

## 2. VECTEUR AIR / EVALUATION DE L'EXPOSITION EXTERNE

### 2.1. Résultats des mesures CRIIRAD

Des mesures de flux gamma (sondes SPP2 et DG5) et de débit de dose instantané (sonde LB 123) ont été réalisées par le laboratoire de la CRIIRAD lors de la campagne de pré-détection radiométrique du 19 au 23 mars et 2 au 6 avril 2001. Les résultats ont été présentés dans les rapports [CRIIRAD SPLP 3 et 4](#), du 23 mai 2001. Ce dernier rapport présentait une analyse détaillée des mesures de débit de dose instantané réalisées au contact des sols et à 1 mètre sur une trentaine de points.

Les résultats concernant les mesures intégrées effectuées de juin à septembre 2001 au moyen de dosimètres environnement au sulfate de calcium CaSO<sub>4</sub> ont été présentés dans le rapport [CRIIRAD SPLP 6](#). Un écart moyen de l'ordre de 1,5 a été constaté entre les mesures ponctuelles réalisées au moyen de la sonde LB 123 en instantané et les mesures intégrées sur film. Cet écart est compatible avec la marge d'incertitude de la mesure ponctuelle estimée à 50 %.

On a pu vérifier par ailleurs un bon accord<sup>1</sup> entre les mesures instantanées réalisées par la CRIIRAD au moyen de la sonde LB 123 et les résultats des dosimètres COGEMA / Algade sur les 4 stations comparables.

### 2.2. Mise en évidence d'un impact

Les mesures de flux gamma et de débit de dose réalisées par le laboratoire de la CRIIRAD montrent qu'il existe une **augmentation significative de l'exposition externe dans le domaine public tant à proximité du site BNL que dans l'environnement lointain** (voir rapport d'étape SPLP 3 du 23 mai 2001). Plusieurs mécanismes permettent d'expliquer ces constats, deux des plus significatifs sont détaillés ci-dessous.

#### 2.2.1. Exposition externe liée à la dispersion de déchets solides

##### Mise en évidence de l'impact environnemental

On note une forte augmentation du niveau de rayonnement gamma du fait de la dispersion de déchets miniers solides :

- dans l'environnement proche du site BNL (piste sud, pourtour nord, est, etc.), et
- dans l'environnement lointain (plate-forme du foyer de ski de fond, plates-formes de plusieurs scieries dont scierie Mondière, chemin des fées, cour à moulin Poyet, chemin vers moulin Saint-Priest, etc..).

Ces déchets miniers actifs peuvent être à quelques mètres des habitations (Moulin de Saint-Priest), dans la cour de l'habitation (Moulin Poyet), voire à l'intérieur du lieu de travail (scierie Mondière).

Il s'agit le plus souvent de **matériaux bruts solides** (« stériles », blocs de minerai, etc..) pour lesquels la chaîne de désintégration de l'uranium 238 est en équilibre. Leur activité est comprise entre quelques centaines de Bq/kg et quelques milliers voire dizaines de milliers de Bq/kg. Des

---

<sup>1</sup> Ecart inférieur à 20 % pour les stations : Paradou, Moulin Thienon, BNL MCO, BNL digue-local à réactifs / Cf note CRIIRAD SPLP 4 page 13.

remblais prélevés sur la piste au sud du site BNL ou dans la cour de la scierie Mondière dépassent largement 10 000 Bq/kg en uranium 238 (cf Annexe 4).

Il convient de rappeler que la directive Euratom 96 / 29 définit pour l'uranium 238 en équilibre avec ses descendants un seuil d'exemption de 1 000 Bq/kg. Les remblais dépassant ce seuil d'exemption doivent être considérés comme des déchets radioactifs et ne devraient pas se trouver directement dans l'environnement, voire à proximité immédiate des habitations.

D'autant que les rédacteurs de la directive avaient précisé que les seuils de libération (s'il devait y en avoir) pour l'élimination des déchets radioactifs seraient inférieurs aux seuils d'exemption.

Dans certains cas, l'augmentation du niveau de radiation dans l'environnement est due à la présence de **déchets de procédé** : boues rouges sur le chemin d'accès au montage M 116 et sur l'ancien site SIMO rétrocédé à la municipalité (cf Annexe 4).

Mais en terme d'amplitude géographique, la dispersion des matériaux bruts semble être le problème à traiter en priorité.

### Insuffisance de l'autocontrôle (exposition externe)

L'augmentation très significative de l'exposition externe en certains points dans l'environnement du site BNL n'est pas mise en évidence par le dispositif d'autocontrôle de la COGEMA. En effet, les dosimètres environnement sont placés en des stations qui ne sont pas concernées par la dispersion de déchets solides (hameau de Bellechasse, hameau de moulin Thienon, site dit de « *moulin st-priest-Poyet (station Paradou)* »).

On peut illustrer le manque de représentativité des stations de mesure de l'exploitant à travers l'exemple de la station COGEMA dite « Paradou ». Elle est située au droit d'un point à 240 c/s DG5 au contact du sol (environ 0,2  $\mu\text{Sv/h}$ ), alors qu'à quelques dizaines de mètres ou centaines de mètres on observe des valeurs nettement supérieures :

- 3 900 c/s ( environ 3,8  $\mu\text{Sv/h}$ ) à 270 m en bordure du chemin Paradou / Moulin Saint-Priest, en rive gauche de la Besbre,
- 700 c/s ( environ 0,65  $\mu\text{Sv/h}$ ) sur chemin remblayé en rive droite de la Besbre, à une dizaine de mètres du dosimètre,
- 1 600 c/s (environ 1,5  $\mu\text{Sv/h}$ ) sur le terre plein du Restaurant Paradou près de la fontaine,
- 3 000 c/s (environ 2,9  $\mu\text{Sv/h}$ ) sur la piste entre le dosimètre et moulin Poyet, etc..

### Evaluation préliminaire de l'impact dosimétrique

Le laboratoire de la CRIIRAD a identifié<sup>2</sup>, dans le domaine public, de très nombreux sites où la présence de déchets miniers induit, parfois sur plusieurs mètres carrés, des valeurs de débit de dose supérieures à 0,4  $\mu\text{Sv/h}$  (à 1 mètre de hauteur) et par conséquent **un débit de dose ajouté supérieur à 0,2 voire 0,3  $\mu\text{Sv/h}$**  (selon l'évaluation du bruit de fond naturel).

Une liste non exhaustive est reproduite dans [le tableau T0 ci-dessous](#).

Ces cas concernent par exemple, les pistes vers les montages M116 et M122 au sud du site BNL, le foyer de ski de fond, la cour de moulin Poyet, le hangar de moulin Thienon, la piste BN3, le chemin des Gadaillères, la scierie Mondière, la scierie de Bellechasse, le chemin de la pierre des fées, le chemin des Prades, l'ancien site SIMO, etc.

<sup>2</sup> Cf Note CRIIRAD SPLP 4 / page 7.

Dans tout cet environnement, du seul fait de l'exposition externe :

- seulement 1 000 heures de présence conduisent à une exposition ajoutée de 200 à 300 microSieverts minimum, susceptible de conduire à un dépassement de la contrainte de dose de 300 microSieverts par an (calculée en sommant les contributions de toutes les voies d'exposition).
- 7 000 heures de présence annuelle (retenues par le décret 90-222 pour le calcul du TAETA) conduisent à une exposition inacceptable (supérieure à 1 000  $\mu\text{Sv}$  par an),

On notera à ce propos que la cartographie hélicoptérée réalisée par le CEA ne fait pas apparaître certains de ces secteurs, soit qu'ils n'aient pas été survolés (foyer de ski de fond, chemin des Gadailières, chemin de la pierre des fées, chemin des Prades), soit que la résolution soit insuffisante (pistes vers le montage M122 au sud du site BNL, cour à moulin Poyet, piste BN3 à l'ouest du site BNL, scierie de Bellechasse, ancien site SIMO, etc.). Cette technique apporte donc des informations globales qui doivent être impérativement complétées par les études de terrain.

**Tableau T0 : exemples de sites présentant des débits de dose élevés (mesures CRIIRAD au moyen du radiamètre LB 123)**

Lieu	DG5 (c/s)	LB123 ( $\mu\text{Sv/h}$ )			Ratio au contact DG5 / LB 123
	au contact	Contact	1m	1m/contact	
Réf:1 Clairière Leydy ./ Sous-Bois	150	0,20	0,19	0,95	763
Réf:3 Les Garennes / Sous Bois	150	0,25	0,19	0,77	600
Réf:2 Laprugne / Prairie	215	0,25	0,25	1,00	872
BNL Nord Bassin annexe / Dosimètre AL	330	0,32	0,35	1,10	1048
BNL digue / Dosimètre ALGADE	570	0,40	0,50	1,23	1416
Piste M 116 / PC Boue rouge	1 200	1,15	0,65	0,56	1043
Montage M122 / PC montage	1 800	1,5	0,81	0,54	1200
Filon non exploité "Les Côtes"	1 900	1,27	0,32	0,25	1500
Foyer Ski de fond / PC	2 000	2			1000
Les Peux / PC cour	2 190	2,23	0,52	0,23	981
Montage M122 / PC Chemin	2 730	3,43	0,75	0,22	795
Moulin Poyet / PC cour	3 800	3,10	1,16	0,37	1226
Hangar Moulin Thienon / PC	4 300	4,93	1,38	0,28	872
Piste BN 3 / PC	4 400	4,2	1,19	0,28	1048
Moulin Poyet / PC cailloux cour	4 800	7,00			686
Les Gadailières / PC	5 900	5,25	3,03	0,58	1124
Scierie Mondière / PC cour	7 200	14,20	1,36	0,10	507
Scierie de Bellechasse / PC accès cimier	7 400	14,20	1,36	0,10	521
Chemin La Pierre des Fées / PC	9 000	19,83	0,99	0,05	454
Chemin des Prades	10 000	21,40	0,63	0,03	467
SIMO / Portail annexe PC1	12 000	23,33	1,32	0,06	514
SIMO Usine/ Tarte fond regard	14 000	78,00			179
Zone BN 3 / PC	15 000	40,5	1,2	0,03	370
Scierie Mondière / Cailloux cour	20 000	88,25	1,90	0,02	227
Piste MCO / PC	23 000	94,50	1,64	0,02	243
SIMO / Portail annexe PC2	23 000	116,00	3,43	0,03	198

min	179
max	1500
moyenne	<b>764</b>
écartype	49%

Valeurs (c/s contact)	< 4 400	4 400 - 10 000	> 10 000
moyenne	<b>1026</b>	<b>626</b>	<b>289</b>
écartype	23%	38%	41%

En certains sites accessibles au public, l'exposition externe à 1 m est supérieure ponctuellement à 1,2  $\mu\text{Sv/h}$ . **L'exposition ajoutée est donc supérieure à 1  $\mu\text{Sv/h}$ .** Ces cas concernent la cour de moulin Poyet, le hangar de moulin Thienon, la piste BN3, le chemin des Gadailles, la scierie Mondière, la scierie de Bellechasse, l'ancien site SIMO, etc.

Dans tout cet environnement, du seul fait de l'irradiation externe :

- quelques heures par an conduisent à dépasser le seuil du risque négligeable (10 microSieverts par an au sens de la directive Euratom 96 / 29),
- 1 heure de présence par jour conduit à une exposition supérieure à la contrainte de dose de 300  $\mu\text{Sv}$  par an,
- 1 000 heures de présence annuelle conduisent à une exposition inacceptable (supérieure à 1 000  $\mu\text{Sv}$  par an),

De plus, certains secteurs particulièrement irradiants ont été mis en évidence.

Comme le montre le [tableau T0](#) page précédente, en certains sites accessibles au public, l'exposition externe au contact est supérieure à 10  $\mu\text{Sv/h}$  (scierie Mondière, scierie de Bellechasse, chemin de la pierre des fées, chemin des Prades, site SIMO, secteur BN 3), voire 100  $\mu\text{Sv/h}$  (portail à l'entrée du site SIMO). On notera que ce dernier secteur ne figure pas sur la cartographie hélicoptée réalisée par le CEA (le portail SIMO est dans une zone considérée comme inférieure à 0,5  $\mu\text{Sv/h}$ ).

**Il appartient aux autorités d'imposer sans délai l'enlèvement des matériaux actifs situés dans le domaine public ou accessible au public et d'exiger parallèlement un recensement exhaustif de ces points chauds par une prospection radiométrique adaptée. On peut s'interroger sur la responsabilité pénale de l'exploitant et de l'administration, respectivement pour la dissémination de ces matériaux actifs et l'insuffisance des contrôles.**

Les groupes de référence pour cette exposition externe peuvent être constitués par **les habitants de Moulin Poyet d'une part, et les travailleurs de la scierie Mondière<sup>3</sup> d'autre part.**

Pour quantifier l'impact, la difficulté est de déterminer l'exposition externe moyenne à 1 m au dessus de ces remblais. Cette exposition est en effet extrêmement variable, parfois sur quelques mètres seulement, du fait des variations de teneur en uranium des remblais<sup>4</sup>. Les fourchettes d'évaluation proposées ci-dessus, montrent que dans certains cas, des dispositions doivent être prises rapidement.

---

<sup>3</sup> Cf synthèse des mesures CRIIRAD adressée à l'OPRI et au CSST le 7 décembre 2001.

<sup>4</sup> Les relevés du flux de rayonnement gamma au DG5 (porté à quelques centimètres au dessus du sol) effectués sur le site de moulin Poyet, le 4 avril 2001, par les techniciens CRIIRAD, dans le cadre de la pré-détection radiométrique, ont révélé une gamme de variation de 240 à 4 800 c/s dans la cour devant l'habitation.

## 2.2.2. Exposition externe par des dépôts radioactifs dus aux écoulements

### 2.2.2.1. Mise en évidence de l'impact environnemental

Le dépôt de radionucléides sur les rives des cours d'eau et les terres soumises aux écoulements en provenance du site BNL constitue un autre mécanisme qui conduit à une augmentation de l'exposition externe de la population. Lors des prédétections radiométriques, le laboratoire de la CRIIRAD a identifié un certain nombre de ces secteurs principalement en aval de la digue du grand bassin ou sur les rives de la Besbre. Les principaux résultats de mesure du flux de rayonnement gamma (DG5 en c/s) sont reportés dans le tableau T1 ci-dessous, ainsi que les références des échantillons qui ont été prélevés en ces stations (cf commentaires au chapitre 6.3)

**Tableau T1 : secteurs sous influence des écoulements miniers présentant un flux de rayonnement gamma anormalement élevé / Mesures CRIIRAD**

	Prélèvements de terre ou sédiments	Ra 226 (Bq/kg sec)	DG5 c/s <sup>(1)</sup>
<b>Zone délocalisée d'exploitation de l'uranium</b>			
Chantier des Gadailières (galeries)	Dépôt E25DS E15T 19/09 (pelle)	13 700	6 800
<b>Zone de surveillance des eaux (impact d'écoulements diffus)</b>			
Secteur officiel Paradou Alim N°5 / Anomalie	E15S 19/09 (godet)	1 450	1 100
Secteur officiel Sources N° 35 et 37 / Référence			140
Secteur officiel Sources N° 35 et 37 / RD Besbre			370
Secteur officiel Source N°17			230
Secteur officiel Sources N°4, 4b, 5, 6, 7, 8 / Max	E14T entre ferme et Pt 6 18/09 (tarière)	NM	450
Secteur officiel Résurgences N°2 et 3 / RD Besbre	E12T RD 18/09 (pelle)	NM	1 000
<b>Secteur en aval de la digue</b>			
Station de traitement des eaux	E2S 18/09 Godet (moitié dans chaque bassin)	56 500	NM
Clôture Nord-Est depuis Portail BNL (bief)	E7T 18/09 (pelle)	2 000	1 400
Pied de digue / Rive Gauche Besbre / amont rejet	E5T 18/09 (tarière)	18 400	2 700
<b>Besbre en aval des rejets de la station de traitement</b>			
Secteur point de rejet COGEMA / Sur exutoire		NM	5 800
Rive Droite Besbre / environ 25 m aval rejet /	E8T 18/09 RD (tarière)	10 600	1 580
Moulin Saint-Priest (1,5 km aval)	E10T 18/09 RG (tarière)	NM	350
Moulin Gitenay	E11T 18/09 (tarière)	2 900	890
Moulin Jury (10 km aval, zone inondable sur 2 km)		NM	280
Amont de Moulin Jury (10 km aval, zone inondable)		NM	520

Analyse effectuée par la CRIIRAD

(1) mesure de rayonnement gamma au contact du sol effectuée par la CRIIRAD lors des prédétections radiométriques

### 2.2.2.2. Confirmation par les analyses en laboratoire

Du point de vue de l'irradiation externe, le radionucléide le plus pénalisant est le radium 226 (par ses descendants plomb et bismuth 214).

Les résultats des mesures de l'activité du radium 226 effectuées par le laboratoire de la CRIIRAD sur ces sédiments ou terres souillées par les écoulements (cf chapitre 5.3) sont regroupés dans le tableau T2 ci-dessous.

**Tableau T2 : secteurs sous influence des écoulements miniers présentant un flux de rayonnement gamma anormalement élevé / activité du radium 226 / Mesures CRIIRAD**

	Ra 226 (Bq/kg sec)	DG5 c/s <sup>(1)</sup>
Moulin Gitenay	2 900	890
Secteur officiel Paradou Alim N°5 / Anomalie	1 450	1 100
Clôture Nord-Est depuis Portail BNL (bief)	2 000	1 400
Rive Droite Besbre / environ 25 m aval rejet /	10 600	1 580
Pied de digue / Rive Gauche Besbre / amont rejet	18 400	2 700
Chantier des Gadaillères (galeries)	13 700	6 800

(1) mesure de rayonnement gamma au contact du sol effectuée par la CRIIRAD lors des prédétections radiométriques

On notera en particulier :

- Les **berges de la Besbre** -depuis l'aval du point de rejet de la station de traitement des eaux, jusqu'au moulin Gitenay à environ 6 kilomètres en aval - où des points d'accumulation ont été détectés en bordure de rive, par exemple au droit de la ferme du Jot, au moulin de Saint-Priest, etc... Une étude effectuée précédemment par la CRIIRAD a montré que cette pollution est avérée beaucoup plus en aval, par exemple jusqu'au barrage de Saint Clément<sup>5</sup>. Il est important de souligner à ce propos que la contamination des terres de rives est nettement plus élevée<sup>6</sup> que celle des sédiments du cours d'eau lui même. L'activité en radium 226 de la terre en bord de berge est de **10 600 Bq/kg sec** à environ 25 mètres en aval du point de rejet et **2 900 Bq/kg sec** au niveau de moulin Gitenay,
- la terre d'un bief asséché situé en pied de digue, sous influence du drain n°6 : **2 000 Bq/kg sec** de radium 226,
- la tourbière en pied de digue, en bordure de Besbre (rive gauche, en amont du point de rejet des bassins de traitement) : **18 400 Bq/kg sec** de radium 226,
- le secteur du Paradou, à plusieurs mètres des rives de la Besbre, dans une zone humide en pied d'une retenue d'eau : **1 450 Bq/kg sec** de radium 226,
- au niveau de l'ancienne mine des Gadaillères, sur un dépôt solide au niveau de la sortie des eaux de l'ancienne galerie : **13 700 Bq/kg sec** de radium 226.

**On notera que pratiquement tous les sédiments ou terres de berge listés ci-dessus doivent être considérés comme des déchets radioactifs (en référence aux seuils d'exemption de 10 000 Bq/kg pour le radium 226 et / ou de 1 000 Bq/kg pour l'uranium 238 en équilibre avec ses descendants).**

### 2.2.2.3. Insuffisance de l'autocontrôle

Ce point sera détaillé au paragraphe 6.3 portant sur les sédiments.

<sup>5</sup> Cf étude CRIIRAD de 1997 pour le Collectif des Bois Noirs.

<sup>6</sup> La contamination en uranium 238 et radium 226 des terres prélevées en rive droite de la Besbre, à 1 mètre de la rive, en aval du point de rejet des bassins de traitement, est 10 fois supérieure à celle du sédiment adjacent. Ce facteur est de l'ordre de 4 au niveau du moulin Gitenay

#### **2.2.2.4. Evaluation préliminaire de l'impact dosimétrique**

L'exposition externe induite par cette contamination des sédiments et des berges devra être prise en compte dans le cadre d'un scénario (pêcheurs et promeneurs), mais également compte tenu de la réutilisation de sédiments par la population pour la réalisation de chapes de béton par exemple (situation avérée au moulin de Saint-Priest).

En parallèle, les autorités doivent exiger de l'exploitant une décontamination des secteurs pollués et une analyse des causes de contamination.