

Le Directeur de l'environnement  
et de l'intervention

IRSN/DEI/DIR/2010- 46

Service d'analyse des risques  
liés à la géosphère

Bureau d'évaluation des risques  
liés à la radioactivité naturelle

Affaire suivie par  
Jérôme GUILLEVIC  
Tél : 01 58 35 88 78  
Fax : 01 58 35 80 35  
jerome.guillevic@irsn.fr

DREAL Limousin

M. Dominique Bergot

Adjoint au chef de la Division sous-sol,  
environnement industriel, chargé des mines

15, place Jourdan

87038 Limoges, France

**Objet :** Contrôle inopiné sur les anciennes installations uranifères de la région du Limousin  
**Votre Réf.** 1. Courrier DSS2009-338 du 14 septembre 2009  
**Notre Réf.** 2. Courrier IRSN/DEI/DIR/2009-148 du 23 octobre 2009  
3. Rapport IRSN/DEI/2007-042, Expertise globale du bilan décennal environnemental d'AREVA NC partie 2

Par courrier du 14 septembre octobre 2009 cité en première référence, vous avez lancé un appel à propositions pour la réalisation de prélèvements et d'analyses dans le cadre de la mise en œuvre de contrôles inopinés sur les anciennes installations minières uranifères du Limousin.

En réponse à cet appel à propositions, l'IRSN vous a transmis, par courrier en 2<sup>ème</sup> référence, une proposition technique et financière.

Comme suite à cette proposition, vous avez sollicité mes services en vue de leur participation à un contrôle inopiné qui s'est déroulé le 3 décembre 2009.

Lors de ce contrôle, l'équipe de l'IRSN, constituée de M. Gilles Alcade (DEI/SARG/LAME) et de M. Jérôme Guillevic (DEI/SARG/BRN), a effectué des prélèvements d'eau et de sédiments sur 4 points qui leur ont été désignés par les inspecteurs de la DREAL qu'ils accompagnaient. La localisation géographique de ces points est donnée en annexe 1.

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre B 440 546 018

Conformément à votre demande, les mesures ont porté sur les paramètres suivants :

- Pour ce qui concerne les eaux :
  - **eaux brutes** : activité volumique alpha globale, activité volumique bêta globale, activité volumique du plomb 210, activité volumique du polonium 210 et concentration volumique des sulfates ; en complément, une mesure de l'activité volumique des émetteurs gamma et du radon 222 a été réalisée sur un des échantillons d'eau (point 5 - Rejet Bellezane) ;



- **fractions solubles et insolubles** : activités volumiques de l'uranium 238, du radium 226, et concentrations volumiques du baryum et de l'aluminium.
- **Pour ce qui concerne les sédiments :**
  - activités massiques des émetteurs gamma de la chaîne de l'uranium 238, thorium 232 et uranium 235 par spectrométrie.

Des résultats de mesure donnés en annexe 2, je retiens plus particulièrement les enseignements suivants :

- **Pour les eaux :**

Les valeurs les plus élevées des activités alpha ( $8,5 \text{ Bq.L}^{-1}$ ) et bêta globales ( $1,93 \text{ Bq.L}^{-1}$ ) sur les eaux brutes et des concentrations en uranium 238 sur la fraction soluble ( $3,92 \text{ Bq.L}^{-1}$  soit  $315 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) ont été mesurées au point 5 (rejet Bellezane), et dans une moindre mesure aux points 1 (Augères) et 3 (Etang de Rode). Les activités mesurées en uranium et radium 226 sur ces 3 points de prélèvements sont supérieures à la gamme de valeurs habituellement mesurées sur les cours d'eau et retenues de la région, en dehors de toute influence minière (cf. rapport en référence 3).

Les activités alpha globale et les concentrations en uranium mesurées sur les trois points de prélèvements mentionnés précédemment sont toutes supérieures respectivement, à la valeur de  $0,1 \text{ Bq.L}^{-1}$  fixée par l'arrêté du 11 janvier 2007 en tant que valeur guide pour les eaux potables et à la valeur guide de 15 microgrammes par litre recommandée par l'OMS pour les eaux de boisson.

Il est à noter que les points 1 et 5 se situent en aval immédiat des rejets des stations d'Augères et de Bellezane. Ces points sont également associés aux valeurs mesurées les plus élevées pour les concentrations volumiques du baryum sur les fractions solubles et insolubles (de l'ordre de  $300 \mu\text{g.L}^{-1}$ ).

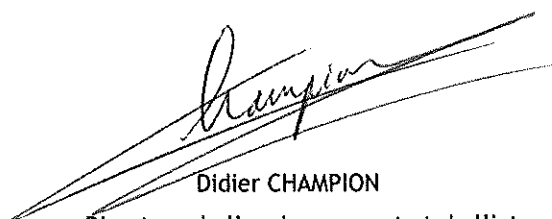
- **Pour les sédiments :**

Les activités massiques les plus élevées du thorium 234 ( $1349 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ) et du plomb 214 ( $450 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ) ont été mesurées au point 5 (rejet Bellezane).

Les activités mesurées sur les autres points de prélèvements restent de manière générale dans la gamme de valeurs usuellement rencontrées dans les sédiments des cours d'eau et retenues situés en amont des installations minières uranifères de la région (cf. référence 3).

Des activités massiques légèrement plus élevées ont toutefois été mesurées au point 4 (hameau Roudet) pour le thorium 234 ( $1039 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ), le plomb 214 ( $466 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ) et le plomb 210 ( $869 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ ). Les résultats légèrement supérieurs obtenus pour ce point, s'expliquent vraisemblablement par la granulométrie très fine du prélèvement et la présence d'une quantité importante de matière organique.

Vous trouverez joint à mon présent envoi, un formulaire de satisfaction client à l'aide duquel vous avez la possibilité d'émettre un avis sur la qualité du travail fourni par mes services et que je vous serais reconnaissant de bien vouloir me retourner.



Didier CHAMPION  
Directeur de l'environnement et de l'intervention

PJ : Annexe 1 : Localisation géographique et description des points de prélèvements

Annexe 2 : Rapport d'essai R5-BRN-2009-08

## ANNEXE 1

### Localisation géographique et description des points de prélèvements

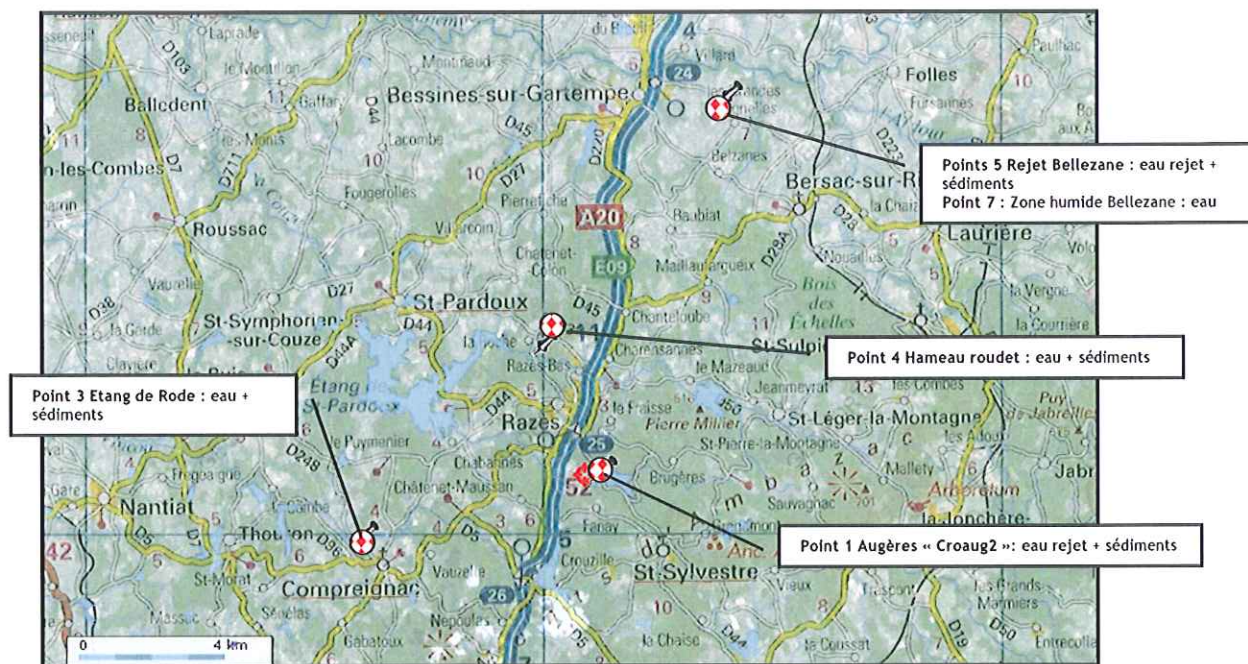


Photo 1 : Vue générale de la localisation des points de prélèvements.

#### Point 1 Augères « Croaug2 »

Bassin versant du Ritord en aval de l'étang du Gouillet et de la station de rejets « Augères » avant rejet dans le cours d'eau « Ritord ».

Prélèvement d'eau de rejet (icône bleu) au pied de la surverse du bassin n°4 (code AREVA CROAUG2) et de sédiments (icône rouge) plus en aval, avant rejet dans le Ritord.



Photo 2 : Vue d'ensemble du Point 1.

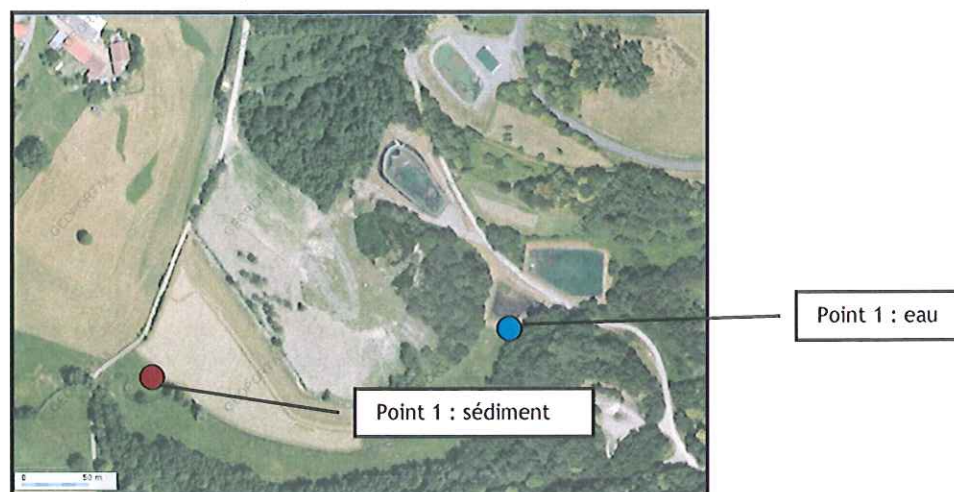


Photo 3 : Localisation des prélèvements d'eau et de sédiment au point 1

**Point 3 « Etang de Rode »**

Bassin versant du Vincou, commune de Compreignac, aval de l'étang de Rode et des sites de Peny, Chatenet Maussan et Margnac. Prélèvements d'eau et de sédiments dans le Vincou après la surverse de l'étang de Rode en aval du pont.

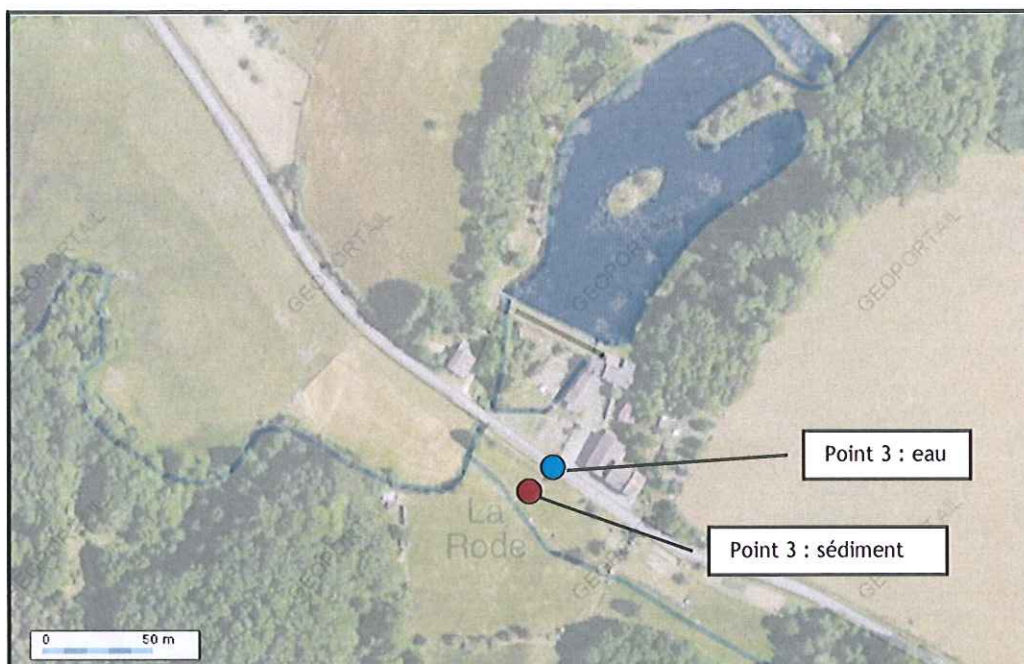


Photo 4 : Localisation des prélèvements d'eau et de sédiment au point 3

**Point 4 « Hameau Roudet »**

Bassin versant de la Couze, commune de Razès, hameau Roudet en aval des sites de Gorces (MCO), Fraisse (MCO + TMS) et Champour (MCO).

Prélèvements d'eau de la Couze et de sédiments (eaux calmes en bord de cours d'eau, présence de feuilles mortes en grandes quantités).

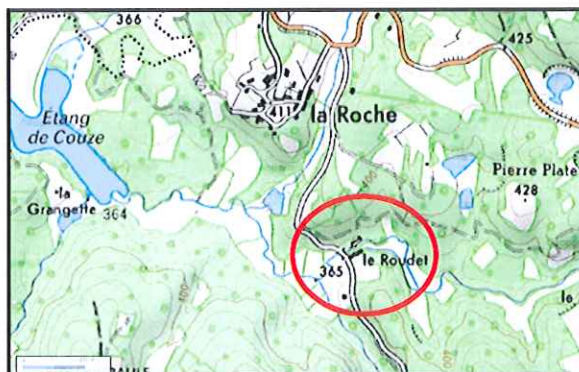


Photo 5 : Vue d'ensemble du point 4

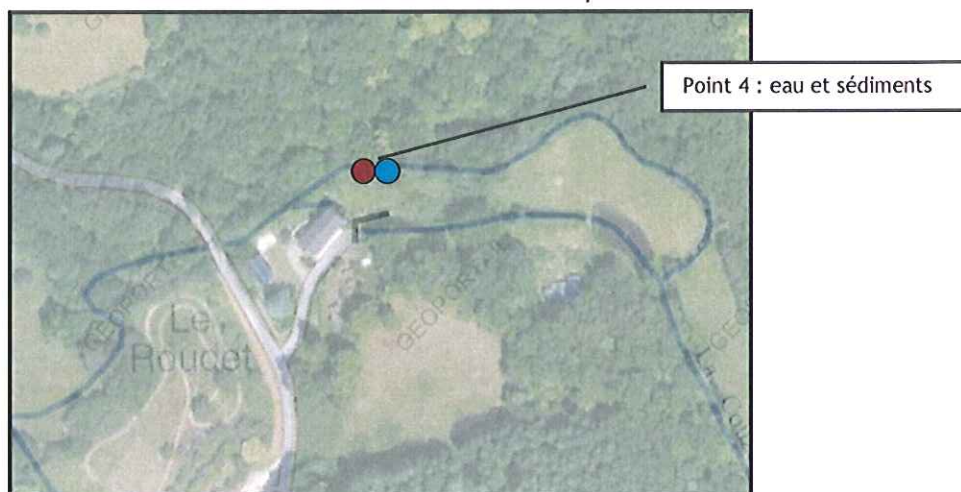


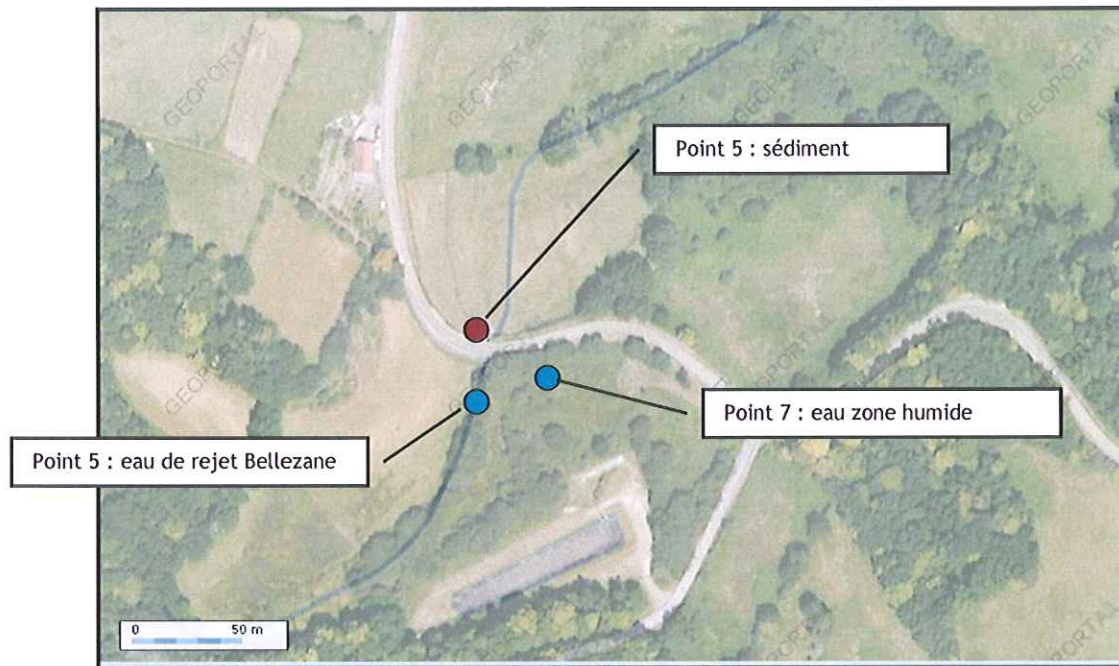
Photo 6 : Localisation des prélèvements d'eau et de sédiment au point

**Point 5 « Rejet Bellezane » et Point 7 « Zone humide Bellezane »**

Bassin versant de la Gartempe, commune de Bessines sur Gartempe en aval de Bellezane.

**Point 5 :** prélèvement d'eau de rejet de la station de Bellezane avant arrivée dans le ruisseau des Petites Magnelles et de sédiments en aval du ruisseau, après le pont dans le champ en bordure de route.

**Point 7 :** prélèvement d'eau de ruissellement dans une zone humide supposée hors d'influence du site de Bellezane (information orale AREVA) ;



*Photo 7 : Localisation des prélèvements d'eau et de sédiment aux points 5 et 7*

**Fiche d'analyse des échantillons**

N° d'affaire : 03D/T01-002/12 - 15000661-0030

Référence LAME : R5-BRN-2009-08(Contrôles inopinés)

Nom des échantillons : Voir plus bas

Date de prélèvement : 03/12/2009

Préparation et analyses réalisées par G. ALCALDE et A. MIFSUD (SARG/LAME)

**Liste des échantillons liquides (eaux)**

N° de point	Nom de l'échantillon	Latitude	Longitude	Date et heure du prélèvement	Volume prélevé (L)
point 1	Croaug2	46,01226928	1,35166112	3/12/09 10:34	5 + 2
point 3	Etang de Rode	45,99696751	1,26604381	3/12/09 12:31	5 + 2
point 4	Hameau Roudet	46,04418465	1,33172045	3/12/09 15:21	5 + 2
point 5	Rejet Bellezane	46,10583487	1,39889845	3/12/09 16:50	2x5 + 2 + 2x1
point 7	Zone humide Bellezane	46,10583346	1,39917491	3/12/09 17:28	5 + 2

**Liste des échantillons solides (sédiments)**

N° de point	Nom de l'échantillon	Latitude	Longitude	Date et heure du prélèvement	Masse prélevée (avec flaconnage) (kg)
1	Croaug2	46,01263288	1,34978341	3/12/09 11:24	9
3	Etang de rode	45,99683809	1,26603417	3/12/09 12:43	12
4	Hameau Roudet	46,04418465	1,33172045	3/12/09 15:21	11
5	Rejet Bellezane	46,10605283	1,39877062	3/12/09 17:38	10

**Résultats obtenus sur le terrain**

N° de point	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (mg.L <sup>-1</sup> )
point 1	8,0	175	7,16	7,15
point 3	8,4	57	7,00	7,00
point 4	9,5	42	6,87	6,82
point 5	9,3	509	7,37	7,90
point 7	9,5	104	7,10	6,56

### Préparation des échantillons liquides (eaux)

Une partie des échantillons bruts a été conservée pour l'analyse de la radioactivité alpha et bêta globale ainsi que pour l'analyse du plomb 210 et du polonium 210 au Service de Traitement des Echantillons et de Métrologie pour l'Environnement (STEME).

Une partie de l'échantillon point 5 (brut) a été concentrée par évaporation de 5 L (5314,4 g) à 0,5 L (493,33 g) pour une analyse des radioéléments par spectrométrie gamma.

Une partie des échantillons bruts a été filtrée à 0,45 µm et la quantité de matière en suspension a été déterminée.

N° de point	Volume filtré (mL)	Quantité de matière en suspension (particules de diamètre > à 0,45 µm) (mg.L <sup>-1</sup> )
point 1	4810,1	5,5 ± 1,1
point 3	4970,4	15,0 ± 3,0
point 4	4630,1	32 ± 7
point 5	4943,7	5,5 ± 1,1
point 7	4729,7	8,8 ± 1,8

Une partie des solutions filtrées a été prélevée pour l'analyse des sulfates par chromatographie ionique.

Les solutions filtrées ont été ensuite acidifiées à pH ~ 1,5 avec HNO<sub>3</sub> 68 %.

Une partie des solutions filtrées et acidifiées a été prélevée pour l'analyse de l'uranium, du baryum et de l'aluminium par ICP-MS (fraction soluble).

L'analyse du radium 226 (fraction soluble) par émanométrie du radon 222 nécessite une concentration des solutions filtrées et acidifiées par évaporation. Un volume de 1 L des échantillons point 3, point 4 et point 7 a été concentré. Un volume de 0,5 L des échantillons point 1 et point 5 a été concentré.

Les filtres récupérés ont été dissous en four micro-ondes dans 15 mL d'eau régale (3 volume d'HCl concentré + 1 volume d'HNO<sub>3</sub> concentré). Les solutions récupérées ont été diluées en fiole jaugée de 100 mL avec de l'eau distillée et ont été conservées pour l'analyse de l'uranium, du baryum et de l'aluminium par ICP-MS et du radium 226 par émanométrie du radon 222 (fraction insoluble).



### Résultats obtenus sur les échantillons liquides (eaux)

Analyses réalisées	point 1	point 3	point 4	point 5	Point 7
Activité Alpha globale <sup>1</sup> (fraction totale) (Bq.L <sup>-1</sup> )	0,85 ± 0,13	0,67 ± 0,11	0,11 ± 0,03	8,5 ± 2,2	0,19 ± 0,05
Activité Bêta globale <sup>2</sup> (fraction totale) (Bq.L <sup>-1</sup> )	0,40 ± 0,10	0,46 ± 0,13	0,13 ± 0,06	1,93 ± 0,48	0,33 ± 0,12
Concentration en K (fraction totale) (mg.L <sup>-1</sup> )	4,0 ± 0,4	2,0 ± 0,2	1,75 ± 0,18	8,7 ± 0,9	8,7 ± 0,9
Activité déduite en K-40 (fraction totale) (Bq.L <sup>-1</sup> )	0,11 ± 0,01	0,056 ± 0,006	0,049 ± 0,005	0,24 ± 0,03	0,24 ± 0,03
Activité Bêta globale corrigée après déduction du K-40 (fraction totale) (Bq.L <sup>-1</sup> )	0,29 ± 0,07	0,40 ± 0,11	0,08 ± 0,04	1,69 ± 0,42	0,09 ± 0,03
Activité en Ra-226 (fraction soluble) (Bq.L <sup>-1</sup> )	0,073 ± 0,020	0,045 ± 0,012	0,0250 ± 0,0038	0,036 ± 0,007	0,045 ± 0,006
Activité en Ra-226 (fraction insoluble)(Bq.L <sup>-1</sup> )	0,064 ± 0,017	0,188 ± 0,049	0,0088 ± 0,0030	0,113 ± 0,011	0,0072 ± 0,0020
Concentration en U-238 <sup>3</sup> (fraction soluble) (µg.L <sup>-1</sup> )	12,5 ± 1,2	12,9 ± 1,3	1,17 ± 0,12	315 ± 31	< 1
Activité déduite en U-238 (fraction soluble) (Bq.L <sup>-1</sup> )	0,155 ± 0,016	0,161 ± 0,016	0,0146 ± 0,0015	3,92 ± 0,39	< 0,012
Concentration en U-238 (fraction insoluble) (µg.L <sup>-1</sup> )	10,2 ± 1,0	6,5 ± 0,6	0,89 ± 0,09	5,2 ± 0,5	0,54 ± 0,05
Activité déduite en U-238 (fraction insoluble) (Bq.L <sup>-1</sup> )	0,126 ± 0,013	0,080 ± 0,008	0,0110 ± 0,0011	0,064 ± 0,006	0,0067 ± 0,0007
Activité en Pb-210 (fraction totale) (Bq.L <sup>-1</sup> )	< 0,029	< 0,037	< 0,025	< 0,024	< 0,023
Activité en Po-210 (fraction totale) (Bq.L <sup>-1</sup> )	0,076 ± 0,011	0,056 ± 0,008	0,009 ± 0,003	0,017 ± 0,005	0,027 ± 0,006

<sup>1</sup> L'activité alpha globale est principalement due aux radionucléides émetteurs alpha de la chaîne de l'uranium 238 : l'uranium 238, l'uranium 234, le radium 226 et le polonium 210. Pour l'ensemble des échantillons mesurés, on peut ainsi vérifier que l'activité alpha globale est cohérente avec les résultats de mesures des descendants de la chaîne de l'uranium 238.

<sup>2</sup> L'activité bêta globale est principalement due au potassium 40 et aux radionucléides émetteurs bêta de la chaîne de l'uranium 238 : le thorium 234 le protactinium 234 métastable, le plomb 214 et le bismuth 214 (supposés à l'équilibre avec le radium 226 avec un facteur d'équilibre estimé à 0,5), le plomb 210, le bismuth 210 (supposé à l'équilibre avec le plomb 210).

<sup>3</sup> La concentration en uranium 238 en µg.L<sup>-1</sup> est équivalente à la concentration en uranium total.

Analyses réalisées	point 1	point 3	point 4	point 5	Point 7
Activité en Rn-222 (fraction totale) (Bq.L <sup>-1</sup> )	Mesure non demandée	Mesure non demandée	Mesure non demandée	17 ± 2	Mesure non demandée
Activité en K-40 Activité en Ac-228 Activité en U-235 Activité en Pa-234m (fraction totale) (Bq.L <sup>-1</sup> )	Mesure non demandée	Mesure non demandée	Mesure non demandée	0,21 ± 0,10 < 1,98 0,217 ± 0,036 3,3 ± 0,6	Mesure non demandée
Concentration en sulfates <sup>4</sup> (fraction totale) (mg.L <sup>-1</sup> )	80,7 ± 4,0	10,4 ± 0,5	5,28 ± 0,26	298 ± 15	28,3 ± 1,4
Concentration en Ba (fraction soluble) (µg.L <sup>-1</sup> )	220 ± 22	24,3 ± 2,4	23,2 ± 2,3	91 ± 9	22,8 ± 2,3
Concentration en Ba (fraction insoluble) (µg.L <sup>-1</sup> )	101 ± 10	4,57 ± 0,46	2,90 ± 0,29	176 ± 18	1,87 ± 0,19
Concentration en Al (fraction soluble) (µg.L <sup>-1</sup> )	38,9 ± 3,9	42,5 ± 4,3	57 ± 6	100 ± 10	39,3 ± 3,9
Concentration en Al (fraction insoluble) (µg.L <sup>-1</sup> )	322 ± 32	650 ± 70	207 ± 21	321 ± 32	295 ± 30

#### Préparation des échantillons solides (sédiments)

Les échantillons ont été égouttés et placés en géométrie de comptage de 500 mL (STEME). Les activités massiques délivrées correspondent donc à des activités par kilogramme d'échantillon frais. Afin de déterminer les activités par kilogramme d'échantillon sec, les échantillons ont ensuite été séchés à 105° C jusqu'à poids constant et le pourcentage d'humidité a été calculé pour chaque échantillon. L'incertitude relative estimée sur le pourcentage d'humidité relative est de 5 %.

Analyses réalisées	point 1	point 3	point 4	point 5
Pourcentage d'humidité relative (%)	15,6 ± 0,8	5,51 ± 0,28	52,8 ± 2,6	11,0 ± 0,6

<sup>4</sup> Le baryum, l'aluminium et les sulfates sont des éléments chimiques présents à des concentrations variables dans l'environnement. Les traitements appliqués sur les eaux minières pour réduire les activités en radium 226 et uranium des eaux de rejet peuvent modifier fortement les concentrations de ces espèces chimiques dans les eaux du milieu récepteur.

### Résultats obtenus sur les échantillons solides (sédiments)

Les hypothèses d'équilibres suivantes peuvent être retenues : pour la chaîne de l'uranium 238, l'uranium 238 peut être déduit de la mesure en thorium 234 et le radium 226 peut être déduit de la mesure en plomb 214.

Les résultats ci-dessous sont exprimés en Bq par kilogramme d'échantillon frais.

Analyses réalisées	point 1	point 3	point 4	point 5
K-40 (Bq.kg <sup>-1</sup> frais)	1300 ± 170	1500 ± 195	340 ± 51	1000 ± 120
Cs-137 (Bq.kg <sup>-1</sup> frais)	2,5 ± 0,7	2,3 ± 0,8	6,3 ± 1,3	1,9 ± 0,7
U-235 (Bq.kg <sup>-1</sup> frais)	28 ± 17	20 ± 7	28 ± 10	80 ± 14
Th-234 (Bq.kg <sup>-1</sup> frais)	480 ± 202	320 ± 131	490 ± 206	1200 ± 492
Pb-214 (Bq.kg <sup>-1</sup> frais)	220 ± 29	250 ± 33	220 ± 29	400 ± 52
Pb-210 (Bq.kg <sup>-1</sup> frais)	190 ± 32	85 ± 15	410 ± 57	140 ± 21
Ra-228 (Bq.kg <sup>-1</sup> frais)	41 ± 9	49 ± 8	71 ± 11	53 ± 9
Pb-212 (Bq.kg <sup>-1</sup> frais)	40 ± 5	44 ± 6	59 ± 8	51 ± 7
Tl-208 (Bq.kg <sup>-1</sup> frais)	16 ± 2	16 ± 2	19 ± 5	16 ± 3

Les résultats ci-dessous sont exprimés en Bq par kilogramme d'échantillon sec.

Analyses réalisées	point 1	point 3	point 4	point 5
K-40 (Bq.kg <sup>-1</sup> sec)	1540 ± 201	1588 ± 206	721 ± 108	1124 ± 135
Cs-137 (Bq.kg <sup>-1</sup> sec)	3,0 ± 0,8	2,4 ± 0,8	13,4 ± 2,8	2,1 ± 0,8
U-235 (Bq.kg <sup>-1</sup> sec)	33 ± 20	21 ± 7	59 ± 21	90 ± 16
Th-234 (Bq.kg <sup>-1</sup> sec)	569 ± 239	339 ± 139	1039 ± 437	1349 ± 553
Pb-214 (Bq.kg <sup>-1</sup> sec)	261 ± 34	265 ± 35	466 ± 61	450 ± 58
Pb-210 (Bq.kg <sup>-1</sup> sec)	225 ± 38	90 ± 16	869 ± 121	157 ± 24
Ra-228 (Bq.kg <sup>-1</sup> sec)	49 ± 11	52 ± 8	150 ± 23	60 ± 10
Pb-212 (Bq.kg <sup>-1</sup> sec)	47 ± 6	47 ± 6	125 ± 17	57 ± 8
Tl-208 (Bq.kg <sup>-1</sup> sec)	19 ± 2	17 ± 2	40 ± 11	18 ± 3

Nom	Fonction	Date	Visa
S. BASSOT	Chef du LAME	02/03/2010	