



Rapport d'étude N° 15-55 F

# CONTAMINATION RADIOACTIVE DES MOUSSES AQUATIQUES DANS L'ENVIRONNEMENT DU SITE AREVA DES BOIS NOIRS

Etude réalisée par le laboratoire de la CRIIRAD  
dans le cadre de la convention pluriannuelle d'objectifs 2014  
avec la Région Rhône-Alpes

Date de la mission sur le terrain : Septembre 2014

Date de rédaction du rapport : 23 Octobre 2015 (version préliminaire en vue de la réunion de CSS du 28 octobre 2015) et mars 2016 (complément Annexe 2 et 6).

Responsable d'étude et rédaction du rapport : **Bruno CHAREYRON**, Ingénieur en physique nucléaire.

Relecture : **Corinne CASTANIER**, responsable Règlementation / Radioprotection

Responsable mission de terrain : **Christian COURBON**, Technicien spécialisé.

Analyses au laboratoire : **Stéphane PATRIGEON**, Technicien métrologue et Marion **JEAMBRUN**, docteur en géochimie

Préparations des échantillons : **Jocelyne RIBOUËT**, Technicienne de laboratoire.

LABORATOIRE DE LA CRIIRAD  
29 Cours Manuel de Falla, 26 000 VALENCE  
☎ 04 75 41 82 50 📠 04 75 81 26 48  
<http://www.criirad.org> [laboratoire@criirad.org](mailto:laboratoire@criirad.org)

## SOMMAIRE

1.	Contexte .....	1
2.	Méthodologie .....	2
2.1.	Réalisation des prélèvements .....	2
2.2.	Réalisation des analyses au laboratoire .....	5
3.	Résultats des analyses.....	6
3.1.	Mise en évidence de « rejets » diffus.....	8
3.2.	Impact en aval du rejet des eaux après traitement.....	9
4.	Recommandations .....	11
Liste des ANNEXES .....		13
ANNEXE 1 Carte au 1/2500 du site des Bois Noirs .....		14
ANNEXE 2 Remarques sur les conditions de préparation et d'analyse des mousses aquatiques.....		15
ANNEXE 3 Agréments du laboratoire de la CRIIRAD .....		16
ANNEXE 4 Résultats détaillés d'analyses par spectrométrie gamma (hors chaîne de l'uranium 238)...		17
ANNEXE 5 Résultats détaillés d'analyses par spectrométrie gamma / influence du mode de traitement (sans broyage / avec broyage) pour les mousses aquatiques .....		18
ANNEXE 6 Résultats détaillés d'analyses par spectrométrie gamma des eaux.....		19

## 1. Contexte

### Le site AREVA des Bois Noirs

Il existe sur le territoire de la Région Rhône-Alpes, dans la Loire, un ancien site d'extraction d'uranium, le site AREVA des Bois Noirs.

Les activités d'extraction et de traitement du minerai d'uranium ont été abandonnées, mais elles ont produit d'importantes quantités de déchets radioactifs sous forme de stériles miniers et de résidus d'extraction de l'uranium.

### Actions de la CRIIRAD

La CRIIRAD effectue des contrôles sur ce site, en soutien au Collectif des Bois Noirs, depuis 1996.

Certaines de ces études ont été soutenues financièrement par des collectivités locales, et en particulier, depuis une dizaine d'années, par le Conseil Régional Rhône-Alpes au travers d'une convention pluriannuelle d'objectifs signée avec la CRIIRAD.

Le travail effectué par la CRIIRAD et le Collectif des Bois Noirs a permis d'obtenir un certain nombre d'améliorations : récupération de minéraux radioactifs chez les particuliers, assainissement d'une douzaine de sites de réutilisation de stériles miniers radioactifs, démolition de l'ancienne usine SIMO qui avait été cédée à la municipalité de Saint-Priest-La-Prugne alors qu'elle était encore contaminée, etc..

Pour autant, des progrès restent à accomplir sur de très nombreux aspects (confinement des résidus, mise à niveau du suivi environnemental, assainissement des lieux de réutilisation des stériles miniers radioactifs, etc..).

### Contamination du milieu aquatique de surface

Le présent rapport porte sur la question de la contamination du milieu aquatique de surface.

La **rivière la Besbre** est en effet soumise aux rejets liquides du site AREVA (rejets après traitement) mais également à des rejets diffus non maîtrisés (par exemple eau de ruissellement en pied des versants à stériles).

Une première étude, conduite en **2001-2002** par le laboratoire de la CRIIRAD, avait mis en évidence la contamination radiologique du milieu aquatique de surface (eau, sédiments, bioindicateurs aquatiques) dans l'environnement du site AREVA des Bois Noirs [CRIIRAD N°03-38].

La CRIIRAD dénonce depuis cette époque, l'insuffisance du dispositif de collecte et de traitement des eaux de l'ancienne mine et du bassin d'entreposage des résidus radioactifs.

De nouvelles démarches ont été entreprises par la CRIIRAD, entre 2013 et 2015, auprès des autorités préfectorales, de l'ASN et du Ministère de l'Environnement sur la question de la collecte et du traitement des eaux issues des anciennes mines d'uranium, et celles du site AREVA des Bois Noirs en particulier.

Une question que le projet de modification des conditions d'entreposage des résidus radioactifs rend particulièrement aiguë. Ces déchets (1,3 millions de tonnes) sont actuellement stockés dans l'ancien lit de la Besbre, dans un plan d'eau artificiel de 20 hectares, derrière une digue de 42 mètres de hauteur et 508 m de longueur, sous une lame d'eau de 2 mètres minimum.

Areva a proposé ces dernières années de re-profiler le dépôt et de supprimer la lame d'eau, ce qui conduirait au rejet de très grandes quantités d'eau contaminée.

En anticipation, la CRIIRAD a souhaité faire en 2014 un état des lieux de la contamination radiologique des bioindicateurs aquatiques dans la vallée de la Besbre en actualisant la campagne de prélèvement de mousses aquatiques conduite en septembre 2001.

Les bioindicateurs retenus par la CRIIRAD sont des **fontinales**. Ces **mousses aquatiques** (bryophytes) ont en effet une très forte capacité de piégeage des métaux contenus dans les eaux.

## 2. Méthodologie

### 2.1. Réalisation des prélèvements

Le technicien **CRIIRAD**, monsieur Christian COURBON, a effectué les repérages puis les prélèvements des mousses aquatiques **du 8 au 12 septembre 2014**, le plus souvent en présence de représentants du **Collectif des Bois Noirs**, afin d'effectuer un transfert de connaissances de sorte qu'à l'avenir, les prélèvements puissent être effectués par ses membres.

Monsieur COURBON a ainsi été accompagné par Mme Arlette MAUSSAN (9 et 11 septembre), Messieurs Michel RENARD et Gérard SAVATIER (matin du 10 septembre), Mme Marie-Claude RAY et monsieur Hubert TERRENOIRE (11 septembre). Madame Monique MONTIBERT, maire de Laprugne a assisté aux prélèvements du 10 septembre au matin.

Dans certains cas, le travail a été facilité par les habitants, par exemple à Pont Clavel où l'ancien meunier a actionné une vanne pour diminuer le niveau d'eau dans la rivière.

#### Photographies 1 et 2 / prélèvements à Saint-Clément et Moulin Gitenay



Au total, des mousses aquatiques de type fontinales ont été échantillonnées en **onze stations** représentées sur les cartes C0 à C2 ci-après :

- Une station en **amont** du site minier des Bois Noirs (secteur du pont des Batureaux), dans un secteur identique à celui de 2001 (carte C0 et photographie 3 page 3).
- Deux stations en **aval de la digue** du bassin d'entreposage des résidus radioactifs et en amont du point de rejet des eaux du site après traitement (Carte C1).
  - dans un bachat qui recueille les eaux d'un tuyau (photographies 5 et 6 page 8). Il s'agit a priori d'un drain provenant de la digue du grand bassin. Ce drain était dénommé « **drain N°6** » par COGEMA en 2001. La carte jointe en Annexe à l'étude d'impact « Réaménagement du site des Bois Noirs Limouzat » de décembre 2013 suggère que ce drain a été rebaptisé « **Drain H** » (cette carte est reproduite en Annexe 1). Il conviendra de vérifier auprès d'AREVA l'origine exacte de ces eaux.
  - PS2 : dans la Besbre, 10 à 100 mètres en amont du rejet AREVA. Cette zone est cependant située en pied de digue, elle est donc soumise à des écoulements diffus dont l'écoulement du « drain N°6 ».
- Une station dans la **demi-buse** qui reçoit le **rejet** des eaux du site AREVA après traitement, voir carte C1 et photographies 7 et 8 page 9.
- 6 stations dans la **Besbre**, à plus de 100 mètres en **aval du point de rejet et jusqu'à une distance d'environ 30 kilomètres** (Pont Clavel), voir carte C2.

Note : à la station « **Moulin de Saint-Priest** », située à environ **1,5 km du rejet**, les prélèvements ont été effectués en deux sous-stations, respectivement en amont et en aval du pont, afin d'examiner l'influence éventuelle d'un affluent en rive droite de la Besbre. Les résultats d'analyse n'ont pas fait apparaître de différence significative en ce qui concerne l'uranium 238 (thorium 234) et le radium 226.

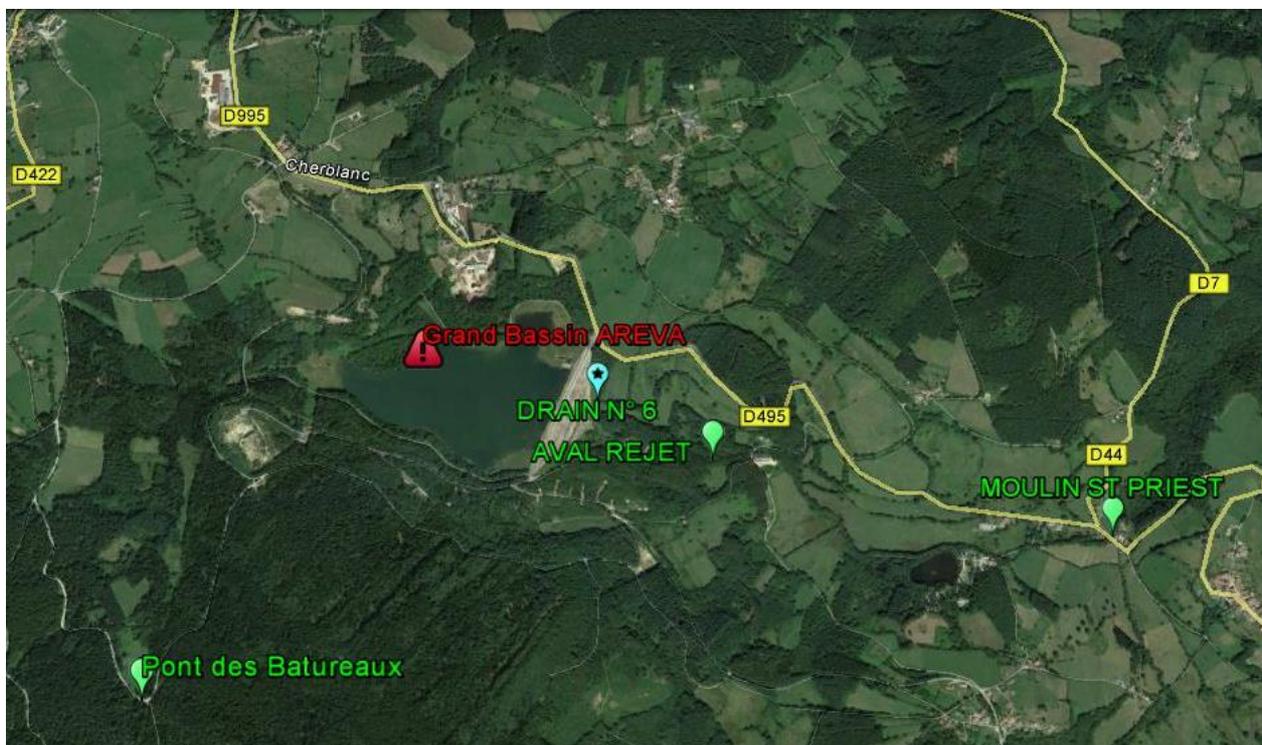
Les échantillons ont été recueillis manuellement, rincés sur place dans l'eau de la rivière et transportés en sacs polypropylène résistants et étanches. La quantité de mousses aquatiques fraîches est comprise entre 255 grammes pour la station « rejet » et 2 kilogrammes pour les stations aval lointain.

Pour des questions de radioprotection, la CRIIRAD a souhaité limiter la quantité de matière transportée pour les stations les plus contaminées.

**Photographie 3 / prélèvements en amont au Pont des Batureaux (septembre 2014)**



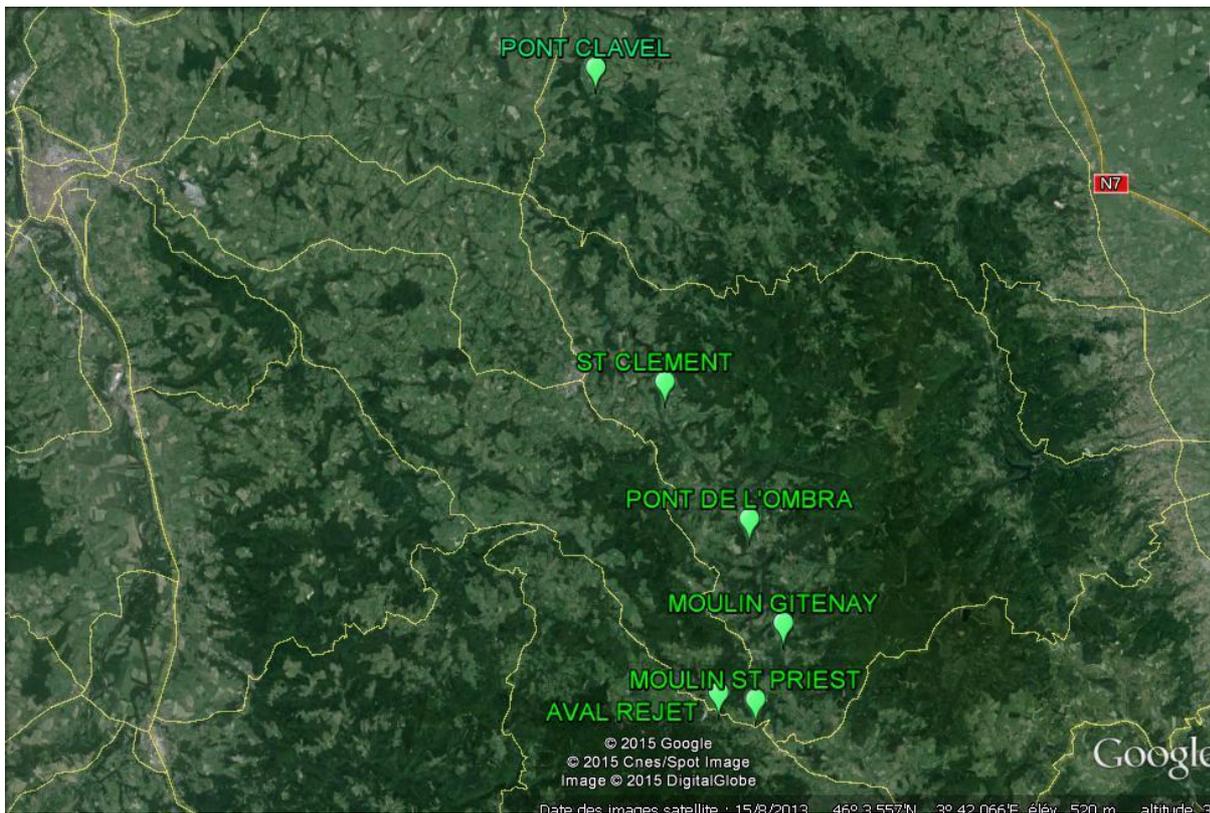
**Carte C0 : Localisation des stations d'échantillonnage de mousses aquatiques : amont à aval proche**



Carte C1 : Localisation des stations d'échantillonnage de mousses aquatiques : aval proche



Carte C2 : Localisation des stations d'échantillonnage de mousses aquatiques : aval lointain



## 2.2. Réalisation des analyses au laboratoire

A réception au laboratoire de la CRIIRAD, à Valence, chaque échantillon a fait l'objet d'une mesure du flux de rayonnement gamma au contact au moyen d'un scintillomètre SPP2.

Ces mesures ont donné un signal sensiblement supérieur au bruit de fond pour les échantillons prélevés en aval du rejet et jusqu'à Moulin Gitenay à environ 4 km à vol d'oiseau.

La valeur la plus élevée (200 c/s soit une valeur 5 fois supérieure au bruit de fond) correspond aux mousses prélevées dans la buse de rejet.

Compte tenu de la forte contamination prévisible de certains des échantillons, des précautions particulières ont été prises pour leur traitement (voir Annexe 2).

Les résultats des contrôles radiométriques et la description des zones d'échantillonnage figurent dans le tableau 1 ci-après.

Chaque échantillon a été trié, rincé à l'eau dans un bac inox (afin d'éliminer les sédiments éventuels).

Les plantes triées ont été essorées et mises à sécher à l'air en bac plastique.

Elles ont ensuite subi une dessiccation à l'étuve à 45 °C puis un conditionnement en géométrie Marinelli pour comptage par **spectrométrie gamma HpGe** à l'équilibre soit au moins 21 jours après conditionnement, afin de pouvoir doser le radium 226 sur ses descendants plomb et bismuth 214 à l'équilibre.

Les taux de matières sèches varient de 6 % à 13 %.

La liste des agréments du laboratoire de la CRIIRAD figure en ANNEXE 3.

**Photographie 4 / Conditionnement des mousses au laboratoire de la CRIIRAD**



Tableau 1 : Description des stations d'échantillonnage de mousses aquatiques

Code	Localisation	Commune	Distance approximative par rapport au rejet AREVA	Date de prélèvement	Flux gamma SPP2 (c/s) contact échantillon brut (frais)	Code CRIIRAD	Masse fraîche (g)	Taux de matières sèches %	N° d'analyse	Date d'analyse
AM1	Besbre (amont site minier AREVA) / Pont des Batureaux	Entre Saint-Priest-La-Prugne (42) et Lavoine (03)		09/09/2014	40	120914 A5	1600	9%	C 28036	01/12/2014
PS1	Bachat soumis à Drain N°6 (proche digue grand bassin) / Rive gauche	Saint-Priest-La-Prugne (42)		10/09/2014	40	120914 A6	182	9%	C 28017	17/11/2014
PS2	Besbre : 10 à 100 m amont rejet mais aval digue et aval écoulement drain N°6	Saint-Priest-La-Prugne (42)		11/09/2014	45	120914 A7	780	6%	C 28022	19/11/2014
R0	Dans la demi buse soumise au rejet de la station de traitement des eaux AREVA	Saint-Priest-La-Prugne (42)	0	12/09/2014	200	120914 A8	255	6%	C 28009	10/11/2014
AV 1	Besbre (aval rejet AREVA : 100 m et plus)	Saint-Priest-La-Prugne (42)	100 m	11/09/2014	140	120914A9	580	8%	C 28015	14/11/2014
AV 2A	Besbre / Moulin Saint-Priest : amont pont , amont affluent	Saint-Priest-La-Prugne (42)	1,5 km	10/09/2014	100	120914 A10	925	9%	C 28013	13/11/2014
AV 2B	Besbre / Moulin Saint-Priest : aval pont	Saint-Priest-La-Prugne (42)	1,5 km	10/09/2014	80	120914 A11	700	10%	C 28024	21/11/2014
AV 3	Besbre / Moulin Gitenay (amont et aval pont)	Laprugne (03)	4 km	10/09/2014	50	120914 A12	1750	10%	C 28079	22/12/2014
AV 4	Besbre / Pont de l'Ombra (sur 100 mètres amont pont)	La Chabanne (03)	9 km	09/09/2014	40	120914A13	2000	13%	C 28092	31/12/2014
AV 5	Besbre / Saint-Clément (amont barrage)	Saint-Clément (03)	15 km	09/09/2014	40	120914 A14	2200	12%	C 28014	13/11/2014
AV 6	Besbre / Pont Clavel	Le Breuil (03)	30 km	09/09/2014	40	120914A15	2200	12%	C 28081	22/12/2014

### 3. Résultats des analyses

Les résultats détaillés des analyses par spectrométrie gamma figurent dans le tableau 2 page suivante (radionucléides de la chaîne de l'uranium 238) et en ANNEXE 4 (autres radionucléides).

Tous les radionucléides artificiels et naturels émetteurs de rayonnement gamma ont été recherchés.

Les activités sont exprimées en Bq/kg sec suivie de la marge d'incertitude (+/- , établie avec un intervalle de confiance de 95%).

Lorsque les radionucléides n'ont pas été détectés, les limites de détection précédées du symbole < (inférieur à) sont reportées pour une sélection de radionucléides naturels et pour le césium 137 artificiel.

### Radionucléides artificiels

Aucun radionucléide artificiel émetteur gamma ne présente une activité supérieure aux limites de détection.

Pour le césium 137 (voir Annexe 4), les limites de détection vont de < 1,2 à < 38 Bq/kg sec. Le **césium 137** avait été détecté dans le cadre de la campagne de 2001 dans les 6 échantillons de fontinales prélevés dans la Besbre. Les activités massiques étaient comprises entre 26 Bq/kg sec (amont) et 6 à 44 Bq/kg sec (aval). Ce radionucléide de période physique égale à 30 ans provenait probablement des retombées des essais nucléaires atmosphériques (particulièrement intenses dans les années 50-60) et de la catastrophe de Tchernobyl en 1986.

### Radionucléides « naturels »

En ce qui concerne les radionucléides « naturels », dans pratiquement tous les échantillons, on détecte l'uranium 238 et ses descendants (radium 226, plomb 210) et certains radionucléides de la chaîne du thorium 232 (actinium 228 et plomb 212).

Les activités massiques de ces éléments sont de l'ordre de la centaine de Bq/kg sec dans les fontinales amont, mais en aval du site on note une forte contamination en uranium et ses descendants, comme le montrent les résultats reportés dans le tableau 2 ci-dessous.

**Tableau 2 : uranium 238, thorium 230, radium 226 et plomb 210 dans les mousses aquatiques**

Code	Localisation	Commune	Distance approximative par rapport au rejet AREVA	Code CRIIRAD	Uranium 238-Thorium 234 (Bq/kg sec)	Thorium 230 (Bq/kg sec)	Radium 226 (Bq/kg sec)	Plomb 210 (Bq/kg sec)	Ra 226 / U238
AM1	Besbre (amont site minier AREVA) / Pont des Batureaux	Entre Saint-Priest-La-Prugne (42) et Lavoine (03)		120914 A5	106 ± 34	< 100	106 ± 16	350 ± 70	1,0
PS1	Bachat soumis à Drain N°6 (proche digue grand bassin) / Rive gauche	Saint-Priest-La-Prugne (42)		120914 A6	24 500 ± 2 800	< 900	< 340	3 900 ± 600	
PS2	Besbre : 10 à 100 m amont rejet mais aval digue et aval écoulement drain N°6	Saint-Priest-La-Prugne (42)		120914 A7	620 ± 190	< 800	23 300 ± 2 400	1 410 ± 290	37,6
R0	Dans la demi buse soumise au rejet de la station de traitement des eaux AREVA	Saint-Priest-La-Prugne (42)	0	120914 A8	5 500 ± 1 600	34 000 ± 14 000	324 000 ± 33 000	8 400 ± 1 900	58,9
AV 1	Besbre (aval rejet AREVA : 100 m et plus)	Saint-Priest-La-Prugne (42)	100 m	120914A9	13 000 ± 1 800	13 000 ± 6 000	85 000 ± 9 000	2 400 ± 600	6,5
AV 2A	Besbre / Moulin Saint-Priest : amont pont , amont affluent	Saint-Priest-La-Prugne (42)	1,5 km	120914 A10	5 500 ± 800	11 000 ± 3 200	50 000 ± 5 000	1 200 ± 310	9,1
AV 2B	Besbre / Moulin Saint-Priest : aval pont	Saint-Priest-La-Prugne (42)	1,5 km	120914 A11	4 200 ± 800	< 1 800	60 000 ± 6 000	1 410 ± 430	14,3
AV 3	Besbre / Moulin Gitenay (amont et aval pont)	Laprugne (03)	4 km	120914 A12	2 000 ± 300	< 490	5 100 ± 600	560 ± 130	2,6
AV 4	Besbre / Pont de l'Ombra (sur 100 mètres amont pont)	La Chabanne (03)	9 km	120914A13	920 ± 170	< 340	2 520 ± 280	390 ± 100	2,7
AV 5	Besbre / Saint-Clément (amont barrage)	Saint-Clément (03)	15 km	120914 A14	540 ± 90	< 170	1 050 ± 120	340 ± 70	1,9
AV 6	Besbre / Pont Clavel	Le Breuil (03)	30 km	120914A15	260 ± 70	< 190	1 320 ± 150	180 ± 50	5,1

### 3.1. Mise en évidence de « rejets » diffus

#### Écoulements en pied de digue

Les fontinales de la station « **drain N°6** » soumises aux écoulements d'un drain de la digue, présentent une forte contamination par l'**uranium 238** : **24 500 Bq/kg sec** soit une valeur 230 fois supérieure à celle relevée en amont et près de 2 fois supérieure à celle mesurée dans la Besbre en aval du rejet.

Les études réalisées en 2001 par les laboratoires CRIIRAD et SUBATECH avaient montré que les eaux<sup>1</sup> de ce drain étaient chargées en uranium (110 µg/l) et la CRIIRAD avait mesuré une contamination en uranium 238 de 32 400 Bq/kg sec dans les fontinales soumises à cet écoulement [CRIIRAD N°03-38].

Ces contrôles avaient été effectués à la demande de la CRIIRAD qui avait mis en évidence lors des pré-détections radiométriques en 2001 un niveau de rayonnement gamma anormalement élevé dans le bief asséché en aval du drain n°6.

La CRIIRAD recommandait que ces eaux ne soient pas rejetées dans le milieu naturel et avait interrogé COGEMA lors de la réunion du CSST en date du 23 avril 2002. A notre connaissance COGEMA, devenu depuis AREVA, n'a jamais apporté d'explications sur l'origine de cette contamination.

#### Photographies 5 et 6 / arrivée du drain N°6 dans un bûchât et écoulement en direction de la vallée de la Besbre



L'analyse des fontinales de la Besbre à la station PS2 située en pied de digue indique également un transfert de radionucléides depuis le site AREVA en particulier un transfert de **radium 226**, dont l'activité est de **23 300 Bq/kg sec** soit une valeur 219 fois supérieure à celle relevée en amont.

La CRIIRAD recommande que l'ensemble des écoulements contaminés issus du site AREVA soient collectés et acheminés vers la station de traitement.

#### Verses à stériles

Ceci concerne également les écoulements en pied des verses à stériles.

L'étude d'impact réalisée par le bureau d'étude ARCADIS note en effet en page 106 « *Seule une résurgence de faible débit, localisée au niveau du point de rejet de la station de traitement des eaux, présente une concentration en Uranium élevée (192 µg/l). Compte tenu des valeurs élevées en Sulfates mesurées en ce même point, cette concentration en Uranium pourrait être imputable à l'influence d'une verse à stériles surplombant la zone* » [ARCADIS 2013].

<sup>1</sup> Dans le cadre de l'échantillonnage de mousses aquatiques de septembre 2014, un échantillon d'eau du drain N°6 a également été effectué pour dosage du radon dissous. L'activité est de 161 +/- 28 Bq/l. (cf. Annexe 6).

### 3.2. Impact en aval du rejet des eaux après traitement

Les eaux rejetées dans la Besbre après traitement présentent une contamination résiduelle en uranium 238 et ses descendants.

Les contrôles effectués au laboratoire de la CRIIRAD sur les eaux du rejet prélevées le 11 septembre 2014 sont reportés en Annexe 6. Ils ont donné les résultats suivants :

- radon 222 : 245 +/- 36 Bq/l ;
- radium 226 insoluble : 0,058 +/- 0,023 Bq/l ;
- radium 226 soluble : 0,54 +/- 0,07 Bq/l ,
- uranium 238 (thorium 234) soluble : 1,13 +/- 0,21 Bq/l ce qui correspond à 90 µg/l.

Le document « Résultats de la surveillance environnementale 2008-2015 » préparé par AREVA en vue de la CSS du 28 octobre 2015 fait état pour l'année 2014 de niveaux moyens de l'ordre de 0,25 Bq/l pour le radium 226 soluble et une valeur proche de 100 µg/l pour l'uranium soluble.

Au premier semestre 2015, la valeur moyenne pour le radium 226 soluble est la plus élevée depuis 2008 : un peu plus de 0,3 Bq/l.

Ces métaux lourds radioactifs et à longue période physique sont transportés sur de longues distances et s'accumulent dans certaines matrices biologiques.

#### Photographies 7 et 8 / prélèvements d'eau et mousses aquatiques dans la zone de rejet (septembre 2014)



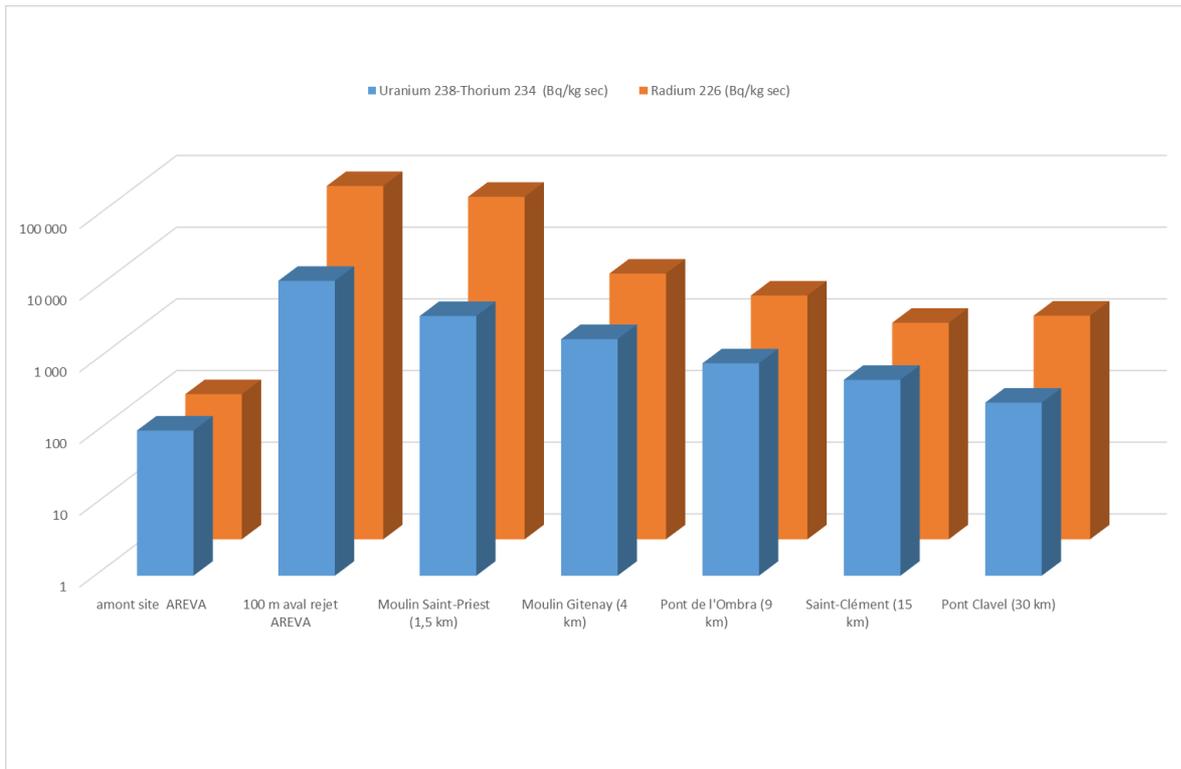
L'analyse par spectrométrie gamma effectuée au laboratoire de la CRIIRAD a révélé une très forte contamination radioactive des mousses aquatiques, en particulier par l'uranium 238-thorium 234, le thorium 230 et le radium 226, éléments radioactifs associés au minerai d'uranium, particulièrement radiotoxiques et à longue période physique (1 600 ans pour le radium 226, 75 000 ans pour le thorium 230 ; 4,5 milliards d'années pour l'uranium 238).

L'activité massique du radium 226 des fontinales dans la demi buse de rejet est en effet de 324 000 Bq/kg sec. Cette valeur est 3 000 fois supérieure à la valeur mesurée dans le même type de bioindicateurs collectés en amont (106 Bq/kg sec).

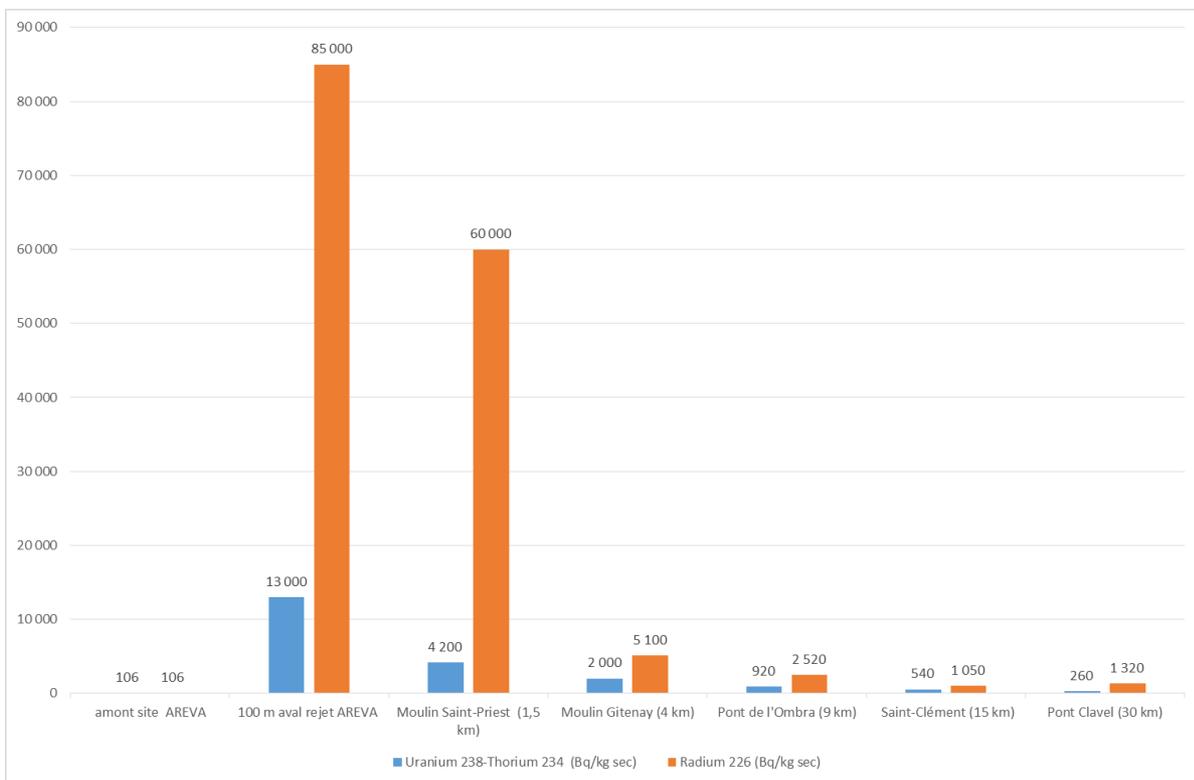
A 100 mètres en aval du rejet, la contamination en radium 226 est encore de 85 000 Bq/kg sec, à 1,5 km (moulin de Saint-Priest) de 60 000 Bq/kg sec. La contamination décroît progressivement en s'éloignant du site mais elle est détectable jusqu'à Pont Clavel à environ 30 km en aval avec une activité de 1 320 Bq/kg sec soit une valeur douze fois supérieure au niveau naturel relevé en amont.

Les graphes 1 (échelle logarithmique) et 2 (échelle linéaire) page suivante permettent d'illustrer l'impact des rejets dans la Besbre.

Graphe 1 : contamination en uranium 238 et radium 226 des mousses aquatiques de la Besbre (échelle logarithmique)



Graphe 2 : contamination en uranium 238 et radium 226 des mousses aquatiques de la Besbre (échelle linéaire)



### Position de l'ASN

Dans le cadre d'une réunion de travail de la CRIIRAD et du Collectif des Bois Noirs avec l'ASN à Lyon le 12 février 2013, portant en particulier sur la question de l'ancien site minier des Bois Noirs, la CRIIRAD a fait état des résultats portant sur la contamination de fontinales prélevées en **octobre 2012** à environ 200 mètres du point de rejet. L'activité massique du radium 226 était de **161 000 Bq/kg sec** (ce qui correspond à 32 700 Bq/kg frais). Cette valeur était 690 fois supérieure à la valeur mesurée dans le même type de bioindicateurs collectés en amont (233 Bq/kg sec).

La CRIIRAD a demandé que l'ASN se prononce sur le statut de cet échantillon et sur ses conditions d'élimination ainsi que sur le caractère beaucoup trop élevé des autorisations de rejet dont bénéficie AREVA au titre de l'arrêté préfectoral en vigueur. Les représentants de l'ASN ne se sont pas prononcés sur le fond et ont recommandé à la CRIIRAD de saisir directement l'autorité préfectorale et la DREAL.

### Position de la préfecture et de la DREAL

La CRIIRAD a alors adressé en janvier 2014 un courrier à la sous-préfecture de Roanne avec copie à AREVA et aux membres de la CSS.

La CRIIRAD a en outre insisté sur la problématique de la contamination du milieu aquatique lors de la réunion de la CSS en date du 21 janvier 2014. Il a été répondu en séance que l'IRSN travaillait à la demande de l'ASN à établir des valeurs guide dans le milieu liées aux impacts chimiques de l'uranium.

### Position du Ministère de l'Environnement

La CRIIRAD a interpellé les représentants du ministère de l'environnement lors de deux réunions de travail organisées à Paris à la demande du Collectif Mines d'Uranium les 2 février et 10 juillet 2015.

Les représentants du Ministère ont précisé qu'une refonte des textes réglementaires était en cours en ce qui concerne les mines d'uranium et que s'agissant des rejets liquides, les nouveaux critères tiendraient compte de l'impact sur le milieu aquatique avec des valeurs de concentration à ne pas dépasser dans le milieu pour les polluants chimiques et les éléments radioactifs.

La CRIIRAD a pu analyser l'arrêté du 23 juin 2015 et le projet de décret. Le premier bilan est préoccupant. La CRIIRAD a fait part de ses inquiétudes dans un courrier adressé le 5 octobre 2015 aux Ministres concernés. En ce qui concerne les écoulements et rejets liquides, on constate la disparition des limites dérivées établies au niveau national et un report à l'échelon local.

En attendant, les eaux qui émanent du site AREVA des Bois Noirs continuent à transporter des métaux lourds radioactifs qui impactent l'environnement **jusqu'à 30 kilomètres en aval**.

## 4. Recommandations

### Information et protection du public

Il nous paraît important que l'autorité compétente veille à informer la population sur le niveau de contamination radiologique des plantes aquatiques et prenne en charge l'identification des pratiques qui pourraient conduire à une collecte des végétaux aquatiques dans la rivière Besbre.

Par exemple, dans le cadre d'activités de curage de la rivière et des canaux du moulin de Saint-Priest, des quantités significatives de ces plantes pourraient être recueillies. Il faudrait alors prendre en compte les risques de contamination pour le public en cas de brûlage des plantes sèches ou d'utilisation particulière, par exemple pour amender les champs et jardins.

Par ailleurs, certaines espèces de fontinales ont pu être utilisées dans le passé pour des tisanes ou en cataplasme.

Il est indispensable que les autorités compétentes informent le public des risques encourus et des modalités de gestion et d'élimination de ces végétaux contaminés.

Dans le passé, après analyse de plantes fortement contaminées, le laboratoire de la CRIIRAD a dû veiller à leur élimination via une filière agréée (Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs / ANDRA). Il est choquant de constater que des végétaux prélevés dans le domaine public ont une contamination telle qu'ils doivent être gérés comme des déchets radioactifs, ce qui entraîne en outre des coûts élevés.

### **Révision des autorisations de rejet et du dispositif de collecte des eaux contaminées**

D'une manière générale, la CRIIRAD demande que les autorisations de rejet dont bénéficie AREVA soient revues.

En effet, les valeurs retenues par l'arrêté préfectoral en vigueur, soit 1 800 µg/l en uranium et 0,37 Bq/l en radium 226 sont manifestement trop élevées et ne tiennent pas compte des phénomènes de bioaccumulation en aval, dans les sédiments, la faune et la flore aquatique.

Concernant l'uranium, plusieurs études scientifiques montrent l'atteinte du biotope pour des concentrations de l'ordre de 1 000 fois inférieures.

De telles autorisations constituent de notre point de vue un véritable droit à polluer.

La CRIIRAD avait déjà soulevé ces questions dans le cadre de l'expertise effectuée en 2001-2002 à la demande de la municipalité de Saint-Priest-La-Prugne et lors de différentes réunions de CLI (désormais CSS), en présence des représentants de l'ASN, AREVA, IRSN et DRIRE / DREAL.

Cela fait en réalité plus de 20 ans que la CRIIRAD interpelle les autorités sur le problème de l'impact des rejets liquides et écoulements issus des anciens sites d'extraction de l'uranium et sur le caractère inadapté de la réglementation. L'attitude de l'Etat a consisté à renvoyer à des groupes de travail (GEP, PNGDR, CLI, CSS) sans réelles avancées sur le terrain. Depuis, tous les sites ont fermé, et une partie des responsabilités et des coûts de gestion va être transférée d'AREVA à l'Etat.

Il est impératif que les changements réglementaires apportent de réelles avancées et que de vraies solutions soient mises en œuvre pour limiter les impacts sur le milieu aquatique et tout particulièrement, pour le site des Bois Noirs, avant les éventuelles opérations de vidange des eaux du grand bassin qui contient 1,3 million de tonnes de déchets radioactifs uranifères et radifères.

Par ailleurs, il est nécessaire que l'ensemble des eaux contaminées soient collectées et traitées (pied de verses à stériles, drains de la digue, etc..).

### **Suivi environnemental**

La CRIIRAD demande que l'administration impose à AREVA une révision de son plan de surveillance environnemental, incluant le contrôle des bioindicateurs aquatiques.

### **REFERENCES**

CRIIRAD N03-38 : Bilan radioécologique du site BNL / Rapport final, B. Chareyron, Novembre 2003

ARCADIS 2013 : Etude d'impact « Réaménagement du site des Bois Noirs Limouzat », ARCADIS, version décembre 2013.

Compte rendu de la réunion du 2 février 2015 au ministère de l'environnement

<http://www.criirad.org/collectif-mines/pdf/Medde-2-02-2015-CMU.pdf>

Courrier de la CRIIRAD à Mme Ségolène Royal en date du 5 octobre 2015 :

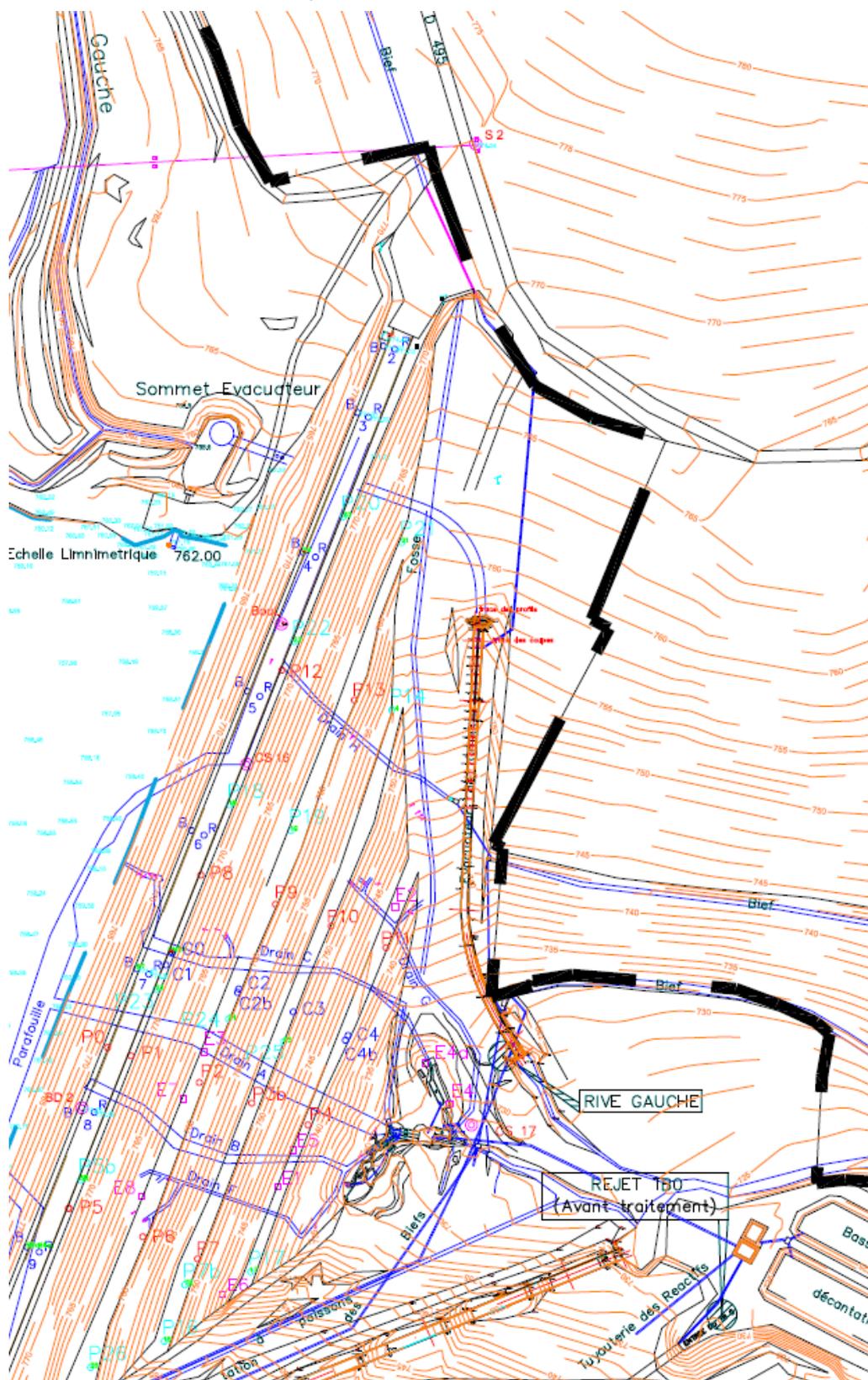
[http://www.criirad.org/actualites/uraniumfrance/2015-10-05\\_lo\\_min-eco-Royal\\_mines-U.pdf](http://www.criirad.org/actualites/uraniumfrance/2015-10-05_lo_min-eco-Royal_mines-U.pdf)

## Liste des ANNEXES

<i>ANNEXE 1 Carte au 1/2500 du site des Bois Noirs.....</i>	<i>14</i>
<i>ANNEXE 2 Remarques sur les conditions de préparation et d'analyse des mousses aquatiques.....</i>	<i>15</i>
<i>ANNEXE 3 Agréments du laboratoire de la CRIIRAD.....</i>	<i>16</i>
<i>ANNEXE 4 Résultats détaillés d'analyses par spectrométrie gamma (hors chaîne de l'uranium 238).....</i>	<i>17</i>
<i>ANNEXE 5 Résultats détaillés d'analyses par spectrométrie gamma / influence du mode de traitement (sans broyage / avec broyage) pour les mousses aquatiques.....</i>	<i>18</i>
<i>ANNEXE 6 Résultats détaillés d'analyses par spectrométrie gamma des eaux.....</i>	<i>19</i>

## ANNEXE 1

### Carte au 1/2500 du site des Bois Noirs



Extrait de la carte en Annexe A2 / Plan 1/2500 de l'étude d'impact « Réaménagement du site des Bois Noirs Limouzat », ARCADIS, version décembre 2013.

## ANNEXE 2

### Remarques sur les conditions de préparation et d'analyse des mousses aquatiques

#### Radioprotection / Métrologie

En application du principe de justification et d'optimisation des expositions, des précautions particulières ont été prises pour la préparation des mousses aquatiques compte tenu des niveaux de contamination attendus et des résultats du contrôle radiométrique à réception :

- La quantité de matière prélevée a été limitée pour les mousses échantillonnées dans le rejet.
- Les opérations à risque (travail sur échantillons sec mixé par exemple) ont été effectuées sous hotte ventilée avec port de masque.
- Un suivi de l'activité volumique du radon 222 dans la salle de préparation a été effectué au moyen de moniteurs RAMON et ALPHAGUARD (pas d'augmentation par rapport au bruit de fond de l'ordre de 30 Bq/m<sup>3</sup>).
- Il a été décidé de ne pas mixer systématiquement les échantillons après dessiccation afin de réduire les risques liés à l'inhalation de fines poussières. Des essais effectués sur un des échantillons qui a été compté brut ou après broyage-mixage ont confirmé que le broyage-mixage n'apportait pas de gain métrologique significatif (cf Annexe 5). Cet essai valide le fait de ne pas avoir généralisé l'opération de mixage.
- Les eaux de rinçage des mousses et les déchets issus de la préparation ont été collectés, analysés et seront traités comme déchets TFA. L'activité du radium 226 soluble dans les eaux de rinçage était de 0,57 Bq/l (analyse N°C28406).
- Des frottis de contrôle N° C27958, C27957 et C27960 ont été effectués sur la paillasse de préparation, la paillasse dédiée aux pesées et l'étuve ayant été utilisée pour la dessiccation (aucune contamination en radium 226 n'a été relevée : < 0,05 et < 0,2 mBq/cm<sup>2</sup>).

## ANNEXE 3

### Agréments du laboratoire de la CRIIRAD

Le laboratoire de la CRIIRAD est agréé par l'Autorité de Sûreté Nucléaire pour les mesures de radioactivité de l'environnement. La portée détaillée de l'agrément est disponible sur le site internet de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Une liste actualisée au 1<sup>er</sup> juillet 2015 est présentée ci-dessous :

1 / **Les eaux** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV (agrément valable jusqu'au **31/12/2015**) et tritium (agrément valable jusqu'au **30/06/2019**)

2 / **Les sols** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV (agrément valable jusqu'au **30/06/2016**), isotopes de l'uranium, isotopes du thorium, radium 226 et descendants, radium 228 et descendants (agrément valable jusqu'au **30/06/2020**)

3 / **Les matrices biologiques** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV (agrément valable jusqu'au **31/12/2018**)

4 / **Les matrices gaz** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV et gaz halogénés (agrément valable jusqu'au **30/06/2017**).

En outre, Le laboratoire de la CRIIRAD est agréé pour les mesures d'activité volumique du radon dans les lieux ouverts au public et les lieux de travail :

Niveau 1A (valable jusqu'au 15 septembre 2016) – dépistage et contrôle après actions correctrices dans les bâtiments, y compris les bâtiments souterrains et les établissements thermaux : agrément délivré par décision CODEP-DIS n°2011-038870 du 11 juillet 2011 de l'Autorité de sûreté nucléaire ;

Niveau 2 (valable jusqu'au 15 septembre 2016) – identification des sources, des voies d'entrée et de transfert du radon dans tout bâtiment, y compris les bâtiments souterrains et les établissements thermaux, ainsi que dans des cavités et des ouvrages souterrains : agrément délivré par décision CODEP-DIS n°2011-038926 du 11 juillet 2011 de l'Autorité de sûreté nucléaire.

## ANNEXE 4

### Résultats détaillés d'analyses par spectrométrie gamma (hors chaîne de l'uranium 238)

Code	Localisation	Commune	Distance approximative par rapport au rejet AREVA	Code CRIIRAD	Chaîne de l'uranium 235		Chaîne du thorium 232		Ac 228/Pb 212	Potassium 40 (Bq/kg sec)	Beryllium 7 (Bq/kg sec)	Césium 137 (Bq/kg sec)
					U 235 (Bq/kg sec)	Th 227 (Bq/kg sec)	Actinium 228 (Bq/kg sec)	Plomb 212 (Bq/kg sec)				
AM1	Besbre (amont site minier AREVA) / Pont des Batureaux	Entre Saint-Priest-La-Prugne (42) et Lavoine (03)		120914 A5	< 12	< 8	131 ± 24	55 ± 9	2,4	< 500	50 ± 17	< 6
PS1	Bachat soumis à Drain N°6 (proche digue grand bassin) / Rive gauche	Saint-Priest-La-Prugne (42)		120914 A6	1 520 ± 290	460 ± 140	< 110	< 25		< 700	< 45	< 7
PS2	Besbre : 10 à 100 m amont rejet mais aval digue et aval écoulement drain N°6	Saint-Priest-La-Prugne (42)		120914 A7	< 70	< 44	1 810 ± 230	920 ± 110	2,0	< 490	< 36	< 4,6
R0	Dans la demi buse soumise au rejet de la station de traitement des eaux AREVA	Saint-Priest-La-Prugne (42)	0	120914 A8	< 600	< 360	5 300 ± 900	1 910 ± 310	2,8	< 1 100	< 290	< 38
AV 1	Besbre (aval rejet AREVA : 100 m et plus)	Saint-Priest-La-Prugne (42)	100 m	120914A9	750 ± 340	< 130	6 000 ± 700	2 730 ± 320	2,2	1 800 ± 600	< 100	< 13
AV 2A	Besbre / Moulin Saint-Priest : amont pont , amont affluent	Saint-Priest-La-Prugne (42)	1,5 km	120914 A10	490 ± 240	< 70	3 780 ± 460	990 ± 120	3,8	< 700	< 220	< 8
AV 2B	Besbre / Moulin Saint-Priest : aval pont	Saint-Priest-La-Prugne (42)	1,5 km	120914 A11	< 150	< 90	3 410 ± 450	1 080 ± 140	3,2	< 800	< 80	< 10
AV 3	Besbre / Moulin Gitenay (amont et aval pont)	Laprugne (03)	4 km	120914 A12	< 210	< 26	1 100 ± 150	328 ± 43	3,4	< 600	< 120	< 3,0
AV 4	Besbre / Pont de l'Ombra (sur 100 mètres amont pont)	La Chabanne (03)	9 km	120914A13	< 180	< 20	620 ± 90	157 ± 23	3,9	< 440	< 18	< 2,3
AV 5	Besbre / Saint-Clément (amont barrage)	Saint-Clément (03)	15 km	120914 A14	< 80	< 11	590 ± 80	143 ± 19	4,1	< 410	86 ± 26	< 1,2
AV 6	Besbre / Pont Clavel	Le Breuil (03)	30 km	120914A15	< 17	< 11	790 ± 100	177 ± 23	4,5	< 350	59 ± 22	< 1,3

## ANNEXE 5

## Résultats détaillés d'analyses par spectrométrie gamma / influence du mode de traitement (sans broyage / avec broyage) pour les mousses aquatiques

Echantillon de fontinales AV4 / Besbre / Pont de l'Ombra à 9 km du site / Prélèvement du 9/9/2014 / Code 120914A13 / TMS 13 %

Nature du traitement	Géométrie de comptage	Masse analysée (g)	N° d'analyse	Date d'analyse	Uranium 238-Thorium 234 (Bq/kg sec)	Radium 226 (Bq/kg sec)	Plomb 210 (Bq/kg sec)	U 235 (Bq/kg sec)	Actinium 228 (Bq/kg sec)	Plomb 212 (Bq/kg sec)
Etuve 45°C / Pas de Broyage / homogénéisation	Marinelli 560	71,77	C 28092	31/12/2014	920 ± 170	2 520 ± 280	390 ± 100	< 180	620 ± 90	157 ± 23
Etuve 45°C / Broyage / homogénéisation	Petri	15,07	C 28097	05/01/2015	630 ± 180	2 110 ± 260	340 ± 120	< 60	630 ± 120	143 ± 30
Etuve 45°C / Broyage / homogénéisation	Marinelli 500	105,53	C 28086	26/12/2014	790 ± 130	2 000 ± 220	310 ± 70	< 100	530 ± 70	120 ± 17

## ANNEXE 6

## Résultats détaillés d'analyses par spectrométrie gamma des eaux

**LABORATOIRE DE LA CRIIRAD**

Commission de Recherche  
et d'Information Indépendantes  
sur la Radioactivité

29 Cours Manuel de Falla  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Site internet : www.criirad.org  
E-mail : laboratoire@criirad.org

Valence, le 19 septembre 2014

Laboratoire agréé par l'Autorité de sûreté nucléaire pour les mesures de radioactivité de l'environnement — portée détaillée de l'agrément disponible sur le site internet de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
DéTECTEUR semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

**RAPPORT D'ESSAI N° 27926-1 PAGE 1 / PAGE 1**  
**RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA**

**Identification de l'échantillon analysé**

Etude Mine AREVA des BOIS NOIRS

Code Prélèvement Rejet  
Code Enregistrement 120914A1  
N° d'analyse C 27926

Nature de l'échantillon Eau (Préliminaire)

Lieu de prélèvement Mine AREVA des BOIS NOIRS  
Localisation du prélèvement Rejet en besbre

Mine AREVA des BOIS NOIRS  
Eau du rejet en Besbre  
Dosage du radon dissous

**Prélèvement**

Date et heure de prélèvement 11/09/2014 12:45  
Opérateur de prélèvement CRIIRAD (C. Courbon)  
Mode de prélèvement P250

**Pré-traitement**

Date de préparation 11/09/2014  
Délai avant analyse (j) 1

**Analyse en spectrométrie gamma**

Date de mesure 12/09/2014 8:20  
Géométrie de comptage P250  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 280,7  
Temps de comptage (s) 8 139

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

**Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)**

**Éléments radioactifs naturels\*** Activité et incertitude ou limite de  
détection si <

**Chaîne de l'Uranium 238**

Radon 222	245 ±	36
-----------	-------	----

Le Radon 222 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214

**Éléments radioactifs artificiels** Activité et incertitude ou limite de  
détection si <

Iode 131	<	1,0
----------	---	-----

Activités ramenées à la date de prélèvement

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Éléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Directeur du laboratoire

**LABORATOIRE DE LA CRIIRAD**

Commission de Recherche  
et d'Information Indépendantes  
sur la Radioactivité

29 Cours Manuel de Falla  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Site internet : www.criirad.org  
E-mail : laboratoire@criirad.org

Valence, le 24 octobre 2014

Laboratoire agréé par l'Autorité de sûreté nucléaire pour les mesures de radioactivité de l'environnement — portée détaillée de l'agrément disponible sur le site internet de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
DéTECTEUR semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

**RAPPORT D'ESSAI N° 27989-1 PAGE 1 / PAGE 1**  
**RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA**

**Identification de l'échantillon analysé**

Etude Mine AREVA des BOIS NOIRS  
Code Prélèvement Rejet  
Code Enregistrement 120914A1  
N° d'analyse C 27989  
Nature de l'échantillon Eau (Filtres)  
Lieu de prélèvement Mine AREVA des Bois Noirs  
Localisation du prélèvement Rejet en Besbre

**Prélèvement**

Date de prélèvement 11/09/2014  
Opérateur de prélèvement CRIIRAD (C. Courbon)  
Mode de prélèvement Bidon 5 litres

**Pré-traitement**

Date de préparation 11/09/2014  
Délai avant analyse (j) 42  
Conditions de préparation 4 filtres 8µm

**Analyse en spectrométrie gamma**

Date de mesure 23/10/2014  
Géométrie de comptage Pétri  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 10109,65  
Temps de comptage (s) 54 177

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

**Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)**

Éléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>		
Thorium 234**	<	0,15
Radium 226**	0,058 ±	0,023
Plomb 214	0,070 ±	0,024
Bismuth 214	0,046 ±	0,023
Plomb 210**	<	0,14
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>		
Uranium 235	<	0,06
<b>Chaîne du Thorium 232</b>		
Actinium 228	<	0,05
Plomb 212	<	0,012
Thallium 208	<	0,013
Potassium 40	<	0,47
Béryllium 7	<	0,029
Éléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
Césium 137	<	0,0045
Césium 134	<	0,0037
Cobalt 58	<	0,006
Cobalt 60	<	0,0035
Manganèse 54	<	0,0047
Antimoine 125	<	0,011
Iode 131	<	0,13
Cérium 144	<	0,019
Argent 110m	<	0,0043
Américium 241**	<	0,0040
Iode 129**	<	0,0038
Ruthénium 106	<	0,041

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Éléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Directeur du laboratoire

**LABORATOIRE DE LA CRIIRAD**

Commission de Recherche  
et d'Information Indépendantes  
sur la Radioactivité

29 Cours Manuel de Falla  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Site internet : www.criirad.org  
E-mail : laboratoire@criirad.org

Valence, le 06 avril 2016

Laboratoire agréé par l'Autorité de sûreté nucléaire pour les mesures de radioactivité de l'environnement — portée détaillée de l'agrément disponible sur le site internet de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
Décteur semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

**RAPPORT D'ESSAI N° 28087-1 PAGE 1 / PAGE 1**  
**RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA**

**Identification de l'échantillon analysé**

Etude Mine AREVA des Bois Noirs  
Code Prélèvement Rejet  
Code Enregistrement 120914A1  
N° d'analyse C 28087  
Nature de l'échantillon Eau de rejet concentrée  
Lieu de prélèvement Mine AREVA des Bois Noirs (42)  
Localisation du prélèvement Rejet en Besbre  
Code de l'unité territoriale (NUTS) FR715

**Prélèvement**

Date de prélèvement 11/09/2014  
Opérateur de prélèvement CRIIRAD (C. Courbon)  
Mode de prélèvement Bidon 5 litre

**Pré-traitement**

Date de préparation 02/10/2014  
Délai avant analyse (j) 86  
Conditions de préparation Filtration, acidification  
concentration à 78 °C.

**Analyse en spectrométrie gamma**

Date de mesure 26/12/2014  
Géométrie de comptage Marinelli  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 10109,65  
Temps de comptage (s) 232 940

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

**Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)**

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
<b>Chaîne de l'Uranium 238</b>		
Thorium 234**	1,13 ±	0,21
Radium 226**	0,54 ±	0,07
Plomb 214	0,55 ±	0,07
Bismuth 214	0,52 ±	0,07
Plomb 210**	<	0,20
<b>Chaîne de l'Uranium 235</b>		
Uranium 235	<	0,22
<b>Chaîne du Thorium 232</b>		
Actinium 228	<	0,06
Plomb 212	<	0,013
Thallium 208	<	0,007
Potassium 40	<	0,27
Béryllium 7	<	0,019
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
Césium 137	<	0,0029
Césium 134	<	0,0027
Cobalt 58	<	0,007
Cobalt 60	<	0,0026
Manganèse 54	<	0,0034
Antimoine 125	<	0,007
Cérium 144	<	0,017
Argent 110m	<	0,0034
Américium 241**	<	0,0039
Iode 129**	<	0,0041
Ruthénium 106	<	0,028

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

\*\*\* Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Marion JEAMBRUN  
Responsable qualité

Bruno CHAREYRON  
Directeur du laboratoire

**LABORATOIRE DE LA CRIIRAD**

Site internet : www.criirad.org  
E-mail : laboratoire@criirad.org

**Commission de Recherche  
et d'Information Indépendantes  
sur la Radioactivité**

29 Cours Manuel de Falla  
26000 Valence - France  
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50  
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 19 septembre 2014

Laboratoire agréé par l'Autorité de sûreté nucléaire pour les mesures de radioactivité de l'environnement — portée détaillée de l'agrément disponible sur le site internet de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Méthode d'essai : spectrométrie gamma en containers de géométrie normalisée.  
DéTECTEUR semi-conducteur au germanium hyperpur refroidi à l'azote liquide.  
Efficacité relative de 22 à 24 %. Résolution de 1,7 keV pour la raie à 1,33 MeV.

**RAPPORT D'ESSAI N° 27928-1 PAGE 1 / PAGE 1  
RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA**

**Identification de l'échantillon analysé**

Etude Mine AREVA des BOIS NOIRS

Code Prélèvement Drain n°6  
Code Enregistrement 120914A3  
N° d'analyse C 27928

Nature de l'échantillon Eau (Préliminaire)

Lieu de prélèvement Mine AREVA des BOIS NOIRS  
Localisation du prélèvement Drain n°6

**Prélèvement**

Date et heure de prélèvement 10/09/2014 16:25  
Opérateur de prélèvement CRIIRAD (C. Courbon)  
Mode de prélèvement P250

**Pré-traitement**

Date de préparation 10/09/2014  
Délai avant analyse (j) 2

**Analyse en spectrométrie gamma**

Date de mesure 12/09/2014 12:48  
Géométrie de comptage P250  
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais  
Masse analysée (g) 279,26  
Temps de comptage (s) 7 216

Le présent rapport comporte 1 page et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.  
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

**Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)**

**Éléments radioactifs naturels\*** Activité et incertitude ou limite de détection si <

**Chaîne de l'Uranium 238**

Radon 222	161 ±	28
-----------	-------	----

Le Radon 222 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214

**Éléments radioactifs artificiels** Activité et incertitude ou limite de détection si <

Iode 131	<	1,0
----------	---	-----

Activités ramenées à la date de prélèvement

Activités ramenées à la date de prélèvement

\* Éléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

\*\* S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

**Stéphane PATRIGEON**  
Technicien de laboratoire

**Bruno CHAREYRON**  
Directeur du laboratoire