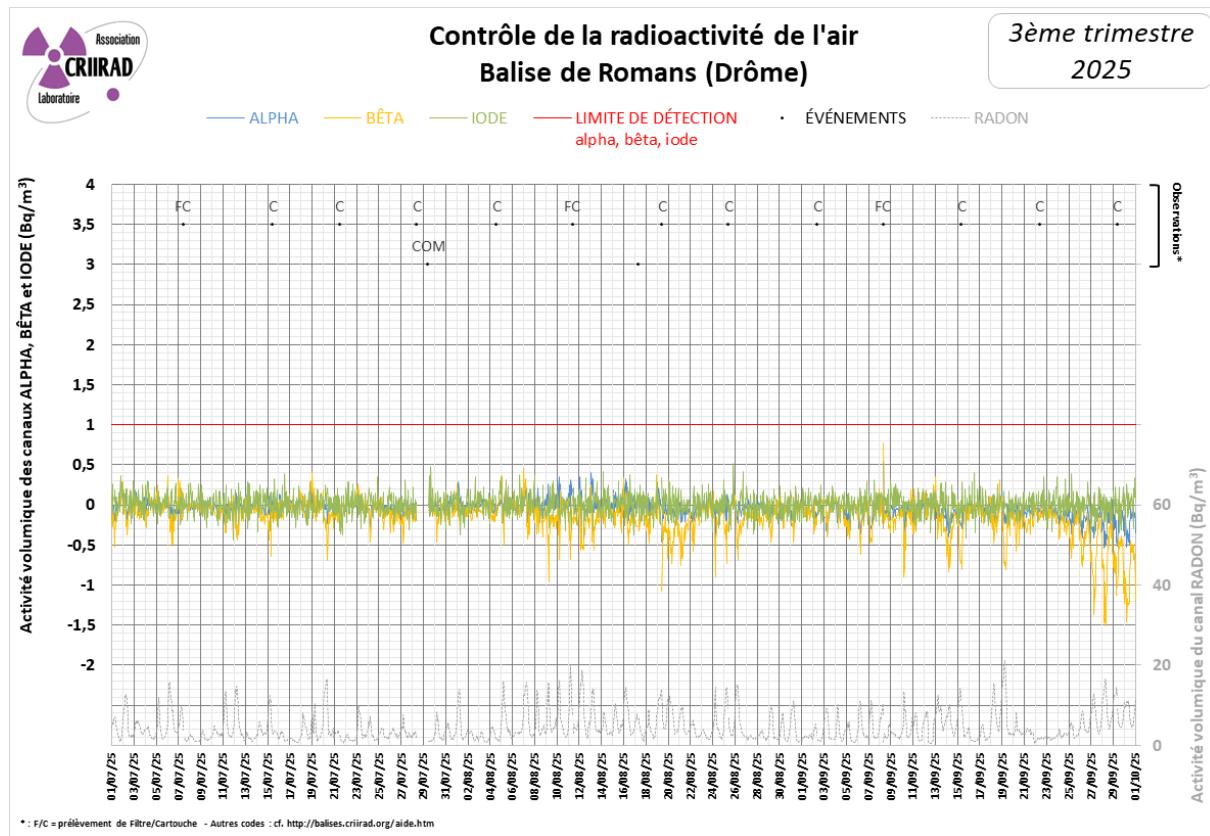


II/ Surveillance en continu de la radioactivité atmosphérique

A/ Balise de Péage de Roussillon

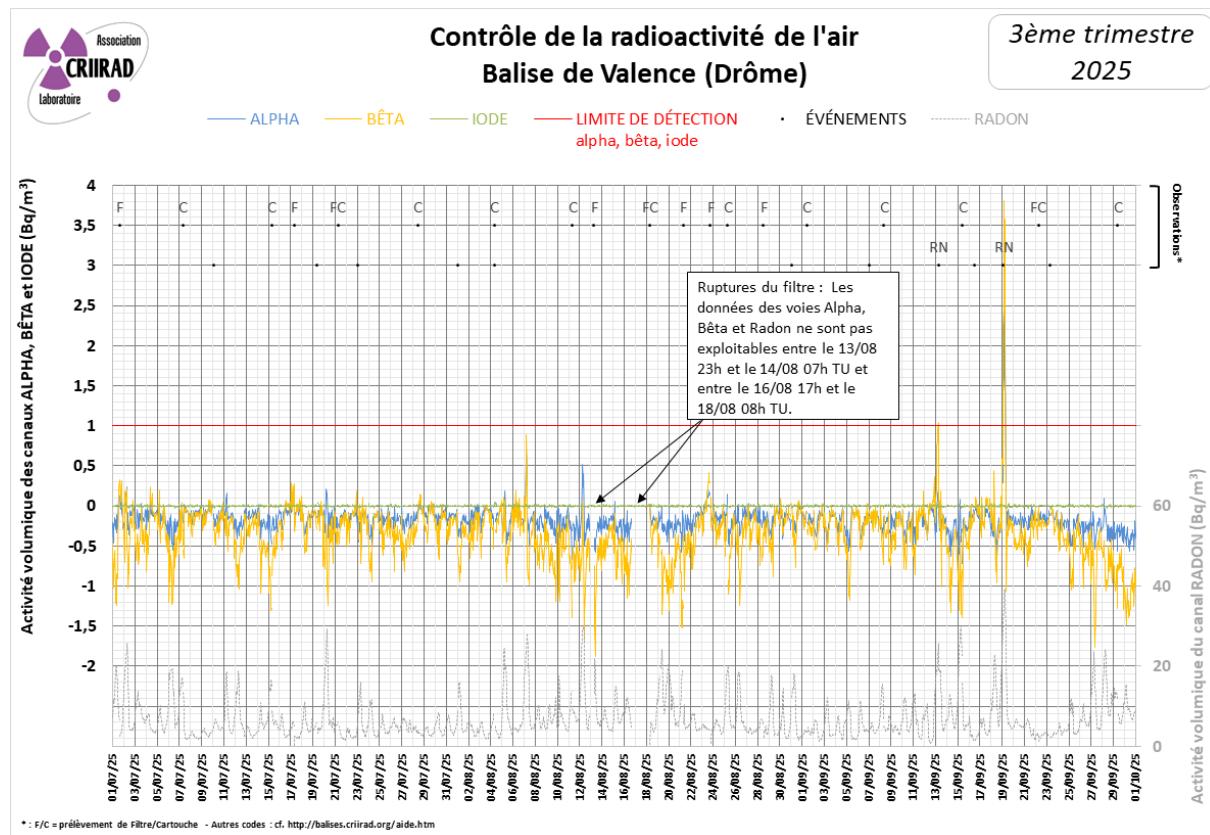


B/ Balise de Romans-sur-Isère

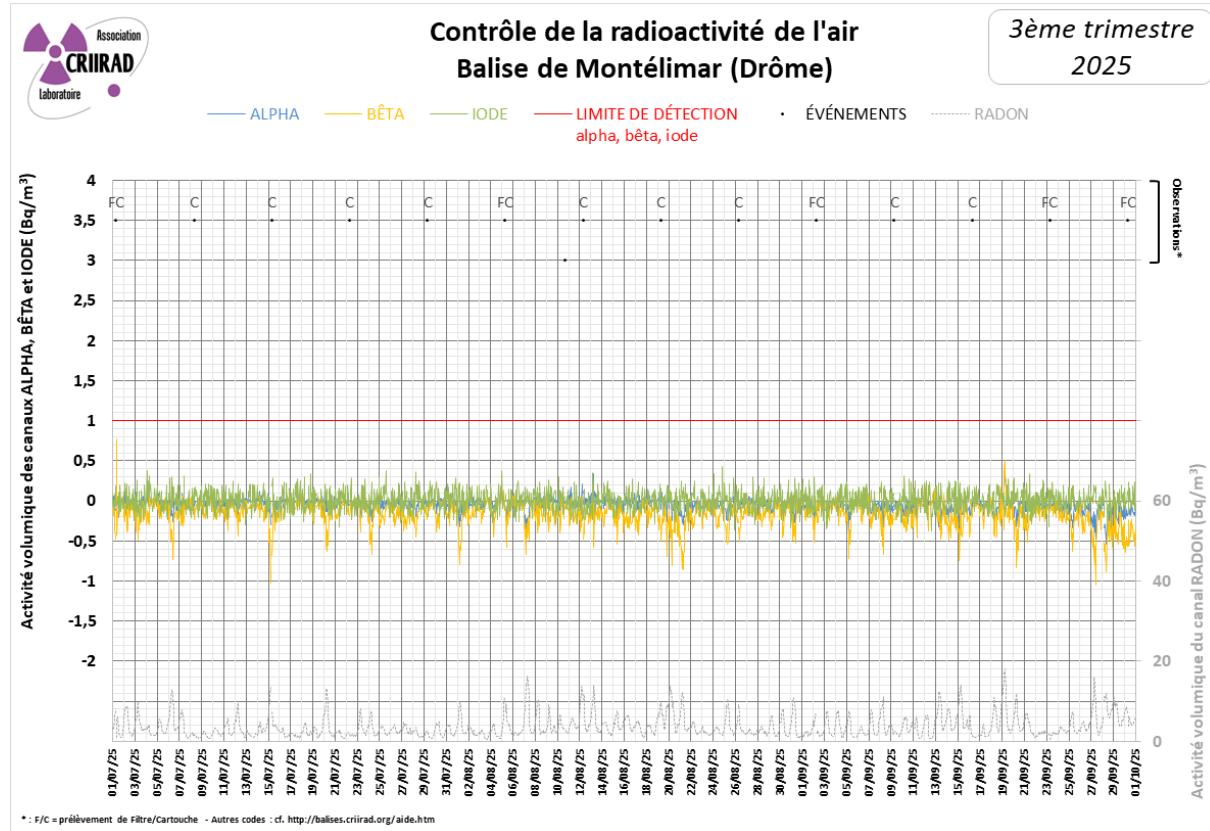




C/ Balise de Valence

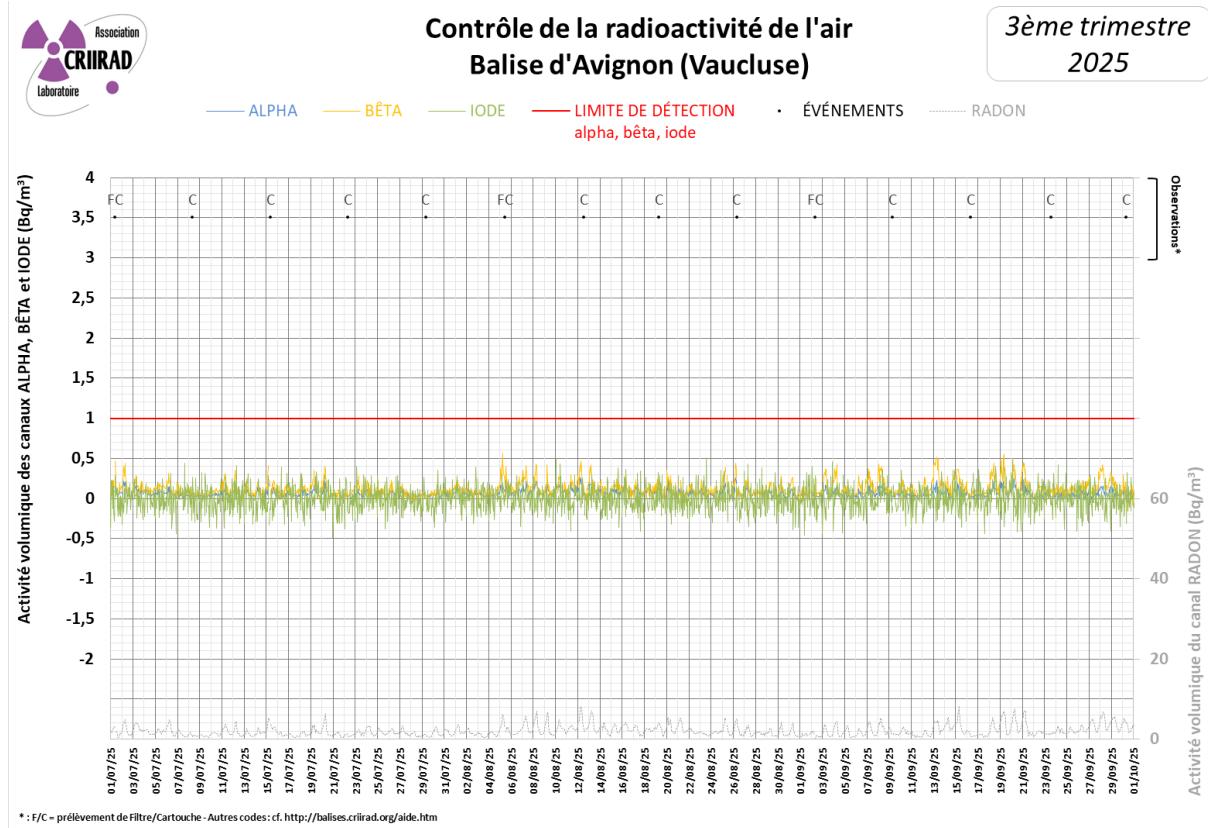


D/ Balise de Montélimar





E/ Balise d'Avignon



Commentaires

Aucune anomalie radiologique n'a été enregistrée par les balises de surveillance de la radioactivité atmosphérique.

A noter que la limite de détection (1 Bq/m³) a été dépassée à plusieurs reprises (voir graphiques en pages 9 et 10) au cours du trimestre sur les voies alpha et/ou bêta direct des balises atmosphériques du **Péage-de-Roussillon** (le 19 juillet, le 19 août et le 13 septembre), et de **Valence** (les 13 et 19 septembre). Le laboratoire de la CRIIRAD a pu vérifier que ces dépassemens n'étaient pas liés à une contamination, mais à des pics d'activité volumique en radon⁵ (par exemple, des activités volumiques maximales en radon de 16 Bq/m³ le 19 août mai à la balise du Péage-de-Roussillon et de 39 Bq/m³ le 19 septembre à la balise de Valence ont été mesurées).

⁵ 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/m³). 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.



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

La CRIIRAD avait mis en place avec le soutien financier de la Ville d'Avignon le système de surveillance de radioactivité de l'eau du Rhône en 1992 au niveau du site de la capitainerie puis transféré en 2009 au niveau du barrage de Sauveterre, géré par la Compagnie Nationale du Rhône. Ce matériel a atteint son seuil d'obsolescence et nécessite des travaux de maintenance, de mise à niveau et de réparation fréquente, ce qui l'immobilise très régulièrement.

La surveillance par la balise, arrêtée début 2025, est remplacée par un programme de prélèvements programmés et réguliers de l'eau du Rhône, ainsi que par des campagnes spécifiques sur la matrice aquatique (sédiments du Rhône, plantes aquatiques,...)

Les résultats de cette « nouvelle surveillance » sont détaillés dans la partie « Résultats des contrôles en différé au laboratoire de la CRIIRAD ».



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	09/06/25 10:26	07/07/25 10:10	07/07/2025	07/07/25	< 9,0	< 15,0	< LD
	Romans	07/07/25 10:19	11/08/25 09:58	11/08/2025	11/08/25	< 7,0	< 9,0	< LD
	Romans	11/08/25 10:08	08/09/25 07:59	08/09/2025	09/09/25	< 10,0	< 12,0	< LD
	Valence	23/06/25 10:05	21/07/25 06:53	21/07/2025	21/07/25	< 11,0	< 17,0	< LD
	Valence	21/07/25 07:05	23/08/25 18:18	23/08/2025	25/08/25	< 9,0	< 14,0	< LD
	Valence	23/08/25 18:29	22/09/25 07:05	22/09/2025	22/09/25	< 11,0	< 13,0	< LD
	Montélimar	02/06/25 10:19	01/07/25 07:15	01/07/2025	01/07/25	< 10,0	< 13,0	< LD
	Montélimar	01/07/25 07:23	05/08/25 06:56	05/08/2025	05/08/25	< 8,0	< 12,0	< LD
	Montélimar	05/08/25 07:04	02/09/25 06:50	02/09/2025	02/09/25	< 10,0	< 14,0	< LD
	Avignon	03/06/25 08:16	01/07/25 09:20	01/07/2025	02/07/25	< 9,0	< 11,0	< LD
	Avignon	01/07/25 09:27	05/08/25 11:40	05/08/2025	06/08/25	< 6,0	< 10,0	< LD
	Avignon	05/08/25 11:50	02/09/25 08:25	02/09/2025	08/09/25	< 10,0	< 11,0	< LD

Les résultats sont exprimés en microbécquerels 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 3 à 65 microbécquerels 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	30/06/25 07:25	07/07/25 10:10	07/07/2025	08/07/25	< 120	< LD
	Romans	04/08/25 13:02	11/08/25 09:58	11/08/2025	12/08/25	< 120	< LD
	Romans	02/09/25 09:20	08/09/25 07:59	08/09/2025	09/09/25	< 120	< LD
	Valence	15/07/25 07:30	21/07/25 06:53	21/07/2025	21/07/25	< 110	< LD
	Valence	18/08/25 07:47	25/08/25 07:11	25/08/2025	25/08/25	< 110	< LD
	Valence	15/09/25 09:59	22/09/25 07:05	22/09/2025	22/09/25	< 110	< LD
	Montélimar	24/06/25 07:01	01/07/25 07:15	01/07/2025	02/07/25	< 110	< LD
	Montélimar	29/07/25 07:37	05/08/25 06:56	05/08/2025	06/08/25	< 110	< LD
	Montélimar	26/08/25 06:54	02/09/25 06:50	02/09/2025	03/09/25	< 70	< LD
	Avignon	26/08/25 07:38	02/09/25 08:25	02/09/2025	04/09/25	< 130	< LD

Les résultats sont exprimés en microbécquerels 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 césum 134, le césum 137, l'américium 241,... les limites de détection typiques sont de l'ordre de 70 à 800 microbécquerels 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 de prélèvements radio-écologiques dans la matrice aquatique

Comme signalé en page 12, la balise de surveillance de la radioactivité de l'eau du Rhône située à Avignon a été arrêtée début 2025 et a été remplacée par un programme de prélèvements d'échantillons environnementaux dans la matrice aquatique. Ce programme prévoit pour ce trimestre les résultats de suivi du tritium pour des échantillons d'eau prélevés dans le Rhône.

Un échantillon d'eau du Rhône a été prélevé à une fréquence bimensuelle 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 l'intermédiaire du laboratoire de la CRIIRAD. 7 échantillons d'eau ont été prélevés ce trimestre.

Trimestre	Date de prélèvement	Date de comptage	Traitement	Activité en tritium total (Bq/l)
3 ^e trimestre	08/07/2025 10:01	13/11/2025	Filtration	3,4 ± 1,9
3 ^e trimestre	22/07/2025 10:17	06/11/2025	Filtration	2,7 ± 1,7
3 ^e trimestre	05/08/2025 13:28	11/11/2025	Filtration	8,0 ± 2,1
3 ^e trimestre	19/08/2025 09:30	06/11/2025	Filtration	8,8 ± 2,1
3 ^e trimestre	02/09/2025 09:55	06/11/2025	Filtration	3,0 ± 1,7
3 ^e trimestre	16/09/2025 10:11	06/11/2025	Filtration	< 1,5
3 ^e trimestre	30/09/2025 10:08	06/11/2025	Filtration	10,1 ± 2,3

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

Commentaires :

Le tritium est détecté sur 6 des 7 échantillons trimestriels. Les activités de tritium, lorsqu'il est détecté, sont comprises entre 2,7 et 10,1 Bq/l (maximum mesuré dans l'échantillon prélevé le 30 septembre). Ces résultats suggèrent un impact des installations nucléaires situées le long de la Vallée du Rhône, Avignon étant situé en aval de toutes ces installations.

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.

A noter qu'une campagne de prélèvements de végétaux aquatiques en Avignon (dans le Rhône et la Durance) suivie d'analyses par spectrométrie gamma a également été effectuée en septembre 2025. Ces résultats feront l'objet d'un rapport d'activité spécifique.

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 : QUELLES NORMES EN CAS D'ACCIDENT NUCLÉAIRE ?

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

En cas de rejet accidentel de substances radioactives dans l'environnement, l'ingestion d'aliments contaminés constitue une voie majeure d'exposition.

Pour limiter les risques, des niveaux maximaux admissibles de contamination (NMA) sont définis.

Les aliments dont l'activité dépasse ces limites ne peuvent pas être mis sur le marché.





Europe (Union Européenne, Suisse)

Niveaux Maximaux Admissibles (NMA) de contamination radioactive (exprimés en Bq/kg ou Bq/l)	Denrées destinées à l'alimentation humaine				
	Aliments pour nourrissons	Produits laitiers	Liquides alimentaires	Aliments de base	Aliments de moindre importance
Somme des isotopes de strontium, notamment strontium 90	75	125	125	750	7 500
Somme des isotopes d'iode, notamment iode 131	150	500	500	2 000	20 000
Somme des isotopes de plutonium et d'éléments transplutoniens à émission alpha, notamment plutonium 239 et américium 241	1	20	20	80	800
Somme de tous autres nucléides à période radioactive supérieure à 10 jours, notamment césium 134 et césium 137	400	1 000	1 000	1 250	12 500

Types de denrées

Les limites sont définies pour 5 catégories de denrées destinées à l'alimentation humaine.

Les **aliments de base** regroupent les principales denrées solides : viande, poissons, légumes, fruits, céréales,

Trois catégories font l'objet de seuils plus stricts :

- **les aliments pour nourrissons.**

Attention, il ne s'agit que des denrées qui satisfont en elles-mêmes aux besoins alimentaires des nourrissons pendant les 12 premiers mois de leur vie, telles que les laits maternisés. Les aliments consommés lors de la diversification alimentaire (compotes, purées, ...) sont soumis aux NMA moins stricts des aliments de base,

- **les produits laitiers**, en raison de leur place prépondérante dans l'alimentation des enfants,

- **les liquides alimentaires** (sodas, jus de fruits, boissons alcoolisées, ...).

Ces limites ne concernent pas les « eaux destinées à la consommation humaine », qui font l'objet d'une réglementation distincte nettement plus stricte⁶ (par exemple 7,2 Bq/l pour le césium 134 et 11 Bq/l pour le césium 137, contre un NMA des liquides alimentaires de 1 000 Bq/l pour le groupe auquel ils appartiennent).

Contrairement à la Suisse, le règlement européen laisse toutefois aux Etats membres la possibilité d'appliquer à l'eau potable les NMA des liquides alimentaires. Cette option repose sur une base erronée : alors que le règlement 2015/52 mentionne des valeurs calculées « compte tenu de la consommation d'eau courante » en réalité un facteur de 0,01 a été introduit pour déterminer les limites (ce qui revient à considérer que 1% seulement de l'eau consommée serait contaminée).

La cinquième catégorie correspond aux **denrées alimentaires dites « de moindre importance »**⁷ : épices, aromates, certaines racines et tubercules comestibles (patate douce, topinambour, manioc, ...), fèves de cacao, vitamines, huiles essentielles, ... Les niveaux de contamination tolérés sont 10 fois supérieurs aux aliments de base au motif que les quantités consommées sont beaucoup plus faibles.

Ce choix est discutable : pour certaines denrées (par ex. les patates douces), le classement est contestable. De plus, la fixation de limites très élevées pour certains ingrédients est susceptible d'impacter le niveau de contamination moyen des produits élaborés dans lesquels ils sont incorporés.

⁶ Dans l'Union Européenne, la [directive 2013/51/Euratom](#) ; en Suisse, l'[ordonnance 817.022.11 sur l'eau potable](#).

⁷ La liste complète des denrées alimentaires « de moindre importance » figure en annexe II du [règlement 2016/52](#).



Groupes de radionucléides

Afin de tenir compte des différences de toxicité, et des principaux radionucléides auxquels les populations ont été exposées lors des accidents passés, 4 groupes ont été établis.

Les **seuils les plus stricts** concernent les radionucléides à très forte radiotoxicité, dont le **plutonium 239** et l'**américium 241**.

Les **3 autres groupes** concernent les isotopes du **strontium**, les isotopes de l'**iode**, et tous les autres radionucléides à période radioactive supérieure à 10 jours (dont le **césium 134** et le **césium 137**⁸). À noter que ce dernier groupe n'inclut ni le tritium ni le carbone 14, pour lesquels aucun seuil n'a été défini alors qu'il s'agit de radionucléides rejetés par les installations nucléaires.

Les NMA s'appliquent à la somme des activités de tous les radionucléides appartenant au même groupe. Par exemple, un aliment de base contenant 800 Bq/kg de césium 137, 400 Bq/kg de césium 134 et 100 Bq/kg de césium 136 ne pourrait pas être mis sur le marché, car la somme des concentrations de ces trois isotopes (1 300 Bq/kg) dépassera la limite (1 250 Bq/kg).

En revanche, les contaminations de différents groupes peuvent être cumulées. Ainsi, un aliment de base dont les concentrations totales seraient de 1 000 Bq/kg pour le groupe du césium, 1 800 Bq/kg pour le groupe de l'iode et 700 Bq/kg pour le groupe du strontium pourrait être mis sur le marché, puisque pour chaque groupe la concentration resterait inférieure à la limite.

Dans le cas de produits concentrés ou séchés, les NMA sont calculés sur la base du produit reconstitué prêt à la consommation. Par exemple, pour des champignons secs contenant 1 500 Bq/kg sec de césium 137, la valeur à comparer au NMA de 1 250 Bq/kg n'est pas 1 500, mais 150 (en supposant que le taux de matière sèche des champignons est de 10%, il faudrait diviser l'activité massique du produit sec par 10).

Des risques minimisés

Malgré l'évolution des connaissances scientifiques qui a conduit à une réévaluation à la hausse des risques liés aux rayonnements ionisants, les NMA de 2016 sont les mêmes que ceux fixés à la fin des années 1980.

Ce choix est basé sur le rapport Radiation Protection 105 (RP105⁹), daté de 1998 et rédigé par les experts de la Commission européenne, dits experts Euratom¹⁰. L'analyse critique du rapport RP105 a conduit la CRIIRAD à identifier toute une série d'anomalies qui tendent à minimiser les risques et à fixer des limites de contamination trop élevées.

D'après le règlement 2016/52, les NMA sont basés « *sur un niveau de référence de 1 mSv [millisievert¹¹] par an pour l'augmentation de la dose efficace individuelle par ingestion et sur l'hypothèse d'une contamination de 10% des denrées alimentaires consommées sur an* ».

Le problème majeur provient de l'accident de référence utilisé pour la définition des limites, qui est Tchernobyl, c'est-à-dire un accident survenant à plus de 1 000 km des frontières de l'Union européenne. Partant de ce postulat, les experts ont considéré que la contamination ne toucherait que 10% des aliments solides consommés par les citoyens européens. Pourtant, le règlement 2016/52 s'applique à tous les accidents nucléaires majeurs et en premier lieu à ceux qui surviendraient en Europe, où se trouvent 40% des réacteurs électronucléaires en

⁸ S'agissant du césium 134 et du césium 137, la réglementation fixe des seuils spécifique pour l'alimentation destinée aux animaux (1 250 Bq/kg pour les porcs, 2 500 Bq/kg pour les volailles, agneaux et veaux et 5 000 Bq/kg pour les autres animaux).

⁹ [Radiation Protection 105, « EU Food Restriction Criteria for Application after an Accident ».](#)

¹⁰ Experts établis en application de l'article 31 du traité Euratom. La Communauté européenne de l'énergie atomique (CEEA ou Euratom) est un organisme public européen créé en 1957, chargé de coordonner les programmes de recherche sur l'énergie nucléaire mais également de mettre en place les règles en matière de radioprotection. Depuis 2014, la Suisse participe aux programmes d'Euratom en tant qu'État associé.

¹¹ Le sievert (Sv) est l'unité utilisée pour évaluer les effets biologiques des rayonnements ionisants. Un becquerel de césium 137 ou un becquerel de plutonium 239 n'ont pas le même effet sur le corps humain, et l'effet diffère selon plusieurs facteurs : la manière dont l'exposition survient (ingestion, inhalation, exposition externe), l'âge de la personne exposée, ... Des coefficients ont été établis pour convertir une activité en becquerels en une dose efficace en millisieverts (ces coefficients comportent de nombreuses incertitudes). Des limites de dose (en millisieverts ou mSv) ont été fixées pour différentes catégories d'individus et différentes situations. Ces notions sont développées dans les fiches G2 (unités) et AL3 (doses par ingestion).



fonctionnement dans le monde. En cas d'accident survenant sur le territoire européen, le pourcentage d'aliments contaminés pourrait être bien plus élevé, ce qui conduirait à des doses efficaces supérieures à 1 mSv.

Le taux de contamination des aliments n'est pas le seul problème. D'après les vérifications conduites par la CRIIRAD¹², certaines erreurs ou omissions (notamment la non prise en compte de l'impact dosimétrique des aliments de moindre importance) conduisent à sous-estimer les doses, qui dans certains cas pourraient dépasser 10 voire 20 mSv ou plus, en particulier pour les enfants. Or une dose de 1 mSv correspond déjà à un niveau de risque élevé. Les substances radioactives sont des polluants cancérogènes¹³, mutagènes et génotoxiques reconnus. Les études réalisées après Tchernobyl ont également montré l'existence d'autres effets sanitaires : en cas de contamination interne prolongée, presque tous les systèmes physiologiques de l'organisme peuvent être atteints (système sanguin, système respiratoire, système digestif, ...).

De timides évolutions

Face à ce constat, la CRIIRAD a lancé une campagne de mobilisation visant à faire adopter des règles plus protectrices. Une pétition a recueilli plusieurs dizaines de milliers de signatures. L'Autriche et l'Allemagne ont également défendu une révision à la baisse des limites mais d'autres États souhaitaient des limites moins contraignantes et l'accord s'est fait sur le statu quo.

Ces démarches ont toutefois permis d'obtenir quelques améliorations. Désormais, les limites du règlement 2016/52 constituent des maximaux¹⁴ prédefinis, pouvant être adaptés si l'analyse de la situation par les experts Euratom montre que la situation réelle est plus pénalisante que les hypothèses prises pour l'établissement des limites, notamment en ce qui concerne la quantité de denrées contaminées pouvant réellement être mises sur le marché.

Malheureusement, alors que c'est dans les premiers jours et semaines suivant l'accident que l'exposition est la plus élevée, personne ne peut garantir en combien de temps un accord sera trouvé sur des limites plus basses, ni s'il sera trouvé, les intérêts des États étant potentiellement divergents. C'est pourquoi il aurait été préférable de disposer de règles de base plus protectrices.

Des limites variables selon le contexte

S'agissant de l'exposition aux faibles doses de rayonnements ionisants, la réglementation de la radioprotection est basée sur le modèle linéaire sans seuil : le risque augmente proportionnellement à l'exposition sans qu'un seuil minimal de risque ne soit relevé. Fixer des limites de contamination revient à estimer la quantité de décès et pathologies « acceptable » d'un point de vue socio-économique.

Comme le montre le tableau ci-dessous, ces limites peuvent varier selon le contexte.

Seuils fixés pendant la phase d'urgence	Activité maximale $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)		
	Tchernobyl (Europe)	Fukushima (Japon)	NMA Futur accident (Europe) ⁽¹⁾
Lait, produits laitiers	370	200	1 000
Aliments de base	600	500	1 250

(1) : Seuil enveloppe incluant ^{134}Cs , ^{137}Cs et d'autres radionucléides à période radioactive supérieure à 10 jours

Le niveau de protection apporté par les normes n'est valable que s'il existe un dispositif garantissant des contrôles représentatifs et mis en œuvre le plus rapidement possible (c'est dans les premières semaines suivant un accident nucléaire que l'exposition est potentiellement la plus importante).

¹² L'analyse détaillée est consultable sur le site de la CRIIRAD.

¹³ La CIPR évalue le coefficient de risque nominal à 172 cas de cancer pour 1 000 000 de personnes exposées à 1 mSv. Il ne s'agit que d'un ordre de grandeur : en cas d'accident, le dommage réel dépendra de la nature des radionucléides et de la radiosensibilité des organes cibles.

¹⁴ Excepté pour le marché intérieur de chaque État, qui peut obtenir des dérogations.



Mais dans tous les cas, compte tenu de l'insuffisance des normes, les comportements individuels sont primordiaux : il est important, a minima pendant la phase d'urgence, de ne pas consommer les aliments les plus à risque (cf. fiche « Contamination des aliments »).



ANNEXE : Interprétation des graphiques présentant les résultats du réseau 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	
Tableau A / Événements techniques programmés (prélèvement hebdomadaire aux balises atmosphériques, maintenance,...)	
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 Sécurité 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/agreements.html>). Le laboratoire comprend notamment un service dédié à la gestion des réseaux de balises de contrôle en continu de la radioactivité dans l'environnement. Six scientifiques et techniciens assurent le fonctionnement de ce service.



CONSEILLER SCIENTIFIQUE
Bruno CHAREYRON



**RESPONSABLE DU SERVICE DE GESTION
DES BALISES**
Jérémie MOTTE



CO-DIRECTEUR
Julien SYREN



CO-DIRECTRICE
Marion JEAMBRUN



TECHNICIENNE ENVIRONNEMENT
Colette BEY



SCRUTATION DES DONNEES
Stéphane MONCHÂTRE

EQUIPE D'ASTREINTE

Colette BEY, Bruno CHAREYRON, Marion JEAMBRUN, Jérémie MOTTE, Julien SYREN.