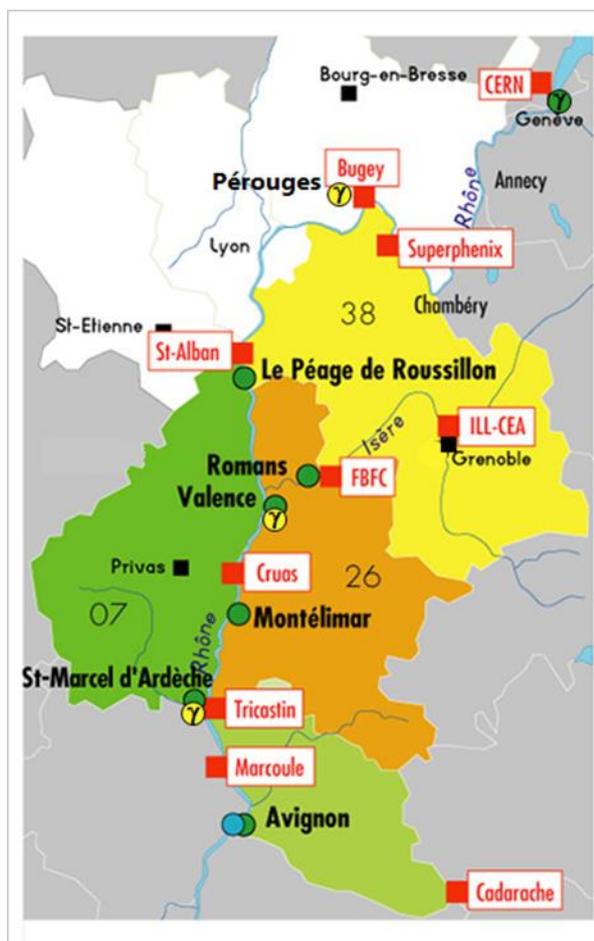


SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE ATMOSPHERIQUE ET AQUATIQUE

RESEAU DE BALISES CRIIRAD

Rapport N° 22-01

RAPPORT TRIMESTRIEL
OCTOBRE-NOVEMBRE-DECEMBRE 2021



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

REGION SUD

PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR

- LA DRÔME - LE DÉPARTEMENT

Département VAUCLUSE

grand avignon communauté d'agglomération

AVIGNON www.avignon.fr

valence romans AGGLO

terr' d'énergies

montélimar agglomération

dragage

SUBVENTIONNEE PAR LA VILLE DE GENÈVE

Pérouges

Association CRIIRAD Laboratoire

Communes du réseau Montilien

Aleyrac	Cliusclat	Dieulefit
La Bégude de Mazenc	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 2021	3
II/ A signaler au cours du trimestre	4
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.....	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 du prélèvement trimestriel de l'eau du Rhône.....	14
EN SAVOIR PLUS sur les balises	15
FOCUS : CONTAMINATION DE L'AIR – OU TROUVER LES INFORMATIONS UTILES ? (2)	16
LABORATOIRE CRIIRAD	23

	EMETTEUR	APPROBATION
Nom - Fonction	J. Motte (responsable du service balises)	J. Syren (responsable du service radon)
Date	02/06/2022	02/06/2022
Signature		

SYNTHESE – FONCTIONNEMENT DU RESEAU DE BALISES CRIIRAD

I/ Synthèse des résultats / Taux de fonctionnement par système de détection - Quatrième trimestre 2021

Aucune anomalie radiologique n'a été mise en évidence au cours du quatrième trimestre 2021.

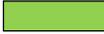
BALISE DETECTION	Pérourges	Péage-de-Roussillon	Romans-sur-Isère**	Valence	Montélimar
Alpha/Bêta (Air)		 99,9%	 8%	 91%	 99,8%
Iode (Air)		 0%	 8%	 91%	 99,8%
Gamma (Air)	 100%			 92%	

Légende

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

BALISE DETECTION	Genève	Grenoble	Saint-Marcel d'Ardèche	Avignon Air	Avignon Eau
Alpha/Bêta (Air)			 98,8%	 100%	
Iode (Air)			 0%	 100%	
Gamma (Air)			 98,8%		
Spectrométrie Gamma (Air)	 100%	 100%			
Gamma (Eau)					 91%

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%).

** Le taux de fonctionnement précisé pour la balise de Romans (8%) est donné pour la disponibilité des mesures directes et l'astreinte, du fait du dysfonctionnement de la ligne téléphonique pour les communications entre la balise et la centrale de gestion suite au fort épisode orageux du 26/09 (résolution du problème le 30/12). La fonction prélèvement de l'air sur filtre et cartouche est restée opérationnelle pendant tout le trimestre (les analyses mensuelles sur les filtres et cartouches n'ont pas montré d'anomalie radiologique).

II/ A signaler au cours du trimestre

- **Arrêts de l'alimentation électrique aux balises** : au cours du trimestre, des arrêts de l'alimentation électrique se sont produits à six reprises à la balise de Valence le 18 octobre, les 1^{er}, 8, 10 et 24 novembre et le 3 décembre, à trois reprises à la balise de Montélimar le 3 novembre ainsi que les 16 et 17 décembre, à deux reprises à la balise de Saint-Marcel d'Ardèche les 19 et 24 novembre, ainsi qu'à une reprise à la balise du Péage-de-Roussillon le 28 décembre (en raison de travaux électriques pour ce dernier site). Aucun de ces arrêts, d'une durée inférieure à 4 heures, n'a nécessité de déplacement d'un technicien sur site.

- **Absences de communication aux balises** :

- un arrêt des communications s'était produit entre la balise de Romans et la centrale de gestion le 26 septembre suite à des orages (voir bulletin [BT CRIIRAD 2021 T3](#)). Après plusieurs interventions sur site pour tester son matériel, le laboratoire de la CRIIRAD avait constaté que l'anomalie provenait de la ligne téléphonique. Plusieurs défauts ont été mis en avant lors du diagnostic de la ligne, par l'opérateur lui-même et par le personnel de la caserne au niveau du câblage interne. Après avoir effectué les travaux nécessaires (rétablissement de la ligne par l'opérateur dans un premier temps puis changement de câbles et de composants électroniques défectueux dans les locaux de la caserne par les services techniques du SDIS dans un second temps), la ligne a pu être rétablie le 30 décembre. Du fait de la mémoire tampon de 5 jours de la balise, les données mesurées par la balise entre le 25 et le 30 décembre ont pu être récupérées. A noter que la fonction de prélèvement de l'air sur filtre et cartouche est restée fonctionnelle pendant la période d'absence de communication.

- un autre arrêt de communication avec la centrale de gestion est survenu le 30 décembre à la balise d'Avignon Eau. Une intervention technique sur site du laboratoire de la CRIIRAD a été nécessaire pour rétablir la communication, par réinitialisation du modem et de l'électronique de la balise. Lors de cette opération, le technicien CRIIRAD a également nettoyé la cuve de comptage des sédiments qui s'y étaient accumulés dans le fond les semaines précédentes en raison de la forte charge du Rhône.

- **Dysfonctionnement de la sonde gamma de Valence** : la sonde gamma de la balise de Valence a commencé à dysfonctionner le 16 août (voir bulletin trimestriel précédent). La sonde a été démontée, envoyée pour expertise et réparation au fournisseur des balises et une sonde fonctionnelle en remplacement a été mise en service le 7 octobre.

- **Dysfonctionnements du système d'avancement du filtre aérosols (Valence, Montélimar)** : lors de la scrutation journalière du 2 novembre, la CRIIRAD a constaté des dépassements de la limite de détection sur les voies alpha et bêta direct ainsi qu'une baisse du débit de la pompe à aérosols de la balise de Valence, laissant suggérer une rupture du filtre. Un technicien du laboratoire CRIIRAD s'est rendu sur site et a confirmé la rupture du filtre, qui a dû intervenir après son prélèvement lors de l'intervention précédente, le 25 octobre. Le technicien a remis en place le filtre lors de son intervention du 2 novembre et vérifié le bon fonctionnement du système d'avancement du filtre. Compte tenu de cette rupture de filtre, les données mesurées sur les voies alpha, bêta direct et radon sont inexploitable entre le 25 octobre et le 2 novembre.

Concernant la balise de Montélimar, un message de défaut concernant l'état du filtre aérosols (suite à son prélèvement le 2 novembre) a été constaté le 3 novembre par le personnel de la CRIIRAD. Un technicien du laboratoire de la CRIIRAD s'est rendu immédiatement sur site mais n'a constaté aucune anomalie au niveau

du filtre. Le message d'erreur était très probablement lié à un défaut ponctuel du capteur électronique de positionnement du filtre.

- **Dysfonctionnement électronique (balise de Saint-Marcel d'Ardèche)** : survenu à la balise à 3 reprises le **13 octobre**, le **5 novembre** et le **21 décembre**, il s'est caractérisé par une absence de chargement de nouvelles valeurs à la centrale de gestion située dans les locaux de la CRIIRAD. Cette anomalie était liée à un dysfonctionnement de la carte électronique générale de commande (CPU) de la balise. Une réinitialisation du paramétrage à distance de cette carte a permis de résoudre le dysfonctionnement dans chaque cas.

- **Arrêt de la balise aquatique d'Avignon suite à une fuite de glycérine de la pompe de prélèvement** : la balise a été arrêtée entre le 17 août et le 8 octobre suite à une fuite de glycérine sur la pompe de prélèvement de l'eau du Rhône (voir bulletin trimestriel précédent). La pompe a été réparée par la société chargée de la maintenance du matériel et remise en fonctionnement sur site par le laboratoire de la CRIIRAD lors de son intervention du 8 octobre.

- **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 et les analyses mensuelles en différé du filtre à aérosols au laboratoire de la CRIIRAD ont été arrêtées¹. Les filtres sont tout de même conservés au laboratoire de la CRIIRAD et pourraient être analysés ultérieurement si nécessaire². 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 signaler que le laboratoire de la CRIIRAD est intervenu à la balise de Saint-Marcel d'Ardèche le **2 novembre** pour mettre en place un nouveau rouleau de filtre aérosols.

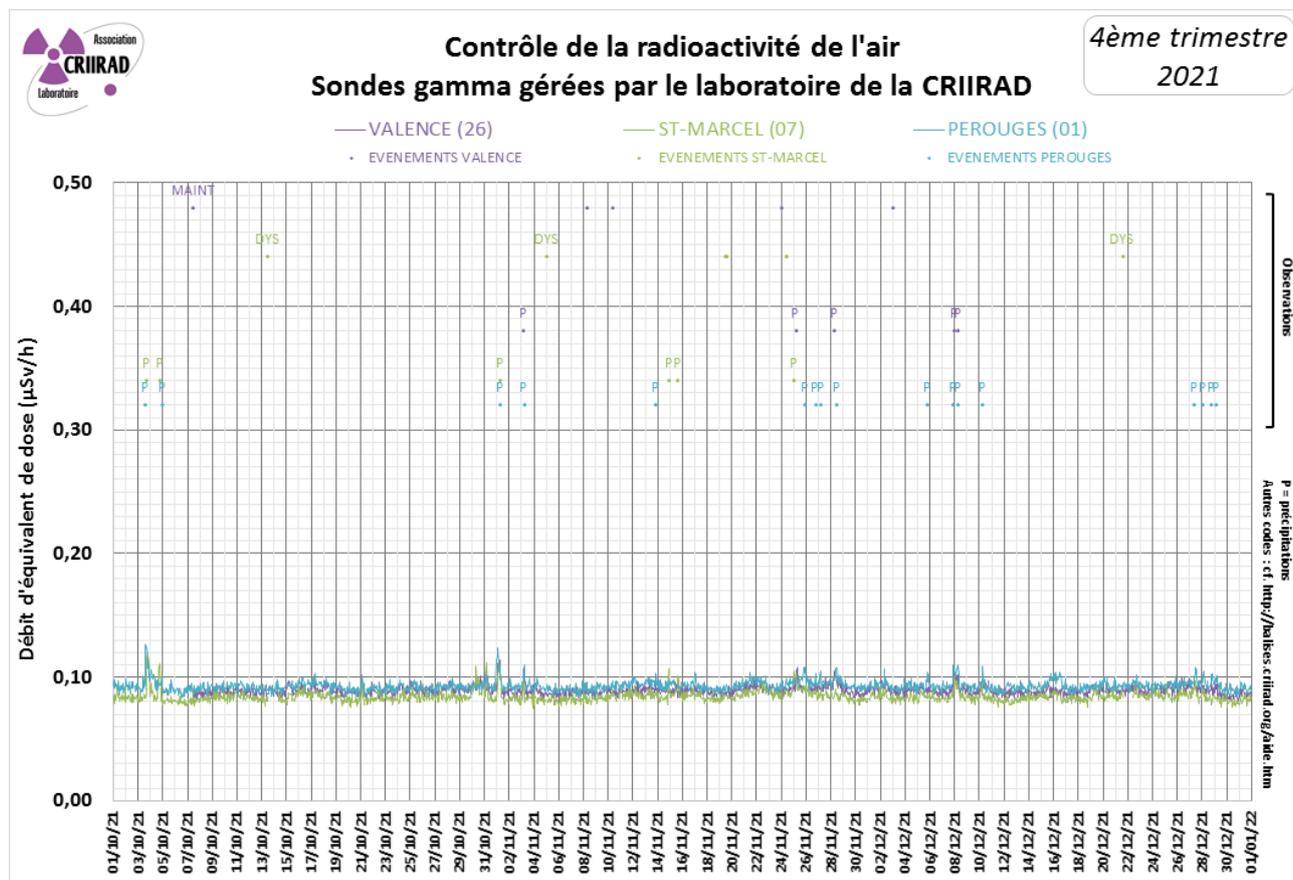
¹ L'arrêt de cette surveillance permet des économies importantes car il n'est plus nécessaire d'intervenir chaque semaine pour remplacer la cartouche à charbon actif. Mais en conséquence, la CRIIRAD n'est plus en capacité de déterminer l'activité volumique de l'iode 131 gazeux. La fonction d'alerte reste 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.

² Les filtres seraient 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.

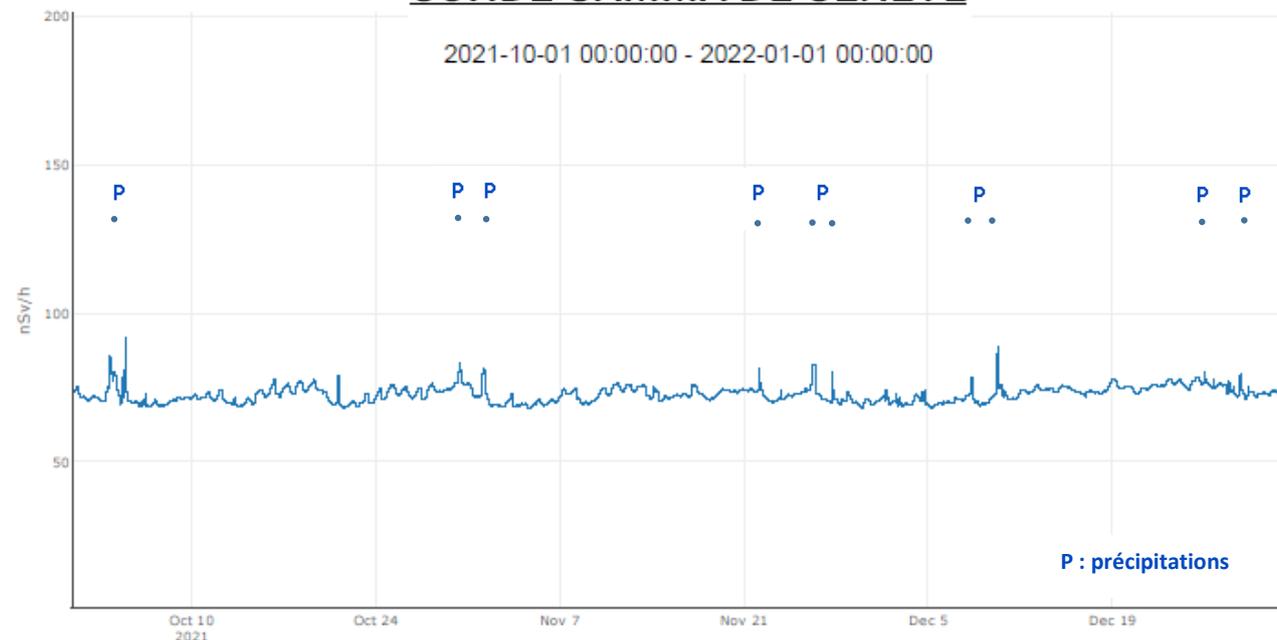
I/ Surveillance en continu du débit de dose gamma ambiant



Débit de dose gamma ambiant à Genève

[[Débit de dose Gamma (nSv/h)]]

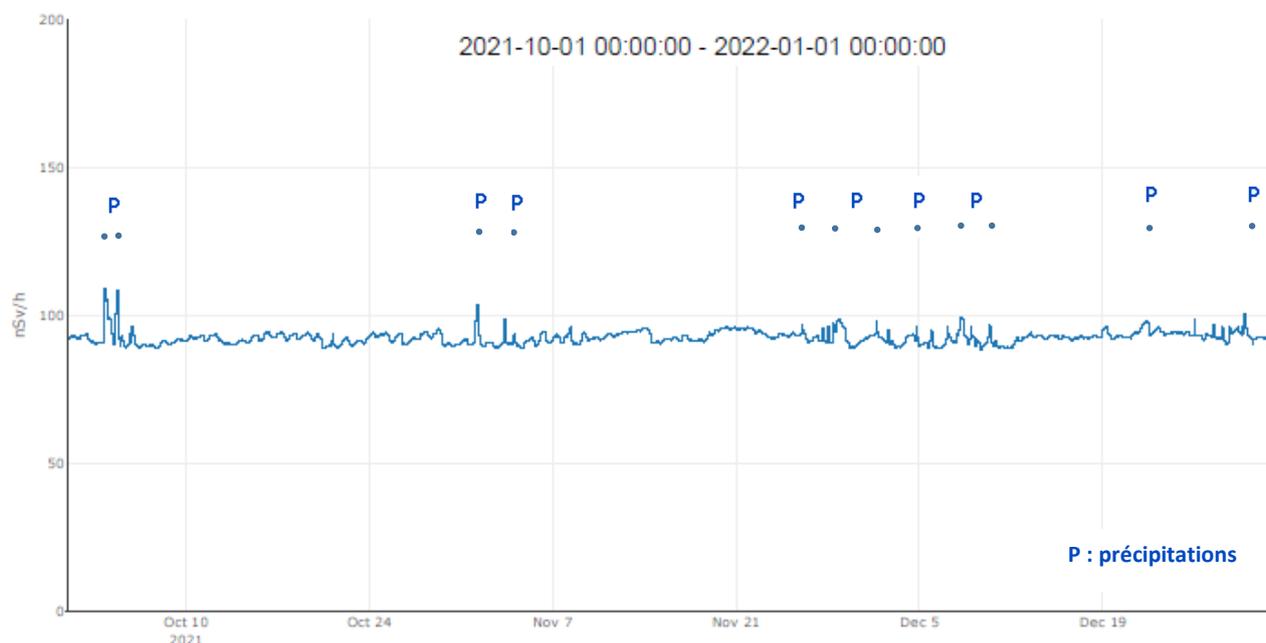
SONDE GAMMA DE GENEVE



Débit de dose gamma ambiant à Grenoble

[[Débit de dose Gamma (nSv/h)]]

SONDE GAMMA DE GRENOBLE



Commentaires

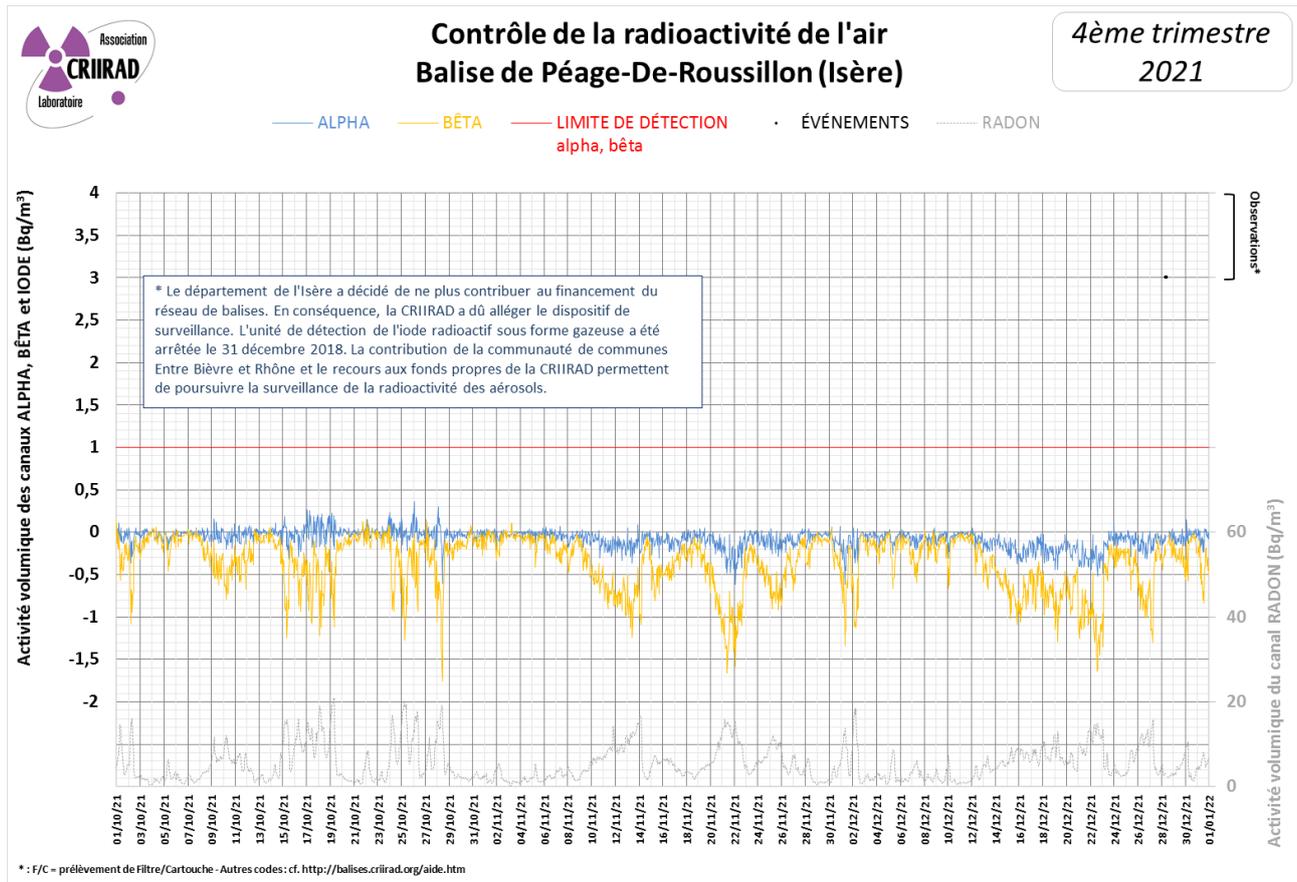
Les débits de dose instantanés sont restés dans une gamme de variation normale pour les 4 sondes de mesure. Sur les secteurs de **Valence, Saint-Marcel d'Ardèche, Pérouges, Genève et Grenoble**, le bruit de fond naturel moyen est classiquement de **0,07 à 0,10 $\mu\text{Sv/h}$** (ou de **70 à 90 nSv/h**).

Les fluctuations les plus importantes ont été observées lors d'épisodes de précipitations. Les plus notables sont survenues le 3 octobre (0,13 $\mu\text{Sv/h}$ à Pérouges, 0,12 $\mu\text{Sv/h}$ à Saint-Marcel d'Ardèche et 0,11 $\mu\text{Sv/h}$ à Grenoble), le 4 octobre (0,09 $\mu\text{Sv/h}$ à Genève), le 1^{er} novembre (notamment 0,11 $\mu\text{Sv/h}$ à Valence), les 26 et 28 novembre ainsi que les 8, 10 et 28 décembre. Lors de ces épisodes, les descendants radioactifs émetteurs gamma³ 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.

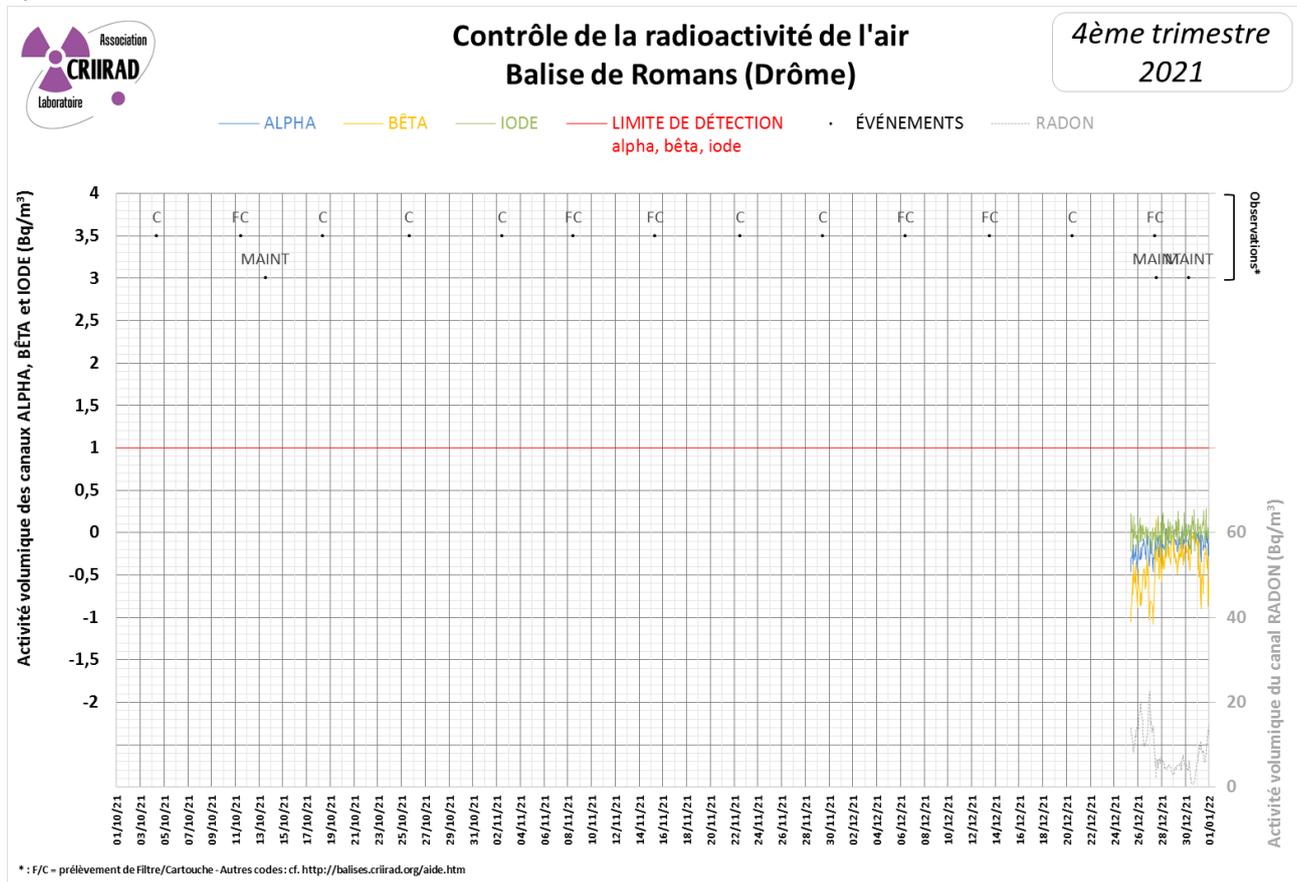
³ Plomb 214 et Bismuth 214 de périodes physiques égales respectivement à 27 minutes et à 20 minutes.

II/ Surveillance en continu de la radioactivité atmosphérique

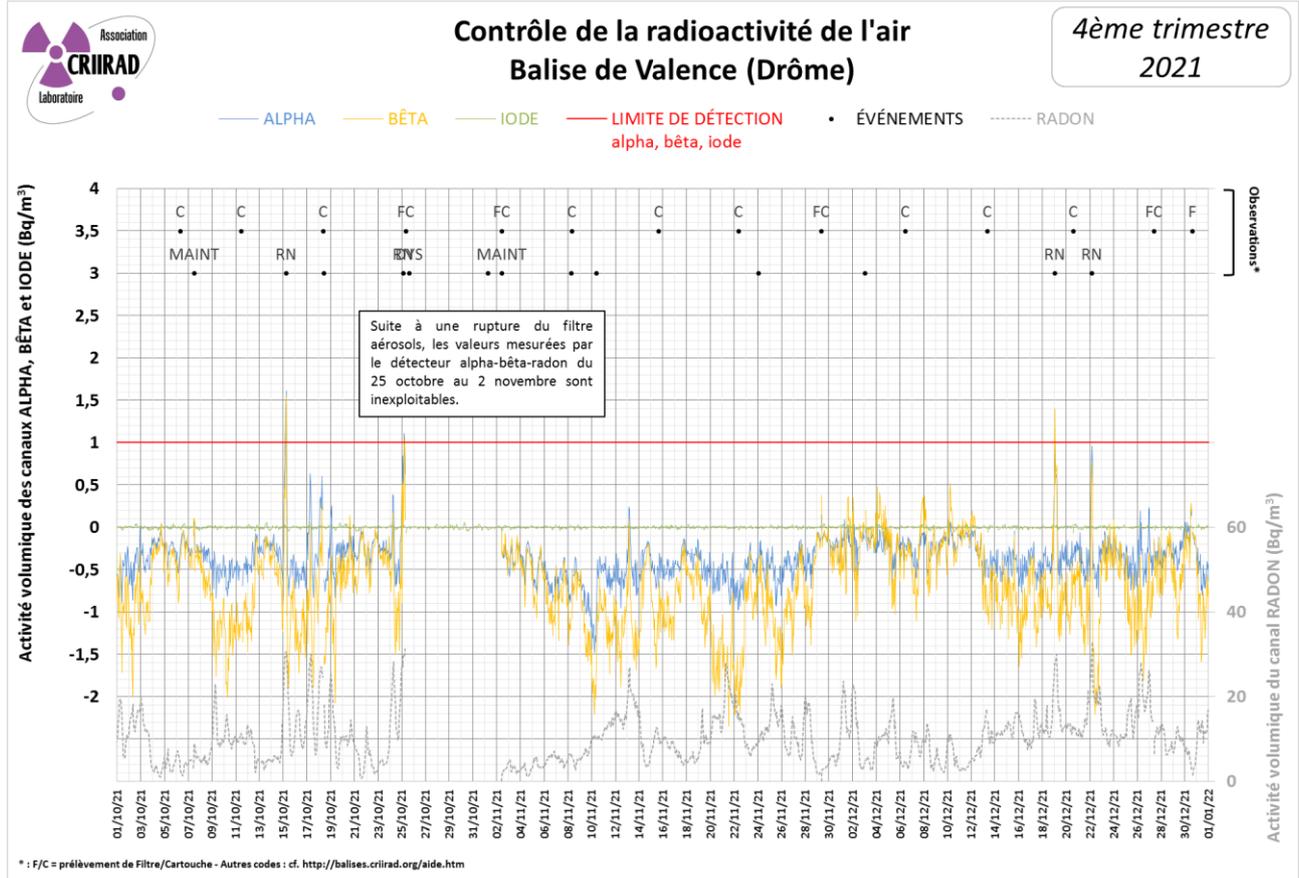
A/ Balise de Péage de Roussillon



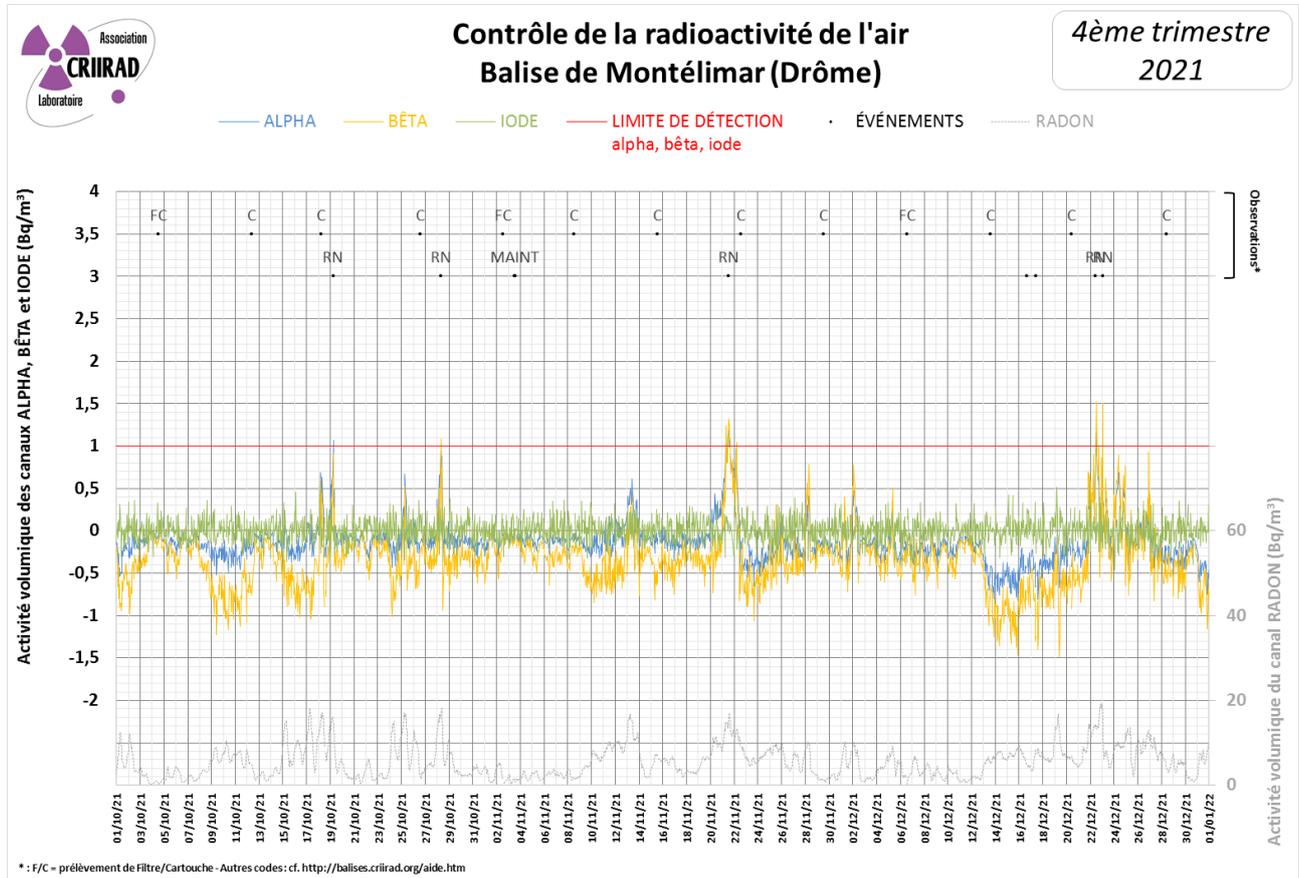
B/ Balise de Romans-sur-Isère



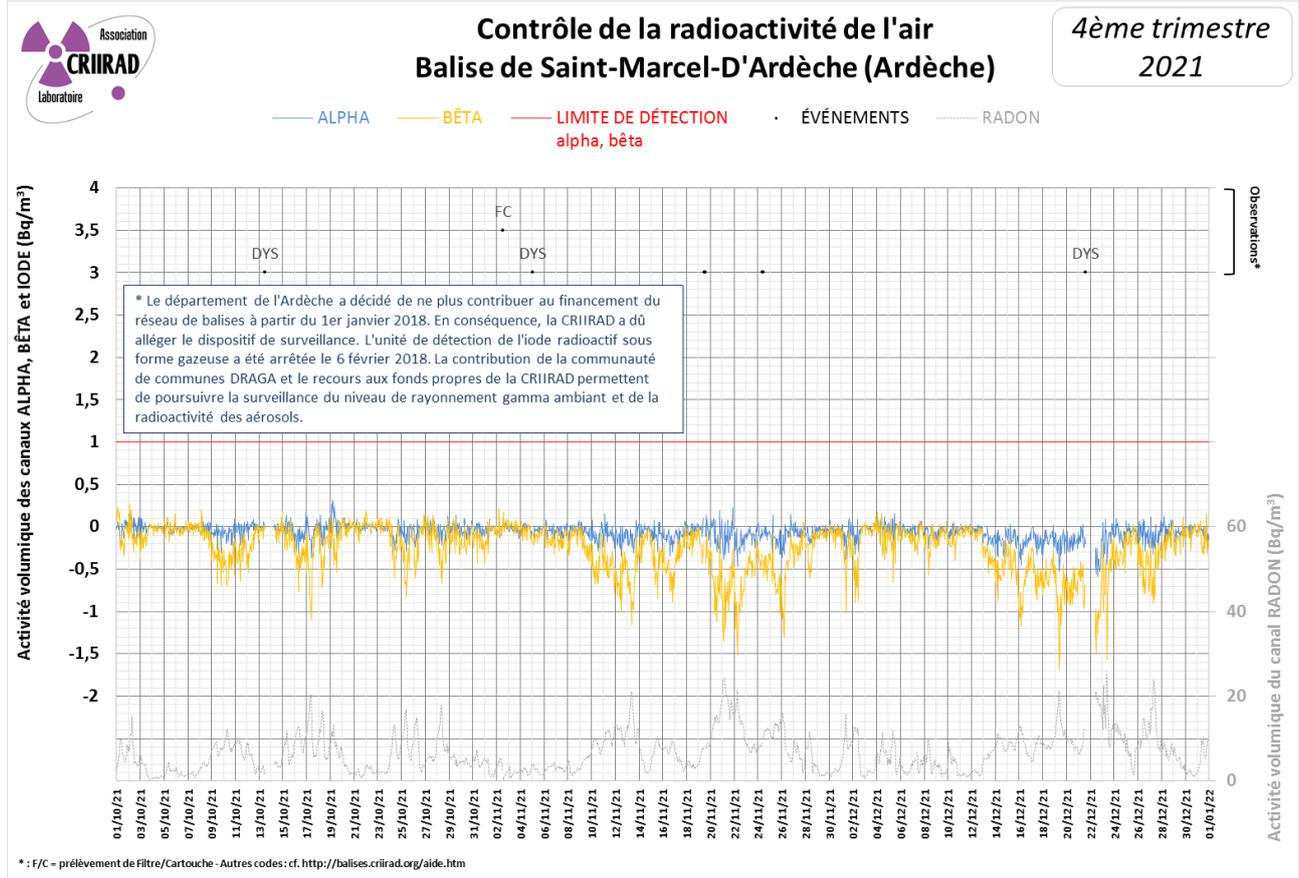
C/ Balise de Valence



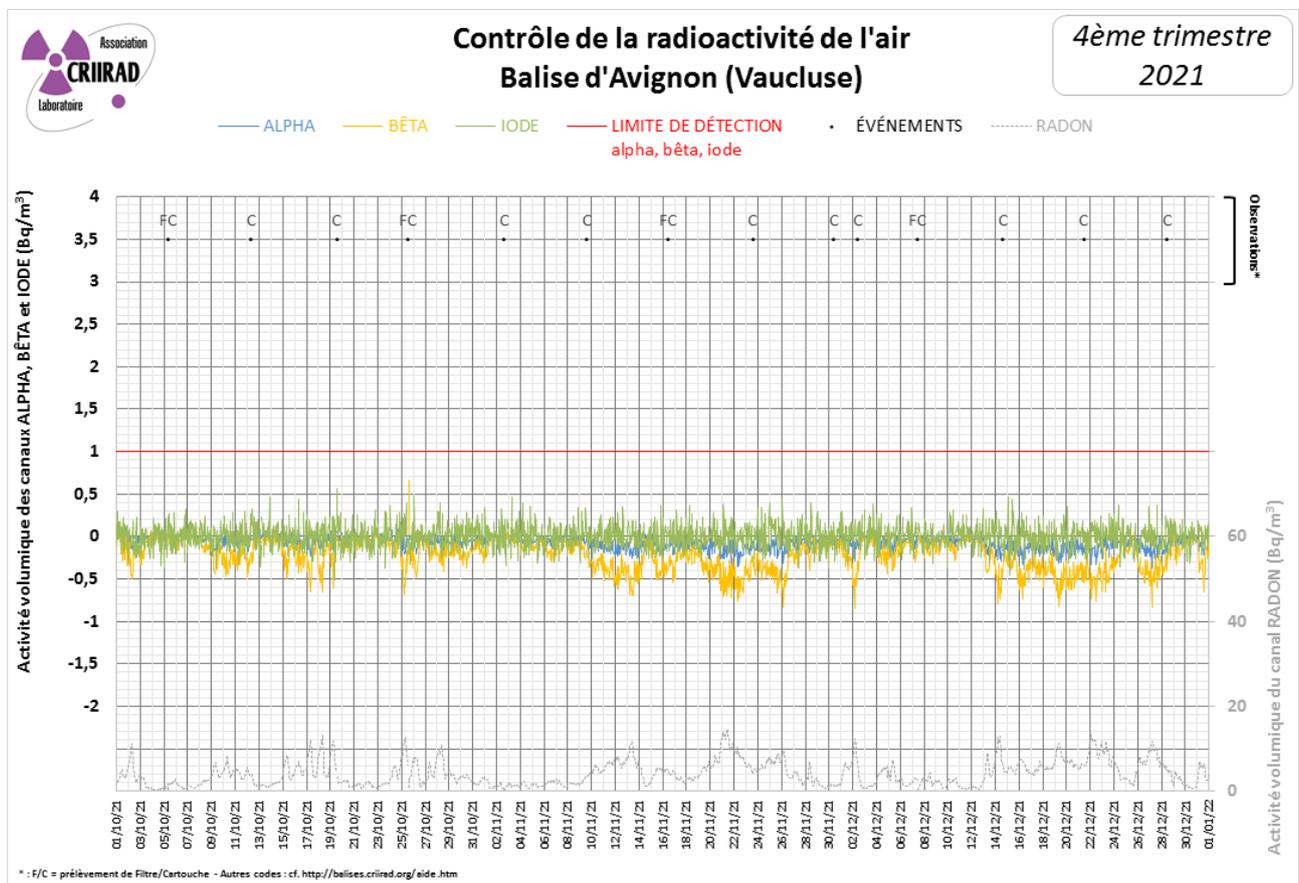
D/ Balise de Montélimar



E/ Balise de Saint-Marcel d'Ardèche



F/ Balise d'Avignon



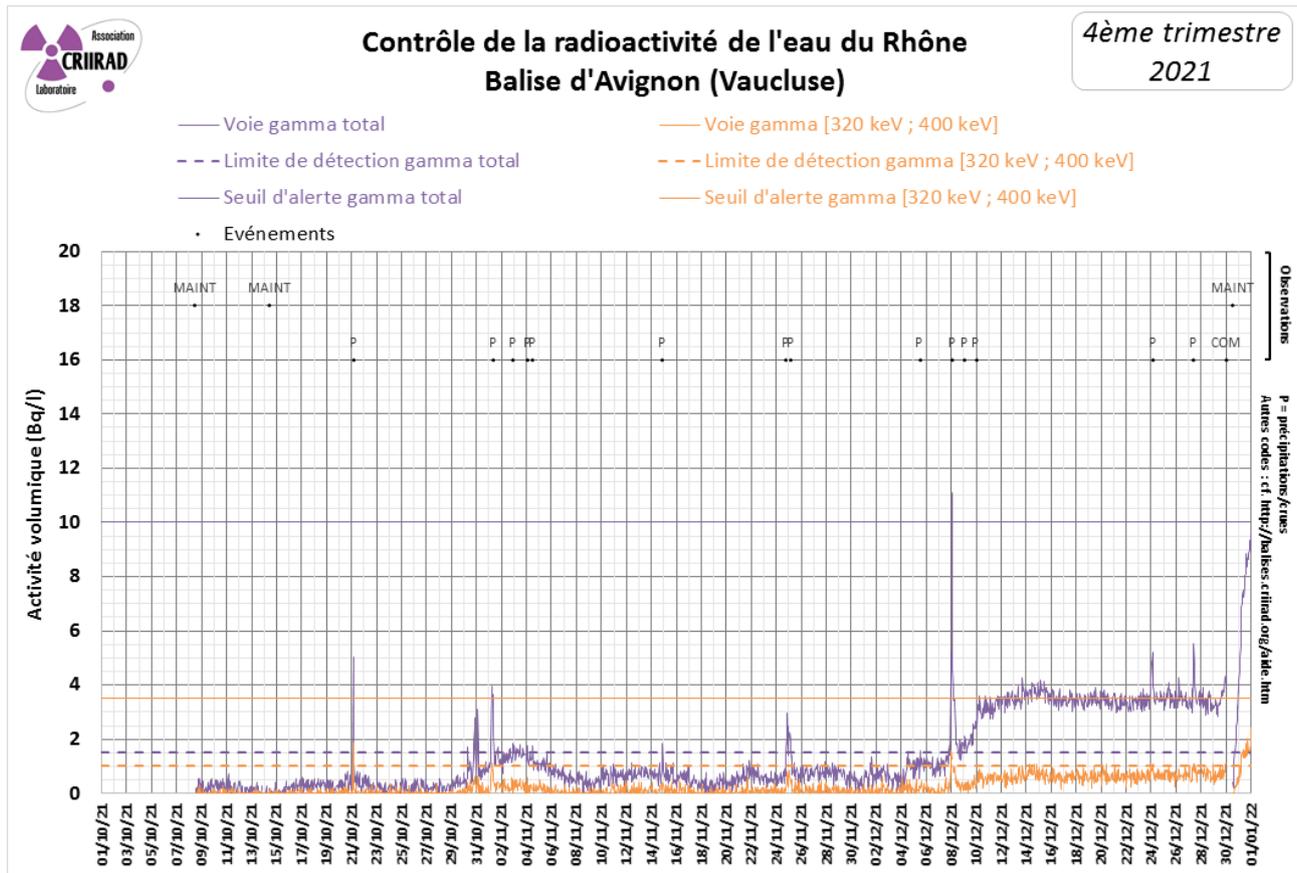
Commentaires

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/m^3) a été dépassée à plusieurs reprises (voir graphiques en page 9) au cours du trimestre sur les voies alpha et bêta direct des balises atmosphériques de **Valence** (les 15 et 25 octobre ainsi que les 19 et 22 décembre) et de **Montélimar** (les 19 et 28 octobre, le 21 novembre ainsi que les 22 et 23 décembre). 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 radon⁴ (le 22 décembre, des activités volumiques maximales en radon de 33 Bq/m^3 et de 20 Bq/m^3 ont été mesurées respectivement à la balise de Valence et à la balise de Montélimar).

⁴ Il faut savoir que les voies alpha, bêta direct et radon sont mesurées par un seul détecteur. Un paramétrage fin permet de discriminer les impulsions mesurées par ce détecteur et de les imputer aux différentes voies : alpha artificiel, bêta artificiel direct, radon (naturel). Ce paramétrage est réglé de manière optimale pour de faibles concentrations en radon (généralement les concentrations mesurées sont inférieures à 10 Bq/m^3). Mais lors des pics de radon, il peut arriver que la discrimination ne s'effectue plus de manière correcte. La CRIIRAD intervient régulièrement pour optimiser le réglage mais il est difficile d'anticiper les conditions météorologiques à l'origine des fluctuations des concentrations en radon.

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



Commentaires

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

Des dépassements de la limite de détection (1,5 Bq/l) ont été observés de façon ponctuelle sur la voie gamma total, les 21, 30 et 31 octobre, les 1^{er}, 2, 3, 4, 14 et 24 novembre ainsi que le 8 décembre (activité maximale : 11 Bq/l le 8 décembre) et de façon continue entre les 8 et 31 décembre. Des dépassements de la limite de détection (1 Bq/l) ont également été observés de façon ponctuelle sur la voie de mesure gamma centrée sur la fenêtre d'énergie [320keV ; 400keV] le 21 octobre, le 1^{er} novembre ainsi que le 8 décembre et de façon continue le 31 décembre (activité maximale : 2,5 Bq/l mesurée le 31 décembre).

La présence accrue de radionucléides naturels lors des épisodes pluvieux ou crues du Rhône engendre des augmentations de la charge en émetteurs gamma. Cela s'est vérifié notamment sur la période du 8 au 31 décembre (dépassements continus sur la voie gamma total) pour laquelle le débit et la charge du Rhône étaient particulièrement élevés suite à un épisode pluvieux combiné à une fonte conséquente de la neige en montagne.

Le laboratoire de la CRIIRAD est intervenu sur site le 30 décembre pour réinitialiser la communication et nettoyer la cuve de comptage (voir la synthèse en page 4).

A noter l'absence de données entre le 1^{er} et le 8 octobre en raison de l'arrêt du dispositif de prélèvement de l'eau du Rhône (voir synthèse en page 4).

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	13/09/21 08:55	11/10/21 10:52	11/10/2021	12/10/21	< 9,0	< 13,0	< LD
	Romans	11/10/21 13:11	08/11/21 11:00	08/11/2021	09/11/21	< 10,0	< 15,0	< LD
	Romans	08/11/21 11:05	13/12/21 13:25	13/12/2021	14/12/21	< 6,0	< 10,0	< LD
	Valence	27/09/21 08:14	25/10/21 07:29	25/10/2021	25/10/21	< 10,0	< 15,0	< LD
	Valence	02/11/21 09:52	29/11/21 08:10	29/11/2021	29/11/21	< 18,0	< 15,0	< LD
	Valence	29/11/21 08:33	27/12/21 08:44	27/12/2021	27/12/21	< 5,0	< 7,0	< LD
	Montélimar	31/08/21 08:56	04/10/21 12:25	04/10/2021	04/10/21	< 8,0	< 10,0	< LD
	Montélimar	04/10/21 12:31	02/11/21 13:38	02/11/2021	03/11/21	< 8,0	< 13,0	< LD
	Montélimar	02/11/21 13:46	06/12/21 13:34	06/12/2021	09/12/21	< 8,0	< 11,0	< LD
	Avignon	07/09/21 06:08	05/10/21 07:45	05/10/2021	07/10/21	< 8,0	< 14,0	< LD
	Avignon	05/10/21 07:56	25/10/21 12:47	25/10/2021	09/11/21	< 11,0	< 18,0	< LD
	Avignon	25/10/21 12:47	16/11/21 10:03	16/11/2021	09/12/21	< 10,0	< 16,0	< LD
Avignon	16/11/21 10:07	07/12/21 10:18	07/12/2021	09/12/21	< 8,0	< 13,0	< 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 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	04/10/21 08:47	11/10/21 10:52	11/10/2021	12/10/21	< 100	< LD
	Romans	02/11/21 11:10	08/11/21 11:00	08/11/2021	09/11/21	< 130	< LD
	Romans	06/12/21 11:21	13/12/21 13:25	13/12/2021	14/12/21	< 150	< LD
	Valence	18/10/21 08:17	25/10/21 07:29	25/10/2021	25/10/21	< 220	< LD
	Valence	22/11/21 09:08	29/11/21 08:10	29/11/2021	29/11/21	< 260	< LD
	Valence	20/12/21 13:22	27/12/21 08:44	27/12/2021	27/12/21	< 220	< LD
	Montélimar	28/09/21 08:44	04/10/21 12:25	04/10/2021	05/10/21	< 110	< LD
	Montélimar	26/10/21 14:05	02/11/21 13:38	02/11/2021	03/11/21	< 110	< LD
	Montélimar	29/11/21 12:47	06/12/21 13:34	06/12/2021	07/12/21	< 110	< LD
	Avignon	30/11/21 08:43	07/12/21 10:18	07/12/2021	10/12/21	< 50	< 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 07/12/2021.

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	07/12/21 12:00	10/12/21	31 606	< 0,09	< 0,08	< 4,6

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

Les résultats sont exprimés en becquerels par litre à la date de mesure.

Commentaires :

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

B/ Recherche du tritium

Trimestre	Date de prélèvement	Période de comptage		Activité en tritium Bq/l
		Début	Fin	
4è trimestre	07/12/2021 12:00	01/03/2022	03/03/2022	< 1,9

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

Commentaires :

L'activité en tritium dans l'échantillon est restée inférieure à la limite de détection (<1,9 Bq/l).

Il s'agit seulement de la troisième analyse trimestrielle depuis 2015 (soit 3 prélèvements sur 28) pour laquelle le tritium n'est pas détecté.

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

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

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

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

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

EN SAVOIR PLUS SUR LES BALISES

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

FOCUS : CONTAMINATION DE L'AIR – OU TROUVER LES

INFORMATIONS UTILES ? (2)

*Rédaction : Jérémie MOTTE, 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'atmosphère, quels sont les sites permettant de trouver les informations utiles (météorologie, mesures de la radioactivité de l'air,...) ? Ce second volet donne des éléments d'information relatifs à cette question.

1/ Données météorologiques

Les sources d'information disponibles en ligne (prévision, archives) sont très nombreuses.

Citons :

<https://www.meteosuisse.admin.ch/>

<https://www.landi.ch/fr/meteo>

<http://www.meteofrance.com/>

<https://www.lachainemeteo.com/>.

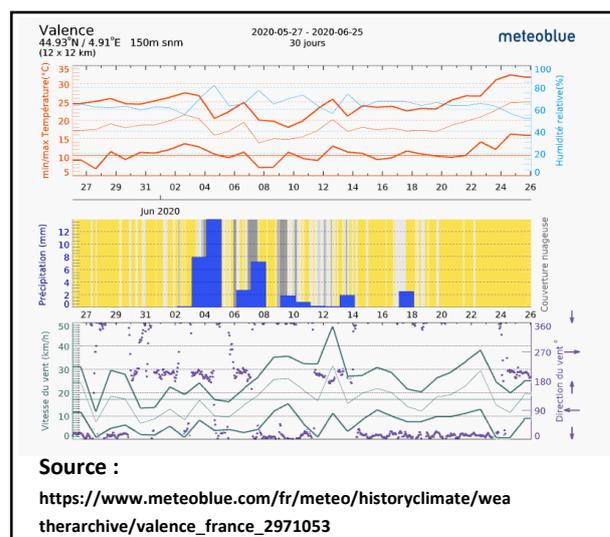
Pour le suivi des phénomènes globaux, à l'échelle d'un hémisphère ou de la planète, le site de l'Organisation Météorologique Mondiale peut être utile. Il permet également d'accéder à des données sur l'ensemble des pays et parfois à leurs services météorologiques :

<http://worldweather.wmo.int/fr/home.html>.

Dans le cas d'un accident se produisant à l'étranger, il est utile de consulter les données de prévision locales.

Les prévisions à court terme (quelques jours) sont généralement assez précises, pour la direction et la vitesse des vents, plus incertaines pour les précipitations, alors qu'il s'agit d'un paramètre important pour anticiper des retombées plus intenses. L'incertitude des prévisions augmente avec le temps.

Pour l'analyse *a posteriori*, l'accès aux archives⁵ des données météorologiques, peut être intéressant. Le site <https://www.meteoblue.com> permet de consulter gratuitement les données, sous forme de graphiques. Un exemple est présenté ci-après, avec les conditions météorologiques observées à Valence (Drôme, France) sur les 30 derniers jours au 25 juin 2020. Le 1^{er} graphique présente les températures minimale et maximale, le 2^{ème} les précipitations et le 3^{ème} la direction et la vitesse des vents.



2/ Modélisations de trajectoires des masses d'air

Plusieurs sites publics en ligne permettent la modélisation de trajectoires ou de dispersion de masses d'air contaminé. La version basique (tenant compte du paramétrage météorologique) est généralement gratuite. Pour vérifier les trajectoires de masses d'air, la CRIIRAD consulte le logiciel en ligne Hysplit : <https://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>.

Quelques précisions sur Hysplit

A. Modélisation des trajectoires

Hysplit permet de modéliser les trajectoires de masses d'air sans tenir compte des phénomènes de dispersion. Les trajectoires sont représentées par des lignes. Un certain nombre de paramètres doivent être saisis : modèle météorologique utilisé pour le calcul, coordonnées GPS du point de rejet⁶, date et hauteur du rejet, durée de suivi du rejet,...). Après validation et

⁵ En particulier pour valider des épisodes de précipitations pendant le passage du panache sur un territoire (grand enjeu sanitaire).

⁶ Il est également possible de modéliser des trajectoires à rebours, afin de retrouver le lieu d'un rejet, s'il n'est pas connu.

temps de calcul, on obtient le résultat de la trajectoire sur un fond de carte.

Les illustrations de la page suivante présentent les simulations de trajectoires obtenues par le laboratoire de la CRIIRAD, dans le cadre du suivi des feux qui ont ravagé, en avril 2020, les territoires contaminés par la catastrophe de Tchernobyl (1986). Le paramétrage pour les simulations est le même dans les 2 illustrations, seule change la date de début des émissions radioactives : le 3 avril 2020 et le 4 avril 2020. On observe des trajectoires presque opposées du fait d'un changement radical dans la direction des vents : d'après la simulation, les rejets du 3 avril ont été orientés vers le nord-est de la Russie alors que le 4 avril, la masse d'air contaminé s'est dirigée vers le sud-ouest de l'Europe, jusqu'à survoler le sud de l'Italie. Dans les 2 exemples, la durée de simulation des trajectoires est la même (6 jours) : les triangles positionnés sur la trajectoire donnent une indication de la vitesse de propagation des masses d'air car l'espace entre 2 triangles correspond à la distance parcourue par le panache en 6 heures. Celui-ci avance d'autant plus vite que les triangles sont éloignés les uns des autres et tend à stagner lorsqu'ils sont très rapprochés.

Simulation de trajectoires de masses d'air partant de la centrale accidentée de Tchernobyl – Logiciel en ligne Hysplit utilisé par la CRIIRAD



A. Trajectoire débutant le 03/04/2020 8h TU



B. Trajectoire débutant le 04/04/2020 8h TU

Le logiciel permet également de modéliser la dispersion de panaches (voir l'exemple de Fukushima abordé en début de fiche). Des paramètres supplémentaires doivent être entrés dans le modèle (concentration du polluant, durée du rejet,...). L'utilisation de cet outil nécessite cependant un enregistrement préalable auprès des services du NOAA.

Les autorités ont bien sûr accès à des outils plus performants grâce notamment aux partenariats développés avec les services de météorologie officielle, disposant de logiciels de calcul les plus puissants pour la prévision (permettant notamment d'entrer un terme source,...).

Grâce aux versions de base disponibles gratuitement, il est possible d'informer le public sur la direction globale des trajectoires suivies par les masses d'air lors de la survenue d'événements. C'est ce qu'a notamment fait la CRIIRAD lors de la détection anormale de ruthénium 106 dans l'air européen en septembre 2017, suite à l'explosion sur la base militaire de Nionoksa dans le Grand Nord russe le 8 août 2019 ou encore lors des incendies d'avril 2020 dans les territoires contaminés en Ukraine par la catastrophe de Tchernobyl,... (dossiers à retrouver sur le site <http://balises.criirad.org/>).

Où trouver les résultats des contrôles de la radioactivité de l'air ?

Ci-dessous est présentée une liste non exhaustive de sites internet permettant d'accéder à des résultats de mesures de surveillance de la radioactivité de l'air (rayonnement gamma et activité volumique) et de **déterminer ainsi les risques liés au passage du panache radioactif**. La présentation est ciblée sur les sites suisses et français.

1/ La mesure des débits de dose permet d'estimer l'irradiation externe

A. Explications

Le panache radioactif et les dépôts au sol entraînent des risques liés à **l'irradiation externe**. Il s'agit de l'exposition aux rayonnements qu'émettent lors de leur désintégration les produits radioactifs qui sont présents dans l'air, dans le sol. Il n'y a pas d'incorporation de produits radioactifs. Ce mode d'exposition peut se comparer à l'exposition aux rayonnements ultra-violetts émis par le soleil.

Pour évaluer ce risque d'irradiation externe, il est nécessaire d'effectuer des mesures du rayonnement gamma dans l'air ambiant au moyen de sondes gamma permettant le suivi du débit de dose, exprimé en $\mu\text{Sv/h}$. Concrètement, l'augmentation des débits de dose peut d'abord traduire l'arrivée du panache radioactif, puis intégrer la contribution du sol au fur et à mesure des

dépôts (secs et humides). La dose reçue dépendra du débit de dose et du temps d'exposition (voir fiche S3).

Dans le cas d'un accident lointain, obtenir les résultats de mesure de débit de dose (et si possible d'activité de l'air) des pays survolés au fur et à mesure du déplacement du panache permet d'anticiper son impact sur les territoires d'intérêt. L'intensité des panaches de Fukushima a ainsi pu être estimée grâce aux mesures de débit de dose sur le territoire américain, avant qu'ils ne parviennent quelques jours plus tard en Europe.

B. Les sites publiant des résultats de débit de dose

Les résultats sont publiés en $\mu\text{Sv/h}$ ou en nSv/h ⁷. Nous trouvons les sites officiels :

- Réseau de la CENAL⁸ (Suisse) : il s'agit des résultats du réseau **NADAM**⁹, constitué de 76 stations automatiques de mesure en continu du débit de dose, installées sur l'ensemble du territoire suisse. Les valeurs moyennes quotidiennes peuvent être consultées sur le site :

<https://www.naz.ch/fr/aktuell/tagesmittelwerte.shtml>

Les données des 48 dernières heures des différentes stations peuvent également être visualisées (accès à un « chronogramme »).

- Réseau **MADUK** (Suisse) : il s'agit du réseau des stations automatiques de débit de dose situées autour des installations nucléaires suisses de Beznau, Gösgen, Leibstadt et Mühlberg. Les résultats sont consultables avec le lien : <https://www.radenviro.ch/fr/reseaux-automatiques-2/maduk/>. La mise en ligne des données des différentes stations se fait en temps réel et est actualisée toutes les 10 minutes. Il est également possible de récupérer les données directement sur tableur.

- Réseau **Teleray** (France) : ce réseau officiel de sondes gamma est exploité par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN). Ce réseau est constitué en 2017 de 400 sondes gamma¹⁰ réparties sur le territoire français. Les résultats sont accessibles au public sur le site <http://teleray.irsn.fr>. Celui-ci permet d'accéder à des données en temps quasi-réel, actualisées toutes les 30 minutes, mais il n'est en revanche pas possible d'avoir un historique des mesures. Cela oblige à se connecter souvent sur le site pour relever les valeurs, sans quoi elles ne sont plus accessibles.

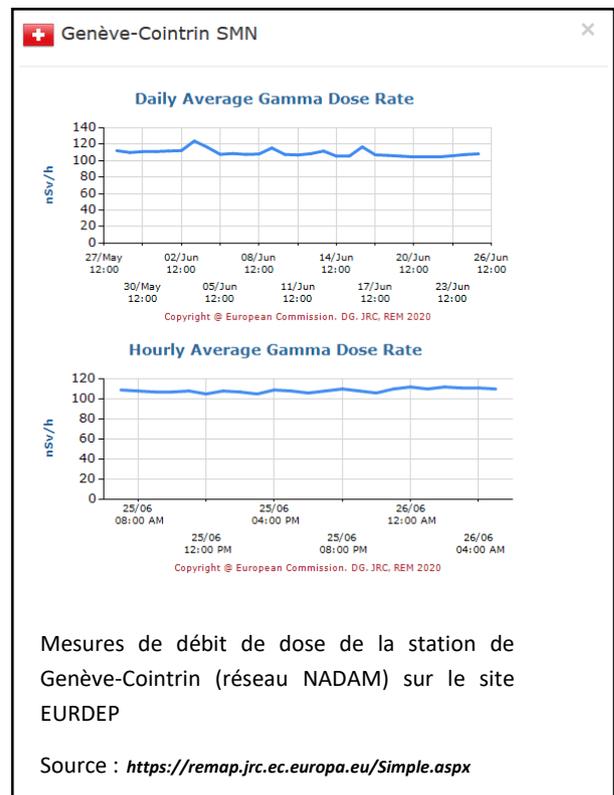
- Réseau National de Mesures de la radioactivité de l'environnement (**RNM**, France): <https://www.mesure-radioactivite.fr>. Ce site regroupe les données enregistrées par les sondes gamma gérés par l'IRSN

⁷ $1 \mu\text{Sv/h} = 0,000001 \text{ Sv/h}$ et $1 \text{ nSv/h} = 0,00000001 \text{ Sv/h}$

⁸ La Centrale nationale d'alarme (CENAL) est l'organe spécialisé de la Confédération pour les événements extraordinaires. En savoir plus : <https://www.naz.ch/fr/naz/index.html>

(réseau Teleray) ainsi que celles des exploitants des centrales nucléaires. Attention, les données les plus récentes pour le rayonnement gamma sont publiées dans le meilleur des cas avec un retard d'une semaine. Il n'est donc généralement pas possible de consulter les données les plus récentes. De plus, seules des données journalières (et non horaires) figurent sur le site.

- Réseau **EURDEP** (Europe) : il s'agit d'un site européen (<https://remap.jrc.ec.europa.eu/>) qui centralise les données des différents réseaux nationaux européens (en particulier des réseaux NADAM et MADUK suisses et Teleray français, dont il a été question précédemment). Sur ce site, les données sont actualisées plusieurs fois par jour, en différé de quelques heures. Ci-dessous, exemple de données mises en ligne sur le site EURDEP pour la station de Genève – Cointrin. On peut visualiser sur le graphique du haut l'évolution des moyennes journalières du débit de dose gamma sur le mois écoulé et sur le graphique du bas l'évolution des moyennes horaires sur la dernière journée de ce même paramètre.



- Réseau de balises gérées par la CRIIRAD : avec le soutien des collectivités locales, le laboratoire de la CRIIRAD gère en Vallée du Rhône un réseau de surveillance de la radioactivité de l'air, indépendant de l'Etat et des exploitants du nucléaire. Il a été initié en 1989, en réaction contre la diffusion d'informations erronées après la catastrophe de Tchernobyl. Il est

⁹ <https://www.naz.ch/fr/aktuell/messwerte.html>

¹⁰ <https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Environnement/surveillance-environnement/organisation/reseaux-surveillance/Pages/1-reseaux-telesurveillance.aspx#.XvAyKuc681k>

aujourd'hui constitué de **6 balises** de surveillance de la radioactivité de l'air (voir en dernier paragraphe de cette fiche), **3 sondes** de surveillance du rayonnement gamma ambiant en France (situées à **Valence** dans la Drôme, à Saint Marcel d'Ardèche à proximité du site nucléaire du **Tricastin** et à Pérouges, à proximité de la centrale nucléaire du **Bugey**) et **1 sonde** située à **Genève** en Suisse¹¹. La sonde de Genève présente la particularité d'effectuer pour chaque mesure de débit de dose, une acquisition de spectre gamma, permettant de pouvoir identifier et quantifier des radionucléides à l'origine de toute élévation de la radioactivité. Hors situation de crise, le laboratoire de la CRIIRAD met en ligne quotidiennement les résultats de débit de dose sur les sites http://balises.criirad.org/resultats_balises.htm et http://balises.criirad.org/resultats_geneve.html.

2/ Les mesures de l'activité volumique de l'air permettent d'évaluer les risques d'inhalation

A. Explications

L'exposition au panache entraîne un risque de **contamination interne** par inhalation des gaz et aérosols radioactifs présents dans le panache. Afin d'estimer ce risque, il est essentiel de connaître la contamination de l'air, c'est-à-dire l'activité volumique, exprimée en Bq/m³, des différents radionucléides présents dans le panache. Pour plus d'informations, voir fiche A5.

Les résultats d'analyses en laboratoire portent sur des prélèvements d'aérosols (sur filtre papier) ou de gaz (sur charbon actif) ou de mesures automatiques réalisées à l'aide un spectromètre embarqué.

B. Les sites publiant des résultats sur la radioactivité de l'air

Les sites sont moins nombreux. Pour les sites existants, à quelques exceptions près, les données sont souvent lacunaires et non récentes. Voici quelques exemples :

- Réseau **URAnet AERO**¹² (Suisse) : il s'agit d'un réseau constitué de 15 stations de mesure automatique réparties sur le territoire suisse, dans des zones peuplées. Ces stations sont équipées d'un système de prélèvement en continu d'aérosols sur filtre et d'une sonde de mesure du rayonnement gamma équipée d'un spectromètre permettant d'identifier et de quantifier l'activité volumique des radionucléides présents dans les aérosols. Les résultats de plusieurs radionucléides (césium 134, césium 137 et iode 131) peuvent être consultés sur le site :

<https://www.radenviro.ch/fr/acces-aux-donnees/>

¹¹ Pour en savoir plus : <http://balises.criirad.org/>

¹² <https://www.radenviro.ch/fr/reseaux-automatiques-2/uranet-aero/>.

Les mesures sont généralement publiées avec un délai inférieur à 2 semaines.

- **Réseau National de Mesures** (France) : Les données peuvent être visualisées sur le site : <https://www.mesure-radioactivite.fr/#/expert>, où l'on peut choisir dans le milieu de collecte souhaité (air, eau,...), la nature (aérosols atmosphériques, gaz,...) et les radionucléides souhaités¹³. Si l'on s'intéresse par exemple aux stations de l'IRSN et de l'exploitant EDF à Saint Vulbas (proximité immédiate de la centrale nucléaire du Bugey en France), les derniers résultats (pour une consultation du site le 22 juin 2020) de l'activité volumique en césium 137 dans les aérosols atmosphériques datent de la période du 20 au 27 avril 2020 pour la station de l'IRSN et du 9 au 10 avril 2020 pour la station EDF, soit un délai de publication de 2 mois après la période (voir ci-dessous).

Tableau	Graphique	Téléchargement						
Lieu de prélèvement : SAINT-VULBAS								
Nature de prélèvement : Aérosols atmosphériques								
Mesure et unité : Césium 137 en becquerel par mètre cube								
¶ Dat...	Date...	Rés...	Ince...	Organisme	Com...	Poin...	Esp...	Lab...
20 avr...	27 avr...	<2.7E-6		Institut de Radioprote...	SAINT...	statio...	Aéros...	Instit...
13 avr...	20 avr...	<3.1E-6		Institut de Radioprote...	SAINT...	statio...	Aéros...	Instit...
9 avr ...	10 avr...	<0.00...		Electricite de France	SAINT...	Statio...	Aéros...	ALGA...
6 avr ...	13 avr...	<3.1E-6		Institut de Radioprote...	SAINT...	statio...	Aéros...	Instit...
30 m...	6 avr ...	<2.7E-6		Institut de Radioprote...	SAINT...	statio...	Aéros...	Instit...
23 ma...	30 m...	<3.0E-6		Institut de Radioprote...	SAINT...	statio...	Aéros...	Instit...
Glossaire Liens Mentions légales Plan du site Contact								

Dernières mesures disponibles au 22/06/2020 de l'activité volumique de césium 137 dans les aérosols atmosphériques des stations EDF et IRSN situées à Saint Vulbas (proximité du Bugey) sur le site du Réseau National de Mesures.

Source : <https://www.mesure-radioactivite.fr/#/expert>

D'autres pays européens comme la Finlande publient également leurs résultats d'activité dans l'air (résultats sur le site de l'autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection finlandaise, **STUK**) :

<https://www.stuk.fi/web/en/topics/environmental-radiation/radioactivity-in-outdoor-air>.

- Contrairement aux données concernant le débit de dose, il n'y a actuellement pas sur **EURDEP** la possibilité de consulter publiquement des données échangées par chaque état européen sur les résultats de l'activité de l'air (plateforme réservée aux experts).

- Réseau de balises du CTBT (Comprehensive Nuclear-Test-Ban-Treaty). Ce réseau de contrôle a été mis en place au niveau international afin de contrôler qu'aucun Etat n'effectue d'essai nucléaire en violation des dispositions du CTBT. Réparties sur l'ensemble de

¹³ Le site permet également d'accéder à des résultats d'analyse dans d'autres matrices que l'air (eaux, aliments,...)

la planète, des stations de mesure enregistrent, notamment de façon quotidienne, la teneur de l'air en produits radioactifs. Soixante-et-onze stations sont équipées de dispositifs de prélèvement et d'analyse des aérosols présents dans l'air et d'analyse de la radioactivité. Les résultats des balises de ce réseau ne sont pas rendus publics (transmis uniquement aux gouvernements de plus d'une centaine d'Etats et à des organismes strictement sélectionnés) sauf cas particulier (cela a été le cas notamment lors de la catastrophe de Fukushima). On peut visualiser l'ensemble de ces stations sur le site : <https://www.ctbto.org/map/#mode=ims>.

- Le laboratoire de la **CRIIRAD** gère **6 stations** de surveillance de la radioactivité de l'air situées en Vallée du Rhône à **Avignon** (Vaucluse), **Saint-Marcel d'Ardèche** (Ardèche), **Montélimar**, **Romans-sur-Isère**, **Valence** (Drôme) et à **Péage-de-Roussillon** (Isère). Ces dispositifs permettent la mesure de la radioactivité des aérosols prélevés dans l'air sur filtre et des iodes gazeux piégés sur charbon actif¹⁴. Les résultats des activités mesurées en continu sont mis en ligne sur le site : http://balises.criirad.org/resultats_balises.htm. Les analyses de spectrométrie gamma effectuées en laboratoire en différé sur les filtres aérosols et les cartouches à charbon actif prélevés aux balises sont également publiées au fur et à mesure des analyses, accompagnées le cas échéant des interprétations sanitaires.

<http://balises.criirad.org/analyses.htm>.

¹⁴ Pour en savoir plus : http://balises.criirad.org/aide_air.htm.

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

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

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

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

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

LABORATOIRE CRIIRAD

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



RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Bruno CHAREYRON



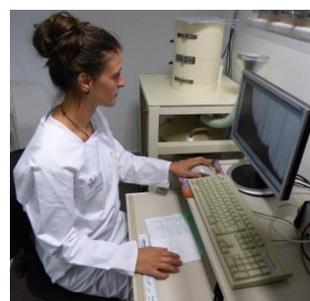
RESPONSABLE DU SERVICE DE GESTION DES BALISES

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.