

# SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE ATMOSPHERIQUE

## BALISE DU PEAGE-DE-ROUSSILLON

Rapport N° 17-67

RAPPORT TRIMESTRIEL  
JUILLET-AOUT-SEPTEMBRE 2017



Document réalisé par le **laboratoire de la CRIIRAD**  
pour le **Département de l'Isère** et la  
**Communauté de Communes du Pays Roussillonnais**

**isère**  
LE DÉPARTEMENT  
[www.isere.fr](http://www.isere.fr)

**terre d'énergies**  
COMMUNAUTÉ DE COMMUNES  
DU PAYS ROUSSILLONNAIS



LABORATOIRE DE LA CRIIRAD  
29, Cours Manuel de Falla – 26000 VALENCE

☎ 04 75 41 82 50  
☎ 04 75 81 26 48

<http://www.criirad.org>  
[balises@criirad.org](mailto:balises@criirad.org)

## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>2</b>
<b>SYNTHESE .....</b>	<b>3</b>
<b>1 RADIOACTIVITE ARTIFICIELLE .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 PRESENTATION.....</b>	<b>4</b>
1.1.1 AEROSOLS.....	5
1.1.2 IODE .....	5
<b>1.2 RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU .....</b>	<b>6</b>
1.2.1 GRAPHES .....	6
1.2.2 COMMENTAIRES .....	9
<b>1.3 RESULTATS DES CONTROLES DIFFERES PAR SPECTROMETRIE GAMMA .....</b>	<b>9</b>
1.3.1 TABLEAU .....	9
1.3.2 COMMENTAIRES .....	9
<b>2 RADIOACTIVITE NATURELLE.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 QU'EST-CE QUE LE RADON ?.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 RADON : RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU .....</b>	<b>11</b>
2.2.1 JUILLET 2017.....	11
2.2.2 AOUT 2017.....	12
2.2.3 SEPTEMBRE 2017 .....	13
2.2.4 COMMENTAIRES .....	14
<b>ANNEXE : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA BALISE .....</b>	<b>15</b>
<b>LABORATOIRE CRIIRAD .....</b>	<b>16</b>



**Avertissement** : toutes les valeurs horaires sont exprimées en heures T.U. (temps universel).  
 Pour obtenir l'heure locale, il faut ajouter 2 heures en été et 1 heure en hiver.

## SYNTHESE

### 1) TECHNIQUE

- Suite à des orages dans la soirée du 8 août, la communication a été interrompue entre la balise et la centrale de gestion. Le technicien du laboratoire CRIIRAD est intervenu le 9 août et a déterminé l'origine du dysfonctionnement, lié à la ligne téléphonique. Le laboratoire de la CRIIRAD a fait intervenir l'opérateur téléphonique qui a remis en service la ligne le 10 août en fin d'après-midi. Le technicien CRIIRAD est de nouveau intervenu sur site le 11 août en début de matinée, pour réinitialiser l'électronique et vérifier que la communication était bien rétablie. Pendant la période d'arrêt des communications, les mesures réalisées par la balise n'ont pas été interrompues (excepté pendant une durée inférieure à 2 heures suite à l'intervention du 11 août). Ces données ont pu être récupérées a posteriori.

- Le taux de fonctionnement de la balise a été de **99,9%**<sup>1</sup>. Compte tenu de l'épisode de rupture de communication (cf. ci-dessus), le taux de fonctionnement lié à l'astreinte a été de **98%**.

### 2) RESULTATS DES CONTRÔLES

Aucune contamination n'a été détectée pendant le trimestre.

#### CONTRÔLES AUTOMATIQUES EN CONTINU

##### Voies alpha et bêta direct

Les activités volumiques sont restées inférieures à la limite de détection (0,01 Bq/m<sup>3</sup>).

##### Voie bêta retardé (temps t + 5j 10h)

Les activités volumiques sont restées inférieures à la limite de détection (0,01 Bq/m<sup>3</sup>).

##### Voie iode

Les activités volumiques sont restées inférieures à la limite de détection (1 Bq/m<sup>3</sup>).

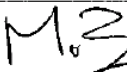
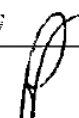
#### CONTRÔLES DIFFERES PAR SPECTROMETRIE GAMMA

##### Analyses en laboratoire des filtres

Durant le trimestre, l'activité volumique moyenne en césium 137 est restée inférieure à la limite de détection dans les analyses de filtres mensuels (inférieure à 0,007 mBq/m<sup>3</sup>).

##### Analyses mensuelles en laboratoire de cartouche hebdomadaire

Les analyses trimestrielles ont été effectuées sur les gaz piégés entre le 11 et le 17 juillet, entre le 7 et le 14 août et entre le 11 et le 18 septembre. L'activité volumique moyenne en iode 131 pour les 3 analyses a été systématiquement inférieure à la limite de détection (inférieure à 0,12 mBq/m<sup>3</sup>).

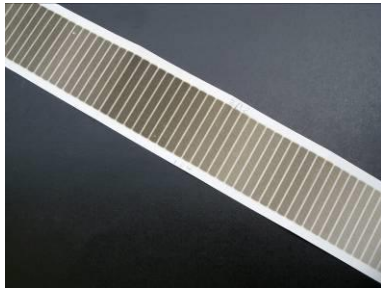
	EMETTEUR	APPROBATION
Nom - Fonction	J. MOTTE - Responsable du Service balises	J. SUTER Responsable Service Radon
Date	14/12/2017	14/12/17
Signature		

<sup>1</sup> A l'exception des prélèvements hebdomadaires pour lesquels les pompes de la balise sont arrêtées pendant 5 à 30 minutes.

# 1 RADIOACTIVITE ARTIFICIELLE

## 1.1 Présentation

La balise atmosphérique est constituée d'un dispositif qui aspire l'air à contrôler par un système de pompes et le fait circuler dans plusieurs modules de piégeage. Un **filtre papier** retient les aérosols pour contrôle automatique continu des radionucléides émetteurs alpha et bêta. **Une cartouche à charbon actif** (remplacée chaque semaine par un technicien CRIIRAD) piège les gaz, ce qui permet un contrôle automatique continu de l'activité de l'iode 131 gazeux.



**Filtre papier (aérosols)**



**Cartouche à charbon actif (gaz)**

Les filtres et les cartouches peuvent être prélevés et soumis à des analyses complémentaires par spectrométrie gamma au laboratoire<sup>2</sup> CRIIRAD afin d'identifier et de quantifier précisément la nature et l'activité de chacun des radioéléments émetteurs gamma. En situation courante, sont analysés chaque mois l'intégralité du filtre et l'une des cartouches hebdomadaires. Ces contrôles sont réalisés sans délai en cas de détection de contamination par la balise.



**Analyse par spectrométrie gamma**

---

<sup>2</sup> Le laboratoire de la CRIIRAD est agréé par l'Autorité de Sûreté Nucléaire pour le dosage des émetteurs gamma dans les matrices biologiques et les matrices gaz, ainsi que pour le dosage des gaz halogénés.

### 1.1.1 Aérosols

Hors situation accidentelle, la radioactivité artificielle de l'air est due principalement :

- au reliquat des radionucléides dispersés par les essais nucléaires effectués dans l'atmosphère principalement dans les années 50/60,
- à la remise en suspension des retombées de Tchernobyl (1986),
- aux installations nucléaires (dont les centrales) qui, en fonctionnement normal, rejettent des éléments radioactifs dans l'atmosphère.

Selon leur mode de désintégration, ces radionucléides sont des émetteurs de rayonnement bêta ou, dans une plus faible proportion, de rayonnements alpha. Dans de nombreux cas, la désintégration s'accompagne de l'émission de rayonnements gamma.

La balise mesure en continu l'activité volumique globale des émetteurs alpha et bêta contenus dans les aérosols. Afin que la surveillance de la contamination artificielle ne soit pas perturbée par les fluctuations des niveaux de radon, gaz radioactif émanant du sol et naturellement présent dans l'atmosphère, le détecteur comptabilise séparément la radioactivité naturelle. De plus, l'activité des radionucléides émetteurs bêta est mesurée une seconde fois, 5 jours (et 10 heures) après la mesure directe de manière à affiner les résultats. En effet, le « bruit de fond » des mesures effectuées en différé est nettement plus bas que celui des mesures directes du fait de la quasi-disparition des descendants à vie courte du radon.

La **limite de détection des mesures directes (alpha et bêta)** est ainsi de **1 Bq/m<sup>3</sup>** alors que celle des **mesures retardées (bêta)** est de **0,01 Bq/m<sup>3</sup>**.

**L'analyse du filtre** par spectrométrie gamma au laboratoire CRIIRAD permet d'obtenir des niveaux de précision très supérieurs. Pour le césium 137, et pour un comptage d'environ 50 000 secondes, la **limite de détection** est typiquement **inférieure à 0,01 mBq/m<sup>3</sup>** (soit 0,00001 Bq/m<sup>3</sup>).

### 1.1.2 Iode

En cas d'incident, de nombreux produits de fission volatils peuvent être rejetés de façon massive dans l'air extérieur. L'expérience montre que l'une de celles qui a l'impact sanitaire le plus important est l'iode 131, un radionucléide émetteur de rayonnements bêta et gamma dont la période physique est de 8 jours.

Afin de mesurer en continu l'activité volumique de l'air en iode 131 gazeux (forme généralement prépondérante), la balise possède un dispositif de piégeage des gaz : une cartouche à charbon actif. Un détecteur spécifique est placé en vis-à-vis. Il s'agit d'un détecteur gamma dont la fenêtre de mesure (291-437 keV) est centrée sur le principal pic de l'iode 131 (364,5 keV). Afin de garantir les capacités de piégeage du dispositif, les cartouches à charbon actif sont prélevées et remplacées toutes les semaines. Chaque mois, l'une des cartouches fait l'objet d'une analyse de contrôle en laboratoire.

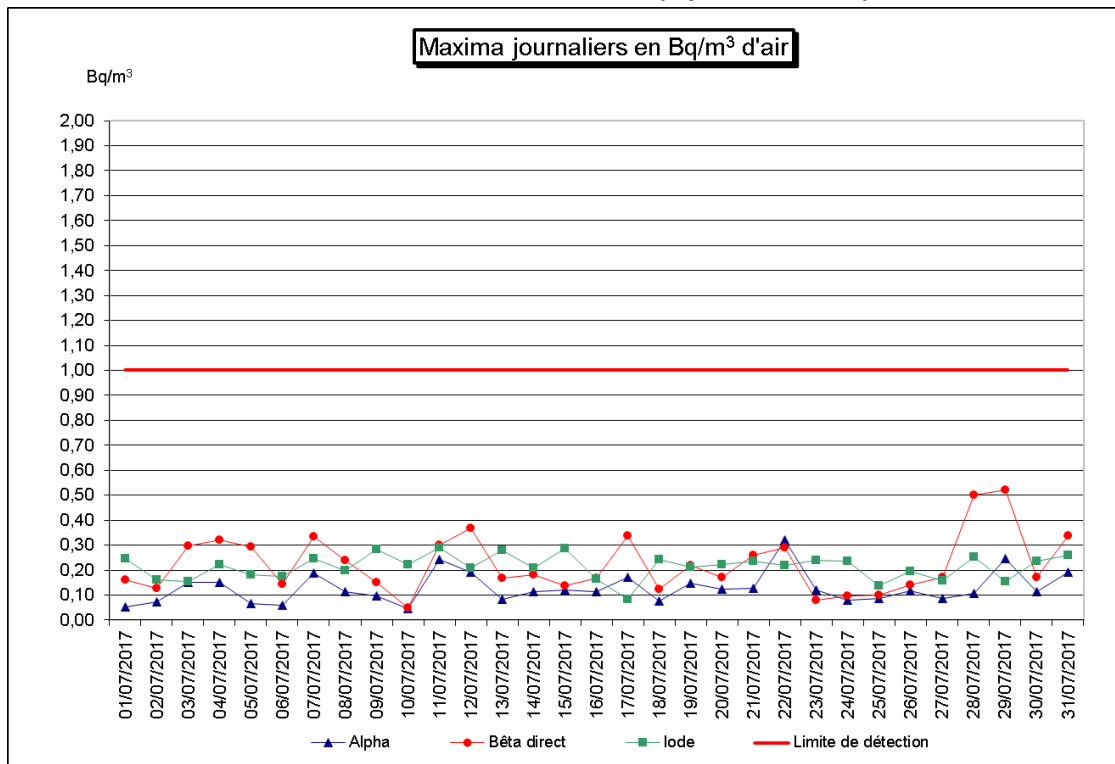
La **limite de détection des mesures en direct de l'activité d'iode 131** est de **1 Bq/m<sup>3</sup>**.

**L'analyse des cartouches à charbon actif** par spectrométrie gamma au laboratoire CRIIRAD, permet d'atteindre, typiquement, une **limite de détection inférieure à 0,1 mBq/m<sup>3</sup>** (pour l'iode 131 et pour un comptage d'environ 50 000 secondes).

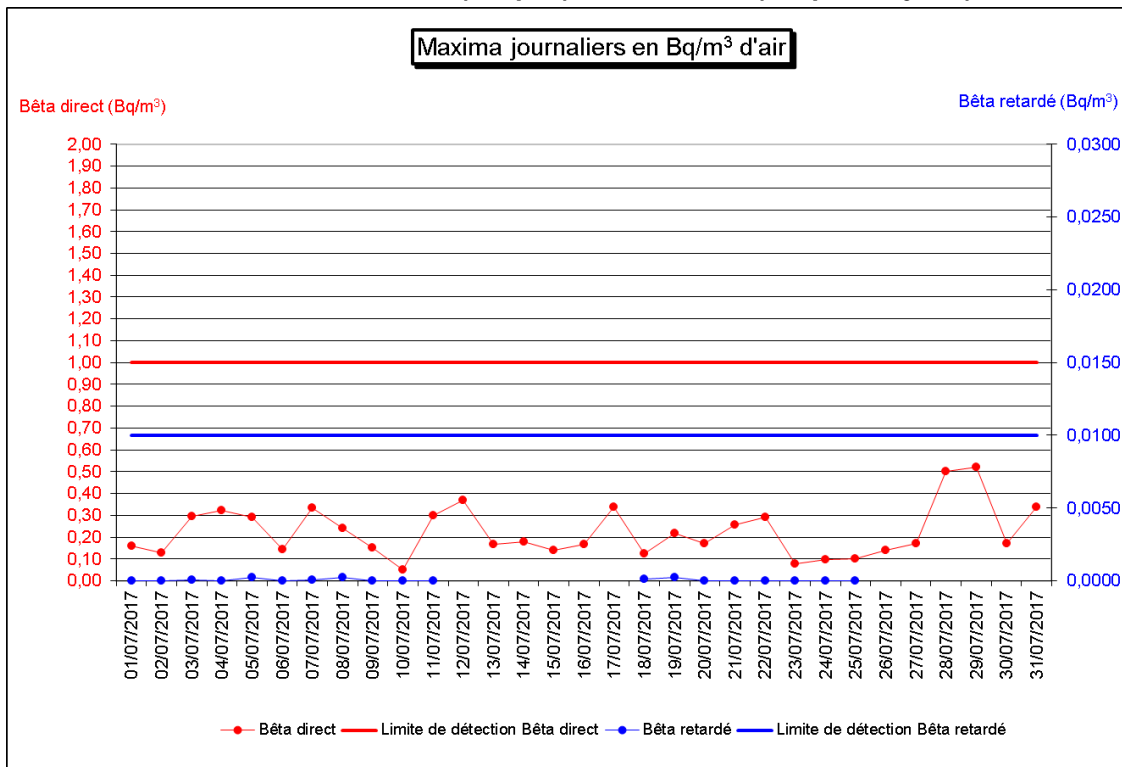
## 1.2 Résultats des contrôles automatiques en continu

### 1.2.1 Graphes

Juillet 2017 - Mesures directes (alpha-bêta-iode)

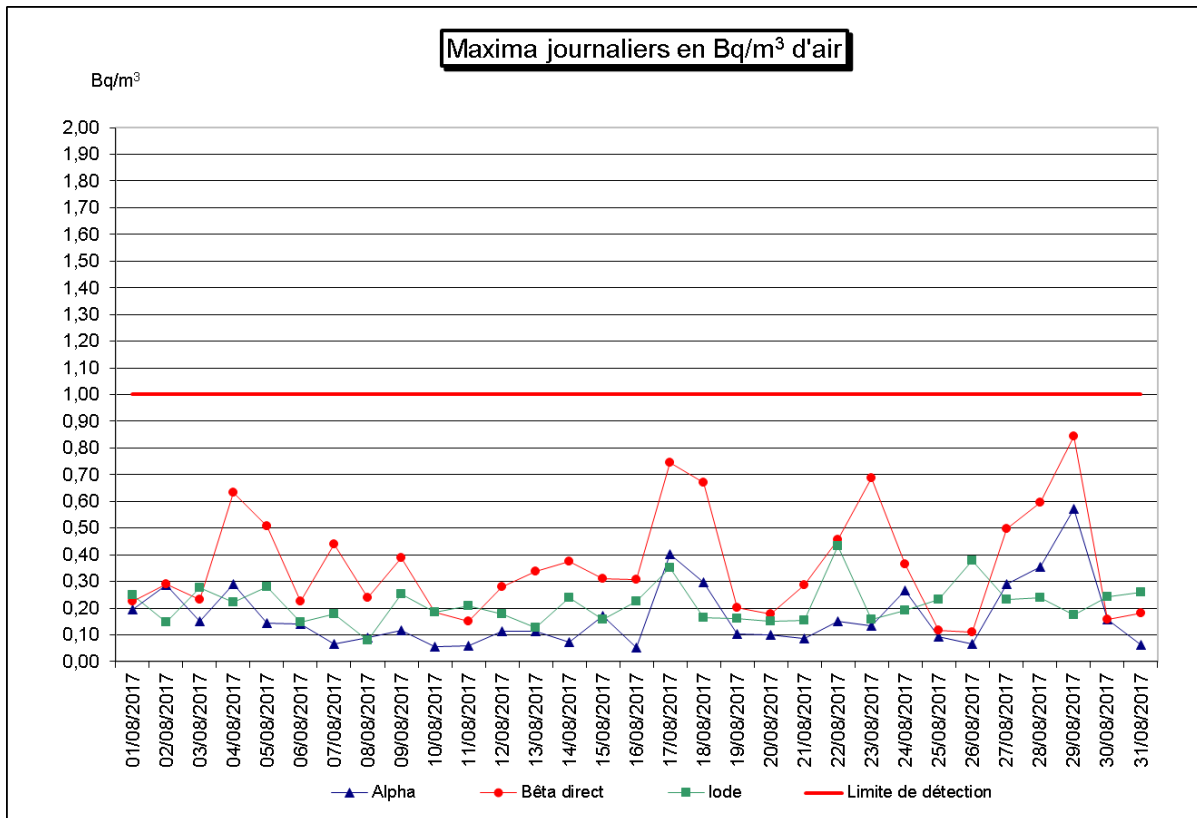


Juillet 2017 - Bêta direct (temps t) - bêta retardé (temps t + 5j 10h)<sup>3</sup>

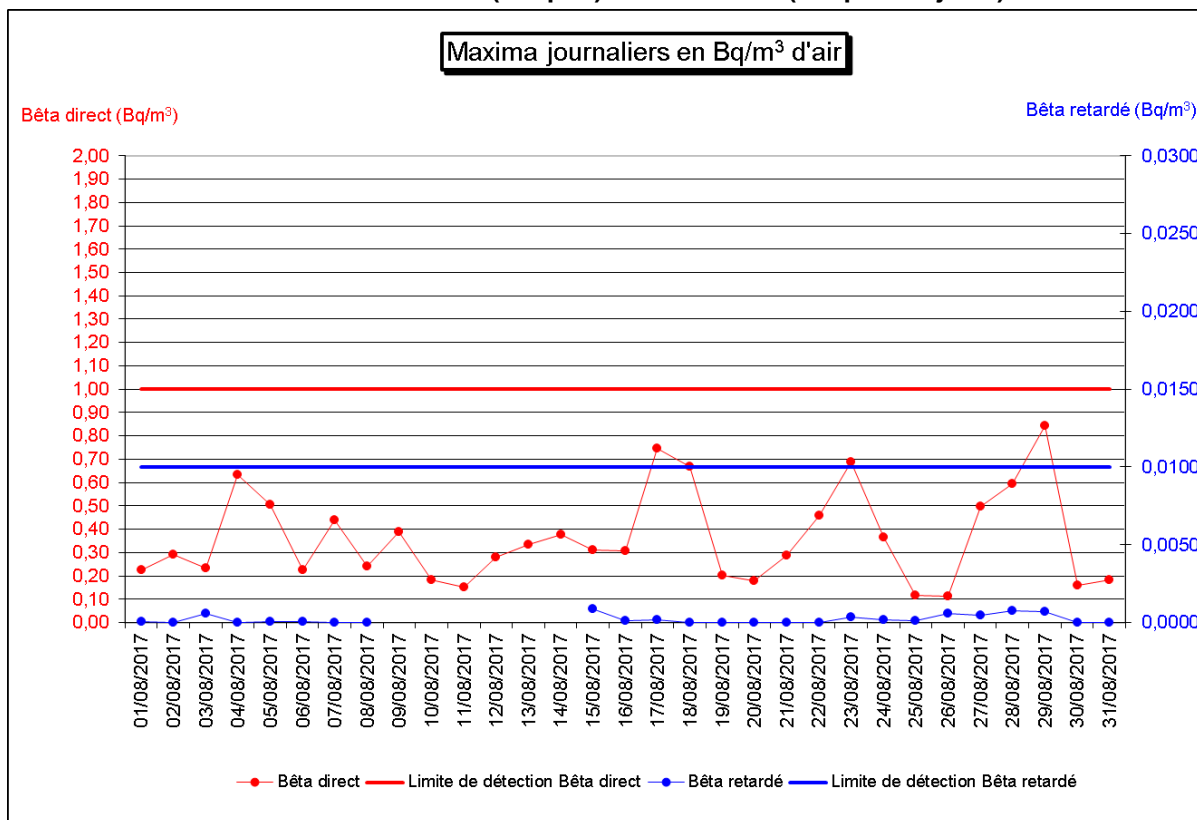


<sup>3</sup> Les mesures « bêta retardé » ne sont pas effectuées pendant les 5j 10h suivant un prélèvement de filtre. Dans le graphe ci-dessus, les résultats « bêta retardé » réalisés à « t + 5j10h » sont représentés à « t » afin d'être comparés aux résultats « bêta direct » correspondants.

Août 2017 - Mesures directes (alpha-bêta-iode)

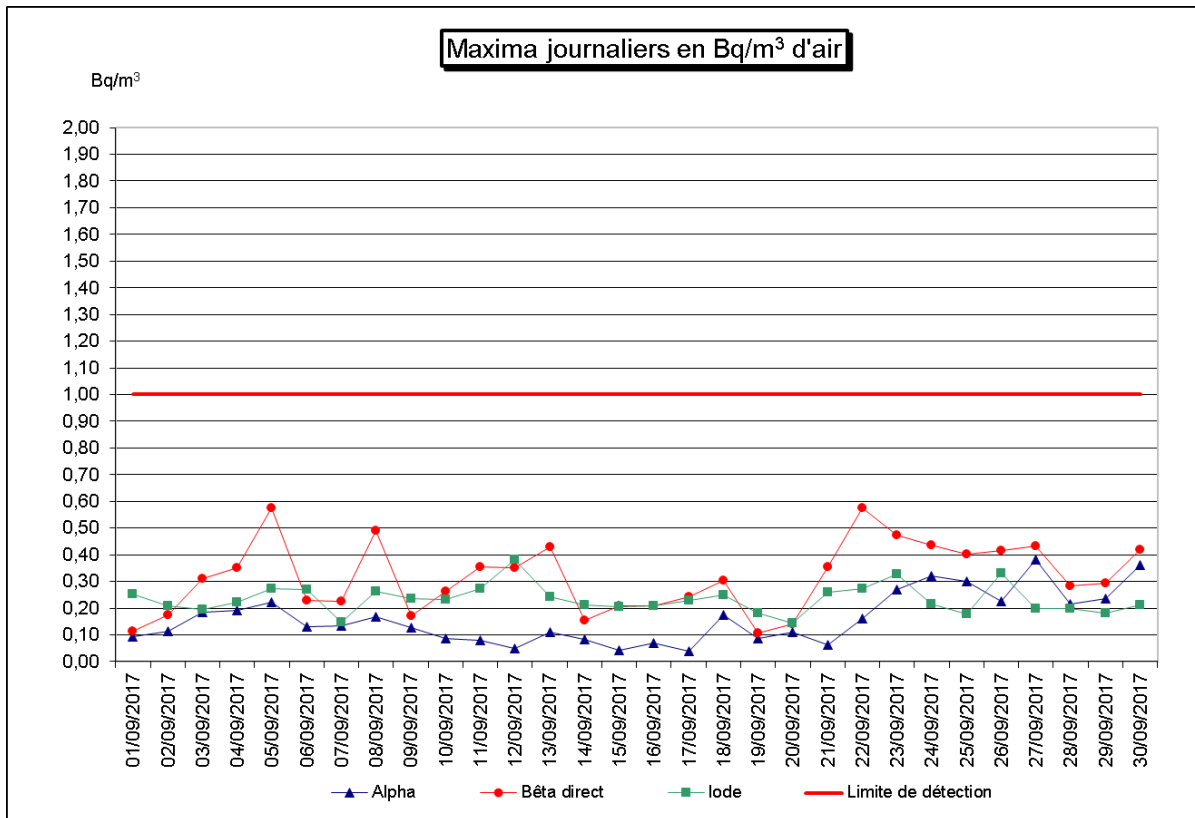


Août 2017 - Bêta direct (temps t) - bêta retardé (temps t + 5j 10h)<sup>4</sup>

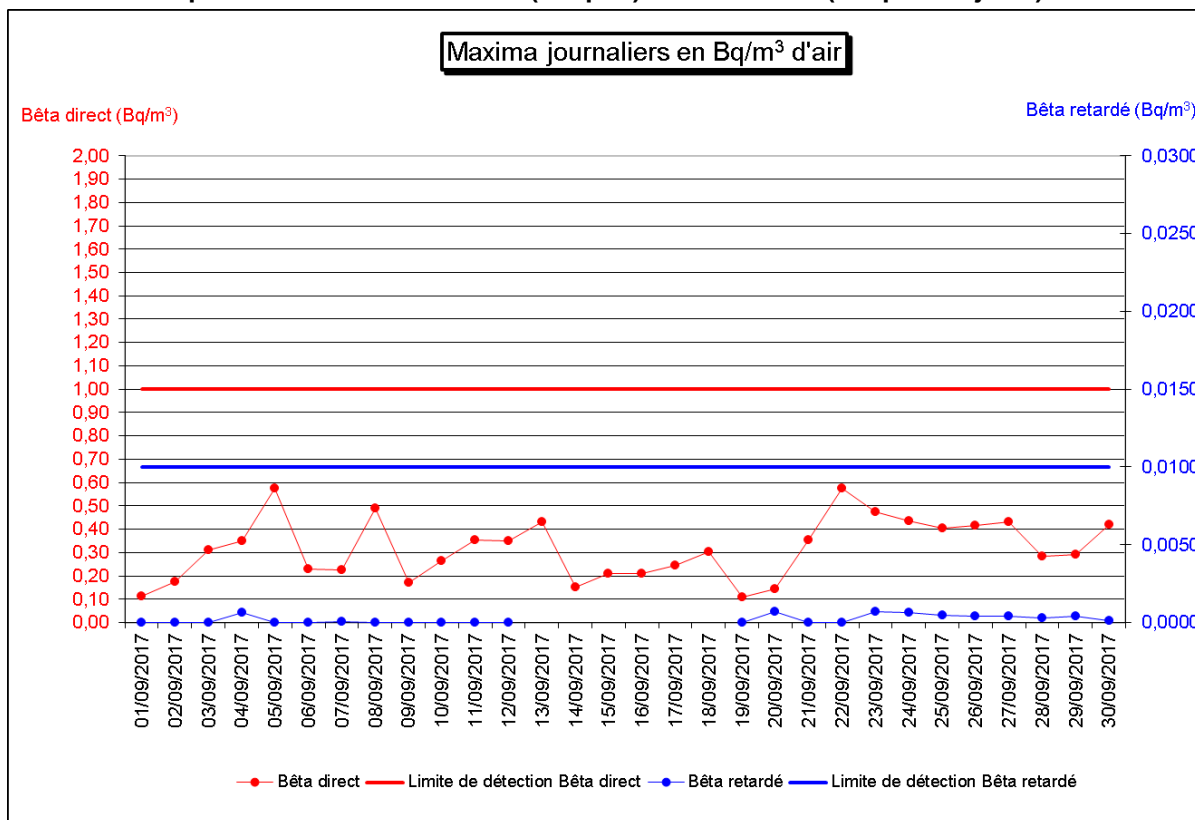


<sup>4</sup> Les mesures « bêta retardé » ne sont pas effectuées pendant les 5j 10h suivant un prélèvement de filtre. Dans le graphe ci-dessus, les résultats « bêta retardé » réalisés à « t + 5j10h » sont représentés à « t » afin d'être comparés aux résultats « bêta direct » correspondants.

Septembre 2017 - Mesures directes (alpha-bêta-iode)



Septembre 2017 - Bêta direct (temps t) - bêta retardé (temps t + 5j 10h)<sup>5</sup>



<sup>5</sup> Les mesures « bêta retardé » ne sont pas effectuées pendant les 5j 10h suivant un prélèvement de filtre. Dans le graphe ci-dessus, les résultats « bêta retardé » réalisés à « t + 5j10h » sont représentés à « t » afin d'être comparés aux résultats « bêta direct » correspondants.



## 1.2.2 Commentaires

### Alpha, bêta direct, iode 131

Toutes les valeurs sont restées inférieures à la limite de détection (1 Bq/m<sup>3</sup>).

### Bêta retardé

Aucune mesure n'a été effectuée entre le 12 et le 17 juillet, entre le 9 et le 14 août et entre le 13 et le 18 septembre du fait respectivement du prélèvement de filtre pour analyse le 17 juillet, le 14 août ainsi que le 18 septembre (cf. note 3 page 6). Par ailleurs, aucune mesure n'a été effectuée entre le 26 et le 31 juillet suite au remplacement du rouleau de filtre le 31 juillet.

Pendant la période de mesure, toutes les valeurs sont restées inférieures à la limite de détection (0,01 Bq/m<sup>3</sup>).

## 1.3 Résultats des contrôles différés par spectrométrie gamma

### 1.3.1 Tableau

Le tableau ci-dessous présente pour le césium 137, le césium 134, l'iode 131 (radioactivité artificielle) et le béryllium 7<sup>6</sup> (radionucléide naturel) la limite de détection (précédée du signe <) ou l'activité mesurée (suivie de la marge d'incertitude) exprimés en millibecquerels par mètre cube (mBq/m<sup>3</sup>).

Média filtrant	Air échantillonné du	au	Date de prélèvement	N° analyse	Date d'analyse	Cs 137 (mBq/m <sup>3</sup> )	Cs 134 (mBq/m <sup>3</sup> )	I 131 (mBq/m <sup>3</sup> )	Be 7 (mBq/m <sup>3</sup> )
Filtre aérosols	20/06/2017 12:18	17/07/2017 13:51	17/07/17	29 694	19/07/17	< 0,005	< 0,004	< 0,016	3,5 ± 0,5
	17/07/2017 14:02	14/08/2017 08:41	14/08/17	29 738	16/08/17	< 0,007	< 0,006	< 0,022	3,8 ± 0,5
	14/08/2017 08:47	18/09/2017 14:21	18/09/17	29 778	19/09/17	< 0,004	< 0,004	< 0,023	3,6 ± 0,5
Cartouche de charbon actif	11/07/2017 13:50	17/07/2017 13:51	17/07/17	29 693	18/07/17	-	-	< 0,080	-
	07/08/2017 14:12	14/08/2017 08:41	14/08/17	29 737	16/08/17	-	-	< 0,125	-
	11/09/2017 09:44	18/09/2017 14:21	18/09/17	29 776	19/09/17	-	-	< 0,094	-

Légende                      Résultats exprimés en millibecquerels par mètre cube d'air (mBq/m<sup>3</sup>) à la date de mesure.  
 ± : marge d'incertitude  
 < : limite de détection  
 - : non mesuré

### 1.3.2 Commentaires

Aucun radionucléide artificiel émetteur gamma n'a été détecté.

L'activité volumique en béryllium 7 correspond aux niveaux habituellement mesurés.

<sup>6</sup> L'activité du béryllium 7 (de période physique 53 jours) est donnée à la date de mesure. C'est un produit radioactif naturel qui se forme dans les couches de la haute atmosphère et se dépose de manière assez homogène sur le sol.

## 2 RADIOACTIVITE NATURELLE

### 2.1 Qu'est-ce que le radon ?

Le radon appartient à la famille des gaz rares (hélium, néon, krypton, ...). Inodore, incolore, sans saveur, il ne réagit pas chimiquement avec les autres éléments. C'est le seul gaz rare naturellement radioactif. Son principal isotope, le radon 222, est produit par la désintégration du radium 226. Il appartient à la chaîne de l'uranium 238, un élément radioactif naturel omniprésent dans l'écorce terrestre, mais à des niveaux variables en fonction de la nature des roches.

Les émanations se produisent en permanence et en tous points du territoire mais elles sont plus élevées dans les zones dont le sol contient des roches riches en uranium (c'est notamment le cas des roches magmatiques, et en particulier des granites). Le Limousin, le Massif Central, la Bretagne et la Corse sont des régions particulièrement concernées par le radon. Dans les secteurs a priori plus pauvres en uranium, le radon produit par des roches plus profondes peut cependant remonter à la surface par le biais des failles.

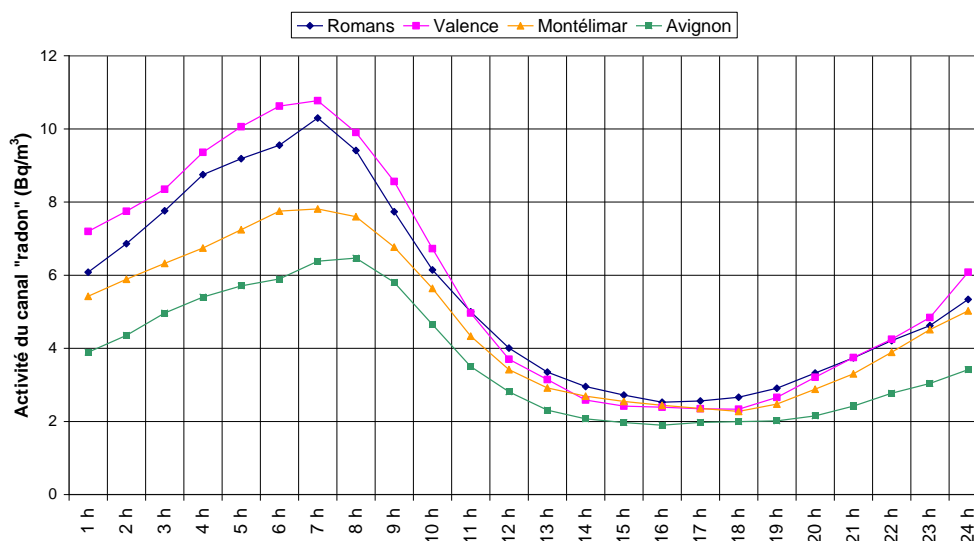
Présent en concentration élevée dans les sols, le radon se dilue rapidement dans l'air extérieur où les activités volumiques varient généralement **de quelques becquerels à quelques dizaines de becquerels par mètre cube d'air**, pour un climat tempéré continental. Des niveaux nettement plus élevés peuvent être mesurés à proximité des gisements uranifères et des sites d'extraction de l'uranium. Les concentrations dans l'air ambiant peuvent être alors de plusieurs centaines de becquerels par mètre cube, voire plus.

La concentration du radon dans l'atmosphère varie en fonction de différents paramètres :

- la teneur du sol en uranium 238 (radon 222) et thorium 232 (radon 220),
- la porosité du sol (qui favorise ou limite l'émanation du radon),
- les conditions météorologiques qui influent à la fois sur l'émission du radon et sur sa dispersion (vent, pression, température, pluie, neige, ...).

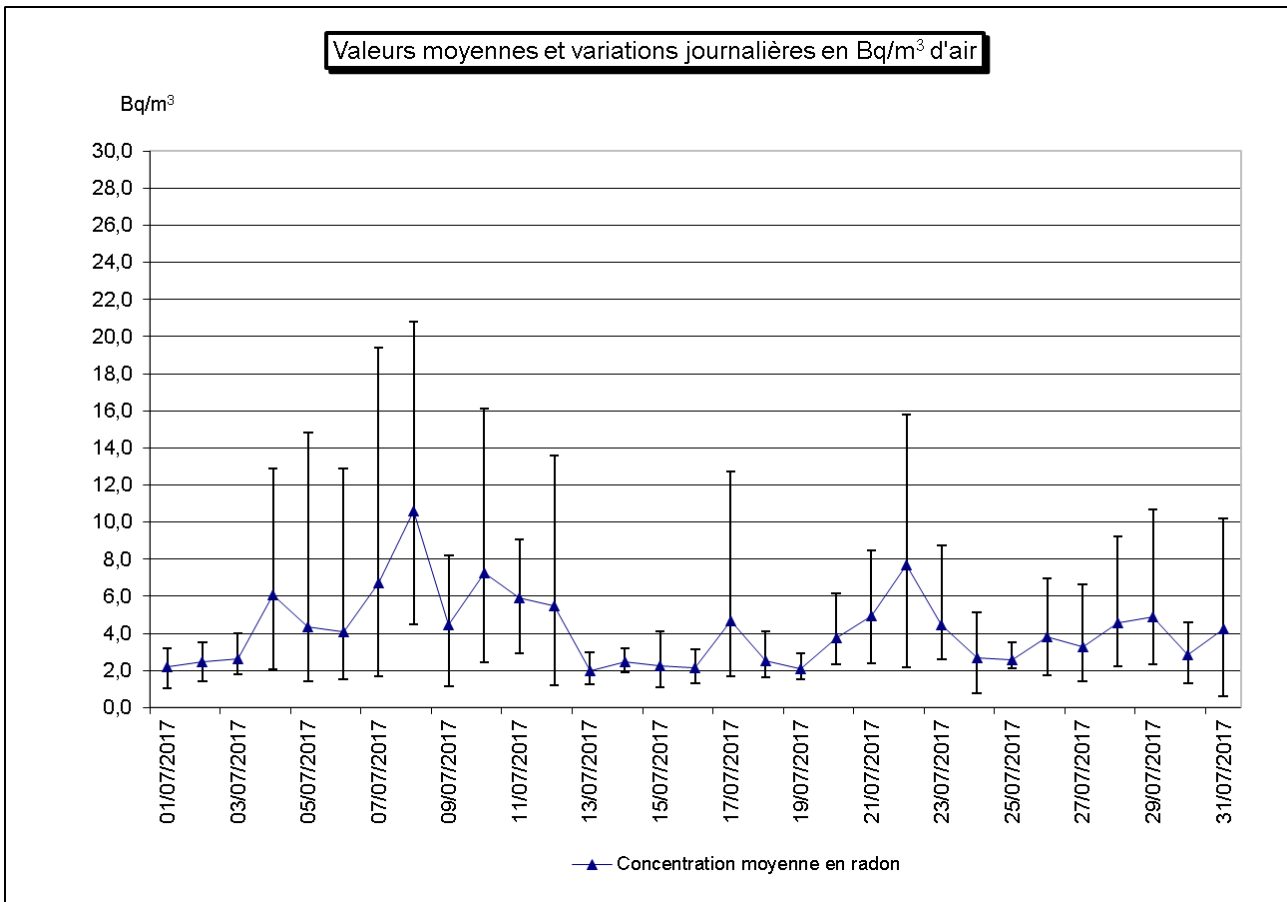
*A l'échelle d'une journée, on constate typiquement une augmentation des concentrations au cours de la nuit, des niveaux maximums en début de matinée (7h TU), puis une diminution, pour atteindre des valeurs minimales en fin d'après-midi (vers 15-17h TU). Voir ci-dessous l'évolution des concentrations moyennes en radon sur 24 heures pour 4 balises en septembre 2000.*

Radon - Activités horaires moyennes mesurées par les balises en septembre 2000



## 2.2 Radon : résultats des contrôles automatiques en continu

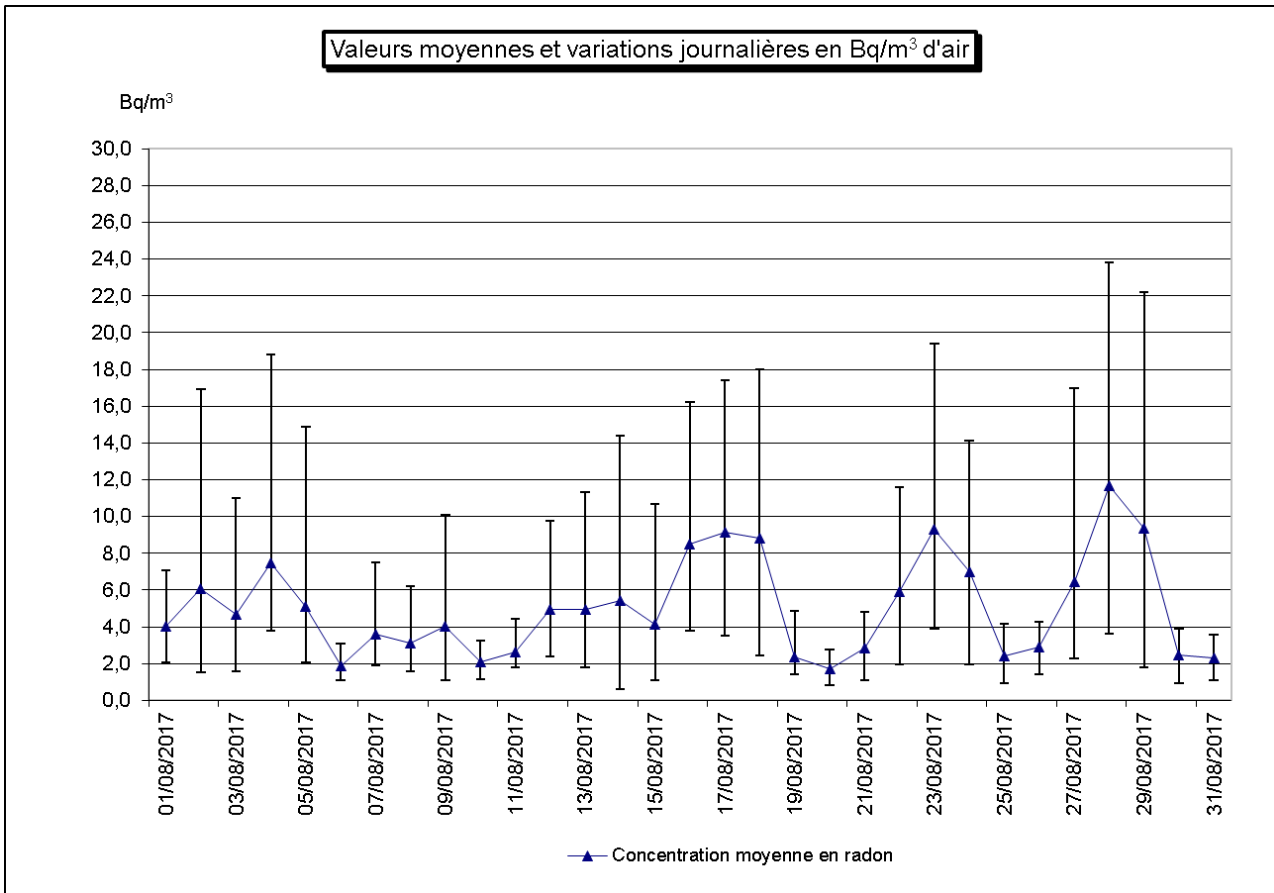
### 2.2.1 Juillet 2017<sup>7</sup>



Valeur horaire maximum relevée le 08/07/2017 à 05h00	20,8 Bq/m3
Valeur horaire minimum relevée le 31/07/2017 à 15h00	0,6 Bq/m3
Ecart le plus important le 07/07/2017	Ecart de 17,7 Bq/m3
Ecart le plus faible le 14/07/2017	Ecart de 1,3 Bq/m3
<b>Moyenne mensuelle</b>	<b>4,2 Bq/m3</b>

<sup>7</sup> Ce graphe présente pour chaque jour l'activité volumique horaire maximale, l'activité volumique horaire minimale et la moyenne journalière des activités volumiques horaires.

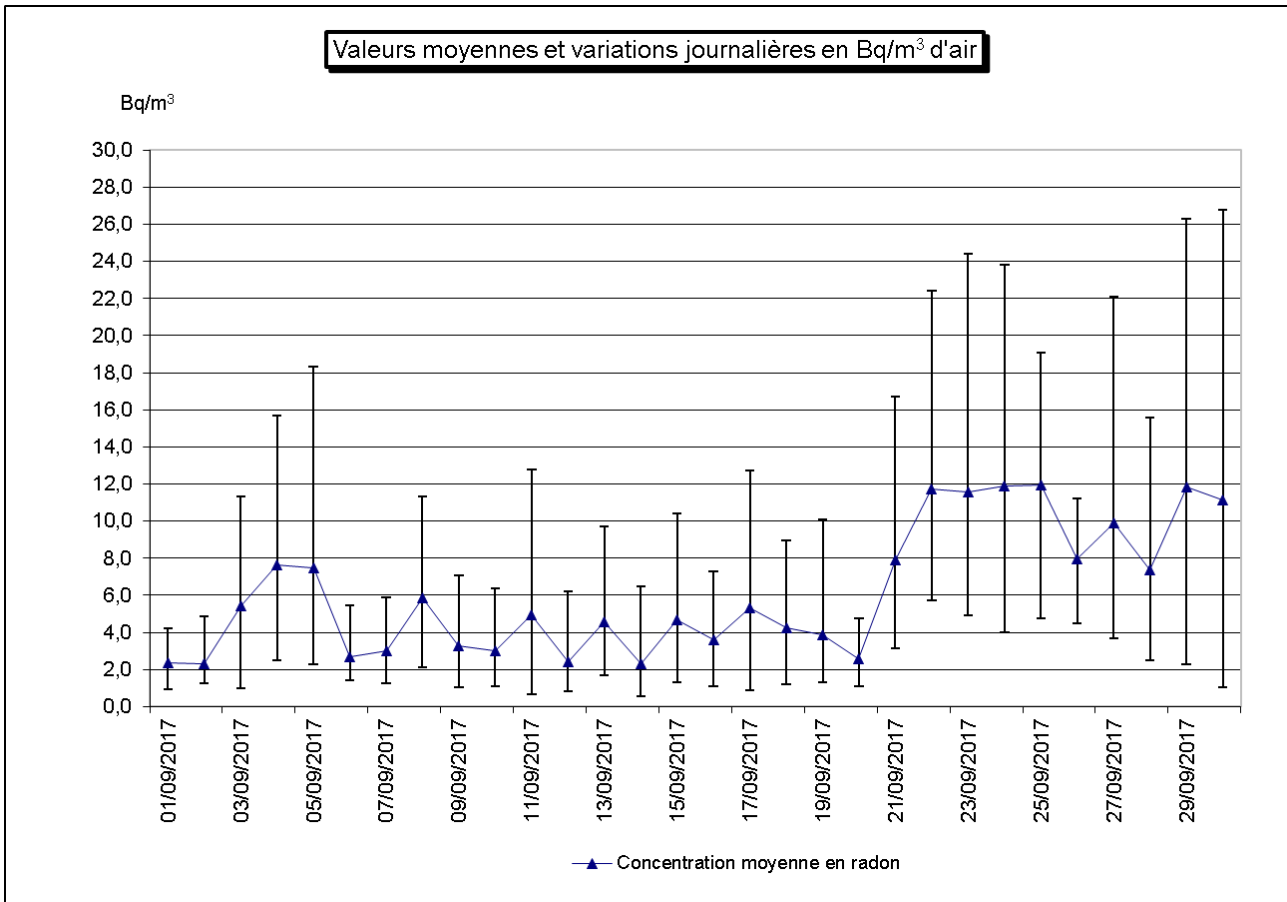
2.2.2 Août 2017<sup>8</sup>



Valeur horaire maximum relevée le 28/08/2017 à 08h00	23,8 Bq/m <sup>3</sup>
Valeur horaire minimum relevée le 14/08/2017 à 09h00	0,6 Bq/m <sup>3</sup>
Ecart le plus important le 29/08/2017	Ecart de 20,4 Bq/m <sup>3</sup>
Ecart le plus faible le 20/08/2017	Ecart de 1,9 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Moyenne mensuelle</b>	<b>5,1 Bq/m<sup>3</sup></b>

<sup>8</sup> Ce graphe présente pour chaque jour l'activité volumique horaire maximale, l'activité volumique horaire minimale et la moyenne journalière des activités volumiques horaires.

2.2.3 Septembre 2017<sup>9</sup>



Valeur horaire maximum relevée le 30/09/2017 à 07h00	26,8 Bq/m3
Valeur horaire minimum relevée le 14/09/2017 à 11h00	0,6 Bq/m3
Ecart le plus important le 30/09/2017	Ecart de 25,8 Bq/m3
Ecart le plus faible le 01/09/2017	Ecart de 3,3 Bq/m3
<b>Moyenne mensuelle</b>	<b>6,2 Bq/m3</b>

<sup>9</sup> Ce graphe présente pour chaque jour l'activité volumique horaire maximale, l'activité volumique horaire minimale et la moyenne journalière des activités volumiques horaires.

#### 2.2.4 Commentaires

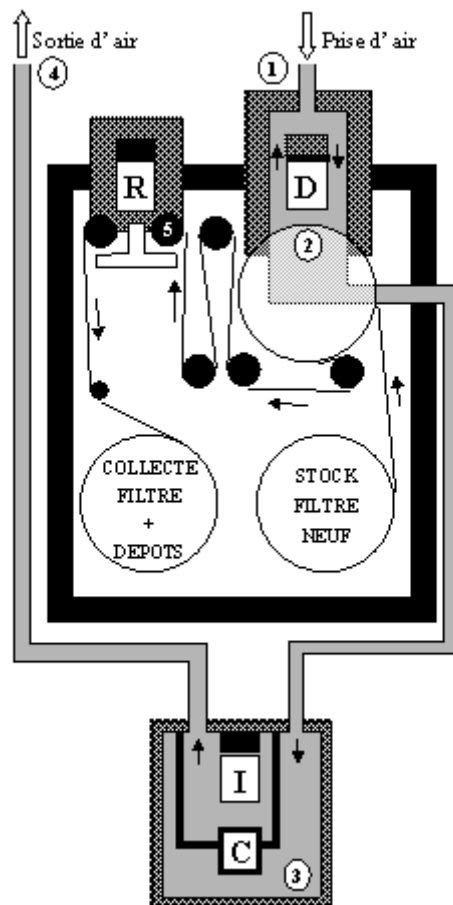
Aucune anomalie particulière n'a été mesurée. Les concentrations en radon sont normales pour la vallée du Rhône et la saison.

Les données mensuelles peuvent être comparées au tableau ci-dessous qui synthétise les résultats de l'année 2015 pour la balise atmosphérique de Péage-de-Roussillon.

<b>PEAGE DE ROU.</b>	<b>Minima</b>	<b>Moyennes</b>	<b>Maxima</b>
janv-15	0,5	5,2	17,0
févr-15	0,3	3,7	20,9
mars-15	0,4	4,2	18,1
avr-15	0,4	3,4	14,7
mai-15	0,5	3,0	17,8
juin-15	0,6	4,0	16,7
juil-15	0,6	3,9	20,1
août-15	0,4	5,4	24,6
sept-15	0,5	4,5	25,6
oct-15	0,5	6,8	19,2
nov-15	0,4	7,4	20,8
déc-15	0,4	7,9	26,4
<b>2015</b>	<b>0,3</b>	<b>4,9</b>	<b>26,4</b>

**Activités volumiques du canal « radon » mesurées en 2015 (résultats en Bq/m<sup>3</sup>)**

## ANNEXE : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA BALISE



1. L'air extérieur est aspiré par une pompe à un débit nominal de 25 m<sup>3</sup>/heure.
2. Il passe à travers un filtre déroulant qui retient les particules en suspension dans l'air. Un double détecteur à scintillation (plastique et sulfure de zinc), disposé en regard du filtre (D), mesure en continu les rayonnements alpha et bêta émis par les poussières atmosphériques. Le système de détection permet de différencier la radioactivité artificielle (seuil de détection : 1 Bq/m<sup>3</sup>) de la radioactivité naturelle.
3. L'air est ensuite canalisé vers la cartouche à charbon actif (C) où un détecteur spécifique de type NaI(I) mesure le rayonnement gamma dans une fenêtre comprise entre 291 et 437 keV centrée sur le principal pic de l'iode 131 (364,5 keV).
4. L'air est rejeté à l'extérieur.
5. Cinq jours après la mesure directe, le filtre passe sous un autre détecteur (R) qui effectue une seconde mesure du rayonnement bêta, dite mesure retardée, avec un niveau de détection plus bas (0,01 Bq/m<sup>3</sup>), la radioactivité naturelle (descendants à vie courte du radon 222) ayant pratiquement disparu.

Systématiquement... et en cas d'alerte

L'analyse complémentaire du filtre en spectrométrie gamma au laboratoire de la CRIIRAD permet d'identifier et de quantifier précisément les éléments radioactifs qui y sont déposés.

## 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. Il est placé sous la responsabilité de M. Bruno CHAREYRON, ingénieur en physique nucléaire.



### RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Bruno CHAREYRON



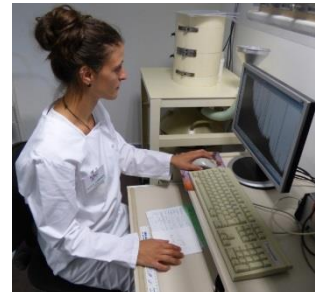
### RESPONSABLE DU SERVICE DE GESTION DES BALISES

Jérémie MOTTE



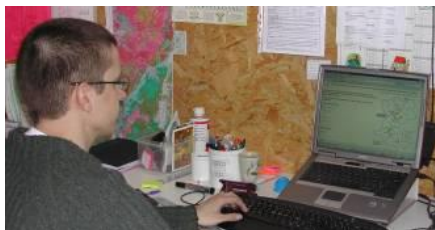
### RESPONSABLE INTERVENTIONS

Christian COURBON



### RESPONSABLE QUALITE

Marion JEAMBRUN



### RESPONSABLE SERVICE RADON

Julien SYREN



### INTERVENTIONS HEBDOMADAIRES, ANALYSES

Stéphane PATRIGEON



### SCRUTATION DES DONNEES

Stéphane MONCHÂTRE



### PREPARATION DES ECHANTILLONS

Jocelyne RIBOUËT

### EQUIPE D'ASTREINTE

Bruno CHAREYRON, Christian COURBON, Marion JEAMBRUN, Stéphane PATRIGEON, Julien SYREN, Jérémie MOTTE, Corinne CASTANIER et Roland DESBORDES (respectivement responsable recherche et président de la CRIIRAD)