

SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE ATMOSPHERIQUE BALISE DU PEAGE-DE-ROUSSILLON

Rapport N° 16-01

RAPPORT TRIMESTRIEL
OCTOBRE-NOVEMBRE-DECEMBRE 2015



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



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

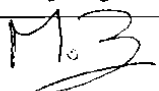
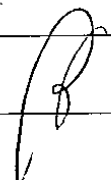
☎ 04 75 41 82 50
☎ 04 75 81 26 48

<http://www.criirad.org>
balises@criirad.org

SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
SYNTHESE	4
1 RADIOACTIVITE ARTIFICIELLE	5
1.1 PRESENTATION	5
1.1.1 AEROSOLS.....	6
1.1.2 IODE	6
1.2 RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU	7
1.2.1 GRAPHES	7
1.2.2 COMMENTAIRES	10
1.3 RESULTATS DES CONTROLES DIFFERES PAR SPECTROMETRIE GAMMA	11
1.3.1 TABLEAU	11
1.3.2 COMMENTAIRES	11
2 RADIOACTIVITE NATURELLE	12
2.1 QU'EST-CE QUE LE RADON ?	12
2.2 RADON : RESULTATS DES CONTROLES AUTOMATIQUES EN CONTINU	13
2.2.1 OCTOBRE 2015	13
2.2.2 NOVEMBRE 2015	14
2.2.3 DECEMBRE 2015	15
2.2.4 COMMENTAIRES	16
ANNEXE : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA BALISE	17
LABORATOIRE CRIIRAD	18



	EMETTEUR	APPROBATION
Nom - Fonction	J. MOTTE - Responsable Service balises	J. SYREN - Responsable Service radon
Date	04/02/2016	04/02/2016
Signature		

SYNTHESE

1) TECHNIQUE

- Suite à la détection d'une rupture de filtre par le personnel du laboratoire chargé de la vérification des données, une intervention spécifique du technicien à la balise a été effectuée le 13 octobre afin de remettre en place le filtre aérosols. Cette rupture fait suite à la mise en place d'un nouveau rouleau de filtre lors de l'intervention hebdomadaire du 12 octobre.

- Le taux de fonctionnement a été de 99,3%¹.

2) RESULTATS DES CONTRÔLES

Aucune contamination n'a été détectée pendant le trimestre.

CONTRÔLES AUTOMATIQUES EN CONTINU

Voies alpha et bêta direct

Des dépassements de la limite de détection (1 Bq/m³), entraînant parfois des alarmes, ont été observés à plusieurs reprises pendant le trimestre sur les 2 voies de mesure (maxima mesurés : 1,9 Bq/m³ sur la voie alpha et 2,9 Bq/m³ sur la voie bêta direct).

En dehors de ces périodes de dépassement, les activités volumiques sont restées inférieures à la limite de détection (1 Bq/m³).

Les dépassements observés ne sont pas dus à une contamination mais aux interférences induites par le radon présent naturellement dans l'air ambiant.

Voie bêta retardé (temps t + 5j 10h)

Les activités volumiques sont restées inférieures à la limite de détection (0,01 Bq/m³).

Voie iode

Les activités volumiques sont restées inférieures à la limite de détection (1 Bq/m³).

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 0,006 mBq/m³ pour chacune des 3 analyses).

Analyses mensuelles en laboratoire de cartouche hebdomadaire

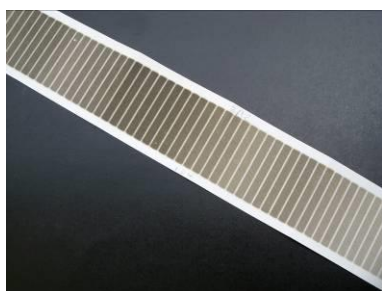
Les analyses trimestrielles ont été effectuées sur les gaz piégés entre le 12 et le 19 octobre, entre le 9 et le 16 novembre et entre le 7 et le 15 décembre. L'activité volumique moyenne en iode 131 pour les 3 analyses a été systématiquement inférieure à la limite de détection (inférieure à 0,143 mBq/m³).

¹ A l'exception des prélèvements hebdomadaires pour lesquels les pompes de la balise sont arrêtées pendant 5 à 30 minutes et des arrêts ponctuels de l'alimentation électrique survenus à 3 reprises les 6 et 8 octobre et le 2 novembre.

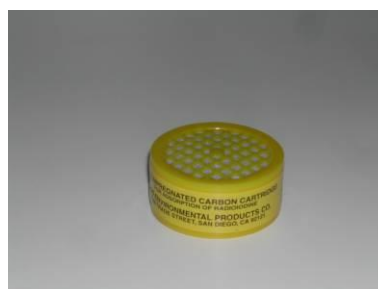
1 RADIOACTIVITE ARTIFICIELLE

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 laboratoire² 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

² Le laboratoire de la CRIIRAD est agréé par l'Autorité de Sécurité 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/m³** alors que celle des **mesures retardées (bêta)** est de **0,01 Bq/m³**.

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/m³** (soit 0,00001 Bq/m³).

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.

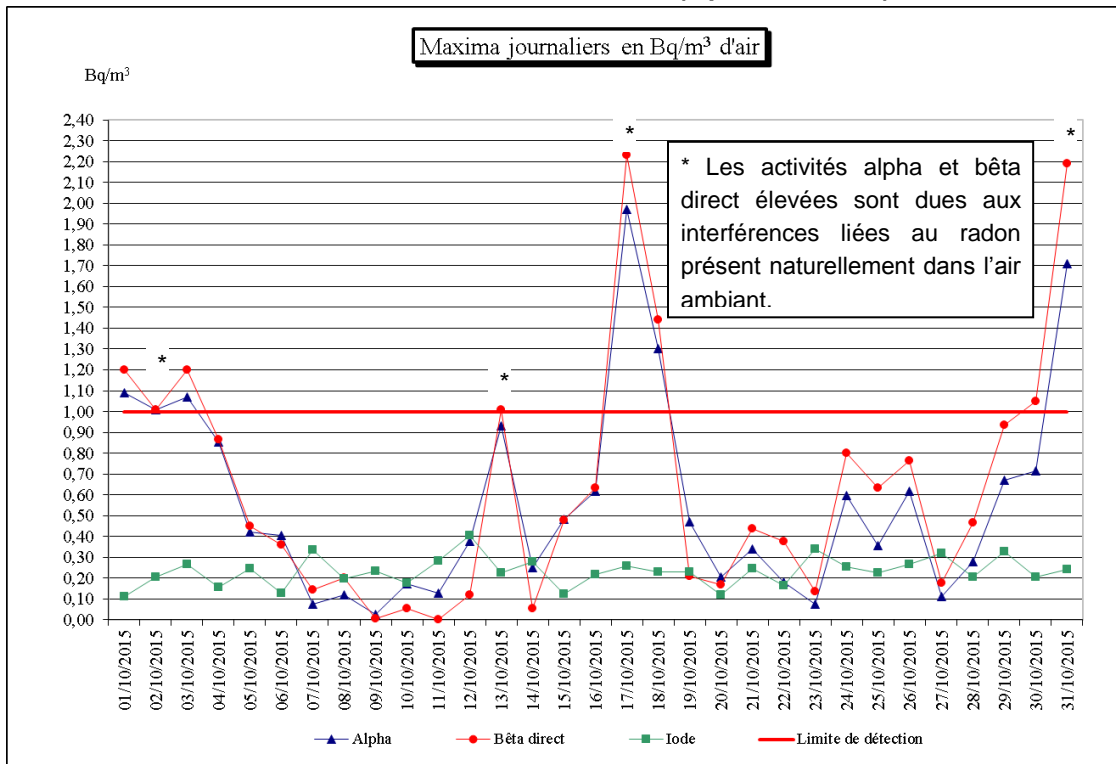
La limite de détection des mesures en direct de l'activité d'iode 131 est de 1 Bq/m³.

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/m³** (pour l'iode 131 et pour un comptage d'environ 50 000 secondes).

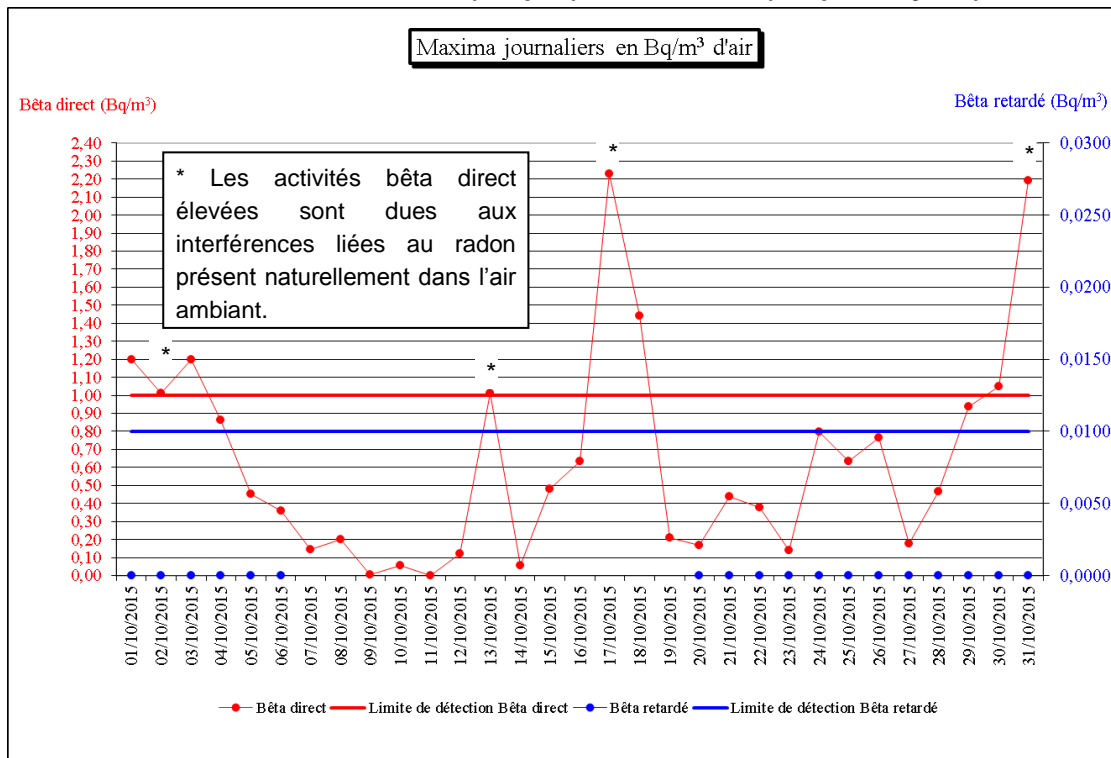
1.2 Résultats des contrôles automatiques en continu

1.2.1 Graphes

Octobre 2015 - Mesures directes (alpha-bêta-iode)

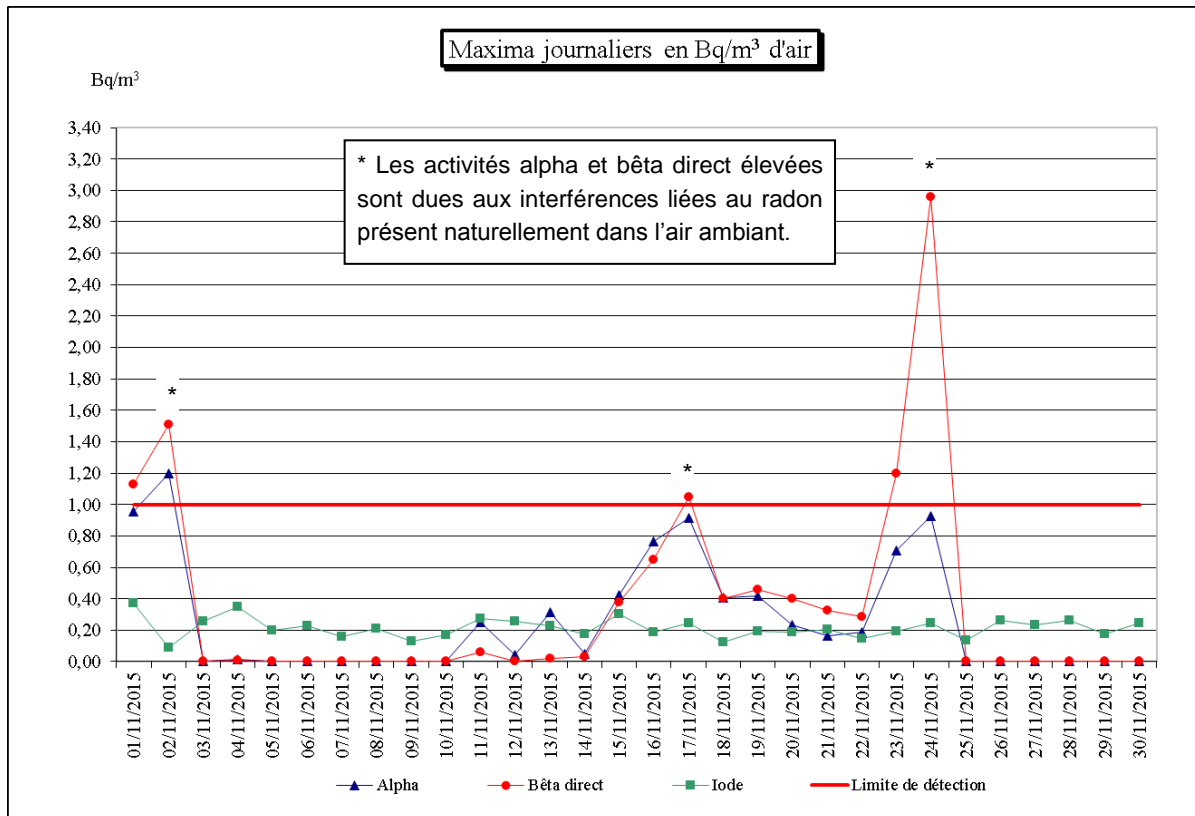


Octobre 2015 - Bêta direct (temps t) - bêta retardé (temps t + 5j 10h)³

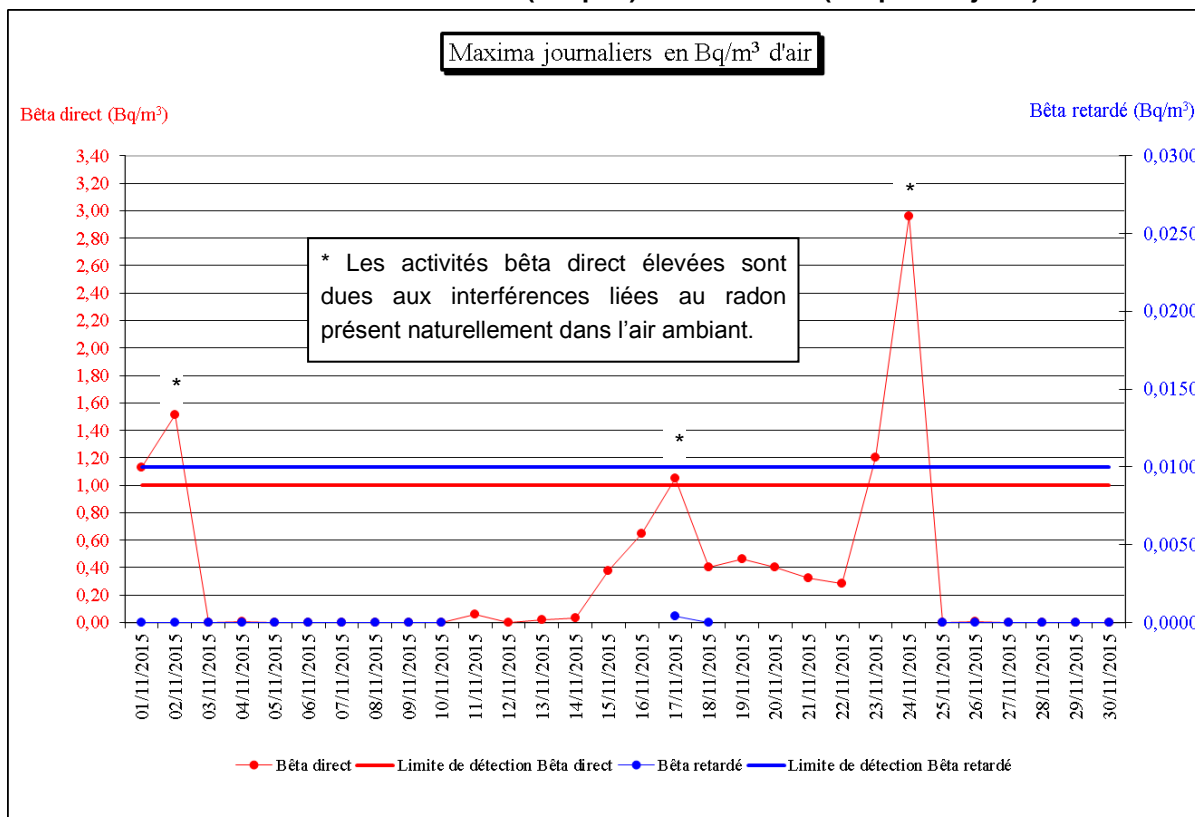


³ Les mesures « bêta retardé » ne sont pas effectuées pendant les 5j 10h suivant un prélèvement de filtre. Dans le graphe ci-dessus, les résultats « bêta retardé » réalisés à « t + 5j10h » sont représentés à « t » afin d'être comparés aux résultats « bêta direct » correspondants.

Novembre 2015 - Mesures directes (alpha-bêta-iode)

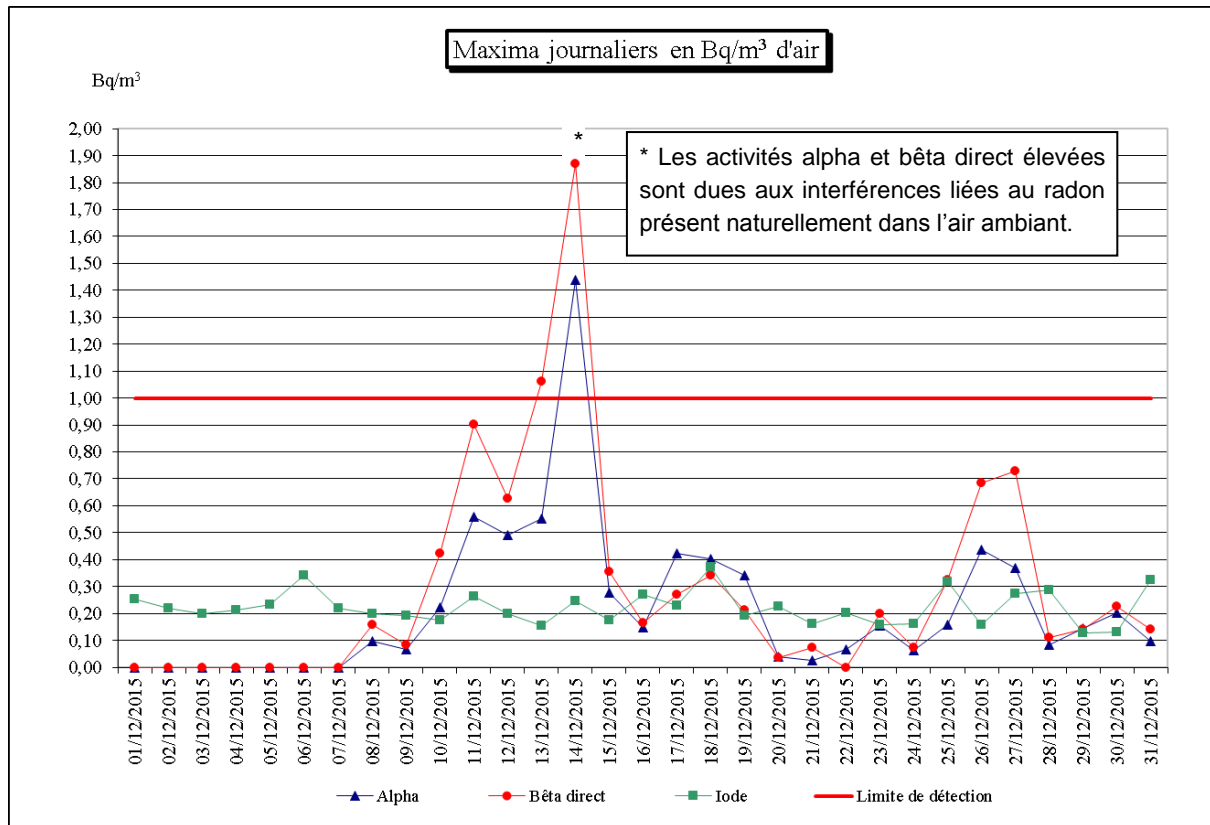


Novembre 2015 - Bêta direct (temps t) - bêta retardé (temps t + 5j 10h)⁴

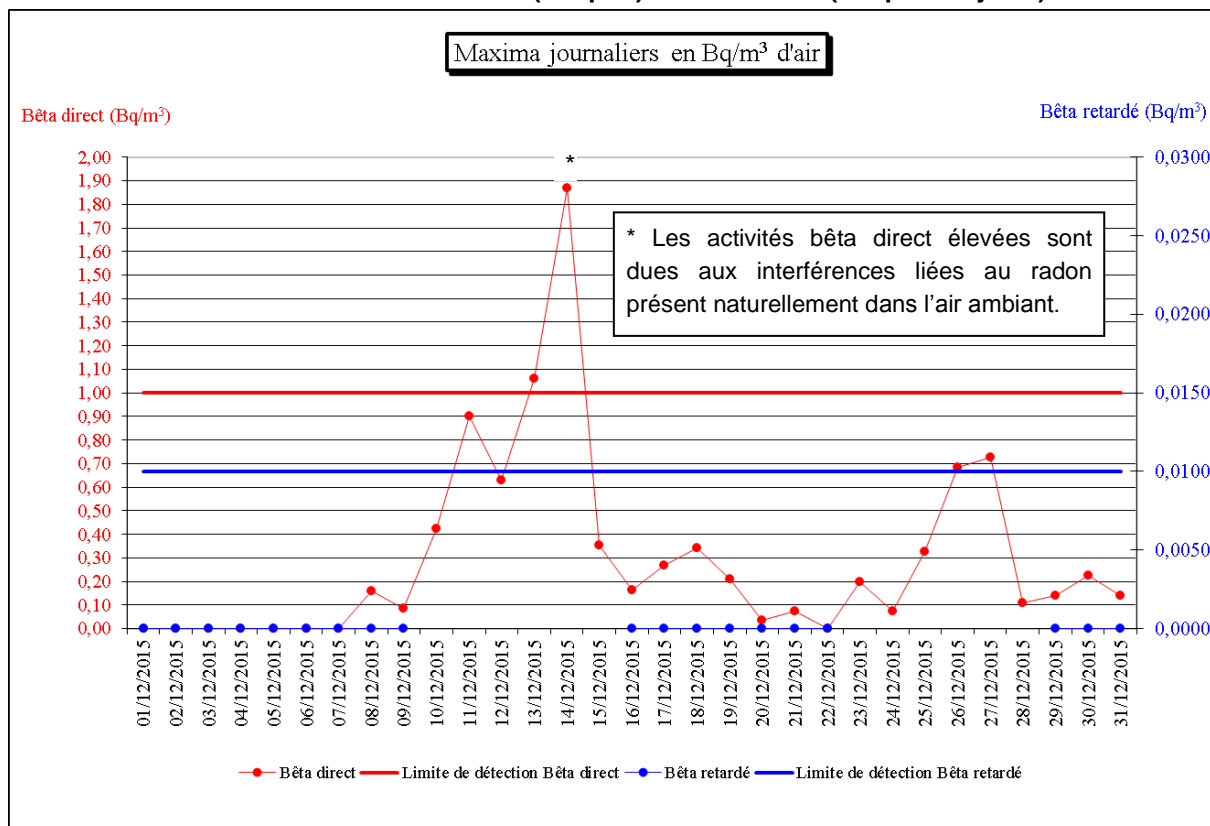


⁴ Les mesures « bêta retardé » ne sont pas effectuées pendant les 5j 10h suivant un prélèvement de filtre. Dans le graphe ci-dessus, les résultats « bêta retardé » réalisés à « t + 5j10h » sont représentés à « t » afin d'être comparés aux résultats « bêta direct » correspondants.

Décembre 2015 - Mesures directes (alpha-bêta-iode)



Décembre 2015 - Bêta direct (temps t) - bêta retardé (temps t + 5j 10h)⁵



⁵ 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 et bêta direct

Des dépassements de la limite de détection (1 Bq/m³) ont été observés à plusieurs reprises au cours du trimestre sur les 2 voies de mesure. Les valeurs maximales mesurées ont été de 1,97 Bq/m³ pour la voie alpha le 17 octobre et 2,96 Bq/m³ pour la voie bêta direct le 24 novembre.

Certains résultats ont même dépassé ponctuellement le seuil d'alerte (1,5 Bq/m³) sur les voies alpha et/ou bêta direct les 17 et 31 octobre, les 2 et 24 novembre ainsi que le 14 décembre. Le personnel d'astreinte a alors procédé immédiatement à des vérifications. Les dépassements observés ne sont pas dus à des contaminations mais à des interférences liées au radon naturel⁶. Il s'agit par exemple d'augmentations rapides de l'activité volumique du radon en l'espace de quelques heures ou de pics de radon (un pic d'activité volumique en radon avec un maximum de 26 Bq/m³ a par exemple été mesuré lors de l'épisode des 13-14 décembre).

Dans le cadre des dépassements observés pendant la période des 23-24 novembre, le laboratoire de la CRIIRAD a décidé de prélever et d'analyser en urgence le filtre aérosols correspondant aux poussières déposées pendant cette période. L'analyse a permis de vérifier l'absence de détection de radionucléides d'origine artificielle émetteurs gamma. Un nouveau réglage a été effectué le 24 novembre afin d'améliorer le paramétrage de la compensation de la radioactivité naturelle par l'électronique de mesure.

Suite à l'observation des dépassements liés au radon, le laboratoire de la CRIIRAD a procédé régulièrement au réglage du paramétrage afin d'optimiser la discrimination entre radioactivités naturelle et artificielle.

Iode 131

Toutes les valeurs sont restées inférieures à la limite de détection (1 Bq/m³).

Bêta retardé

Pendant les périodes de mesure, toutes les valeurs sont restées inférieures à la limite de détection (0,01 Bq/m³).

⁶ Il faut savoir que les signaux alpha, bêta direct et radon sont mesurés 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 en radon mesurées sont inférieures à 10 Bq/m³). Mais lors des pics de radon ou de l'augmentation rapide de son activité, il peut arriver que la discrimination ne s'effectue plus de manière correcte. Cela a été le cas pour ces événements. Le laboratoire de la CRIIRAD intervient régulièrement pour optimiser le réglage, mais il dépend des conditions météorologiques.

1.3 Résultats des contrôles différés par spectrométrie gamma

1.3.1 Tableau

Le tableau page suivante présente pour le césium 137, le césium 134, l'iode 131 (radioactivité artificielle) et le béryllium 7⁷ (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/m³).

Média filtrant	Air échantillonné du au		Date de prélèvement	N° analyse	Date d'analyse	Cs 137 (mBq/m ³)	Cs 134 (mBq/m ³)	I 131 (mBq/m ³)	Be 7 (mBq/m ³)
Filtre aérosols	15/09/2015 09:20	19/10/2015 13:54	19/10/15	28 569	19/10/15	< 0,005	< 0,004	< 0,022	2,4 ± 0,3
	19/10/2015 14:01	16/11/2015 09:54	16/11/15	28 619	17/11/15	< 0,006	< 0,005	< 0,020	2,7 ± 0,4
	16/11/2015 09:59	15/12/2015 09:57	15/12/15	28 694	16/12/15	< 0,006	< 0,005	< 0,020	2,8 ± 0,4
Cartouche de charbon actif	12/10/2015 13:59	19/10/2015 13:52	19/10/15	28 570	20/10/15	-	-	< 0,143	-
	09/11/2015 10:17	16/11/2015 09:53	16/11/15	28 617	17/11/15	-	-	< 0,107	-
	07/12/2015 15:07	15/12/2015 09:55	15/12/15	28 693	16/12/15	-	-	< 0,118	-

Légende

Résultats exprimés en millibecquerels par mètre cube d'air (mBq/m³) 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.

⁷ 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.

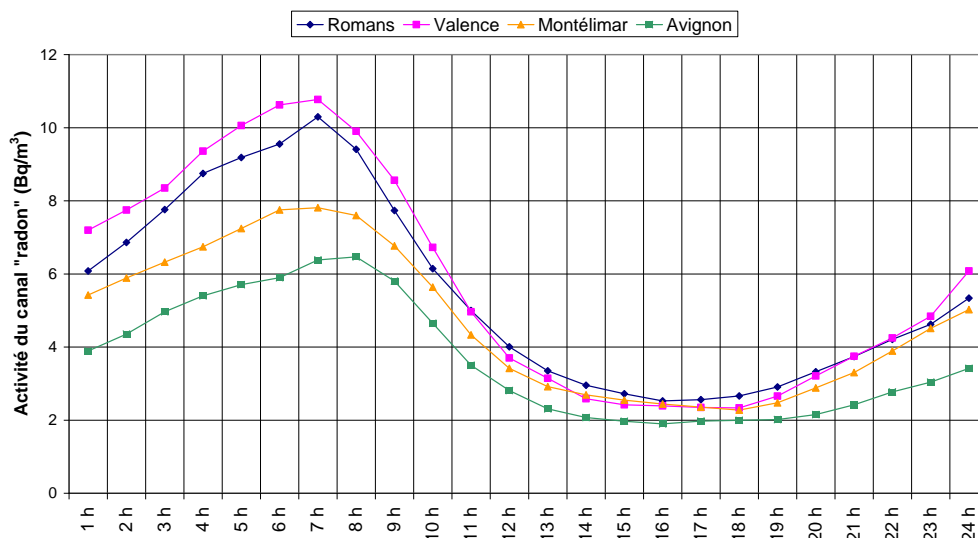
Présent en concentration élevée dans les sols, le radon se dilue rapidement dans l'air extérieur où les activités volumiques varient généralement **de quelques becquerels à quelques dizaines de becquerels par mètre cube d'air**, pour un climat tempéré continental. Des niveaux nettement plus élevés peuvent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

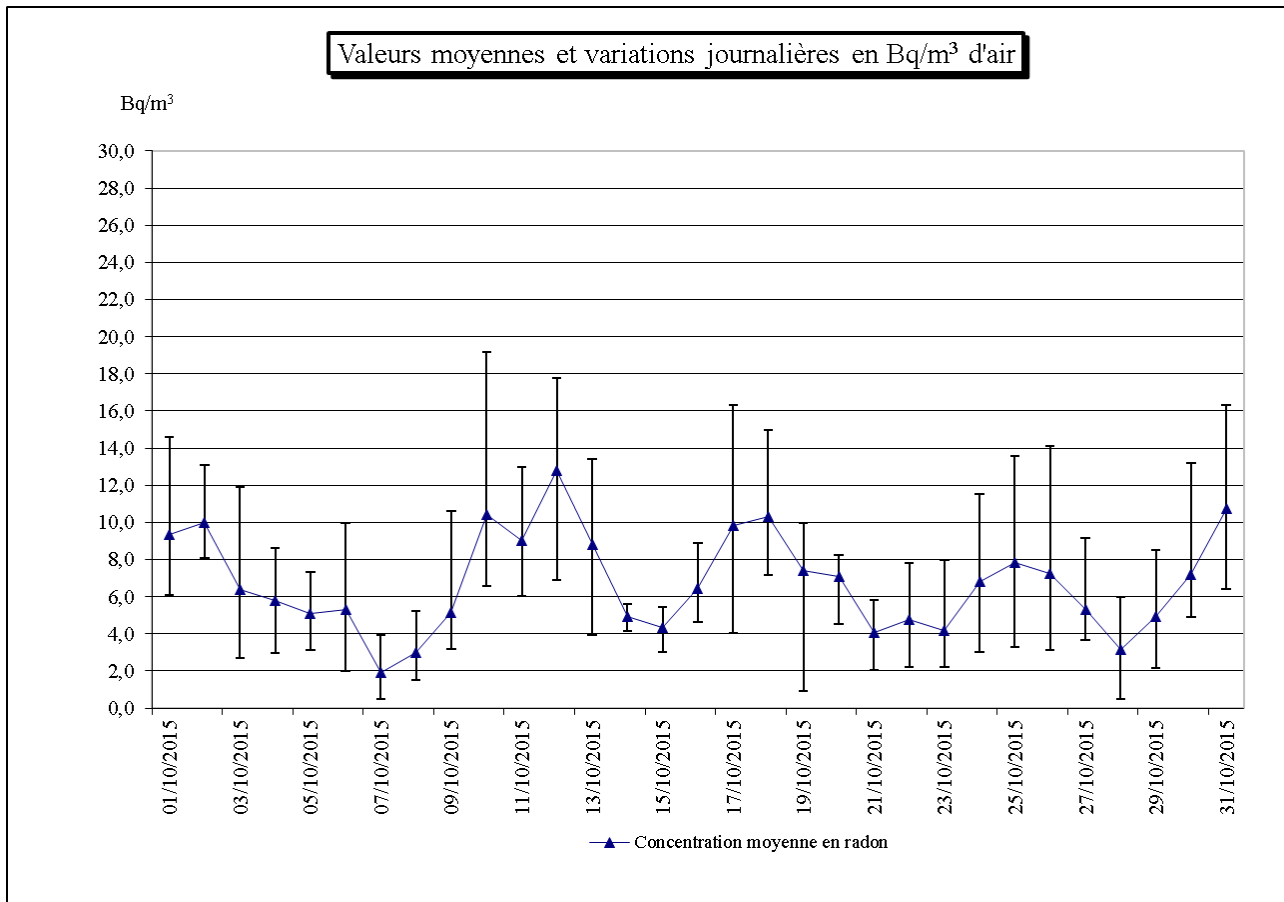
A l'échelle d'une journée, on constate typiquement une augmentation des concentrations au cours de la nuit, des niveaux maximums en début de matinée (7h TU), puis une diminution, pour atteindre des valeurs minimales en fin d'après-midi (vers 15-17h TU). Voir ci-dessous l'évolution des concentrations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

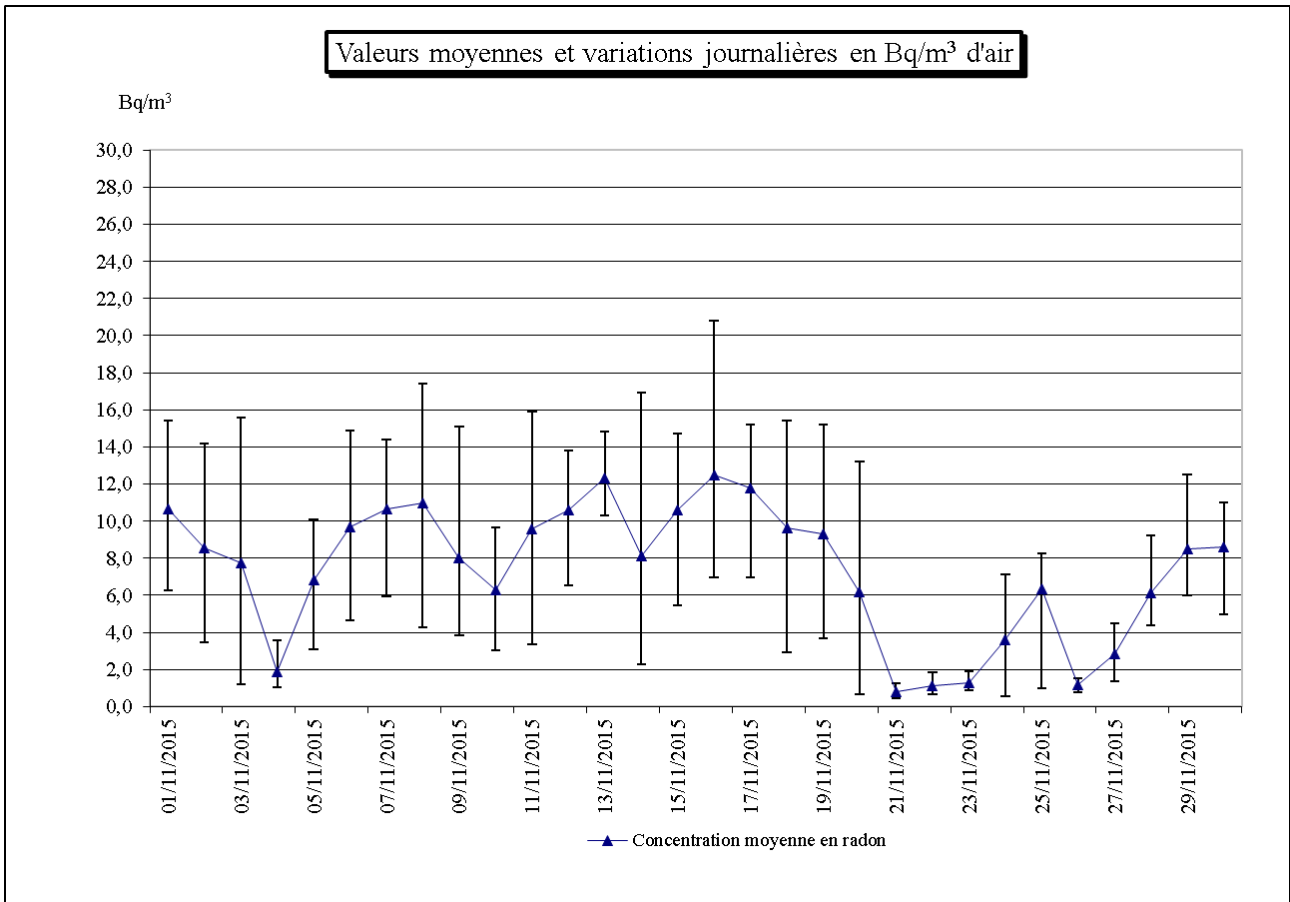
2.2.1 Octobre 2015⁸



Valeur horaire maximum relevée le 10/10/2015 à 07h00	19,2 Bq/m ³
Valeur horaire minimum relevée le 28/10/2015 à 15h00	0,5 Bq/m ³
Ecart le plus important le 10/10/2015	Ecart de 12,6 Bq/m ³
Ecart le plus faible le 14/10/2015	Ecart de 1,5 Bq/m ³
Moyenne mensuelle	6,8 Bq/m³

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

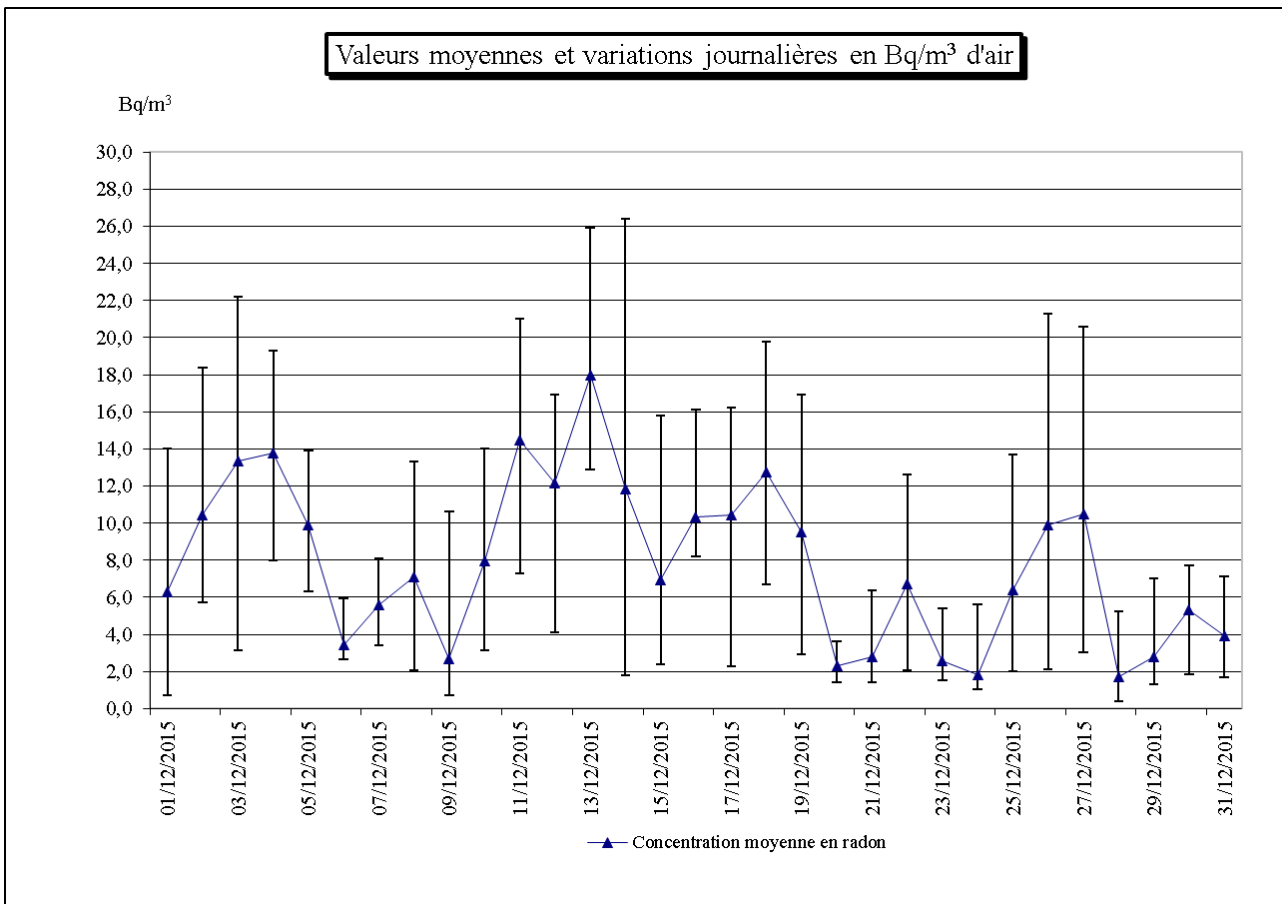
2.2.2 Novembre 2015⁹



Valeur horaire maximum relevée le 16/11/2015 à 09h00	20,8 Bq/m3
Valeur horaire minimum relevée le 21/11/2015 à 13h00	0,4 Bq/m3
Ecart le plus important le 14/11/2015	Ecart de 14,6 Bq/m3
Ecart le plus faible le 26/11/2015	Ecart de 0,8 Bq/m3
Moyenne mensuelle	7,4 Bq/m3

⁹ 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 Décembre 2015¹⁰



Valeur horaire maximum relevée le 14/12/2015 à 09h00	26,4 Bq/m3
Valeur horaire minimum relevée le 28/12/2015 à 11h00	0,4 Bq/m3
Ecart le plus important le 14/12/2015	Ecart de 24,6 Bq/m3
Ecart le plus faible le 20/12/2015	Ecart de 2,3 Bq/m3
Moyenne mensuelle	7,9 Bq/m3

¹⁰ 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

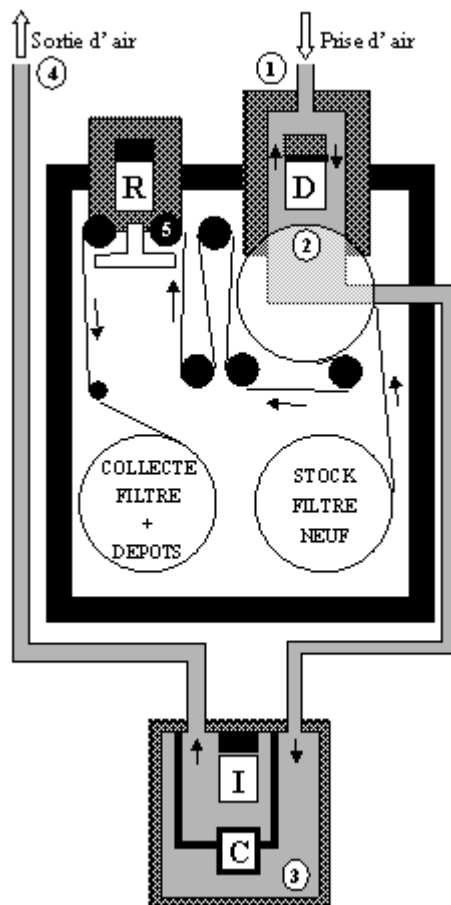
Aucune anomalie particulière n'a été mesurée. Les concentrations en radon sont normales pour la vallée du Rhône et la saison.

Les données mensuelles peuvent être comparées au tableau ci-dessous qui synthétise les résultats de l'année 2013 pour la balise atmosphérique de Péage-de-Roussillon.

PEAGE DE ROU.	Minima	Moyennes	Maxima
janv-13	0,8	5,6	20,2
févr-13	0,4	5,3	19,3
mars-13	0,4	5,0	24,1
avr-13	0,4	4,1	17,4
mai-13	0,4	2,4	13,5
juin-13	0,5	3,1	17,4
juil-13	0,8	5,0	22,3
août-13	1,1	5,9	27,3
sept-13	0,8	5,6	33,1
oct-13	0,8	4,1	13,1
nov-13	0,5	3,8	18,5
déc-13	0,4	2,8	15,1
2013	0,4	4,4	33,1

Activités volumiques du canal « radon » mesurées en 2013 (résultats en Bq/m³)

ANNEXE : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA BALISE



1. L'air extérieur est aspiré par une pompe à un débit nominal de 25 m³/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 (limite de détection : 1 Bq/m³) 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/m³), 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

Jérémy MOTTE



RESPONSABLE INTERVENTIONS

Christian COURBON



RESPONSABLE QUALITE

Marion JEAMBRUN



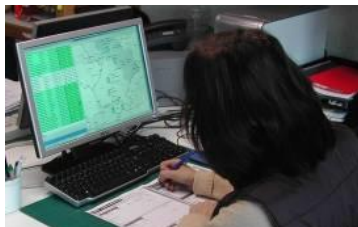
RESPONSABLE SERVICE RADON

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, Jérémy MOTTE, Corinne CASTANIER et Roland DESBORDES (respectivement responsable recherche et président de la CRIIRAD)