

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 28 janvier 2010.

Rapport CRIIRAD N°10-05

Analyses radiologiques de sol prélevé par GREENPEACE au NIGER (secteur ARLIT et AKOKAN)

1 / Contexte

Les sociétés SOMAÏR et COMINAK, filiales du groupe AREVA, exploitent des gisements d'uranium dans le nord du Niger.

Dans le cadre d'une mission effectuée en novembre 2009, une équipe de GREENPEACE International a effectué des mesures radiométriques in situ et des échantillonnages de sol.

La présente note comporte les résultats des analyses de sol effectuées au laboratoire de la CRIIRAD et un commentaire succinct.

2 / Réalisation des prélèvements

Préparation de la mission

Les procédures d'échantillonnage et consignes de radioprotection ont été discutées lors d'une réunion de travail préalable le 7 octobre 2009 au laboratoire de la CRIIRAD entre Mme Rianne Teule (Docteur en chimie, Greenpeace international) et M Bruno Chareyron (ingénieur en physique nucléaire, responsable du laboratoire de la CRIIRAD).

En particulier, il a été demandé à Greenpeace de ramener 1 kilogramme de sol dans le cas où les échantillons ne révèlent pas d'excès de rayonnement au contact sur le terrain ; dans le cas contraire il a été convenu de limiter si nécessaire la quantité de matière de telle sorte que le débit de dose au contact reste inférieur à 1 μ Sv/h.

Réalisation des mesures in situ et échantillonnages

Les mesures radiométriques et échantillonnages ont été effectuées par GREENPEACE entre les **5 et 7 novembre 2009**. Compte tenu des contraintes de temps et de sécurité l'équipe n'a pas pu effectuer tous les prélèvements initialement prévus.

Cinq échantillons ont été prélevés et sont décrits dans le tableau T1 ci-dessous.

Les informations contenues dans ce tableau sont celles fournies par GREENPEACE (Dr Rianne Teule). Elles ont été traduites de l'anglais en français par B Chareyron.

Dans les deux dernières colonnes, figurent les mesures de débit de dose gamma ambiant effectuées par GREENPEACE, au moyen d'un spectromètre gamma portatif ICX Identifier, au droit du point de prélèvement (à 1 mètre au dessus du sol et au contact du sol).

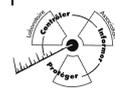
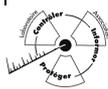


Tableau T1 / Liste des échantillons et mesures radiamétriques in situ

Code Greenpeace	Date	Lieu	Coordonnées GPS	Description	Débit de dose à 1 m (nSv/h)	Débit de dose au contact (nSv/h)
N051109.01	05/11/2009	Bouche d'aérage	N18°38.373' E7°18.651'	A 10 mètres au nord d'une bouche d'aérage de la mine COMINAK (secteur Afasto situé au sud). Le niveau de rayonnement dans le secteur est de 250-300 nSv/hr. A l'endroit du prélèvement un point chaud est détecté. Le prélèvement est effectué sur 2 à 3 centimètres. Après enlèvement de la couche supérieure de sol, le rayonnement reste élevé.		1440
N061109.01	06/11/2009	Gendarmerie Akokan	N18°42.157' E7°19.802'	Gendarmerie, située en périphérie de la ville sur la route principale conduisant à la mine COMINAK. Couche superficielle (4 cm). Sol sableux.	190	200
N061109.04	06/11/2009	Maison à Akokan	N18°42.653' E7°20.147'	Maison de M. T. Débit de dose classique de 180 nSv/h à 1m et 200 nSv/h au contact. Dans un coin où des ferrailles sont entreposées depuis plusieurs années, le rayonnement semble plus élevé : 270-300 nSv/h. Echantillon superficiel (1 cm). Sol sableux et poussiéreux.	220	270-300
N071109.01	07/11/2009	Jardin à Akokan	N18°42.074' E7°20.644'	Jardin situé au sud d'Akokan, au NE des mines COMINAK. Sol superficiel (3 cm).	140	180
N071109.02	07/11/2009	Piste d' Akokan à Arlit	N18°42.634' E7°20.948'	Piste d' Akokan à Arlit qui est régulièrement arrosée avec de l'eau "industrielle" de la mine COMINAK. Echantillon recueilli à environ 80 mètres du panneau d'entrée à Akokan. Sol superficiel (1 cm).	170	210



Echantillonnage de sol radioactif près d'une bouche d'aérage
/ Photo Greenpeace



Un seul échantillon a été prélevé dans une zone présentant un niveau de radiation nettement supérieur à la normale. Il s'agit de sol actif (débit de dose au contact égal à $1,44 \mu\text{Sv/h}$ soit une valeur 7 fois supérieure à la normale) situé à quelques mètres d'une bouche d'aéragage de la mine COMINAK (cf. photographie page précédente).

Un échantillon a été collecté dans une maison à Akokan dans la mesure où des matériaux entreposés au sol présentaient un niveau radiométrique au contact supérieur d'environ 50 % au niveau naturel. Il s'agissait de vérifier si ceci avait pu entraîner une contamination du sol.

Les 3 autres échantillons de sol ont été prélevés en fonction des interrogations des citoyens rencontrés et afin de disposer d'une caractérisation de base : sol près de la gendarmerie d'Akokan, sol de jardin à Akokan, sol de la piste qui conduit d'Akokan à Arlit. Ce dernier point a été choisi du fait de l'arrosage de cette piste avec de l'eau industrielle de la COMINAK (eau susceptible d'être contaminée en uranium).

3 / Réalisation des analyses au laboratoire de la CRIIRAD

Conditions de traitement des échantillons

Les échantillons ont été remis à la CRIIRAD (B Chareyron) le 12 novembre 2009 par le Dr Teule. 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. Seul l'échantillon N05110901 présentait un flux de rayonnement gamma au contact (450 c/s SPP2) nettement supérieur au bruit de fond naturel (45 c/s SPP2).
- Pour les 4 échantillons qui ne présentaient pas de niveau radiométrique supérieur au bruit de fond : dessiccation à l'étuve à $105 \text{ }^\circ\text{C}$ puis tamisage (sans concassage) de manière à recueillir la fraction de granulométrie inférieure à 2 mm. Après homogénéisation, cette fraction a été séparée en 2 lots.
 - Un lot ($< 2 \text{ mm}$) conditionné en géométrie de comptage calibrée (boîte de Pétri) pour analyse par spectrométrie gamma au laboratoire de la CRIIRAD.
 - Le second lot a subi des tamisages complémentaires jusqu'à retenir la fraction inférieure à 63 microns. Cette fraction a été conditionnée en géométrie de comptage calibrée en fonction des quantités de matière disponible (boîte de Pétri ou Petit boîte de Pétri) pour analyse par spectrométrie gamma au laboratoire de la CRIIRAD.
- Compte tenu du niveau de rayonnement gamma mesuré au contact de l'un des 5 échantillons à réception au laboratoire (valeur 10 fois supérieure au bruit de fond) et de la contamination attendue en uranium et descendants, les conditions de traitement de cet échantillon ont été adaptées pour garantir la protection radiologique du personnel. (pas de dessiccation).

Le traitement des échantillons a été effectué par Mme Jocelyne Ribouet, technicienne de laboratoire (CRIIRAD). La protection radiologique du personnel et la qualité métrologique ont été assurées par le respect des consignes suivantes :

- Travail sous hotte ventilée lors du traitement de l'échantillon et 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 échantillons actifs pour élimination ultérieure par l'ANDRA (Agence



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 analyses ont été effectuées au moins 21 jours après conditionnement des échantillons de manière à pouvoir doser le radium 226 sur ses descendants émetteurs gamma (plomb 214 et bismuth 214) à l'équilibre.

Le traitement des spectres a été effectué par M. Stéphane Patrigeon, technicien métrologue au laboratoire de la CRIIRAD.

Les résultats détaillés des analyses par spectrométrie gamma (rapports d'essai) sont reproduits en [Annexe 2](#).

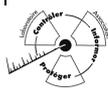
Les principaux résultats sont synthétisés dans le tableau T2 ci-dessous.

Dans ce tableau figurent les activités de trois descendants de l'uranium 238 : le thorium 234, le radium 226 et le plomb 210, ainsi que l'activité de l'actinium 228 (un des descendants du thorium 232) et celle du potassium 40.

Pour les activités massiques inférieures à 100 Bq/kg, et compte tenu des faibles quantités de matière disponibles, les marges d'incertitude peuvent être relativement élevées (parfois supérieures à 25 %, et même 50 % pour le thorium 234). Il faut garder ceci en tête pour une interprétation correcte des résultats.

Tableau T2 / Résultats des analyses de sol

Fraction	Spectrométrie gamma au laboratoire CRIIRAD					Ratio Pb 210 /Ra 226	Ratio Th 234 / Ra 226
	Activités massiques (Bq/kg)						
	U 238 (Th 234)	Ra 226	Pb 210	Ac 228	K 40		
Bouche d'aérage COMINAK							
< 2 mm	6 200	6 700	6 900	63	670	1,03	0,93
< 63 µm	22 600	26 500	28 400	90	900	1,07	0,85
Gendarmerie AKOKAN							
< 2 mm	61	44	44	61	660	1,00	1,39
< 63 µm	88	89	111	124	770	1,25	0,99
Maison à AKOKAN							
< 2 mm	65	46	66	39	790	1,43	1,41
< 63 µm	106	114	174	102	950	1,53	0,93
Jardin à AKOKAN							
< 2 mm	50	40	58	49	770	1,45	1,25
< 63 µm	88	95	150	131	820	1,58	0,93
Piste d' AKOKAN à ARLIT							
< 2 mm	38	25	24	42	610	0,96	1,52
< 63 µm	127	68	95	128	870	1,40	1,87



Potassium 40 et descendants du thorium 232

Si l'on examine les activités massiques des fractions inférieures à 2 mm des 5 échantillons analysés, on constate que les concentrations en potassium 40 (610 à 790 Bq/kg) et en descendants de la chaîne du thorium 232 (actinium 228 : entre 39 et 63 Bq/kg) sont comparables aux activités moyennes de l'écorce terrestre qui sont respectivement de l'ordre de 300 à 600 Bq/kg pour le potassium 40 et 40 Bq/kg pour le thorium 232 et ses descendants.

Uranium 238 et descendants (hors sol collecté près d'une bouche d'aéragé)

En ce qui concerne l'uranium 238 et ses descendants, les activités massiques sont de l'ordre de **24 à 66 Bq/kg** dans la fraction inférieure à 2 mm de 4 des 5 échantillons, soit des valeurs comparables à la moyenne de l'écorce terrestre (40 Bq/kg).

Dans la fraction fine de ces 4 échantillons (< 63 microns), les activités massiques sont plus importantes (parfois 2 à 3 fois plus).

On note un excès significatif d'**uranium 238 (thorium 234)** par rapport au radium 226 (ratio 1,87) dans la fraction fine de l'échantillon collecté sur la piste d'Akokan alors que dans les 3 autres échantillons ce ratio est normal (proche de 1). Ceci pourrait être lié à un dépôt de poussières uranifères ou être lié à l'arrosage de la piste effectué par COMINAK pour limiter l'envol de poussières. En effet, cet arrosage serait effectué avec de l'eau industrielle. Or certaines eaux de puits présentent une contamination notable par l'uranium qui est ensuite susceptible de s'accumuler sur le sol en place (la période de l'uranium 238 est de 4,5 milliards d'années).

On note également dans certains échantillons un excès de **plomb 210** par rapport au radium 226. Ceci est constaté en particulier dans la fraction fine (ratio Pb 210 / Radium 226 compris entre 1,25 et 1,58).

Ce constat est classique pour la couche superficielle des sols, du fait d'un dépôt de plomb 210 à partir du radon 222 présent dans l'atmosphère. Le radon 222 se désintègre rapidement en métaux lourds radioactifs dont 2 présentent une période relativement longue : le polonium 210 (émetteur alpha de période 138,5 jours) et le plomb 210 (émetteur bêta et gamma de période 22,3 ans). Dans l'environnement de zones d'extraction de l'uranium des quantités importantes de radon sont rejetées à l'atmosphère et peuvent entraîner une accumulation anormale de plomb 210 et polonium 210 à la surface des sols et des végétaux.

C'est pourquoi il était prévu dans le programme initial de réaliser des prélèvements de végétaux et de sol à proximité des sites industriels de SOMAÏR et COMINAK et en particulier des bouches d'aéragé, à des distances croissantes afin d'étudier l'impact.

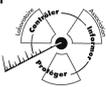
Cas du sol collecté près d'une bouche d'aéragé

La campagne d'échantillonnage de végétaux et de sol à proximité des bouches d'aéragé n'a pu être menée à bien compte tenu des conditions de sécurité sur place. Seuls quelques relevés radiométriques rapides ont été réalisés à proximité d'une seule bouche d'aéragé.

Les mesures radiométriques ont indiqué en particulier l'existence d'une anomalie radiométrique très significative (débit de dose au contact du sol 7 fois supérieur au niveau naturel).

L'analyse au laboratoire des matériaux collectés par GREENPEACE montre que cette radioactivité s'explique par la forte activité de **l'uranium 238 et de ses descendants** (thorium 234, radium 226, plomb 210), avec des valeurs de **6 000 à 7 000 Bq/kg** soit des niveaux 150 à 170 fois supérieurs à la moyenne de l'écorce terrestre. Compte tenu des marges d'incertitudes, on peut considérer que l'uranium est à l'équilibre avec ses descendants.

Au sens de la directive Euratom 96/29, ces matériaux nécessitent la mise en œuvre de mesures de radioprotection des populations car leur activité en uranium 238 dépasse largement le seuil d'exemption de 1 000 Bq/kg.



On remarque en outre que la concentration en uranium est encore plus importante dans la fraction fine (inférieure à 63 microns) où l'on mesure plus de 20 000 Bq/kg pour chacun des descendants de l'uranium 238 (**radium 226 = 26 500 Bq/kg**). Ceci pose la question de l'impact par inhalation et ingestion lors de la remise en suspension des poussières radioactives.

Compte tenu de la localisation de ces matières radioactives sur le terrain, on peut envisager qu'il s'agisse de minéralisations uranifères remontées du sous-sol lors du forage qui a permis la mise en œuvre de la bouche d'aérage.

Ceci confirme que dans le cadre de leurs activités, les compagnies minières laissent des matières radioactives solides dans l'environnement accessible à la population.

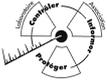
Ainsi la présence de remblais radioactifs¹ dans les rues de la ville d'AKOKAN avait été détectée par la CRIIRAD dans le cadre d'une mission effectuée en 2007.

Malgré le plan d'action mis en œuvre par AREVA suite à ces révélations, des déchets radioactifs ont à nouveau été repérés dans le cadre de la mission GREENPEACE de novembre 2009 (radioactivité élevée dans les rues d'Akokan et à proximité d'une bouche d'aérage de COMINAK).

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

Approbation : Corinne CASTANIER, directrice de la CRIIRAD.

¹ Note CRIIRAD N°07-53 / Présence de matériaux radio actifs dans le domaine public à Arlit et Akokan (Niger), à proximité des mines SOMAÏR et COMINAK (AREVA) / B. Chareyron, Mai 2007.



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 actualisée² 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).

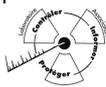
En outre, le laboratoire de la CRIIRAD est agréé pour la mesure du radon dans les lieux ouverts au public (niveaux 1 et 2 ; validité jusqu'au 15 septembre 2011).

Le responsable du laboratoire
Bruno CHAREYRON
Ingénieur en physique nucléaire

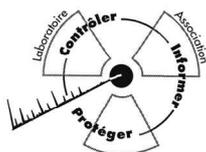
ANNEXE 2 / Résultats des analyses par spectrométrie gamma

- Sol N051109 01 / proche bouche d'aérage COMINAK (fraction < 2 mm)
- Sol N051109 01 / proche bouche d'aérage COMINAK (fraction < 63 µm)
- Sol N061109 01 / gendarmerie AKOKAN (fraction < 2 mm)
- Sol N061109 01 / gendarmerie AKOKAN (fraction < 63 µm)
- Sol N061109 04 / maison à AKOKAN (fraction < 2 mm)
- Sol N061109 04 / maison à AKOKAN (fraction < 63 µm)
- Sol N071109 01 / jardin à AKOKAN (fraction < 2 mm)
- Sol N071109 01 / jardin à AKOKAN (fraction < 63 µm)
- Sol N071109 02 / piste d' AKOKAN à ARLIT (fraction < 2 mm)
- Sol N071109 02 / jardin à AKOKAN à ARLIT (fraction < 63 µm)

² 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

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 16 décembre 2009

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°24811-2 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude GREENPEACE NIGER 2009

Code Enregistrement 121109B7
N° d'analyse B 24811

Nature de l'échantillon Sol
Strate Fraction < 2 mm

Localisation du prélèvement (NIGER)
VENT A
N051109-01

Prélèvement

Date de prélèvement 05/11/2009
Opérateur de prélèvement GREENPEACE
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 19/11/2009
Délai avant analyse (j) 25

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 13/12/2009
Géométrie de comptage Pétri
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais
Masse analysée (g) 89,82
Temps de comptage (s) 51 068

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**	6 200 ±	800
Protactinium 234m	7 000 ±	1 700
Thorium 230**	8 500 ±	1 900
Radium 226***	6 700 ±	700
Plomb 214	7 200 ±	700
Bismuth 214	6 200 ±	600
Plomb 210**	6 900 ±	800

Chaîne de l'Uranium 235		
Uranium 235	350 ±	100
Protactinium 231	740 ±	210
Thorium 227	470 ±	80
Radium 223	490 ±	110
Radon 219	530 ±	100
Plomb 211	560 ±	140

Chaîne du Thorium 232		
Actinium 228	63 ±	20
Plomb 212	52 ±	10
Thallium 208	19 ±	5

Potassium 40	670 ±	120
Béryllium 7	<	17

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

Césium 137	<	2,2
Césium 134	<	2,1

Activités ramenées à la date de prélèvement

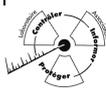
* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

** 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.

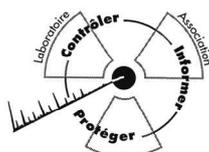
*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable 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

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 16 décembre 2009

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° 24809-2 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude GREENPEACE NIGER 2009

Code Enregistrement 121109B7
N° d'analyse C 24809

Nature de l'échantillon Sol
Strate Fraction < 63µm

Localisation du prélèvement (NIGER)
VENT A
N05110901

Prélèvement

Date de prélèvement 05/11/2009
Opérateur de prélèvement GREENPEACE
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 19/11/2009
Délai avant analyse (j) 25

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 13/12/2009
Géométrie de comptage Pétri
Etat de l'échantillon à l'analyse Frais
Masse analysée (g) 66,56
Temps de comptage (s) 50 886

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**	22 600	±	2 700
Protactinium 234m	23 000	±	5 000
Thorium 230**	30 000	±	6 000
Radium 226***	26 500	±	2 700
Plomb 214	27 900	±	2 800
Bismuth 214	25 200	±	2 600
Plomb 210**	28 400	±	3 000

Chaîne de l'Uranium 235			
Uranium 235	1 080	±	240
Protactinium 231	2 500	±	500
Thorium 227	1 690	±	240
Radium 223	2 100	±	350
Radon 219	1 800	±	290
Plomb 211	1 920	±	400

Chaîne du Thorium 232			
Actinium 228	90	±	39
Plomb 212	128	±	23
Thallium 208	42	±	11

Potassium 40	900	±	180
Béryllium 7	<		28

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

Césium 137	<		3,7
Césium 134	<		3,6

Activités ramenées à la date de prélèvement

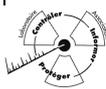
* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

** 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.

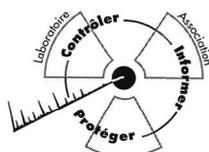
*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable 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

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 26 janvier 2010

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.
Détekteur 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° 24857-2 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude GREENPEACE NIGER
Code Prélèvement N061109.01
Code Enregistrement 121109B8
N° d'analyse C 24857
Nature de l'échantillon Sol
Strate fraction < 2 mm
Taux de matière sèche 99,1%
Lieu de prélèvement Gendarmerie Akokan (Niger)
Localisation du prélèvement Top 4 cm

Latitude, longitude (degrés minutes) N18°42.157' E7° 19.802'

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.

Prélèvement

Date de prélèvement 06/11/2009
Opérateur de prélèvement GREENPEACE
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 18/11/2009
Délai avant analyse (j) 36

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 24/12/2009
Géométrie de comptage Pétri
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec
Masse analysée (g) 91,1
Temps de comptage (s) 29 526

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**	61 ±	25
Protactinium 234m	<	150
Thorium 230**	<	70
Radium 226***	44 ±	8
Plomb 214	48 ±	8
Bismuth 214	41 ±	8
Plomb 210**	44 ±	18
Chaîne de l'Uranium 235		
Uranium 235	<	9
Protactinium 231	<	24
Thorium 227	<	6
Radium 223	<	11
Radon 219	<	7
Plomb 211	<	16
Chaîne du Thorium 232		
Actinium 228	61 ±	13
Plomb 212	66 ±	10
Thallium 208	20,4 ±	4,0
Potassium 40	660 ±	110
Béryllium 7	<	4,7
Eléments radioactifs artificiels		
Activité et incertitude ou limite de détection si <		
Césium 137	<	0,7
Césium 134	<	0,6

Activités ramenées à la date de prélèvement

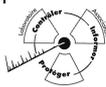
* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

** 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.

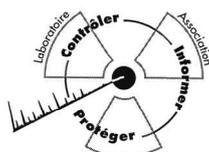
*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable 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

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 26 janvier 2010

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° 24861-2 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude GREENPEACE NIGER
Code Prélèvement N061109.01
Code Enregistrement 121109B8
N° d'analyse C 24861

Nature de l'échantillon Sol
Fraction < 63µm

Lieu de prélèvement Gendarmerie Akokan (Niger)
Localisation du prélèvement Top 4 cm

Latitude, longitude (degrés minutes) N18°42.157' E7° 19.802'

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.

Prélèvement

Date de prélèvement 06/11/2009
Opérateur de prélèvement GREENPEACE
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 18/11/2009
Délai avant analyse (j) 40

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 28/12/2009
Géométrie de comptage Pétri
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec
Masse analysée (g) 78,1
Temps de comptage (s) 31 185

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**	88 ±	35
Protactinium 234m	<	180
Thorium 230**	<	100
Radium 226***	89 ±	14
Plomb 214	89 ±	14
Bismuth 214	88 ±	14
Plomb 210**	111 ±	30

Chaîne de l'Uranium 235		
Uranium 235	<	11
Protactinium 231	<	30
Thorium 227	<	8
Radium 223	<	14
Radon 219	<	9
Plomb 211	<	21

Chaîne du Thorium 232		
Actinium 228	124 ±	23
Plomb 212	137 ±	18
Thallium 208	44 ±	7

Potassium 40	770 ±	120
Béryllium 7	<	7

Eléments radioactifs artificiels		
Césium 137	<	5
Césium 134	<	0,7

Activités ramenées à la date de prélèvement

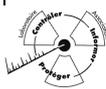
* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

** 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.

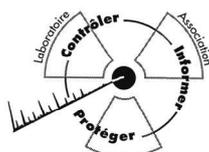
*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable 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

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 26 janvier 2010

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.
Détekteur 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° 24855-2 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude GREENPEACE NIGER 2009

Code Prélèvement N06110904
Code Enregistrement 121109B9
N° d'analyse C 24855

Nature de l'échantillon Sol
Fraction < 2 mm

Taux de matière sèche 99,5%

Localisation du prélèvement (NIGER)
House Akokan
Corner near scrap
Top 1 cm

Prélèvement

Date de prélèvement 06/11/2009
Opérateur de prélèvement GREENPEACE
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 19/11/2009
Délai avant analyse (j) 35

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 23/12/2009
Géométrie de comptage Pétri
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec
Masse analysée (g) 77,68
Temps de comptage (s) 55 731

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**	65 ±	25
Protactinium 234m	<	150
Thorium 230**	<	60
Radium 226***	46 ±	8
Plomb 214	47 ±	8
Bismuth 214	44 ±	8
Plomb 210**	66 ±	20
Chaîne de l'Uranium 235		
Uranium 235	<	9
Protactinium 231	<	21
Thorium 227	<	4,8
Radium 223	<	9
Radon 219	<	6
Plomb 211	<	13
Chaîne du Thorium 232		
Actinium 228	39 ±	10
Plomb 212	51 ±	7
Thallium 208	17,0 ±	3,4
Potassium 40	790 ±	110
Béryllium 7	<	4,1
Eléments radioactifs artificiels		
Activité et incertitude ou limite de détection si <		
Césium 137	<	0,6
Césium 134	<	0,48

Activités ramenées à la date de prélèvement

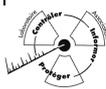
* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

** 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.

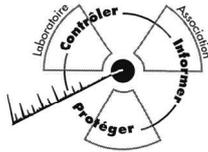
*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable 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

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 26 janvier 2010

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.
Détekteur 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° 24856-2 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude GREENPEACE NIGER 2009
Code Prélèvement N06110904
Code Enregistrement 121109B9
N° d'analyse B 24856
Nature de l'échantillon Sol
Fraction < 63 µm

Prélèvement

Date de prélèvement 06/11/2009
Opérateur de prélèvement GREENPEACE
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 19/11/2009
Délai avant analyse (j) 35

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 23/12/2009
Géométrie de comptage Pétri
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec
Masse analysée (g) 47,08
Temps de comptage (s) 56 121

Localisation du prélèvement (NIGER)
House Akokan
corner near scrap
Top 1 cm

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**	106 ±	39
Protactinium 234m	<	190
Thorium 230**	<	170
Radium 226***	114 ±	17
Plomb 214	124 ±	18
Bismuth 214	105 ±	17
Plomb 210**	174 ±	41

Chaîne de l'Uranium 235		
Uranium 235	<	14
Protactinium 231	<	45
Thorium 227	<	11
Radium 223	<	19
Radon 219	<	13
Plomb 211	<	27

Chaîne du Thorium 232		
Actinium 228	102 ±	20
Plomb 212	121 ±	16
Thallium 208	37 ±	6

Potassium 40	950 ±	160
Béryllium 7	<	50

Eléments radioactifs artificiels		
Césium 137	4,9 ±	2,4
Césium 134	<	1,0

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.

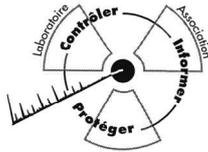
*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable 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

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 26 janvier 2010

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.
Détekteur 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° 24862-2 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude GREENPEACE NIGER

Code Prélèvement N071109.01
Code Enregistrement 121109B10
N° d'analyse B 24862

Nature de l'échantillon Sol
Strate fraction < 2 mm

Taux de matière sèche 96,3%

Lieu de prélèvement NE of COMINAK mines (Niger)
Localisation du prélèvement Garden located at south side of Akokan. Surface, top 3 cm

Latitude, longitude (degrés minutes) N18°42.074' E7° 20.644'

Prélèvement

Date et heure de prélèvement 07/11/2009 0:00
Opérateur de prélèvement GREENPEACE
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 19/11/2009
Délai avant analyse (j) 39

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 28/12/2009 9:10
Géométrie de comptage Pétri
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec
Masse analysée (g) 83,44
Temps de comptage (s) 31 280

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**	50 ±	23
Protactinium 234m	<	150
Thorium 230**	<	120
Radium 226***	40 ±	8
Plomb 214	43 ±	8
Bismuth 214	38 ±	8
Plomb 210**	58 ±	23
Chaîne de l'Uranium 235		
Uranium 235	<	10
Protactinium 231	<	33
Thorium 227	<	8
Radium 223	<	15
Radon 219	<	9
Plomb 211	<	20
Chaîne du Thorium 232		
Actinium 228	49 ±	12
Plomb 212	62 ±	9
Thallium 208	18,9 ±	3,7
Potassium 40	770 ±	120
Béryllium 7	<	6
Eléments radioactifs artificiels		
Césium 137	5,0 ±	1,9
Césium 134	<	0,7

Activités ramenées à la date de prélèvement

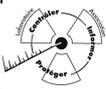
* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

** 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.

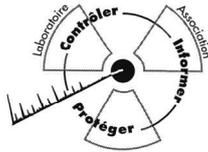
*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable 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

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 26 janvier 2010

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.
Détekteur 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° 24863-2 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude GREENPEACE NIGER
Code Prélèvement N071109.01
Code Enregistrement 121109B10
N° d'analyse B 24863

Nature de l'échantillon Sol
Fraction < 63µm

Lieu de prélèvement NE of COMINAK mines (Niger)
Localisation du prélèvement Garden located at south side of Akokan. Surface, top 3 cm

Latitude, longitude (degrés minutes) N18°42.074' E7° 20.644'

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.

Prélèvement

Date de prélèvement 07/11/2009
Opérateur de prélèvement GREENPEACE
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 19/11/2009
Délai avant analyse (j) 40

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 28/12/2009
Géométrie de comptage Pétri (petit modèle)
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec
Masse analysée (g) 23,93
Temps de comptage (s) 54 214

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**	88 ±	39
Protactinium 234m	<	700
Thorium 230**	<	200
Radium 226***	95 ±	17
Plomb 214	107 ±	18
Bismuth 214	83 ±	16
Plomb 210**	150 ±	43

Chaîne de l'Uranium 235		
Uranium 235	<	19
Protactinium 231	<	70
Thorium 227	<	15
Radium 223	<	28
Radon 219	<	19
Plomb 211	<	36

Chaîne du Thorium 232		
Actinium 228	131 ±	28
Plomb 212	139 ±	19
Thallium 208	50 ±	9

Potassium 40	820 ±	170
Béryllium 7	<	13

Eléments radioactifs artificiels		
Césium 137	5,1 ±	3,2
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.

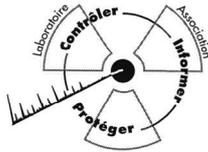
*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable 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

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 26 janvier 2010

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.
Détekteur 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° 24858-2 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude GREENPEACE NIGER

Code Prélèvement N071109.02
Code Enregistrement 121109B11
N° d'analyse C 24858

Nature de l'échantillon Sol
Fraction < 2mm

Taux de matière sèche 99,8%

Lieu de prélèvement Road Akokan-Arlit (Niger)
Localisation du prélèvement Sample taken about 80m from sign of entrance Akokan. top 1cm.

Latitude, longitude (degrés minutes) N18°42.634' E7° 20.948'

Prélèvement

Date de prélèvement 07/11/2009
Opérateur de prélèvement GREENPEACE
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 18/11/2009
Délai avant analyse (j) 41

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 28/12/2009
Géométrie de comptage Pétri
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec
Masse analysée (g) 110,18
Temps de comptage (s) 54 166

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**	38 ±	17
Protactinium 234m	<	110
Thorium 230**	<	45
Radium 226***	25,2 ±	4,9
Plomb 214	25,8 ±	4,9
Bismuth 214	24,6 ±	4,9
Plomb 210**	24 ±	11

Chaîne de l'Uranium 235		
Uranium 235	<	7
Protactinium 231	<	15
Thorium 227	<	3,5
Radium 223	<	6
Radon 219	<	4,2
Plomb 211	<	10

Chaîne du Thorium 232		
Actinium 228	42 ±	9
Plomb 212	49 ±	7
Thallium 208	16,2 ±	3,1

Potassium 40	610 ±	90
Béryllium 7	<	2,8

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

Césium 137	<	0,42
Césium 134	<	0,35

Activités ramenées à la date de prélèvement

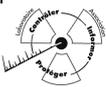
* Eléments radioactifs existant à l'état naturel. Leur présence dans l'échantillon peut être naturelle ou liée à des activités humaines.

** 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.

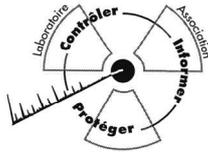
*** Le Radium 226 est évalué à partir de ses descendants le Plomb 214 et le Bismuth 214 à l'équilibre, soit plus de 21 jours après conditionnement de l'échantillon.

Stéphane PATRIGEON
Technicien de laboratoire

Bruno CHAREYRON
Responsable 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

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 26 janvier 2010

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.
Détekteur 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° 24865-2 PAGE 1 / PAGE 1 RESULTATS D'ANALYSE EN SPECTROMETRIE GAMMA

Identification de l'échantillon analysé

Etude GREENPEACE NIGER
Code Prélèvement N071109.02
Code Enregistrement 121109B11
N° d'analyse B 24865
Nature de l'échantillon Sol
Strate Fraction < 63 microns

Prélèvement

Date de prélèvement 07/11/2009
Opérateur de prélèvement GREENPEACE
Mode de prélèvement Non précisé

Pré-traitement

Date de préparation 18/11/2009
Délai avant analyse (j) 41

Analyse en spectrométrie gamma

Date de mesure 29/12/2009
Géométrie de comptage Pétri (petit modèle)
Etat de l'échantillon à l'analyse Sec
Masse analysée (g) 38,84
Temps de comptage (s) 29 851

Lieu de prélèvement Road Akokan-Arlit (Niger)
Localisation du prélèvement Sample taken about 80m from sign of entrance Akokan. top 1cm.

Latitude, longitude (degrés minutes) N18°42.634' E7° 20.948'

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**	127 ±	43
Protactinium 234m	<	230
Thorium 230**	<	190
Radium 226***	68 ±	14
Plomb 214	70 ±	14
Bismuth 214	65 ±	13
Plomb 210**	95 ±	31
Chaîne de l'Uranium 235		
Uranium 235	<	16
Protactinium 231	<	60
Thorium 227	<	14
Radium 223	<	25
Radon 219	<	16
Plomb 211	<	36
Chaîne du Thorium 232		
Actinium 228	128 ±	25
Plomb 212	141 ±	19
Thallium 208	44 ±	8
Potassium 40	870 ±	160
Béryllium 7	<	10
Eléments radioactifs artificiels		
Activité et incertitude ou limite de détection si <		
Césium 137	<	1,6
Césium 134	<	1,4

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
Responsable du laboratoire

