



Bordereau d'envoi avec accusé

Prestation « Phase de diagnostic et des contrôles radiologiques de sols » pour le compte de PLACO

Affaire NUDEC n°X30443

Contrat NUDEC n°CNGSIF160166

Diffusion du rapport n° : RNGSIF01060-I

**intitulé : Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D
à l'état : PREL**

Par Sylvain MAZUEL, le 18/07/17

Signature :

Avis du client sur le rapport :

☐ Vu Sans Observation ☐ Vu Avec Observations - Remarques mineures ☐ Vu Avec Observations

NOM, date et signature :

Cette page doit être retournée impérativement à Sylvain MAZUEL

à l'adresse suivante :

BURGEAP NUDEC
49, avenue Franklin Roosevelt - BP70
77211 AVON Cedex



NUDEC

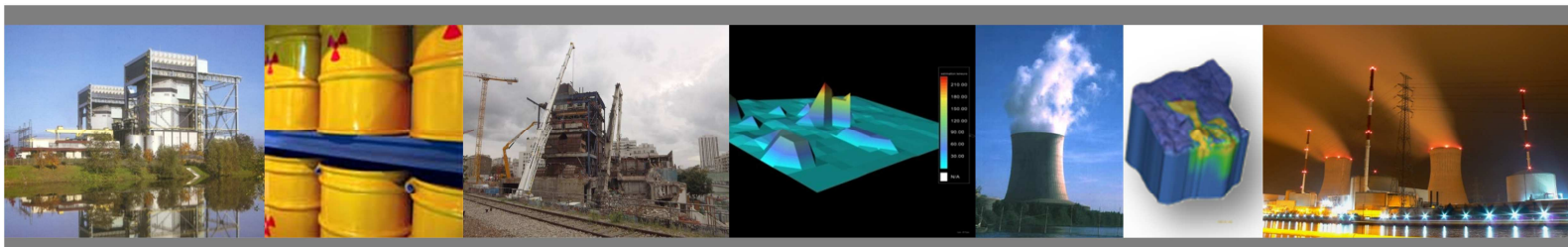
49, Avenue Franklin Roosevelt - BP 70 - 77211 AVON Cedex

Téléphone : 33(0)1.60.74.54.60

Télécopie : 33(0)1.60.74.54.61

e-mail : burgeap.nudec@burgeap.fr

Société anonyme au capital de 200 355 € - RCS Melun B 399 689 389 - APE 7112B





VAUJOURS (93)

Phase de diagnostic et des contrôles radiologiques de sols

Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D

Rapport n°RNGSIF01060-I

Date : 18/07/17



NUDEC

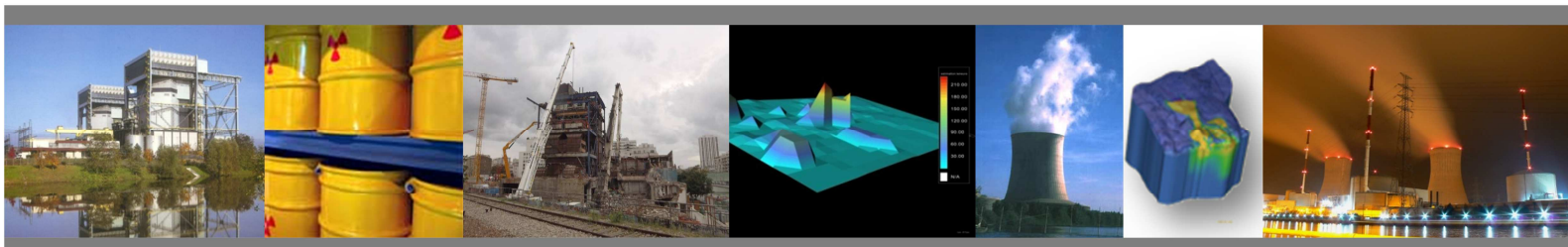
49, Avenue Franklin Roosevelt - BP 70 - 77211 AVON Cedex

Téléphone : 33(0)1.60.74.54.60

Télécopie : 33(0)1.60.74.54.61

e-mail : burgeap.nudec@burgeap.fr

Société anonyme au capital de 200 355 € - RCS Melun B 399 689 389 - APE 7112B



Marché pour le compte PLACO

Affaire NUDEC n°X30443

Contrat NUDEC n°CNGSIF160166

Rapport n°RNGSIF01060-I

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	Abdelhakim MAZOUZI	Sylvain MAZUEL	Frédéric ROUX (FRO)
Visa			

Suivi des révisions :

Indice	Date	Nature des révisions	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
01	18/07/17	Création	HMA	SML	FRO

SOMMAIRE

1	Introduction	6
1.1	Contexte général	6
1.2	Objet du présent rapport	8
2	Documents de références	9
2.1	Textes réglementaires	9
2.2	Documents de référence	10
2.3	Documents et procédures NUDEC	10
3	Investigations radiologiques	12
3.1	Objectif des investigations	12
3.1	Diagnostic radiologique des sols	12
3.2	Recherche d'objets radioactifs en surface	12
3.3	Appareils de mesure et spectre de radionucléides suspectés	13
3.3.1	Pollution suspectée	13
4	Séquence des contrôles radiologiques	14
	Contrôles réalisés au droit de terres :	14
	Contrôles réalisés au droit de surfaces recouvertes :	14
5	Investigations réalisées	15
5.1	Maillage	15
5.2	Réalisation des mesures	15
5.3	Prélèvement des échantillons	16
6	Résultats des investigations	18
6.1	Catégories D de la zone RX1	18
6.1.1	Généralités et localisation	18
6.1.2	Résultats	20
6.1.3	Interprétation/investigations complémentaires	20
6.2	Catégories D de la zone RX3	21
6.2.1	Généralités et localisation	21
6.2.2	Résultats	24
6.2.3	Interprétation/investigations complémentaires	24
6.3	Catégories D de la zone PH	26
6.3.1	Généralités et localisation	26
6.3.2	Résultats	29
6.3.3	Interprétation/investigations complémentaires	29
6.4	Résultats exhaustifs	31
7	Conclusions	55
Annexe 1 :	Certificats des contrôles de vérification des appareils de mesure	56
Annexe 2 :	Bordereaux de résultats d'analyse en laboratoire	60
Annexe 3 :	Photographies	61

Figures

Figure 1 : Plan du site avec catégorisation des zones et cercles de 100m	7
Figure 2 : Radiamètre SPP gamma à droite	14
Figure 3 : Schéma représentatif de l'évolution des mesures dans la bande de 1m (maille de 10m ² de catégorie D)	15
Figure 4 : Gouges de carottier portatif	16
Figure 5 : Plan de maillage de la zone RX1	18
Figure 6 : maillage et plan de la zone RX1	19
Figure 7 : Plan de maillage des sondages en profondeur de la zone RX3	22
Figure 8 : Plan de maillage des prélèvements surfaciques de la zone RX3	22
Figure 9 : maillage et plan de la zone RX3	23
Figure 10 : Plan de maillage de la zone PH	27
Figure 11 : maillage et plan de la zone PH	28

Tableaux

Tableau 1 : Gamme d'énergie des rayonnements étudiés	13
Tableau 2 : Matériels de mesure prévu et Grandeurs mesurées	13
Tableau 3 : Résultats des mesures radiamétriques et des activités massiques	32

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 6/61

1 Introduction

1.1 Contexte général

La société Placoplatre prévoit de démolir l’ensemble des bâtiments situés dans l’emprise du Centre d’Etudes de Vaujours. Ce projet comporte la démolition de:

- l’ensemble des ouvrages situés sur la commune de Vaujours (93),
- l’ensemble des ouvrages situés sur la commune de Courtry (77).

NUDEC assure la surveillance radiologique et les contrôles du chantier de démolition (contrôles radiologiques de niveau 1) conformément au cahier des charges de PLACOPLATRE [20].

Une catégorisation des zones a été adoptée par PLACOPLATRE et validée/complétée par l’Autorité de Sureté Nucléaire (ASN) dans son avis [9]. Cette catégorisation a permis de définir pour chaque catégorie les types de contrôles de niveau 1 à effectuer.

- Catégorie A : les bâtiments n’ayant jamais fait l’objet de stockage, utilisation ou transit d’uranium,
- Catégorie B : les postes de tirs dans lesquels ont eu lieu des expérimentations utilisant de l’uranium,
- Catégorie C : les bâtiments de stockage ou de transit de l’uranium,
- Catégorie D : les aires de stockage ou de transit de l’uranium, les zones extérieures dites de points singuliers,
- Catégorie E : les autres aires extérieures.

Une différenciation est aussi prise en compte pour certaines catégories en fonction de la situation par rapport au Fort Central (intérieur ou extérieur du Fort Central).

La **Figure 1** présente le plan du site avec la catégorisation des zones adoptée.



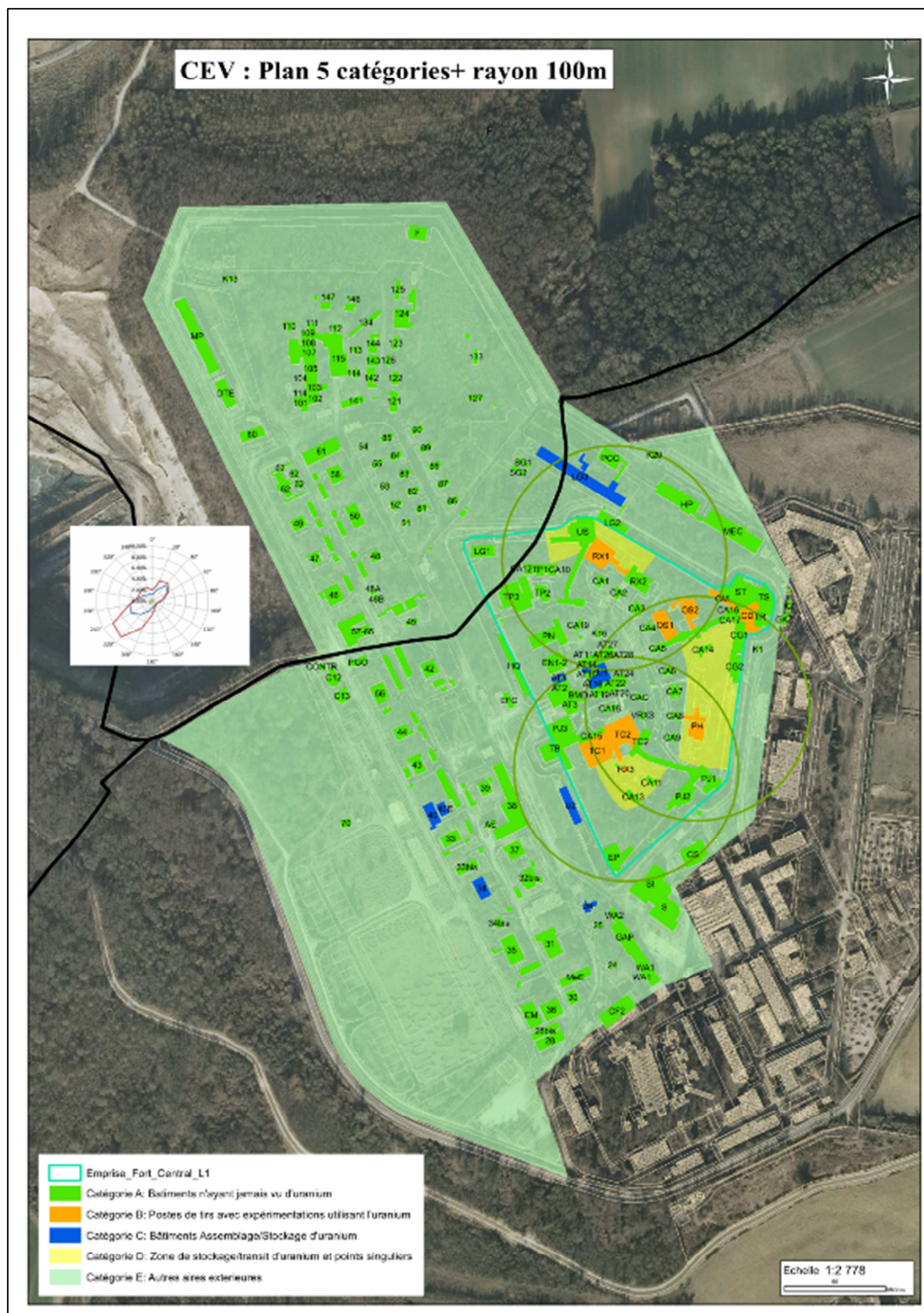


Figure 1 : Plan du site avec catégorisation des zones et cercles de 100m

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 8/61

En application de la catégorisation des zones, les contrôles radiologiques des terres s'appliquent aux terres des **catégories D**, objet de ce présent rapport.

1.2 Objet du présent rapport

Les investigations radiologiques ont été effectuées dans les aires extérieures de catégorie D qui sont constituées des zones les proches des postes de tirs à l'air libre ou semi-confinés du Fort Central (RX1, RX3 et PH).

Ces investigations ont pour but de permettre de connaître l'état radiologiques des zones investiguées et mettre en évidence d'éventuel points singuliers comme ceux identifié par SUBATECH et la CRIRAD en 2002 réf [25][26].

La stratégie d'investigation qui comprend des mesures *in situ* et des analyses en laboratoire est présentée dans le paragraphe suivant. Cette stratégie, avec une démarche de recherche la plus exhaustive possible, sur la base d'un maillage et un nombre de mesure et d'échantillonnage important, vise à connaître l'état radiologique des catégories D de la façon la plus représentative possible.

Les investigations réalisées lors de la présente phase concernent :

- les mesures surfaciques,
- les investigations en profondeur (0 à 0,5m) basées sur la réalisation d'analyses par spectrométrie gamma sur les échantillons prélevés ainsi que des compléments d'analyse en laboratoire extérieur (laboratoire SUBATECH).

Remarques :

- les étapes suivantes à réaliser qui ne sont donc pas décrites dans ce rapport sont les investigations en profondeur de – 0,5 à -1m sur les mailles situées en quinconce par rapport à la couche 0 à -0,5m ainsi que les investigations au-delà de 1 m de profondeur.
- ce rapport se limite aux aspects relatifs au diagnostic des sols. De ce fait, les résultats des contrôles de non contamination du personnel et du matériel sont décrits dans le rapport trimestriel de suivi de contrôle de niveau 1. L'ensemble de ces contrôles n'ont pas révélé la présence d'une contamination radiologique.

2 Documents de références

2.1 Textes réglementaires

- [1] Décret n° 2002-460 du 4 avril 2002 relatif à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants ;
- [2] Décret n°2007-1582 du 7 novembre 2007 relatif à la protection des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants et portant modification du code de la santé publique (dispositions réglementaires) ;
- [3] Décret n°2003-296 du 31 mars 2003 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants ;
- [4] Décret n° 2007-1570 du 5 novembre 2007 relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants et modifiant le code du travail (dispositions réglementaires) ;
- [5] Code de la Santé Publique ;
- [6] Code du Travail ;
- [7] Arrêté du 1er septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants ;
- [8] Arrêté interpréfectoral n°05 DAI 2IC 173 du 22 septembre 2005 instaurant des servitudes d'utilité publique suite à la demande d'abandon du site du centre de Vaujours, situé sur les communes de Courty (77), Vaujours et Coubron (93) ;
- [9] CODEP-PRS-2015-004537 - Avis portant sur le projet de démolition de 215 bâtiments de l'ancien site du CEA du Fort de Vaujours (2ème phase de démolition) et des opérations de terrassement associées, hors excavation des terres ;
- [10] Arrêté du 15/05/2006 relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones surveillées et contrôlées et des zones spécialement réglementées ou interdites compte tenu de l'exposition aux rayonnements ionisants, ainsi qu'aux règles d'hygiène, de sécurité et d'entretien qui y sont imposées.
- [11] Circulaires de février 2007 - Réglementation Sites et sols pollués ;
- [12] Guide IRSN : « Gestion des sites potentiellement pollués par des substances radioactives » – 2011,
- [13] Arrêté du 12 mai 2004 fixant les modalités de contrôle de la qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine ;
- [14] Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique ;
- [15] Circulaire DGS n° 2007-232 du 13 juin 2007, relative aux contrôles et à la gestion du risque sanitaire lié à la présence de radionucléides dans les eaux destinées à la consommation humaine, à l'exception des eaux conditionnées et des eaux minérales naturelles ;
- [16] Arrêté du 17 septembre 2003 relatif aux méthodes d'analyse des échantillons d'eau et à leurs caractéristiques de performance ;
- [17] Arrêté du 24 janvier 2005 modifié relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux ;
- [18] Arrêté du 8 juillet 2009 fixant la liste des laboratoires agréés par le ministère chargé de la santé pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux ;
- [19] Lettre ASN CODEP-PRS-2016-019091 du 3 juin 2016 avis portant sur le projet de retrait des canalisations enterrées sur l'ancien site du CEA du fort de Vaujours par Placoplatre, restreint à la partie située dans la commune de Vaujours (93), hors périmètre du fort central ;

2.2 Documents de référence

- [20] Cahier des charges PLACOPLATRE : « Suivi radiologique de Niveau 1 des travaux de démolition du C.E.V. (Centre d'Etudes de Vaujours) » ;
- [21] Fort de Vaujours – Projet d'exploitation de carrière de gypse - Protocole de suivi radiologique indice E du 08/09/2016 ;
- [22] Avis/IRSN N°2015-00015 - Consultation de l'RSN sur les modalités d'exécution des travaux de démolition
- [23] Dossier d'abandon – Commissariat à l'Energie Atomique – Centre de Vaujours-Moronvilliers – 09/03/1998,
- [24] Dossier d'abandon – Commissariat à l'Energie Atomique – Centre de Vaujours-Moronvilliers – Volume 3 – Investigations de la commission d'expert – date non spécifiée,
- [25] Rapport Subatech – Site du Fort de Vaujours – Rapport de synthèse des interventions de Subatech sur le site de Vaujours – 27/07/2002,
- [26] Rapport de la CRIIRAD – Site de Vaujours / SYNTHÈSE du 28 novembre 2002 / MAJ en février 2014
- [27] Guide Radionucléides et Radioprotection. D. Delacroix, J.P. Guerre et P. Leblanc. 2006 ;
- [28] Fiche IRSN uranium – 2001 ;

2.3 Documents et procédures NUDEC

- [29] SMI : Système de Management Intégré ;
- [30] ITNUDEC006 Manuel Radioprotection – Suivi de radioprotection des salariés à l'indice en vigueur ;
- [31] ITNUDEC031 Mémento sur les équipements de protection individuelle spécifiques à la radioprotection à l'indice en vigueur ;
- [32] PPSPS à l'indice en vigueur ;
- [33] Evaluation dosimétrique prévisionnelle à l'indice en vigueur ;
- [34] Fiche d'enregistrement des tests de bon fonctionnement à l'indice en vigueur ;
- [35] Fiche d'enregistrements des mesures radiologiques à l'indice en vigueur ;
- [36] BGPNUDEC048 : Balisage radiologique : Zone Surveillée à l'indice en vigueur ;
- [37] BGPNUDEC049 : Balisage radiologique : Zone Contrôlée Verte à l'indice en vigueur ;
- [38] BGPNUDEC050 : Balisage radiologique : Zone Contrôlée Jaune à l'indice en vigueur ;
- [39] BGPNUDEC133 : Balisage radiologique : Zone Contrôlée Orange à l'indice en vigueur ;
- [40] RNGSIF00891 à l'indice en vigueur : Conduite à tenir en cas de déclenchement du portique ;
- [41] RNGSIF00892 à l'indice en vigueur : Conduite à tenir en cas de déclenchement de balises ;
- [42] RNGSIF00893 à l'indice en vigueur : Conduite à tenir en cas de contamination radiologique ;
- [43] RNGSIF00896 à l'indice en vigueur : Note chapeau -Gestion de la Radioprotection-
- [44] RNGSIF00897 à l'indice en vigueur : Prélèvements d'eaux ;
- [45] RNGSIF00898 à l'indice en vigueur : Programme des contrôles radiologiques ;
- [46] RNGSIF00899 à l'indice en vigueur : Surveillance atmosphérique par APA ;
- [47] RNGSIF00901 à l'indice en vigueur : Calculs utiles pour la gestion de la radioprotection sur site ;
- [48] RNGSIF00910 à l'indice en vigueur : Gestion des échantillons et des déchets ;
- [49] RNGSIF00911 à l'indice en vigueur : Contrôles du personnel et du matériel ;
- [50] RNGSIF00916 à l'indice en vigueur : Contrôles des intérieurs catégories C ;

- [51] RNGSIF00918 à l'indice en vigueur : Contrôles des terres pour les catégories D et les catégories E à l'intérieur du Fort ;
- [52] RNGSIF00923 à l'indice en vigueur : Contrôles des intérieurs casemates (catégorie B) ;
- [53] RNGSIF00932 à l'indice en vigueur : Contrôles des souches ;
- [54] RNGSIF00943 à l'indice en vigueur : Murs périphériques aux postes de tirs ;
- [55] RNGSIF00984 à l'indice en vigueur : Diagnostic autour des Puits d'Infiltration ;
- [56] RNGSIF00994 à l'indice en vigueur : APA environnementaux ;
- [57] RNGSIF001015 à l'indice en vigueur : contrôles radiologiques de niveau 1 dans le cadre du démantèlement des canalisations ;
- [58] Chaîne d'alerte en cas d'incident radiologique.

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 12/61

3 Investigations radiologiques

Les investigations sur site ont été réalisées par GINGER NUDEC d'octobre 2016 à juin 2017.

Les paragraphes suivants présentent :

- les objectifs d'investigations,
- l'approche méthodologique du diagnostic,
- les résultats des investigations *in situ* et des analyses en laboratoire,
- les conclusions.

La stratégie d'investigation repose sur les données et documents d'entrée suivants :

- Suspicion d'émission de fragments d'uranium et d'aérosols à partir des postes de tirs RX1, RX3 et PH [9][22],
- Périmètre de projection des fragments d'uranium de 100m maximum [21],
- Typologie des « points singuliers » retrouvés dans les zones à diagnostiquer lors des différentes investigations réalisées en 2002 par CRIIRAD et SUBATECH [25][26].

3.1 Objectif des investigations

Les investigations radiologiques décrites ont pour objectifs :

- de connaître l'état **radiologique du sol** dans les zones investiguées,
- de mettre en évidence **d'éventuels objets radioactifs détectables de type pépite**,
- d'identifier la présence de lentilles de **contamination des sols plus ou moins diffuses** qui aurait pour origine des aérosols et poussières.

3.1 Diagnostic radiologique des sols

Le diagnostic radiologique vise à connaître l'état radiologique du sol jusqu'à 1 mètre de profondeur. Il est effectué de manière à vérifier une éventuelle contamination radiologique du sol, notamment par de l'uranium manufacturé naturel ou appauvri. La principale pollution recherchée, selon les éléments historiques du site, serait due à la présence de petits fragments et/ou de poussières qui constitueraient des **spots** de pollution pouvant être globalement homogènes **mais sur de petites étendues en superficie ou en profondeur**.

Des investigations in-situ (communes avec le paragraphe 3.2 – recherche d'objets radioactifs) et des prélèvements avec analyses d'échantillons en laboratoire à la recherche d'une pollution radiologique sont prévus à cet effet.

3.2 Recherche d'objets radioactifs en surface

La recherche d'objets radioactifs est assurée par des mesures radiométriques (X et gamma) à 20 cm de la surface du sol par balayage. Ces mesures permettent de mettre en évidence des fragments ou spots ponctuels à l'uranium manufacturé présentant des activités significatives (plusieurs kBq) en **surface**.

Remarque : Ces mesures permettent également d'identifier la présence de couches polluées à l'uranium manufacturée plus étendues (en surface), mais seulement à partir d'activités massiques significatives (plusieurs Bq.g⁻¹).

3.3 Appareils de mesure et spectre de radionucléides suspectés

3.3.1 Pollution suspectée

La pollution résiduelle suspectée sur le site de Vaujourn est de l'uranium manufacturé naturel et/ou appauvri, c'est-à-dire ne présentant qu'une partie de leur filiation.

- Pour la chaîne de l' ^{238}U : ^{238}U , ^{234}Th et ^{234}mPa ,
- Pour la chaîne de l' ^{235}U : ^{235}U et ^{231}Th ,
- Pour la chaîne de l' ^{234}U : ^{234}U .

Les appareils de mesures et leurs limites de détection sont choisis selon les caractéristiques des rayonnements de ces présents radionucléides à l'origine de la pollution éventuelle.

Tableau 1 : Gamme d'énergie des rayonnements étudiés

Emission	Gamme d'énergie
Alpha	4 à 5 MeV
Bêta	200 keV à 2,5 MeV
Gamma/X	15 keV à 1 MeV (mais plutôt dans les basses énergies pour les intensités significatives)

3.3.2 Appareils de mesure

Les tableaux suivants présentent le matériel utilisé. Les bruits de fond sont mesurés avant chaque entame de contrôles radiologiques.

Tableau 2 : Matériels de mesure prévu et Grandeurs mesurées

Grandeur mesurée	Matériel
Mesures de flux gamma (c.s^{-1})	Radiamètre de type SPP Gamma
Caractérisation radiologique avec recherche des radionucléides de tête de chaîne de l'uranium 238	Chaîne de spectrométrie gamma Ge-HP

Les certificats de vérification périodique réglementaire des appareils utilisés par NUDEC sont fournis en **Annexe**

Les appareils de mesures utilisés sont des radiamètres type SPP gamma pour les mesures radiamétriques de recherche de source. Ces mesures ne permettent pas d'obtenir la grandeur opérationnelle $H^*(10)$ estimant le niveau d'exposition externe mais sont utilisées dans un objectif de prospection. Des mesures complémentaires de Débit d'Equivalent de Dose pourraient être réalisées dans le cas où les niveaux d'irradiation orienteraient vers une contamination et un risque d'exposition externe.

Tous les appareils NUDEC ainsi que leurs caractéristiques physiques et leurs performances sont présentées dans la procédure [47].



Figure 2 : Radiamètre SPP gamma à droite

La Chaîne de spectrométrie gamma type Germanium Hyper pur est utilisée pour la réalisation d'identification et quantification des radionucléides suspectés dans les échantillons prélevés. La mesure est réalisée sur site avec recherche de l'uranium 238 à travers le Thorium 234 repérable à sa raie d'émission à 63 keV à 4% d'intensité d'émission.

- Sa présence signe celle de l'uranium 238 au regard des périodes radioactives respectives.

4 Séquence des contrôles radiologiques

Les contrôles des terres suivent le protocole décrit dans la Procédure relative aux contrôles des terres des catégories D et E à l'intérieur des cercles de 100m [51].

Les séquences réalisées à ce stade du diagnostic radiologiques sont les suivantes:

Contrôles réalisés au droit de terres :

1. Situation initiale : terre au niveau 0 :

1. Définition du **maillage** de la zone à contrôler.
2. Réalisation des **mesures** sur les mailles :
 - Mesures radiamétriques,
 - Implantation des sondages (une maille sur deux).
3. En fonction des résultats, statuer sur le passage de la société de pyrotechnie pour diagnostic pyrotechnique de la tranche 0-0,5m.
4. Réalisation des **échantillonnages** après diagnostic pyrotechnique :
 - Réalisation du prélèvement dans la tranche 0-0,5m dans les mailles retenues.

Contrôles réalisés au droit de surfaces recouvertes :

Concernant les aires extérieures de catégorie D situées au droit de voiries, ou sur des toits de bâtiments enterrés, le protocole mis en œuvre est le suivant :

1. Définition du **maillage** de la zone à contrôler.

2. Réalisation des **mesures** sur les mailles :
 - Mesures radiamétriques X et γ
3. Réalisation des **échantillonnages** :
 - Réalisation du prélèvement de surface (terres végétales, humus) pour toutes les mailles de l'aire extérieure recouverte. Le prélèvement est réalisé de façon composite sur toute la maille considérée.

5 Investigations réalisées

La démarche adoptée par NUDEC pour la réalisation des investigations radiologiques a été la suivante :

5.1 Maillage

Selon le mode opératoire établis par PLACOPLATRE et transmis à l'Autorité de Sureté Nucléaire (ASN) [21], la réalisation de mailles de **10 m²** a été effectuée.

Les mailles de 10 m² ont été préalablement identifiées physiquement sur site. Chaque maille a été numérotée.

5.2 Réalisation des mesures

Les balayages par radiamètre ont été effectués par des intervenants NUDEC selon une trajectoire sinusoïde dans chaque bande de 1 mètre avec passages lents.

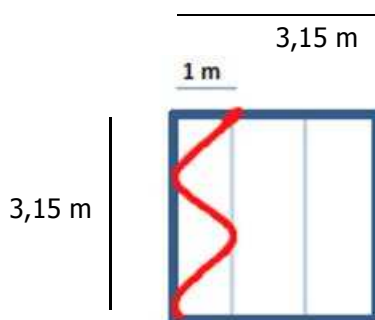


Figure 3 : Schéma représentatif de l'évolution des mesures dans la bande de 1m (maille de 10m² de catégorie D)

La détection X et gamma a été réalisée par un intervenant NUDEC selon une trajectoire sinusoïde dans chaque bande de 1 mètre, avec un radiamètre de type DG5 ou SPP gamma, c'est-à-dire de grande sensibilité avec un temps de réponse rapide.

La vitesse de balayage était celle d'une marche à pied lente (< 3 Km.h⁻¹).

Le seuil d'alerte est fixé à 2 fois le bruit de fond radiologique qui est enregistré de manière régulière en fonction des zones investiguées, des conditions météorologiques, du moment de la journée, etc.

5.3 Prélèvement des échantillons

Au droit des terres :

La stratégie d'échantillonnage suivie par NUDEC au droit des terres a été la réalisation d'un sondage par maille par utilisation d'un carottier portatif ou d'une tarière manuelle.

Il est à noter que l'implantation définitive du sondage au sein de la maille a été validée systématiquement par la société spécialisée en dépollution pyrotechnique EODEX. Pour certaines mailles, la société EODEX a ré-implanté le sondage au sein de la maille compte-tenu du milieu très bruyé (interférences magnétiques des dalles ou murs voisins) et de l'impossibilité de sécuriser pyrotechniquement l'implantation initiale.

Un balayage de la gouge de la carotte a été réalisé systématiquement à l'aide d'un radiamètre équipé d'une sonde bas flux et d'un contaminamètre de type LB124 afin d'identifier la présence d'un éventuel terme source radioactif en profondeur.

Les certificats de contrôle des appareils sont fournis en Annexe.



Figure 4 : Gouges de carottier portatif

En pratique, l'échantillon a été réalisé de façon **composite** sur l'ensemble de la hauteur de la carotte ou de la tarière manuelle compte-tenu de l'absence de détection d'un terme source radioactif par les appareils de mesure.

Les profondeurs atteintes ont été de 50 cm systématiquement pour les sondages réalisés au carottier portatif, alors que les profondeurs atteintes à la tarière manuelle varient entre 20 et 35 cm.

La réalisation de tarières manuelles a été mise en œuvre lorsque les conditions de sécurité requises pour la manipulation du carottier portatif n'étaient pas satisfaisantes. En effet, celui-ci pèse environ 25 kg et sa manipulation sur des zones situées au droit de pentes n'est pas réalisable.

Les profondeurs atteintes par les tarières manuelles sont inférieures à celles du carottier portatif en raison de refus (grosses pierres, racines, ...). Par ailleurs, il n'est pas possible, suite à un refus, de refaire une tarière manuelle à côté pour tenter d'atteindre 50 cm, compte-tenu que seule l'implantation stricte du sondage est sécurisée vis-à-vis du risque pyrotechnique.

En fonction des contraintes due à la disposition en pentes de certaines zones (risques de chutes et de blessures des intervenants) et du fait de difficultés d'accès (topologie des zones, zones inaccessibles), la méthodologie d'investigation initiale a été adaptée, ainsi :

- certaines mailles prévues initialement n'ont pas été réalisées. Il s'agit des mailles inaccessibles ou situées sur des pentes dangereuses (au bord des douves, pentes très raides),
- des mailles non prévues initialement ont été réalisées car elles présentaient moins de risques que les mailles voisines. La stratégie d'investigation de RX1 présentent notamment une configuration de ce type.

Par ailleurs, certaines mailles n'ont pas pu être sécurisée par la société EODEX vis-à-vis du risque pyrotechnique, celles-ci n'ont donc pas été réalisées.

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 17/61

Au droit des surfaces recouvertes :

Concernant les mailles réalisées au droit de surfaces recouvertes (dalles, toits de bâtiments enterrés) l'échantillon constitué d'humus et de terres végétales a été réalisé de façon composite sur l'ensemble de la surface de la maille, ou en pratique au pied des murs jouxtant la maille afin de favoriser la détection de fines contaminées issues d'un ruissellement préférentiel.

L'ensemble des mailles accessibles situées sur des surfaces recouvertes ont été échantillonnées conformément à la Procédure [51].



6 Résultats des investigations

6.1 Catégories D de la zone RX1

6.1.1 Généralités et localisation

Les investigations dans la zone des catégories D de RX1 ont eu lieu d'octobre à février 2017, puis en juin 2017.

Les résultats exhaustifs des investigations radiologiques sont présentés dans le **Tableau 3** dans le paragraphe 6.4.

La **Figure 5** présente le maillage avec :

- la distinction entre les mailles situées au droit de surfaces recouvertes ayant fait l'objet d'un prélèvement superficiel et les mailles situées au droit de terres prélevées par carottage. Les mailles 13, 60 et 132 situées au droit de terres ont fait l'objet d'un prélèvement surfacique en raison de l'impossibilité de réaliser la sécurisation pyrotechnique (bruit électromagnétique).
- les mailles dont les activités massiques dépassent 100 Bq.kg^{-1} .

La **Figure 6** présente la localisation des mailles de RX1 sur un fond de plan de la zone.

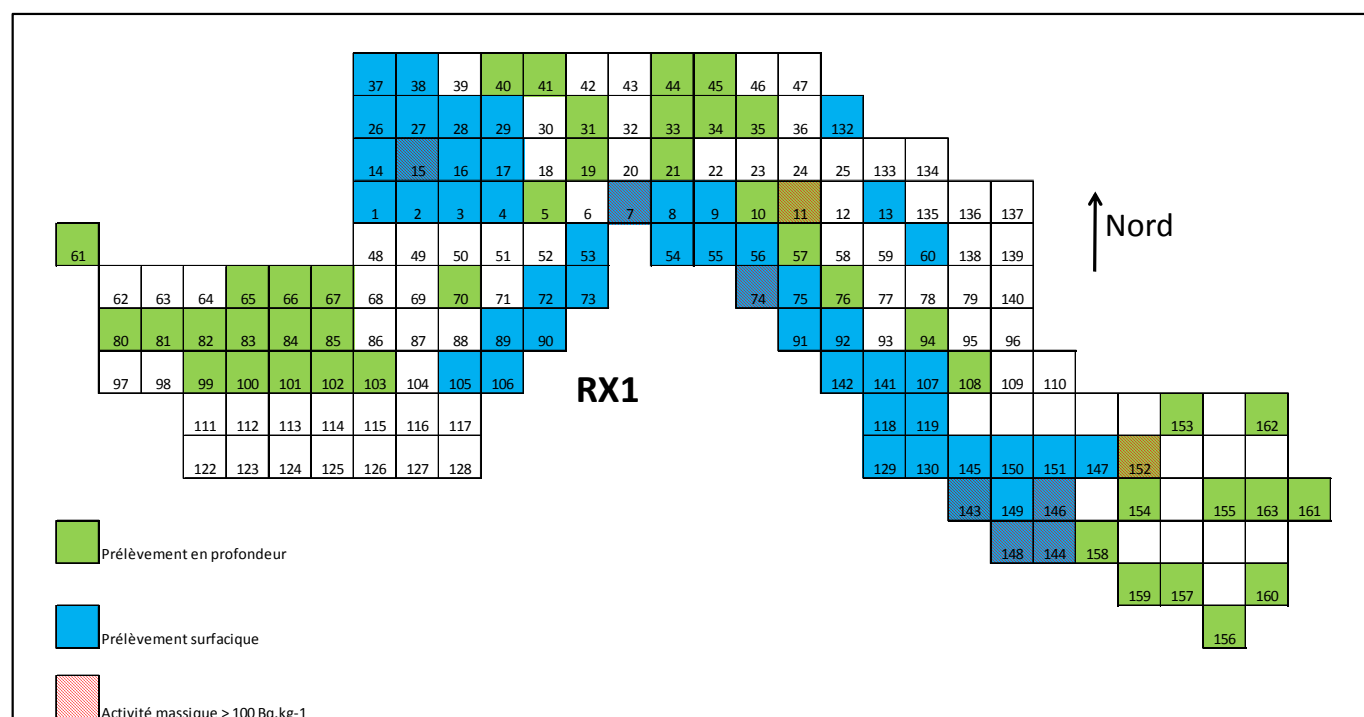
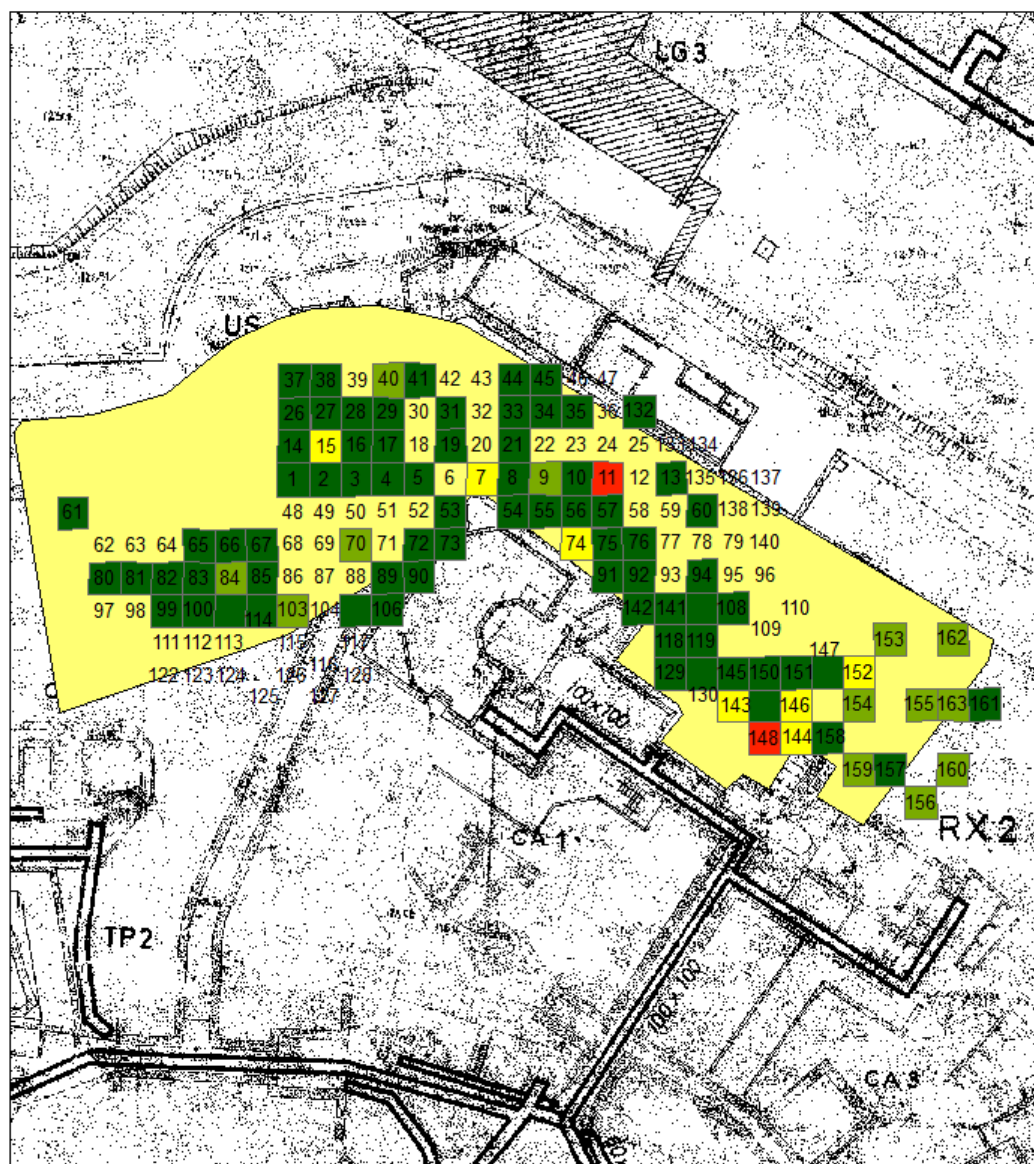


Figure 5 : Plan de maillage de la zone RX1



Maillage RX1 terres de catégorie D



Légende

Activité massique (Bq Kg-1) catégorie D

- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 300
- 300 - 450

Figure 6 : maillage et plan de la zone RX1

Les photographies des différentes carottes réalisées sont présentées en Annexe.

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 20/61

Remarque : il est à noter que des pentes importantes et/ou l'impossibilité de sécuriser les sondages vis-à-vis du risque pyrotechnique ont empêché la réalisation de prélèvements au Sud-Ouest et Nord-est de la zone. Il s'agit des mailles 111 à 128, et 133 à 140.

6.1.2 Résultats

6.1.2.1 Flux gamma

Les valeurs de flux gamma en surface mesurées au SPP gamma n'ont pas orienté vers la présence d'objets radioactifs ou de pollution radiologique dans les mailles investiguées.

Ces valeurs sont comprises majoritairement entre 30 et 50 c.s⁻¹. Les variations observées peuvent être expliquées par la présence de dalles en béton ou de terres nues, donc par des variations naturelles. Ces valeurs sont conformes au bruit de fond.

Des valeurs plus fortes (60 à 80 c.s⁻¹) ont été enregistrées au droit des mailles 134 à 137 et sont expliquées par la présence d'un mur maçonné plus riche en radioactivité naturelle.

6.1.2.2 Mesures réalisées au droit des carottes

Les mesures en flux gamma ou au contaminamètre en voie bêta/gamma réalisées au droit des gouges des carottes n'ont pas révélés de valeurs orientant vers un terme source de matières radioactives.

6.1.2.3 Synthèse des résultats

Les échantillons réalisés présentent les caractéristiques suivantes :

- 95 échantillons analysés par spectrométrie gamma à la recherche du ²³⁴Th indicateur du spectre des radionucléides recherchés. Les échantillons sont issus des prélèvements qui sont répartis comme suit :
 - 50 prélèvements surfaciques au droit de surfaces recouvertes,
 - 45 prélèvements réalisés par des sondages au carotter portatif ou à la tarière manuelle,
- 9 échantillons considérés comme marqués radiologiques au ²³⁴Th (²³⁴Th > 100 Bq.kg⁻¹). Ces échantillons sont situés sur les mailles suivantes :
 - o 7, 15, 74, 143, 144, 146, 148 sont des prélèvements surfaciques au droit de surfaces recouvertes,
 - o 11 et 152 est un prélèvement par carottage.

6.1.3 Interprétation/investigations complémentaires

Les échantillons considérés comme marqués radiologiquement sont ceux présentant des activités massiques en ²³⁴Th > 100 Bq.kg⁻¹.

L'activité maximale mesurée a été de 311 Bq.kg⁻¹ pour l'échantillon de la maille 11.

Trois de ces 9 échantillons (mailles 7, 11 et 74 prélevées en octobre et novembre 2016) ont fait l'objet d'analyses complémentaires en laboratoire par spectrométrie gamma après préparation de l'échantillon (séchage/tamissage) par SUBATECH.

Les bordereaux de résultats d'analyse de SUBATECH sont présentés en Annexe.

Ces analyses (voir le tableau suivant) ont permis de confirmer aux incertitudes près les niveaux d'activités massiques mesurées par NUDEC in-situ.

Par ailleurs ces analyses ont permis de confirmer le déséquilibre dans la chaîne de ²³⁸U caractéristique de la présence d'uranium manufacturé.

Les résultats sont présentés sur le tableau ci-après :

N° échantillons	^{234}Th (Bq.kg ⁻¹) mesuré sur site	^{234}Th (Bq.kg ⁻¹) mesuré en laboratoire	^{226}Ra (Bq.kg ⁻¹) mesuré en laboratoire	^{214}Pb (Bq.kg ⁻¹)	Observations
11 (RX1-21 dans rapport SUBATECH)	311+/- 81	270 +/- 150	52 +/- 26	38 +/- 5	Déséquilibre dans la chaîne confirmé : marquage à l'uranium manufacturé
7	159+/- 45	150+/- 20	5,8 +/- 2,9	3,4 +/- 0,7	
74	107+/- 29	110+/- 20	< 9,1	< 0,62	

- Les 6 échantillons marqués prélevés en juin 2017 feront l'objet des mêmes analyses en laboratoire.
- L'interprétation d'autres résultats d'analyse par spectrométrie sur site sont préconisés.

En effet, les analyses à la recherche du Thorium 234 marqueur du spectre recherché ont visé à mettre en évidence le dépassement du seuil de 100 Bq.kg⁻¹ soit 2 fois la valeur du blanc environnemental.

Néanmoins, compte-tenu de la variabilité des valeurs d'activité massique sur site (variabilité au sein des remblais et des couches géologiques), il pourrait être intéressant, pour des valeurs < 100 Bq.kg⁻¹ en ^{234}Th , d'appliquer la même démarche réalisée par NUDEC aux dépassements de 100 Bq.kg⁻¹, en analysant si l'équilibre séculaire est rompu ou pas afin de confirmer l'absence de marquage. Ceci permettra d'affiner la connaissance de l'état radiologique et de préciser les démarches en termes de traçabilité et gestion ultérieures des terres.

A ce stade, les mailles présentant des valeurs entre 60 et 100 Bq.kg⁻¹ sont concernées : 9, 40, 84, 103, 153, 159, 160 et 163.

Les échantillons feront l'objet d'un nouveau comptage en considérant l'atteinte de l'équilibre du ^{226}Ra avec ses descendants dont ^{222}Rn , ^{214}Pb et ^{214}Bi , ce qui permettra une évaluation plus fiable de la fin de chaîne de ^{238}U .

6.2 Catégories D de la zone RX3

6.2.1 Généralités et localisation

Les investigations dans la zone des catégories D de RX3 ont eu lieu d'octobre à décembre 2016.

Les résultats exhaustifs des investigations radiologiques sont présentés dans le **Tableau 3** dans le paragraphe 6.4.

La **Figure 7** et la **Figure 8** présentent le maillage avec :

- la distinction entre les mailles situées au droit de surfaces recouvertes ayant fait l'objet d'un prélèvement superficiel et les mailles situées au droit de terres prélevées par carottage ;
- les mailles dont les activités massiques dépassent 100 Bq.kg⁻¹.

La **Figure 9** présente la localisation des mailles de RX3 sur un fond de plan de la zone.

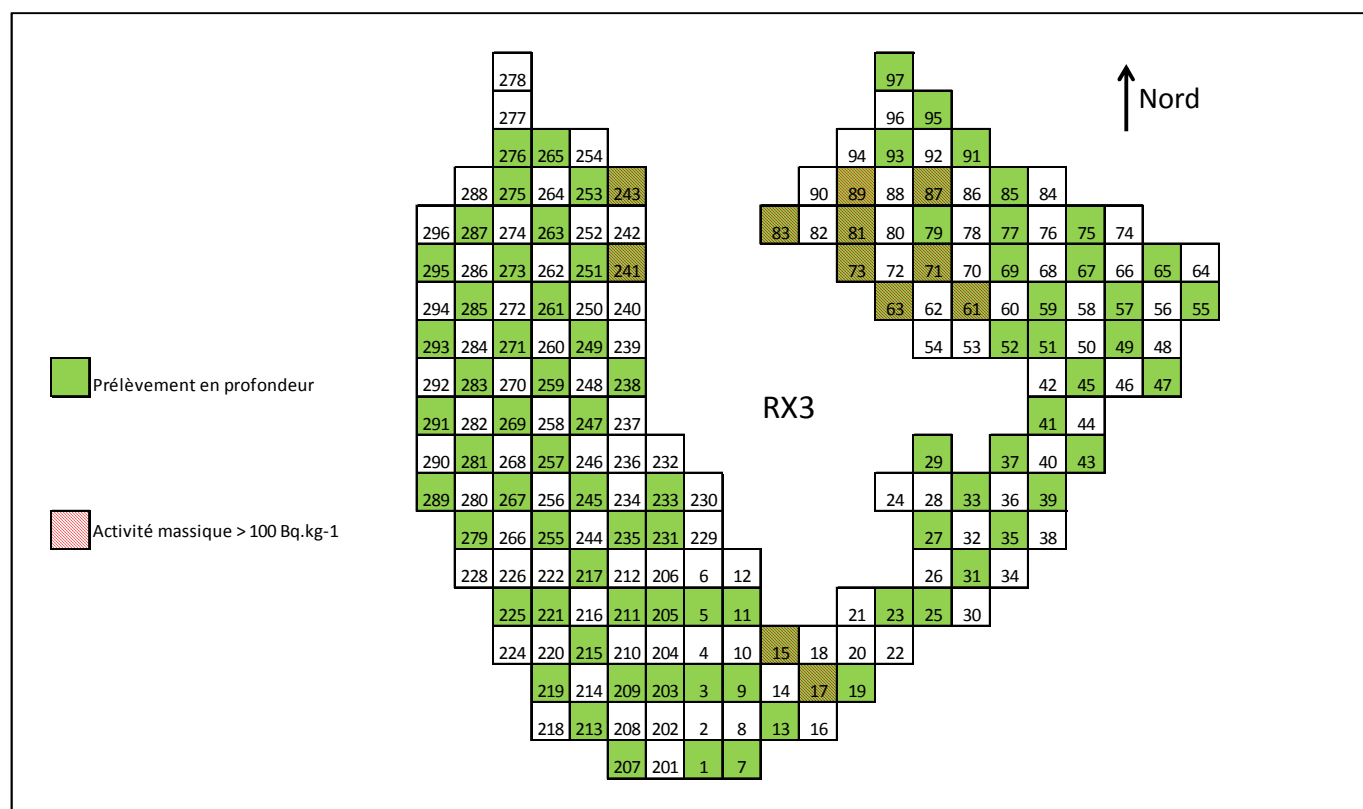


Figure 7 : Plan de maillage des sondages en profondeur de la zone RX3

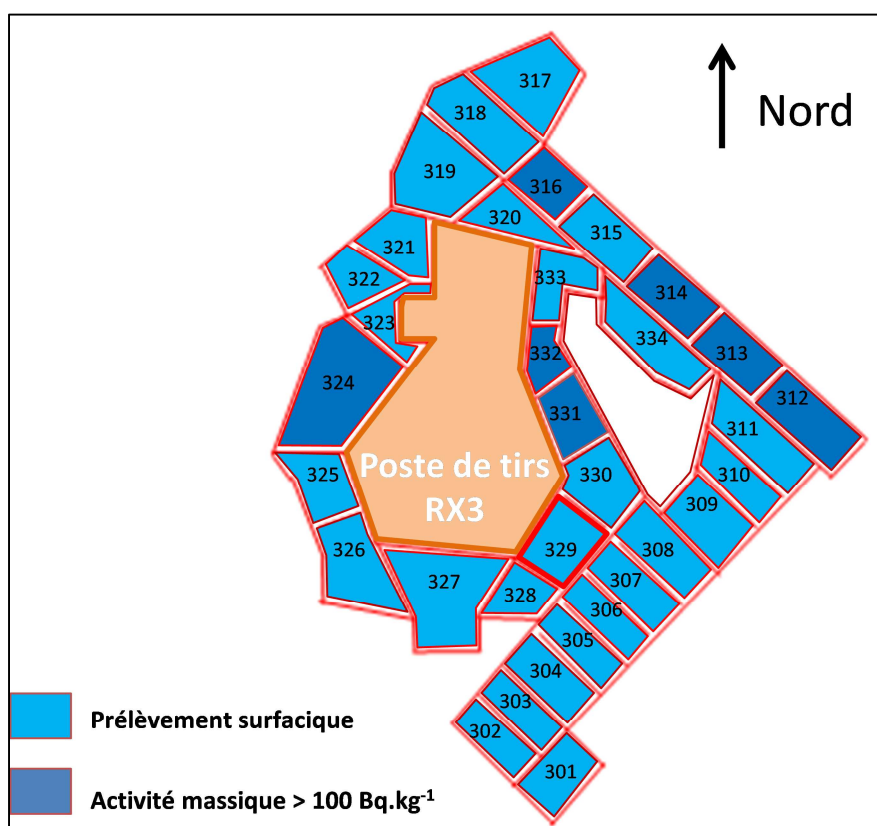
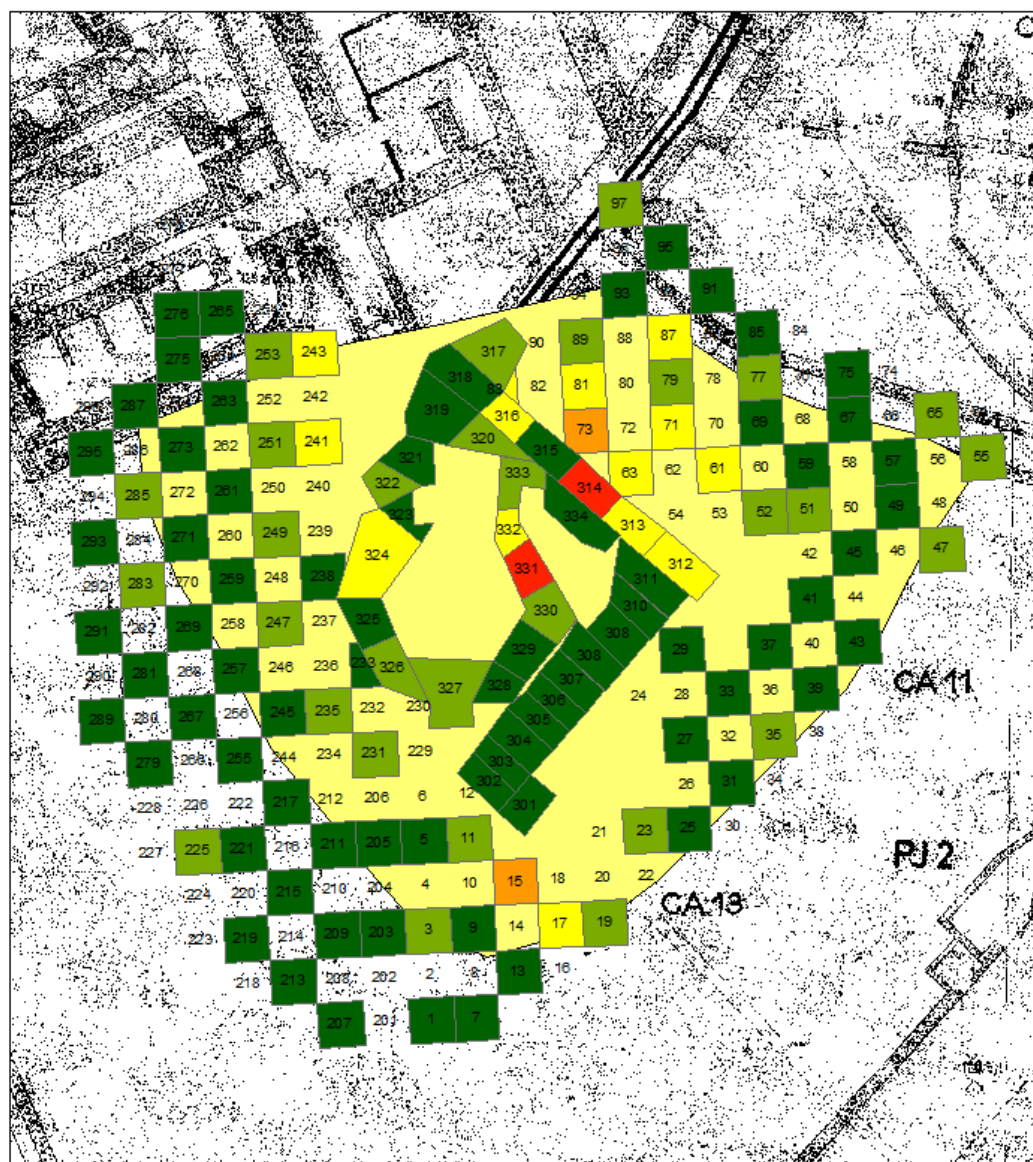


Figure 8 : Plan de maillage des prélèvements surfaciques de la zone RX3



Maillage RX3 terres de catégorie D



Légende

Activité massique (Bq Kg-1) catégorie D

- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 300
- 300 - 450

Figure 9 : maillage et plan de la zone RX3

Les photographies des différentes carottes réalisées sont présentées en Annexe.

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 24/61

Remarque : il est à noter que des pentes importantes et/ou l'impossibilité de sécuriser les sondages vis-à-vis du risque pyrotechnique ont empêché la réalisation de prélèvements au Nord de la zone (au-dessus du tunnel d'accès) et au plus proche des murs des superstructures.

6.2.2 Résultats

6.2.2.1 Flux gamma

Les valeurs de flux gamma en surface mesurées au SPP gamma n'ont pas orienté vers la présence d'objets radioactifs ou de pollution radiologique dans les mailles investiguées.

Ces valeurs sont comprises majoritairement entre 30 et 65 c.s⁻¹ dans toute la zone ce qui correspond à des valeurs conformes au bruit de fond. Les variations observées peuvent être expliquées par la présence de dalles en béton ou de terres nues, donc par des variations naturelles.

6.2.2.2 Mesures réalisées au droit des carottes

Les mesures en flux gamma ou au contaminamètre en voie bêta/gamma réalisées au droit des gouges des carottes n'ont pas révélés de valeurs orientant vers un terme source de matières radioactives.

6.2.2.3 Synthèse des résultats

Les échantillons réalisés présentent les caractéristiques suivantes :

- 125 échantillons analysés par spectrométrie gamma à la recherche du ²³⁴Th indicateur du spectre des radionucléides recherchés. Les échantillons sont issus des prélèvements qui sont répartis comme suit :
 - 34 prélèvements surfaciques au droit de surfaces recouvertes,
 - 91 prélèvements réalisés par des sondages au carotter portatif ou à la tarière manuelle,
- 19 échantillons considérés comme marqués radiologiques au ²³⁴Th (²³⁴Th > 100 Bq.kg⁻¹). Ces échantillons sont situés sur les mailles suivantes :
 - o 312, 313, 314, 316, 324, 331 et 332 sont des prélèvements surfaciques au droit de surfaces recouvertes,
 - o 15, 17, 61, 63, 71, 73, 81, 83, 87, 89, 241, 243 sont des prélèvements par carottage.

6.2.3 Interprétation/investigations complémentaires

Les échantillons considérés comme marqués radiologiquement sont ceux présentant des activités massiques en ²³⁴Th > 100 Bq.kg⁻¹.

L'activité maximale mesurée a été de 428 Bq.kg⁻¹ pour l'échantillon de la maille 331.

18 de ces 19 échantillons ont fait l'objet d'analyses complémentaires en laboratoire par spectrométrie gamma après préparation de l'échantillon (séchage/tamissage) par SUBATECH.

Les bordereaux de résultats d'analyse de SUBATECH sont présentés en Annexe.

Ces analyses (voir le tableau suivant) ont permis de confirmer aux incertitudes près les niveaux d'activités massiques mesurées par NUDEC in-situ.

Par ailleurs ces analyses ont permis de confirmer le déséquilibre dans la chaîne de ²³⁸U caractéristique de la présence d'uranium manufacturé.

Les résultats sont présentés sur le tableau ci-après :

N° échantillons	²³⁴ Th (Bq.kg ⁻¹) mesuré sur site	²³⁴ Th (Bq.kg ⁻¹) mesuré en laboratoire	²²⁶ Ra (Bq.kg ⁻¹) mesuré en laboratoire	²¹⁴ Pb (Bq.kg ⁻¹)	Observations
15	208+/-71	230+/-120	31+/-16	26+/-3	Marquage confirmé
17	184+/-55	160+/-90	58+/-29	27+/-3	Marquage confirmé
61	128+/- 43	98+/-56	190+/-150	27+/-4	Marquage confirmé mais valeur forte de ²²⁶ Ra avec incertitude
63	193+/-56	170+/-90	34+/-17	32+/-4	Marquage confirmé
71	106+/-39	95+/-54	21+/-11	28+/-3	Marquage confirmé
73	258+/-70	230+/-130	31+/-16	30+/-4	Marquage confirmé
81	174+/-51	150+/-80	74+/-37	23+/-3	Marquage confirmé
83	165+/-51	180+/-100	59+/-30	29+/-4	Marquage confirmé
87	118+/-39	96+/-56	42+/-21	22+/-3	Marquage confirmé
89	101+/-38	120+/-70	15+/-8	20+/-3	Marquage confirmé
241	110+/-39	120+/-70	27+/-14	22+/-3	Marquage confirmé
243	101+/-36	92+/-51	14+/-7	20+/-2	Marquage confirmé
312	103+/-33	100+/-20	13+/-7	3,0+/-0,8	Marquage confirmé
313	182+/-52	160+/-20	<3,8	7,6+/-1,1	Marquage confirmé
314	363+/-91	330+/-50	43+/-22	4,1+/-0,9	Marquage confirmé
316	152+/-45	170+/-20	6,5+/-3,3	5,3+/-0,8	Marquage confirmé
324	105+/-34	/	/	/	/
331	428+/-107	410+/-60	<31	3,4+/-0,6	Marquage confirmé
332	106+/-35	110+/-20	13+/-7	6,3+/-1,0	Marquage confirmé

- L'interprétation d'autres résultats d'analyse par spectrométrie sur site sont préconisés.

En effet, les analyses à la recherche du Thorium 234 marqueur du spectre recherché ont visé à mettre en évidence le dépassement du seuil de 100 Bq.kg⁻¹ soit 2 fois la valeur du blanc environnemental.

Néanmoins, compte-tenu de la variabilité des valeurs d'activité massique sur site (variabilité au sein des remblais et des couches géologiques) pour des valeurs < 100 Bq.kg⁻¹ en ²³⁴Th, il pourrait être intéressant d'effectuer la même démarche réalisée par NUDEC concernant les dépassements de 100 Bq.kg⁻¹, en analysant si l'équilibre séculaire est rompu ou pas afin de confirmer l'absence de marquage. Ceci permettra d'affiner la connaissance de l'état radiologique et de permettre les démarches en termes de traçabilité et gestion ultérieures des terres.

A ce stade, les mailles présentant des valeurs entre 60 et 100 Bq.kg⁻¹ sont concernées : 3, 11, 35, 41, 52, 77, 79, 225, 231, 235, 249, 251, 253, 261, 285, 317, 320, 326, 330 et 333.

Les échantillons feront l'objet d'un nouveau comptage en considérant l'atteinte de l'équilibre du ²²⁶Ra avec ses descendants dont ²²²Rn, ²¹⁴Pb et ²¹⁴Bi, ce qui permettra une évaluation plus fiable de la fin de chaîne de ²³⁸U.

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 26/61

6.3 Catégories D de la zone PH

6.3.1 Généralités et localisation

Les investigations dans la zone des catégories D de PH ont eu lieu de mars à mai 2017.

Les résultats exhaustifs des investigations radiologiques sont présentés dans le **Tableau 3** dans le paragraphe 6.4.

La **Figure 10** présente le maillage avec :

- la distinction entre les mailles situées au droit de surfaces recouvertes ayant fait l'objet d'un prélèvement superficiel et les mailles situées au droit de terres prélevées par carottage ;
- les mailles dont les activités massiques dépassent 100 Bq.kg^{-1} .

La **Figure 11** présente la localisation des mailles de RX3 sur un fond de plan de la zone.

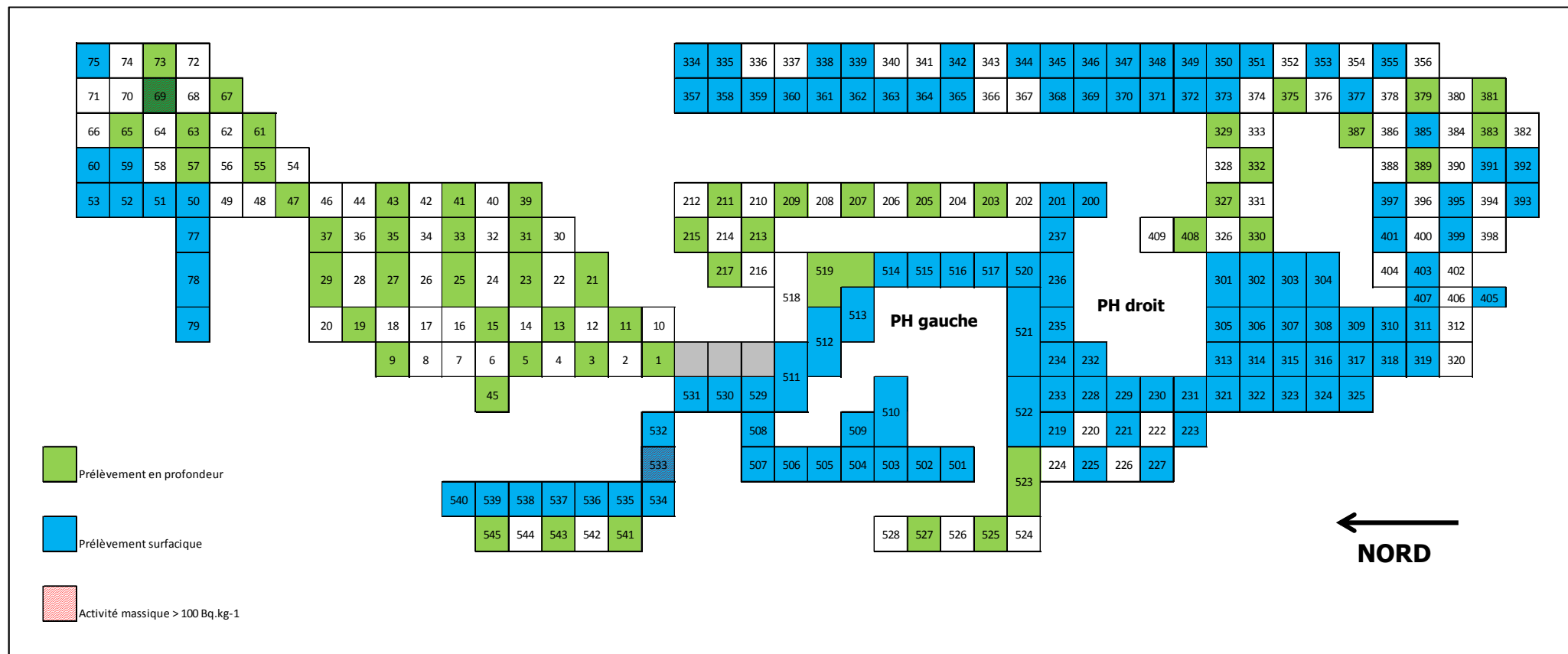
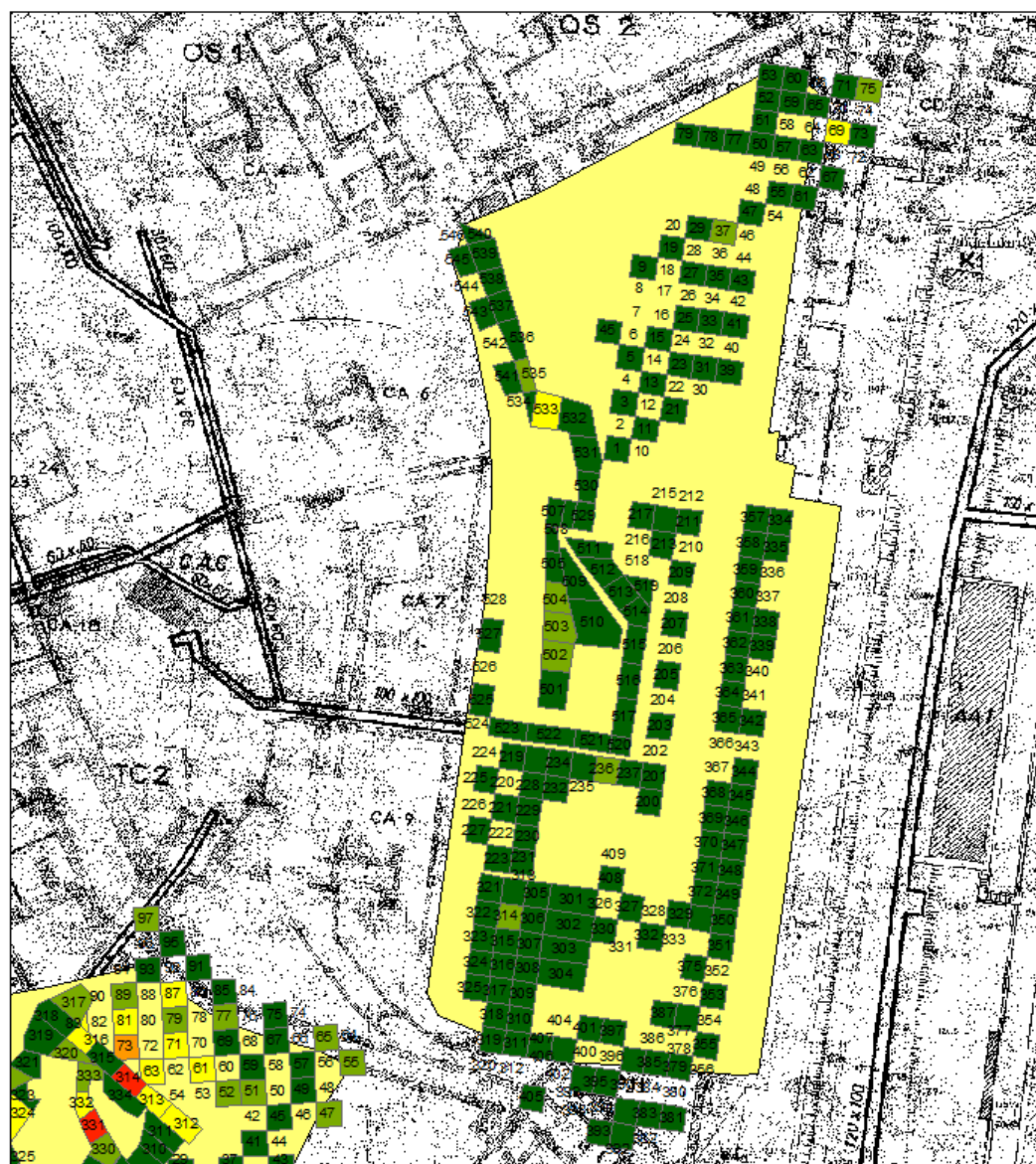


Figure 10 : Plan de maillage de la zone PH



Maillage PH terres de catégorie D



Légende

Activité massique (Bq Kg-1) catégorie D

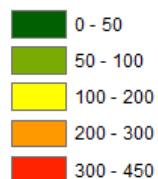


Figure 11 : maillage et plan de la zone PH

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 29/61

Les photographies des différentes carottes réalisées sont présentées en Annexe.

Remarque : il est à noter que des pentes importantes et/ou l'impossibilité de sécuriser les sondages vis-à-vis du risque pyrotechnique ont empêché la réalisation de prélèvements notamment à l'Est de la zone (douve) et au plus proche des murs des superstructures.

6.3.2 Résultats

6.3.2.1 Flux gamma

Les valeurs de flux gamma en surface mesurées au SPP gamma n'ont pas orienté vers la présence d'objets radioactifs ou de pollution radiologique dans les mailles investiguées.

Ces valeurs sont comprises majoritairement entre 35 et 55 c.s⁻¹ dans toute la zone ce qui correspond à des valeurs conformes au bruit de fond. Les variations observées peuvent être expliquées par la présence de dalles en béton ou de terres nues, donc par des variations naturelles.

6.3.2.2 Mesures réalisées au droit des carottes

Les mesures en flux gamma ou au contaminamètre en voie bêta/gamma réalisées au droit des gouges des carottes n'ont pas révélés de valeurs orientant vers un terme source de matières radioactives.

6.3.2.3 Synthèse des résultats

Les échantillons réalisés présentent les caractéristiques suivantes :

- 180 échantillons analysés par spectrométrie gamma à la recherche du ²³⁴Th indicateur du spectre des radionucléides recherchés. Les échantillons sont issus des prélèvements qui sont répartis comme suit :
 - 124 prélèvements surfaciques au droit de surfaces recouvertes,
 - 56 prélèvements réalisés par des sondages au carotter portatif ou à la tarière manuelle.
- 2 échantillons considérés comme marqués radiologiques au ²³⁴Th (²³⁴Th > 100 Bq.kg⁻¹). Ces échantillons sont situés sur les mailles suivantes :
 - o 533 est un prélèvement surfacique au droit de surfaces recouvertes,
 - o 69 est un prélèvement par carottage.

Remarque : l'échantillon 502 présente une activité massique de 95 Bq.kg⁻¹ proche du seuil défini de 100 Bq.kg⁻¹.

6.3.3 Interprétation/investigations complémentaires

Les échantillons 69 et 533 sont en cours d'analyse en laboratoire.

Les résultats obtenus sur site par NUDEC sont présentés sur le tableau ci-après :

N° échantillons	²³⁴ Th (Bq.kg ⁻¹) mesuré sur site
69	122+/-28
533	99+/-35

Il est prévu de vérifier le marquage par de l'uranium manufacturé par l'évaluation de l'activité massique des radionucléides de la fin de chaîne de ^{238}U .

- L'interprétation d'autres résultats d'analyse par spectrométrie sur site sont préconisés.

En effet, les analyses à la recherche du Thorium 234 marqueur du spectre recherché ont visé à mettre en évidence le dépassement du seuil de 100 Bq.kg^{-1} soit 2 fois la valeur du blanc environnemental.

Néanmoins, compte-tenu de la variabilité des valeurs d'activité massique sur site (variabilité au sein des remblais et des couches géologiques), il pourrait être intéressant, pour des valeurs $< 100 \text{ Bq.kg}^{-1}$ en ^{234}Th , d'appliquer la même démarche réalisée par NUDEC aux dépassements de 100 Bq.kg^{-1} , en analysant si l'équilibre séculaire est rompu ou pas afin de confirmer l'absence de marquage. Ceci permettra d'affiner la connaissance de l'état radiologique et de préciser les démarche en terme de traçabilité et gestion ultérieures des terres.

A ce stade, les mailles présentant des valeurs entre 60 et 100 Bq.kg^{-1} sont concernées : 502 et 503.

Les échantillons feront l'objet d'un nouveau comptage en considérant l'atteinte de l'équilibre du ^{226}Ra avec ses descendants dont ^{222}Rn , ^{214}Pb et ^{214}Bi , ce qui permettra une évaluation plus fiable de la fin de chaîne de ^{238}U .

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 31/61

6.4 Résultats exhaustifs

- Le **Tableau 3** présente les résultats exhaustifs des investigations radiologiques par zone et par maille :
- Mesures radiamétriques des mailles prélevées,
 - Activités massiques du Thorium 234 marqueur de l’uranium 238 mesurées par spectrométrie gamma,
 - Le type de sondage effectué,
 - Observations.



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 32/61

Tableau 3 : Résultats des mesures radiamétriques et des activités massiques

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
RX1						
BDF	30-50	/	/	/	/	/
1	30-40	PS	<SD	-	36,7	Mousse/humus
2	30-40	PS	<SD	-	39,4	Mousse/humus
3	30-40	PS	<SD	-	39,9	Mousse/humus
4	30-40	PS	27	23	37,6	Mousse/humus
5	40-50	CM	<SD	-	36,1	
7	40-50	PS	159	45	36,0	Mousse/humus - Analysé en laboratoire
8	30-40	PS	34	13	16,2	Mousse/humus
9	30-40	PS	67	15	26,0	Mousse/humus
10	30-50	CM	<SD	-	37,8	
11	40-50	CM	311	81	48,6	Analysé en laboratoire
13	40-50	PS	<SD	-	32,7	Terre superficielle
14	30-40	PS	<SD	-	39,3	Mousse/humus
15	30-40	PS	107	25	45,9	Mousse/humus
16	30-40	PS	<SD	-	38,5	Mousse/humus

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 33/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
17	30-40	PS	<SD	-	41,5	Mousse/humus
19	40-50	CM	<SD	-	35,9	
21	40-50	CM	<SD	-	38,4	
26	30-40	PS	<SD	-	42,8	Mousse/humus
27	30-40	PS	<SD	-	44,5	Mousse/humus
28	30-40	PS	<SD	-	42,9	Mousse/humus
29	30-40	PS	<SD	-	37,2	Mousse/humus
31	40-50	CM	<SD	-	37,3	
33	45-55	CM	<SD	-	41,8	
34	45-55	CM	<SD	-	43,3	
35	40-50	CM	41	30	46,4	
37	30-40	PS	<SD	-	47,5	Mousse/humus
38	30-40	PS	<SD	-	42,3	Mousse/humus
40	40-50	CM	84	34	43,3	
41	40-50	CM	<SD	-	42,0	
44	40-50	CM	<SD	-	39,4	
45	40-50	CM	<SD	-	43,8	
53	30-40	PS	<SD	-	43,4	Mousse/humus



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 34/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
54	30-40	PS	34	22	29,9	Mousse/humus
55	30-40	PS	43	24	31,6	Mousse/humus
56	30-40	PS	18	17	29,7	Mousse/humus
57	30-45	CM	<SD	-	37,6	
60	40-50	PS	28	26	43,1	Terre superficielle
61	30-50	TM	<SD	-	36,0	
65	30-50	CM	<SD	-	42,3	
66	30-50	CM	<SD	-	31,6	
67	30-50	CM	40	18	23,9	
70	30-50	CM	51	22	26,3	
72	30-40	PS	<SD	-	41,5	Mousse/humus
73	30-40	PS	<SD	-	43,7	Mousse/humus
74	30-50	PS	126	40	32,7	Mousse/humus - Analysé en laboratoire
75	30-50	PS	<SD	-	43,4	Mousse/humus
76	30-50	CM	<SD	-	34,5	
80	40-50	TM	<SD	-	38,9	
81	40-50	TM	<SD	-	36,6	
82	40-50	TM	<SD	-	36,1	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 35/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
83	40-50	CM	27	23	39,6	Forte odeur « d'acide »
84	40-50	CM	61	30	41,5	
85	40-50	CM	<SD	-	37,0	
89	30-50	PS	<SD	-	39,5	Mousse/humus
90	30-50	PS	<SD	-	39,7	Mousse/humus
91	30-50	PS	38	18	24,6	Mousse/humus
92	30-50	PS	<SD	-	37,2	Mousse/humus
94	30-50	CM	<SD	-	34,7	
99	40-50	CM	35	29	47,9	
100	40-50	CM	<SD	-	39,4	
101	40-50	CM	43	26	39,0	
102	40-50	CM	<SD	-	35,3	
103	40-50	CM	85	32	37,0	
105	30-50	PS	19	17	28,2	Mousse/humus
106	30-50	PS	22	22	39,0	Mousse/humus
107	30-50	PS	45	45	38,6	Mousse/humus
108	30-50	CM	<SD	-	33,1	
118	30-40	PS	<SD	-	43,3	Mousse/humus



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 36/61

Maille	Mesures radiométriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
119	30-40	PS	<SD	-	36,3	Mousse/humus
129	30-50	PS	<SD	-	38,9	Mousse/humus
130	30-50	PS	<SD	-	40,3	Mousse/humus
132	60-70	PS	<SD	-	44,2	Terre superficielle
141	30-50	PS	<SD	-	43,9	Mousse/humus
142	30-50	PS	38	43	21,3	Mousse/humus
143	35-40	PS	134	34	40,9	Mousse/humus
144	40-50	PS	122	21	25,3	Mousse/humus
145	40-50	PS	29	54	32,8	Mousse/humus
146	35-45	PS	182	14	38,0	Mousse/humus
147	40-50	PS	34	78	31,2	Mousse/humus
148	35-45	PS	301	-	40,0	Mousse/humus
149	35-45	PS	<SD	20	39,7	Mousse/humus
150	35-45	PS	26	-	33,0	Mousse/humus
151	40-50	PS	<SD	40	46,6	Mousse/humus
152	45-55	TM	109	31	44,0	
153	50-60	TM	80	16	37,6	
154	55-65	TM	56	16	30,9	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 37/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
155	55-65	TM	51	22	32,3	
156	40-50	TM	51	28	30,2	
157	50-60	TM	33	29	47,3	
158	44-50	TM	35	18	48,1	
159	50-60	TM	65	22	34,2	
160	44-50	TM	69	30	46,3	
161	55-65	TM	45	17	46,8	
162	50-60	TM	57	18	33,2	
163	50-60	TM	60	43	37,6	
RX3						
BDF	40-60	/	/	/	/	/
1	40-65	CP	34	29	45,8	
3	40-55	CP	60	20	45,2	
5	30-55	CP	30	27	46,4	
7	40-60	CP	30	28	49,2	
9	40-55	CP	25	26	48,6	
11	40-60	CP	69	32	45,1	
13	40-55	CP	32	28	46,9	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 38/61

Maille	Mesures radiométriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
15	45-60	CP	208	71	49,5	Analysé en laboratoire
17	40-65	CP	184	55	49,6	Analysé en laboratoire
19	40-55	CP	53	30	43,6	
23	35-55	CP	52	29	42,9	
25	40-65	CP	34	12	24,3	
27	50-60	CP	< SD	-	42,3	
29	45-60	CP	< SD	-	43,4	
31	40-55	TM	< SD	-	33,1	
33	50-60	CP	< SD	-	39,9	
35	40-60	CP	63	33	47,5	
37	35-50	CP	48	31	41,8	
39	35-50	CP	45	30	42,9	
41	40-55	CP	61	16	26,3	
43	40-50	CP	33	28	45,3	
45	40-55	TM	< SD	-	36,6	
47	40-55	CP	55	31	46,8	
49	40-60	CP	24	25	47,6	
51	45-55	CP	58	33	49,2	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 39/61

Maille	Mesures radiométriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
52	35-55	CP	74	33	40,2	
55	40-55	CP	53	29	43,2	
57	40-65	CP	27	26	47,3	
59	45-60	TM	< SD	-	49,1	
61	45-60	CP	128	43	46,3	Analysé en laboratoire
63	45-55	CP	193	56	47,1	Analysé en laboratoire
65	45-65	CP	52	31	46,1	
67	40-55	CP	44	31	50,3	
69	40-65	TM	< SD	-	39,2	
71	45-65	CP	106	39	46,8	Analysé en laboratoire
73	40-55	CP	258	70	50,8	Analysé en laboratoire
75	40-65	CP	< SD	-	39,5	
77	45-65	TM	78	34	39,5	
79	40-55	TM	94	36	44,7	
81	40-65	CP	174	51	44,6	Analysé en laboratoire
83	45-65	CP	165	51	48,7	Analysé en laboratoire
85	40-55	CP	< SD	-	39,3	
87	40-65	TM	118	39	41,2	Analysé en laboratoire



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 40/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
89	45-65	TM	101	38	47,9	Analysé en laboratoire
91	40-55	CP	< SD	-	44,0	
93	40-65	CP	< SD	-	47,5	
95	45-65	CP	< SD	-	43,5	
97	40-55	CP	57	32	47,2	
203	45-65	TM	43	25	36,2	
205	40-55	CP	46	28	41,4	
207	40-65	CP	< SD	-	35,5	
209	45-65	CP	< SD	-	35,0	
211	40-55	CP	< SD	-	34,6	
213	40-65	CP	< SD	-	37,9	
215	45-65	CP	35	26	39,2	
217	40-55	CP	< SD	-	36,0	
219	40-65	CP	30	25	36,6	
221	45-65	CP	42	28	42,0	
225	40-55	CP	61	30	42,9	
231	40-55	CP	61	31	44,2	
233	40-65	CP	32	27	46,2	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 41/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
235	45-65	CP	62	31	43,0	
238		CP	< SD	-	42,6	
241	40-55	TM	109	39	45,1	Analysé en laboratoire
243	40-65	TM	101	36	41,1	Analysé en laboratoire
245	45-65	CP	31	26	40,7	
247	40-55	CP	57	32	47,5	
249	40-65	CP	80	35	45,1	
251	45-65	TM	87	33	38,5	
253	40-55	TM	75	32	41,6	
255	40-65	CP	48	30	45,1	
257	45-65	CP	37	26	41,2	
259	40-55	CP	40	28	44,4	
261	40-65	CP	61	17	30,4	
263	45-65	TM	< SD	-	38,7	
265	40-55	TM	< SD	-	44,2	
267	40-55	TM	< SD	-	36,6	
269	40-65	CP	50	30	44,3	
271	45-65	CP	< SD	-	41,0	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 42/61

Maille	Mesures radiométriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
273	40-55	TM	< SD	-	39,7	
275	40-65	TM	43	30	48,4	
276	45-65	TM	< SD	-	37,9	
279	40-55	CP	< SD	-	32,9	
281	40-65	CP	< SD	-	40,3	
283	45-65	CP	58	33	48,0	
285	40-55	CP	69	33	44,9	
287	40-65	TM	< SD	-	39,5	
289	45-65	CP	< SD	-	29,2	Analysé en laboratoire
291	40-55	CP	< SD	-	40,7	
293	40-65	CP	46	10	18,6	
295	45-65	TM	< SD	-	39,4	
301	45-60	PS	41	27	40,9	Mousse/humus
302	40-60	PS	< SD	-	48,2	Mousse/humus
303	30-50	PS	< SD	-	47,7	Mousse/humus
304	30-50	PS	< SD	-	47,0	Mousse/humus
305	30-50	PS	< SD	-	42,1	Mousse/humus
306	30-50	PS	20	18	30,8	Mousse/humus



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 43/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
307	30-50	PS	< SD	-	41,8	Mousse/humus
308	30-50	PS	17	15	25,7	Mousse/humus
309	30-50	PS	18	18	32,7	Mousse/humus
310	30-50	PS	17	17	32,5	Mousse/humus
311	30-50	PS	28	20	29,9	Mousse/humus
312	30-50	PS	103	33	32,3	Mousse/humus Analysé en laboratoire
313	30-50	PS	182	52	38,6	Mousse/humus Analysé en laboratoire
314	30-50	PS	363	91	42,3	Mousse/humus Analysé en laboratoire
315	30-50	PS	43	23	33,4	Mousse/humus
316	30-50	PS	152	45	38,6	Mousse/humus Analysé en laboratoire
317	30-50	PS	83	29	28,8	Mousse/humus
318	30-50	PS	< SD	-	37,6	Mousse/humus
319	30-50	PS	28	18	27,0	Mousse/humus
320	30-50	PS	63	25	30,1	Mousse/humus
321	30-50	PS	37	22	32,5	Mousse/humus
322	30-50	PS	52	21	25,1	Mousse/humus
323	30-50	PS	47	21	25,6	Mousse/humus



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 44/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
324	30-50	PS	105	34	30,5	Mousse/humus
325	30-50	PS	18	18	30,1	Mousse/humus
326	30-50	PS	68	27	30,7	Mousse/humus
327	30-50	PS	59	26	34,0	Mousse/humus
328	30-50	PS	34	14	18,7	Mousse/humus
329	30-50	PS	33	19	27,6	Mousse/humus
330	30-50	PS	64	25	28,9	Mousse/humus
331	30-50	PS	428	107	43,7	Mousse/humus Analysé en laboratoire
332	30-50	PS	106	35	33,4	Mousse/humus Analysé en laboratoire
333	30-50	PS	79	30	35,1	Mousse/humus
334	30-50	PS	30	20	31,1	Mousse/humus
PH						
BDF	35-55	/	/	/	/	/
1	35-55	CP	28	26	45,0	
3	35-55	CP	26	24	42,2	
5	35-55	CP	21	28	40,8	
9	35-55	CP	22	23	40,8	
11	35-55	CP	28	27	35,0	

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 45/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
13	35-55	CP	39	22	25,2	
15	35-55	CP	29	25	43,1	
19	35-55	CP	44	44	43,1	
21	35-55	CP	<SD	-	39,0	
23	35-55	CP	<SD	-	39,5	
25	35-55	CP	35	35	35,1	
27	35-55	CP	30	26	45,3	
29	35-55	CP	34	12	20,8	
31	35-55	CP	26	25	45,8	
33	35-55	CP	26	27	38,7	
35	35-55	CP	50	20	24,7	
37	35-55	CP	54	27	37,8	
39	35-55	CP	45	45	39,7	
41	35-55	CP	39	39	41,4	
43	35-55	CP	22	23	36,9	
45	35-55	CP	26	26	40,2	
47	35-55	CP	44	20	28,6	
50	35-55	PS	19	15	25,4	

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 46/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
51	35-55	PS	<SD	-	48,0	
52	35-55	PS	50	23	31,2	
53	35-55	PS	20	17	29,7	
55	35-55	CP	41	41	39,6	
57	35-55	CP	<SD	-	48,5	
59	35-55	PS	32	24	39,4	
60	35-55	PS	21	16	26,2	
61	35-55	CP	42	42	41,1	
63	35-55	CP	30	31	40,2	
65	35-55	CP	23	17	27,6	
67	35-55	CP	27	27	40,5	
69	35-55	CP	122	28	18,2	Analyse en laboratoire en cours
73	35-55	CP	43	43	42,2	
75	35-55	PS	51	28	40,1	
77	35-55	PS	<SD	-	47,8	
78	35-55	PS	27	10	21,9	
79	35-55	PS	<SD	-	41,3	
200	35-55	PS	14	16	21,7	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 47/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
201	35-55	PS	<SD	-	39,2	
203	35-55	CP	44	44	36,7	
205	35-55	CP	<SD	-	43,6	
207	35-55	CP	27	28	36,3	
209	35-55	CP	31	17	23,7	
211	35-55	CP	31	18	27,1	
213	35-55	CP	22	20	34,7	
215	35-55	CP	47	47	38,0	
217	35-55	CP	16	14	25,5	
219	35-55	CP	<SD	-	43,8	
221	35-55	PS	<SD	-	44,4	
223	35-55	PS	43	28	43,4	
225	35-55	PS	42	25	38,1	
227	35-55	PS	29	17	26,8	
228	35-55	PS	<SD	-	45,1	
229	35-55	PS	<SD	-	37,7	
230	35-55	PS	27	26	46,5	
231	35-55	PS	<SD	-	35,8	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 48/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
232	35-55	PS	30	18	26,8	
233	35-55	PS	<SD	-	30,2	
234	35-55	PS	<SD	-	34,3	
235	35-55	PS	19	18	30,7	
236	35-55	PS	51	22	26,0	
237	35-55	PS	37	27	36,3	
301	35-55	PS	21	13	19,0	
302	35-55	PS	30	15	21,8	
303	35-55	CP	23	19	31,2	
304	35-55	PS	43	27	31,6	
305	35-55	PS	24	18	28,0	
306	35-55	PS	24	18	29,6	
307	35-55	PS	23	23	36,8	
308	35-55	PS	19	20	38,1	
309	35-55	PS	<SD	-	39,3	
310	35-55	PS	33	25	37,6	
311	35-55	PS	<SD	-	39,2	
313	35-55	PS	<SD	-	37,2	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 49/61

Maille	Mesures radiométriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
314	35-55	PS	51	19	21,6	
315	35-55	PS	16	14	24,6	
316	35-55	PS	<SD	-	38,9	
317	35-55	PS	11	9	14,4	
318	35-55	PS	<SD	-	30,6	
319	35-55	PS	33	29	27,7	
321	35-55	PS	<SD	-	40,6	
322	35-55	PS	39	28	44,7	
323	35-55	PS	22	22	39,3	
324	35-55	PS	12	9	13,3	
325	35-55	PS	20	16	2,7	
327	35-55	CP	42	19	27,5	
329	35-55	TM	33	19	28,5	
330	35-55	CP	31	26	44,9	
332	35-55	CP	47	26	35,5	
334	35-55	PS	<SD	-	40,5	
335	35-55	PS	<SD	-	33,0	
338	35-55	PS	<SD	-	37,2	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 50/61

Maille	Mesures radiométriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
339	35-55	PS	<SD	-	37,4	
342	35-55	PS	<SD	-	39,0	
344	35-55	TM	47	18	19,5	
345	35-55	PS	<SD	-	47,6	
346	35-55	PS	<SD	-	43,2	
347	35-55	PS	<SD	-	38,5	
348	35-55	PS	<SD	-	37,3	
349	35-55	PS	<SD	-	45,5	
350	35-55	PS	<SD	-	43,6	
351	35-55	PS	<SD	-	24,0	
353	35-55	PS	<SD	-	42,5	
355	35-55	PS	<SD	-	42,5	
357	35-55	PS	31	17	24,4	
358	35-55	PS	20	12	18,3	
359	35-55	PS	26	21	35,0	
360	35-55	PS	<SD	-	37,8	
361	35-55	PS	24	21	36,8	
362	35-55	PS	34	25	39,2	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 51/61

Maille	Mesures radiométriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
363	35-55	PS	15	16	27,8	
364	35-55	PS	15	14	23,9	
365	35-55	PS	19	15	26,0	
368	35-55	PS	<SD	-	38,7	
369	35-55	PS	<SD	-	34,5	
370	35-55	PS	<SD	-	38,1	
371	35-55	PS	<SD	-	49,7	
372	35-55	PS	<SD	-	47,7	
373	35-55	PS	25	29	37,5	
375	35-55	TM	<SD	-	47,3	
377	35-55	PS	20	17	27,9	
379	35-55	TM	38	14	33,5	
381	35-55	TM	29	32	37,8	
383	35-55	TM	24	19	29,2	
385	35-55	PS	21	18	31,5	
387	35-55	TM	<SD	-	41,0	
389	35-55	TM	33	33	32,7	
391	35-55	CP	38	28	35,4	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 52/61

Maille	Mesures radiométriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
392	35-55	PS	26	27	39,3	
393	35-55	PS	58	23	27,1	
395	35-55	PS	20	25	38,6	
397	35-55	PS	24	15	28,7	
399	35-55	PS	38	28	32,3	
401	35-55	PS	31	27	38,0	
403	35-55	PS	28	25	34,3	
405	35-55	PS	29	27	35,8	
407	35-55	PS	23	23	33,0	
408	35-55	PS	24	17	25,4	
501	35-55	PS	18	19	34,0	
502	35-55	PS	94	40	32,6	
503	35-55	PS	75	31	29,0	
504	35-55	PS	56	43	38,3	
505	35-55	PS	27	20	22,4	
506	35-55	PS	29	19	23,7	
507	35-55	PS	<SD	-	50,0	
508	35-55	PS	23	20	29,9	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 53/61

Maille	Mesures radiométriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
509	35-55	PS	<SD	-	49,0	
510	35-55	PS	26	19	25,3	
511	35-55	PS	<SD	-	40,7	
512	35-55	PS	<SD	-	35,3	
513	35-55	PS	<SD	-	49,3	
514	35-55	PS	<SD	-	46,9	
515	35-55	PS	<SD	-	41,9	
516	35-55	PS	<SD	-	41,0	
517	35-55	PS	<SD	-	43,4	
519	35-55	CP	21	26	30,7	
520	35-55	PS	<SD	-	44,3	
521	35-55	PS	<SD	-	46,3	
522	35-55	PS	20	12	19,7	
523	35-55	TM	27	23	38,6	
525	35-55	TM	28	23	38,7	
527	35-55	TM	34	23	37,6	
529	35-55	PS	13	12	22,5	
530	35-55	PS	<SD	-	24,3	



	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 54/61

Maille	Mesures radiamétriques : flux gamma irradiation à 20 cm du sol (c.s ⁻¹)*	Méthode de prélèvement	Activité massique Uranium 238	Incertitudes de mesure* *	Limite de détection (LD)	Observations
531	35-55	PS	26	18	27,3	
532	35-55	PS	<SD	-	48,2	
533	35-55	PS	99	35	37,3	Analyse en laboratoire en cours
534	35-55	PS	33	23	36,3	
535	35-55	PS	52	27	37,4	
536	35-55	PS	<SD	-	33,5	
537	35-55	PS	<SD	-	51,3	
538	35-55	PS	<SD	-	43,2	
539	35-55	PS	<SD	-	38,3	
540	35-55	PS	48	28	38,3	
541	35-55	TM	38	16	31,6	
543	35-55	TM	33	33	36,2	
545	35-55	TM	20	29	36,2	

*Bruit de fond : Mesures radiamétriques (irradiation) à proximité du site et à plusieurs endroits à environnement similaire à la zone d'investigation (c.s⁻¹)

** : Incertitude lié à la statistique de comptage

CP : Carottier portatif

TM : Tarière manuelle

PS : Prélèvement Surfaccique (manuel direct)



7 Conclusions

Les investigations radiologiques effectuées par NUDEC dans les zones de catégories D (RX1, RX3 et PH) d'octobre 2016 à juin 2017 ont permis d'établir un 1^{er} état radiologique des sols dans les 50 cm de profondeur ainsi qu'en surface.

Les investigations radiométriques réalisées en flux gamma en surface n'ont révélé aucune anomalie significative.

Sur la base d'un maillage de 10 m² :

- 95 prélèvements ont été réalisés dans la zone RX1,
- 125 prélèvements ont été réalisés dans la zone RX3,
- 180 prélèvements ont été réalisés dans la zone PH.

Ces échantillons ont été constitués à partir de sondages en profondeur (0-50cm) dans les sols, ou par prélèvements de terres superficielles sur les mailles considérées en fonction de la situation des zones.

400 échantillons ont été analysés en spectrométrie gamma sur site.

30 échantillons présentent des valeurs d'activités massiques supérieures à 100 Bq.kg⁻¹ (2 fois le bruit de fond naturel) qui est le critère défini par PLACOPLATRE pour un échantillon contaminé à l'uranium manufacturé.

La plupart des échantillons dépassant 100 Bq.kg⁻¹ ont pu faire l'objet d'une analyse comparative par le laboratoire SUBATECH incluant les modalités complémentaires de préparation de l'échantillon (séchage/tamassage). **Les résultats obtenus par le laboratoire SUBATECH confirment ceux obtenus sur site par NUDEC.**

La valeur maximale retrouvée est de 428 Bq.Kg⁻¹ dans la zone RX3.

Par ailleurs, la présence d'uranium manufacturé est confirmée par le 2nd critère décisionnel relatif à la présence d'un déséquilibre au sein de la chaîne de ²³⁸U.

Des investigations complémentaires sont prévues au-delà de 50 cm sur l'ensemble des zones ainsi qu'autour des mailles présentant un marquage radiologique conformément à l'approche de délimitation du périmètre de contamination et de recherche de son étendue.

Par ailleurs, compte-tenu de la variabilité des valeurs d'activité massique sur site (variabilité au sein des remblais et des couches géologiques), il pourrait être intéressant, pour des valeurs < 100 Bq.kg⁻¹ en ²³⁴Th, d'appliquer la même démarche réalisée par NUDEC aux dépassements de 100 Bq.kg⁻¹, en analysant si l'équilibre séculaire est rompu ou pas afin de confirmer l'absence de marquage. Ceci permettra d'affiner la connaissance de l'état radiologique et de préciser les démarches en **termes de traçabilité et gestion ultérieures des terres.**

D'autre part, il serait souhaitable d'affiner la connaissance des typologies du terme source rencontré : de type fragments isolés, spots isolés ou plus diffus.

Compte-tenu de l'identification de sols contaminés à l'uranium manufacturé, il convient de garder la mémoire, d'un point de vue documentaire, de leur localisation et des valeurs d'activité massique. Par ailleurs, il conviendra en cas de changement d'usages au droit du site, de vérifier la compatibilité des nouveaux usages avec les niveaux de radioactivité contenus dans ces terres.

Des modalités de suivi radioprotection de travaux pourraient être requises en cas de déplacement ou d'assainissement de ces terres.

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 56/61

Annexe 1 : Certificats des contrôles de vérification des appareils de mesure





BERTHOLD TECHNOLOGIES GmbH & Co. KG
75323 Bad Wildbad, Germany

LB 124 Scint 300 Kontaminationsmonitor Contamination Monitor

Gerät S.-Nr./ Serial number instrument: 7168

Detektor S.-Nr./ Serial number detector: 6602

Änderungszustand / Revision: 10

Sichtkontrolle / Visual check:

Software Programm Version / Program version:

Datum und Uhrzeit / Date and time

Beleuchtung Display / illumination of display

Kontrasteinstellung Display / contrast of display

LEDs auf Tastatur / LEDs on key pad

Hupe / beeper

Speichertest / memory test

Stromaufnahme Grundgerät / Instruments power consumption:

Nulleffekt beta - gamma (Meßzeit 120s) / Background beta - gamma (measuring time 120s):

Nulleffekt alpha (Meßzeit 120s) / Background alpha (measuring time 120s):

ok
4.06
ok
ok
ok
ok
ok
ok
131 mA

10,2 cps

0,03 cps

Anspruchvermögen ϵ bezogen auf Aktivität A des Strahlers 100 x 100 mm². Messzeit 120s

Efficiency ϵ relative to activity A of reference source 100 x 100 mm². Measuring time 120s

Berechnung nach Formel / Formula:

$$\epsilon = 100 \times (n - n_{\text{bgnd}}) / A$$

Nuklid/ Kanal Nuclid/ channel	Source # Code	A [Bq]	Brutto Rate Gross Rate [cps]	Netto Rate Net Rate [cps]	ϵ [%]
¹⁴ C / β	OY565	951	<u>96</u>	86	9,0
³⁶ Cl / β	OY564	1200	<u>533</u>	523	43,6
⁶⁰ Co / β	FC860	86	<u>35</u>	25	29,0
²⁴¹ Am / α	OY563	1450	<u>317</u>	317	21,9
²⁴¹ Am / β	OY563	1450	<u>134</u>	124	8,5

Calibration certificates document the tracibility of reference sources to national standards.

Messungen mit Prüfmittel / measurements with test equipment

ID 51794

Abschaltung bei Übersteuerung/ shut down in case of overflow

ok

System-Dauerlauf / Endurance test:

ok

Prüfzeichen erteilt / Approved:

ok

Bemerkungen / Remarks:

Datum / Date : 18.08.2015
Prüfer / Inspector: 17

Name / name: G. Schanz

erstellt / geändert: created / revised: 06.10.08 M. Sommer	geprüft: approved: 13.10.2008 R. Weber	freigegeben: released: 13.10.2008 Dr. Klett	Änd.-Nr.: change No:	Zeichnungs-Nr. (alt): drawing No. (old): 16170
Benennung: description: Prüfprotokoll für: Endprüfung LB 124 Scint 300 Kontaminationsmonitor Test record for Contamination Monitor LB 124 Scint 300			Rev.: rev.: 01	Klass.Nr. - Ident-Nr.: class. No. - item No.: 48002PK
7-40.12-24928			Seite / page 1 von / of 1	



BERTHOLD TECHNOLOGIES GmbH & Co. KG
75323 Bad Wildbad, Germany

LB 124 Scint 300 Kontaminationsmonitor Contamination Monitor

Gerät S.-Nr./ Serial number instrument: 7169

Detektor S.-Nr./ Serial number detector: 6592

Änderungszustand / Revision: 10

Sichtkontrolle / Visual check:

Software Programm Version / Program version:

Datum und Uhrzeit / Date and time

Beleuchtung Display / illumination of display

Kontrasteinstellung Display / contrast of display

LEDs auf Tastatur / LEDs on key pad

Hupe / beeper

Speichertest / memory test

Stromaufnahme Grundgerät / Instruments power consumption:

Nulleffekt beta - gamma (Meßzeit 120s) / Background beta - gamma (measuring time 120s):

Nulleffekt alpha (Meßzeit 120s) / Background alpha (measuring time 120s):

ok

4.06

ok

ok

ok

ok

ok

ok

130

mA

10,4

cps

0,02

cps

Ansprechvermögen ε bezogen auf Aktivität A des Strahlers 100 x 100 mm². Messzeit 120s

Efficiency ε relative to activity A of reference source 100 x 100 mm². Measuring time 120s

Berechnung nach Formel / Formula:

$$\varepsilon = 100 \times (n - n_{\text{bgnd}}) / A$$

Nuklid/ Kanal Nuclid/ channel	Source # Code	A [Bq]	Brutto Rate Gross Rate [cps]	Netto Rate Net Rate [cps]	ε [%]
¹⁴ C / β	OY565	951	99	89	9,3
³⁶ Cl / β	OY564	1200	515	505	42,1
⁶⁰ Co / β	FC860	86	34	24	27,6
²⁴¹ Am / α	OY563	1450	312	312	21,5
²⁴¹ Am / β	OY563	1450	118	108	7,4

Calibration certificates document the tracibility of reference sources to national standards.

Messungen mit Prüfmittel / measurements with test equipment

ID 51794

Abschaltung bei Übersteuerung/ shut down in case of overflow

System-Dauerlauf / Endurance test:

Prüfzeichen erteilt / Approved:

ok

ok

ok

Bemerkungen / Remarks:

Datum / Date : 18.08.2015
Prüfer / Inspector: 17

Name / name: G. Schanz

erstellt / geändert: created / revised:	geprüft: approved:	freigegeben: released:	Änd.-Nr.: change No:	Zeichnungs-Nr. (alt): drawing No. (old):
06.10.08 M.Sommer	13.10.2008 R. Weber	13.10.2008 Dr. Klett		16170
Benennung: description:	Prüfprotokoll für: Endprüfung LB 124 Scint 300 Kontaminationsmonitor Test record for Contamination Monitor LB 124 Scint 300			Rev.: rev.: 01
				Klass.Nr. - Ident-Nr.: class. No. - item No.: 48002PK

7-40.12-24928

Seite / page 1 von / of 1

ALGADE
Pôle Instrumentation

ENREGISTREMENT
CONSTAT DE VERIFICATION
SPP Gamma

Classeur :E-PR-5003
Réf : A-CF-4400 V0
Page : 1/1

CONSTAT DE VERIFICATION N° S-440-100-141

Délivré à : NUDEC

☒ SPP Gamma Fabriqué par GMT

N° constructeur : P-442-102-T-003-104

N° identification client :

1. Equipements utilisés pour la vérification (1):

(1) :Seuls les équipements ayant une incidence sur la qualité de la prestation sont listés.

	Désignation	Identifiant	Validité certificat d'étalonnage
☒	Station Etalonnage Radiométrique AREVA Mines		31/12/2018

2. Liste des points vérifiés :

	Liste des vérifications	Opérateurs	Date	Visa	Résultat des contrôles
☒	Comptage	PREVOSTO	28/12/2016		Conforme

3. Résultats de la vérification:

Selon notice de vérification N-PR-4000

Valeurs de référence déterminées pour un réglage seuil à 30keV.

☒ Vérification sans réglage

☐ Vérification après réglage

	Points de mesure en ppm						
	Sterile	500	1000	2000	3000	5000	10000
Référence en CPS	290	2150	4050	7760	10960	17260	30320
ELT (%) (2% +2 écart-type)	13.7	6.3	5.1	4.3	3.9	3.6	3.1
Mesure en CPS	250	2180	4180	7990	11190	17500	29100
Ecart relatif (%)	-13.8	1.4	3.2	3.0	2.1	1.4	-4.0

Décision de l'opérateur ☒ Conforme
☐ Non conforme

4. Maintenance corrective :

☒ Non ☐ Oui
☐ Remplacement de :

5.Observations :

6.Validation du constat :

☒ Conforme ☐ Non Conforme

Responsable Métrologie :	(ou) Responsable Technique : 	Date :28/12/2016
--------------------------	---	------------------

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 60/61

Annexe 2 : Bordereaux de résultats d'analyse en laboratoire





U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN
Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 1 sur 15

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

CLIENT

NUDEC - BURGEAP
49 avenue Franklin Roosevelt
BP 70

A l'attention de : Sylvain Mazuel

77211 AVON

Référence commande: nc1713

Date de réception : 26/01/2017

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Date du rapport : 17/02/2017

Michaël BAILLY
Coordinateur Projet

Ce rapport d'essai ne comporte que les échantillons mentionnés dans ce document. Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire d'essais.
La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 15page(s)

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

Subatech

4, rue Alfred Kastler - La Chantrerie - BP 20722 - 44307 Nantes Cedex 3

Tel. 02 51 85 84 01 - Fax. 02 51 85 84 52 - <http://www.subatech.in2p3.fr>



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 2 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00269

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : RX3-15

Nature : SOL

Date de prélèvement : 17/10/2016

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	30/1/17			30/01/2017
-------------------	---------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	230 +/- 120	4.6	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Pa234m (Bq/kg)	250 +/- 40	28	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Th230 (Bq/kg)	<	72	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Ra226 (Bq/kg)	31 +/- 16	7.0	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Pb214 (Bq/kg)	26 +/- 3	0.64	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Pb210 (Bq/kg)	22 +/- 7	7.3	NF ISO 18589-3	30/01/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	11 +/- 3	1.5	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	7.0	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Th227 (Bq/kg)	<	2.8	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	2.9	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	5.8	NF ISO 18589-3	30/01/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	21 +/- 3	0.91	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Pb212 (Bq/kg)	20 +/- 3	0.39	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Tl208 (Bq/kg)	7.1 +/- 0.9	0.28	NF ISO 18589-3	30/01/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	2.4 +/- 0.4	0.21	NF ISO 18589-3	30/01/2017
K40 (Bq/kg)	280 +/- 40	2.4	NF ISO 18589-3	30/01/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 3 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00270

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : RX3-17

Nature : SOL

Date de prélèvement : 18/10/2016

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	30/1/17			30/01/2017
-------------------	---------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	160 +/- 90	4.9	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Pa234m (Bq/kg)	180 +/- 40	24	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Th230 (Bq/kg)	<	59	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Ra226 (Bq/kg)	58 +/- 29	5.3	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Pb214 (Bq/kg)	27 +/- 3	0.91	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Pb210 (Bq/kg)	29 +/- 10	8.9	NF ISO 18589-3	30/01/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	6.7 +/- 2.4	1.6	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	5.6	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Th227 (Bq/kg)	<	1.7	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	2.1	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	4.9	NF ISO 18589-3	30/01/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	23 +/- 3	0.77	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Pb212 (Bq/kg)	22 +/- 3	0.40	NF ISO 18589-3	30/01/2017
Tl208 (Bq/kg)	8.1 +/- 1.0	0.23	NF ISO 18589-3	30/01/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	2.6 +/- 0.4	0.21	NF ISO 18589-3	30/01/2017
K40 (Bq/kg)	310 +/- 40	2.2	NF ISO 18589-3	30/01/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 4 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00271

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : **RX3-61**
Nature : **SOL**
Date de prélèvement : **02/11/2016**

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $\leq$ ou $=$ SD si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $Ca \pm U$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%. Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	31/01/17			31/01/2017
-------------------	----------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	98 +/- 56	4.4	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Pa234m (Bq/kg)	100 +/- 60	27	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Th230 (Bq/kg)	<	67	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Ra226 (Bq/kg)	190 +/- 150	5.9	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Pb214 (Bq/kg)	27 +/- 4	0.64	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Pb210 (Bq/kg)	23 +/- 11	6.9	NF ISO 18589-3	31/01/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	<	1.8	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	6.8	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Th227 (Bq/kg)	<	3.0	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	2.2	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	5.8	NF ISO 18589-3	31/01/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	25 +/- 4	0.92	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Pb212 (Bq/kg)	25 +/- 3	0.38	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Tl208 (Bq/kg)	9.6 +/- 1.2	0.27	NF ISO 18589-3	31/01/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	2.5 +/- 0.4	0.21	NF ISO 18589-3	31/01/2017
K40 (Bq/kg)	320 +/- 50	2.4	NF ISO 18589-3	31/01/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 5 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00272

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : RX3-63

Nature : SOL

Date de prélèvement : 02/11/2016

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	31/1/17			31/01/2017
-------------------	---------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	170 +/- 90	5.0	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Pa234m (Bq/kg)	180 +/- 40	23	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Th230 (Bq/l)	<	58	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Ra226 (Bq/kg)	34 +/- 17	5.5	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Pb214 (Bq/kg)	32 +/- 4	0.99	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Pb210 (Bq/kg)	27 +/- 7	6.0	NF ISO 18589-3	31/01/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	7.9 +/- 4.1	1.5	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	6.1	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Th227 (Bq/kg)	<	1.8	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	1.9	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	5.3	NF ISO 18589-3	31/01/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	21 +/- 3	0.84	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Pb212 (Bq/kg)	21 +/- 3	0.40	NF ISO 18589-3	31/01/2017
Tl208 (Bq/kg)	7.5 +/- 0.9	0.25	NF ISO 18589-3	31/01/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	6.4 +/- 0.8	0.22	NF ISO 18589-3	31/01/2017
K40 (Bq/kg)	280 +/- 40	2.4	NF ISO 18589-3	31/01/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 6 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00273

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : **RX3-71**
Nature : **SOL**
Date de prélèvement : **02/11/2016**

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%. Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	1/2/17			01/02/2017
-------------------	--------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	95 +/- 54	5.2	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Pa234m (Bq/kg)	110 +/- 24	28	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Th230 (Bq/kg)	<	72	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Ra226 (Bq/kg)	21 +/- 11	6.0	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Pb214 (Bq/kg)	28 +/- 3	0.65	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Pb210 (Bq/kg)	26 +/- 6	7.6	NF ISO 18589-3	01/02/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	5.3 +/- 3.0	1.9	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	6.6	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Th227 (Bq/kg)	<	3.1	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	2.3	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	5.9	NF ISO 18589-3	01/02/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	31 +/- 4	0.77	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Pb212 (Bq/kg)	31 +/- 4	0.42	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Tl208 (Bq/kg)	11 +/- 1	0.28	NF ISO 18589-3	01/02/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	1.8 +/- 0.3	0.23	NF ISO 18589-3	01/02/2017
K40 (Bq/kg)	390 +/- 60	2.3	NF ISO 18589-3	01/02/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 7 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00274

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : **RX3-73**

Nature : **SOL**

Date de prélèvement : **02/11/2016**

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	01/02/17			01/02/2017
-------------------	----------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	230 +/- 130	5.6	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Pa234m (Bq/kg)	250 +/- 40	24	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Th230 (Bq/kg)	<	65	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Ra226 (Bq/kg)	31 +/- 16	5.4	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Pb214 (Bq/kg)	30 +/- 4	0.97	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Pb210 (Bq/kg)	29 +/- 6	6.4	NF ISO 18589-3	01/02/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	11 +/- 5	1.7	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	7.4	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Th227 (Bq/kg)	<	1.9	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	2.4	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	5.3	NF ISO 18589-3	01/02/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	28 +/- 4	1.3	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Pb212 (Bq/kg)	31 +/- 4	0.42	NF ISO 18589-3	01/02/2017
Tl208 (Bq/kg)	10 +/- 1	0.24	NF ISO 18589-3	01/02/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	2.6 +/- 0.4	0.22	NF ISO 18589-3	01/02/2017
K40 (Bq/kg)	370 +/- 50	2.2	NF ISO 18589-3	01/02/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 8 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00275

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : RX3-81

Nature : SOL

Date de prélèvement : 24/11/2016

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	2/2/17			02/02/2017
-------------------	--------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	150 +/- 80	4.9	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Pa234m (Bq/kg)	180 +/- 70	27	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Th230 (Bq/kg)	<	70	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Ra226 (Bq/kg)	74 +/- 37	6.0	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Pb214 (Bq/kg)	23 +/- 3	0.64	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Pb210 (Bq/kg)	33 +/- 14	7.3	NF ISO 18589-3	02/02/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	4.5 +/- 2.0	1.9	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	7.2	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Th227 (Bq/kg)	<	2.9	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	2.5	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	6.0	NF ISO 18589-3	02/02/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	23 +/- 3	0.96	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Pb212 (Bq/kg)	23 +/- 3	0.41	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Tl208 (Bq/kg)	8.1 +/- 1.3	0.28	NF ISO 18589-3	02/02/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	5.6 +/- 0.9	0.23	NF ISO 18589-3	02/02/2017
K40 (Bq/kg)	310 +/- 50	2.4	NF ISO 18589-3	02/02/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 9 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00276

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : **RX3-83**
Nature : **SOL**
Date de prélèvement : **14/11/2016**

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $\leq$ ou $=$ SD si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $Ca \pm U$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%. Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	2/2/17			02/02/2017
-------------------	--------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	180 +/- 100	5.3	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Pa234m (Bq/kg)	180 +/- 40	28	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Th230 (Bq/kg)	<	72	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Ra226 (Bq/kg)	59 +/- 30	5.8	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Pb214 (Bq/kg)	29 +/- 4	1.0	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Pb210 (Bq/kg)	24 +/- 8	6.4	NF ISO 18589-3	02/02/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	7.1 +/- 6.4	1.7	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	6.6	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Th227 (Bq/kg)	<	2.0	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	2.2	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	5.6	NF ISO 18589-3	02/02/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	33 +/- 4	0.79	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Pb212 (Bq/kg)	31 +/- 4	0.45	NF ISO 18589-3	02/02/2017
Tl208 (Bq/kg)	9.8 +/- 1.5	0.88	NF ISO 18589-3	02/02/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	2.2 +/- 0.3	0.24	NF ISO 18589-3	02/02/2017
K40 (Bq/kg)	400 +/- 60	2.4	NF ISO 18589-3	02/02/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN
Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 10 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00277

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : RX3-87

Nature : SOL

Date de prélèvement : 24/11/2016

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $\leq$ ou $=$ SD si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $Ca \pm U$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%. Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	6/2/17			06/02/2017
-------------------	--------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	96 +/- 56	5.2	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Pa234m (Bq/kg)	81 +/- 20	27	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Th230 (Bq/kg)	<	69	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Ra226 (Bq/kg)	42 +/- 21	5.9	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Pb214 (Bq/kg)	22 +/- 3	1.1	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Pb210 (Bq/kg)	32 +/- 14	7.7	NF ISO 18589-3	06/02/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	3.6 +/- 2.0	1.9	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	9.2	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Th227 (Bq/kg)	<	2.8	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	2.3	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	5.7	NF ISO 18589-3	06/02/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	25 +/- 3	1.3	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Pb212 (Bq/kg)	27 +/- 4.0	0.47	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Tl208 (Bq/kg)	9.4 +/- 1.1	0.26	NF ISO 18589-3	06/02/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	5.1 +/- 1.0	0.24	NF ISO 18589-3	06/02/2017
K40 (Bq/kg)	330 +/- 50	2.3	NF ISO 18589-3	06/02/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 11 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00278

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : RX3-89

Nature : SOL

Date de prélèvement : 24/11/2016

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $\leq$ ou $=$ SD si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $Ca \pm U$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	6/2/17			06/02/2017
-------------------	--------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	120 +/- 70	4.7	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Pa234m (Bq/kg)	100 +/- 50	40	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Th230 (Bq/kg)	<	55	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Ra226 (Bq/kg)	15 +/- 8	4.9	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Pb214 (Bq/kg)	20 +/- 3	0.56	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Pb210 (Bq/kg)	29 +/- 6	5.5	NF ISO 18589-3	06/02/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	6.8 +/- 3.8	1.6	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	6.9	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Th227 (Bq/kg)	<	1.8	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	2.1	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	5.0	NF ISO 18589-3	06/02/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	25 +/- 3	0.83	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Pb212 (Bq/kg)	25 +/- 3	0.41	NF ISO 18589-3	06/02/2017
Tl208 (Bq/kg)	9.0 +/- 1.2	0.37	NF ISO 18589-3	06/02/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	5.9 +/- 0.8	0.39	NF ISO 18589-3	06/02/2017
K40 (Bq/kg)	310 +/- 40	2.2	NF ISO 18589-3	06/02/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 12 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00279

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : **RX3-241**

Nature : **SOL**

Date de prélèvement : **24/11/2016**

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	7/2/17			07/02/2017
-------------------	--------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	120 +/- 70	4.4	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Pa234m (Bq/kg)	120 +/- 60	23	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Th230 (Bq/kg)	<	65	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Ra226 (Bq/kg)	27 +/- 14	6.8	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Pb214 (Bq/kg)	22 +/- 3	0.60	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Pb210 (Bq/kg)	33 +/- 15	6.5	NF ISO 18589-3	07/02/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	5.3 +/- 2.0	1.7	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	6.8	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Th227 (Bq/kg)	<	2.5	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	2.1	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	5.3	NF ISO 18589-3	07/02/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	20 +/- 2	0.84	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Pb212 (Bq/kg)	21 +/- 3	0.44	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Tl208 (Bq/kg)	7.1 +/- 0.9	0.25	NF ISO 18589-3	07/02/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	6.5 +/- 1.1	0.25	NF ISO 18589-3	07/02/2017
K40 (Bq/kg)	280 +/- 40	2.1	NF ISO 18589-3	07/02/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 13 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00280

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : **RX3-243**

Nature : **SOL**

Date de prélèvement : **24/11/2016**

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	7/2/17			07/02/2017
-------------------	--------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	92 +/- 51	4.1	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Pa234m (Bq/kg)	110 +/- 30	21	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Th230 (Bq/kg)	<	53	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Ra226 (Bq/kg)	14 +/- 7	5.0	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Pb214 (Bq/kg)	20 +/- 2	0.89	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Pb210 (Bq/kg)	31 +/- 8	6.2	NF ISO 18589-3	07/02/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	5.0 +/- 3.5	1.5	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	6.9	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Th227 (Bq/kg)	<	1.7	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	1.9	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	4.7	NF ISO 18589-3	07/02/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	23 +/- 3	0.71	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Pb212 (Bq/kg)	23 +/- 3	0.38	NF ISO 18589-3	07/02/2017
Tl208 (Bq/kg)	8.2 +/- 1.0	0.23	NF ISO 18589-3	07/02/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	4.7 +/- 0.6	0.20	NF ISO 18589-3	07/02/2017
K40 (Bq/kg)	310 +/- 40	2.1	NF ISO 18589-3	07/02/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

**Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces**

**RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187**

Page : 14 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00281

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : RX3-289

Nature : SOL

Date de prélèvement : 27/10/2016

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	8/2/17			08/02/2017
-------------------	--------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	28 +/- 16	6.9	NF ISO 18589-3	08/02/2017
Pa234m (Bq/kg)	33 +/- 16	29	NF ISO 18589-3	08/02/2017
Th230 (Bq/kg)	<	66	NF ISO 18589-3	08/02/2017
Ra226 (Bq/kg)	41 +/- 21	7.2	NF ISO 18589-3	08/02/2017
Pb214 (Bq/kg)	30 +/- 4	0.66	NF ISO 18589-3	08/02/2017
Pb210 (Bq/kg)	28 +/- 12	6.8	NF ISO 18589-3	08/02/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	<	1.9	NF ISO 18589-3	08/02/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	6.8	NF ISO 18589-3	08/02/2017
Th227 (Bq/kg)	<	3.1	NF ISO 18589-3	08/02/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	1.8	NF ISO 18589-3	08/02/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	6.0	NF ISO 18589-3	08/02/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	29 +/- 4	0.98	NF ISO 18589-3	08/02/2017
Pb212 (Bq/kg)	29 +/- 4	0.43	NF ISO 18589-3	08/02/2017
Tl208 (Bq/kg)	10 +/- 2	0.29	NF ISO 18589-3	08/02/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	0.77 +/- 0.50	0.25	NF ISO 18589-3	08/02/2017
K40 (Bq/kg)	360 +/- 50	2.7	NF ISO 18589-3	08/02/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN
Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170200187

Page : 15 sur 15

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00282

N° dossier: 170126-BURGEAP1-077

Référence client : RX1-21
Nature : SOL
Date de prélèvement : 15/11/2016

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%. Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	14/2/17			14/02/2017
-------------------	---------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	270 +/- 150	5.1	NF ISO 18589-3	14/02/2017
Pa234m (Bq/kg)	300 +/- 50	26	NF ISO 18589-3	14/02/2017
Th230 (Bq/kg)	<	73	NF ISO 18589-3	14/02/2017
Ra226 (Bq/kg)	52 +/- 26	5.9	NF ISO 18589-3	14/02/2017
Pb214 (Bq/kg)	38 +/- 5	1.0	NF ISO 18589-3	14/02/2017
Pb210 (Bq/kg)	14 +/- 12	12	NF ISO 18589-3	14/02/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	13 +/- 3	1.9	NF ISO 18589-3	14/02/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	6.8	NF ISO 18589-3	14/02/2017
Th227 (Bq/kg)	<	2.2	NF ISO 18589-3	14/02/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	2.7	NF ISO 18589-3	14/02/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	5.8	NF ISO 18589-3	14/02/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	17 +/- 4	0.88	NF ISO 18589-3	14/02/2017
Pb212 (Bq/kg)	15 +/- 2	0.42	NF ISO 18589-3	14/02/2017
Tl208 (Bq/kg)	5.4 +/- 0.8	0.27	NF ISO 18589-3	14/02/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	1.5 +/- 0.3	0.22	NF ISO 18589-3	14/02/2017
K40 (Bq/kg)	<	9.2	NF ISO 18589-3	14/02/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN
Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

**RAPPORT D'ANALYSE
N° 170300282**

Page : 1 sur 9

N° dossier: 170306-BURGEAP1-160

CLIENT

NUDEC - BURGEAP
49 avenue Franklin Roosevelt
BP 70

A l'attention de : Sylvain Mazuel

77211 AVON

Référence commande: nc1730

Date de réception : 06/03/2017

**RAPPORT D'ANALYSE
N° 170300282**

Date du rapport : 21/03/2017

Michaël BAILLY
Coordinateur Projet

Ce rapport d'essai ne comporte que les échantillons mentionnés dans ce document. Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire d'essais.
La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 9 page(s)

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

Subatech

4, rue Alfred Kastler - La Chantrerie - BP 20722 - 44307 Nantes Cedex 3

Tel. 02 51 85 84 01 - Fax. 02 51 85 84 52 - <http://www.subatech.in2p3.fr>



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170300282

Page : 2 sur 9

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00650

N° dossier: 170306-BURGEAP1-160

Référence client : **RX3-312**

Nature : Sol

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	8/3/17			08/03/2017
-------------------	--------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	100 +/- 20	5.5	NF ISO 18589-3	08/03/2017
Pa234m (Bq/kg)	130 +/- 40	35	NF ISO 18589-3	08/03/2017
Th230 (Bq/kg)	<	34	NF ISO 18589-3	08/03/2017
Ra226 (Bq/kg)	13 +/- 7	4.6	NF ISO 18589-3	08/03/2017
Pb214 (Bq/kg)	3.0 +/- 0.8	0.71	NF ISO 18589-3	08/03/2017
Pb210 (Bq/kg)	41 +/- 15	13	NF ISO 18589-3	08/03/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	<	2.5	NF ISO 18589-3	08/03/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	3.9	NF ISO 18589-3	08/03/2017
Th227 (Bq/kg)	<	1.0	NF ISO 18589-3	08/03/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	0.57	NF ISO 18589-3	08/03/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	3.7	NF ISO 18589-3	08/03/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	<	0.80	NF ISO 18589-3	08/03/2017
Pb212 (Bq/kg)	2.9 +/- 0.4	0.28	NF ISO 18589-3	08/03/2017
Tl208 (Bq/kg)	0.88 +/- 0.26	0.19	NF ISO 18589-3	08/03/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	4.6 +/- 0.7	0.38	NF ISO 18589-3	08/03/2017
K40 (Bq/kg)	45 +/- 7	2.1	NF ISO 18589-3	08/03/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170300282

Page : 3 sur 9

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00651

N° dossier: 170306-BURGEAP1-160

Référence client : **RX3-313**

Nature : Sol

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	9/3/17			09/03/2017
-------------------	--------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	160 +/- 20	3.7	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Pa234m (Bq/kg)	140 +/- 30	20	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Th230 (Bq/kg)	<	42	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Ra226 (Bq/kg)	<	3.8	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Pb214 (Bq/kg)	7.6 +/- 1.1	0.47	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Pb210 (Bq/kg)	53 +/- 10	4.7	NF ISO 18589-3	09/03/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	8.5 +/- 2.9	1.1	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	4.2	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Th227 (Bq/kg)	<	1.1	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	0.79	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	3.8	NF ISO 18589-3	09/03/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	6.7 +/- 1.3	0.72	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Pb212 (Bq/kg)	6.3 +/- 0.8	0.29	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Tl208 (Bq/kg)	2.2 +/- 0.4	0.22	NF ISO 18589-3	09/03/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	5.6 +/- 0.7	0.20	NF ISO 18589-3	09/03/2017
K40 (Bq/kg)	110 +/- 20	2.4	NF ISO 18589-3	09/03/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170300282

Page : 4 sur 9

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00652

N° dossier: 170306-BURGEAP1-160

Référence client : **RX3-314**
Nature : Sol

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%. Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	9/3/17			09/03/2017
-------------------	--------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	330 +/- 50	9.4	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Pa234m (Bq/kg)	290 +/- 40	17	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Th230 (Bq/kg)	<	52	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Ra226 (Bq/kg)	43 +/- 22	5.2	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Pb214 (Bq/kg)	4.1 +/- 0.9	0.66	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Pb210 (Bq/kg)	80 +/- 12	5.8	NF ISO 18589-3	09/03/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	13 +/- 2	1.1	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	5.4	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Th227 (Bq/kg)	<	1.1	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	0.86	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	3.9	NF ISO 18589-3	09/03/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	3.9 +/- 1.0	0.65	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Pb212 (Bq/kg)	4.5 +/- 0.6	0.30	NF ISO 18589-3	09/03/2017
Tl208 (Bq/kg)	1.7 +/- 0.3	0.20	NF ISO 18589-3	09/03/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	3.0 +/- 0.6	0.40	NF ISO 18589-3	09/03/2017
K40 (Bq/kg)	63 +/- 10	2.1	NF ISO 18589-3	09/03/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170300282

Page : 5 sur 9

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00653

N° dossier: 170306-BURGEAP1-160

Référence client : **RX3-316**

Nature : Sol

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	13/3/17			13/03/2017
-------------------	---------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	170 +/- 20	3.3	NF ISO 18589-3	13/03/2017
Pa234m (Bq/kg)	150 +/- 30	17	NF ISO 18589-3	13/03/2017
Th230 (Bq/kg)	<	39	NF ISO 18589-3	13/03/2017
Ra226 (Bq/kg)	6.5 +/- 3.3	3.4	NF ISO 18589-3	13/03/2017
Pb214 (Bq/kg)	5.3 +/- 0.8	0.75	NF ISO 18589-3	13/03/2017
Pb210 (Bq/kg)	72 +/- 12	4.6	NF ISO 18589-3	13/03/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	7.4 +/- 1.7	1.0	NF ISO 18589-3	13/03/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	4.1	NF ISO 18589-3	13/03/2017
Th227 (Bq/kg)	<	0.93	NF ISO 18589-3	13/03/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	0.74	NF ISO 18589-3	13/03/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	3.5	NF ISO 18589-3	13/03/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	5.4 +/- 1.1	0.58	NF ISO 18589-3	13/03/2017
Pb212 (Bq/kg)	5.0 +/- 0.6	0.26	NF ISO 18589-3	13/03/2017
Tl208 (Bq/kg)	1.5 +/- 0.3	0.19	NF ISO 18589-3	13/03/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	2.8 +/- 0.4	0.17	NF ISO 18589-3	13/03/2017
K40 (Bq/kg)	75 +/- 12	2.2	NF ISO 18589-3	13/03/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170300282

Page : 6 sur 9

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00654

N° dossier: 170306-BURGEAP1-160

Référence client : RX3-331

Nature : Sol

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	14/3/17			14/03/2017
-------------------	---------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	410 +/- 60	5.7	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Pa234m (Bq/kg)	460 +/- 60	15	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Th230 (Bq/kg)	<	52	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Ra226 (Bq/kg)	<	31	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Pb214 (Bq/kg)	3.4 +/- 0.6	0.75	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Pb210 (Bq/kg)	160 +/- 20	6.3	NF ISO 18589-3	14/03/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	20 +/- 4	1.2	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	5.0	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Th227 (Bq/kg)	<	0.95	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Ra223 (Bq/kg)	4.8 +/- 1.1	0.85	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	3.3	NF ISO 18589-3	14/03/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	3.1 +/- 0.8	0.58	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Pb212 (Bq/kg)	2.7 +/- 0.4	0.25	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Tl208 (Bq/kg)	0.81 +/- 0.26	0.19	NF ISO 18589-3	14/03/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	4.1 +/- 0.5	0.18	NF ISO 18589-3	14/03/2017
K40 (Bq/kg)	33 +/- 6	2.0	NF ISO 18589-3	14/03/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170300282

Page : 7 sur 9

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00655

N° dossier: 170306-BURGEAP1-160

Référence client : RX3-332

Nature : Sol

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	14/3/17			14/03/2017
-------------------	---------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	110 +/- 20	5.1	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Pa234m (Bq/kg)	87 +/- 34	30	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Th230 (Bq/kg)	<	39	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Ra226 (Bq/kg)	13 +/- 7	4.5	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Pb214 (Bq/kg)	6.3 +/- 1.0	0.66	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Pb210 (Bq/kg)	270 +/- 40	4.5	NF ISO 18589-3	14/03/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	4.3 +/- 1.0	1.0	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	4.1	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Th227 (Bq/kg)	<	1.0	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	0.59	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	3.5	NF ISO 18589-3	14/03/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	4.8 +/- 1.0	0.55	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Pb212 (Bq/kg)	4.9 +/- 0.6	0.27	NF ISO 18589-3	14/03/2017
Tl208 (Bq/kg)	1.5 +/- 0.3	0.18	NF ISO 18589-3	14/03/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	7.1 +/- 0.9	0.33	NF ISO 18589-3	14/03/2017
K40 (Bq/kg)	55 +/- 9	1.8	NF ISO 18589-3	14/03/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170300282

Page : 8 sur 9

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00656

N° dossier: 170306-BURGEAP1-160

Référence client : **RX1-7**
Nature : Sol

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%. Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	15/3/17			15/03/2017
-------------------	---------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	150 +/- 20	3.0	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Pa234m (Bq/kg)	140 +/- 30	19	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Th230 (Bq/kg)	<	39	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Ra226 (Bq/kg)	5.8 +/- 2.9	3.8	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Pb214 (Bq/kg)	3.4 +/- 0.7	0.50	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Pb210 (Bq/kg)	110 +/- 20	4.6	NF ISO 18589-3	15/03/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	5.6 +/- 2.6	1.1	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	4.0	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Th227 (Bq/kg)	<	1.1	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Ra223 (Bq/kg)	1.6 +/- 0.5	0.59	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	3.9	NF ISO 18589-3	15/03/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	2.0 +/- 0.9	0.78	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Pb212 (Bq/kg)	2.4 +/- 0.4	0.28	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Tl208 (Bq/kg)	1.0 +/- 0.3	0.23	NF ISO 18589-3	15/03/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	1.2 +/- 0.3	0.22	NF ISO 18589-3	15/03/2017
K40 (Bq/kg)	32 +/- 6	2.8	NF ISO 18589-3	15/03/2017



U.M.R n° 6457 - IN2P3/CNRS - Université de Nantes - EMN

Service de Mesure et d'Analyse de la Radioactivité
et des éléments Traces

RAPPORT D'ANALYSE
N° 170300282

Page : 9 sur 9

Produit : Sol/sédiment

N° échantillon: 17-00657

N° dossier: 170306-BURGEAP1-160

Référence client : **RX1-74**

Nature : Sol

Expression des résultats :

La concentration d'activité (Ca) est comparée au seuil de décision (SD), conformément à la norme NF ISO 11929. Le résultat de mesure est exprimé comme $< \text{ou} = \text{SD}$ si le résultat est en dessous du SD. Sinon les résultats sont fournis sous la forme $\text{Ca} \pm \text{U}$ avec un facteur d'élargissement des incertitudes pris à $k=2$. Les risques alpha et bêta sont pris égaux à 2,5%.

Si le laboratoire SMART n'a pas effectué l'échantillonnage, les résultats fournis dans ce rapport ne sont représentatifs que des objets reçus. La représentativité des objets est assurée par le demandeur. La date de publication des Ca correspond à la date de comptage sauf indication particulière.

Analyses	Résultats	SD	Méthode	Date analyse
----------	-----------	----	---------	--------------

Analyse par spectrométrie gamma

date de référence	15/3/17			15/03/2017
-------------------	---------	--	--	------------

Famille de l'uranium 238

Th234 (Bq/kg)	110 +/- 20	7.1	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Pa234m (Bq/kg)	120 +/- 60	53	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Th230 (Bq/kg)	<	41	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Ra226 (Bq/kg)	<	9.1	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Pb214 (Bq/kg)	<	0.62	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Pb210 (Bq/kg)	65 +/- 10	4.3	NF ISO 18589-3	15/03/2017

Famille de l'Uranium 235

U235 (Bq/kg)	7.3 +/- 2.2	3.0	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Pa231 (Bq/kg)	<	3.9	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Th227 (Bq/kg)	<	1.3	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Ra223 (Bq/kg)	<	0.71	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Pb211 (Bq/kg)	<	5.1	NF ISO 18589-3	15/03/2017

Famille du Thorium 232

Ac228 (Bq/kg)	<	1.1	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Pb212 (Bq/kg)	1.3 +/- 0.3	0.36	NF ISO 18589-3	15/03/2017
Tl208 (Bq/kg)	0.45 +/- 0.33	0.28	NF ISO 18589-3	15/03/2017

Radioéléments hors familles de l'U238, de l'U235 et du Th232

Cs137 (Bq/kg)	<	0.29	NF ISO 18589-3	15/03/2017
K40 (Bq/kg)	21 +/- 5	3.4	NF ISO 18589-3	15/03/2017

	Compte rendu : Diagnostic radiologique des terres de catégorie D	MOD022-05	X30443
		CNGSIF160166	
		RNGSIF01060-I	HMA-SML-FRO
		18/07/17	Page : 61/61

Annexe 3 : Photographies



CATEGORIE D ZONE RX1

N° Echantillon lors du prélèvement	N° maille finale	Photographies
1	103	
2	102	
3	101	
4	100	
5	99	
6	83	

7	84	
8	85	
9	70	
10	67	
11	66	
12	65	
13	5	

14	19	
15	33	
16	44	
17	45	
18	34	
19	35	
20	21	

21	11	
22	57	
23	76	
24	94	
25	108	
26	10	
27	31	

28	41	 A photograph of a soil sample in a metal container. A small yellow label with the number '28' is placed above the container. The soil is dark brown and appears moist. The container is placed on a surface with some green foliage.
29	40	 A photograph of a soil sample in a metal container. A small yellow label with the number '29' is placed above the container. The soil is dark brown and appears moist. The container is placed on a surface with some green foliage.

CATEGORIE D ZONE RX3

N° maille	Photographies
1	
3	
5	

7	 A photograph showing a soil sample collected in a metal tube. A yellow tag with the number '7' is attached to the tube. The sample is a light brown, sandy soil. The background shows dry grass and soil.
9	 A photograph showing a soil sample collected in a metal tube. A yellow tag with the number '9' is attached to the tube. The sample is a light brown, sandy soil. The background shows dry grass and soil.
11	 A photograph showing a soil sample collected in a metal tube. The sample is a light brown, sandy soil. The background shows dry grass and soil.
13	 A photograph showing a soil sample collected in a metal tube. A yellow tag with the number '13' is attached to the tube. The sample is a light brown, sandy soil. The background shows dry grass and soil.
15	 A photograph showing a soil sample collected in a metal tube. A yellow tag with the number '15' is attached to the tube. The sample is a light brown, sandy soil. The background shows dry grass and soil.

17	
19	
23	
25	

27



29



33



35



37



39



41



43



47



49



51



52



55



57



61



63



65



67



71



73



75



83



85



91	 A photograph of a soil sample labeled '91' in a yellow tag. The sample is contained within a long, narrow metal tray. The soil is dark brown and appears moist, with some organic matter visible. The tray is placed on a ground surface with some green leaves and twigs.
93	 A photograph of a soil sample labeled '93' in a yellow tag. The sample is contained within a long, narrow metal tray. The soil is light brown and appears dry, with some organic matter visible. The tray is placed on a ground surface with some green leaves and twigs.
95	 A photograph of a soil sample labeled '95' in a yellow tag. The sample is contained within a long, narrow metal tray. The soil is dark brown and appears moist, with some organic matter visible. The tray is placed on a ground surface with some green leaves and twigs.
97	 A photograph of a soil sample labeled '97' in a yellow tag. The sample is contained within a long, narrow metal tray. The soil is light brown and appears dry, with some organic matter visible. The tray is placed on a ground surface with some green leaves and twigs.

205



207



209



211



213



215



217



219



221



225



231



233



235



238



245



247



249



255



257	 A photograph of a soil sample, labeled 257, contained within a long, narrow metal tray. The soil is dark brown and appears moist. A yellow label with the number '257' is placed to the right of the tray. The background shows some dry leaves and twigs.
259	 A photograph of a soil sample, labeled 259, contained within a long, narrow metal tray. The soil is dark brown and appears moist. A yellow label with the number '259' is placed to the left of the tray. The background shows some dry leaves and twigs.
261	 A photograph of a soil sample, labeled 261, contained within a long, narrow metal tray. The soil is dark brown and appears moist. A yellow label with the number '261' is placed below the tray. The background shows some dry leaves and twigs.
269	 A photograph of a soil sample, labeled 269, contained within a long, narrow metal tray. The soil is dark brown and appears moist. A yellow label with the number '269' is placed to the left of the tray. The background shows some dry leaves and twigs.

271



276



279



283



285



289



291



293



CATEGORIE D ZONE PH

N° maille	Photographies
9	 A photograph showing a horizontal wooden plank, possibly a piece of driftwood or a sample, lying on a bed of dark, moist soil and organic debris. A yellow plastic tag with the number '9' handwritten on it is placed vertically against the plank. The plank has a light-colored, possibly treated or bleached, section in the middle.
15	 A photograph showing a horizontal wooden plank, similar to the one in the first image, lying on a bed of dark, moist soil and organic debris. A yellow plastic tag with the number '15' handwritten on it is placed vertically against the plank. The plank has a light-colored, possibly treated or bleached, section in the middle.

19



25



27



29



31



33



35



37



39



41



43



45



47



55



57



61



63



65



67



69



73



203



205



207



209



211



213



215



217

