



Mesure • Expertise • Traitement

Pôle d'expertises et d'analyses radioactives
Limousin

CC ST CYR MERE BOITIER COMMUNE DE BRANDON

Caractérisation de la potentialité du risque radon
sur site avant aménagement d'une école

Intervention du 02/11/2018 au 09/11/2018

Date du rapport : 15/11/2018

Rédacteur : Vincent DELPECH, Responsable Radon

Signature :

Pe@rL

ZAC de la Technopole
20, Rue Atlantis
87068 LIMOGES Cedex
Tél. 05 55 43 69 95

SIRET : 488 577 958 00017 - Code APE : 7110Z
SAS au capital de 200 000 euros

20, Rue Atlantis – 87068 Limoges Cedex -Tél. : 05.55.43.69.95

mail : contact@pearl-sas.eu

SAS au capital de 459005 € - N° SIRET : 488 577 958 000 25

Objet :

L'intervention objet de ce rapport a été réalisée du 2 novembre 2018 au 9 novembre 2018 dans le cadre d'une demande émanant de la Communauté de Communes de St Cyr Mère Boitier.

L'intervention a consisté à caractériser la potentialité du risque radon exhalant du sol sur un site situé à Brandon (71), en vue du projet de construction d'une nouvelle école.



Figure 1 : Localisation du site investigué.

Les investigations préliminaires à la construction visant à évaluer la potentialité de présence du radon dans les futurs locaux reposent sur un nombre limité de mesures, sur une période déterminée. Elles ne sont donc pas représentatives d'une situation moyenne dans le temps. En l'absence d'un cadre réglementaire, l'étude ne représente qu'un caractère indicatif et la responsabilité de Pearl est dérogée de plein droit si la présence de radon était notée à l'intérieur des locaux une fois ceux-ci construits et en activité.

Moyens de mesure mis en œuvre :

L'étude se base sur l'analyse de 3 types de mesures complémentaires pour l'estimation du potentiel de présence du radon dans la future école.

- Plan compteur ; mesure de débit de l'équivalent de dose gamma :

Moyen de mesure	Méthode de mesure	Limite de détection	Temps d'exposition
Débitmètre 6150 AD6 Saphymo	Débit de dose en temps réel	5 nSv/h	Mesure en temps réel

La radioactivité gamma naturelle est liée à la présence dans les roches d'isotopes radioactifs, émetteurs de rayonnements gamma, appartenant aux familles des trois éléments radioactifs à longue période : le thorium 232, l'uranium 238 et l'uranium 235. Le potassium 40 est également à l'origine d'une partie du rayonnement gamma tellurique.

La mesure du débit de dose gamma est effectuée par débitmètre Saphymo 6150 AD6.



Figure 2 : Débitmètre Saphymo 6150 AD6.



Figure 3 : Ecran de visualisation de la mesure.

Afin de s'assurer qu'il n'y ait pas d'anomalies notables d'émissions de rayonnement gamma, l'ensemble du site a été balayé à la hauteur standard de un mètre du sol.

- **Cartographie de l'activité volumique du radon et de ses descendants par les DSTNs passifs à configuration fermée :**

Moyen de mesure	Méthode de mesure	Limite de détection	Temps d'exposition
DSTN	Irradiation de film CR39	20 Bq/m ³	7 jours

La cartographie de l'activité volumique du radon utilise des Détecteurs Solides de Traces Nucléaires (DSTNs) à configuration fermée et maintenus dans des containers accumulateurs.

Les DSTNs sont notamment utilisés pour le dépistage réglementaire du radon dans les lieux ouverts au public et les lieux de travail, pour le dépistage chez le particulier, et aussi dans les études de sol pour la cartographie de l'activité volumique du radon et de ses descendants. Ils permettent une mesure intégrée du radon.

Le principe de base des détecteurs est d'utiliser un film plastique à base de polymère sensible aux particules alpha issues du radon. L'énergie cédée au film par ces particules laisse des zones de dégâts appelées « traces latentes ». L'exposition terminée, un traitement chimique permet de révéler ces traces. Leurs nombres et leurs diamètres par unité de surface sont déterminés par un système informatique, conduisant à la détermination de l'activité volumique du radon (en Bq/m³).



Figure 4 : DSTN EasyRad de Pe@rL.

Les D.S.T.N.s sont disposés sur plusieurs points répartis autant que faire se peut de façon homogène sur site. Après leur relève, les D.S.T.N.s sont analysés au laboratoire.

- **Estimation du flux surfacique d'exhalation du radon :**

Moyen de mesure	Méthode de mesure	Limite de détection	Temps d'exposition
Fiole scintillante + système de comptage	Fiole tapissée de Sulfure de Zinc	45 Bq/m ³	< 5min

Elle est réalisée avec des fioles scintillantes. Les fioles sont des appareils combinés de prélèvement et de mesure du radon. Un échantillon d'air est recueilli grâce à une dépression préalablement créée dans la fiole. Le revêtement interne à base de sulfure de zinc convertit alors les émissions alpha produites par le radon en photons, qui seront alors comptés grâce à un photomultiplicateur connecté à une échelle de comptage pour rendre compte de l'activité volumique et par unité de surface du radon.

La mesure par fiole scintillante est une mesure ponctuelle.



Figure 5 : Exemples de fioles scintillantes.

Le prélèvement se fait par accumulation du radon dans un container étanche, prélèvement ponctuel à $t = 0$ minutes et $t = 120$ minutes (minimum) d'accumulation.

Résultats :

- *Plan compteur ; mesure de débit de l'équivalent de dose Gamma :*

Au total, le site est balayé sur 35 points de mesure (figure 6).



Figure 6 : Points de mesures du débit équivalent de dose Gamma.

Les débits d'équivalent de dose Gamma relevés sont compris entre 89 et 130 nSv/h.
Notons que le débit moyen est calculé sur la base du relevé systématique (Tableau 1 et figure 7).

Tableau 1 : Relevés du débit d'équivalent de dose Gamma.

Nb de points	35
Min (nSv/h)	89
Max (nSv/h)	130
Moyenne (nSv/h)	109
Remarques	Aucune anomalie relevée



Figure 7 : Cartographie du débit équivalent de dose Gamma.

Aucune anomalie significative n'est observée, en comparaison avec le débit gamma moyen pouvant être relevé sur la région pour les roches les plus riches (environ 100 nSv/h –source téléray IRN)).

- **Mesure de l'activité volumique du radon et de ses descendants par les DSTNs passifs à configuration fermée :**

15 DSTNs ont été disposés dans des containers d'accumulation (figure 8).



Figure 8 : Localisation des points de mesures (en vert) pour la cartographie de l'activité volumique du radon et de ses descendants.

Les containers d'accumulation sont enfoncés de 10 à 15 centimètres dans le sol pour assurer, autant que faire se peut, l'étanchéité d'un tel dispositif. Les DSTNs sont alors laissés en position « mesure » pendant 7 jours.

La cartographie de l'activité volumique du radon à la surface du sol est donnée en figure 9 (les résultats de mesure sont exprimés en Bq/m³).



Figure 9 : Cartographie de l'activité volumique du radon (résultats exprimés en Bq/m³).

Les activités volumiques relevées sont comprises entre 2119 et 5482 Bq/m³, avec une moyenne de 3393 Bq/m³, indiquant un potentiel moyen de présence du radon dans les futurs locaux.

A noter que lors de la relève des DSTNs le 09/11/2018, le container au point 4 (dosimètre 42336), n'a pas été retrouvé. Cette perte ne remet pas en cause les résultats observés qui montrent une relative homogénéité d'exhalation du radon sur l'ensemble du site.

- **Estimation du flux surfacique d'exhalation du radon :**

La mesure du flux surfacique d'exhalation a été réalisée aux points 8, 23 et 26, points où ont été relevés les plus fortes valeurs de débits de dose gamma (Voir figure 10).



Figure 10 : Localisation des points de mesure (en violet) du flux surfacique d'exhalation du radon.

Après mise en place d'un container d'accumulation sur un point de mesure donné, l'air accumulé dans le container est prélevé avec des fioles scintillantes à t = 0 minutes d'accumulation et t 120 minutes d'accumulation minimum. Le comptage des fioles est par la suite réalisé en différé.

Les résultats de mesure sont donnés dans le tableau 2. Le flux surfacique d'exhalation est exprimé en mBq/m²/s.

Tableau 2 : Mesure du flux surfacique d'exhalation du radon.

Point	Date	Appareil employé	N° Fiole	Heure de prélèvement	Heure de comptage	Activité volumique moyenne associée (Incertitude à k=2)	Flux surfacique d'exhalation associé
8	02/11/2018	Fioles scintillantes	A12	12h04	21h38	< 68 Bq/m³	24,7 mBq/m²/s
			A16				
			A9	14h20	20h36	2487 +/- 326 Bq/m³	
			A5				
23	02/11/2018	Fioles scintillantes	A7	12h10	22h00	< 64 Bq/m³	20,7 mBq/m²/s
			A6				
			A26	14h17	21h17	2088 +/- 284 Bq/m³	
			A2				
26	02/11/2018	Fioles scintillantes	A21	12h07	21h49	< 98 Bq/m³	24,0 mBq/m²/s
			A29				
			A8	14h14	20h56	2452 +/- 321 Bq/m³	
			A14				

A titre de comparaison, le flux surfacique d'exhalation moyen à la surface du globe est estimé à 20mBq/m²/s.

Les flux surfaciques d'exhalation du radon relevés sur les points de prélèvement 8, 23 et 26 sont équivalents au flux d'exhalation moyen à la surface du globe, et rendent compte d'un potentiel moyen de présence du radon dans les futurs locaux.

Conclusion de l'étude :

L'étude réalisée concerne la cartographie du débit de dose gamma, la mesure de l'activité volumique du radon à la surface du sol et la mesure du flux surfacique d'exhalation en vue de déterminer les précautions à prendre vis-à-vis de la problématique du radon avant la construction d'une école sur la commune de Brandon (71).

Une cartographie du débit de dose de la radioactivité gamma naturelle a été menée à l'aide du débitmètre Saphymo 6150 AD6. Le débitmètre permet de mesurer l'émission gamma totale des roches mais ne permet ni d'identifier les isotopes responsables de ces émissions, ni de remonter à leurs contributions respectives au signal gamma total enregistré. Cependant, un fort débit doit amener à conduire des recherches de radon plus attentionnées dans ces zones d'anomalies.

Après balisage à l'emplacement de la future construction, des débits de doses faibles et relativement homogènes ont été enregistrés, indiquant l'absence d'anomalies de débit gamma.

Les mesures de l'activité volumique du radon en container d'accumulation à la surface du sol démontrent une répartition relativement homogène de l'exhalation du radon, avec des activités volumiques allant de 2119 à 5482 Bq/m³. Ces mesures montrent un potentiel moyen de présence de radon dans le futur bâtiment à des niveaux supérieurs à 300 Bq/m³.

Les résultats de mesure du flux d'exhalation aux points 8, 23 et 26 confirment ce potentiel ; le flux d'exhalation du radon étant en moyenne de 23,1 mBq/m²/s.

Le croisement des résultats de cette étude révèle une homogénéité spatiale de l'exhalation du radon à la surface du sol, indiquant un potentiel moyen de présence du radon dans le futur bâtiment.

L'hypothèse d'une diffusion du radon depuis le sol reste donc certaine après aménagement et construction (d'autant que la modification du sol de recouvrement par la mise en place futur bâtiment pourra impliquer un bouleversement du cheminement du radon et ainsi augmenter le potentiel de présence du radon dans des proportions significatives dans les futurs locaux) et pourrait entraîner des activités volumiques annuelles moyennes supérieures à la référence de 300 Bq/m³ si aucune action préventive de remédiation n'est appliquée lors de la construction.

La mise en place des mesures de remédiation usuelles contre le radon du type :

- Application d'une membrane pare-radon,
- Application d'un système de drains,
- Installation de ventilations mécaniques et d'un renouvellement d'air optimum dans les locaux les plus occupés,

est donc à envisager, par principe de précaution, lors de la construction de l'école de Brandon. Ces solutions techniques préventives sont décrites dans le guide du CSTB ("Le radon dans les bâtiments : guide pour la remédiation dans les constructions existantes et la prévention dans les constructions neuves") ou le manuel suisse du radon (en téléchargement gratuit sur Internet).

Tableau 3 : Relevés du débit d'équivalent de dose Gamma : Brandon.

POINT	Débit de dose (nSv/h)	POINT	Débit de dose (nSv/h)
1	111	19	104
2	96	20	118
3	102	21	112
4	108	22	110
5	89	23	122
6	103	24	106
7	105	25	109
8	130	26	123
9	112	27	117
10	115	28	114
11	108	29	118
12	107	30	108
13	105	31	105
14	110	32	104
15	115	33	102
16	108	34	100
17	99	35	107
18	107		

Caractérisation de la potentialité du risque radon-CC ST CYR MERE BOITIER-BRANDON

ANNEXE 2 – Mesure de l'activité volumique du radon et de ses descendants ; PV d'analyses

 ACCREDITATION COFRAC N°1-1715 PORTÉE DISPONIBLE SUR www.cofrac.fr	Rapport d'analyse Mesure intégrée de l'activité volumique en Radon 222 Réf Pearl : 09/11/18 - Pearl 161018-CC ST CYR-BRANDON <i>En application de la norme NF ISO 11665-4/ DSTN en configuration fermée / Prélèvement passif</i>	Réf : ENR ESS Rn Cr39 Version : 07 Date : 19/06/2017
		Page : 1 / 2

Date de réception : 09/11/18
 Référence client : Pearl M.Vincent DELPECH
 Référence dossier : 161018-CC ST CYR-BRANDON

N° Client	Lieu d'exposition (1)	Date d'analyse	Début d'exposition (1)	Fin d'exposition (1)	Durée (jours)	Exposition mesurée (kBq.m ⁻³ .h)	Activité volumique (Bq.m ⁻³) (2)
42335	Point 2	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	559	3327 +/- 664
42336	Point 4	-	02/11/2018	PERDU	-	-	-
42337	Point 6	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	581	3458 +/- 690
42358	Point 8	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	540	3214 +/- 642
42360	Point 10	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	573	3411 +/- 681
42361	Point 12	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	356	2119 +/- 423
42364	Point 14	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	537	3196 +/- 638
42419	Point 17	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	878	5226 +/- 1043
42420	Point 19	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	535	3185 +/- 636
42421	Point 21	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	465	2768 +/- 553

(1) Le prélèvement est réalisé hors accréditation Cofrac
 (2) Le calcul de l'activité volumique est réalisé sur la base de la durée d'exposition transmise par le client
 Les incertitudes élargies sont évaluées avec un facteur d'élargissement k=2 ; les limites de détection avec $\alpha=\beta=0,05$ et $k1-\alpha=k1-\beta=1,65$

Observations (Hors portée d'accréditation) :

42336 : Dosimètre non retrouvé à la relève.

Durée de pose inférieure à deux mois/mesures en containers d'accumulation : les résultats ne sont pas représentatifs d'une moyenne annuelle d'activité volumique en radon et ne peuvent être comparés à des mesures intégrées en bâtiment.

Date d'émission :	15/11/2018
Nom :	Vincent DELPECH
Fonction :	Responsable Essai Radon Air
Signature :	

*Le rapport d'analyse ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite de Pearl. Il ne concerne que l'objet ou le produit soumis à l'essai.
 Pearl s'engage à ne rendre public aucune information ou résultat de mesure à moins d'en être autorisé par l'organisme demandeur de l'analyse.*

Pearl Pôle d'expertises et d'Analyses Radioactives Limousin 20, rue Atlantis 87068 Limoges Cedex 3 - Tél : 05 55 43 69 95 - contact@pearl-sas.eu - SAS au capital de 459005 € - N° SIRET : 488 577 958 000 25
--

 ACCREDITATION COFRAC N°1-1715 PORTÉE DISPONIBLE SUR www.cofrac.fr	Rapport d'analyse Mesure intégrée de l'activité volumique en Radon 222 Réf Pearl : 09/11/18 - Pearl 161018-CC ST CYR-BRANDON <i>En application de la norme NF ISO 11665-4/ DSTN en configuration fermée / Prélèvement passif</i>	Réf : ENR ESS Rn Cr39 Version : 07 Date : 19/06/2017
		Page : 2 / 2

Date de réception : 09/11/18
 Référence client : Pearl M.Vincent DELPECH
 Référence dossier : 161018-CC ST CYR-BRANDON

N° Client	Lieu d'exposition (1)	Date d'analyse	Début d'exposition (1)	Fin d'exposition (1)	Durée (jours)	Exposition mesurée (kBq.m ⁻³ .h)	Activité volumique (Bq.m ⁻³) (2)
42423	Point 24	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	428	2548 +/- 509
42422	Point 26	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	674	4012 +/- 801
42324	Point 29	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	425	2530 +/- 780
42427	Point 31	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	921	5482 +/- 1094
42428	Point 33	15/11/2018	02/11/2018	09/11/2018	7	508	3024 +/- 604

(1) Le prélèvement est réalisé hors accréditation Cofrac
 (2) Le calcul de l'activité volumique est réalisé sur la base de la durée d'exposition transmise par le client
 Les incertitudes élargies sont évaluées avec un facteur d'élargissement k=2 ; les limites de détection avec $\alpha=\beta=0,05$ et $k1-\alpha=k1-\beta=1,65$

Observations (Hors portée d'accréditation) :

Durée de pose inférieure à deux mois/mesures en containers d'accumulation : les résultats ne sont pas représentatifs d'une moyenne annuelle d'activité volumique en radon et ne peuvent être comparés à des mesures intégrées en bâtiment.

Date d'émission :	15/11/2018
Nom :	Vincent DELPECH
Fonction :	Responsable Essai Radon Air
Signature :	

*Le rapport d'analyse ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite de Pearl. Il ne concerne que l'objet ou le produit soumis à l'essai.
 Pearl s'engage à ne rendre public aucune information ou résultat de mesure à moins d'en être autorisé par l'organisme demandeur de l'analyse.*

Pearl Pôle d'expertises et d'Analyses Radioactives Limousin 20, rue Atlantis 87068 Limoges Cedex 3 - Tél : 05 55 43 69 95 - contact@pearl-sas.eu - SAS au capital de 459005 € - N° SIRET : 488 577 958 000 25
--

Caractérisation de la potentialité du risque radon--CC ST CYR MERE BOITIER-BRANDON
ANNEXE 3 – Mesure du flux d'exhalation du radon

Tableau 4 : Mesure de l'activité volumique en radon/Fioles scintillantes : Brandon.

Point	Fiole	BDF (31/10/18)		Date et Heure prélèvement	Date et Heure comptage	Temps écoulé (h)	Nbre coups		Activité (Bq/m ³)	Incertitude
		comptage 1	comptage 2				comptage 1	comptage 2		
POINT 8	A12	5	5	02/11/2018 12:04	02/11/2018 21:38	9,57	8	4	15,97222222	52,9986638
POINT 8	A16	9	3	02/11/2018 12:04	02/11/2018 21:49	9,75	6	8	15,97222222	57,6114757
POINT 26	A21	1	3	02/11/2018 12:07	02/11/2018 22:00	9,88	4	8	63,88888889	45,6392101
POINT 26	A29	4	6	02/11/2018 12:07	02/11/2018 22:10	10,05	9	5	31,94444444	55,4243015
POINT 23	A7	6	7	02/11/2018 12:10	02/11/2018 22:20	10,17	8	6	7,986111111	28,8057378
POINT 23	A6	5	7	02/11/2018 12:10	02/11/2018 22:31	10,35	9	7	31,94444444	59,850455
POINT 8	A9	3	2	02/11/2018 14:20	02/11/2018 20:46	6,43	163	152	2475,694444	322,012637
POINT 8	A5	7	6	02/11/2018 14:20	02/11/2018 20:36	6,27	156	170	2499,652778	327,409306
POINT 26	A8	4	4	02/11/2018 14:14	02/11/2018 20:56	6,70	141	141	2188,194444	293,785008
POINT 26	A14	1	3	02/11/2018 14:14	02/11/2018 21:07	6,88	179	165	2715,277778	346,884162
POINT 23	A26	4	4	02/11/2018 14:17	02/11/2018 21:17	7,00	155	161	2459,722222	321,940257
POINT 23	A2	4	4	02/11/2018 14:17	02/11/2018 21:28	7,18	110	113	1717,013889	244,905085

Tableau 5 : Détermination du flux d'exhalation du radon : Brandon.

	Activités volumiques (Bq/m ³)	temps accumulation (s)	volume container (m ³)	surface container (m ²)	Flux surfacique (mBq/m ² /s)
POINT 8	2472	7200	0,018	0,25	24,7
POINT 26	2404,5	7200	0,018	0,25	24,0
POINT 23	2069	7200	0,018	0,25	20,7