

**IRSN**INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE*Faire avancer la sûreté nucléaire*

# Evaluation de l'impact dosimétrique lié à l'utilisation du parking du stade Jean Laville de la commune de Gueugnon (71)

PRP-DGE/2012-02

Pôle radioprotection, environnement, déchets  
et crise

Service d'Expertise des Déchets RAdioactifs et de la radioactivité Naturelle

## SOMMAIRE

1 INTRODUCTION.....	2
2 EVALUATION DE L'EXPOSITION EXTERNE ASSOCIEE A L'USAGE DU PARKING .....	2
3 ELEMENTS DISPONIBLES POUR APPRECIER LA DOSE EFFICACE AJOUTEE PAR EXPOSITION INTERNE ASSOCIEE A L'USAGE DU PARKING .....	6
4 CONCLUSION .....	7
5 REFERENCES .....	9

# **1 INTRODUCTION**

Durant l'été 2010, AREVA a effectué des travaux de réhabilitation au niveau de l'ancienne usine de traitement de minerais d'uranium située sur la commune de Gueugnon et aux abords du site de stockage de résidus associé (y compris la zone dite du parking du stade de Gueugnon). Suite à ces travaux, l'IRSN a été saisi par la DGPR afin de contrôler les débits de dose sur les zones réhabilitées et confirmer le retour à un niveau équivalent à celui du milieu naturel environnant. A la demande de la Sous-Préfecture de Charolles, les résultats de ce contrôle ont fait l'objet le 20 septembre 2011 d'une présentation devant les membres de la Commission Locale d'Information et de Surveillance (CLIS) du site AREVA de Gueugnon. A l'issue de cette réunion, la CLIS a souhaité disposer d'une évaluation de l'impact dosimétrique associé à l'utilisation du parking dans l'hypothèse de sa réouverture au public [1]. Par courrier en date 23 septembre 2011, le Sous-Préfet de Charolles a demandé à l'IRSN d'effectuer cette évaluation.

Pour la réalisation de l'étude qui lui a été confiée, l'IRSN s'est basé, en premier lieu, sur les mesures de débits de dose effectuées dans le cadre des contrôles réalisés en 2010 [2]. Ces données ont été complétées par les résultats des diverses investigations menées par la société ALGADE sur la zone du parking ([3] à [6]) ainsi que par les résultats des mesures effectuées sur cette même zone par la CRIIRAD [7].

L'évaluation de l'exposition externe à laquelle les usagers du parking seraient susceptibles d'être soumis est présentée au chapitre 2. Il est à noter que ces usagers sont également susceptibles de recevoir une exposition interne due à l'inhalation du radon et de ses descendants. L'estimation des doses associées n'est pas présentée dans le présent rapport car elle nécessite de disposer de mesures de l'énergie alpha potentielle volumique des descendants à vie courte du radon actuellement en cours d'acquisition dans la zone du parking. Une appréciation de l'importance relative de cette voie d'exposition est toutefois discutée au chapitre 3 sur la base des informations disponibles.

## **2 EVALUATION DE L'EXPOSITION EXTERNE ASSOCIEE A L'USAGE DU PARKING**

### **Mesures de débit de dose gamma**

Les mesures de débit de dose gamma réalisées par l'IRSN durant l'été 2010 l'ont été à l'aide de l'outil SOCRATE<sup>1</sup> [2]. Elles ont été effectuées sur l'ensemble du parking, y compris le trottoir adjacent, ainsi que sur l'enrochement mis en place le long de l'Arroux. Près de 20 000 mesures ont ainsi été réalisées sur la base d'une maille de pas inférieur à deux mètres. Elles permettent de disposer d'une cartographie précise et homogène du site d'étude.

---

<sup>1</sup> Système d'Observation et de Cartographie Autonome et Transportable pour l'Environnement

Le bruit de fond naturel a été estimé lors de la campagne de cartographie des débits de dose sur la zone du parking en utilisant le même protocole et le même appareil de mesure. La valeur retenue est celle mesurée le long de la route de Digoin sur une zone présentant une géologie similaire à celle de la zone d'étude. Elle est de 140 nSv.h<sup>-1</sup>.

La valeur moyenne des débits de dose gamma obtenus pour la zone du parking est égale à 195 nSv.h<sup>-1</sup>. Les valeurs mesurées sont par ailleurs pour l'essentiel inférieures à 420 nSv.h<sup>-1</sup>, c'est-à-dire trois fois le bruit de fond. Seules quelques-unes, localisées sur la route en bordure du trottoir jouxtant le parking, atteignent ponctuellement 500 nSv.h<sup>-1</sup>.

A partir de l'ensemble des mesures de débit de dose gamma réalisées par l'IRSN et de la restitution cartographique correspondante (cf. Figure 1), il est possible de préciser la représentativité relative des différentes gammes de débit de dose gamma caractéristiques du site d'étude par rapport à la superficie totale de la zone du parking. La répartition correspondante est indiquée dans le tableau ci-après. Comme le montre celui-ci, plus de 96% de la surface du parking présente une valeur de débit de dose gamma inférieure à 280 nSv.h<sup>-1</sup>, c'est-à-dire deux fois le bruit de fond.

Gamme de débit de dose gamma <sup>2</sup> (nSv.h <sup>-1</sup> )	Proportion de surface concernée (%)
110 - 140	1,1
141 - 210	71,1
211 - 280	24,3
281 - 350	3,1
351 - 420	0,2
421 - 500	0,2

Tableau 1 : représentativité spatiale des gammes de débit de dose gamma caractéristiques de la zone d'étude par rapport à la superficie totale.

### Choix des scénarios

L'IRSN a défini trois scénarios d'exposition au rayonnement gamma :

- scénario 1 : cas d'une personne qui fréquenterait le parking en étant exposée à la valeur moyenne de l'ensemble des débits de dose gamma mesurés (195 nSv.h<sup>-1</sup>) ;
- scénario 2 : cas d'une personne exposée à la valeur de débit de dose gamma maximale parmi celles mesurées sur plus de 96% de la surface du parking (280 nSv.h<sup>-1</sup>) ;
- scénario 3 : cas d'une personne qui séjournerait au droit du point présentant la valeur de débit de dose gamma la plus élevée (500 nSv.h<sup>-1</sup>).

<sup>2</sup> les gammes de débit de dose gamma retenues pour ce tableau sont les mêmes que celles du rapport technique IRSN/DEI/SARG/2010-042 [2].

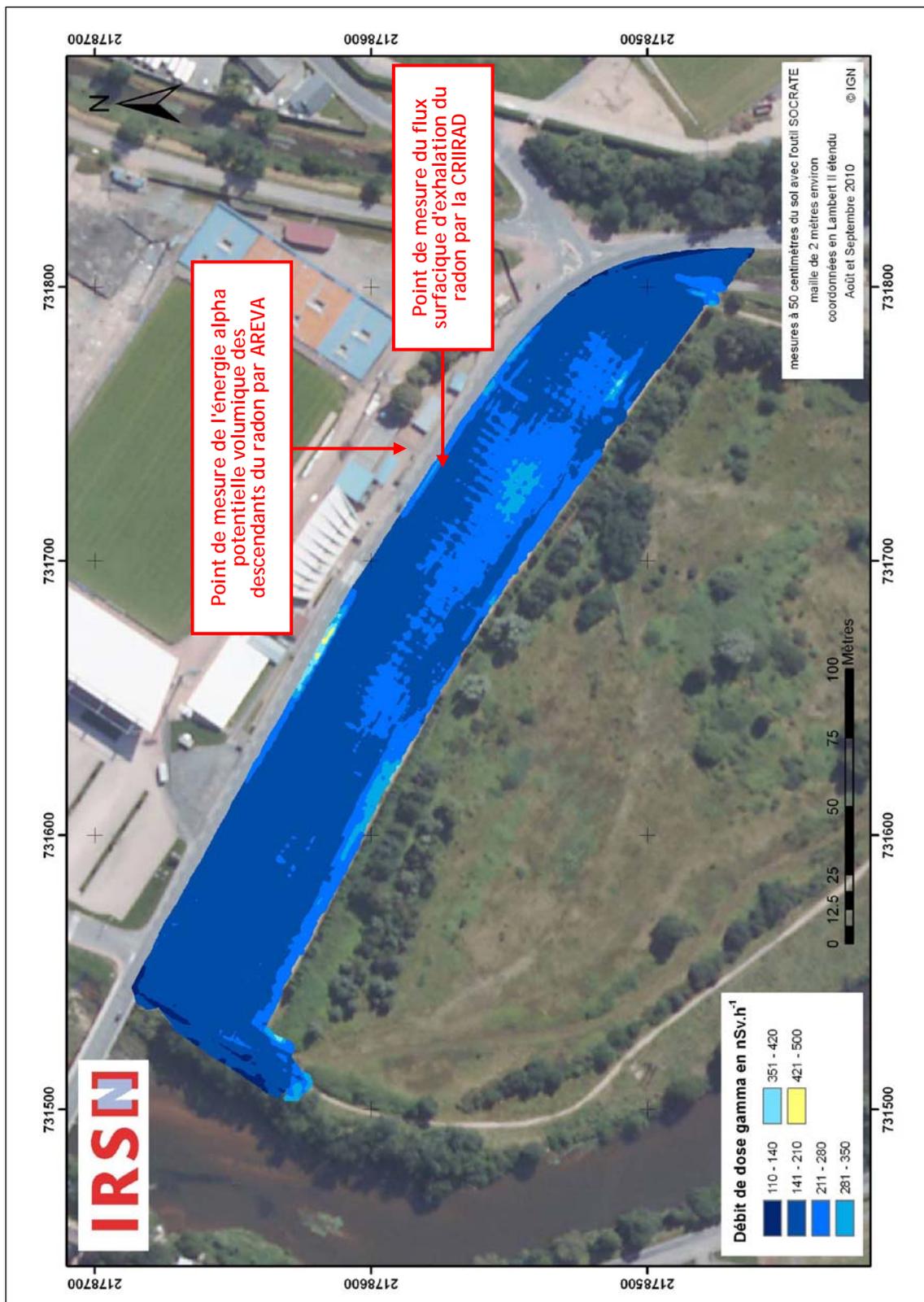


Figure 1 : carte présentant la restitution cartographique du débit de dose gamma obtenue à partir des mesures SOCRATE pour la zone dite du parking ainsi que le positionnement approximatif des points de mesure de l'énergie alpha potentielle volumique des descendants à vie courte du radon par AREVA et du flux surfacique d'exhalation du radon par la CRIIRAD en avril 2011.

L'évaluation de l'exposition externe associée aux scénarios précédents nécessite ensuite de définir les temps de présence sur la zone du parking. La valeur retenue par l'IRSN pour les calculs effectués est égale à 200 heures par an. Cette valeur correspond à une hypothèse de fréquentation pénalisante au regard de l'utilisation de la zone en tant que parking. A titre d'illustration, la valeur de 200 heures par an correspondrait à la fréquentation du parking par un individu stationnant son véhicule 2 fois par jour, 200 jours par an, en passant en moyenne 15 mn sur le parking à chacun de ses départs et arrivées. Un usage du parking lié aux seules manifestations sportives associées à la présence du stade conduirait à des temps de présence significativement inférieurs.

### Estimation de la dose efficace annuelle ajoutée liée à l'exposition externe

Pour chaque scénario, la valeur de débit de dose gamma attribuée ainsi que la dose efficace annuelle ajoutée correspondante sont fournies dans le tableau 2.

La dose efficace annuelle ajoutée est calculée en retranchant au débit de dose gamma attribué, la valeur de bruit de fond de  $140 \text{ nSv.h}^{-1}$  et en multipliant la valeur ainsi obtenue par le temps de présence annuel au droit de la zone, égal à 200 heures.

Scénario	Débit de dose gamma attribué ( $\text{nSv.h}^{-1}$ )	Dose efficace annuelle ajoutée ( $\mu\text{Sv.an}^{-1}$ )
scénario 1	195	11
scénario 2	280	28
scénario 3	500	72

Tableau 2 : valeur de débit de dose gamma attribuée et dose efficace annuelle ajoutée correspondante pour chaque scénario retenu.

Pour le scénario 1 correspondant à une fréquentation équiprobable de l'ensemble de la surface du parking, la dose efficace annuelle ajoutée par exposition externe est de l'ordre de  $10 \mu\text{Sv.an}^{-1}$ . Cette dose reste inférieure à  $30 \mu\text{Sv.an}^{-1}$ , pour le scénario 2, en supposant que le stationnement s'effectue sur une zone présentant le débit de dose maximal observé sur 96% de la surface du parking. Elle peut atteindre la valeur maximale de  $72 \mu\text{Sv.an}^{-1}$ , pour le scénario 3, en considérant le cas d'un usager stationnant systématiquement au droit de la zone présentant le plus fort débit de dose gamma. Comme indiqué précédemment, la valeur correspondante ne concerne que moins de 0,4 % de la surface totale du parking.

Quel que soit le scénario considéré, l'exposition externe ajoutée demeure très faible. A titre de comparaison, l'IRSN note que l'exposition est pour l'essentiel de l'ordre du centième de l'exposition individuelle moyenne reçue chaque année par la population française du fait de la radioactivité naturelle [8].

### 3 ELEMENTS DISPONIBLES POUR APPRECIER LA DOSE EFFICACE AJOUTEE PAR EXPOSITION INTERNE ASSOCIEE A L'USAGE DU PARKING

Comme indiqué en introduction, l'estimation de la dose efficace annuelle ajoutée liée à l'exposition interne nécessiterait de disposer de données qui n'étaient pas disponibles au moment de la réalisation de la présente étude. Au travers des informations auxquelles l'IRSN a eu accès, une appréciation de l'importance potentielle de cette voie d'exposition peut toutefois être formulée.

Suite à la réalisation par AREVA des travaux de réaménagement du parking, la société ALGADE a mené une série d'investigations destinées notamment à vérifier la capacité de la couverture mise en place à limiter l'exhalation du radon. Des mesures de flux surfacique d'exhalation du radon ont ainsi été réalisées, en 2009 avant travaux [3], et après travaux en mai, août, septembre et décembre 2010 ([4], [5]). Ces mesures concernent aussi bien la zone de stationnement que le trottoir adjacent.

Dans son rapport, ALGADE conclut que les résultats obtenus mettent en évidence une réduction sensible des flux surfaciques d'exhalation mesurés avant la réalisation des travaux (facteur supérieur à 50). L'essentiel des mesures, comprises entre  $10^{-4}$  et  $10^{-1}$  Bq.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>, indique des valeurs de flux surfaciques comparables aux valeurs observées sur des sols naturels en contexte sédimentaire ou granitique [9]. Les contrôles réalisés sur la zone du parking ont toutefois également conduit à relever une anomalie au pied d'un lampadaire que la société ALGADE associe à des défauts de soudure de la membrane mise en place pour limiter les flux surfaciques d'exhalation du radon. Au droit de cette anomalie, les valeurs obtenues sont du même ordre de grandeur que celles mesurées avant travaux. Suite à la mise en évidence de cette anomalie, des travaux complémentaires ont été réalisés par AREVA et de nouvelles mesures ont été effectuées en décembre 2010 par la société ALGADE. Les flux surfaciques obtenus à l'issue de ces travaux complémentaires sur l'ensemble du parking sont tous compris dans la gamme de  $10^{-4}$  à  $10^{-1}$  Bq.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>, qui comme évoqué précédemment est équivalente à la variabilité des flux surfaciques observés dans un contexte naturel en France. De tels niveaux de flux surfaciques d'exhalation ne justifient pas de mesures de précaution particulière dès lors que le radon s'exhale en atmosphère libre.

Lors de la réunion de la CLIS du 20 septembre 2011, Monsieur Desbordes, président de la CRIIRAD, a fait état d'une mesure de flux surfacique d'exhalation du radon très élevée obtenue par son association lors d'investigations menées le 14 avril 2011 [7]. La valeur obtenue, mesurée en un point du trottoir du parking situé en face de la billetterie (cf. Figure 1), est de l'ordre de 20 Bq.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. Cette valeur est comparable à celles observées sur des terrains uranifères et de 100 à 10 000 fois supérieures à celles observées plus communément sur des sols naturels sédimentaires ou granitiques [9]. Une nouvelle campagne de mesures effectuée par la société ALGADE en octobre 2011 n'a pas relevé de valeurs singulières ce qui tend à indiquer que cette anomalie est très localisée [6].

L'IRSN note que la valeur relevée par la CRIIRAD constitue effectivement une anomalie. Elle correspond toutefois à une valeur singulière (toutes les autres mesures, effectuées par ALGADE sur la zone du parking suite aux derniers travaux conduits par AREVA, restent dans la gamme  $10^{-4}$  à  $10^{-1}$  Bq.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> évoquée précédemment) et localisée (elle est représentative du flux surfacique d'exhalation traversant une surface de dimension très réduite, inférieure au m<sup>2</sup>). Cette valeur singulière pourrait être associée à un défaut d'étanchéité de la membrane mise en place en soubassement du parking, localisé en bordure de la zone recouverte. La valeur de flux surfacique relevée ne peut en tout état de cause être considérée comme représentative du flux surfacique moyen observable à la surface de la zone étudiée. Compte tenu de l'homogénéisation rapide des concentrations de radon dans l'air du fait de la dispersion atmosphérique, l'IRSN considère que cette anomalie n'est pas susceptible d'induire une modification sensible de l'exposition des personnes par inhalation du radon et de ses descendants dans la zone étudiée.

En tout état de cause, conformément au souhait exprimé par l'association VPEG lors de la réunion de la CLIS du 20 septembre 2011, un dosimètre alpha de site en un point situé sur le trottoir longeant le stade à proximité de la billetterie a été installé. Ce dosimètre a été mis en place courant octobre 2011 par AREVA. Le choix de son positionnement a été réalisé en concertation entre l'association VPEG, la CRIIRAD et AREVA et en présence de représentants de l'ASN Dijon, de la DREAL Bourgogne et de l'IRSN (cf. Figure 1). En complément, à l'initiative d'AREVA, un second dosimètre alpha de site a été positionné entre le site de stockage et le parking. L'IRSN souligne que le suivi mis en place au travers de ces deux dosimètres permettra de disposer d'une mesure intégrée de l'énergie alpha potentielle volumique des descendants du radon qui renseignera sur les expositions effectivement reçues par les personnes amenées à fréquenter la zone. Ces mesures intégrées, couplées avec celles obtenues sur la station de référence, utilisée dans le cadre du suivi environnemental du site de stockage, procureront la possibilité de vérifier que l'existence de points singuliers n'induit pas d'élévation significative de l'exposition par inhalation du radon et de ses descendants.

## **4 CONCLUSION**

L'exploitation des données disponibles a permis à l'IRSN d'évaluer l'exposition externe associée à l'utilisation du parking du stade de Gueugnon suite au réaménagement effectué par AREVA. Cette évaluation conduit à un impact ajouté faible, même en considérant la situation particulière et pénalisante d'un usager stationnant systématiquement au droit de la zone présentant le rayonnement gamma le plus élevé. Au vu du niveau d'impact correspondant, au plus quelques dizaines de microsievverts par an, soit de l'ordre d'un centième de la dose moyenne individuelle reçue en France du fait de la radioactivité naturelle, les débits de dose gamma relevés sur la zone apparaissent compatibles avec l'utilisation de celle-ci en tant que parking.

S'agissant de la contribution du radon aux doses reçues, l'IRSN constate que les données disponibles montrent que les flux surfaciques d'exhalation du radon mesurés pour la zone du parking sont de

l'ordre de ceux observés en milieu naturel et considère que l'anomalie observée à proximité ne devrait pas influencer les concentrations dans l'air à l'échelle de cette zone. Les dosimètres alpha de site installés par AREVA sur le trottoir à proximité de la billetterie ainsi qu'entre le site de stockage et la zone du parking devraient en outre permettre de vérifier que l'existence d'éventuelles anomalies n'induit pas d'élévation significative de l'exposition par inhalation du radon et de ses descendants.

L'IRSN attire toutefois l'attention sur le fait que le maintien de l'intégrité et des performances de la couverture mise en place par AREVA est une condition importante pour la maîtrise de l'exposition potentielle des personnes amenées à fréquenter la zone du parking. L'IRSN estime de ce fait que des dispositions de surveillance devraient être adoptées pour s'assurer que le vieillissement de cette couverture ne conduit pas à modifier significativement le niveau des expositions reçues sur la zone.

L'IRSN souligne également que les commentaires et conclusions émis dans le présent rapport ne tiennent pas compte des situations particulières qui résulteraient par exemple de la réalisation de travaux d'excavation sur la zone du parking. Vis-à-vis de telles situations, l'IRSN considère nécessaire de prévoir des dispositions permettant d'informer les intervenants, d'encadrer le chantier sur le plan de la radioprotection et de vérifier l'intégrité de la couverture à l'issue des travaux.

## 5 REFERENCES

- [1] SOUS-PREFECTURE DE CHAROLLES - Compte rendu de la réunion de la commission locale d'information et de surveillance du site AREVA de Gueugnon présidée par M. Trioulaire, Sous-Préfet de Charolles le 20 septembre 2011 à la mairie de Gueugnon.
- [2] IRSN - Rapport technique référencé IRSN/DEI/SARG/2010-042 - Contrôle radiométrique après travaux sur la commune de Gueugnon (71) - Août et Septembre 2010.
- [3] ALGADE - Rapport référencé n°AGUE 61-0 2-11 09-SB - Edition du 18/11/2009 - Site AREVA NC de Gueugnon - Bilan des expertises menées par ALGADE du 7 juillet au 5 novembre 2009.
- [4] ALGADE - Rapport référencé n°AGUE 61-0 2-09 10 V1-JG - Edition du 21/09/2010 - AREVA NC/BGM - DRES/DAM - Site de Gueugnon - Bilan des expertises menées par ALGADE sur les zones réaménagées - Bilan des interventions réalisées entre le 31 mai et le 9 septembre 2010.
- [5] ALGADE - Rapport référencé n°AGUE 61-0 2-12 10 VI-JG - Edition du 06/01/2011 - AREVA NC/BGM - DRES/DAM - Site de Gueugnon - Intervention du 15 décembre 2010.
- [6] ALGADE - Rapport référencé n°ABES 60 2 3-10 11 V1-ShS - Edition du 16/12/2011 - AREVA NC - BG Mines - DAM - Campagne d'estimation des flux surfaciques d'exhalation du radon 222 sur le parking, côté trottoir, à proximité du site réaménagé de Gueugnon (71) - Octobre 2011.
- [7] CRIIRAD - Note CRIIRAD n°11-94 V1 - Relevés radiométriques et mesure de flux de radon effectués par la CRIIRAD en avril 2011 en bordure du parking du stade de football de Gueugnon (71).
- [8] IRSN - Fiche 5 - Les doses et leurs effets sur la santé.
- [9] MC ROBE, H METIVIER - Le radon de l'environnement à l'homme - Collection Livre IPSN - EDP Sciences - 1999.