

CRIIRAD

Commission de Recherche
et d'Information Indépendantes
sur la Radioactivité

Site : www.criirad.org
Tel : + 33 (0)4 75 41 82 50
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48
E-mail : laboratoire@criirad.org

Valence le 11 février 2010.

Note CRIIRAD N°09-113

Analyses radiologiques de matériaux prélevés sur l'ancien site d'essais nucléaires d'In Ekker (Algérie)

1 / Contexte

La France a effectué entre 1961 et 1966 des essais nucléaires souterrains dans un massif montagneux situé à proximité d'In Ekker (Algérie) à une centaine de kilomètres au nord de Tamanrasset dans le Sahara (massif du Hoggar).

Officiellement treize essais ont été répertoriés [BB 96]. Ces essais étaient a priori de type « contenus » c'est-à-dire que les substances radioactives produites par l'explosion des bombes atomiques insérées au cœur de la montagne au fond de galeries de plusieurs centaines de mètres de profondeur étaient censées rester confinées. En réalité plusieurs de ces essais ont donné lieu à des fuites de matières radioactives.

En particulier, lors du tir Beryl du **1^{er} mai 1962** un incident s'est produit conduisant à l'éjection de la galerie de tir de laves radioactives et d'un nuage de poussières radioactives.

Dans le cadre du tournage d'un documentaire sur la question des essais nucléaires au Sahara, le journaliste Larbi Benchiha a demandé au président de la CRIIRAD, M Roland Desbordes de l'accompagner sur le site d'In Ekker afin de réaliser des contrôles du niveau de radiation résiduelle et de collecter des échantillons pour analyses radiologiques ultérieures au laboratoire de la CRIIRAD.

La présente note rend compte des résultats des mesures de terrain et des analyses en laboratoire et formule un premier niveau de recommandations.

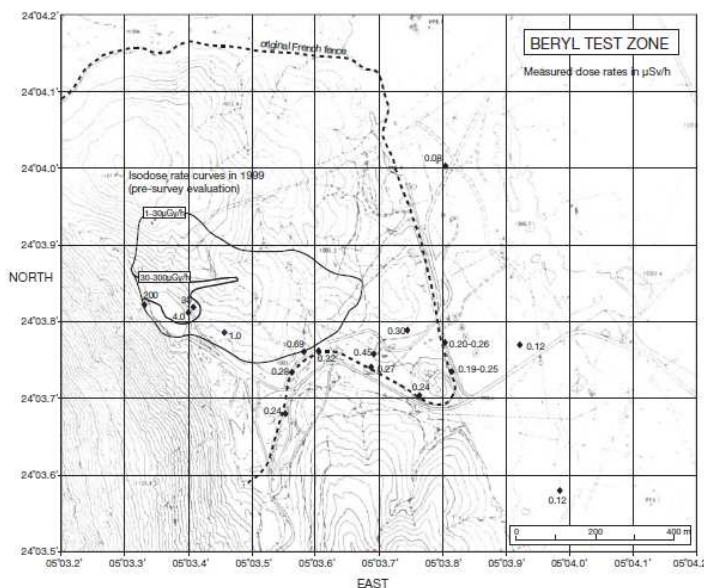
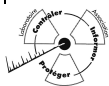


FIG. 24. Topographic map of the Beryl test zone (Taourirt Tan Afella mountain), showing the measured dose rate values and sampling locations.

Carte 1 Secteur du tir Beryl (mission AIEA de 1999).



2 / Réalisation des prélèvements

Préparation de la mission

La stratégie de prélèvement et les consignes de radioprotection ont été discutées lors d'une réunion de travail préalable le 23 octobre 2009 au laboratoire de la CRIIRAD entre M Desbordes (président de la CRIIRAD), Mme Corinne Castanier (directrice de la CRIIRAD) et M Bruno Chareyron (responsable du laboratoire de la CRIIRAD).

Le matériel suivant a été mis à disposition par le laboratoire de la CRIIRAD :

- Contaminomètre alpha-bêta-gamma MCB2 de marque CANBERRA.
- Scintillomètre gamma DG5 de marque Novelec permettant de détecter rapidement des élévations du flux de rayonnement gamma (exprimé en coups par seconde).
- Compteur Geiger RADEX permettant d'estimer le débit d'équivalent de dose bêta-gamma ambiant.

Ainsi que du matériel de prélèvement (flacons, sachets, gants, etc).

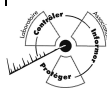
Réalisation des mesures in situ et échantillonnages

Les mesures radiométriques ont été effectuées les **29 et 30 octobre 2009** par M Desbordes avec l'équipe de tournage. La délégation était accompagnée par des représentants des autorités Algériennes et de l'armée Algérienne.

Cinq échantillons ont été prélevés et sont décrits dans le tableau T1 ci-dessous. Dans la colonne « Flux gamma DG5 sur site (contact c/s) » figurent les flux de rayonnement gamma au contact du sol au droit du point de prélèvement.

Tableau T1 / Liste des échantillons et mesures radiométriques in situ

N° Labo	Prélèvement						
	Nature	Date	Lieu	GPS	Flux gamma, DG5 sur site (contact c/s)	Conditionnement	Masse brute
021109A1	Eau	30/10/2009	Puits 13 m de profondeur à < 1 km du tir Béryl	N24,06660 E05,06379	(Béton autour du puits =400 c/s sable à qq m = 200 c/s)	P1000	1000 g
021109A2	Sable	30/10/2009	Oued asséché, 1 km de l'axe du tunnel de sortie du tir Béryl	N24,04893 E05,09250 Alt 1032 m	100-200 c/s	2 sacs moyen	925 g
021109A3	Crottes de chameau	30/10/2009	1 km de l'axe du tunnel de sortie du tir Béryl	N24,04893 E05,09250		2 sacs moyen	187 g
021109A4	Cendres de brulage (fils électriques)	30/10/2009	Proche des aires de sorties de tunnels (écroulés)		1000 c/s	2 sacs moyen	388 g
021109A5	Lave	29/10/2009	Sortie du tunnel lors du tir raté Béryl	N24,06427 E05,05637 Alt 1035 m	> 30 000 c/s	2 sacs moyen	33 g soit 26 g net



Deux échantillons ont été prélevés au niveau du secteur contaminé par le **tir Béryl** en des zones présentant manifestement un flux de rayonnement gamma au contact du sol supérieur au niveau naturel. Il s'agit :

D'un morceau de **lave très contaminée** présentant un flux de rayonnement gamma au contact plus de 150 fois supérieur au bruit de fond naturel (voir photographie ci-dessous). Pour des questions de radioprotection seul un petit fragment (moins de 30 grammes) a été échantillonné très rapidement sur une zone où la lave était friable (prélèvement avec des gants et mise en sachet).

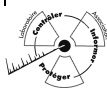


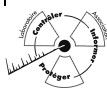
Coulée de lave à fort niveau de radiation

De **cendres** dans une zone utilisée pour le brûlage des matières récupérables présentant un flux de rayonnement gamma au contact plus de 5 fois supérieur au bruit de fond naturel (voir photographie ci-dessous).



Zones de brûlage avec cendres radioactives





En complément ont été prélevées des **eaux d'un puits** (profondeur 13 mètres environ) situé à moins d'un kilomètre de la zone du tir Béryl

En dehors de la zone des tirs délimitée par une clôture en très mauvais état, ont été échantillonnées des **sables et des crottes de chameau** dans un oued asséché situé à environ 1 km dans l'axe du tir Béryl afin de déterminer si une contamination résiduelle était détectable à cette distance.

Il s'agit bien entendu d'un échantillonnage très limité, effectué à titre préliminaire pour disposer d'un premier niveau d'information qualitatif sur la situation radiologique et qui a permis un premier niveau de vérification des informations contenues dans le rapport publié en 2005 par l'AIEA (Agence Internationale de l'Energie Atomique) suite à une mission de contrôles radiologiques effectuée en 1999.

3 / Réalisation des analyses au laboratoire de la CRIIRAD

Conditions de traitement des échantillons

A réception au laboratoire de la CRIIRAD, les échantillons ont subi le traitement suivant :

- Mesure du flux de rayonnement gamma au contact (scintillomètre SPP2) à travers l'emballage d'origine et enregistrement des échantillons. Seuls les échantillons de cendres (180 c/s SPP2) et de lave (800 c/s SPP2) présentaient un flux de rayonnement gamma au contact nettement supérieur au bruit de fond naturel (45 c/s SPP2). Compte tenu des faibles quantités de matière ramenées au laboratoire aucun rayonnement en excès n'est détectable à 25 centimètres de distance.
- Homogénéisation sommaire et conditionnement en géométrie de comptage calibrée en fonction des quantités de matière disponible (Petite boîte de Pétri pour la lave, boîte de Petri pour les cendres et le sable, géométrie Marinelli pour l'eau et les crottes de chameau) pour analyse par spectrométrie gamma au laboratoire de la CRIIRAD.

La protection radiologique du personnel est assurée par le respect des consignes suivantes :

- Travail sous hotte ventilée lors du transfert de l'échantillon vers la géométrie de comptage,
- Port du masque respiratoire,
- Port de gants,
- Port du dosimètre passif,
- Préparation des échantillons par ordre de contamination croissante,
- Décontamination systématique des paillasses, ustensiles et géométries de conditionnement au moyen de TFD4,
- Réalisation de frottis de contrôle sur les paillasses après traitement des échantillons,
- Regroupement des déchets induits par le traitement des échantillons pour caractérisation et élimination par l'ANDRA.

Compte tenu des niveaux de rayonnement gamma mesurés au contact des échantillons à réception au laboratoire (valeur 17 fois supérieure au bruit de fond sur la lave) et de la forte contamination attendue pour certains des échantillons (produits de fission et d'activation et transuraniens), les conditions de traitement ont été adaptées pour garantir la protection radiologique du personnel. En particulier a été prise la décision de limiter au maximum la manipulation des échantillons (pas de dessiccation, pas de tamisage préalable).

Radioprotection du personnel au laboratoire / évaluation dosimétrique

En ce qui concerne la radioprotection du personnel du laboratoire de la CRIIRAD affecté à la préparation des échantillons, l'exposition induite du fait de la préparation des échantillons collectés à In Ekker est évaluée ainsi :

1 / Exposition externe au corps entier

Le débit de dose Hp 10 (bêta, gamma) mesuré¹ au contact de l'échantillon de lave est de 3,45 µSv/h.

La durée cumulée de traitement de l'échantillon est estimée par excès à 20 minutes soit 1,2 microSieverts au corps entier.

L'exposition réelle est nettement inférieure puisque le débit de dose est égal au bruit de fond à moins de 25 centimètres de distance.

Par précaution, compte tenu de la suspicion de présence de plutonium dans l'échantillon une mesure de débit de dose neutron² a été effectuée au contact de l'échantillon et n'a révélé aucun débit de dose mesurable.

2 / Exposition externe aux extrémités

Le débit de dose Hp 0,07 (bêta, gamma) mesuré³ au contact de l'échantillon de lave est de 108 µSv/h.

La durée cumulée de traitement de l'échantillon est estimée par excès à 20 minutes soit 36 microSieverts à la peau. Il s'agit d'une évaluation par excès dans la mesure où le port des gants atténue la composante de basse énergie du rayonnement.

3 / Incorporation de radionucléides

Compte tenu des précautions prises pour la préparation des échantillons (port de masque respiratoire), l'incorporation est nulle.

Par précaution une analyse semi-quantitative a été effectuée par spectrométrie gamma sur le masque lui-même et sur les cartouches filtrantes. Aucune activité supérieure aux limites de détection n'a été mise en évidence (césium 137 < 0,16 Bq, Am 241 < 0,28 Bq). Ceci confirme a posteriori qu'il n'y a pas eu de transfert de poussières radioactives dans l'air ambiant au niveau de l'opératrice de préparation.

Recherche du tritium dans les eaux

Dans le cas des eaux de puits, outre deux⁴ mesures par spectrométrie gamma sur eau brute un comptage par scintillation liquide⁵ a été effectué au laboratoire de la CRIIRAD pour détermination de l'activité du tritium (radionucléide émetteur bêta pur de période physique égale à 12,3 ans). La mesure a été effectuée sur les eaux brutes non filtrées.

Aucune activité n'a été mise en évidence tant en ce qui concerne les émetteurs gamma artificiels (valeurs inférieures aux limites de détection : césium 137 < 0,07 Bq/l ; Am 241 < 0,13 Bq/l, etc..) que pour le tritium (valeur inférieure à la limite de détection de 2,5 Bq/l).

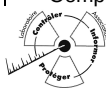
Le laboratoire de la CRIIRAD est agréé par l'ASN (Autorité de Sûreté Nucléaire) pour ces types de mesures (cf. Annexe 1).

¹ Dosimètre opérationnel EPD Mk 2.3 de marque APVL

² Dosimètre opérationnel EPD N2 Mk 2.0 de marque APVL

⁴ Mesure de courte durée pour détermination de l'activité du radon dissous, puis comptage long pour la détection de radionucléides artificiels émetteurs gamma.

⁵ Comptage T 348 du 10 au 16 novembre 2009 en flaconnage plastique UG 10 :10



Résultats des analyses par spectrométrie gamma

Les agréments du laboratoire de la CRIIRAD, délivrés par l'ASN (Autorité de Sécurité Nucléaire) sont reproduits en [Annexe 1](#).

Les résultats détaillés des analyses par spectrométrie gamma (rapports d'essai) seront intégrés au rapport définitif en [Annexe 2](#).

Les principaux résultats concernant la lave et les cendres sont synthétisés dans le tableau T2 ci-dessous.

T2 / In Ekker (Algérie) / Prélèvements du 29 et 30 octobre 2009 / Analyses laboratoire CRIIRAD

Résultats préliminaires

Prélèvement					Analyse par spectrométrie gamma					
Nature	Date	Lieu	Flux gamma, DG5 in situ (contact c/s)	Masse	Débit de dose Hp 10 (µSv/h)	Cs 137 (Bq/kg)	Am 241 (Bq/kg)	Co 60 (Bq/kg)	Autres artificiels émetteurs gamma	Pu 239
Cendres de brûlage (fils électriques) N°021109A4 C 24674	30/10/2009	Proche des aires de sorties de tunnels (écroulés)	1 000 c/s	331 g en sac et 54,25 g en boîte de Petri	0,38	25 500	950	7,2	Eu 152	Détecté
Lave N°021109A5 / B 24675	29/10/2009	Sortie du tunnel lors du tir raté Beryl	> 30 000 c/s (saturation)	25,59 g en Petite Boîte de Petri	3,45	760 000	15 100	1 050	Eu 152, Eu 154, Eu 155, Ba 133	Détecté

Césium 137

On remarque une très forte contamination par le **césium 137** (produit de fission de période physique égale à 30 ans) dans la lave (**760 000 Bq/kg**) et les cendres (25 500 Bq/kg) prélevés à l'intérieur de la zone interdite.

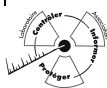
Le césium 137 est détecté également mais à un niveau beaucoup plus faible dans le sable (32 Bq/kg) et les crottes de chameau (6,8 Bq/kg) prélevées à environ 1 kilomètre de l'axe du tunnel du tir Beryl dans un oued asséché.

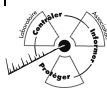
Le sable et les crottes de chameau présentent des activités mesurables pour un certain nombre de radionucléides naturels mais en dehors du césium 137, il ne présentent pas de contamination détectable par d'autres radionucléides artificiels émetteurs gamma, contrairement à la lave (présence de baryum 133 et d'isotopes de l'euporium) et aux cendres (europium 152).

Transuraniens : américium 241 et plutonium

Les échantillons de lave et de cendres sont également fortement contaminés par un transuraniens, l'**américium 241** dont l'activité est respectivement de **15 100 Bq/kg (lave)** et 950 Bq/kg (cendres).

La présence de l'américium 241 (émetteur alpha et gamma de période physique égale à 433 ans) indique la présence de **plutonium 241** (émetteur bêta) dont il est un descendant.





Les isotopes du plutonium ne peuvent être détectés de façon fiable par spectrométrie gamma classique compte tenu du faible taux d'émission X et gamma.

Cependant, on détecte sur le spectre gamma associé aux cendres et, dans une plus grande mesure dans celui associé à la lave, un pic X à 51,6 keV qui pourrait indiquer la présence de **plutonium 239** avec des activités massiques qui pourraient être de plusieurs dizaines de milliers de Bq/kg dans les cendres et supérieure d'un ordre de grandeur dans la lave.

Seule une analyse par spectrométrie alpha permettrait de vérifier la présence des isotopes émetteurs alpha du plutonium (Pu 238, Pu 239, Pu 240).

Ces échantillons seront remis aux autorités compétentes pour que soient réalisées des mesures complémentaires des isotopes émetteurs alpha, mais aussi bêta purs (comme par exemple le strontium 90, plutonium 241, technétium 99, etc.). Il sera également nécessaire de disposer d'une liste complète des radionucléides potentiellement générés par ce type d'explosion nucléaire (produits de fission et d'activation, transuraniens).

4 / Conclusion et recommandations

Sans attendre les résultats des analyses radiochimiques complètes de ces matériaux, leur niveau de contamination justifie les précautions prises au laboratoire de la CRIIRAD pour leur traitement et a fortiori implique que des mesures soient prises sur le terrain pour limiter l'exposition des populations.

Parmi ces mesures on peut évoquer :

- Interdiction formelle d'accès à la zone contaminée.
- Renforcement des clôtures.
- Information et sensibilisation des populations sur les risques radiologiques induits.
- Couverture provisoire des zones les plus contaminées pour limiter l'entraînement de particules radioactives par l'érosion éolienne et liée aux pluies.
- Renforcement des contrôles radiochimiques sur la chaîne alimentaire locale.
- Caractérisation radiochimique détaillée de la zone et étude de faisabilité de la décontamination des secteurs situés à l'air libre.
- Campagnes de vérification de la radioactivité des matériaux utilisés par la population en cas de récupération de matières sur le site dans le passé.

Rédaction : Bruno CHAREYRON, ingénieur en physique nucléaire, responsable du laboratoire de la CRIIRAD.

Approbation : Corinne CASTANIER, directrice de la CRIIRAD et Roland Desbordes, président de la CRIIRAD.

Bibliographie

[BB96] Barrillot Bruno « Les essais nucléaires français 1960-1996 Conséquences sur l'environnement et la santé » / Centre de Documentation et de Recherche sur la Paix et les Conflits / Février 1996.

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 actualisée⁶ est présentée ci-dessous :

1 / Matrice **eaux** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV (agrément valable jusqu'au 01/08/2010) et tritium (agrément valable jusqu'au 30/06/2014).

2 / Matrice **sols** : émetteurs gamma d'énergie supérieure à 100 keV (agrément valable jusqu'au 10/7/2011), uranium et descendants, thorium et descendants, Ra 226 et descendants, Ra 228 et descendants (agrément valable jusqu'au 01/08/2010).

3 / Matrices **biologiques** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV (agrément valable jusqu'au 30/06/2014).

4 / Matrices **gaz** : émetteurs gamma d'énergie inférieure à 100 keV et d'énergie supérieure à 100 keV et gaz halogénés (agrément valable jusqu'au 01/02/2012).

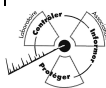
En outre, le laboratoire de la CRIIRAD est agréé pour la mesure du radon dans les lieux ouverts au public (niveaux 1 et 2 ; validité jusqu'au 15 septembre 2011).

Le responsable du laboratoire
Bruno CHAREYRON
Ingénieur en physique nucléaire

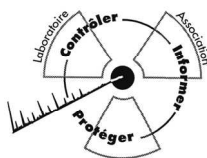
ANNEXE 2 / Résultats des analyses par spectrométrie gamma

- Lave (2 pages)
- Cendres (2 pages)
- Sable
- Crottes de chameau
- Eau de puits

⁶ Décision n°DEP-DEU-0705-2009 du 8 décembre 2009 de l'Autorité de sûreté nucléaire portant prorogation d'agrément de laboratoires de mesures de la radioactivité de l'environnement et Décision n°DEP-DEU-0704-2009 du 8 décembre 2009 de l'Autorité de sûreté nucléaire portant agrément de laboratoires de mesures de la radioactivité de l'environnement.



LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



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

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur www.criirad.org.

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.

Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime
471 avenue Victor Hugo
26000 Valence - France
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 11 février 2010

RAPPORT d'ESSAI N°24675 IN EKKER LAVE

RAPPORT D'ESSAI N°24675-3 PAGE 1 / PAGE 2 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude IN EKKER

Code Enregistrement 021109A5
N° d'analyse B 24675

Nature de l'échantillon Lave

Lieu de prélèvement IN EKKER (Algérie)
Localisation du prélèvement Sortie tunnel
lors du tir Béryl

Prélèvement

Date et heure de prélèvement 29/10/2009 0:00
Opérateur de prélèvement CRIIRAD (R Desbordes)
Mode de prélèvement Gants

Pré-traitement

Date de préparation 04/11/2009
Délai avant analyse (j) 0

Analyse en spectrométrie gamma

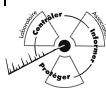
Date de mesure 04/11/2009 9:42
Géométrie de comptage Pétri (petit modèle)
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais
Masse analysée (g) 25,59
Temps de comptage (s) 25 818
Conditions d'analyse 8,02 % de TM

Le présent rapport comporte 2 pages et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

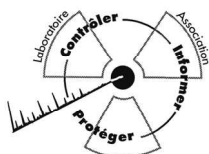
Activités exprimées en Becquerels par kilogramme frais (Bq/kg frais)

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

Chaîne de l'Uranium 238			
Thorium 234**	<		400
Radium 226***	<		100
Plomb 214	<		100
Bismuth 214	<		380
Plomb 210**	<		440
Chaîne de l'Uranium 235			
Uranium 235	<		390
Chaîne du Thorium 232			
Actinium 228	490	±	180
Plomb 212	470	±	120
Thallium 208	240	±	80
Potassium 40	1 310	±	370



LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



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

Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime
471 avenue Victor Hugo
26000 Valence - France
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

RAPPORT D'ESSAI N°24675-3 PAGE 2 / PAGE 2

RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA (SUITE)

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

Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <		Activités ramenées à la date de prélèvement
Césium 137	760 000	± 80 000	
Césium 134	<	33	
Cobalt 58	<	190	
Cobalt 60	1 050	± 140	
Manganèse 54	<	25	
Antimoine 125	<	170	
Iode 131**	<	80	
Cérium 144	<	150	
Argent 110m	<	60	
Américium 241**	15 100	± 1 600	
Iode 129	<	60	
Ruthénium 106	<	340	
Europium 155	800	± 180	
Europium 152	3 570	± 460	
Plutonium 239	Contamination	à confirmer	
Baryum 133	1 490	± 250	
Europium 154	960	± 170	

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

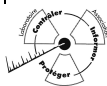
** S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

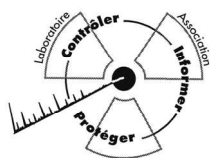
Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable du laboratoire



LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



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

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur www.criirad.org.

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.

Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime
471 avenue Victor Hugo
26000 Valence - France
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 11 février 2010

RAPPORT D'ESSAI N°24674 IN EKKER CENDRES

RAPPORT D'ESSAI N°24674-3 PAGE 1 / PAGE 2 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude IN EKKER

Code Enregistrement 021109A4
N° d'analyse C 24674

Nature de l'échantillon Cendres de brulage
(fils électriques)

Lieu de prélèvement IN EKKER (Algérie)
Localisation du prélèvement Près des sorties
Tunnel tir Béryl

Prélèvement

Date et heure de prélèvement 30/10/2009
Opérateur de prélèvement CRIIRAD (R Desbordes)
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 03/11/2009
Délai avant analyse (j) 1

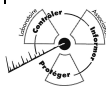
Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 04/11/2009 9:08
Géométrie de comptage Pétri
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais
Masse analysée (g) 54,25
Temps de comptage (s) 28 144

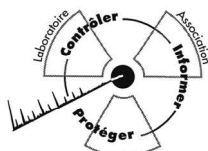
Le présent rapport comporte 2 pages et ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

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

Eléments radioactifs naturels*	Activité et incertitude ou limite de détection si <		
Chaîne de l'Uranium 238			
Thorium 234**		<	290
Radium 226***	108	±	27
Plomb 214	106	±	30
Bismuth 214	109	±	23
Plomb 210**	540	±	120
Chaîne de l'Uranium 235			
Uranium 235		<	43
Chaîne du Thorium 232			
Actinium 228	102	±	25
Plomb 212	80	±	21
Thallium 208	30	±	9
Potassium 40		<	460
Béryllium 7		<	50



LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



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

Commission de Recherche
et d'Information Indépendantes
sur la Radioactivité

Le Cime
471 avenue Victor Hugo
26000 Valence - France
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

RAPPORT D'ESSAI N°24674-3 PAGE 2 / PAGE 2

RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA (SUITE)

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

Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <		Activités ramenées à la date de prélèvement
Césium 137	25 500	±	2 600
Césium 134		<	2,5
Cobalt 58		<	1,7
Cobalt 60	7,2	±	3,4
Manganèse 54		<	1,6
Antimoine 125		<	17
Iode 131**		<	7
Cérium 144		<	16
Argent 110m		<	3,3
Américium 241**	950	±	110
Iode 129		<	4,8
Ruthénium 106		<	24
Europium 152	67	±	18
Plutonium 239	Contamination	à	confirmer

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

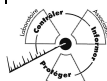
** S'agissant de raies gamma à basse énergie (< 100 keV), les valeurs publiées constituent des valeurs par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

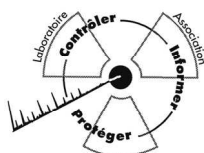
Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable du laboratoire



LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



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

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur www.criirad.org.

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°24676-3 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude IN EKKER

Code Enregistrement 021109A2
N° d'analyse B 24676

Nature de l'échantillon Sable

Lieu de prélèvement In Ekker (oued asséché) (Algérie)
Localisation du prélèvement Environ 1 km dans l'axe du tunnel de sortie du tir Béryl

RAPPORT D'ESSAI 24676 IN EKKER SABLE

Prélèvement

Date et heure de prélèvement 30/10/2009
Opérateur de prélèvement CRIIRAD (Roland Desbordes)
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 03/11/2009
Délai avant analyse (j) 2

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 04/11/2009 17:34
Géométrie de comptage Pétri
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais
Masse analysée (g) 108,43
Temps de comptage (s) 56 351

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 <

Chaîne de l'Uranium 238		
Thorium 234**	<	13
Radium 226***	12,4 ±	3,2
Plomb 214	15,2 ±	3,6
Bismuth 214	9,7 ±	2,9
Plomb 210**	39 ±	14
Chaîne de l'Uranium 235		
Uranium 235	<	6
Chaîne du Thorium 232		
Actinium 228	23 ±	6
Plomb 212	19,0 ±	3,3
Thallium 208	5,6 ±	1,5
Potassium 40	950 ±	130
Béryllium 7	<	17

Eléments radioactifs artificiels

Activité et incertitude ou limite de détection si <

Césium 137	32,0 ±	4,6
Césium 134	<	0,37
Cobalt 58	<	0,44
Cobalt 60	<	0,44
Manganèse 54	<	0,47
Antimoine 125	<	1,2
Iode 131**	<	0,6
Cérium 144	<	2,3
Argent 110m	<	0,46
Américium 241**	<	0,7
Iode 129	<	0,6
Ruthénium 106	<	3,6

* 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.

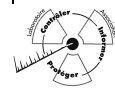
*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

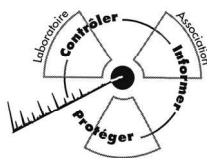
Activités ramenées à la date de prélèvement

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable du laboratoire



LABORATOIRE DE LA CRIIRAD



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

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur www.criirad.org.

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.

Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Le Cime
471 avenue Victor Hugo
26000 Valence - France
Tél. : + 33 (0)4 75 41 82 50
Fax : + 33 (0)4 75 81 26 48

Valence, le 11 février 2010

RAPPORT d'ESSAI N°24677 IN EKKER CROTTEs de CHAMEAU

RAPPORT D'ESSAI N°24677-3 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude IN EKKER

Code Enregistrement 021109A3
N° d'analyse C 24677

Nature de l'échantillon Crottes de chameau

Lieu de prélèvement In Ekker (oued asséché) (Algérie)
Localisation du prélèvement Environ 1 km de l'axe du tunnel du tir Béryl

Prélèvement

Date et heure de prélèvement 30/10/2009
Opérateur de prélèvement CRIIRAD (R Desbordes)
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 03/11/2009
Délai avant analyse (j) 2

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 04/11/2009 17:40
Géométrie de comptage Marinelli
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais
Masse analysée (g) 148,84
Temps de comptage (s) 55 664

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 <

Chaîne de l'Uranium 238

Thorium 234**	<	26
Radium 226***	5,2 ±	2,1
Plomb 214	5,2 ±	2,1
Bismuth 214	<	6
Plomb 210**	138 ±	25

Chaîne de l'Uranium 235

Uranium 235	<	6
-------------	---	---

Chaîne du Thorium 232

Actinium 228	11,7 ±	4,8
Plomb 212	7,8 ±	1,9
Thallium 208	2,9 ±	1,2

Potassium 40	<	210
Béryllium 7	93 ±	16

Eléments radioactifs artificiels

Activité et incertitude ou limite de
détection si <

Césium 137	6,8 ±	1,5
Césium 134	<	0,29
Cobalt 58	<	0,32
Cobalt 60	<	0,31
Manganèse 54	<	0,31
Antimoine 125	<	0,8
Iode 131**	<	0,40
Cérium 144	<	1,5
Argent 110m	<	0,32
Américium 241**	<	0,39
Iode 129	<	0,50
Ruthénium 106	<	3,0

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

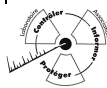
par défaut, compte tenu des phénomènes d'autoatténuation possibles au sein de l'échantillon.

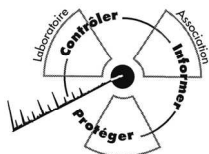
*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214.

Il s'agit d'une évaluation par défaut, le comptage ayant été effectué sans attendre le délai nécessaire à la mise en équilibre.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable du laboratoire



LABORATOIRE DE LA CRIIRAD

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

Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité de l'environnement – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande ou consultable sur www.criirad.org.

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°24679-2 PAGE 1 / PAGE 1
RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude IN EKKER

Code Enregistrement 021109A1
N° d'analyse B 24679

Nature de l'échantillon Eau de puits

Lieu de prélèvement IN EKKER (Algérie)
Localisation du prélèvement Puits 13m de profondeur à < 1km du tir Béryl

GPS Latitude, longitude N24,06660 E05,06379

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 <	
Chaîne de l'Uranium 238		
Thorium 234**	<	3,9
Plomb 210**	<	4,0
Chaîne de l'Uranium 235		
Uranium 235	<	1,0
Chaîne du Thorium 232		
Actinium 228	<	1,0
Plomb 212	<	0,28
Thallium 208	<	0,13
Potassium 40	<	4,4
Béryllium 7	<	0,5
Eléments radioactifs artificiels	Activité et incertitude ou limite de détection si <	
Césium 137	<	0,07
Césium 134	<	0,06
Cobalt 58	<	0,06
Cobalt 60	<	0,05
Manganèse 54	<	0,06
Antimoine 125	<	0,18
Iode 131**	<	0,11
Cérium 144	<	0,40
Argent 110m	<	0,06
Américium 241**	<	0,13
Iode 129	<	0,12
Ruthénium 106	<	0,6

* 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.

RAPPORT D'ESSAI N°24679
IN EKKER
EAU de PUITs

Prélèvement

Date et heure de prélèvement 30/10/2009 0:00
Opérateur de prélèvement CRIIRAD (R Desbordes)
Mode de prélèvement Seau

Pré-traitement

Date de préparation 02/11/2009
Délai avant analyse (j) 3

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 05/11/2009 9:21
Géométrie de comptage Marinelli
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais
Masse analysée (g) 574,07
Temps de comptage (s) 111 307

Mesures radiométriques in situ au point de prélèvement

Appareil de mesure Novelec DG5
Flux gamma au contact du sol (C/S) 400c/s autour du puits

Activités ramenées à la date de prélèvement

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable du laboratoire

