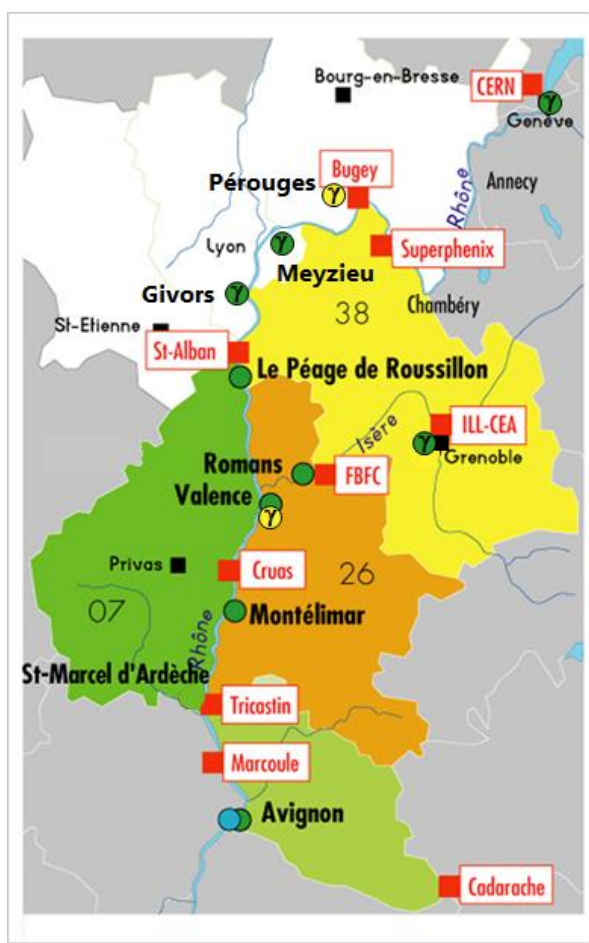




# SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE ATMOSPHERIQUE ET AQUATIQUE - CRIIRAD

## RAPPORT TRIMESTRIEL OCTOBRE-NOVEMBRE-DECEMBRE 2025



- Balises d'air en fonctionnement
- Sondes Gamma
- Sondes de spectrométrie Gamma
- Prélèvements radio-écologiques en milieu aquatique
- Installations nucléaires



Communes du réseau Montilien

Rédacteur(s) : Jérémie MOTTE

Relecteur(s) : Julien SYREN

Date de publication : 02/04/2026

Rapport N° 26-01



## Table des matières

SYNTHESE – FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE BALISES CRIIRAD .....	3
I/ Synthèse des résultats / Taux de fonctionnement par système de détection - Quatrième 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.....	10
III/ Surveillance en continu de la radioactivité de l'eau du Rhône .....	13
RESULTATS DES CONTROLES EN DIFFERE AU LABORATOIRE DE LA CRIIRAD .....	14
I/ Résultats des analyses de filtres par spectrométrie gamma.....	14
II/ Résultats des analyses de cartouches par spectrométrie gamma .....	14
III/ Résultats des analyses de prélèvements radio-écologiques dans la matrice aquatique .	15
EN SAVOIR PLUS SUR LES BALISES .....	16
FOCUS : PEUT-ON MESURER LES ALIMENTS AVEC UN RADIOMETRE GRAND PUBLIC ?	17
ANNEXE : Interprétation des graphiques présentant les résultats du réseau de balises de la CRIIRAD .....	20
LABORATOIRE CRIIRAD .....	22



## SYNTHESE – FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE BALISES CRIIRAD

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

BALISE / DETECTION	Péruges	Péage-de-Roussillon	Romans-sur-Isère	Valence	Montélimar
Alpha/Bêta (Air)		100%	100%	98,9%	100%
Iode (Air)			100%	98,9%	100%
Gamma (Air)	1%			98,9%	

#### 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)					89%
Iode (Air)					89%
Spectrométrie Gamma (Air)	99,6%	0%	99,6%	99,6%	

#### 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 : 14 arrêts (les 3, 7, 14, 24, 28 et 29 octobre, les 3, 11, 16 et 23 novembre, les 12, 23, 25 et 31 décembre).
- Genève : 3 arrêts (le 20 octobre, le 30 novembre et le 13 décembre).
- Montélimar : 1 arrêt (le 29 octobre).
- Romans-sur-Isère : 1 arrêt (le 27 octobre).
- Meyzieu : 3 arrêts (les 4 et 20 octobre et le 12 décembre).



- Givors : 3 arrêts (le 20 octobre, le 7 novembre et le 13 décembre).

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

- **Dysfonctionnement du système de supervision des sondes de spectrométrie gamma (situé dans les locaux CRIIRAD)** : suite à la défaillance d'un module électronique du système de supervision, aucune donnée de sondes de spectrométrie gamma n'a chargé le 29 octobre entre 0h et 8h. Une mise à jour du système avec ajout de matériel le 17 décembre a permis de renforcer les capacités du système. Depuis cette mise à jour, aucun dysfonctionnement n'a été observé sur le système de supervision.

- **Maintenance de la sonde de spectrométrie gamma de Genève** : le laboratoire de la CRIIRAD intervient chaque année sur les sondes de spectrométrie gamma afin de vérifier leur bon fonctionnement et optimiser leur paramétrage (opération nécessitant un branchement direct au dispositif). L'intervention sur celle de Genève a été effectuée le 15 octobre et n'a pas entraîné par la suite d'absence de mesures.

- **Dysfonctionnement de la sonde de spectrométrie gamma de Grenoble** : le dispositif de mesure a été hors service pendant tout le trimestre (voir bulletin trimestriel précédent). Le matériel a été envoyé en réparation début juillet auprès du fournisseur, qui a pu remplacer le matériel défectueux fin décembre 2025 : le cristal du détecteur et la haute tension de la partie électronique. La CRIIRAD a pu récupérer la sonde et la remettre en service sur site le 13 janvier.

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

- Valence : le 28 novembre et le 23 décembre (communication rétablie par le technicien CRIIRAD lors d'interventions spécifiques) ;
- Péage-de-Roussillon : le 15 novembre (communication rétablie par le technicien CRIIRAD lors d'une intervention spécifique le 17 novembre).
- Avignon : le 22 décembre.

Concernant la perte de communication à Avignon : le 23 décembre lors de l'intervention hebdomadaire, les techniciens de la Ville ont réinitialisé l'électronique de communication sans pouvoir résoudre le dysfonctionnement. Un technicien CRIIRAD est alors intervenu dans l'après-midi pour tester toute la chaîne de communication et a pu établir que le dysfonctionnement provenait de la ligne téléphonique. Les services informatiques de la Ville ont été contactés pour approfondir le diagnostic, qui a pu finalement être établi le 20 janvier : le dysfonctionnement était lié au remplacement d'un matériel informatique pour la gestion des lignes téléphoniques, non compatible avec l'électronique des balises. Une ligne de téléphone analogique, qui n'a pas été concernée par ce remplacement de matériel, a été dédiée à la balise le 20 janvier, ce qui a permis de rétablir le chargement des données entre la balise et la centrale de gestion. Les données entre le 22 décembre et le 15 janvier n'ont pas pu être récupérées, la balise disposant seulement d'une mémoire tampon de 5 jours.



- **Balise de Valence – Rupture du filtre aérosols** : une rupture du filtre aérosols a été constatée à la balise de Valence le 14 octobre. Cette rupture a pu être détectée lors de la scrutation journalière, 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 son intervention technique puis le bon fonctionnement du système d’avancement du filtre a été testé.
  
- **Sonde gamma de Pérouges – Dysfonctionnement de l’appareil à plusieurs reprises** : la sonde de mesure a enregistré, à partir du 1<sup>er</sup> octobre 17h, des mesures anormales de façon aléatoire durant le trimestre<sup>1</sup>, évoquant un défaut du détecteur. Par précaution, les données mesurées sur l’ensemble du trimestre n’ont pas été publiées. L’origine de ce dysfonctionnement aléatoire n’a pu être déterminée mais le technicien effectuant la maintenance de l’équipement vérifiera son fonctionnement lors du prochain entretien prévu en fin de premier trimestre 2026.
  
- **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 arrêtée<sup>2</sup> pour les 2 balises et les analyses mensuelles en différé du filtre à aérosols au laboratoire de la CRIIRAD l’ont été également au cours du premier trimestre. Les filtres sont tout de même conservés au laboratoire de la CRIIRAD et pourraient être analysés ultérieurement si nécessaire<sup>3</sup>. 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 5 octobre**, pour mettre en place un nouveau rouleau de filtre aérosols ;
  - **le 17 novembre** pour rétablir la communication (voir paragraphe précédent).

---

<sup>1</sup> Ces dysfonctionnements ont été fréquemment observés durant les mois d’octobre et novembre, plus rarement en décembre.

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

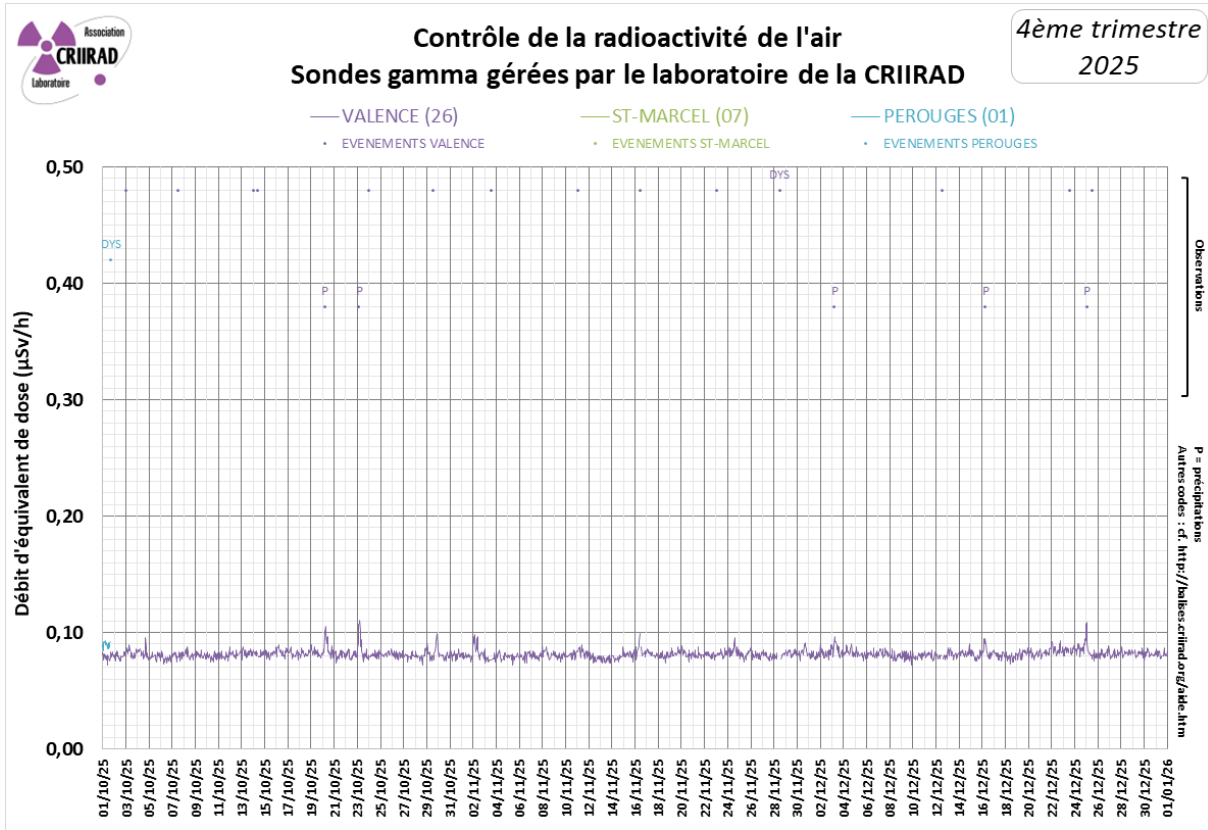
<sup>3</sup> Les filtres seront analysés systématiquement en cas d’alarme sur les mesures directes.



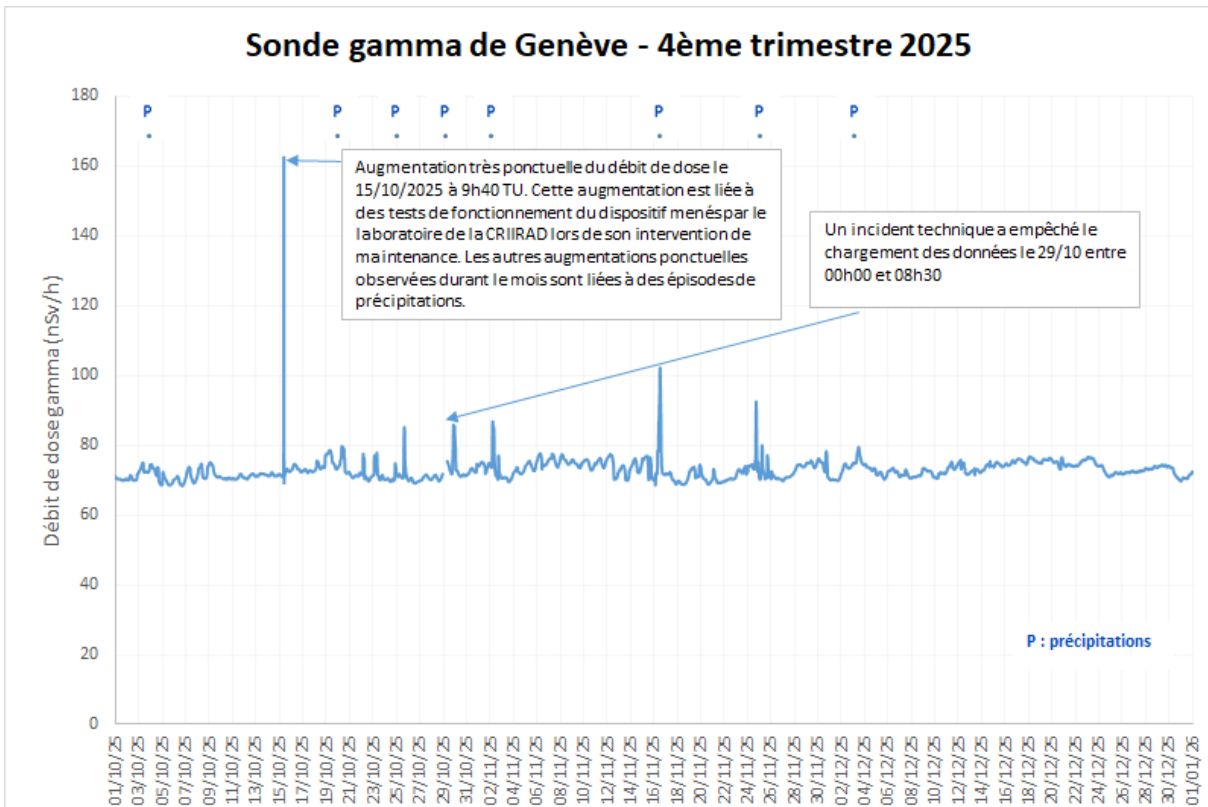
# RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU

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

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



Débit de dose gamma ambient à Genève

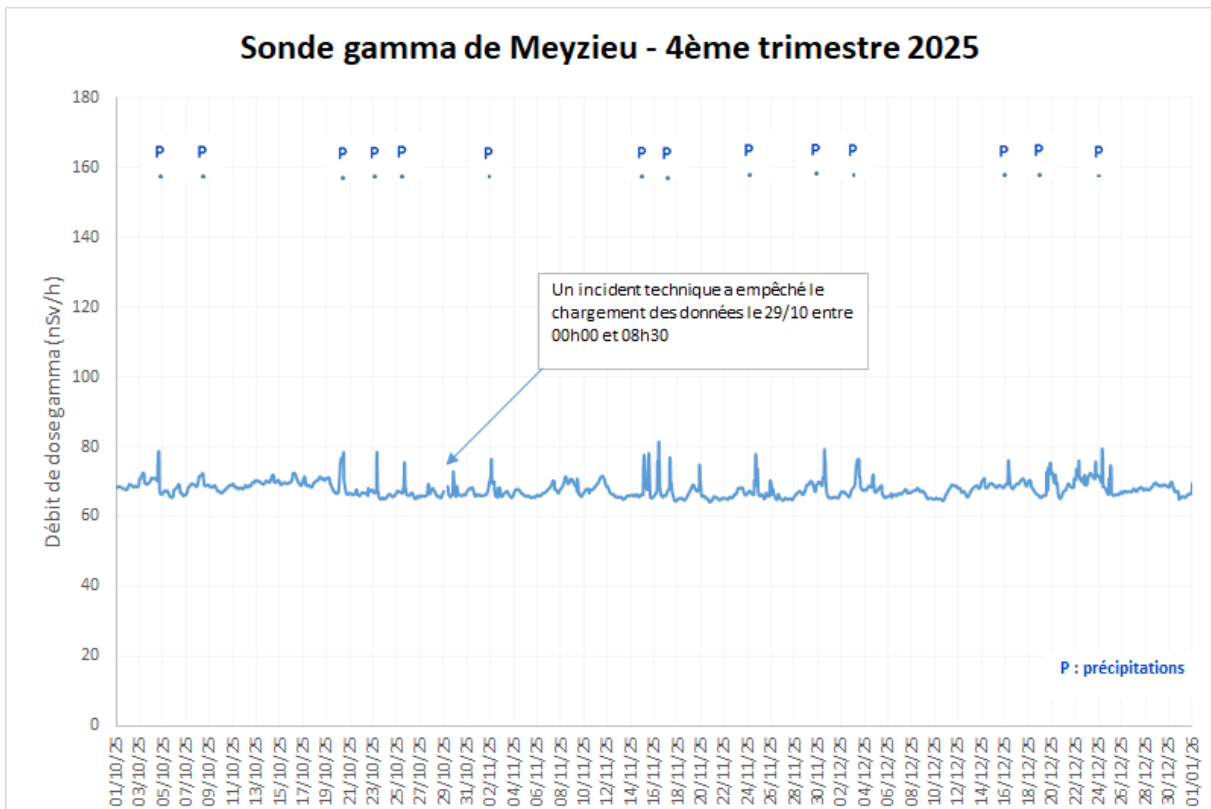




### Débit de dose gamma ambiant à Grenoble

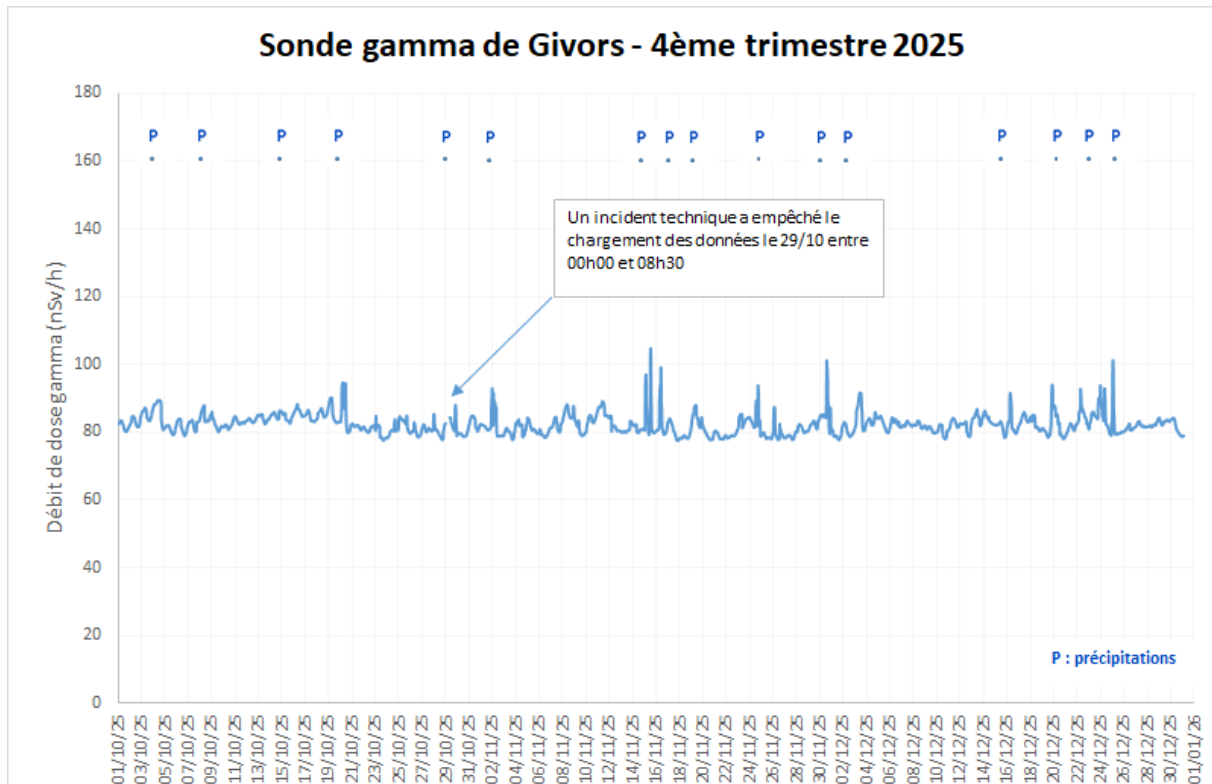


### Débit de dose gamma ambiant à Meyzieu





## Débit de dose gamma ambiant à Givors



### 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, Genève, Meyzieu et Givors**, le bruit de fond naturel moyen est classiquement de **0,065 à 0,100  $\mu\text{Sv/h}$**  (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 20 octobre (notamment 0,100  $\mu\text{Sv/h}$  à Valence et 0,094  $\mu\text{Sv/h}$  ou 94 nSv/h à Givors) ;
- le 23 octobre (notamment 0,110  $\mu\text{Sv/h}$  à Valence) ;
- le 15 novembre (notamment 0,105  $\mu\text{Sv/h}$  ou 105 nSv/h à Givors) ;
- le 16 novembre (notamment 0,100  $\mu\text{Sv/h}$  à Valence, 0,102  $\mu\text{Sv/h}$  ou 102 nSv/h à Genève, 0,082  $\mu\text{Sv/h}$  ou 82 nSv/h à Meyzieu) ;
- le 30 novembre (notamment 0,101  $\mu\text{Sv/h}$  ou 101 nSv/h à Givors et 0,080  $\mu\text{Sv/h}$  ou 80 nSv/h à Meyzieu) ;
- le 24 décembre (notamment 0,110  $\mu\text{Sv/h}$  à Valence, 0,080  $\mu\text{Sv/h}$  ou 80 nSv/h à Meyzieu et 0,101  $\mu\text{Sv/h}$  ou 101 nSv/h à Givors).

Lors de ces épisodes, les descendants radioactifs émetteurs gamma<sup>4</sup> du radon 222 naturellement présents dans l'air sont lessivés et rabattus au sol, ce qui entraîne une augmentation de courte durée du débit de dose.

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



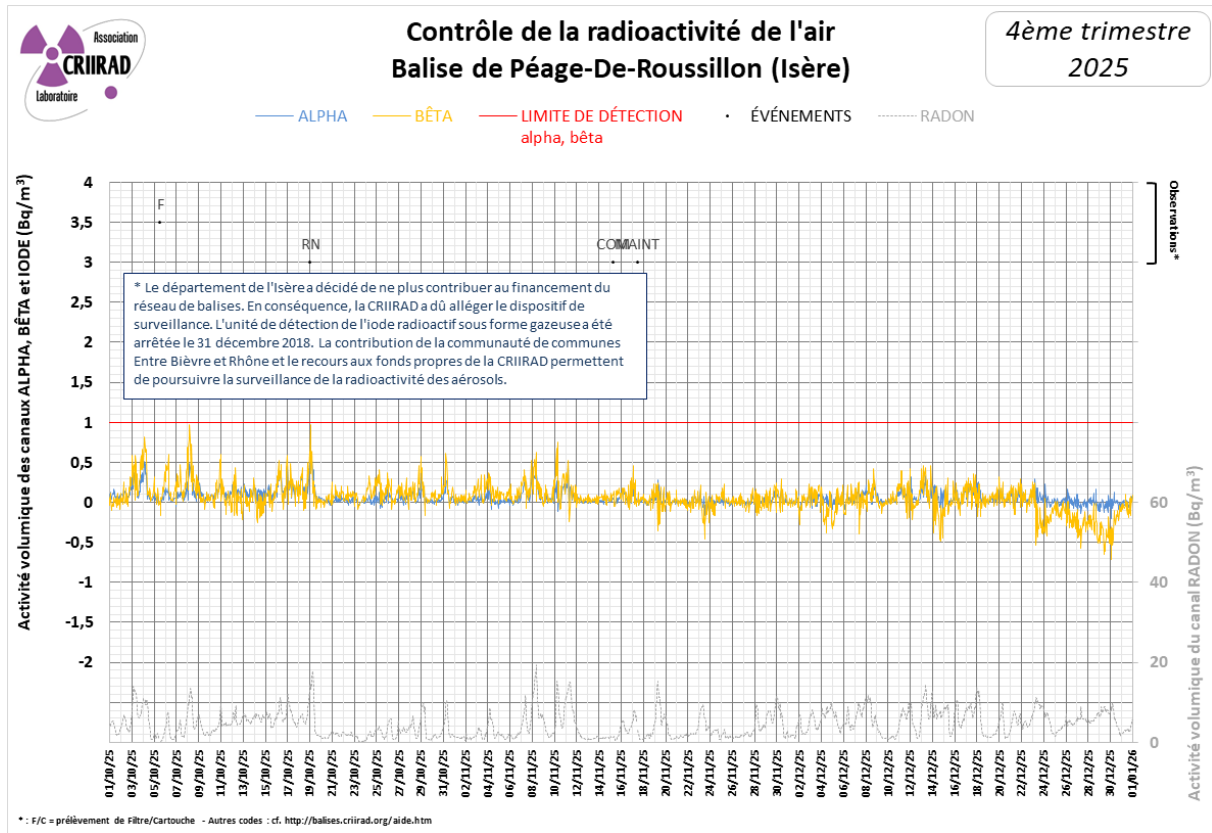
Le dépassement du 15 octobre à Genève est lié à des tests de fonctionnement du dispositif menés par le laboratoire de la CRIIRAD lors de son intervention de maintenance (voir page 4).

Aucune mesure n'a été enregistrée par la sonde de Grenoble au cours du trimestre (panne du détecteur). Pour la sonde de Pérouges, les valeurs n'ont pas été publiées suite à un dysfonctionnement (voir page 5).

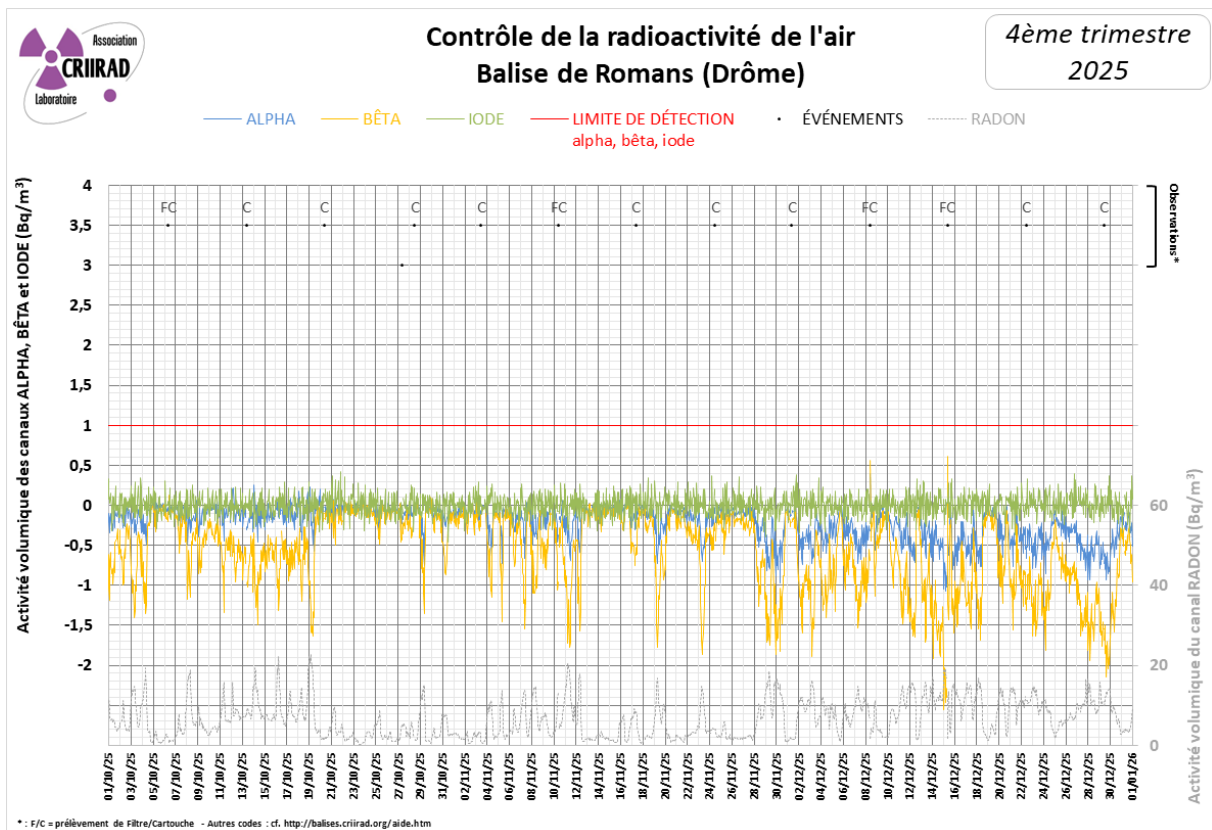


## II/ Surveillance en continu de la radioactivité atmosphérique

### A/ Balise de Péage de Roussillon

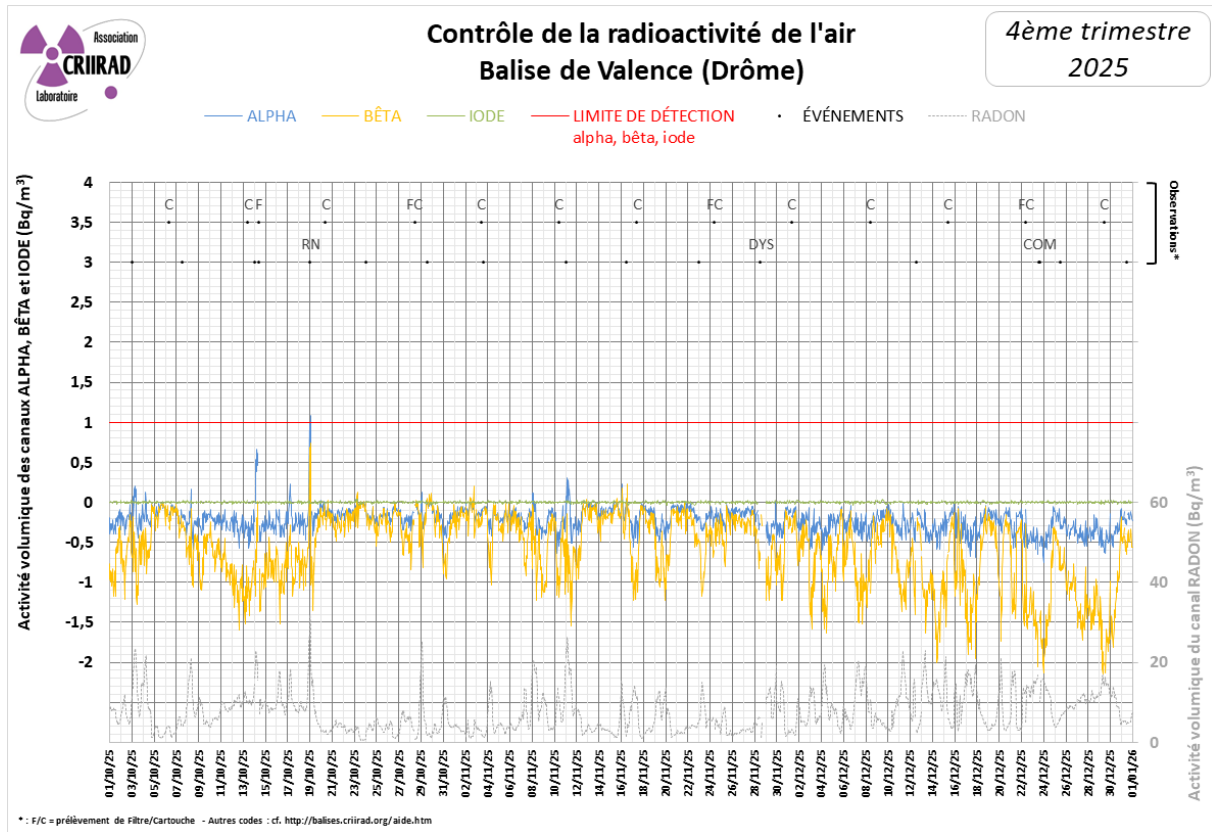


### B/ Balise de Romans-sur-Isère

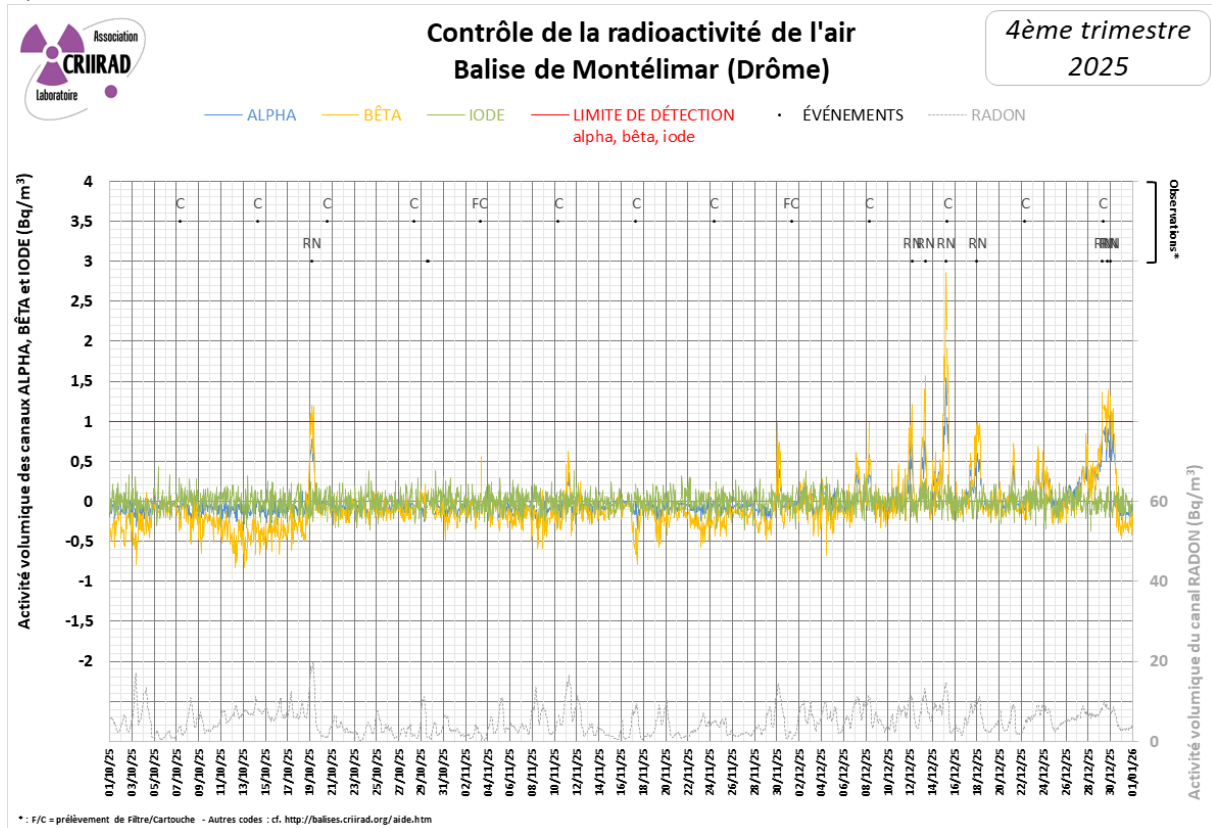




### C/ Balise de Valence

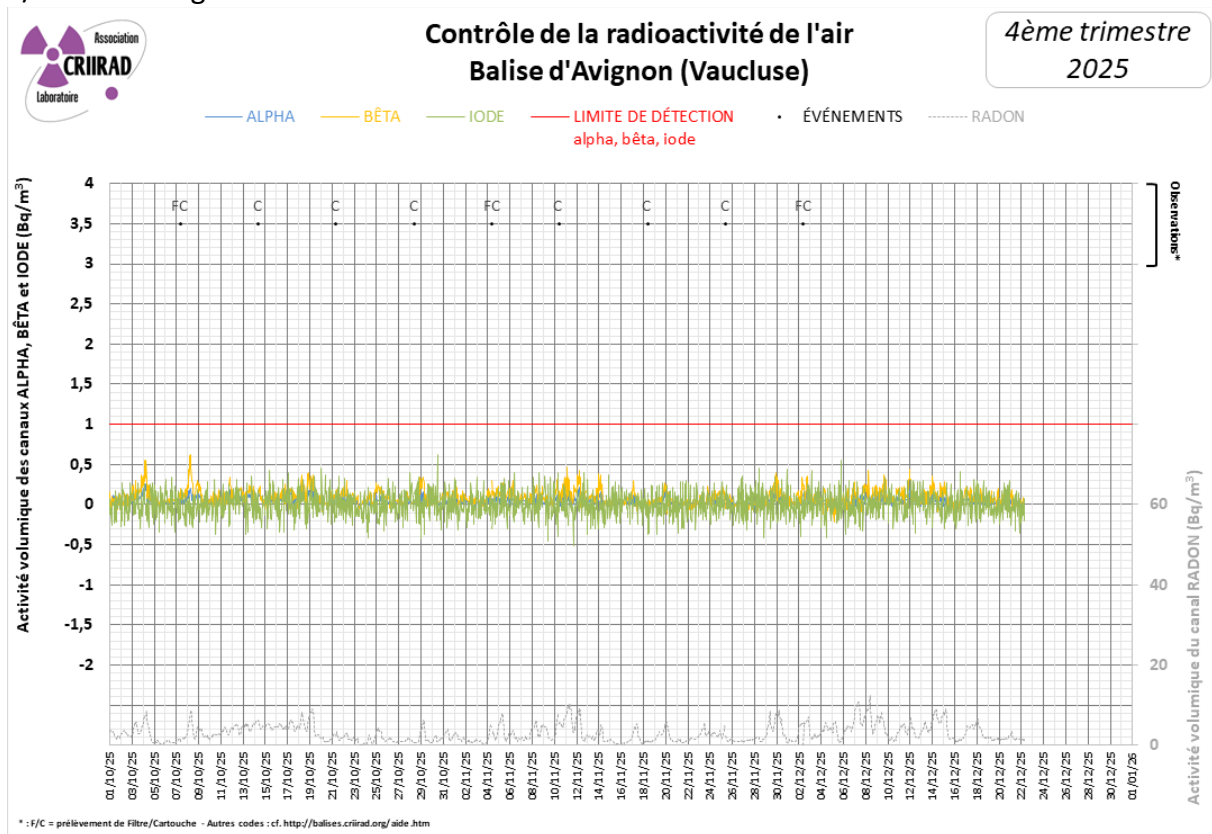


### D/ Balise de Montélimar





## 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 ( $1 \text{ Bq/m}^3$ ) a été dépassée à plusieurs reprises (voir graphiques en page 11) au cours du trimestre sur les voies alpha et/ou bêta direct des balises atmosphériques de **Montélimar** (le 19 octobre, les 12, 13, 15, 29 et 30 décembre), et de **Valence** (le 19 octobre). Le laboratoire de la CRIIRAD a pu vérifier que ces dépassements n'étaient pas liés à une contamination, mais à des pics d'activité volumique en radon<sup>5</sup> (par exemple, des activités volumiques maximales en radon de  $20 \text{ Bq/m}^3$  et de  $32 \text{ Bq/m}^3$  ont été respectivement mesurées à la balise de Montélimar et à la balise de Valence le 19 octobre).

Par ailleurs, les données de la balise atmosphérique d'Avignon entre le 22 décembre et le 31 décembre n'ont pas pu être récupérées, en raison du problème de communication (voir synthèse en page 4).

<sup>5</sup> Il faut savoir que les voies alpha, bêta direct et radon sont mesurées par un seul détecteur. Un paramétrage fin permet de discriminer les impulsions mesurées par ce détecteur et de les imputer aux différentes voies : alpha artificiel, bêta artificiel direct, radon (naturel). Ce paramétrage est réglé de manière optimale pour de faibles concentrations en radon (généralement les concentrations mesurées sont inférieures à  $10 \text{ Bq/m}^3$ ). 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.



### 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 <sup>3</sup> )	Césium 134 (microBq/m <sup>3</sup> )	Autres radionucléides artificiels émetteurs gamma* (microBq/m <sup>3</sup> )
		du	au					
Filtre à aérosols (piégeage des poussières atmosphériques)	Romans	08/09/25 08:09	06/10/25 08:11	06/10/2025	06/10/25	< 9,0	< 13,0	< LD
	Romans	06/10/25 08:19	10/11/25 09:52	10/11/2025	12/11/25	< 8,0	< 11,0	< LD
	Romans	10/11/25 10:00	08/12/25 09:09	08/12/2025	08/12/25	< 9,0	< 15,0	< LD
	Valence	22/09/25 07:18	28/10/25 09:59	28/10/2025	28/10/25	< 9,0	< 11,0	< LD
	Valence	28/10/25 10:07	24/11/25 08:54	24/11/2025	24/11/25	< 10,0	< 13,0	< LD
	Valence	24/11/25 09:10	22/12/25 09:05	22/12/2025	22/12/25	< 10,0	< 15,0	< LD
	Montélimar	02/09/25 07:11	30/09/25 07:03	30/09/2025	30/09/25	< 8,0	< 12,0	< LD
	Montélimar	30/09/25 07:11	03/11/25 07:57	03/11/2025	03/11/25	< 7,0	< 11,0	< LD
	Montélimar	03/11/25 08:05	01/12/25 07:53	01/12/2025	02/12/25	< 11,0	< 12,0	< LD
	Avignon	02/09/25 08:58	07/10/25 07:51	07/10/2025	09/10/25	< 7,0	< 9,0	< LD
Avignon	07/10/25 07:59	04/11/25 08:35	04/11/2025	05/11/25	< 8,0	< 12,0	< LD	
Avignon	04/11/25 08:43	02/12/25 08:35	02/12/2025	03/12/25	< 9,0	< 12,0	< 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 3 à 65 microbecquerels par mètre cube d'air.

#### Commentaires :

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

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

Media filtrant	Station	Air échantillonné		Date de prélèvement	Date d'analyse	Iode 131 (microBq/m <sup>3</sup> )	Autres radionucléides artificiels émetteurs gamma* (microBq/m <sup>3</sup> )
		du	au				
Cartouche de charbon actif (piégeage spécifique de la forme gazeuse de l'iode 131)	Romans	29/09/25 08:29	06/10/25 08:11	06/10/2025	07/10/25	< 120	< LD
	Romans	03/11/25 11:15	10/11/25 09:52	10/11/2025	12/11/25	< 120	< LD
	Romans	01/12/25 09:03	08/12/25 09:09	08/12/2025	09/12/25	< 110	< LD
	Valence	20/10/25 09:08	28/10/25 09:59	28/10/2025	29/10/25	< 100	< LD
	Valence	17/11/25 09:28	24/11/25 08:54	24/11/2025	24/11/25	< 120	< LD
	Valence	15/12/25 09:31	22/12/25 09:05	22/12/2025	22/12/25	< 120	< LD
	Montélimar	23/09/25 07:13	30/09/25 07:03	30/09/2025	01/10/25	< 120	< LD
	Montélimar	28/10/25 08:07	03/11/25 07:57	03/11/2025	04/11/25	< 120	< LD
	Montélimar	24/11/25 08:01	01/12/25 07:53	01/12/2025	02/12/25	< 110	< LD
	Avignon	25/11/25 09:01	02/12/25 08:35	02/12/2025	04/12/25	< 130	< 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 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. 6 échantillons d'eau ont été prélevés ce trimestre.

Trimestre	Date de prélèvement	Date de comptage	Traitement	Activité en tritium total (Bq/l)
4 <sup>e</sup> trimestre	14/10/2025 09:50	15/12/2025	Filtration	4,3 ± 2,0
4 <sup>e</sup> trimestre	28/10/2025 10:07	15/12/2025	Filtration	< 1,7
4 <sup>e</sup> trimestre	10/11/2025 10:20	15/12/2025	Filtration	< 1,7
4 <sup>e</sup> trimestre	25/11/2025 09:55	15/12/2025	Filtration	5,2 ± 2,0
4 <sup>e</sup> trimestre	09/12/2025 10:06	01/03/2026	Filtration	< 1,4
4 <sup>e</sup> trimestre	23/12/2025 10:00	01/03/2026	Filtration	< 1,4

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 2 des 6 échantillons trimestriels. Les activités de tritium, lorsqu'il est détecté, ont été de 4,3 Bq/l et 5,2 Bq/l pour les échantillons prélevés respectivement le 14 octobre et le 25 novembre. 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.

## 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 : PEUT-ON MESURER LES ALIMENTS AVEC UN RADIAMÈTRE GRAND PUBLIC ?

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

*Suite à l'accident nucléaire de Fukushima, de nombreuses personnes ont souhaité s'équiper d'un radiamètre grand public afin de vérifier la contamination de leur environnement, et en particulier des aliments.*

*Cette fiche a pour but de répondre aux questions suivantes : un radiamètre permet-il de repérer des aliments très contaminés ? De garantir une absence de contamination ? De vérifier le respect des normes en vigueur ? D'effectuer un calcul de dose ?*

### Que détecte un compteur Geiger ?

Il existe de nombreux appareils grand public de mesure des rayonnements ionisants.

Les plus courants sont des **compteurs Geiger-Müller** (appelés couramment compteurs Geiger). Ce type d'appareil comporte un tube rempli d'un gaz spécifique (hélium, néon, argon, ...) soumis à une haute tension (400 volts).

Lorsqu'un rayonnement ionisant pénètre dans le tube, il perd de l'énergie au sein du mélange gazeux en le traversant. Il se produit alors une ionisation du gaz emprisonné dans le tube, ce qui engendre une impulsion électrique. C'est cette impulsion qui est « comptée » par l'appareil.

Seuls les rayonnements ionisants qui traversent la paroi du tube et qui se situent dans sa gamme de sensibilité sont détectés. Pour la plupart des compteurs Geiger grand public, il s'agit des **rayonnements gamma**, des rayonnements bêta les plus énergétiques mais pas des rayonnements bêta peu énergétiques (comme ceux émis par le tritium ou le carbone 14) ni des rayonnements alpha (comme ceux émis par le plutonium 239)<sup>6</sup>.

Les développements qui suivent ne concernent donc pas les rayonnements alpha.

Les compteurs Geiger ont la particularité de « **compter** » la quantité de rayonnements qui les traversent (et qui se trouvent dans leur gamme de sensibilité), mais **sans faire de distinction** entre les rayonnements, que ceux-ci soient dus aux radionucléides contenus dans l'échantillon, ou au **bruit de fond**.

Les résultats sont généralement exprimés en **chocs par seconde (c/s)**. Certains appareils donnent des valeurs en **microsieverts par heure (µSv/h)** mais il

ne s'agit que d'une approximation car pour mesurer véritablement un débit de dose, il faudrait pouvoir tenir compte du type de rayonnements détectés et de leur énergie. Le résultat en **µSv/h** mesuré avec un compteur Geiger doit donc être **pris avec précaution**. Il s'agit d'un ordre de grandeur qui peut être très éloigné de la réalité si les conditions de mesure s'écartent des conditions d'étalonnage. Il est préférable de ne pas utiliser ce résultat pour estimer une dose équivalente ou efficace<sup>7</sup> (en µSv) et la comparer à des limites réglementaires.

### Notion de bruit de fond

Les relevés effectués par un compteur Geiger posé au contact d'un objet sont la somme de deux composantes :

- 1 / Les radiations qui viennent effectivement de l'objet.
- 2 / Le bruit de fond ambiant. Il correspond à la somme d'un **bruit de fond électronique intrinsèque** au compteur et de la contribution des radiations qui proviennent de l'espace (**rayonnement cosmique**) et des sols et murs (**rayonnement tellurique**).

C'est pourquoi avant de contrôler un objet on doit d'abord mesurer le « bruit de fond » à l'endroit où l'on va ensuite poser l'objet.

Sur un appareil donnant des résultats en chocs par seconde (c/s), le bruit de fond dépend de la sensibilité de l'appareil. Il peut être de moins d'1 c/s à quelques c/s, voire plusieurs dizaines ou centaines de c/s dans le cas d'un radiamètre professionnel.

Sur un appareil donnant des résultats en microsieverts par heure (µSv/h), le bruit de fond est de l'ordre de 0,05 à 0,30 µSv/h.

Attention, en cas d'accident nucléaire, le bruit de fond global peut augmenter, du fait de l'ajout, au bruit de fond « naturel », d'une composante « artificielle » (au moment du passage du panache radioactif mais également après, du fait des radiations émises par les radionucléides déposés au sol).

<sup>6</sup> Il existe des compteurs Geiger dont le tube est équipé d'une fenêtre suffisamment mince pour laisser entrer des particules alpha, mais la sensibilité des modèles grand public est limitée.

<sup>7</sup> Les concepts de dose équivalente et dose efficace sont présentés dans le focus du bulletin N°21-01 ([cliquer ici](#)).



## Exemples de mesures

Prenons le cas de 4 échantillons de 30 grammes de **champignons secs** présentant des teneurs en césium 137 de 100, 1 000, 4 200 et 67 000 Bq/kg.

Les mesures ont été effectuées au moyen d'un RADEX RD 1212, dans une pièce présentant un bruit de fond compris entre 0,10 et 0,13  $\mu\text{Sv/h}$ .

Dans le premier échantillon, contenant 100 Bq/kg de césium 137, le résultat est comparable au bruit de fond. Les rayonnements émis par le césium 137 ne se démarquent pas du bruit de fond.

On observe le même résultat avec le second échantillon, qui contient pourtant 10 fois plus de césium 137 que le premier (1 000 Bq/kg sec).

Dans le troisième échantillon, contenant 42 fois plus de césium 137 que le premier, on constate bien une augmentation du signal, mais celle-ci est seulement de 25% alors que l'incertitude du résultat est de l'ordre de 50%. L'écart ne peut donc pas être considéré comme significatif, puisque, compte tenu de cette incertitude, le résultat est en réalité compris entre 0,08 et 0,22  $\mu\text{Sv/h}$  alors que le bruit de fond est compris entre 0,10 et 0,13  $\mu\text{Sv/h}$ .

C'est seulement avec le quatrième échantillon, contenant 670 fois plus de césium 137 que le premier, que le signal détecté par le RADEX est significativement supérieur au bruit de fond (mais la valeur mesurée est seulement 2 fois plus élevée).

Mesures au contact d'échantillons de champignons				
Teneur en césium 137	100 Bq/kg sec	1 000 Bq/kg sec	4 200 Bq/kg sec	67 000 Bq/kg sec
Valeur mesurée	0,12 $\mu\text{Sv/h}$	0,12 $\mu\text{Sv/h}$	0,15 $\mu\text{Sv/h}$	0,27 $\mu\text{Sv/h}$

Lieu de la mesure : pièce dont le bruit de fond est de l'ordre de 0,10 à 0,13  $\mu\text{Sv/h}$

Appareil utilisé : RADEX RD 1212

Type d'échantillon : champignons séchés, broyés et conditionnés dans une boîte de pétri. 30 grammes par échantillon.





Dans les exemples pris, les échantillons sont **secs**.

Si les mesures avaient été effectuées sur des produits **frais**, le césium 137 aurait été réparti dans une quantité de matière plus importante, et donc **moins aisé à détecter**.

Le taux de matière sèche des champignons étant d'environ 10%<sup>8</sup>, les activités massiques des échantillons avant séchage sont de l'ordre de 10 fois plus faibles, soit, respectivement, 10 Bq/kg, 100 Bq/kg, 420 Bq/kg et 6 700 Bq/kg.

Cette dernière valeur est nettement supérieure au seuil de 1 250 Bq/kg fixé par les autorités européennes pour la phase d'urgence suivant un accident nucléaire. La détection d'une augmentation significative du signal mesuré au contact de cet échantillon signifie donc que celui-ci est fortement contaminé et qu'il ne faut pas le consommer.

En revanche, si le compteur ne détecte pas d'augmentation du signal, cela ne signifie pas forcément que l'échantillon ne présente pas de risque. En effet, il faut bien distinguer le risque d'irradiation externe, que peut détecter un radiamètre grand public, et le risque de contamination. Dans le cas d'une contamination, par exemple par ingestion d'aliments, une quantité d'énergie bien plus faible que ce que peut détecter l'appareil peut créer des dommages préoccupants au niveau des cellules.

Ainsi, le seuil de 1 250 Bq/kg n'est pas une valeur en dessous de laquelle la contamination ne présente aucun risque. Les limites réglementaires peuvent varier selon le contexte. Suite à la catastrophe de Fukushima, les autorités japonaises avaient fixé pour les isotopes radioactifs du césium, une **norme** provisoire de 500 Bq/kg, abaissée en 2012 à **100 Bq/kg**. Cette valeur correspond à la contamination du second échantillon (1 000 Bq/kg sec soit **environ 100 Bq/kg frais**), que **le radiamètre n'a pas pu détecter**.

Les exemples présentés correspondent à un cas de figure simple : la contamination concerne un seul radionucléide (césium 137) et les activités sont connues. Mais dans la pratique, l'échantillon peut être contaminé par plusieurs autres radionucléides (césium 134, iode 131, ...) pour lesquels l'efficacité de détection de l'appareil peut être variable. Dans de tels cas, il est encore plus difficile de comparer les valeurs mesurées aux normes en vigueur.

<sup>8</sup> Il s'agit d'un ordre de grandeur ; dans la pratique, les taux de matière sèche des champignons sont généralement compris entre 5 et 20%.

## En résumé

Un radiamètre grand public :

- **peut** en général permettre de **détecter des aliments très contaminés suite à une catastrophe sur une centrale nucléaire** ;
- **n'est pas en mesure de garantir une absence de contamination** ;
- **ne permet pas d'effectuer un calcul de dose équivalente ou de dose efficace (en sieverts)** ;
- **ne permet pas de garantir le respect des normes de contamination des aliments, excepté dans des cas de figure très particuliers (normes élevées, radionucléides connus et détectables par l'appareil)**.

Pour faire des contrôles fiables, il faut procéder à des analyses avec des matériels plus performants, de type spectromètre portable, et idéalement des contrôles en laboratoire sur un échantillonnage représentatif des matériaux à contrôler.

### Optimiser les capacités de détection

Pour améliorer les capacités de détection de la radioactivité émise par les aliments à tester, plusieurs méthodes peuvent être envisagées :

- Faire des mesures sur la quantité la plus importante possible de matière. Par exemple, le signal émis sera plus facilement détectable sur une caisse remplie de champignons que sur un champignon unique.
- « Concentrer » l'échantillon. Le césium 137 s'accumulant dans la matière sèche des champignons, il est possible de rendre la radioactivité plus facilement détectable en concentrant la matière par séchage.
- Réduire le signal du bruit de fond, en effectuant la mesure de l'échantillon dans un volume protégé par un matériau dense (par exemple plomb ou béton). Les rayonnements gamma étant très pénétrants, il n'est pas possible de supprimer totalement le bruit de fond. Celui-ci peut être seulement limité par un écran le plus épais possible. En cas d'augmentation du bruit de fond suite au passage d'un panache ayant entraîné des dépôts radioactifs au sol, il est préférable de faire les mesures en intérieur, au centre d'un bâtiment, où le bruit de fond sera plus faible qu'en extérieur, les murs porteurs jouant le rôle d'écrans.

Par ailleurs, il est préférable de protéger le radiamètre par un emballage plastique, afin d'éviter sa contamination par des poussières sans altérer ses capacités de détection des rayonnements gamma.



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



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

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

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

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



## LABORATOIRE CRIIRAD

Le laboratoire de la CRIIRAD est un laboratoire d'analyse spécialisé dans les mesures de radioactivité et agréé par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) pour les mesures de radioactivité de l'environnement et les contrôles radon (voir portée de l'agrément sur le site <http://www.criirad.org/laboratoire/agrements.html>). 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.