

# SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE ATMOSPHERIQUE

## BALISE DU PEAGE-DE-ROUSSILLON

Rapport N°11-106

RAPPORT MENSUEL  
NOVEMBRE 2011

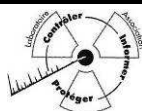


Document réalisé par le **laboratoire de la CRIIRAD**  
pour le **Conseil Régional Rhône-Alpes**, le **Conseil Général de l'Isère** et la  
**Communauté de Communes du Pays Roussillonnais**

**Rhône-Alpes** Région



*Plus proche de vous !*



LABORATOIRE DE LA CRIIRAD  
471, avenue Victor HUGO – 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.....	7
<b>1.3 RESULTATS DES CONTROLES DIFFERES PAR SPECTROMETRIE GAMMA.....</b>	<b>7</b>
<b>2 RADIOACTIVITE NATURELLE.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 QU'EST-CE QUE LE RADON ? .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 RADON : RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU .....</b>	<b>10</b>
2.2.1 GRAPHE.....	10
2.2.2 TABLEAU DE SYNTHESE.....	10
2.2.3 COMMENTAIRES.....	11
<b>ANNEXE : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA BALISE .....</b>	<b>12</b>
<b>LABORATOIRE CRIIRAD.....</b>	<b>13</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

Pendant le mois :

- aucun problème technique n'a été rencontré,
- le taux de fonctionnement a été de 100%<sup>1</sup>.

### 2) RESULTATS DES CONTRÔLES

Aucune contamination n'a été détectée pendant le mois.

Un suivi spécifique a été mené par le laboratoire de la CRIIRAD au cours du mois suite à la détection d'iode 131 dans l'air ambiant en Europe (voir les détails sur la note CRIIRAD N°12-01 annexée à ce rapport).

#### CONTRÔLES AUTOMATIQUES EN CONTINU

##### Voie alpha direct

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

##### Voie bêta direct

Les activités volumiques sont restées inférieures à la limite de détection (1 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

Au cours du mois, trois des cartouches à charbon actif (pour la mesure spécifique de l'iode 131 gazeux) prélevées de façon hebdomadaire ont été analysées. Le filtre à aérosols a été prélevé et porté à l'analyse à 5 reprises. **Les résultats obtenus n'ont pas révélé de contamination** par l'iode 131 gazeux ou particulaire supérieure aux limites de détection. Les limites sont exprimées à une date correspondant au milieu de la période d'échantillonnage de l'air (elles se rapprochent ou dépassent la centaine de microbecquerels par m<sup>3</sup> pour l'iode gazeux et sont de l'ordre de la dizaine de microbecquerels par m<sup>3</sup> pour l'iode particulaire). Les analyses effectuées par la CRIIRAD sur les filtres à aérosols indiquent également qu'il n'y a pas de contamination par d'autres radionucléides artificiels émetteurs gamma comme le césium 137 (limite de détection de l'ordre de quelques microbecquerels à quelques dizaines de microbecquerels par m<sup>3</sup>).

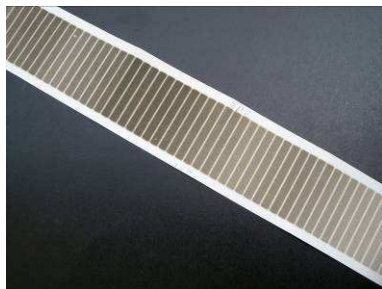
	EMETTEUR	APPROBATION
Nom - fonction	J. MOTTE - Responsable Service balises	J. SUREV - Responsable qualité
Date	20/01/2012	20/01/12
Signature	M.3	

<sup>1</sup> A l'exception des prélèvements hebdomadaires pour lesquels les pompes de la balise sont arrêtées pendant 5 à 30 minutes ainsi que d'une coupure d'alimentation électrique d'une durée inférieure à 3 heures survenues le 25/11.

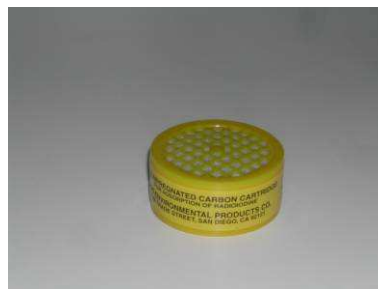
# 1 RADIOACTIVITE ARTIFICIELLE

## 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.

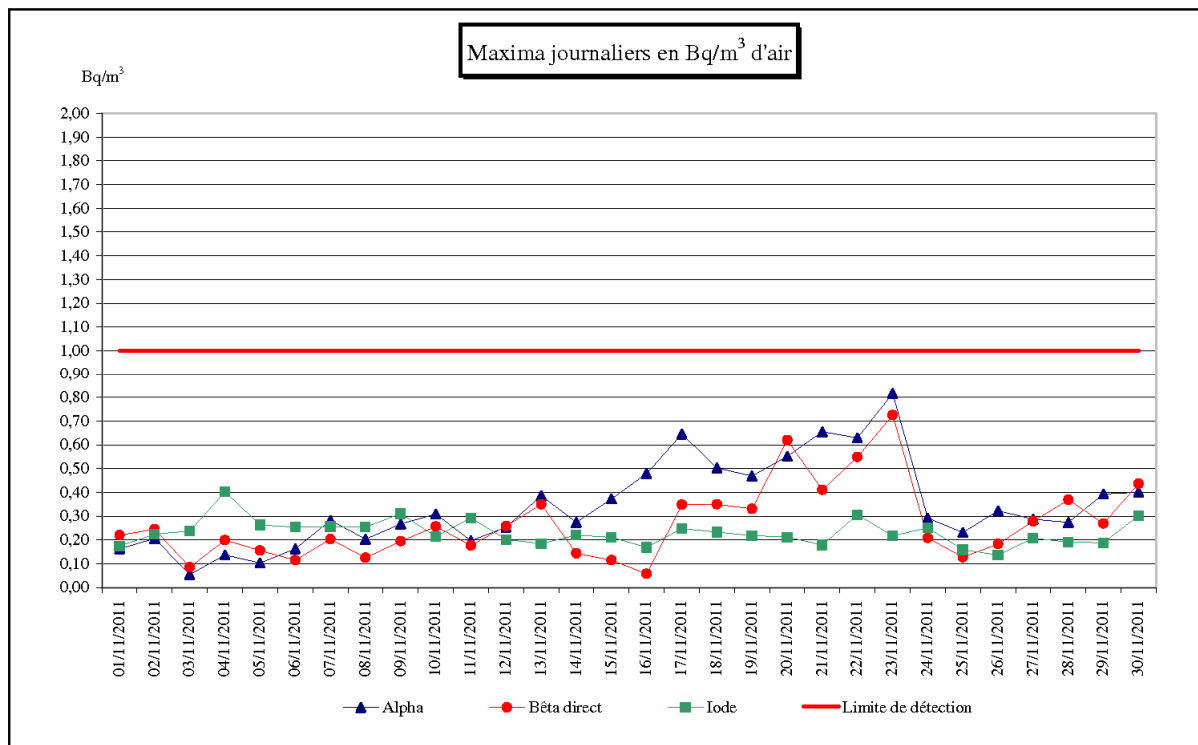
La **limite de détection des mesures en direct de l'activité d'iode 131** est de **1 Bq/m<sup>3</sup>**.

**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).

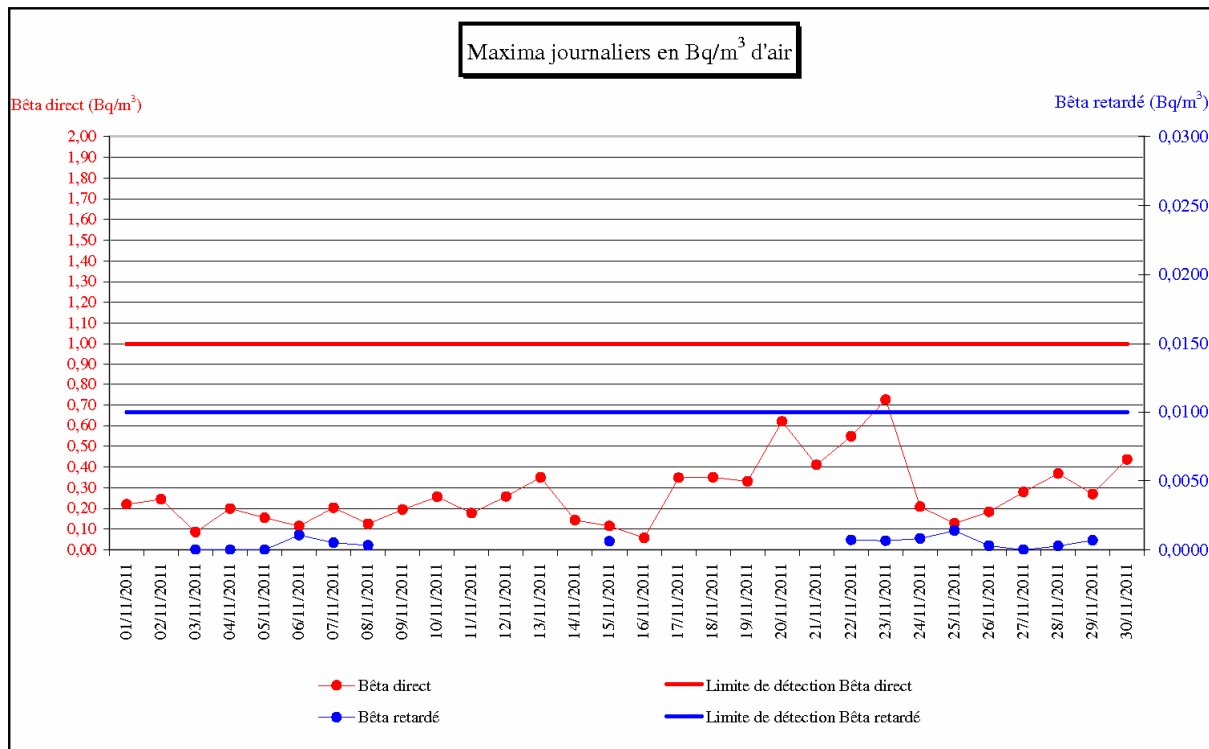
## 1.2 Résultats des contrôles automatiques en continu

### 1.2.1 Graphes

#### Mesures directes (alpha-bêta-iode)



#### 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.

### 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 1<sup>er</sup> et le 2 novembre, entre le 9 et le 14 novembre, entre le 16 et le 21 novembre et le 30 novembre du fait des prélèvements de filtre respectivement les 2, 14, 21 novembre et le 6 décembre (cf. note 3 page 6).

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**

Les résultats des analyses effectuées par la CRIIRAD dans le cadre du suivi de l'alerte liée à la détection d'iode 131 en Europe sont présentés dans le tableau ci-après.

Les résultats correspondant aux prélèvements à la balise du Péage de Roussillon sont surlignés en bleu.

**Aucune contamination** par un radionucléide artificiel émetteur gamma n'a été détectée.

Pour les commentaires liés aux résultats de ce suivi, voir la note spécifique N°12-01 annexée au présent rapport.

BALISES CRIIRAD DE SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE DE L'AIR - ANALYSES PAR SPECTROMETRIE GAMMA  
NOVEMBRE 2011

Media filtrant	Station	Air échantillonné		Date de prélèvement	Date d'analyse	Iode 131 (microBq/m <sup>3</sup> )	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)	Péage de R.	21/11/11 14:50	1/12/11 00:00	06/12/2011	06/12/11	< 9	< 4	< 4	< LD
	Péage de R.	14/11/11 00:00	21/11/11 14:42	21/11/2011	21/11/11	< 18	< 14	< 12	< LD
	Péage de R.	8/11/11 00:00	14/11/11 00:00	14/11/2011	16/11/11	< 15	< 12	< 10	< LD
	Péage de R.	1/11/11 00:00	8/11/11 00:00	14/11/2011	16/11/11	< 30	< 12	< 9	< LD
	Péage de R.	1/10/11 00:00	1/11/11 00:00	02/11/2011	03/11/11	< 20	< 5	< 4	< LD
	Romans	14/11/11 10:48	1/12/11 00:00	05/12/2011	05/12/11	< 22	< 8	< 7	< LD
	Romans	3/11/11 14:52	14/11/11 10:29	14/11/2011	14/11/11	< 20	< 14	< 12	< LD
	Romans	1/10/11 00:00	17/10/11 12:54	20/10/2011	02/11/11	< 69	< 10	< 9	< LD
	Valence	1/11/11 00:00	1/12/11 00:00	05/12/2011	05/12/11	< 84	< 18	< 15	< LD
	Valence	1/10/11 00:00	1/11/11 00:00	02/11/2011	02/11/11	< 61	< 18	< 15	< LD
Cartouche de charbon actif (piégeage spécifique de la forme gazeuse de l'iode 131)	Montélimar	1/11/11 00:00	1/12/11 00:00	05/12/2011	06/12/11	< 17	< 3	< 3	< LD
	Montélimar	1/10/11 00:00	1/11/11 00:00	03/11/2011	03/11/11	< 14	< 3	< 3	< LD
	Avignon	1/09/11 00:00	1/11/11 00:00	08/11/2011	09/11/11	< 91	< 4	< 3	< LD
	Péage de R.	7/11/11 14:08	14/11/11 13:42	14/11/2011	15/11/11	< 67	-	-	< LD
	Péage de R.	2/11/11 15:33	7/11/11 14:03	07/11/2011	12/11/11	< 79	-	-	< LD
	Péage de R.	25/10/11 09:44	2/11/11 15:23	02/11/2011	12/11/11	< 108	-	-	< LD
	Romans	14/11/11 10:48	21/11/11 13:36	21/11/2011	21/11/11	< 47	-	-	< LD
	Romans	7/11/11 15:40	14/11/11 10:29	14/11/2011	15/11/11	< 91	-	-	< LD
	Romans	3/11/11 14:52	7/11/11 15:02	07/11/2011	13/11/11	< 106	-	-	< LD
	Valence	7/11/11 10:17	14/11/11 07:55	14/11/2011	14/11/11	< 95	-	-	< LD
Montélimar	14/11/11 15:05	28/11/11 09:16	28/11/2011	28/11/11	< 28	-	-	< LD	
Montélimar	3/11/11 10:32	14/11/11 15:00	14/11/2011	14/11/11	< 45	-	-	< LD	
Avignon	2/11/11 08:08	8/11/11 08:07	08/11/2011	10/11/11	< 116	-	-	< LD	
Avignon	25/10/11 07:50	2/11/11 08:00	02/11/2011	13/11/11	< 121	-	-	< LD	

**Commentaires :**

Les résultats obtenus ne révèlent pas de contamination par un radionucléide artificiel émetteur gamma supérieure aux limites de détection. Les limites dans le tableau sont exprimées par rapport au milieu de la période d'échantillonnage de l'air.

**Quelques éléments d'explication sur les résultats :**

- Lorsque l'élément radioactif recherché est absent ou si son activité est trop faible pour être détectée, c'est la limite de détection (LD) qui est calculée et publiée. Le résultat de l'analyse est exprimé sous la forme "Iode 131 : < 20 microBq/m<sup>3</sup>". Dans cet exemple, le laboratoire de la CRIIRAD garantit que l'activité de l'iode 131 est strictement inférieure à 20 microBq/m<sup>3</sup>. En revanche, on ne peut savoir si l'activité réelle est de 10 microBq/m<sup>3</sup> ou de 0,1 microBq/m<sup>3</sup>. Cette limite de détection dépend de nombreux paramètres : volume d'air prélevé, géométrie de comptage, durée de comptage, ce qui explique la variabilité des limites de détection obtenues.

- Les heures sont exprimées en temps universel (TU) : TU + 1h = heure locale d'hiver.



## 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.

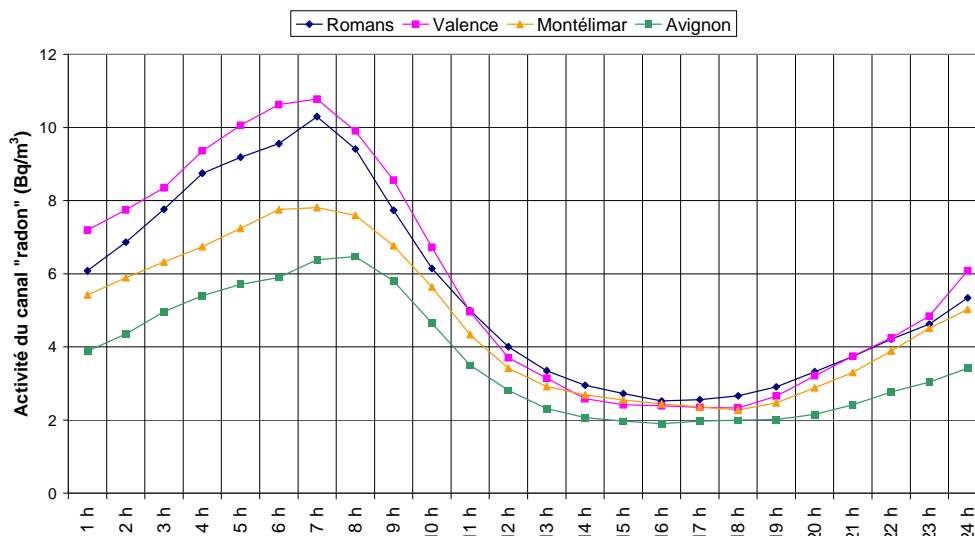
Présent en concentration élevée dans les sols, le radon se dilue rapidement dans l'air extérieur où les activités volumiques varient généralement **de quelques becquerels à quelques dizaines de becquerels par mètre cube d'air**, pour un climat tempéré continental. Des niveaux nettement plus élevés peuvent 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, ...).

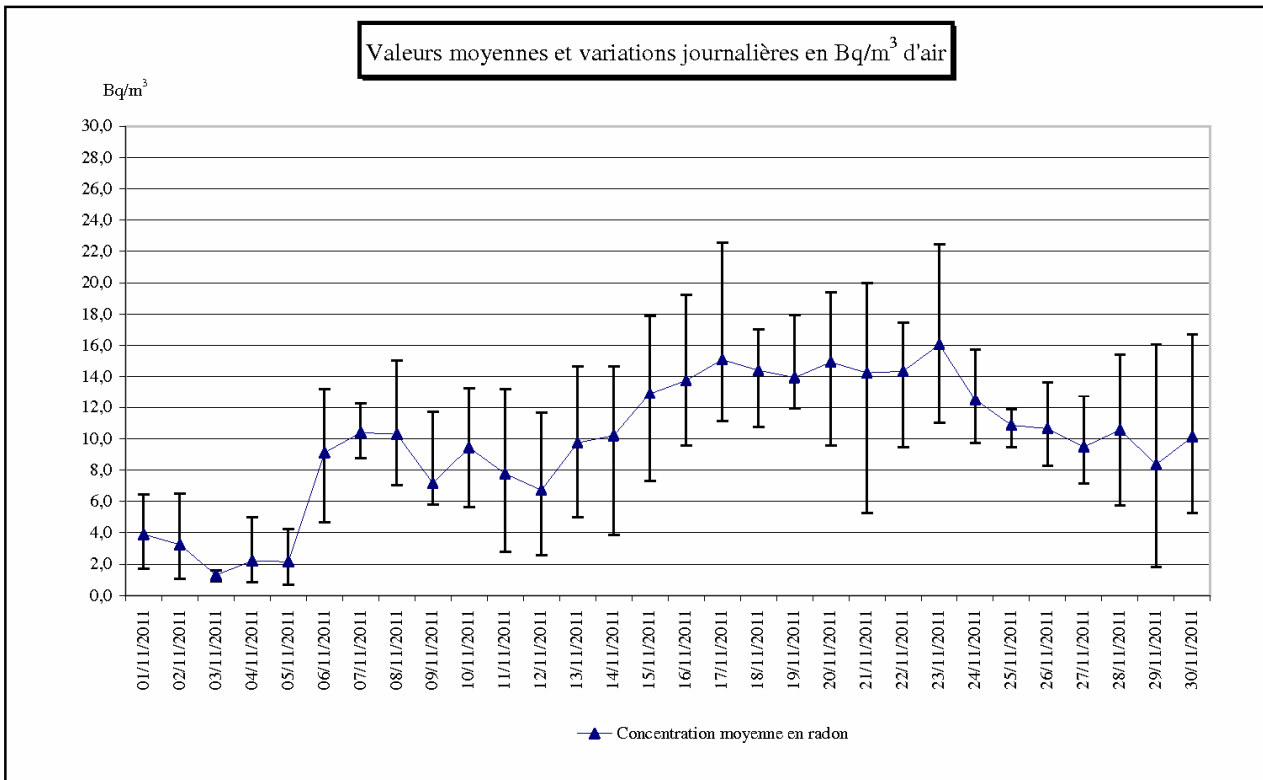
*A l'échelle d'une journée, on constate typiquement une augmentation des concentrations au cours de la nuit, des niveaux maximums en début de matinée (7h TU), puis une diminution, pour atteindre des valeurs minimales en fin d'après-midi (vers 15-17h TU). Voir ci-dessous l'évolution des concentrations 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 Graphe<sup>4</sup>



### 2.2.2 Tableau de synthèse

Valeur horaire maximum relevée le 17/11/2011 à 04h00	22,6 Bq/m3
Valeur horaire minimum relevée le 05/11/2011 à 03h00	0,7 Bq/m3
Ecart le plus important le 21/11/2011	Ecart de 14,7 Bq/m3
Ecart le plus faible le 03/11/2011	Ecart de 0,7 Bq/m3
<b>Moyenne mensuelle</b>	<b>9,9 Bq/m3</b>

<sup>4</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 Commentaires

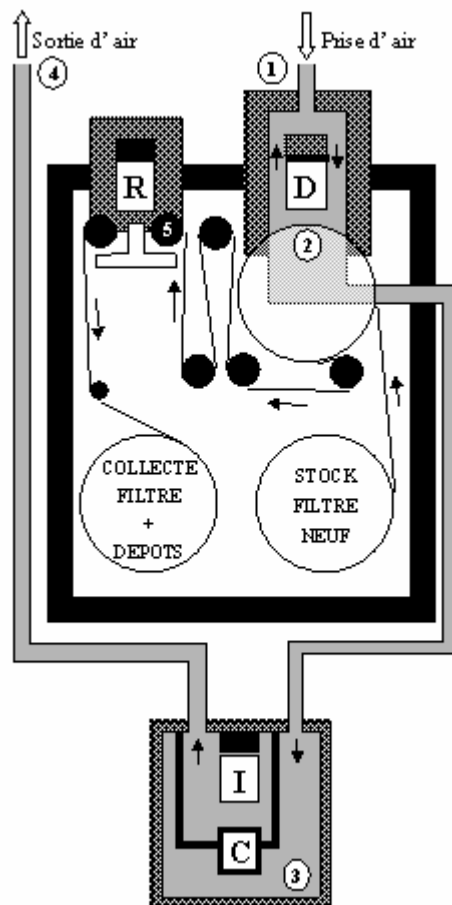
Aucune anomalie particulière n'a été mesurée. On peut cependant remarquer que l'activité volumique moyenne mensuelle de la voie « radon » est relativement élevée en novembre 2011 (**9,9 Bq/m<sup>3</sup>**). Il s'agit de la moyenne mensuelle la plus haute mesurée à ce jour à la balise. Cette valeur est proche de celle mesurée en janvier 2009 (l'activité volumique moyenne avait alors été de **9,4 Bq/m<sup>3</sup>**).

Les moyennes mensuelles de novembre 2011 et janvier 2009 sont près de 2 fois plus élevées que celle de novembre 2010 (**5,1 Bq/m<sup>3</sup>**, voir tableau ci-dessous), qui est d'ailleurs proche de la moyenne de l'année 2010.

Les fluctuations des mesures observées sur le canal « radon » selon les années et les mois peuvent s'expliquer par les variations des conditions météorologiques (par exemple, les mois de janvier 2009 et novembre 2011, pour lesquels les valeurs moyennes en radon sont plus élevées, ont été marqués par une longue période sèche, des précipitations rares et peu de vents forts alors que le mois de novembre 2010 s'est caractérisé par de fréquents passages pluvieux et la présence régulière de vent, dans la moyenne des observations saisonnières).

PEAGE DE ROU.	Minima	Moyennes	Maxima
janv-10	0,7	6,7	24,7
févr-10	0,3	4,8	20,3
mars-10	0,2	2,9	13,6
avr-10	0,1	3,9	16,4
mai-10	0,4	2,6	12,4
juin-10	0,4	3,0	12,3
juil-10	0,3	4,2	17,0
août-10	0,8	5,5	23,6
sept-10	0,5	6,0	29,3
oct-10	0,4	5,8	24,4
nov-10	0,5	5,1	16,0
déc-10	0,2	5,1	23,3
<b>2010</b>	<b>0,1</b>	<b>4,8</b>	<b>29,3</b>

#### Activités volumiques du canal « radon » mesurées en 2010 (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.

Le laboratoire comprend notamment un service dédié à la gestion des réseaux de balises de contrôle en continu de la radioactivité dans l'environnement. Sept scientifiques et techniciens assurent le fonctionnement de ce service.



### RESPONSABLE DU SERVICE DE GESTION DES BALISES

Jérémie MOTTE



### RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Bruno CHAREYRON



### RESPONSABLE TECHNIQUE

Christian COURBON



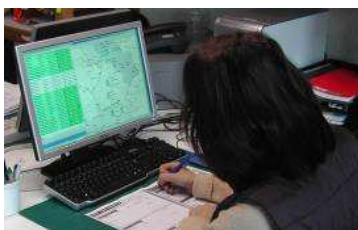
### RESPONSABLE CONTROLE QUALITE

Julien SYREN



### INTERVENTIONS HEBDOMADAIRES, ANALYSES

Stéphane PATRIGEON



### SCRUTATION DES DONNEES

Stéphane MONCHÂTRE



### PREPARATION DES ECHANTILLONS

Jocelyne RIBOUËT

### EQUIPE D'ASTREINTE

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