

Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Rapport N° 16-42

PRELEVEMENT ET ANALYSE RADIOLOGIQUE DE SEDIMENTS DANS LA RETENUE DE LA GALACHE (COMMUNE DE BERNEUIL, LIMOUSIN)

Etude réalisée par le laboratoire de la CRIIRAD à la demande de
monsieur John Hunt

Date de la mission de terrain : 19 mai 2016

Date de rédaction du rapport : 23 juin 2016

Responsable d'étude et rédacteur du rapport : **Bruno CHAREYRON**, ingénieur en physique nucléaire

Réalisation mission de terrain : **Christian COURBON**, technicien spécialisé

Analyses par spectrométrie gamma : **Stéphane PATRIGEON**, technicien métrologue.

Préparations des échantillons : **Jocelyne RIBOUËT**, technicienne de laboratoire et **Sara ORTUNO**, assistante.

LABORATOIRE DE LA CRIIRAD

29 cours Manuel de Falla, 26000 Valence

☎ 04 75 41 82 50


☎ 04 75 81 26 48

<http://www.criirad.org>

laboratoire@criirad.org

SOMMAIRE

1	CONTEXTE ET OBJECTIFS	2
2	REALISATION DES PRELEVEMENTS	2
3	MESURES RADIOMETRIQUES IN SITU	3
4	RESULTATS DES ANALYSES PAR SPECTROMETRIE GAMMA AU LABORATOIRE	7
5	CONCLUSION	9
	ANNEXE 1 AGREMENTS DU LABORATOIRE DE LA CRIIRAD.....	10
	ANNEXE 2 CHAINES DE DESINTEGRATION RADIOACTIVE DES TROIS FAMILLES DE RADIONUCLEIDES NATURELS	11
	ANNEXE 3 RAPPORTS D'ESSAI / ANALYSES PAR SPECTROMETRIE GAMMA DES SEDIMENTS.....	14

	Rédacteur
Nom	Bruno CHAREYRON
Fonction	Directeur du laboratoire
Date	23 Juin 2016
Signature	

1 Contexte et objectifs

Monsieur John Hunt est propriétaire de la retenue d'eau de La Galache (commune de Berneuil en Limousin). Cette retenue est située sur le cours du **Vincou**, rivière qui est située en aval de mines d'uranium anciennement exploitées par COGEMA-AREVA.

Les eaux issues des anciennes mines d'uranium peuvent contenir des éléments radioactifs des chaînes de l'uranium 238 et de l'uranium 235 susceptibles de s'accumuler dans les sédiments des retenues.

Suite à des discussions préliminaires entre Monsieur Hunt, propriétaire de la retenue, et messieurs Chareyron et Courbon (laboratoire de la CRIIRAD), il a été décidé que le laboratoire de la CRIIRAD effectuerait des échantillonnages de sédiments dans la retenue proprement dite et sur les berges inondables.

L'expérience acquise par la CRIIRAD montre en effet que les sédiments déposés sur les berges présentent parfois des accumulations en uranium et descendants supérieures à celles des sédiments du lit proprement dit du cours d'eau.

Compte tenu des conditions météorologiques, la mission CRIIRAD a dû être repoussée à deux reprises.

Les prélèvements ont été effectués alors que le niveau d'eau dans la retenue était relativement élevé. De ce fait, les sédiments des zones inondables ont dû être prélevés sous eau et non pas sur sol sec.

2 Réalisation des prélèvements

Les stations d'échantillonnage des sédiments ont été choisies par monsieur Christian Courbon, technicien spécialisé en charge des interventions de terrain, à l'issue d'un examen approfondi de la retenue et après avoir effectué des mesures radiamétriques sur le pourtour de la retenue. Il était accompagné de monsieur Raymond Soetens, acquéreur potentiel du site.

Au total, 4 prélèvements ont été effectués et ramenés au laboratoire.

Sur le terrain, les mesures du flux de rayonnement effectuées au contact des échantillons ensachés n'ont pas révélé d'excès de radiation par rapport au bruit de fond ambiant.

A réception au laboratoire, des contrôles radiamétriques plus fins ont été effectués sur les échantillons au moyen d'un scintillomètre SPP2. Le bruit de fond ambiant au laboratoire (35-40 c/s SPP2), étant plus faible que sur le site de prélèvement, il a été possible de mettre en évidence un léger excès de radiation sur les carottages (LG S1 et LG-S2) et les sédiments de la zone inondable (LG-S3) par rapport à la terre des berges (LG-T1).

Au final, seuls les échantillons LG-S1 et LG-S3 ont été traités, le budget ne prévoyant que deux analyses.

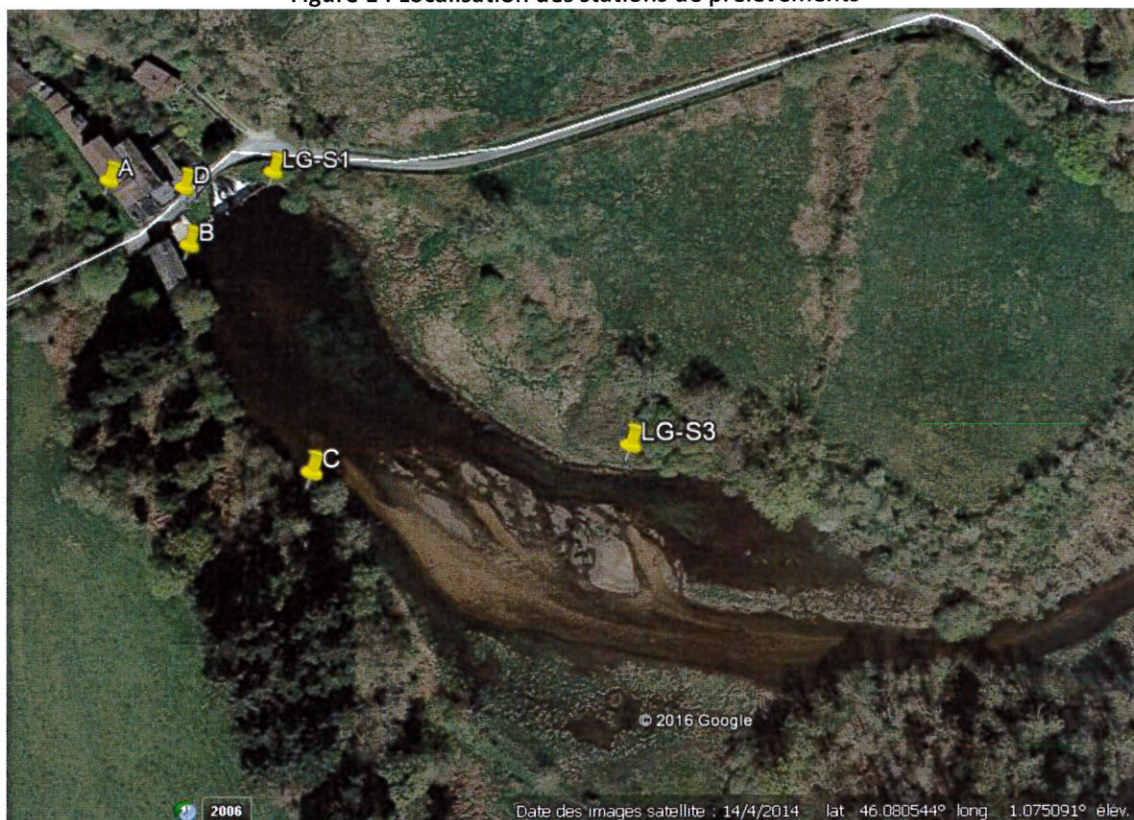
Les échantillons sont décrits ci-dessous avec mention du flux de rayonnement gamma SPP2 mesuré à réception au laboratoire et exprimé en coups par seconde (c/s) :

- LG-S1 / Carottage de sédiments (limon terreux) prélevés sous environ 1,2 m d'eau, au tube, jusqu'à 35-40 cm, en rive droite, à 1 mètre de l'angle nord-est, au pied de la retenue (prélèvement effectué en 3 points proches homogénéisés sur place) / (45-50 c/s SPP2). Il n'a pas été possible d'enfoncer le tube au-delà de 40 cm (trop forte densité de la matière).
- LG-S2 / Carottage de sédiments (limon terreux) prélevés sous environ 70 cm d'eau, au tube, jusqu'à 35-40 cm, en rive droite, à 5 mètres de l'angle nord-est, au pied de la retenue (prélèvement en 3 points) (LG S2 est à environ 5 mètres de LG-S1) / (45-50 c/s SPP2).
- LG S3 / Sédiments superficiels (0-20 cm) prélevés au godet sous environ 20 cm d'eau, en zone inondable, en rive droite, à 1,8 mètres de la berge, dans les racines de végétaux aquatiques / (50 c/s SPP2).
- LG-T1 / terre de berge / prélevée au sec, à 15 mètres de LG-S3 en s'éloignant de la berge. (45 c/s SPP2).

Les prélèvements sont illustrés par les photographies pages suivantes.

Sur la figure 1 ci-après sont reportés les secteurs qui ont fait l'objet de mesures radiamétriques et l'emplacement des deux stations d'échantillonnage de sédiments.

Figure 1 : Localisation des stations de prélèvements



3 Mesures radiamétriques in situ

Rappels théoriques

L'écorce terrestre contient naturellement un certain nombre de radionucléides primordiaux : uranium 238, uranium 235, thorium 232 et potassium 40. L'uranium et le thorium donnent naissance à des chaînes de désintégration. Tous ces radionucléides se désintègrent en émettant des rayonnements ionisants (particules alpha et bêta) et rayonnements gamma.

Les **rayonnements gamma** sont des rayonnements de nature électromagnétique qui, compte tenu de leur énergie (plusieurs dizaines de keV à plusieurs MeV), peuvent parcourir plusieurs mètres, voire dizaines de mètres dans l'air (et au-delà).

Localement, hors contexte de pollution, les variations spatiales du flux de rayonnement gamma mesuré au contact du sol sont liées essentiellement aux variations des caractéristiques radiochimiques du sol, c'est-à-dire à l'activité massique des radionucléides d'origine tellurique.

La détection du flux de rayonnement gamma au contact du sol est une méthode qui permet de repérer des accumulations d'uranium en particulier à travers les émissions gamma du radium 226 et de ses descendants.

Photo 1 : Retenue d'eau (angle nord-est)



Photo 2 : Déversoir de la retenue d'eau



Photo 3 : Vue de l'étendue d'eau depuis la retenue



Photo 4 : Localisation des prélèvements de sédiments LG-S1 et LG-S2

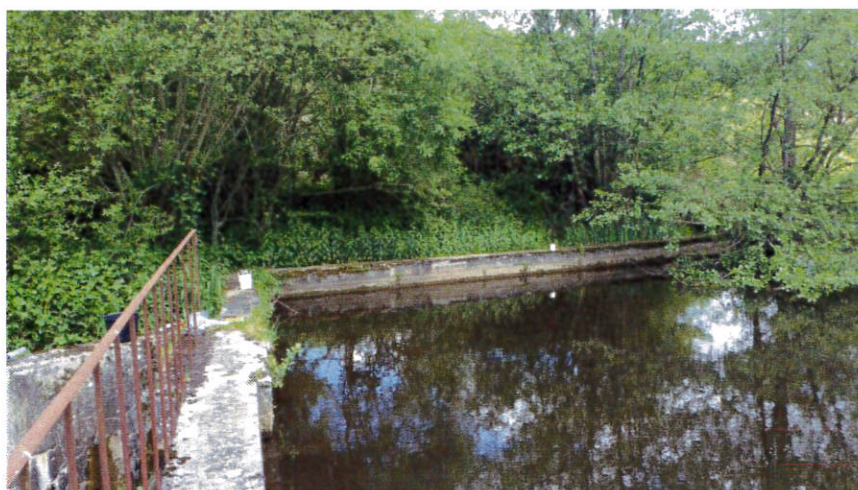


Photo 5 : Prélèvement de sédiments LG-S2 par carottage au tube

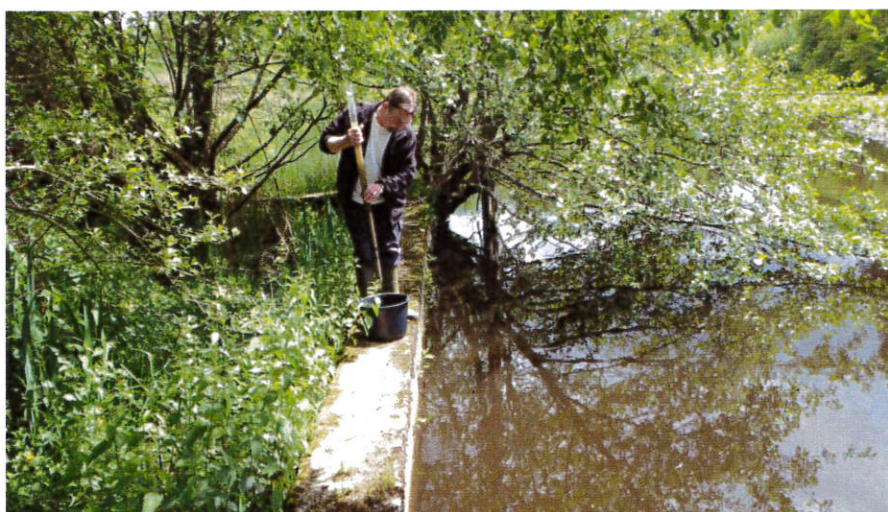


Photo 6 : Prélèvement de sédiments par carottage au tube (zoom)



Photo 7 : Zone inondable en rive droite (échantillon LG-S3 au bout de la perche))



Photo 8 : Zone inondable en rive droite (échantillon LG-S3)



Photo 9 : Vue de la retenue depuis la station LG-S3



Résultats des mesures radiamétriques in situ

Le flux de rayonnement gamma, exprimé en coups par seconde (c/s), a été mesuré au moyen d'un scintillomètre de type DG5¹ (marque Novelec, appareil CRIIRAD N°6) au contact ou semi-contact des sols, sur des portions du pourtour de la retenue et sur des secteurs proches :

- terre et remblai hors d'eau en aval du pont (secteur A sur la figure 1) : 180 à 200 c/s
- route goudronnée au droit de la retenue : 220 à 330 c/s
- rive gauche de la retenue entre les points B et C : 140 à 160 c/s.
- rive droite de la retenue entre les points LG-S1 et LG-S3 : 130 à 170 c/s.

Ces mesures n'ont pas fait apparaître d'anomalie radiamétrique. Le flux de rayonnement gamma au contact des sédiments et terres de berge est inférieur à celui mesuré sur la terre ferme.

Ceci permet de conclure que, s'il y a accumulation d'uranium et ses descendants dans les sédiments et terres de berge, cette accumulation n'entraîne pas de surcroît d'exposition externe notable sur les berges de la retenue.

L'analyse au laboratoire des échantillons prélevés permet d'affiner le diagnostic.

En effet, dans le cas d'un transport par les eaux, l'uranium 238 accumulé dans les sédiments peut être en déséquilibre avec ses descendants à partir du radium 226 (cf. Chaîne de désintégration en Annexe 2). Dans ce cas, il peut exister des situations où un dépôt notable d'uranium 238 n'est pas à l'origine d'un excès notable de rayonnement gamma in situ, mais peut être révélé par des analyses en laboratoire.

4 Résultats des analyses par spectrométrie gamma au laboratoire

La spectrométrie gamma permet de détecter et de quantifier de nombreux radionucléides naturels (potassium 40, descendants de l'uranium 238, du thorium 232 et de l'uranium 235) et artificiels (césium 137, cobalt 60, iode 131, américium 241, etc.).

Au laboratoire de la CRIIRAD, les échantillons ont fait l'objet d'une dessiccation à l'étuve à 105°C jusqu'à l'obtention d'une masse constante. La fraction inférieure à 2 mm a été conditionnée en géométrie Petri et a fait l'objet d'une analyse par spectrométrie gamma sur détecteur HpGe. Les agréments du laboratoire de la CRIIRAD figurent en Annexe 1. Les résultats des analyses par spectrométrie gamma sont reportés en annexe 3.

Radionucléides artificiels

Un seul radionucléide artificiel émetteur gamma a été détecté. Il s'agit du **césium 137**, produit de fission émetteur bêta-gamma de période physique égale à 30 ans. L'activité massique en **césium 137** mesurée est comparable pour les 2 stations : **16,7 et 24 Bq/kg sec.**

Le césium 137 détecté dans les sols et sédiments sur le territoire français est le plus souvent lié aux retombées de la catastrophe de Tchernobyl² en mai 1986 ainsi qu'aux retombées des essais nucléaires particulièrement intenses dans les années 50-60.

¹ Le détecteur est un scintillateur organique couplé à un photomultiplicateur. Il enregistre les rayonnements gamma à partir de 50 keV. La réponse en fonction de l'énergie est de $\pm 10\%$ de 100 keV à 700 keV et de $\pm 50\%$ de 60 keV à 1,3 MeV. La constante de temps de détection est de 0,1 seconde et la constante de temps de mesure de 2 secondes. Le temps mort est de 33 microsecondes.

² Une très faible proportion du césium 137 détecté en 2016 pourrait provenir en outre des retombées de la catastrophe de Fukushima qui ont atteint la France à partir de la fin du mois de mars 2011. Cependant, l'absence de niveaux mesurables de césium 134 dans les échantillons ne permet pas de distinguer la part de césium 137 liée aux retombées de Fukushima.

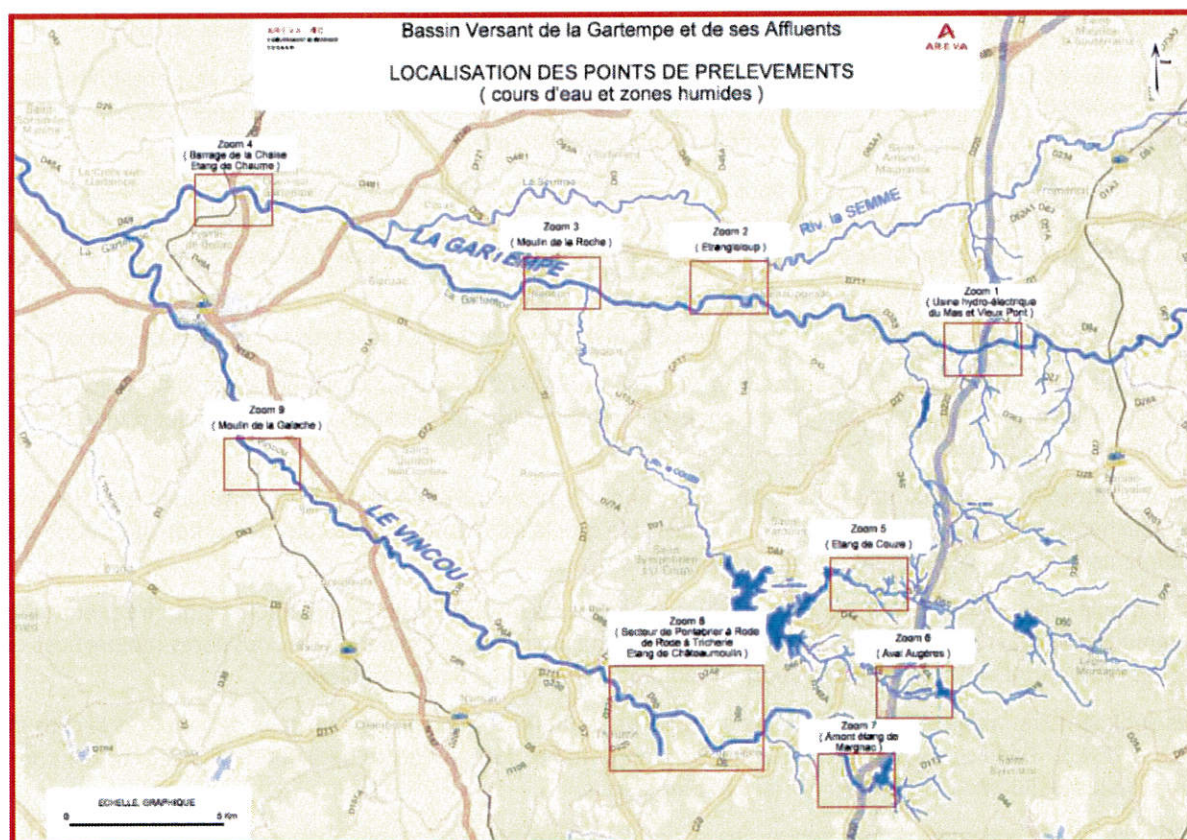
Radionucléides d'origine tellurique (uranium 238, uranium 235 et descendants)

L'activité de l'**uranium 238** peut être déduite de celles de ses deux premiers descendants, le thorium 234 et le protactinium 234^m. Les valeurs obtenues : **1 620 à 2000 Bq/kg sec** sont nettement supérieures aux valeurs « naturelles » relevées par le laboratoire de la CRIIRAD³ dans des sédiments du Limousin en amont des anciennes mines d'uranium (48 à 223 Bq/kg sec).

On note de plus un net déséquilibre dans la chaîne de désintégration, les activités de l'uranium 238 étant 3 à 4 fois supérieures à celle du radium 226 (480 et 490 Bq/kg sec).

Ces niveaux d'activité, et le déséquilibre uranium 238/radium 226, suggèrent un impact des anciennes mines d'uranium situées plus en amont sur le bassin versant du Vincou. Cet impact est reconnu par la société AREVA.

Figure 2 : Carte AREVA / bassin versant de la Gartempe et de ses affluents



Autres radionucléides d'origine tellurique (thorium 232 et descendants, potassium 40)

Les activités massiques des radionucléides naturels de la chaîne du thorium 232 (autour de 100 Bq/kg sec pour l'actinium 228) et celle du potassium 40 (790 et 840 Bq/kg sec), sont classiques pour la région.

³Rapport CRIIRAD N°04-26, « Assistance technique pour la préparation du dossier soumis à enquête publique concernant les retenues de la Crouzille et de Gouillet ». Etude réalisée par le laboratoire de la CRIIRAD à la demande de la ville de Limoges / Service des eaux., B. Chareyron, octobre 2004.

5 Conclusion

Les mesures radiométriques de terrain effectuées par le laboratoire de la CRIIRAD sur les berges du Vincou au niveau de la retenue de La Galache (Limousin) n'ont pas mis en évidence de niveaux de radiation atypiques.

L'analyse en laboratoire de sédiments prélevés en rive droite du Vincou, sur les berges inondables de la retenue de la Galache, ainsi qu'au pied de la retenue a, par contre, mis en évidence une accumulation d'uranium 238 (autour de **2 000 Bq/kg sec** en valeur arrondie). Cette activité est plus de 10 fois supérieure à celle relevée habituellement dans les cours d'eau du Limousin hors influence des mines d'uranium. L'uranium 238 des sédiments de la Galache est en déséquilibre avec un de ses descendants (le radium 226, autour de 500 Bq/kg sec). Ceci suggère un transport d'uranium par les écoulements issus des mines d'uranium situées en amont sur le bassin versant du Vincou.

Les résultats obtenus par la CRIIRAD sont comparables à ceux relevés par AREVA dans un rapport de 2009⁴ (**2 290 Bq/kg sec** pour l'uranium 238 dans les vases prélevées en bordure sud de l'étang de la Galache).

En ce qui concerne le bassin versant du Vincou, l'entreprise AREVA reconnaît sa responsabilité dans l'accumulation d'uranium et de certains de ses descendants dans les sédiments. Le rapport AREVA de 2009 indique : « ...le lit du Vincou présente un net marquage radiologique ».

De ce fait, AREVA a, dans le passé, proposé une assistance technique et financière aux propriétaires pour les travaux de curage des étangs impactés par les écoulements issus des anciennes mines d'uranium. Ce fut le cas, à partir d'octobre 2009, pour le propriétaire de l'étang de Rode, situé à plus de 13 km en amont de la retenue de la Galache.

En France, il n'existe pas de définition objective de la notion de substance radioactive et de déchets radioactifs.

Ceci étant, l'administration a souvent retenu un seuil de **3 700 Bq/kg** pour l'uranium, pour déterminer si des matériaux solides « marqués » par les anciennes mines d'uranium devaient ou non faire l'objet d'une gestion spécifique.

La concentration en uranium 238 des sédiments échantillonnés par AREVA et par la CRIIRAD dans la retenue de la Galache est inférieure à ce seuil. Il est donc possible que la DREAL ne requière pas de gestion spécifique des sédiments lors de travaux sur la retenue de la Galache.

Tant que les sédiments restent humides et de surcroît sous eau, l'exposition des personnes qui fréquentent la retenue est limitée, tant en ce qui concerne l'exposition externe que l'inhalation de poussières radioactives ou du gaz radon produit par la désintégration du radium 226 contenu dans les sédiments.

Les sédiments humides analysés par le laboratoire de la CRIIRAD présentaient un taux de matières sèches de 26,5 à 27,4 %. Dans ce cas, une activité massique en uranium 238 de l'ordre de 2 000 Bq/kg sec correspond à un peu plus de 500 Bq par kilogramme de sédiments frais.

Mais en cas de vidange de la retenue, les scénarii d'exposition seront plus pénalisants. C'est pourquoi la CRIIRAD recommande que les sédiments issus du curage de la retenue de la Galache soient pris en charge par AREVA.

En cas de réponse négative, si les sédiments devaient finalement être entreposés à proximité de la retenue, il serait judicieux de les recouvrir de matériaux neutres afin de limiter les risques d'inhalation de poussières, et l'exposition externe.

⁴ Voir le rapport AREVA : « Zones d'accumulation sédimentaire et zones humides associées », Bessines le 19 novembre 2009 : http://www.limousin.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Zones_accumulation_sediment_19_11_2009.pdf

ANNEXE 1

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^{er} janvier 2016 est présentée ci-dessous :

1 / Les eaux :

- Emetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV (agrément valable jusqu'au 31/12/2020).
- Tritium (agrément valable jusqu'au 30/06/2019)

2 / Les sols :

- Emetteurs 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, Ra 226 et descendants, Ra 228 et descendants (agrément valable jusqu'au 30/06/2020)

3 / Les matrices biologiques :

Emetteurs 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 :

- Emetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV. (agrément valable jusqu'au 30/06/2017).
- Gaz halogénés (agrément valable jusqu'au 30/06/2017).

En outre, le laboratoire de la CRIIRAD est agréé pour la mesure du **radon** dans les lieux ouverts au public : niveaux 1 A et 2 (validité jusqu'au 15 septembre 2016).

ANNEXE 2

Chaînes de désintégration radioactive des trois familles de radionucléides naturels

CHAINE RADIOACTIVE Famille de l'Uranium 238

Radionucléide	Mode de désintégration	Période physique
Uranium 238	α	$4,5 \cdot 10^9$ ans
Thorium 234	β	24 jours
Protactinium 234^m	β	1,2 minutes
Uranium 234	α	$2,5 \cdot 10^5$ ans
Thorium 230	α	$7,5 \cdot 10^4$ ans
Radium 226	α	$1,6 \cdot 10^3$ ans
Radon 222	α	3,8 jours
Polonium 218	α	3 minutes
Plomb 214	β	27 minutes
Bismuth 214	β	20 minutes
Polonium 214	α	$1,6 \cdot 10^{-4}$ secondes
Plomb 210	β	22,3 ans
Bismuth 210	β	5 jours
Polonium 210	α	138,5 jours
Plomb 206	-	Stable

Les radionucléides en gras dans le tableau, sont détectables par spectrométrie gamma directement

CHAINE RADIOACTIVE

Famille de l'Uranium 235

Radionucléide	Mode de désintégration	Période physique
Uranium 235	α	7 10⁸ ans
Thorium 231	β	25,6 heures
Protactinium 231	α	3,3 10⁴ ans
Actinium 227	β	21,8 ans
Thorium 227	α	18,7 jours
Radium 223	α	11,4 jours
Radon 219	α	3,9 secondes
Polonium 215	α	1,8 10 ⁻³ secondes
Plomb 211	β	36 minutes
Bismuth 211	α	2,2 minutes
Thallium 207	β	4,8 minutes
Plomb 207	-	Stable

Les radionucléides en gras dans le tableau, sont détectables par spectrométrie gamma directement

CHAINE RADIOACTIVE

Famille du Thorium 232

Radionucléide	Mode de désintégration	Période physique
Thorium 232	α	$1,4 \cdot 10^{10}$ ans
Radium 228	β	5,8 ans
Actinium 228	β	6,1 heures
Thorium 228	α	1,9 an
Radium 224	α	3,7 jours
Radon 220	α	55,6 secondes
Polonium 216	α	0,15 secondes
Plomb 212	β	10,6 heures
Bismuth 212	$\alpha \beta$	1 heure
Thallium 208	β	3 minutes
Polonium 212	α	$3 \cdot 10^{-7}$ secondes
Plomb 208	-	Stable

Les radionucléides en gras dans le tableau, sont détectables par spectrométrie gamma directement

ANNEXE 3

Rapports d'essai / analyses par spectrométrie gamma des sédiments

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 21 juin 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.
Définition : 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.

SEDIMENTS
DU VINCOU
LA GALACHE
RIVE DROITE
SOUS 1,2 m d'eau

RAPPORT D'ESSAI N° 28917-1 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude La Galache
Code Prélèvement LG-S1
Code Enregistrement 240516A1
N° d'analyse C 28917
Nature de l'échantillon Carottage de sédiments
0-40 cm
sous 1,2 m d'eau
Taux de matière sèche 27,4%
Lieu de prélèvement Retenue de La Galache
Localisation du prélèvement Vincou
Au pied de la retenue

Prélèvement

Date de prélèvement 19/05/2016
Opérateur de prélèvement CRIIRAD (CCO)
Mode de prélèvement Tube

Pré-traitement

Date de préparation 26/05/2016
Délai avant analyse (j) 22

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 16/06/2016
Géométrie de comptage Pétri
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec
Masse analysée (g) 42,51
Temps de comptage (s) 56 698

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 sec (Bq/kg sec)

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
Chaîne de l'Uranium 238		
Thorium 234**	1 660 ±	230
Protactinium 234m	2 000 ±	900
Thorium 230**	<	210
Radium 226***	480 ±	60
Plomb 214	500 ±	60
Bismuth 214	460 ±	60
Plomb 210**	450 ±	80
Chaîne de l'Uranium 235		
Uranium 235	93 ±	39
Protactinium 231	<	60
Thorium 227	<	15
Radium 223	<	26
Radon 219	<	19
Plomb 211	<	41
Chaîne du Thorium 232		
Actinium 228	97 ±	22
Plomb 212	118 ±	17
Thallium 208	35 ±	7
Potassium 40	790 ±	150
Béryllium 7	<	12

Activités calculées à la date de mesure

Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
Césium 137	16,7 ±	4,5
Césium 134	<	1,5

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.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Directeur du laboratoire

LABORATOIRE DE LA CRIIRAD

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

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.
Déflecteur 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° 28918-1 PAGE 1 / PAGE 1
RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA****Identification de l'échantillon analysé**

Etude La Galache

Code Prélèvement LG-S3
Code Enregistrement 240516A2
N° d'analyse C 28918

Nature de l'échantillon Sédiments superficiels (0-20 cm)
sous 20 cm d'eau

Taux de matière sèche 26,5%

Lieu de prélèvement Retenue de la Galache (Vincou)
Localisation du prélèvement Zone inondable, berge rive droite
dans les racines des végétaux

Valence, le 21 juin 2016

**SEDIMENTS
DU VINCOU
LA GALACHE
RIVE DROITE
SOUS 20 cm d'eau**

Prélèvement
Date de prélèvement 19/05/2016
Opérateur de prélèvement CRIIRAD (CCO)
Mode de prélèvement Godet

Pré-traitement
Date de préparation 26/05/2016
Délai avant analyse (j) 22

Analyse en spectrométrie gamma
Date de mesure 17/06/2016
Géométrie de comptage Pétri
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec
Masse analysée (g) 40,93
Temps de comptage (s) 26 032

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 sec (Bq/kg sec)**Eléments radioactifs naturels*** Activité et incertitude ou limite de détection si <

Chaîne de l'Uranium 238			
Thorium 234**	1 620	±	240
Protactinium 234m	1 500	±	1 000
Thorium 230**	<		800
Radium 226***	490	±	70
Plomb 214	510	±	70
Bismuth 214	460	±	60
Plomb 210**	500	±	100
Chaîne de l'Uranium 235			
Uranium 235	102	±	48
Protactinium 231	<		90
Thorium 227	<		70
Radium 223	<		43
Radon 219	<		28
Plomb 211	<		70
Chaîne du Thorium 232			
Actinium 228	110	±	29
Plomb 212	105	±	17
Thallium 208	34	±	9

Eléments radioactifs artificiels Activité et incertitude ou limite de détection si <

Césium 137	24	±	7
Césium 134	<		2,2

Activités calculées à la date de mesure

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.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Directeur du laboratoire