

Analyse des carottes du RCC de Péage-de-Roussillon. OSR4 | Action II.3

Thierry Winiarski, Gwenaëlle Roux

▶ To cite this version:

Thierry Winiarski, Gwenaëlle Roux. Analyse des carottes du RCC de Péage-de-Roussillon. OSR4 | Action II.3. [Rapport de recherche] ENTPE. 2017. hal-03748549

HAL Id: hal-03748549 https://hal.science/hal-03748549

Submitted on 9 Aug 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers. L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

OSR4 2015-2017

Analyse des carottes du RCC de Péage-de-Roussillon



Action II.3

Rapport final, novembre 2017







Personnes impliquées	Equipe de recherche				
Thierry Winiarski	LEHNA-IPE				
Gwenaelle Roux	EGEOS sous contrat LEHNA-IPE				

Détermination de la dynamique sédimentaire spatiale et temporelle de la plaine alluviale du secteur de Péage-de-Roussillon

Rapport d'analyses chimiques des carottes : datation, XRF, mesures de concentration en PCB, analyse des métaux Cd, Zn, Ni, Pb, Hg, Cu

Résumé

Le présent rapport fait suite au livrable *Traitement et analyse des radargrammes* (Action II.2). Il en constitue la suite logique, opératoire et scientifique, ce livrable ne reprend pas les descriptions sédimentaires et les analyses sédimentologiques du livrable de l'action II.2; il en constitue la synthèse complétée par la présentation des résultats d'analyses chimiques (laboratoire EDYTEM et Laboratoire LEHNA-IPE), des analyses de radionucléides (Laboratoire LSCE de Gif-sur-Yvette) et des analyses de PCBi (Laboratoire LABERCA). Une première interprétation des résultats est présentée.

Mots-clés

RCC Péage-de-Roussillon, carotte, datation, ETM, PCBi

Table des matières

	. 1
Introduction1	11
I. Matériel et méthode1	12
I.1. Apport de la campagne géophysique1	12
I.2. Analyse des radionucléides1	12
I.3. La spectrométrie Gamma 1	12
I.3.a. Le plomb 210 1	13
I.3.b. Le Césium 137 1	13
I.4. Les mesures chimiques XRF 1	13
I.5. L'analyse chimique quantitative 1	14
I.6. Les analyses PCB 1	14
II. Résultats1	14
II.1. Les carottes analysées et leur environnement sédimentaire	14
II.1.a. Le site 3 et la carotte C3 1	15
II.1.b. Le site 10 et les carottes C10c, C10b et C10a 1	18
II.1.c. Le site 12 et les carottes C12b et C12a 2	23
II.2. Synthèse des analyses de radionucléides2	28
II.2.a. La carotte C10a2	28
II.2.b. La carotte C10b	30
II.3. Corrélation entre les analyses chimiques qualitatives et les analyses chimiques quantitatives 3	31
II.4. Synthèse des analyses chimiques	34
II.4.a. Le site 3 et la carotte C3	34
II.4.b. Le site 10 et les carottes C10a, C10b et C10c	38
II.4.c. Le site 12 et les carottes C12a et C12b	44
II.5. Synthèse des analyses de PCBi et chroniques historiques de pollution des deux archive sédimentaires échantillonnées	əs 49
II.6. Hypothèse de temporalité de dépôt pour l'ensemble des carottes du RCC de Péage-d Roussillon	e- 53
Conclusion	58
Annexe 1 – Résultats des analyses en radionucléides (Laboratoire LSCE, Gif-sur-Yvette) 6	52
Annexe 2 – Résultats des analyses au Core-Scanner	66
Annexe 3 – Résultats des analyses chimiques quantitatives10	26

Figures

Figure 1 : Emplacement des six prélèvements par carottage sur le Rhône court-circuité de Péage-de-Roussillon	11
Figure 2 : La carotte C3 représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants.	11 16
Figure 3 : La carotte C3 représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants et interprétation des structures sédimentaires constituant l'environnement de dépôt	17
Figure 4 : Les carottes C10a et C10b représentées sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants	; 19
Figure 5 : La carotte C10c représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants	20
Figure 6 : Les carottes C10a et C10b représentées sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants et identification des structures sédimentaires constituant l'environnement de dépôt des archives	, 21
Figure 7 : La carotte C10c représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz, en bas) et les transects courts (antenne de 400 MHz, en haut) correspondants et identification des structures sédimentaires constitua l'environnement de dépôt de l'archive	nt 22
Figure 8 : La carotte C12a représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants	24
Figure 9 : La carotte C12b représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants	25
Figure 10 : La carotte C12a représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants et interprétation des structures sédimentaires	26
Figure 11 : La carotte C12b représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants et interprétation des structures sédimentaires	27
Figure 12 : Résultats des analyses en radionucléides (²¹⁰ Pb, ¹³⁷ Cs et ⁷ Be) pour chaque échantillon de la carotte C10a, en Bq	28
Figure 13 : Activité spécifique (en Bq) du 210Pb en excès dans la carotte C10a, en fonction de la profondeur d'échantillonnage (en cm) ; en vert : les valeurs au-dessus du seuil de détection, en rouge : les valeurs en dessous du seuil de détection, donc remplacée par la moitié de ce dernier	29
Figure 14 : Résultats des analyses en radionucléides (²¹⁰ Pb, ¹³⁷ Cs et ⁷ Be) pour chaque échantillon de la carotte C10b, en Bq	30
Figure 15 : Activité spécifique (en Bq) du 210Pb en excès dans la carotte C10a, en fonction de la profondeur d'échantillonnage (en cm) ; en vert : les valeurs au-dessus du seuil de détection, en rouge : les valeurs en dessous du seuil de détection, donc remplacées par la moitié de ce dernier	31
Figure 16 : Comparaison des données chimiques qualitatives et quantitatives pour le cuivre	33
Figure 17 : Comparaison des données chimiques qualitatives et quantitatives pour le zinc	33
Figure 18 : Comparaison des données chimiques qualitatives et quantitatives pour le plomb	34
Figure 19 : Résultats des analyses granulométriques (D50) et des analyses chimiques qualitatives (Core-Scanne pour le cuivre, le plomb et le zinc, normalisés au rubidium pour la carotte C3	?r) 36
Figure 20 : Résultats des analyses chimiques qualitatives en cuivre, plomb et zinc normalisés au rubidium en fonction de la profondeur et des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes pour la carotte C3. 	37
Figure 21 : Résultats des analyses granulométriques (D50) et des analyses chimiques qualitatives (Core-Scanne	er)
pour le cuivre, le plomb et le zinc, normalisés au rubidium pour la carotte C10a	39

Figure 22 : Résultats des analyses granulométriques (D50) et des analyses chimiques qualitatives (Core-Scanner) pour le cuivre, le plomb et le zinc, normalisés au rubidium pour la carotte C10b
Figure 23 : Résultats des analyses chimiques qualitatives en cuivre, plomb et zinc normalisés au rubidium en fonction de la profondeur et des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes pour les carottes C10a et C10b
Figure 24 : Résultats des analyses granulométriques (D50) et des analyses chimiques qualitatives (Core-Scanner) pour le cuivre, le plomb et le zinc, normalisés au rubidium pour la carotte C10c
Figure 25 : Résultats des analyses chimiques qualitatives en cuivre, plomb et zinc normalisés au rubidium en fonction de la profondeur et des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes pour la carotte C10c.
Figure 26 : Résultats des analyses granulométriques (D50) et des analyses chimiques qualitatives (Core-Scanner) pour le cuivre, le plomb et le zinc, normalisés au rubidium pour la carotte C12a
Figure 27 : Résultats des analyses chimiques qualitatives en cuivre, plomb et zinc normalisés au rubidium en fonction de la profondeur et des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes pour la carotte C12a
Figure 28 : Résultats des analyses granulométriques (D50) et des analyses chimiques qualitatives (Core-Scanner) pour le cuivre, le plomb et le zinc, normalisés au rubidium pour la carotte C12b
Figure 29 : Résultats des analyses chimiques qualitatives en cuivre, plomb et zinc normalisés au rubidium en fonction de la profondeur et des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes pour la carotte C12b
Figure 30 : Résultats des analyses chimiques quantitatives Cu/Rb, Pb/Rb, Zn/Rb et des analyses en PCBi en fonction de la profondeur pour la carotte C10a51
Figure 31 : Résultats des analyses chimiques quantitatives Cu/Rb, Pb/Rb, Zn/Rb et des analyses en PCBi en fonction de la profondeur pour la carotte C10b52
Figure 32 : Production et consommation en PCBi (en tonnes) en France
Figure 33 : Concentration en PCBi (en μg/kg MS) dans a) la carotte C10a et b) la carotte C10b
Figure 34 : Débits (en m3/s) journaliers enregistrés à la station de Serrières (données CNR)
Figure 35 : Évolution du pourcentage de sable dans a) la carotte C10a et b) la carotte C10b en fonction de la profondeur d'échantillonnage en cm
Figure 36 : Hypothèses de temporalité de dépôts pour l'ensemble des cinq archives sédimentaires prélevées dans le RCC de Péage-de-Roussillon

Tableaux

Tableau 1 : Seuils de qualité (mg/kg de sédiment sec, analyse sur la fraction <2mm) pour les métaux lourds p pour les sédiments de cours d'eau ou de canaux de navigation, d'après l'arrêté du 09 Août 2006	ris . 32
Tableau 2 : Maximum, minimum et moyenne des analyses chimiques quantitatives pour chaque carotte échantillonnée	. 32
Tableau 3 : Valeur moyenne de Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb dans la carotte C3 pour chacune des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes	. 35
Tableau 4 : Valeur moyenne de Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb dans les carottes C10a, C10b et C10c pour chacune de structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes.	's 44
Tableau 5 : Valeur moyenne de Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb dans les carottes C12a et C12b pour chacune des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes.	. 49
Tableau 6 : Résultats des analyses en PCBi (avec côte centimétrique de chaque échantillon) sur la carotte C10)a. 49
Tableau 7 : Résultats des analyses en PCBi (avec côte centimétrique de chaque échantillon) sur la carotte C10)b. 50

Introduction

Après avoir mené une campagne de géophysique au radar géologique sur environ 10 km de transects (livrable *Action II.2 : Traitement et analyse des radargrammes*) afin de déterminer la géométrie des structures sédimentaires en place dans le Rhône court-circuité de Péage-de-Roussillon, six carottes sédimentaires ont été prélevées, décrites, et des analyses granulométriques ont été réalisées avec un pas d'échantillonnage de 2 cm. La **Figure 1** rappelle l'emplacement de ces six prélèvements.

L'objectif de ce livrable est de présenter les résultats (i) des analyses en radionucléides réalisées sur les carottes C10a et C10b, (ii) des analyses au Core-Scanner réalisées sur l'ensemble des six carottes, avec un pas d'échantillonnage de 0,5 cm, (iii) des analyses chimiques quantitatives réalisées avec un pas d'échantillonnage d'environ 6 cm sur l'ensemble des six carottes, et enfin (iv) des analyses en PCBi réalisées sur les mêmes archives que les radionucléides, soit C10a et C10b.



Figure 1 : Emplacement des six prélèvements par carottage sur le Rhône court-circuité de Péage-de-Roussillon.

I. Matériel et méthode

I.1. Apport de la campagne géophysique

L'emplacement des carottes a été déterminé par l'analyse des radargrammes issus de la prospection au radar géologique. La présentation de l'ensemble des radargrammes obtenus sur la totalité du RCC de Péage-de-Roussillon a déjà été réalisée dans le livrable « *Traitement et analyse des radargrammes* », elle ne sera donc pas reprise dans ce rapport. Nous nous concentrerons en effet uniquement sur les radargrammes réalisés au droit des carottes prélevées.

Ces radargrammes ont été acquis avec deux antennes différentes, qui répondent à plusieurs besoins :

- des radargrammes à l'antenne de 200 MHz : de plusieurs centaines de mètres, ces profils ont une profondeur d'investigation d'environ 5 mètres, et une résolution verticale d'environ 30 centimètres. Ils permettent d'identifier les grandes structures sédimentaires en place dans le dépôt ;
- des radargrammes à l'antenne de 400 Mhz : réalisés de manière perpendiculaire l'un à l'autre, deux transects dits « courts » d'une dizaine ou d'une vingtaine de mètres ont été investigués au droit de chaque carotte. Ces radargrammes présentent une profondeur d'investigation moindre (de l'ordre de 3 mètres) mais avec une meilleure résolution verticale (d'environ une dizaine de centimètres) que ceux de l'antenne de 200 MHz. Ils complètent donc la première investigation en permettant de relier de manière plus fine les variations chimiques avec les différents réflecteurs observés.

Le couplage entre les analyses réalisées sur les archives sédimentaires et les radargrammes acquis au radar géologique permet d'extrapoler les résultats des carottes dans un premier temps en 2D, sur l'hypothèse que les analyses réalisées sur la carotte sont caractéristiques de toute la structure sédimentaire investiguée. Dans un second temps, une proposition sur l'ensemble du RCC de Péage-de-Roussillon pourra être émise, mais cette étape fera l'objet d'un rapport de synthèse ultérieur car elle nécessite la synthèse des résultats acquis par l'ensemble des équipes participant au présent programme de recherche.

I.2. Analyse des radionucléides

L'étude de la radioactivité permet une datation absolue des couches successives d'une carotte. Dans cette étude, une attention particulière a été portée à l'échelle du siècle, par l'étude des isotopes naturels (²³⁸U, ²²⁶Ra, ²¹⁰Pb) et artificiels (¹³⁷Cs, ⁷Be, ⁶⁰Co) provenant des essais nucléaires aériens (antérieurs au moratoire international de 1964) injectant dans l'atmosphère des isotopes artificiels qui sont le produit de la fission, et des accidents de centrales (Tchernobyl en 1986).

Les échantillons ont été séchés à 60°C pendant trois jours, puis conservés dans des boites en polystyrène. La spectrométrie gamma a été réalisée au LSCE de Gif-sur-Yvette sur deux demi-carottes du Rhône court-circuité de Péage-de-Roussillon : C10a et C10b.

I.3. La spectrométrie Gamma

L'échantillon est protégé de la radioactivité ambiante par un château de plomb. Les photons gamma sont détectés à l'aide d'un détecteur de germanium, caractérisé par une grande pureté, un bruit de fond très faible et une efficacité relative de 20,6%. Ce type de détecteur présente une excellente efficacité aux basses énergies, ce qui est particulièrement nécessaire pour les isotopes qui nous intéressent dans notre étude (soit 46.52 keV pour le 210Pb et 600 KeV pour le ¹³⁷Cs). Chaque comptage s'effectue sur une durée de 24 heures au minimum. Le spectre gamma ainsi obtenu met en évidence des marqueurs géochimiques (K, U, Th) et des marqueurs temporels (⁷Be, ²¹⁰Pb, ¹³⁷Cs).

I.3.a. Le plomb 210

Cet isotope radioactif du Plomb est issu de la chaine de désintégration de ²³⁸U. Ce dernier est contenu naturellement dans la croute terrestre, et subit la chaine de désintégration suivante : Uranium 238 (²³⁸U) > Uranium 234 (²³⁴U) > Thorium 230 (²³⁰Th) > Radium 226 (²²⁶Ra) > Radon 222 (²²²Rn).

Le ²²²Rn ainsi généré est un gaz inerte. Lorsqu'il est produit à proximité de la surface, le gaz s'échappe dans l'atmosphère où il se désintègre (demi-vie de 3,8 jours) en un radionucléide métallique, le Polonium 218 (²¹⁸Po) qui se désintègre en quelques minutes en ²¹⁰Pb (demi-vie de 22,3 ans). Le ²¹⁰Pb s'adsorbe sur des aérosols submicroniques et retombe sur la surface terrestre sous forme de précipitations sèches et humides (de 50 à 75%. Le ²¹⁰Pb peut se fixer sur les sédiments en raison de sa forte affinité particulaire. Suite aux retombées atmosphériques d'aérosols, la majorité du ²¹⁰Pb se retrouve ainsi stockée dans les alluvions des cours d'eau. Ce plomb est dit « non supporté » car sa quantité au sein d'un sédiment diminue avec le temps selon la loi de décroissance radioactive suivante :

$$A = A_0 e^{-\Delta t}$$

où t correspond au temps écoulé depuis la sédimentation, A_0 à l'activité initiale du dépôt, A à l'activité mesurée au temps t et Δ la constante de décroissance.

Le principe de datation via le ²¹⁰Pb s'appuie sur l'hypothèse que le flux atmosphérique de ²¹⁰Pb est constant, ce qui implique que l'activité de l'isotope radioactif à la surface des sédiments reste toujours identique. Cette hypothèse permet en mesurant l'activité du plomb non supporté à un horizon sédimentaire et en appliquant la loi de décroissance radioactive de déterminer l'âge des sédiments : $A=A_0 e-\Delta t$ soit $t = (-\Delta/ln2)*ln(A/A_0)$. Sur l'hypothèse que le ²²²Rn est en équilibre avec le ²²⁶Ra, l'excès de ²¹⁰Pb est obtenu par la soustraction de l'activité spécifique de la totalité du ²¹⁰Pb à l'activité du ²²⁶Ra.

I.3.b. Le Césium 137

Le Césium 137 (¹³⁷Cs, T_{1/2} = 30 ans) est un émetteur provenant notamment de la fission de l'Uranium-235 et de l'Uranium-238. Purement artificiel, les sources et le cycle des émissions atmosphériques de cet élément sont identiques au plutonium : il s'agit principalement de bombes à ciel ouvert et des accidents nucléaires. Ainsi, de 1954 à 1962 (maximum des émissions en rapport avec le Limited Test Ban Treaty) 5,18.10¹⁷ Bq de ¹³⁷Cs ont été introduits dans l'atmosphère et répandus à l'échelle globale. Le 26 avril 1986 se produit l'accident de Tchernobyl qui a des conséquences plus locales. 79% (soit 7700 Bq.m-² en moyenne) de ces retombées touchent l'Europe.

Le Césium présente une forte affinité pour la phase argileuse dans des conditions de surface et d'eau douce. La demi-vie du ¹³⁷Cs (30 ans) et sa fonction d'entrée dans l'environnement font que cet élément est particulièrement adapté à la détermination de taux d'érosion et de sédimentation à l'échelle séculaire.

I.4. Les mesures chimiques XRF

Les mesures par spectrométrie de fluorescence des rayons X, ou XRF, sont des mesures non destructives. Elles ont été réalisées par Madame Anne-Lise Develle, de la composante CISM du laboratoire EDYTEM, avec un pas d'échantillonnage de 5 mm sur l'ensemble des six archives sédimentaires prélevées sur le RCC de Péage-de-Roussillon.

Le principe de la spectrométrie de fluorescence X repose sur l'exploitation de l'effet photoélectrique. L'appareil utilisé est un core-scanner Avaatech Variable Optical XRF System. Chaque échantillon est bombardé de rayons X émis par une anode de rhodium susceptible d'exciter les éléments allant du magnésium à l'uranium. Les photons excités d'énergie caractéristique des éléments sont détectés par un capteur de rayons X Silicon Drift Detector, ou SDD, et un nombre de coups pour chaque énergie est enregistré. L'analyse se déroule sous une atmosphère d'hélium, et la surface de mesure est suffisamment grande pour que l'inhomogénéité du sédiment n'empêche pas la mesure d'être représentative. Les coups enregistrés sont retranscrits sous forme de pics centrés sur l'énergie propre des éléments sondés, dans un diagramme compte-de-coups / énergie. Le signal est ensuite intégré de manière à ce qu'à chaque élément détecté soit associée une surface. Cette surface sera alors représentative de la concentration de l'élément à la profondeur scannée.

Puisque seule une fraction des atomes d'un élément sera excitée par rayon X, il est important de noter que la mesure XRF n'est qu'un indicateur de concentration, et non pas une mesure de la concentration totale de chaque élément dans l'échantillon.

Les résultats transmis ont été nettoyés : les mesures multiples ont été remplacées par leur valeur moyenne, les surfaces de pics négatives ainsi que les points aberrants ont été supprimés.

I.5. L'analyse chimique quantitative

Les échantillons ont été prélevés sur une épaisseur de 0,5 cm, de façon à pouvoir coïncider avec l'échantillonnage des analyses au Core-Scanner. Sur cet échantillon, 100 mg ont été prélevés afin de réaliser une minéralisation par four à micro-onde CEM / Xpress. Cette minéralisation s'effectue avec 2 mL de HNO3 ultrapur et de 6 mL de HCI ultrapur. La montée en température jusqu'à 180°C est réalisée en 15 min avec un palier de 30 min. Les échantillons sont ensuite filtrés sur des filtres Whatmann n° 541 puis repris dans 25 mL.

Toutes les mesures sont donc réalisées sur 25 mL de minéralisat filtré.

I.6. Les analyses PCB

Les polychlorobiphényles (PCB) sont une famille d'organochlorés comptant 209 congénères. Bien qu'ils soient tous théoriquement analysables, les mesures à des fins environnementales sont généralement effectuées sur seulement une vingtaine de congénères (limites analytiques et coût élevé) ; plus généralement, les études se limitent aux 7 PCB indicateurs.

Dans le cadre de ce programme, ont été analysés pour chaque échantillon les 7 PCB indicateurs : # 101, # 118, # 138, # 153, # 180, # 28, # 52.

Aucune normalisation au carbone organique total ou à la granulométrie n'est exigée dans les mesures de PCB sur les sédiments faites par les services de l'État, les gestionnaires, les associations de protection de la nature, les industriels, etc. Pourtant, il a été démontré que les PCB présentent des affinités avec la matière organique et les particules fines (granulométrie < 63 μ m).

Toutes les analyses en PCBi des sédiments proviennent du laboratoire EUROFIN / LABERCA : elles peuvent donc être comparées. Dans ce laboratoire, l'extraction des dioxines et PCBi est normalement réalisée pour des sédiments selon la méthode accréditée QMA 504-192. Elle comporte trois grandes étapes, que sont la préparation de l'échantillon et l'extraction, la purification de l'extrait et l'analyse par HRGC-HRMS (Chromatographie gazeuse capillaire couplée à une spectrométrie de masse haute résolution).

II. Résultats

II.1. Les carottes analysées et leur environnement sédimentaire

Les **Figures 2 à 11** présentent les carottes (représentées par leur description sédimentologique) sur les radargrammes correspondant acquis à l'antenne de 200 MHz et à l'antenne de 400 MHz. Elles sont présentées d'amont en aval sur le RCC de Péage-de-Roussillon, soit la carotte C3 située sur le site 3, les carottes C10a, C10b et C10c sur le site 10 et les carottes C12a et C12b sur le site 12.

II.1.a. Le site 3 et la carotte C3

La Figure 2 représente le radargramme acquis à l'antenne de 200 MHz (d'une longueur totale de 30 mètres), ainsi que les deux radargrammes courts acquis à l'antenne de 400 MHz (chacun d'une longueur d'environ 15 mètres) acquis perpendiculairement l'un à l'autre au droit de la carotte C3, en rive droite du Rhône. Ces radargrammes sont traités, de façon à rendre la position des réflecteurs plus lisible et leur interprétation plus aisée (voir le livrable 2 pour plus de précisions sur la méthode de traitement des radargrammes).

La **Figure 3** présente ces mêmes radargrammes, avec leur interprétation en termes de structures sédimentaires, de façon à dans un premier temps caractériser leur environnement de dépôt et de pouvoir dans un second temps extrapoler les résultats d'analyses chimiques.

La carotte C3 est proche du Rhône, et les structures principales se décomposent, de la surface vers la profondeur :

- d'une structure de surface, d'une épaisseur d'environ 50 cm, représentée en rose ; cette structure est continue sur l'ensemble du transect ;
- d'un remplissage de type chenal, sableux, représenté en gris ;
- d'un remplissage sous forme de lentilles silteuses, représenté en jaune moutarde ;
- d'un remplissage plus profond (à partir d'environ 3 mètres de profondeur), plus fin (silts et argiles), représenté en violet.

Cette carotte n'a pas été analysée plus en détails (chimie, core scanner,) car elle se situe dans une zone de sédimentation ancienne (antérieure au XIXe siècle).



Figure 2 : La carotte C3 représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants.



Figure 3 : La carotte C3 représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants et interprétation des structures sédimentaires constituant l'environnement de dépôt.

II.1.b. Le site 10 et les carottes C10c, C10b et C10a

La **Figure 4** représente le radargramme acquis à l'antenne de 200 MHz, ainsi que les deux radargrammes courts acquis à l'antenne de 400 MHz (chacun d'une longueur d'environ 20 mètres) acquis perpendiculairement l'un à l'autre au droit des carottes, et ce pour la carotte C10a et la carotte C10b (en rive droite du Rhône, au niveau de l'Ile du Gouverneur). Ces radargrammes sont traités, de façon à rendre la position des réflecteurs plus lisible et leur interprétation plus aisée (voir précédent livrable pour plus de précisions sur la méthode de traitement des radargrammes). La **Figure 5** représente ces mêmes radargrammes pour la carotte C10c.

Les **Figure 5**, **Figure 6** et **Figure 7** représentent ces mêmes radargrammes, mais avec l'identification des structures sédimentaires qui constituent l'environnement de dépôt des carottes. Cette identification se fait en premier lieu sur les radargrammes courts, réalisés à l'antenne de 400 MHz, en raison de sa meilleure résolution verticale. Ceci est particulièrement nécessaire dans le cas de l'environnement sédimentaire de la carotte C10b, car le signal est très atténué sur le radargramme acquis à l'antenne de 200Mz.

Une fois les structures identifiées sur les radargrammes courts, nous pouvons la reporter sur le radargramme long, et ainsi déterminer la position de ces structures sur une emprise spatiale plus importante.

La carotte C10b a été prélevée dans un ancien chenal, dont le remplissage est essentiellement composé d'éléments fins (cf. précédent livrable pour la présentation des analyses granulométriques). Ce dépôt de particules fines est constaté à la fois au niveau de la description sédimentologique de l'archive sédimentaire, des résultats granulométriques, et de la lecture des radargrammes (le signal est atténué lors de sa propagation dans les particules fines). Nous avons donc représenté ces structures de remplissage du chenal d'une couleur spécifique : orange pour la partie du remplissage supérieure, et bleu pour la partie inférieure.

Le radargramme long présente une structure en surface, sur environ 50 cm d'épaisseur, qui est continue sur l'ensemble du transect ; elle est représentée en rose.

Au niveau de l'environnement sédimentaire de la carotte C10a (la plus proche du Rhône), nous observons deux structures différentes, plus en profondeur que la structure de surface : la première, représentée en jaune, est à géométrie de dépôt subhorizontale, de remplissage fin tandis que la seconde, représentée en orange, elle aussi de géométrie de dépôt subhorizontale, est composée de particules plus grossières (sables). Ces deux structures ont une épaisseur d'environ 1 mètre chacune.

Enfin, le radargramme long présente entre 3 et 5 mètres de profondeur, une structure plus grossière, et continue sur l'ensemble du transect ; elle est représentée en violet.

La carotte sédimentaire C10c présente un environnement sédimentaire moins complexe : nous retrouvons cette structure de surface (représentée en rose), et plus en profondeur deux structures principales : une de remplissage plutôt fin et subhorizontale, représentée en marron, et l'autre de remplissage plus grossier (sables), représentée en bleu ciel. Cette dernière structure pourrait être interprétée de manière plus fine, car nous notons la présence de lentilles, mais cette précision n'est pas nécessaire dans la présente étude.





Figure 4 : Les carottes C10a et C10b représentées sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants.



Figure 5 : La carotte C10c représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants.



Figure 6 : Les carottes C10a et C10b représentées sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants et identification des structures sédimentaires constituant l'environnement de dépôt des archives.



Figure 7 : La carotte C10c représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz, en bas) et les transects courts (antenne de 400 MHz, en haut) correspondants et identification des structures sédimentaires constituant l'environnement de dépôt de l'archive.

II.1.c. Le site 12 et les carottes C12b et C12a

Les carottes C12a et C12b ont été prélevées en rive gauche (cf. Figure 1 de localisation des prélèvements).

Les **Figure 8** et **Figure 9** représentent le radargramme acquis à l'antenne de 200 MHz, ainsi que les deux radargrammes courts acquis à l'antenne de 400 MHz (chacun d'une longueur d'environ 20 mètres) acquis perpendiculairement l'un à l'autre au droit des carottes, et ce pour la carotte C12a et la carotte C12b. Ces radargrammes sont traités, de façon à rendre la position des réflecteurs plus lisible et leur interprétation plus aisée (voir le livrable 2 pour plus de précisions sur la méthode de traitement des radargrammes).

Les **Figure 10** et **Figure 11** représentent ces mêmes radargrammes interprétés en termes de structures sédimentaires, de façon à rendre compte de l'environnement de dépôt des archives.

Ces structures principales sont relativement simples. Au niveau de la carotte C12a, nous observons une structure de type sol sur les 20 premiers centimètres. À cette structure succède des remplissages chenalisés, silteux, puis plus en profondeur des structures de type lentilles plus sableuses. Enfin, à partir d'environ 3 mètres de profondeur, nous observons une structure plus continue, et de remplissage plus fin.

Au niveau de la carotte C12b, nous retrouvons ces mêmes structures (à l'exception de la structure de surface), mais déposées de manière plus homogène, et avec une amplitude plus importante.



Figure 8 : La carotte C12a représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants.



Figure 9 : La carotte C12b représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants.



Figure 10 : La carotte C12a représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants et interprétation des structures sédimentaires.



Figure 11 : La carotte C12b représentée sur les transects longs (antenne de 200 MHz) et les transects courts (antenne de 400 MHz) correspondants et interprétation des structures sédimentaires.

II.2. Synthèse des analyses de radionucléides

II.2.a. La carotte C10a



Figure 12 : Résultats des analyses en radionucléides (²¹⁰Pb, ¹³⁷Cs et ⁷Be) pour chaque échantillon de la carotte C10a, en Bq.

Nous avons prélevé 20 échantillons sur la carotte C10a, et 20 échantillons sur la carotte C10b. Les valeurs inférieures au seuil de détection ont été remplacées par la moitié de celui-ci. L'ensemble des résultats des analyses en radionucléides est présenté en **Annexe 1**.

La **Figure 12** représente les résultats des analyses réalisées sur la carotte C10a pour les éléments ²¹⁰Pb, ¹³⁷Cs et ⁷Be. Nous avons choisi de représenter les résultats du ⁷Be, car cet isotope du béryllium a un temps de demi-vie très court, de 53 jours ; sa présence signe donc des dépôts très récents, et, *a contrario*, son absence nous permettra de valider une hypothèse de dépôts plus anciens. Les valeurs du ²¹⁰Pb sont bien celles de l'activité spécifique de la totalité du plomb 210.

Les valeurs du ²¹⁰Pb présentent une décroissance, mais ont de faibles valeurs, ce qui rend l'extrapolation d'un taux de sédimentation extrêmement délicat, surtout dans ces circonstances de dépôt : les structures sédimentaires sont atterries, nous ne connaissons pas la date du dépôt de surface (donc nous n'avons pas de temps 0), et les dépôts ne sont pas continus.

Cependant, nous pouvons essayer de calculer le taux de sédimentation en utilisant le plomb dit « en excès » ou encore « non supporté », dont les valeurs correspondent aux valeurs du ²¹⁰Pb soustraites à l'activité du ²²⁶Ra (sur l'hypothèse que le ²²²Rn est en équilibre avec le ²²⁶Ra). La **Figure 13** représente les valeurs de l'activité spécifique du ²¹⁰Pb en excès dans les échantillons de la carotte C10a. La ligne en pointillé correspond au pourcentage de fraction fine.

Nous avons représenté l'évolution de la fraction fine en fonction de la profondeur d'échantillonnage dans le but de pouvoir identifier d'éventuelles passées sableuses qui ne correspondraient qu'à un seul évènement de crue, afin de pouvoir affiner la courbe de décroissance du plomb. Malheureusement, de 0 à 80 cm de profondeur, le sédiment est essentiellement silteux ; nous ne pouvons donc pas retrancher des valeurs de l'activité du ²¹⁰Pb. La décroissance du ²¹⁰Pb n'est donc pas exploitable pour proposer un taux de sédimentation et par conséquent un modèle d'âge.



Figure 13 : Activité spécifique (en Bq) du 210Pb en excès dans la carotte C10a, en fonction de la profondeur d'échantillonnage (en cm) ; en vert : les valeurs au-dessus du seuil de détection, en rouge : les valeurs en dessous du seuil de détection, donc remplacée par la moitié de ce dernier.

Les valeurs du ¹³⁷Cs sont également très faibles, et surtout nous ne constatons pas la présence d'un pic, qui signerait ou l'accident de Tchernobyl en 1986, ou encore le moratoire des Essais Nucléaires Aériens de 1964. Cette absence de pic de ¹³⁷Cs nous permet cependant de conclure que les structures sédimentaires investiguées par cet échantillonnage se sont mises en place dans une période antérieure ou à 1986, ou à 1964, ce qui est corroboré par les très faibles valeurs du ⁷Be.

Les analyses ne détectent pas de présence de ²⁴¹Am. La présence de cet élément aurait signifié de manière certaine les ENA de 1964 ; cependant, son absence ne permet pas de déterminer pour autant l'évènement de la catastrophe de Tchernobyl de 1986, en raison (i) de la difficulté de détection de cet élément et (ii) la faible quantité de matériel sédimentaire mis à disposition du laboratoire. Au contraire de sa présence, l'absence de ²⁴¹Am n'est donc pas suffisamment contraignante pour nous permettre de faire un choix éclairé entre ENA et Tchernobyl.



II.2.b. La carotte C10b

Figure 14 : Résultats des analyses en radionucléides (²¹⁰Pb, ¹³⁷Cs et ⁷Be) pour chaque échantillon de la carotte C10b, en Bq.

La carotte C10b présente les mêmes caractéristiques que la carotte C10a (**Figure 14**) : la décroissance du Pb²¹⁰ n'est pas exploitable (**Figure 15**), et aucun pic de ¹³⁷Cs n'est visible. Cependant, nous observons sur les premiers centimètres de la carotte une augmentation du taux de ¹³⁷Cs, sans présence d'américium. Les carottes C10a et C10b semblent avoir fonctionné de manière similaire, avec cependant un enregistrement plus long pour la carotte C10b.



Figure 15 : Activité spécifique (en Bq) du 210Pb en excès dans la carotte C10a, en fonction de la profondeur d'échantillonnage (en cm) ; en vert : les valeurs au-dessus du seuil de détection, en rouge : les valeurs en dessous du seuil de détection, donc remplacées par la moitié de ce dernier.

Nous tirons les mêmes conclusions, avec le même raisonnement, pour la carotte C10b que pour la carotte C10a : l'analyse seule des radionucléides ne nous permet pas de proposer un modèle d'âge pour cette archive.

L'étude des résultats des métaux et des PCBi nous permettra cependant de procéder par convergence de signaux pour proposer, en dépit de ces difficultés, une hypothèse de temporalité de dépôt pour les deux carottes C10a et C10b et également pour l'ensemble des archives prélevées dans le RCC de Péage-de-Roussillon.

II.3. Corrélation entre les analyses chimiques qualitatives et les analyses chimiques quantitatives

Le Core-Scanner est une méthode d'analyse chimique rapide, complète, non destructive, et le pas d'échantillonnage peut être faible (0,5 cm dans notre étude). Cependant, les résultats sont des résultats qualitatifs, qui représentent l'aire du pic détecté.

Les éléments analysés au Core-Scanner sont : l'aluminium (Al), le silicium (Si), le phosphore (P), le soufre (S), le chlore (Cl), le potassium (K), le calcium (Ca), le titane (Ti), le chrome (Cr), le manganèse (Mn), le fer (Fe), le rhodium (Rh), le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le gallium (Ga), le brome (Br), le rubidium (Rb), le strontium (Sr), l'yttrium (Y), le zirconium (Zr), le niobium (Nb), le molybdène (Mo), le plomb (Pb) et le bismuth (Bi). Le pas d'échantillonnage est de 0,5 cm. L'ensemble des résultats pour les six carottes est regroupé en **Annexe 2**.

Des analyses quantitatives ont été réalisées au laboratoire LEHNA-IPE, afin de compléter les investigations chimiques sur les carottes, de proposer des comparaisons entre ces deux natures de résultats différentes et de valider nos interprétations des analyses qualitatives, qui sont plus complètes.

Les éléments analysés sont : le zinc (Zn), le plomb (Pb), le nickel (Ni), le cadmium (Cd), le cuivre (Cu) et le mercure (Hg). Les échantillons sont prélevés sur 0,5 cm, et le pas d'échantillonnage est en moyenne de 6 cm. L'ensemble des résultats pour les six carottes est présenté en **Annexe 3**.

La réglementation pour la qualité des sédiments issus de cours d'eau et de canaux de navigation est définie en France dans l'article 1er de l'arrêté du 09 août 2006. Ces seuils de qualité influencent par exemple le régime de l'opération de dragage (autorisation ou déclaration) ou de remise des sédiments dans le cours d'eau. Ces seuils s'appliquent à 8 métaux lourds, ainsi qu'aux HAP et PCB totaux, et sont rappelés dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Seuils de qualité (mg/kg de sédiment sec, analyse sur la fraction <2mm) pour les métaux lourds pris pour les sédiments de cours d'eau ou de canaux de navigation, d'après l'arrêté du 09 Août 2006.

Élément	Cuivre	Mercure	Zinc	Nickel	Chrome	Plomb	Cadmium	Arsenic
Seuil S1 (mg/kg MS)	100	1	300	50	150	100	2	30

Afin de comparer les résultats des analyses quantitatives avec le seuil S1, le **Tableau 2** présente les valeurs maximales, minimales et moyennes des éléments, et ce pour chacune des carottes.

Tableau 2 : Maximum, minimum et moyenne des analyses chimiques quantitatives pour chaque carotte échantillonnée.

Carotte	Valeurs	Cuivre en mg/kg MS	Plomb en mg/kg MS	Zinc en g/kg MS	Nickel en mg/kg MS	Cadmium en mg/kg MS	Mercure en mg/kg MS
	Max	30,5	44,3	0,1	31,0	0,8	0,3
C10a	Min	4,5	7,6	0,02	9,3	0,1	0,1
	Moyenne	18,7	29,0	0,08	22,5	0,4	0,2
	Max	34,8	50,9	0,2	32,6	1,4	0,4
C10b	Min	7,0	12,4	0,04	14,2	0,1	0,1
	Moyenne	20,4	30,3	0,09	24,7	0,4	0,2
	Max	17,3	53,7	0,1	28,0	0,5	ND
C10c	Min	3,3	9,1	0,03	8,1	0,1	ND
	Moyenne	8,0	24,1	0,05	19,8	0,2	ND
	Max	36,2	44,3	0,1	25,1	0,8	1
C12a	Min	3,6	3,4	0,01	4,7	0,1	0,1
	Moyenne	13,7	20,8	0,06	14,9	0,3	0,2
C12b	Max	45,2	31,6	0,1	21,2	0,6	0,3
	Min	2,7	6,1	0,02	8,1	0,1	0,1
	Moyenne	14,6	12,7	0,04	14,7	0,2	0,2

Nous notons que pour l'ensemble des analyses quantitatives réalisées sur les archives sédimentaires prélevées dans le Rhône court-circuité de Péage-de-Roussillon, les valeurs sont inférieures au seuil S1 pour les éléments cuivre, plomb, zinc, nickel, cadmium et mercure. Un seul échantillon présente une valeur limite pour le mercure : l'échantillon de la carotte C12a à une profondeur de 29 cm (soit de 29 à 29,5 cm). Par mesure de précaution, le laboratoire a effectué la mesure deux fois, et cette valeur est confirmée.

Les éléments en commun pour les deux méthodes d'analyses (quantitatives et qualitatives) sont au nombre de 3 : le cuivre (Cu), le zinc (Zn) et le plomb (Pb).

Les **Figure 16**, **Figure 17** et **Figure 18** représentent la répartition de chaque échantillon analysé à la fois en analyse chimique qualitative (Core-Scanner, axe horizontal) et en analyse chimique quantitative (axe vertical) pour chacun de ces trois éléments. L'équation de la droite de régression est indiquée sur le graphique, et prend en compte l'ensemble des points.



Figure 16 : Comparaison des données chimiques qualitatives et quantitatives pour le cuivre.



Figure 17 : Comparaison des données chimiques qualitatives et quantitatives pour le zinc.



Figure 18 : Comparaison des données chimiques qualitatives et quantitatives pour le plomb.

La meilleure corrélation entre les analyses chimiques qualitatives et les analyses chimiques quantitatives est obtenue pour le zinc (R² de la régression linéaire égal à 0,74, contre 0,56 pour le plomb et 0,36 pour le cuivre). C'est donc cet élément qui sera analysé en priorité, et nous considérons que les données du Core-Scanner sont fiables.

II.4. Synthèse des analyses chimiques

L'ensemble des résultats en analyses chimiques qualitatives (Core-Scanner) est présenté en **Annexe 2**, et celui des analyses chimiques quantitatives est présenté en **Annexe 3**. Le lecteur qui souhaitera consulter les résultats exhaustifs pourra s'y reporter. Ces résultats sont présentés en fonction de la longueur de la carotte.

Durant le processus de carottage, nous avons observé un tassement du matériel, dont le taux est renseigné dans le livrable précédent. Pour les résultats présentés dans cette section du rapport, nous avons transformé cette longueur en profondeur réelle, de façon à extrapoler les résultats sur l'ensemble des structures sédimentaires présentées dans la partie II.1.

Les résultats présentés en **Annexes 2 et 3** sont des résultats bruts, donc non normalisés. Cependant, comme nous souhaitons d'une part analyser la pollution comprise dans ces structures sédimentaires, et d'autre part utiliser des potentiels périodes d'émission en polluants afin de confirmer nos hypothèses sur les temporalités de dépôt présentées dans la partie II.2, nous avons choisi de normaliser les résultats qualitatifs en plomb, zinc et cuivre avec l'élément rubidium. Cet élément est en effet représentatif des processus biologiques, physiques et chimiques dans un contexte sédimentaire (B. Mourier et al., 2015). Il est corrélé à la fraction fine, et la normalisation pour permet ainsi d'observer l'évolution de la pollution de manière indépendante de la granulométrie.

Les Figures 19 à 29 présentent ces résultats pour l'ensemble des carottes échantillonnées, d'amont en aval.

II.4.a. Le site 3 et la carotte C3

La carotte C3 présente des évolutions de pollution en adéquation avec les structures sédimentaires préalablement identifiées (Figure 19 et Figure 20) :

de 0 à environ 30 cm de profondeur, la structure de surface (représentée en rose) contient des valeurs relativement élevées en Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb (avec des moyennes respectivement de 0,075, 0,22 et 0,44); ces éléments présentent une décroissance avec la profondeur; la

granulométrie de cette structure de surface est plutôt fin base e, avec une passée sableuse à (moyenne du D50 à 220 μ m et 17% de fraction fine) ;

- de 30 à environ 85 cm de profondeur (structure sédimentaire représentée en gris), les valeurs en Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb sont plus stables et ne présentent pas de variations très importantes ; elles sont centrées sur des moyennes égales ou légèrement inférieures à la structure de surface (respectivement de 0,078, 0,21 et 0,36) ; cette structure est de type remplissage de chenal, et nous notons la présence de nombreuses passées sableuses (D50 de 230 µm en moyenne, et seulement 6% de fraction fine) ;
- de 85 à environ 230 cm de profondeur (structure sédimentaire identifiée en jaune), les valeurs de CU/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb sont stables ; la granulométrie est également relativement stable, avec une présence plus importante de silts que dans la structure supérieure (D50 en moyenne de 180 µm et 20% de fraction fine) ;
- de 230 cm de profondeur à la base de la carotte, soit 280 cm de profondeur (structure représentée en violet), les valeurs en Cu/Rb, PB/Rb et Zn/Rb présente des variations corrélées avec les variations granulométriques : ces valeurs sont plus importantes dans les passées les plus fines. Cette structure présente une granulométrie de type silts et argiles (D50 en moyenne de 133 µm et 40 % de fraction fine), et est continue sur l'ensemble du transect.

Le **Tableau 3** synthétise les valeurs moyennes en Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb dans chacune des structures sédimentaires investiguées.

Tableau 3 : Valeur moyenne de Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb dans la carotte C3 pour chacune des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes.

Site	Carotte	Structure sédimentaire identifiée sur les radargrammes	Cu/Rb	Pb/Rb	Zn/Rb
3	C3		0,09	0,26	0,56
			0,08	0,21	0,35
			0,09	0,25	0,35
			0,1	0,25	0,29
Carotte C3



Figure 19 : Résultats des analyses granulométriques (D50) et des analyses chimiques qualitatives (Core-Scanner) pour le cuivre, le plomb et le zinc, normalisés au rubidium pour la carotte C3.



Figure 20 : Résultats des analyses chimiques qualitatives en cuivre, plomb et zinc normalisés au rubidium en fonction de la profondeur et des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes pour la carotte C3.

II.4.b. Le site 10 et les carottes C10a, C10b et C10c

Au niveau de la <u>carotte C10a</u> (Figure 21 et Figure 23), la couche de surface (représentée en rose, présente jusqu'à 25 cm de profondeur environ) présente les valeurs de Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb les plus fortes de l'ensemble de l'archive. Cette couche peut représenter la couche déposée le plus récemment (soit dans les années 1960 selon notre proposition de temporalité de dépôt, cf. partie II.2.a du présent rapport), ou encore une couche plus récente, remobilisée et déposée par un évènement de crue. Cette dernière hypothèse semble cependant moins probable, en raison de la position de la carotte, relativement éloignée des berges du Rhône. De plus, cette couche présente un début de pédogénèse, ce qui confirme sa nature ancienne et non active. La valeur moyenne du D50 est de 20µm et le pourcentage de fraction fine est 77%).

À cette couche de surface, succède une couche d'environ 1 mètre d'épaisseur, de 25 à 95 cm de profondeur, représentée en jaune. Le remplissage est de nature silteuse et argileuse (le D50 a une valeur moyenne de 26 µm et cette couche présente un pourcentage moyen de fraction fine de 74,4%). Les valeurs de Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb sont relativement stables, avec une légère diminution du Zn/Rb avec la profondeur.

La dernière couche présente dans la carotte C10a (représentée en vert sur le radargramme et sur les profils de pollution) est beaucoup plus sableuse : le D50 a une valeur moyenne de 204 µm et la fraction fine ne représente que 17%). Les profils de pollution varient dans des proportions plus importantes que la couche supérieure, avec des pics observés dans la fine couche d'argiles aux alentours de 105 cm de profondeur. Cette structure plus profonde a été mise en place par des processus hydrosédimentaires différents, marqués par des débits plus importants. En dépit de ces pics de pollution présents à 105 cm de profondeur, la pollution y est globalement plus faible.

La <u>carotte C10b</u> a été prélevée dans des structures chenalisées. Nous retrouvons la même couche de surface (toujours représentée en rose, **Figure 22** et **Figure 23**) sur les 20 premiers centimètres d'épaisseur. Les valeurs de pollution métallique y sont élevées, de la même façon que pour la carotte C10a. La valeur moyenne du D50 est de 16 µm et le pourcentage de fraction fine de 84%.

Les structures du chenal (en orange puis en bleu) sont de nature silteuse et argileuse : le D50 présente une valeur moyenne pour ces deux structures de 58 µm, et la fraction fine est de 64%. Les valeurs de CU/Rb, Pb/Rb et ZN/Rb sont stables, de manière très analogue à la couche jaune de l'environnement sédimentaire de la carotte C10a. Au vu de la nature sédimentaire de ces trois structures et des valeurs de pollution, elles pourraient avoir été déposées selon la même temporalité.

La carotte C10c est située, comme les carottes C10a et C10b, sur l'Ile du Gouverneur (cf. **Figure 1**). Elle est la plus éloignée du fleuve Rhône, séparée des carottes C10a et C10b par un bras toujours actif.

Cette carotte présente en surface et jusqu'à 20 cm de profondeur une couche sédimentaire où la pollution est moins importante que sur le reste de l'archive (couche représentée en rose, **Figure 24** et **Figure 25**).

Lui succède une couche de nature silteuse et argileuse (le D50 a une valeur moyenne de 65 µm), jusqu'à 170 cm de profondeur, représentée en marron Les valeurs en Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb sont stables, et en légère diminution avec la profondeur. Cette couche, de par ses valeurs de pollution et sa granulométrie, semble similaire aux couches (i) jaune de l'environnement sédimentaire de la carotte C10a et (ii) orange et bleue du chenal de l'environnement sédimentaire de la carotte C10b.

À cette couche succède en profondeur une couche beaucoup plus sableuse (le D50 a une valeur moyenne de 350 µm), représentée en bleu ciel. Les taux de pollution sont toujours relativement faibles, avec des variations cependant plus importantes, vraisemblablement liées au mode de dépôt et aux variations granulométriques. Cette couche présente de fortes similitudes avec la couche représentée en vert dans l'environnement sédimentaire de la carotte C10a.

Carotte C10a



Figure 21 : Résultats des analyses granulométriques (D50) et des analyses chimiques qualitatives (Core-Scanner) pour le cuivre, le plomb et le zinc, normalisés au rubidium pour la carotte C10a.

Carotte C10b



Figure 22 : Résultats des analyses granulométriques (D50) et des analyses chimiques qualitatives (Core-Scanner) pour le cuivre, le plomb et le zinc, normalisés au rubidium pour la carotte C10b.



Profil GPR-10a traité, antenne de 200 MHz (exagération verticale x2)



Figure 23 : Résultats des analyses chimiques qualitatives en cuivre, plomb et zinc normalisés au rubidium en fonction de la profondeur et des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes pour les carottes C10a et C10b.

Carotte C10c



Figure 24 : Résultats des analyses granulométriques (D50) et des analyses chimiques qualitatives (Core-Scanner) pour le cuivre, le plomb et le zinc, normalisés au rubidium pour la carotte C10c.



Figure 25 : Résultats des analyses chimiques qualitatives en cuivre, plomb et zinc normalisés au rubidium en fonction de la profondeur et des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes pour la carotte C10c.

Le **Tableau 4** synthétise les valeurs moyennes en Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb dans chacune des structures sédimentaires investiguées pour l'ensemble du site 10.

Tableau 4 : Valeur moyenne de Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb dans les carottes C10a, C10b et C10c pour chacune des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes.



II.4.c. Le site 12 et les carottes C12a et C12b

La <u>carotte C12a</u> rencontre en surface, jusqu'à environ 10 cm de profondeur, une structure sédimentaire présentant un début de pédogénèse (représentée en marron, **Figure 26** et **Figure 27**). Les valeurs de Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb sont plus élevées dans cette structure que sur le reste de l'ensemble de l'archive sédimentaire.

À cette couche de surface succède de 10 à environ 90 cm de profondeur une structure sédimentaire silteuse (le D50 a une valeur moyenne de 76 µm, et la fraction fine est de 65 %). Les valeurs de pollution sont relativement stables.

La structure plus en profondeur (de 90 à 215 cm de profondeur) est représentée en rose. Elle est plus sableuse (le D50 a une valeur moyenne de 272 µm, et la fraction fine est de 15%). Les valeurs en pollution métallique présentent des variations importantes au sein de cette structure, mais les valeurs sont plus faibles, comparativement aux autres structures supérieures investiguées.

La <u>carotte C12b</u> est située sur le même transect que la carotte C12a, et est plus éloignée du Rhône. Les structures investiguées sont similaires (**Figure 28** et **Figure 29**) :

- une structure sédimentaire silteuse, représentée en jaune (le D50 a une valeur moyenne de 50 µm, et le pourcentage de fraction fine est de 55%). Les valeurs de pollution métallique sont élevées, mais en diminution constante avec la profondeur ;
- une structure sédimentaire plus sableuse, représentée en rose (le D50 a une valeur moyenne de 148 µm, et la fraction fine y est de 18%). Les valeurs de pollution en CU/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb présentent de légères variations, mais y sont globalement plus faibles que dans la structure supérieure.

La carotte C12b présente à sa base une couche de graviers, qui n'a pas été analysée.

Carotte C12a



Figure 26 : Résultats des analyses granulométriques (D50) et des analyses chimiques qualitatives (Core-Scanner) pour le cuivre, le plomb et le zinc, normalisés au rubidium pour la carotte C12a.



Figure 27 : Résultats des analyses chimiques qualitatives en cuivre, plomb et zinc normalisés au rubidium en fonction de la profondeur et des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes pour la carotte C12a.

Carotte C12b



Figure 28 : Résultats des analyses granulométriques (D50) et des analyses chimiques qualitatives (Core-Scanner) pour le cuivre, le plomb et le zinc, normalisés au rubidium pour la carotte C12b.



Figure 29 : Résultats des analyses chimiques qualitatives en cuivre, plomb et zinc normalisés au rubidium en fonction de la profondeur et des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes pour la carotte C12b.

Le **Tableau 5** synthétise les valeurs moyennes en Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb dans chacune des structures sédimentaires investiguées pour l'ensemble du site 12.

Tableau 5 : Valeur moyenne de Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb dans les carottes C12a et C12b pour chacune des structures sédimentaires identifiées sur les radargrammes.



II.5. Synthèse des analyses de PCBi et chroniques historiques de pollution des deux archives sédimentaires échantillonnées

39 analyses en PCBi ont été réalisées par le laboratoire LABERCA / EUROFINS : 19 analyses sur la carotte C10a (un flacon a été cassé durant le transport, et le matériel sédimentaire a été perdu) et 20 analyses sur la carotte C10b. les échantillons ont été prélevés sur 1 cm d'épaisseur, avec un pas d'échantillonnage de 8 cm en moyenne, afin d'investiguer la totalité des deux archives sédimentaires.

Les **Tableau 6** et **Tableau 7** présentent les résultats de ces analyses, avec les côtes centimétriques de chacun des prélèvements.

Les Figure 30 et Figure 31 présentent les résultats en fonction de la profondeur.

Carotte	Côte centimétrique	Somme des 7 PCBi (en µg/kg MS)	Incertitude
	0 – 1 cm	15,835	4,02
	8 – 9 cm	18,905	4,80
	16 – 17 cm	12,286	3,12
		Flacon	cassé
10a	32 – 33 cm	0,451	0,11
C a	40 – 41 cm	0,144	0,04
ŎŤ	48 – 49 cm	0,081	0,02
Car	56 – 57 cm	0,110	0,03
	60 – 61 cm	0,107	0,03
	68 – 69 cm	1,065	0,27
	74 – 75 cm	0,486	0,12
	84 – 85 cm	0,147	0,04

Tableau 6 : Résultats des analyses en PCBi (avec côte centimétrique de chaque échantillon) sur la carotte C10a.

Carotte	Côte centimétrique	Somme des 7 PCBi (en µg/kg MS)	Incertitude
	87 – 88 cm	2,372	0,60
	90 – 91 cm	0,448	0,11
	94 – 95 cm	0,255	0,06
	97 – 98 cm	0,085	0,02
	100 – 101 cm	0,095	0,02
	101 – 102 cm	0,101	0,03
	105 – 106 cm	0,099	0,03
	107 – 108 cm	0,141	0,04

Tableau 7 : Résultats des analyses en PCBi (avec côte centimétrique de chaque échantillon) sur la carotte C10b.

Carotte	Côte centimétrique	Somme des 7 PCBi (en µg/kg MS)	Incertitude
	0 – 1 cm	14,609	3,71
	4 – 5 cm	15,352	3,90
	12 – 13 cm	21,727	5,51
	20 – 21 cm	16,461	4,18
	28 – 29 cm	3,089	0,78
	36 – 37 cm	0,840	0,21
	44 – 45 cm	2,151	0,55
	52 – 53 cm	0,277	0,07
	60 – 61 cm	0,125	0,03
	68 – 69 cm	0,071	0,02
Carotte C10b	84 – 85 cm	0,090	0,02
	92 – 93 cm	10,721	2,72
	100 – 101 cm	0,186	0,05
	110 – 111 cm	0,068	0,02
	112 – 113 cm	0,063	0,02
	124 – 125 cm	0,058	0,01
	132 – 133 cm	0,072	0,02
	146 – 147 cm	0,072	0,02
	151 – 152 cm	0,108	0,03
	157 – 158 cm	0,087	0,02

Carotte C10a



Figure 30 : Résultats des analyses chimiques quantitatives Cu/Rb, Pb/Rb, Zn/Rb et des analyses en PCBi en fonction de la profondeur pour la carotte C10a.

Carotte C10b



Figure 31 : Résultats des analyses chimiques quantitatives Cu/Rb, Pb/Rb, Zn/Rb et des analyses en PCBi en fonction de la profondeur pour la carotte C10b.

Les PCBi ne sont pas présents dans les échantillons analysés, sauf en surface, et ce pour les deux carottes :

- au niveau de la carotte C10a, les PCBi sont présents entre la surface et environ 20 cm de profondeur, ce qui correspond à la zone la plus contaminée au niveau des métaux (notamment Cu/Rb, Pb/Rb et Zn/Rb, cf. partie II – 4.b. du présent rapport). Cette couche est la couche de surface, et présente donc les contaminations les plus importantes en termes de polluants métalliques et organiques de l'ensemble des archives sédimentaires ;
- pour la carotte C10b, nous observons le même type de contamination : les PCBi sont présents sur les 30 premiers cm de la carotte, et absents dans le reste de l'archive sédimentaire. De même que pour la carotte C10a, c'est cette couche qui présente les pollutions métalliques les plus importante du reste de l'archive.

La moyenne de PCBi dans cette structure de surface est de 16 μ g/kg MS pour la carotte C10a et de 15,5 μ g/kg MS pour la carotte C10b.

II.6. Hypothèse de temporalité de dépôt pour l'ensemble des carottes du RCC de Péage-de-Roussillon

Les résultats des analyses de radionucléides pour les carottes C10a et C10b, même s'ils ne nous permettent pas d'extrapoler un taux de sédimentation de manière satisfaisante, peuvent être cependant croisés avec les résultats (i) de la granulométrie, (ii) des PCBi, (iii) des métaux et enfin (iv) des débits journaliers mesurés à la station de Serrières (données CNR), afin de proposer des temporalités de dépôt pour ces archives sédimentaires, et par extrapolation pour l'ensemble des six carottes réalisées sur le RCC de Péage-de-Roussillon.

La **Figure 32** présente les courbes de production/consommation des PCBi en France, ainsi que, pour rappel. L'introduction des PCBi dans l'environnement se situe vers le milieu des années 50, et le pic de production est centré au début des années 70. Consécutivement, et en supposant que les dépôts des carottes C10a et C10b ne sont pas dus à des remobilisations récentes de stocks sédimentaires anciens, nous pouvons situer le haut de ces deux archives sédimentaires entre 1955 et 1965, ce qui serait compatible avec la présence de ¹³⁷Cs si nous imputons cette présence aux ENA de 1964. La **Figure 33** présente ces résultats et ces hypothèses pour a) la carotte C10a et b) la carotte C10b.



Figure 32 : Production et consommation en PCBi (en tonnes) en France.



a) Concentration en PCBi (µg/kg MS) dans la carotte C10a

b) Concentration en PCBi (μ g/kg MS) dans la carotte C10b

Figure 33 : Concentration en PCBi (en µg/kg MS) dans a) la carotte C10a et b) la carotte C10b.

Nous pouvons désormais confronter cette hypothèse avec l'étude des débits journaliers enregistrés à la station de Serrières (données CNR) et en les comparant avec l'évolution de la teneur en sable dans les carottes C10a et C10b. La **Figure 34** représente l'intégralité de ces données de débits, soit du 1^{er} janvier 1920 au 9 janvier 2012.



Figure 34 : Débits (en m3/s) journaliers enregistrés à la station de Serrières (données CNR).

L'enregistrement des débits débute le 1^{er} janvier 1920, soit environ une vingtaine d'années après la mise en place des casiers Girardon. L'aménagement dont nous pouvons constater l'impact sur les débits est bien sûr le barrage de Saint-Pierre-de-Bœuf (mise en service en 1978).

Pour rappel, la **Figure 35** présente l'évolution du pourcentage de sable dans les carottes C10a (en haut) et C0b (en bas) en fonction de la profondeur d'échantillonnage (en cm). L'axe horizontal est présenté avec des valeurs en ordre inverse, afin de faciliter la mise en comparaison avec les débits, l'ordre chronologique évoluant alors dans le même sens que la mise en place des dépôts sédimentaires. Nous partons de l'hypothèse qu'une passée sableuse correspond à un évènement de crue ; les dépôts qui nous semblent correspondre au même évènement hydrologique pour les deux archives ont été matérialisés par des pastilles de couleur.



Figure 35 : Évolution du pourcentage de sable dans a) la carotte C10a et b) la carotte C10b en fonction de la profondeur d'échantillonnage en cm.

Les deux carottes présentent des chutes de granulométrie très identifiables, à 78 cm pour C10a et 60 cm pour C10b. il aurait été plus intuitif d'attribuer cette chute de granulométrie à la mise en place du barrage en 1978, mais cela n'est pas compatible avec les résultats en PCBi, puisque le pic de production des PCBi en France est situé dans le milieu des années 1970. Or, dans les deux carottes, à ces mêmes profondeurs (78 cm et 60 cm), nous n'observons non seulement aucun pic, mais même aucune présence de PCBi. Pour cette raison, et également en raison de la position des carottes par rapport à la berge, nous tendons à imputer cette chute granulométrique à l'action des casiers Girardon. Malheureusement, avec cette hypothèse, nous ne pouvons pas identifier les crues responsables des différents dépôts sableux. Nous remarquons simplement que la carotte C10b présente, sans surprise, un début d'enregistrement antérieur à celui de la carotte C10b, et que nous pouvons retrouver dans les deux carottes les mêmes évènements de crues.

Sans revenir plus longuement sur les résultats des analyses de métaux au Core-scanner, nous constatons que ces hypothèses de temporalité de dépôts sont compatibles avec l'évolution de ces derniers : légère augmentation des concentrations à partir du milieu de la carotte vers la surface, sans la présence de pic, aussi bien pour le plomb que pour le zinc.

En raison du manque de marqueurs temporels, essentiellement dans la base de la carotte, il est cependant trop hasardeux de proposer un taux de sédimentation.

Forts de ces convergences, nous pouvons maintenant revoir les hypothèses de temporalité de dépôts présentées dans le livrable 2, non seulement pour les carottes C10a et C10b, mais également pour toutes les archives prélevées dans le RCC de Péage-de-Roussillon (**Figure 36**). Pour établir les correspondances entre les carottes, nous nous servons du même marqueur granulométrique.



Figure 36 : Hypothèses de temporalité de dépôts pour l'ensemble des cinq archives sédimentaires prélevées dans le RCC de Péage-de-Roussillon.

Nous insistons cependant sur le fait que l'hypothèse présentée dans la figure ci-dessus repose plus sur une convergence de facteurs (radionucléides, granulométrie, analyses de métaux et de PCBi) que sur un marqueur spécifique, surtout en l'absence d'un pic marqué de 137Cs. Elle nécessite donc une confrontation supplémentaire avec les résultats des autres équipes du programme OSR4.

Conclusion

La campagne d'acquisition au radar géologique menée dans le cadre de ce programme sur le RCC de Péage-de-Roussillon (cf. livrable **Traitement et analyse des radargrammes**) a permis (i) de déterminer stratégiquement l'emplacement des carottes et de (ii) caractériser l'environnement sédimentaire de ces archives par l'identification des structures principales sur les radargrammes correspondants (antennes de 200 Mz et de 400 MHz, cf. partie II.1. du présent rapport).

Une fois prélevées, les carottes ont été décrites en termes de lithologie, et analysées avec un pas d'échantillonnage très fin, de l'ordre de 2 à 4 cm (granulométrie et susceptibilité magnétique, cf. livrable **Traitement et analyse des radargrammes**).

Afin de compléter la caractérisation de ces archives sédimentaires, nous avons mené des analyses chimiques (i) d'ordre qualitatif au Core-Scanner, avec un pas d'échantillonnage de 0,5 cm, (cf. partie II.4. et **Annexe 1**) et (ii) quantitatives, au sein du laboratoire LEHNA-IPE (cf. partie II.4. et **Annexe 2**).

Sur l'ensemble des archives, les structures en surface sont globalement plus polluées que les structures plus en profondeur, et ce tant au niveau des contaminants métalliques que des contaminants organiques. Cette structure peut être en continuité avec le reste du remplissage, et avoir enregistré l'introduction des polluants dans l'environnement, ou être une structure en discontinuité, plus récente, consécutive à une remobilisation en amont. Cependant, à l'exception d'un seul échantillon sur la carotte C12a pour le mercure, aucun des échantillons analysés en quantitatif ne dépasse les seuils S1. Les concentrations en PCBi ne dépassent pas elles non plus la valeur seuil de 60 µk/Kg MS.

Concernant l'établissement d'un modèle d'âge, il s'est avéré irréalisable, aussi bien pour la carotte C10a que pour la carotte C10b, en raison de l'absence d'un pic de ¹³⁷Cs sur les deux archives : le ¹³⁷Cs n'est présent que sur les vingt premiers centimètres environ des dépôts. L'absence de ²⁴¹Am n'est malheureusement pas suffisamment contraignante pour imputer de manière certaine cette augmentation de ²³⁷Cs à l'événement de Tchernobyl ou aux Essais Nucléaires Aériens. Cependant, nous avons pu confronter ces résultats aux mesures de PCBi, de métaux et de granulométrie, de façon à proposer une hypothèse de temporalité de dépôt pour les cinq archives prélevées dans le RCC de Péage-de-Roussillon. Les sédiments se seraient déposés depuis le début du XXème siècle (nous supposons voir l'effet des casiers Girardon sur la granulométrie) et dans une période qui reste antérieure à 1965.

La synthèse de l'ensemble des résultats des différents livrables du programme sera effectuée dans le document final, et ces résultats seront complétés par les résultats des équipes partenaires, afin notamment de (i) proposer des grands patrons de sédimentation et de fonctionnement hydrosédimentaire, et (ii) caractériser la pollution métallique et organique sur l'ensemble du RCC de Péage-de-Roussillon.

ANNEXES

Annexe 1 – Résultats des analyses en radionucléides (Laboratoire LSCE, Gif-sur-Yvette)

Sont regroupés dans cette annexe les résultats des analyses en radionucléides réalisées par le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, sur Gif-sur-Yvette.

À l'heure de la rédaction du présent rapport, seuls 6 échantillons de la carotte C10a et 1 échantillon de la carotte C10b ont été analysés.

Pour mémoire, la figure suivante rappelle leur emplacement respectif.



Localisation des archives sédimentaires prélevées sur le RCC de Péage-de-Roussillon

						-													
label		an prof v	veight n (g)	sference c date	ounting _s date	pectrum	detector	géométrie	counting time (s)	Pb210xs	< 2,0 σ	Pb-210	< 2,0 g	Th-234	< 2,0 g	Th-234xs	< 2,0 σ	Ra-226	< 2,0 0
NE PAS MODIFIER LES LIGNES CLDES	SUS																		
096	00€	Coût				9													
C10a	mnu					-					ber	te	vite	sse de séd (cm/ar			-	Ħ	10/2
ENTPE C10a n01 4-5cm 01/03/17 cap ENTPE C10a 11-13cm 22/03/17 min	- 0	4 5	8,35	11/04/16 0 11/04/16 2	1/03/17 0	:10a-01c 10a-02m	cap16 min16	cap16 min16	92302 97778	17 +- 4,5		46+- 4 35+- 4		32 +- 4		< 95 096 < 173 133		30+- 2 20+- 1	
ENTPE C10a 20-21cm 23/03/17 mip	ι m	50	10,23	11/04/16 2	3/03/17	10a-03m	mip16	mip16	101865	< 8,7		33+- 4		29 +- 4		< 169 898		28 +- 2	
	0 (11/04/16		0 0	0 0	VN#	0 0	#N/# #N/#		AIN# AIN#		ANA #N/A		AWA #WA		AN# AN#	
	• •	44	11.84	11/04/16															
	0 7	:		11/04/16		. 0	00	AN#	0	#N/# #N/#		AWA #WA		AINA #NIA		AWA #WA		ANA #NVA	
	0	;		11/04/16		0		VIN#	0	AIN# AIN#		AIN# AIN#		AIN# AIN#		AIN# AIN#		AIN# AIN#	
ENTPE C10a n09 64-65cm 02/03/17 cap	6 6	8	10,07	11/04/16 0	2/03/17	:10a-09c	cap16	cap16	100364	< 6,8		28 +- 3		27 +- 3		< 81 854		27 +- 1	
	2 5			11/04/16				VN#		AIN# AIN#		AIN# AIN#		AIN# AIN#		AVIA #N/A			
	0 12			11/04/16		0	0	¥N/#	0	AIN# AIN#		AWA #NVA		A'N# A'N#		AWA #N/A		AWA #NVA	
	0 13			11/04/16		0	0	V/V#	0	AIN# AIN#		AIN# AIN#		AIN# AIN#		AVA #N/A		AIN# AIN#	
	14	86	8,96	11/04/16		0	0	V/N#	0	AIN# AIN#		AN# AN#		AIN# AIN#		AVA #NVA		AVA #NV#	
	0 15			11/04/16		• •	0 0	V/N#	0 0	ANA #N/A		AN# AN#		AIN# AIN#		#N/# W/#		AN# AN#	
				11/04/10				V/N#		VIN# VIN#				VIN# VIN#					
ENTPE C10a n18 104-105cm 07/03/17 cap	°	104	10.22	11/04/16 0	7/03/17	:10a-18c	cap16	cap16	16083	15.5		16 +- 7		44 +- 9		295230 +- 120 938		21 +- 2	
	0 19			11/04/16		0	0	VN#	0	AIN# AIN#		AIN# AIN#		AIN# AIN#		#N/# W/#		AIN# AIN#	
	0 20			11/04/16		0	•	¥N/¥	0	#N/# #N/#	_	AW# AW#	-	#N/A #N/A	_	#N/# #N/#	_	#N/# W/W	
C10b	mnu																		
	0			11/04/16		•	•	V/V#	0	AIN# AIN#	-	A'N# A'N#	-	#N/A #N/A	-	AWA #WA		AIN# AIN#	
	0 2			11/04/16		0	0	V/N#	0	AIN# AIN#		AIN# AIN#		AIN# AIN#		AWA #N/A		AWA #NVA	
		24	9,85	11/04/16		0 0	0 0	V/N#	0 (AIN# AIN#		AN# AN#		ANA #N/A		ANA #NVA		ANA #NVA	
CATRE C40b06 40 44 24/02/47	0		000	11/04/16	THOUR	0 40h 0Em	0	#N/A	10000			AIN# AIN#		#N/# #N/#		AN# AN#		#N/# #N/#	
CN FPE C100 003 40-4100 24/03/17 mip	о ч с	₽	on's	11/04/16 2		UICO-OOL			141007	2'0 >		2 -+ 67		0 -+ 00 #NIA #NIA		+NIA #NIA	_	C'0 -+ 07	
	0			11/04/16		00	00	VN#	00	AV# AV#		AVIT AVIT		AVIT AVIT		AVI# AVI#		AW# AW#	
	0			11/04/16		0	0	W/V#	0	ANA #N/A		AW# AW#		#N/A #N/A		AWA #WA		AIN# AIN#	
	6 0			11/04/16		•	0	V/N#	0	AVA #N/A		AVV# AVV#		#N/# W/W		AWA #WA		A/N# A/N#	
	0 10			11/04/16		0	0	V/V#	0	ANA #NIA		A'N# A'N#		ANA #N/A		ANA #NVA		AVA #NVA	
	1			11/04/16		•	0	V/V#	0	AN# AN#		AIN# AIN#		AIN# AIN#		AVA #N/A		AIN# AIN#	
	0 12			11/04/16		•	0	V/N#	0	AIN# AIN#		AN# AN#		AIN# AIN#		AVA #NVA		ANA #N/A	
	0 0			11/04/16		• •	0 0	VN#	0 0	AVA #N/A		AVA# AVA#		VIN# VIN#		AVA #N/A		A/N# A/N#	
	1			01/60/11				VIN#											
	0 10			11/04/16								VIN# VIN#		VIN# VIN#				VIN# VIN#	
	0 17			11/04/16				#N/A		#N/# #N/#		ANA #NVA		#N/A #N/A		#N/A #N/A		ANA #N/A	
	0 18			11/04/16		0	0	AN/#	0	#N/# W/A		ANA #NVA		#N/A #N/A		AWA #WA		ANA #N/A	
	0 19			11/04/16		•	0	AN/#	0	AIN# AIN#		AVV# AVV#		#N/# W/A		AWA #WA		AIN# AIN#	
	0 20			11/04/16		0	0	V/N#	0	AVV# AVV#		AW# AW#		AIN# AIN#		AWA #WA		A/N# A/N#	
	0 21			11/04/16		•	0	V/V#	0	ANA #NIA		AW# AW#		ANA #N/A		AVVA #NVA		AVV# AVV#	
	0 22			11/04/16		0	0	V/N#	0	AIN# AIN#		AVV# AVV#		AIN# AIN#		AIN# AIN#		AVV# AVV#	
	0 23			11/04/16		•	0	V/N#	0	AVA #N/A		AVV# AVV#		AIN# AIN#		AWA #WA		ANA #N/A	
	0 24			11/04/16		0	0	V/N#	0	AIN# AIN#		AN# AN#		AIN# AIN#		AVA #N/A		ANA #N/A	
	0 29			11/04/16		•	-	A'N#	0	AIN# AIN#		AVA #N/#		AIN# AIN#		AIN# AIN#		A/N# A/N#	
	97 1			11/04/16			-	V/N#	0 0	AN# AN#		AVIA AVIA		AN# AN#		AN# AN#		AN# AN#	
	280			11/04/16				V/N#											
				11/04/16				VIN#											
	3 8			11/04/16		. 0	00	VN#	00	AV# AV#		AW# AW#		AN# AN#		AW# AW#		AVIT AVIT	
	0 31			11/04/16		0	. 0	WIA	0	AIN# AIN#		AIN# AIN#		A'N# A'N#		#N/# W/#		ANA #NIA	
	0 32			11/04/16		0	0	AN#	0	AIN# AIN#		AIN# AIN#		AIN# AIN#		AIN# AIN#		AIN# AIN#	
	0 33			11/04/16		0	0	WIA	0	AIN# AIN#		AIN# AIN#		WIN# ANA		#N/# W/W#		WN# WN#	
	0 34			11/04/16		0	0	V/N#	0	AIN# AIN#		AN# AN#		AINA ANA		AVA #N/A		AVA #N/A	
	0 35			11/04/16		•	0	V/N#	0	AVA #N/A		A/N# A/N#		A/N# A/N#		AVIA #NVA		AIN# AIN#	

Am241 432.2 ans < 3,0 0 14.4 ans < 3,0 0 Pu)		< 1,2 1,2	21 V	AIN# AIN#	ANA #N/A	AVIA #NVA	AN# AN#	< 1,0	ANA #N/A				#N/A #N/A	#N/A #N/A	ANA #N/A	< 2,3	A/N# A/N#				#N/A #N/A	0.87 +- 0.3	#N/A #N/A	ANA #NIA	ANA #N/A			AN# AN#	A'N# A'N#	ANA #NVA	ANA #NIA		ANA #N/A	A'N# A'N#	ANA #N/A	AIN# AIN#	ANA #N/A	V/N# V/N#	A/N# A/N#	ANA #N/A			AN# AN#	AN# AN#	ANA #N/A	A'N# A'N#
Co-60 < 2,0 σ 1332,5 keV < 2,0 σ		< 1,4	< 1,0	#NIA #NIA	AIN# AIN#	ANA #NVA	AVIA AVVA	< 1.1	AIN# AIN#				ANA #N/A	A/N# A/N#	AIN# AIN#	< 2,7					ANA #N/A	< 0.7	#N/A #N/A	AIN# AIN#	A'N# A'N#	ANTA ANTA		A'N# A'N#	A'N# A'N#	ANA #NVA	AIN# AIN#		ANA #N/A	#N/A #N/A	A'N# A'N#	#NIA #NIA	ANA #N/A	AIN# AIN#	A/N# A/N#	ANA ANA	ANA ANA		AN# AN#	#N/A #N/A	#N/A #N/A	A'N# A'N#
Cs134 < 2,0 0		< 0,8	< 0,7	AIN# AIN#	A'N# A'N#	#N/A #N/A	VN# VN#	< 0,7	ANA #N/A				#N/A #N/A	#N/A #N/A	A'N# A'N#	< 1,5	A/N# A/N#				AN/A #N/A	< 0.5	#N/A #N/A	A'N# A'N#	ANA #NVA			AN# AN#	A'IN# A'IN#	A'N# A'N#	ANA #NVA		ANA #N/A	A'IN# A'IN#	A'N# A'N#	A'N# A'N#	A'N# A'N#	A/N# A/N#	A/N# A/N#	ANA ANA	ANA ANA		AIN# AIN#	A'N# A'N#	#N/A #N/A	AIN# AIN#
Be7 < 3,0 σ		< 639	< 713	AIN# AIN#	A'N# A'N#	AUA #NIA	AIN# AIN#	< 515	AIN# AIN#	AIN# AIN#			#N/A #N/A	A'N# A'N#	A'N# A'N#	< 1321	AN/A #N/A		AIN# AIN#		ANA #N/A	< 547	#N/A #N/A	AIN# AIN#	A'N# A'N#	AN# AN#		A'N# A'N#	A'N# A'N#	A'N# A'N#	AIN# AIN#		ANA #N/A	#N/A #N/A	A'N# A'N#	#NIA #NIA	#NIA #NIA	A/N# A/N#	A/N# A/N#	ANA #NIA	ANA ANA		AN# AN#	AIN# AIN#	A'N# A'N#	A'N# A'N#
Cs-137 < 3,0 σ		21 +- 1,8	13 +- 1,3 6 +- 0.0	AIN# AIN#	#N/A #N/A	#N/A #N/A		< 1.2	#N/A #N/A				#N/A #N/A	#N/A #N/A	#N/A #N/A	< 2,5	#N/A #N/A #N/A #N/A				#N/A #N/A	< 0.8	#N/A #N/A	#N/A #N/A	#N/# #N/#			AN# AN#	#N/A #N/A	#N/A #N/A	AN# AN#		A/N# A/N#	#N/A #N/A	A'N# A'N#	#N/A #N/A	#N/A #N/A	A'N# A'N#	A/N# A/N#	AINA #NIA	A/N# A/N#	ANA #NIA	ANA #N/A	AIN# AIN#	#N/A #N/A	A/N# A/N#
K (%) < 2,0 σ		1,29 +- 16	1,31+ 13 1,35+ 13	ANA ANA	#N/# W/A	AVIA #NVA		1,28 +- 14	#N/# WIA				#N/A #N/A	#N/A #N/A	#N/A #N/A	1,45 +- 36					#N/A #N/A	1.14 +- 9	#N/A #N/A	#N/A #N/A	#N/A #N/A				#N/A #N/A	#N/A #N/A	#N/A #N/A		#N/A #N/A	#N/A #N/A	#N/A #N/A	#N/A #N/A	#N/A #N/A	#N/A #N/A	#N/A #N/A				AW# AW#	#N/# Y/N#	#N/A #N/A	#N/A #N/A
.0 σ		430 +-	439 +-	#N/#	#N/A	#N/#	AN#	428 +-	#N/#	AN#	AN/A	VIN#	#N/#	#N/A	#N/A	486 +-	#N/#		AN#	AN#	#N/#	383 +	#N/A	#N/A	#N/#	#W#		AN#	#N/A	#N/A	#N/#	VIN#	#N/#	#N/#	#WA	#N/#	#N/#	#N/#	#N/#	#W#	AN#	AN#	#N/#	#N/A	#N/A	#N/A
Th-228 < 2		35 +- 1,8	33 + 1,6 34 ± 4.7	AIN# AIN#	ANA #N/A	AIN# AIN#	ANA #N/A	33 +- 1,5	AIN# AIN#	AVIA #N/A			#N/A #N/A	#N/A #N/A	AIN# AIN#	27 +- 1,8	AIN# AIN#		AVIA #N/A		#N/A #N/A	30 +- 0.6	#N/# W/A	ANA #N/A	#N/A #N/A	AIN# AIN#	AIN# AIN#	AVIT AVIT	A'N# A'N#	ANA #N/A	ANA #N/A		AN/A #N/A	ANA #N/A	AIN# AIN#	AIN# AIN#	#N/# W/A	AIN# AIN#	AVV# AVV#	AIN# AIN#	AIN# AIN#	AVIA #NIA	AIN# AIN#	AIN# AIN#	AIN# AIN#	AIN# AIN#
ίο σ 583,00																		-																												
Ra-228 <		36 +- 2	34 +- 2 34 +- 2	AIN# AIN#	ANA #N/A	AIN# AIN#	AN# AN#	33 +- 1	AIN# AIN#	AN# AN#			#N/A #N/A	AIN# AIN#	AIN# AIN#	28 +- 3	AIN# AIN#		AN# AN#		#N/A #N/A	29 +- 1	ANA #N/A	ANA #N/A	ANA ANA			AN# AN#	A'N# A'N#	ANA #N/A	ANA #N/A		A'N# A'N#	A'N# A'N#	AIN# AIN#	AIN# AIN#	AIN# AIN#	AIN# AIN#	AN# AN#	A/N# A/N#	AN# AN#	VIN# VIN#	AIN# AIN#	AIN# AIN#	AIN# AIN#	AIN# AIN#
911,0 968,0																																														
338,0																																														

Rn-219 401		2,5 +-	+ 1 ²	+ 0,c	#NIA	A'N#	AVI#	> >	#WA	#N/#	#N/A	#N/#		#W#	#N/A	15,7 +-	AN#	AW#		A\\#		#N/#	4,3+-	#N/#	AN#		#N/#	#NIA	AVI#		#WA	AN#	AN#		#N/#	#N/#	#N/#	A/N#	A/N#			#N/#	#N/#	#N/#		#W#	#N/A	#N/A
< 2,0 σ		40	4 •	4 #N/A	#N/A	#N/A	¥N#	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	¥N#	AW#	#N/#	#N/A	12	#N/A	WA	-	AN#	A/N#	#N/A	e	#N/A	AN#		#N/A	#N/A	¥N#	AW#	#N/A	¥N/¥	AN#		#N/#	#N/A	#N/A	¥N/¥	A/N#		AN#	#N/A	#N/A	#N/A		#NA	#N/A	#N/A
Sb-125 636.2 keV		×	v	► NI/A	#N/#	A'N#	A'N#	> ×	#N/A	#N/A	#N/#	A'N#	VIN#	A'N#	#N/A	v	#N/A	YW#		A'N#	A/N#	A'N#	v	¥N/#	A'N#		A'N#	A'N#	A'N#	∀/N#	#N/A	A'N#	A'N#		#N/A	#N/A	¥N/¥	A'N#	A'N#		VN#	#N/A	A'N#	A'N#		#N/#	#N/A	#N/A
< 3,0 σ		9	4 •	4 #N/A	#N/#	A'N#	¥N/#	#N/A	#NA	#N/A	#N/A	A/N#	AW#	#N/A	#N/A	12	#N/A	YW#	-	A/N#	A/N#	#NA	e 1	#N/A	A/N#		A'N#	#N/A	A/N#	AW#	#N/A	A'N#	A/N#		#N/A	#N/A	#N/A	A/N#	A/N#	V/N#	AW#	A'N#	#N/A	¥N/A	A/N#	#N/A	#N/A	#N/A
Sb-125 500.8 keV		×	v	× NI/A	#N/#	#N/A	¥/N#	> >	#N/A	#N/A	#N/A	¥N/#		#N/A	#N/A	v	A/N#	YN#		AN#		#N/A	v	#N/A	A/N#	AN#	#N/A	#N/A	A/N#		#N/A	A\N#	A/N#		#N/A	#N/A	#N/A	A/N#	A/N#	ANN#	AN#	#N/A	A'N#	#N/A	AN/#	#N/#	#N/A	#N/A
< 3,0 σ		e		3 #N/A	#N/A	#N/A	A/N#	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	A/N#	VIN#	#N/A	#N/A	9	AIN#	HWA	-	A/N#	A/N#	#N/A	2	¥N/¥	A/N#		A/N#	#N/A	A/N#	AN#	#N/A	A/N#	A/N#		#N/A	#N/A	#N/A	¥N/A	A/N#	AN/#	AN#	#N/A	#N/A	¥N/A	AN/#	#N/A	#N/A	#N/A
Sb-125 428 keV		×	v	> >	#N/A	A'N#	A\N#	× ×	#N/A	#N/A	¥N/¥	AN#		#N/A	A'N#	v	#N/A	YM#		AN#		#N/A	v	¥N/#	AN#		A'N#	#NIA	A\N#	AW#	#N/A	¥N/¥	AN#		#N/A	#N/A	¥N/¥	¥N/¥	A\N#	VIN#	AN/#	A'N#	#N/A	¥N/#	A'N#	#N/#	#N/A	#N/A
< 2,0 G		÷		V/M#	#N/A	#N/A	A/N#	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	A/N#	VIN#	#N/A	#N/A	2	#N/A	W/H	-	A/V#	A/N#	#N/A	÷	#N/A	A/N#		#N/A	#N/A	A/N#	A/N#	#N/A	¥N/A	A/N#		#N/#	#N/A	#N/A	¥N/A	A/N#			#N/A	#N/A	#N/A	A/N#	#N/#	#N/A	#N/A
Ag-110m 885 keV		×	v	× N//₩	#N/A	#N/A	A'N#	> >	#N/A	#N/A	#N/A	A'N#	V/N#	AN#	#N/A	v	#N/A	AW#		VN#		#N/A	v	#N/A	V/N#	¥N/#	#N/A	#N/A	AN#		#N/A	A'N#	V/N#		#N/A	#N/A	#N/A	A/N#	VN#	V/N#	VN#	#N/A	A'N#	#N/A	AN/#	#N/#	#N/A	#N/A
< 2,0 0		•		L L	#N/#	#N/A	A/N#	AW#	#N/A	#N/A	#N/A	A/N#	AWH AWA	#WA	#N/A	-	#N/A	YIN#	-	A/N#	A'N#	#N/A	0	#N/A	A/N#	A'N#	A'N#	#N/A	A/N#	VN#	#N/A	¥N/A	A/N#	AN/#	#N/A	#N/A	#N/A	A/N#	A/N#	VIN#	V/N#	#N/A	#N/A	¥N/A	A'N#	#N/A	#N/A	#N/A
Ag-110m 657 keV		1,2 +-	v	× N/A	#N/A	#N/A	#N/#	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	¥N/#	VIN#	#N/A	#N/A	v	AN/#	YN#		AV/#		#N/#	v	#N/A	AN#	AN/#	#N/A	#N/A	¥N/#	A'N#	#N/A	A\N#	AN#		#N/A	#N/A	#N/A	A'N#	A/N#	V/N#	AN#	#N/A	A'N#	#N/A	A/N#	#N/A	#N/A	#N/A
< 2,0 0		1,5	23	2'L	#N/A	#N/A	A/N#	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	A/N#	AW#	A/N#	#N/A	2,8	#N/A	YN#	-	A/N#	AN/#	AN/A	6,0	#N/A	A/N#	±N/A	#N/A	#N/A	A/N#	AN#	#N/A	A'N#	A/N#	AN/#	#N/A	#N/A	#N/A	A\N#	A/N#	A'N#	AN#	#N/A	#N/A	#N/A	±N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Co-60 173.2 keV		×	v	× 1/14	#N/#	#N/A	#N/#	> >	#N/A	#N/A	#N/A	#N/#	ANH#	#N/#	#N/A	v	AN#	AW#		¥N/#		¥N/₩	v	#N/A	VN#		#N/A	#N/A	#N/#		#N/A	AN#	VN#		#N/#	#N/A	#N/A	AN#	A/N#		¥/N#	#N/A	A'N#	#N/A	AN/#	#N/#	#N/A	#N/A
< 2,0 0 1		F																	-																													
<mark>U-235</mark> 185.7 keV		2,8+-	3,5+-	Z,4 +- #M/A	#N/A	#N/A	A'N#	#N/A 2.4 +-	#N/A	#N/A	A'N#	A/N#	V/N#	#N/#	#N/A	0,8 +-	#N/A	AW#		V/N#	A'N#	#N/A	2,8+-	#N/A	VN#	AN/#	A'N#	#N/A	A'N#		#N/A	AN/#	VN#	AN/#	A'N#	#N/A	#N/A	A/N#	AN#	AN/#	VN#	#N/A	A'N#	#N/A	AN/#	#N/#	#N/A	#N/A
< 2,0 g																																																
U-235 143.7 keV		×	1,4 +-	-+ c'7	#N/#	W/N#	A'N#	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	A'N#	VIN#	#N/#	#N/A	-+ 6'1	AVV#	YN#		A/N#	A'N#	¥N/₩	0,7 +-	#N/#	A'N#		A'N#	#N/A	A/N#		#N/A	Y/N#	A'N#		#N/A	#N/A	W/W	A\N#	A/N#		AW#	A'N#	A'N#	W/N#		#N/#	A'N#	#N/A
< 2,0 σ				AVA AVA	NA .	A/A	AN AN	AN AN	A/A	A/A	NA N	AN N		A A	MA.		NA N	ALA A	-	AN AN		AN AN		AVA AVA			AN A	A/A	AN AN		MA N	A/A			AN AN	A/A	NA N	NA N	AN AN			MA.	NA N	A/A		AN AN	MA.	MA N
Ra226 185.9 keV		47 +- 5	51+-5	G -+ L+	# N/A #	# N/N#	# Y/N#	#N/A #	# Y/N#	# N/A #	# N/N#	# V/N#		# N/A #	# N/N#	20 +- 9	# Y/N#	# YW#		# Y/N#		# N/A #	43 +- 4	# N/A #	# 4/N#		# N/A #	# V /N#	# Y/N#		# N/N#	# VIN#	# 4/N#		# N/A #	# N/A #	# V /N#	# N/N#	# V/N#			# N/A #	# V/N#	# N/A #		# N/#	# N/A #	# N/A #
< 2,0 σ		*****		NA VI	NA	WA N	A.	A/A	A	A/A	VA N	A.	AN AN	A	MA.	*****	NA N	A A		AN N	A N	A	********	AVA	A I	AN AN	NA.	WA .	AN IN		WA N	A/A	A I	AN AN	NA.	A/A	NA NA	A/A	A second			NA.	NA N	AN I	AN AN	NA.	NA.	WA NA
I-131 (8.040 jours)		*	¥€.4		# N/A #	# V/N#	# Y/N#	# VN#	# Y/N#	# Y/N#	# V/N#	# Y/\#		# N/A #	# Y/N#	¥€	# N/A #	# YN#		# Y/N#		#N/A #	* *	# N/N#			# Y/N#	# V/N#	# Y/N#		# Y/N#	# V/N#			# N/#	# Y/N#	# V/N#	# V/N#				# Y/N#	# V/N#	# V/N#		# N/#	# V/N#	# N/N#

235 3 15 3		, , 111	r'r	AN/A	V/N#	#N/A	#N/A 2.6.+-	AWA	#N/#	A/N#	#N/A	#N/A	AVI#	12,5 +-	AWA		₩VIV	A'N#	#N/A	#N/A	3,0 +- #NIA	AVI#	#N/A	#N/#	V/N#	#N/A	#N/A	AV/#	#N/A	#N/A	#N/W#		#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	AW#	#N/A	#N/A	#N/A	#N/#	¥N/¥	#N/A	AVV#
20 50		L												-		-	╞																											
e				۷ ۹	1 4	Δ.	Δ.	A	< <	1 ⊲	A	⋖ <	(⊲		4 4			(∢	•	A	. 4	. 4	Δ.	⋖ <	1 4	A	⋖ <	(<	A	A	< <	14	4	A	Α.	< <	(4	•	A	4 4	(∢	A	Δ.	44
U235 163		4,1+	+ 6'9	N#		N#	жи 2.6 +	N#			N#	N#			N#		IN#		N#	N# :	+ + 'I'#		N#			N#			N#	N#			N#	N#	N#			N#	N#	N#		N#	N#	N# N#
ñ																																												
Th-227 256		5,8 +- ~	/	A\N#		#N/#	#N/A 2.2 +-	#NIA			#N/A	A'N#		×	A/N#		∇/N#	AN#	#N/#	#N/#	-+ ¢'7	AN#	A'N#			#N/A	V/N#	AN#	A'N#	#N/#			A'N#	#N/A	A/N#		A/N#	#N/#	#N/#	A'N#	AN#	#N/A	A'N#	A/N#
ę																																												
Th-227 236		0,7 +- 0.6 +-	1,5 +	#N/A	AW#	W/N#	#N/A 2.3 +-	#N/A	A/N#	A/N#	W/N#	V/N#	AN#	4,7 +-	#N/#		₩.	AW#	W/N#	V/N#	-+ L'0	AN#	W/N#	V/N#	A/N#	W/N#	A/N#	A/N#	A'N#	#N/A	V/N#		A'N#	A'N#	A\N#	V/N#	AN#	A'N#	#N/A	V/N#	AN#	W/N#	A/N#	Y/N#
Bi-211 351,0		> 284	> >	V/N#	AW#	#N/A	> ×	¥N/#	A/N#	AW#	A/N#	#N/#	AW#	4,3 +-	¥N/₩		₩.	AW#	AN/A	W/W#	0,4 +- #N/A	AN#	#N/A	V/N#	AW#	W/N#	V/N#	AW#	A\N#	#N/#	V/N#		A'N#	W/N#	W/A	V/N#	AW#	A'N#	#N/#	A/V#	AW#	#N/A	A/N#	AV/#
3																																												
Ra-223 445		3,2 +-	3,4 +-	#N/A	V/N#	¥N/¥	#N/A 3.3 +-	WIN#	A'N#	AN#	A'N#	#N/A	AN#	60,3 +-	#N/A		₩N/ X	A'N#	A'N#	AIN#	18,2 +- #N/A	AN#	W/N#	V/N#	V/N#	AN/A	A'N#	AN#	A'N#	#N/#			A'N#	A'N#	A'N#	V/N#	AN#	#N/A	#N/A	V/N#	A'N#	W/N#	A'N#	A/N#
e																																												
Ra-223 324		8,7 +- 64.7 +-	47,8 +-	AN/#	V/N#	W/N#	#N/A 1.8 +-	W/A	A/V#	AW#	W/N#	V/N#	AW#	۷	#N/#		₩.	AW#	W/N#	AN#	43,3 +- #M/A	AN#	W/N#	V/N#	AN#	W/N#	#N/#	AW#	W/W#	#N/A	V/N#		A'N#	W/W#	A\N#	V/N#	AW#	#N/A	#N/A	V/N#	AW#	W/N#	A'N#	A'N#
e																																												
Ra-223 154		2,6+-	5,4 +-	VIN#	AW#	#N/#	#N/A 6.3 +-	AN#	AVI#		A'N#	#N/#	AW#	10,6 +-	AN#		₩N/A	W/W#	#N/A	AN#	-+ L'Z	AW#	#N/A	V/N#	AW#	W/N#	AVIA#	AW#	A'N#	#N/#	V/N#		A'N#	W/N#	AN#	V/N#	AW#	A'N#	#N/A	AW#	W/W#	#N/#	A'N#	AV/#
e0																																												
Pb-211 832		5,0 +	/ v	#N/#	AN#	#N/A	+ 6'8	#NIA	A/N#	AN#	A/N#	A'N#	AW#	15,6 +-	¥N/#		₩.	AN#	W/N#	W/N#	3,4 +-	AN#	#N/A	V/N#	AW#	#N/A	A/N#	AN#	#N/A	#N/A	V/N#	V/N#	#N/A	#N/A	W/W	V/N#	AN#	#N/A	#N/A	V/N#	AN#	W/N#	#N/A	VIN#
e																																												
Pb-211 405		8,4 +- 4 8 +-	- V - 0 ⁴	AN/#	AN#	W/N#	#N/A 0.3 +-	#N/A	A/N#	A/N#	A'N#	A/N#	AN#	~+ V ²	A/N#		₩.	AW#	A'N#	AN#	-+ L'G	AN#	#N/A	V/N#	AN#	W/N#	A/N#	A/N#	A'N#	#N/A	V/N#		A'N#	W/N#	A\N#	V/N#	A/N#	A'N#	#N/A	V/N#	AW#	W/N#	A'N#	A/N#
3																																												

Th-227 50	3	Mn-54 835	< 2,0 o	Zn-65 1115,5	< 2,0 σ	Cd-109 88	< 2,0 σ

<	0	1	0	3	0	8
<	4	1	ŏ	3	53	8
<	2	1	ŏ	3	49	8
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
<	2	1	0	2	0	7
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#11/4		1 #N/A		/ #N/A		10 #N/A
#N/A	#N/A	#Ν/Α #Ν/Δ	#N/A	#N/A #N/A	#N/A	#N/A
				1107		
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#11/4		401/A		2 #N/A		
#N/A #N/A	#N/A	#Ν/Α #Ν/Δ	#N/A #N/A	#N/A #N/A	#N/A #N/A	#N/A #N/A
#N/A	#N/A	#N/Δ	#N/A	#N/A	#N/Δ	#N/Δ
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A #N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						
#N/A						

Annexe 2 – Résultats des analyses au Core-Scanner

Sont regroupés dans cette annexe les résultats des analyses au Core-Scanner. Ils sont présentés en fonction de la longueur réelle des carottes.

Les éléments analysés sont : l'aluminium (Al), le silicium (Si), le phosphore (P), le soufre (S), le chlore (Cl), le potassium (K), le calcium (Ca), le titane (Ti), le chrome (Cr), le manganèse (Mn), le fer (Fe), le rhodium (Rh), le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le gallium (Ga), le brome (Br), le rubidium (Rb), le strontium (Sr), l'yttrium (Y), le zirconium (Zr), le niobium (Nb), le molybdène (Mo), le plomb (Pb) et le bismuth (Bi). Le pas d'échantillonnage est de 0,5 cm.

Les carottes sont présentées d'amont en aval, suivant la même logique que dans le présent rapport. Pour mémoire, la figure suivante rappelle leur emplacement respectif.



Localisation des prélèvements par carottage sur le RCC de Péage-de-Roussillon

Carotte C3

Analyses Chimiques Core-Scanner

Head Secure Secure <th></th>	
La La La La La La La 0 -10 -20 -30 -40	1260
B B E 5 0 -10 -20 -30 -20 -30 -40 -30 -40 -50 -50 -60 -70 -80 -40 -100 -100 -100 -100 -100 -100 -100 -100 -100 -100	1200
-10 -10 -20 -30 -30 - -40 - -50 - -50 - -700 - -700 - -700 - -700 - -700 - -700 - -700 - -700 - -700 - -700 - -700 - -700 - -700 - -700 - -700 - <t< td=""><td></td></t<>	
-20 - -30 - -40 - -50 - -50 - -70 - -80 - -90 - -110 - -120 -	
-30 - 40 - 50 -	-
40 - 50	
-50 -100 -100 -100 -100 -100 -100 -110 -120 -100 -120 -100 -100 -120 -100 $-$	
$\begin{array}{c} -60 \\ -70 \\ -70 \\ -80 \\ -90 \\ -90 \\ -100 \\ -110 \\ -120 \\ -120 \\ -10 \end{array}$	
$\begin{array}{c c} -70 \\ -80 \\ -90 \\ -90 \\ -100 \\ -110 \\ -120 \\ -\end{array}$	
-80 - -90 - -100 - -110 - -120 -	-
$\begin{array}{c c} -90 \\ -100 \\ -110 \\ -120 \\ -120 \\ -\end{array}$	
-100 - -110 - -120 -	>
-110 - -120 -	
-120 -	
-160 -	-
-170 -	
	-
-240	.

Carotte C3

Analyses Chimiques Core-Scanner

			≻									
Ξ	NOL		OLOG	AI 300	12300	Si 10000	213000	-2600	P 600	-2000	S	8000
DEPT	SECT	<u>S</u>	Ĕ			-				-		
- 07		Contraction of the second	\$. <u>.</u>	\rightarrow					Ž	2	>	
-10 -			ل 	2m2		2 martine			M			
-20 -			•••••	1 Martin			>		M	V		
-30 -				W			1 may my		MUM	M		
-40 -	A A	213			~	55	-		M	No.		
-50 -	TION	Inter St.		Man		2	3		LAM	1 E		
-60 -	- SEC	-	\\\ <mark></mark>	- And		~	>		MA			
-70 -				When		2	- And		MMM	mm		
-80 -		20	<mark>тт</mark>	5		The second	à		Mm	M		
-90 -		and a	= <u> </u>	ž	S	Z			MM	MMW		
-100 -	\wedge			M		1 m			TM	1 Z		
110					>	3			MM	- AND		
100			тт			23			MM	- And		
120 -				No. And No.	2	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~			MMM	M		
-130 -	ON B			- And	-	25			M	man		
-140 -	ECTI		 	MM		Man			M	1 mm		
-150 -	S			- A		M			M	- MA		
-160 -				Z	7	3			MMM	WWW		
-170 -			=	3		S		1.0	MA	1 And		
-180 -	\bigvee			2 R					MM	- ANN		
-190 -	\wedge			hun		3			Wh	No.		
-200 -			ΞΞ	M	×	2			M	NA NA		
-210 -	U U			AN		5 A			Mon	May		
-220 -	TION			M	_	Y		-	M	N.		
-230 -	SEC			N.Y.		The second secon			MM	Mary		
-240 -			-7-7-7.	M		WW			And M	MM		
-250 -				2	7			_	M	MAN		

Carotte C3

Analyses Chimiques Core-Scanner

			≻			,					
H	NOIL		JOLOG	CI -5000	200000	-4000 K	60500	Ca 43500	732000	Ti 1000	15000
DEF	SEC	PIC	Ē							·	
0	\wedge			~		2		3		\searrow	
-10 -			Ξ.Ξ.	s. A.		No.		N		WW	
-20 -						Am				M	
-30 -			·····			N		M		and and	
-40 -	–	21/5		2		Land		WW		MA	
50	TION	Sea -				Why		E C		N.	
-50 -	SEC	and the second	-7/-7/-7	5		J.		- And		Mm	
-60 -		and a		No.		WW		M	5	\sim	
-70 -						March		5		hand	
-80 -		20	TI	San		1 mm			3	MM	
-90 -	\checkmark	C.L.		2		- Sal		_5	2	- And	
-100 -	\land			M		M		MA		M	
-110 -			 =	M		No.		M			
120 -			IIII IIIII	2		S		<	3		
120				E.		M		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	>	MM	
-130 -	ON B		 	M		- And		4	>		
-140 -	CTIC			Man		NN		N	-	MM	
-150 -	SE			and the second s		Why		- A	>	- And	
-160 -				The second secon		- And		M	<u>.</u>	M	
-170 -				M		Z		MM	R.	NY N	
-180 -		230	— —	S.		5				A.	
-190 -	\downarrow			5		5				1 Alexandre	
200 -			<u>т</u> т	No.		Mary		- A	9	J.	
-200				- Maria		- S		M		March	
-210 -	ON C			2		Mar and a start		N N		2	
-220 -	CTIC			M		M		M		WW	
-230 -	- SE	and the		M		2 m		5		- And	
-240 -			<u>-7/-7/-7</u>	M		May		M		May	
-250 -	\checkmark			5		and the		3	~		
Carotte C3

			≿		-	-			
Ŧ	NOI		OLOG	Cr 500 600	Mn -200	2700	Fe 8000 151000	Rh	78000
EPT	ECT	ö	H			2,00			
с 07	S (L.	لــ بــــــ					Σ	
-10 -				MMM	M A		Ar An	Mun	
-20 -				MMM			- And	mm	
-30 -				MMM			Ann	What was a second secon	
-40 -	N A			MMM			~~~	M	
-50 -	ECTIO		-7-7-7	MMM			NA ANA	- And	_
-60 -	<u>⊽</u>			A A				Mark	
-70 -				M	The second secon		and the second s	M	-
-80 -		Eg		M	M			M	
-90 -	\checkmark	Colorado de la colora		M	- Martin				>
-100 -				And	MM				
-110 -								WW	
-120 -			L L L	M				MM	
-130 -	N N		с т т т т	MA				MAN NA	
-140 -	CTIO		= 	ANNA	M		- M		
-150 -	SE			M		-	- An	M	
-160 -				M		-		M	
-170 -			=: == : =			-	A A	M	
-180 -					M-M			Mut	
-190 -	$\square \land \square$			And a					
-200 -				M	MM		M	M	
-210 -	N C			MM				M	
-220 -	CTIO			-			M		
-230 -	SE	No.		M			A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	M	
-240 -			-/-/-/	Marth			- And	M	
-250 -									

Carotte C3

			≿			,	•			
Ξ	TION		OLOG	Cu 500	2700	Zn 1200	12000	Ga -200 850	Br 700	3400
DEP.	SEC.	ЫC.	Ę							
- 07				N		3		3	~	_
-10 -				M		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	2			
-20 -				M			\leq	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A		
-30 -						Man				
-40 -	AN	-15		- And	=	X	, 			
-50 -	CTIO	Terr -	<mark></mark>	M				A A A A A A A A A A A A A A A A A A A		_
-60 -	- SE(CE-S		M		25				
-70 -			·····	A		mum				
-80 -		20	<mark></mark>	WW	_	2	2			-
-90 -		C. A.	=							
-100 -	\uparrow					\sim	~			
-110 -				M					MM	
-120 -			<u>т</u> т						M	
-130 -			:: = ::	- ANA		Mw				
-140 -	TION		 ∃`	M		- A			MM	
-150 -	SEC.			171		M				
-160 -				M		2		M		
-170 -				- And		A A				
190		P 2		M		\sim				
-100 -	\downarrow			M		\leq		MM		
-190 -				2 M		5			AN	
-200 -				Man		Linn				
-210 -	U Z			2 A				M	M N	
-220 -	CTIO					~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~				
-230 -	SE	100		A A						
-240 -			-7-7-7.	Man		- And				
-250 -						E A				

Carotte C3

			≻			/ mary	ooo oniniqu					
E	NOI		OLOG	4100	Rb 41800	4800	Sr 67600	Y 1500	7500	3000	Zr	121500
DEP	SEC	ЫC.	Ē									
0			<u>ک ک</u>	-3						3		
-10 -			±:±:				2 may	MM		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		
-20 -				1			A CONTRACT					
-30 -				MVW								
-40 -	AN			La Contraction of the second s			$\langle \langle \rangle$	MM		~~~~		
-50 -	CTIO			3			5	M				
-60 -	S S E			- And			$\langle \langle \rangle$	M		- A		
-70 -				- ANN						5		
-80 -			- <u></u> -	$\frac{2}{5}$			A A			New		
-90 -		C.F.					5			MM		
-100 -	\uparrow							- Alexandre		$\sum_{i=1}^{n}$		
-110 -								MM		M.		
-120 -				E E						~~~~		
-130 -				- A			~			~~~		
-140 -	ION			- A								
150	SECT						\sim	- ANA		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		
160							\sim	M		-		
170				- Ser			~	M		MA AND		
-170 -		14 M		- A						\sum		
-180 -	\downarrow			\leq								
-190 -							$\sum_{i=1}^{n}$			No.		
-200 -				3				M				
-210 -	ON C			5				A A		mm		
-220 -	ECTIC			5			M			~~~~		
-230 -	St 	and the second		Nor N			A A A			A A A		
-240 -			- <u>/-/-</u> /	hand			Mars			Marm		
-250 -				M			A.			M		

Carotte C3

			≿.				
Ξ	NOL		OLOG	Nb -2900 3900	Mo -5800 1400	Pb 900 9000	Bi 70 1260
)EPT	ECT	<u>0</u>	Ĕ		_		
0 7	o (لے بہت بہت	~~~		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
-10 -					A A	W	
-20 -					- VM	M	
-30 -			••••••				
-40 -	N A	in the		N	MM		
-50 -	ECTIC		<u></u>		- AM	M	
-60 -	S	CE-	••••••••••••••••••••••••••••••••••••••				
-70 -					A MAN	Market Contraction	
-80 -		20		1 MM	Martin	M	
-90 -	\checkmark	C.F.				- And	
-100 -						MM	
-110 -				MM	MA MA	- Martin	
-120 -					MM	M	
-130 -	8		 		W	hm	
-140 -	CTIO						
-150 -	SE				M M	WW	
-160 -				M	W.W.		
-170 -				MMM	M		
-180 -		-		MM	M		
-190 -	\uparrow			No.	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	1 miles	
-200 -			<u> </u>			MM	
-210 -	U Z				M	M	
-220 -	CTIOI					M	
-230 -	S S I	N CONTRACTOR				May	
-240 -			- <u>/-/</u> -/ - <u>/-/</u> -/			An Mark	
-250 -	\downarrow			M	M M		



Carotte C10a



Carotte C10a



			~				
Ξ	NOL		DLOG	Cu 500 2700	Zn 1200 12000	Ga -200 850	Br 700 3400
DEPT	SECT	ЫC.	Ť				
_ 0_						W	
-10 -				M	M	Mm	MMM
-20 –				5	5	MMM	
-30 -				A A A A A A A A A A A A A A A A A A A		MM	M
-40 -	ECTION A	あると思		M			MM
-50 –	S					MM	
-60 –		Sec. 1				MMM	MM
-70 -		たちない		M	\leq	M	M
-80 -			-7-7-7 -7-7-7			MM	
	\wedge		//	\leq			2
-90 –						\sum	
-100 –	SECTION B			M		MM	M

Carotte C10a



Carotte C10a



			≻									
т	NO		POG	AI	12200	Si	212000	P 2600	600	2000	S	8000
EPTI	ECT	ы	ТНО		12300	10000	213000	-2600	600	-2000		8000
	S		E									
Ŭ,	\wedge			~		3		M		The second secon		
10				Jan Jan		3		R		3		
- 10 -				2		2		5		3		
-				2		3		2				
-20 -				\leq		2		A		5		
-		and a				5		A A		2		
-30 -		C. Contraction		3		3		N		5		
-				2		2		M		3		
-40 -	A					5		\geq		3		
-	ION	Carlos and				5		Z		$ \zeta$		
-50 -	ECT	The state		5		5		5		$\left \right\rangle$		
-	S	a state	Ť Ĥ	3		3		M		E		
-60 -		- take		~		3		~		2		
-00		the second			5	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		5		2		
_				5		5		N		$\left \right\rangle$		
-70 -			I I I	23		\leq		2		\geq		
-			ΤΤ	A A		5		5		3		
-80 -		And and			>	3		X		2		
5-			ΤΤ	~		- A		1				
-90 -	\checkmark	大学			>			N		2		
-	\wedge			2		2		M				
-100 -				\sim		2		5	3	}		
-				2		\leq		M		$\left \right\rangle$		
-110 -			 	3		Z		M		Ę		
-			тт	X		2		M		\leq		
120 -	B			3		3		- A		5		
-120	NO			3	-	3		A		F		
1	CT			5	>	3		3		5		
-130 -	S			L L	\$	×		5		}		
-				2 V	>	2		2	6	5		
-140 -					2	3		M	~	X		
-		Real Providence	тт	~	>	2		M		5		
-150 -				3			>		2	12		
-		Carl Carl	ТΤ	~	2					2ª		

			≿.			-	•		
ΤΗ			отон	-5000 CI	200000	-4000 K	60500	Ca 43500 732000	Ti 1000 15000
DEF	SEC	PIC	Ē						
0	$ \land $			~		3			3
-10 -						A A A A A A A A A A A A A A A A A A A		M	M
-20 -		the second		12		$\left \begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\rangle$		\sim	\geq
-		and the second				3		M	
-30 -		est.		1		3			
-				}		5		M	
-40 –	ΑN	6.9				$\left \right\rangle$		M N	
-	CTIO	A REAL				2			<u> </u>
-50 -	SE			5		3			\geq
60		-				2		57	
-60 -		the second		}		2			
-70 -				}		5		A A	55
-/0			=			$\left \right\rangle$		5	
-80 -		mising		1		\leq			\sim
-				1		\leq			\leq
-90 -		£ 41		5		2			
-	\uparrow					2			2
-100 -						}		\sim	
-									W
-110 -			= = = = 			5		M N	A CONTRACTOR
-		5	= = =			5			
-120 –	ONB					5			× ~ ~
-	CTIC					3			\mathcal{A}
-130 -	SI							- M	\sim
140						2		\sim	\sim
-140		No.		\ \ \ \		5		E E	5
-150 -		No.		5					
-		-		E		5		2~	2

			≻			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
-	NO		POG	500	Cr	Mn		Fe	Rh	
H L	Ĕ	Ġ	РH	500	6000	-200	2700	8000 151000	22000	/8000
B	SE	PIC	5							
0	\uparrow			M		2			\sim	
1				5		\sim		5	5	
-10 -		States of the second		\geq				X	2	
-		1		M		2			5	
-20 -		and a		3		~		\sim	5	
-				\leq		Ę			\geq	
-30 -		- the				M			E	
		and t	ŤŤŤĨ,	25		M		2	5	
]				\sim		\sim			2	
-40 -	N N	1.		\leq				\mathbb{N}	~	
1	OII	Carlos Carlos		Z						
-50 -	SEC	and the	<i>III</i>	\geq		2 A		No.	2	
-		1997 - 19		No.				2		
-60 -		A STATE		4		Z			M	
		R. A		No.					2	
70				2				5	5	
-70 7			=:						5	
1		2 21	T T	S		M		E E	2	
-80 -		And and			-	M				
-				S.	_				2	
-90 -	\downarrow	£ 4		5		5				
-	\wedge		III.	Z					M	
-100 -				3					5	
				5		M			~	
110						\leq			5	
-110 -				E S		5		5		
1		1000	= = =							
-120 -	Z Z			\geq		\leq		E E	\leq	
-	OIC					M		5	5	
-130 -	SEC	See.		2		\sim				
-		-		\sum		M				
-140 -						~				
					,	5		5	5	
1		31999		\geq		\sim		- A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	5	
-150 –			= I I			1 M		\leq		
-	$\downarrow \downarrow$	and the second	ТТ		>			2		

			≻			, ,					
Ŧ	NOI		DOJO	Cu 500	2700	Zn 1200	12000	Ga -200	850	Br 700	3400
EPT	ECT	<u>0</u>	H								
6 07	o			~				<u> </u>			
-							~	M			
-10 -							\leq	X		3	
-		1		2			3	M		\sim	
-20 -					>	-	\leq	M.			>
-				Z		<	5	- F			>
-30 -				3			>			AAAC	~
-				M		3					-
-40 -	N A	2		\sim		\sim		3			
	CTIC	and a state		5	-	5	5	Z		N N	
-50 -	SE			1 AND		\leq		No.		N.	
co 1		100				\sum		No.		<	>
-00]				2		5	-	$\langle \langle \rangle$			
_70 _						3		\leq		V	
-70		A State				~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		- S		× 2	~
-80 -		AND		\sim		Ę					3
		Con the		A		5					
-90 -		15-M				\geq		3		NV.	
	\uparrow		ŤĨ Í Í			-5		~~~~			
-100 -						5	-				, , , , ,
-				5		555				\sim	
-110 -			 	M		\geq		5			>
-						\leq		~			,
-120 -	B Z		нана на на на на Н : Н : Н	\sim		Z				3	-
-	IOIT:			<u>s</u>		Ś		M			~
-130 -	SEC			5		\leq					~
-				5		5		~~~~		~	>
-140 -				A A A A A A A A A A A A A A A A A A A		\leq					
-		The second				ξ		\leq		~	-
-150 -				\leq		\leq		M		M	-
-		and the second	T T	5		5					_



			ž				
-	NO		Po	Nb	Мо	Pb	Bi
Ę	CTI	.:	ЮН	-2900 3900	-5800 1400	900 9000	70 1260
DE	ŠĒ	PIC	5				
0	\bigwedge			M			
-10 -				M			
-20 -				MAM	MM		MM
-30 -				MM	11mm		
-40 -	- A NOI	-		MM	MAM		
-50 -	SEC			MM	M		MM
-60 -				M			M
-70 -				MMM	MM	\leq	
-80 -				MAN	Mm	Mm	MM
-90 -	\downarrow				A		
-100 -				MMM	M		
-110 -				M	MMM	MM	
-120 -	TION B			Mart	MM		M
-130 -				M	Nun		M
-140 -					My	Mary	
-150 -		AL AL			Mah		MM

			≿				
Ŧ	NOIL		OLOG	Al 300 12300	Si 10000 213000	P -2600 600	S -2000 8000
DEP	SEC	PIC.	Ė				
0	\wedge				3	3	5
-10 -			= = =				A A
-20 -			· •••• · •••• · •••• · •••• · •••• · ••••		E Contraction of the second se	M	
-30 -	4			Z		M	Im
-40 -	ON /			- And		Mm	
-50 -	ECTI	1		- And	Control of the second s	Mm	ANT
-60 -	S 		=			A A	The second second
-70 -				M.	A A	M	NMM.
-80 -					and the second s	M	Nor
-90 -	\downarrow					YM	
-100 -							A A A A A A A A A A A A A A A A A A A
-110 -						A A A	NV N
120				No.	- And	M	A
-120 -				No.	M	MW	1 Am
-130 -	INO			Among	5	M	
-140 -	ECT				\leq	M	- And
-150 -	S 		\pm			A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	M. A.
-160 -		1. CT		5555	5-5	1 may	
-170 -			<u>の- の-</u> エ エ				A A A A A A A A A A A A A A A A A A A
-180 -			0-0-	2		- ANN	N.M.
-190 -	\uparrow		<u> <u> </u></u>				No.
-200 -					\geq	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	MM
-210 -		+			5	A A A	W
-220 -						- MM	WWW
-230 -	N C			- M	5	MM	M
-240 -	CTIC				- And		M N
-250 -	SĒ				Z		N N N
-260 -			<u>†}}}</u>	E	Z		
-270 -		Je.	<u></u>		\leq		
-280		C. S. BR		A A			
	\vee	Selfer	$\left[\begin{array}{c} 0 \\ - \end{array} \right]$				

			ž			-			
Ŧ	NOL		огос	CI -5000	200000	K -4000 6	60500	Ca 43500 732000	Ti 1000 15000
EPT	ECT	<u>v</u>	Ĕ						
с 0 П	v ⊡	L		5					<u> </u>
-10 -				- And		<u>S</u>		\int	
-20 -				and the second s		M		A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	M
-30 -				2		1 mar		1 mins	May
-40 -	ON A			Mar		No.			
-50 -	ECTI	1				1 Martin		1 miles	M. M.
-60 -	လ 		=			MAN NO		M	M.
-70 -		Transie I		- Mar		MM		- AND	
-80 -				and a start				and a second	- And
-90 -	\wedge	No.		Z		2		\sim	The second secon
-100 -			= = =	M.		5		\sim	M
-110 -			 	MAN		5		M	-
-120 -				Mar				M	
-130 -	N N			M				The second secon	- MARINA - MARINA
-140 -	CTIC		TI	Mw		Z		\sim	1 m
-150 -	SE			M				A A	
-160 -		1. OF	•••••	<pre></pre>					
-170 -			<mark>р-р-</mark> Т : Т :	Z		\sim		S A	
-180 -							-	The second secon	
-190 -	\wedge			~					
-200 -			· · · · · ·			No.		M.	
-210 -				M				3 <u>-</u>	M
-220 -								MM	
-230 -	NO	12				M		M	MM
-240 -	ECT.								E C
-250 -	0 			and the second s		M			
-260 -				5		5			
-270 -				2				2	\geq
-280 -	$ \downarrow\rangle$			5				ANA ANA	2

			7			•	•		
Ξ	NOL		OLOG	Cr 500	6000	Mn -200 2	2700	Fe 8000 151000	Rh 22000 78000
DEPT)EC1	<u>5</u>	Ĕ						
0 7	• ,								S
-10 -				MA				A A	MV Jun
-20 -				N. N			.	- Mm	M
-30 -				A A A A A A A A A A A A A A A A A A A			•	- And	No.
-40 -	A NO						_		
-50 -	CTIC	1					-	M	MM
-60 -	S I		= = =					M	1 mm
-70 -				- A		M		M N	
-80 -				- And				A.	M
- 00	\downarrow			M				- Sec	
100				A A					MM
110			т. т.			The second secon		N	Aww
120				Mm		MM		MAN	No.
120				E C					- And
140	NOL	-		- Martin		M		M	
150	SECT			- Second					Martin
100			± : ± :	M			-		
-160 -				A				- And	
-170 -		1	TT	M				A	
-180 -				M					MAN
-190 -	\uparrow			Z					R. Mark
-200 –			·····		_		-	Man	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A
-210 -				MM			-	Mar Mar	
-220 -	၂ ပ						-	Mm	M
-230 -	NOL			M					M
-240 -	SECT	-		N				2	
-250 -		-		MM			.		M
-260 -				A A					
-270 -			0-0-						
-280 -	\downarrow							2	<u> </u>

			≻				Anar	303 0	minqu		c-ocann				
Ξ	NOL		DLOG'	500	Cu	2700	1200	Zn	12000	-200	Ga	850	700	Br	3400
DEPI	SECI	<u>0</u>	Ĕ												
0]	•• [M			Ş			3		-		
-10 -					- And	-	C.	5						M	
-20 -							-	2		_				M	
-30 -					~	A A		5	>	WW				M	
-40 -	NO /				د د	M		\sum		VIII			-		
-50 -	ECTI	12			ANAN M	, ,		A A		-			· ·		
-60 -	လ 		⊏ਂ ⊐⊏ਂ ⊐ ੍ਰਾ		M		5	3		-	M.		-		
-70 -					Ž		5	2 2		_	M			A A	
- - 80 -					M										-
-90 -	\downarrow	B.c.			M			-		1			NI NI		
-100 -					MMM		NA N							M	
-110 -					MM					5				M.	
-120 -			I II		MA		- Solar			N.N				5	.
-130 -	8				MM		- The second sec			V.					
-140 -	TION			-	And		- VV						11		
-150 -	SEC				M			>							
-160 -				-	A MARINA AND		5	>					- V V		
-170 -					Mary		~								
-180 -					Mar		2				\geq	-			
-190 -	\downarrow				MM		5			-		-		~	
-200 -			<u></u>		M							-			.
-210 -					MM		M					-			
-220 -					San and a second		M				2		MA		
-230 -	U Z				-MV-M		1								
-240 -					M		- And					-			
-250 -	SEC				M		1 m								
-260			<u> </u>		May		- And			-	No.			MAN	
-270 -		-	<u></u>		MM		E S			<			V		
-280					thank		- Ar					-			
	\vee	200	0 - 0 - 1		-								L		

			7				
т	NO		DLOG	Rb 4100 41800	Sr 4800 67600	Y 1500 7500	Zr 3000 121500
EPT	ECT	<u>ں</u>	H	41000			
ם ור0	0					~~~~~~	
-10 -			 	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	\sim		
-20 -					L.M.	1 MM	- Mar
-30 -			T T		North Market	N MM	
-40 -	ON A						1 miles
-50 -	ECTIC	1	=	America	The second se		
-60 -	လ 		=	- Vova		- And	Maria
-70 -			=				
-80 -					<u>ج</u>		
-90 -	\wedge			E.		Z	
-100 -				a de la companya de l		A Market	Jaw
-110 -					3		
-120 -							
-130 -	N N N		T		3		
-140 -	CTIO		II.II.	2ª	5-3		
-150 -	S N N	5.2	=		- And	No.	- M
-160 -			••••	_5~~~		No. 1	
-170 -							5
-180 -			0-0-	2			
-190 -	\wedge				A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	N.	\leq
-200 -				3			
-210 -				2	M		- And
-220 -			•••••	~	MM		
-230 -							Marr
-240 -	ECTIO			2 a			Martin Martin
-250 -	 		· · · · · · · ·	2		M	
-260 -		+	<u> </u>		Ę		- Martin -
-270 -		-	0000				
-280 -		the second					m

			<u>ک</u>				
т	NOI		OLOG	Nb -2900 3900	Mo -5800 1400	Pb 900 9000	Bi 70 1260
ЕРТ	ECT	<u>ں</u>	H				
р 0 п	S						
-10 -			工 工 = 工 コ			M N	
-20 -						1 MM	
-30 -			== = = = = = = = 	MM		Mar	
-40 -	A NC				M		
-50 -	ECTIO	1	 			MM	
-60 -	- SI				N-M	The	
-70 -		En la				W	
-80 -					M	E a	
-90 -	\downarrow	Real Providence	⊥ : 			5ª	
-100 -			 =		MM	The second se	
-110 -					MM	- Maria	M
-120 -						AN A	
-130 -	Z B					MMM	
-140 -	CTIO		т.т			Month	
-150 -	- SEC		= = = 				
-160 -			• • • • •		M	A CONTRACTOR	
-170 -						M.M.	
-180 -						M. A.	
-190 -	\downarrow					Z	
-200 -						M	
-210 -			·····		M		
-220 -			•••••	M		M	
-230 -	DN C	12.00	·····				
-240 -	ECTIC						
-250 -	SI 		· · · · · · · · · · · ·				
-260 -		-					
-270 -		-	0.00				
-280 -	\downarrow	in a se		W		Mm	

			\mathbf{F}									
-	NO		POG	AI	40000	Si		Р			S	
TL	CI	ci.	HO	300	12300	10000	213000	-2600	600	-2000		8000
B	SE	Ē	5									
0	$\square \land$	The second	\$ \$ \$	1		N		Why	2	222		
-10 -		the second		- SA		5		~		No.		
-20 -		N. C.	 	M		M		MM		-		
-30 -		A CONTRACT	н н н н	- And		- AND		M		M		
-40 -	ION A							M		M		
-50 -	- SECT		 	M		Y~		Mark		3		
-60 -			 	M		M		M		~		
-70 -			ж. т. т. т. т. т. т.	And And		- Salar		Thym		~~~~		
-80 -				Tank		3		MMM		Mm		
-90 -	\land	124	H H	Mon		M		MM		5		
-100 -				N MM		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		MM		Mann		
-110 -						5		Anny		2		
-120 -				MMM		N-Y		MM		- AND		
-130 -	ON B			And				MA		M M		
-140 -	SECTIO	0.00	 	M	-	\sim		MM		And the second s		
-150 -			=	- And		In	>	MMM		mar		
-160 -			H : H :	MM		\leq	M	MM		M		
-170 -				M			mon	MM		Mar and a start of the start of		
-180 –		there	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	M			MM	NMM		mm		

			≻			, ,	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •				
EPTH	ECTION	<u>v</u>	DOTOHI	-5000 CI	200000	-4000 K	60500	Ca 43500	732000	1000 Ti	15000
0 07	S A	_		(~		~~			
-10 -		「たい	かっか かっか かっか 二 二 二			The second secon		- And		Mark	
-20 -		and a	 	~		M		M		M	
-30 -		and the second	ш Ш Ш Ш	{		5		×.	>	M	
-40 -	TION A		 	}		S.			2	M	
- 50 –	SEC			ł		A			<u>\</u>	M	
-60 - -						S		5	>	Mark	
-70 -			н н - н н н н	{		Z		Jun 2		M	
-80 -	\checkmark			A A		Murr		May		M	
-90 -			H H	S S		mm				A A A	
-110 -				MMM		M		M		Am	
-120 -			шт	3		MAN		M		MM	
-130 -	BZ			M		-		Mark		howm	
- <mark>140</mark> -	SECTION			March		Maria		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		M	
-150 -			 	MM		Mursh		NN	2	mmm	
-160 -		50.00	H H	Ma		July V		The		NAM	
-170 -		1		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		M		MM		mont	
-180 -	\bigvee	Free		M		MM		MM		MM	

			≻			,	•				
т	NO		DOG	500	Cr 6000	Mn -200	2700	Fe	151000	Rh	78000
EPT	ECT	<u>ں</u>	Н	500		-200	2700		131000		/ 0000
с 07	S A	L		<u>`~</u>				~		<	
-			$\left(\begin{array}{c} & & & \\ & & & \\ & & & \end{array}\right)$	No.		5		5		5	
-10 -		124				53				- A	
-20 –		100	 	M		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		2	
-		and a	=	A		A		5			
-30 -		and the second sec		- A		M					
-40 -	N A	the second		× 5		M.				~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
-	CTIO		 	Z		M		2			
-50 -	SEC	and a start	= = =	A		- Am		E E		5	
60		St. William		-					-	\geq	
-00 -				No.		- A		\leq		A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	
-70 -				- A		\leq		\leq		×	
-		1 The		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~				\sim			
-80 -			·····		-			\leq		\leq	
-90 -	$ \downarrow \rangle$	192		M.				2	>	\sim	
-				MM		3		5			
-100 -				\leq	_	No.		5			
110		1		N.		M		Z		~	
-110		The second		5ª		M		\geq			
-120 -					-	M		\sim		~~~	
-			<u> </u>		•	\sim		5		\leq	
-130 -	ONB	1-22		M				~~			
-140 -	ECTIC			M		M.					
-	SE	- AND	± : ± :	\geq		2		5	>	~	-
-150 –				~				~			
160						\geq		5		M	
- 100 -			••••••		-			-			
-170 -				M		M		5		E S	
-											
-180 –		Free	·····			- A		\sum			

			≿			-	•		
Ŧ	NOL		OLOG	Cu 500	2700	Zn 1200	12000	Ga -200 850	Br 700 3400
DEPT	BECT	<u>.</u>	H						
0	0						2		5
10					-		>	A.	
-10		A.	-	5			3	23	
-20 -		St	т. т	55			,	N N	
-		Tere.		M		E		M.	M
-30 -		and a second	—					\sim	2
-40 -	A NC		ΞΞ			3			
-	ECTIO	2		- A		\sim			~
-50 -	- SE	No.		A A				N N	
-60 -		and the second		- A					
-				M			-		
-70 -				M			2	Market Market	3
-80 -		a series	. Ⅲ : Ⅲ : ••••••	53			~		
-	\checkmark		·····	M		2 A			5
-90 -	\wedge	- 72		3			3	M	
-100 -				3		5			
-		6		The second secon		<pre>{</pre>			No.
-110 -		5		2 M		2			5
120				$\sum_{i=1}^{n}$		$\left \right\rangle$			
- 120				M.		E		A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	2
-130 -	N N N					Ę			M
140	CTIO			~		M			
-140 -	- SE(and the second s		5-5		5-5		N N	
-150 -		and the	=	M					
-		15							
-160 –			•••••	5		5			
-170 -				M		5		N.	5
-		1		And and a second					
-180 –	\downarrow	here		hun		~			

			≻			/ maijeee enimiqu		
-	NO		FOG		Rb	Sr	Y	Zr
TT -	CTIC	ப்	LHO	4100	41800	4800 67600	1500 7500	3000 121500
B	SE	Ĕ	5					
0	\uparrow	No.		5		Sa	M	5
-10 -		and the second		3		\leq		2
-20 -		N.	 			M	M	3
-30 -		A SA	нн	25		N N N	1 MM	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
-40 -	- A NO		 	S		5	M	5
- <mark>50</mark> -	- SECTI		 	M			MM	
-60 -				Y		- A	MMM	
-70 -			 	- And		5	M	
-80 -				- And		M	MMM	5
-90 -	\wedge	5.72	<mark></mark> Н Н	M		Mm	MM	
-100 -				N		$\langle \cdot \rangle$	M	
-110 -				5		No.	MM	m
-120 -				M			MM	The
-130 -	N B			Wind		Mar	MM	
-140 -	SECTIC			MM			MMM	In
-150 -			 = 	3		M	Sh	
-160 -			н н 	S		A AM	MM	2
-170 -				MM	<i>≩</i>	M	MM	
-180 -		The c		many	-	Norm	M	

			≻						
Ŧ	NOL		DLOG	Nb -2900	3900	Mo -5800 1400	Pb 900 9000	Bi 70 1	1260
DEPT	SECT	<u>5</u>	H						
0 7				~	\sim	~	33		
10				June 1		- M	5		
-10 -		in the second se			$\overline{\langle}$				
-20 -		No.	 	Z	~	~			
-		and .	=		-	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~			
-30 -		and a second	T T			\sim	M		
-40 -	A N								
-	CTIO				-	M			
-50 -	S S	and a		VV		M.			-
-60 -		St. W.		No N		\sim	MM		
-00						M	M		
-70 -					M	MM	\sim		
-		Same a	±:±:		M M	M	~		
-80 -				- A		M	2		
-90 -	\uparrow	232		NV NV	Ζ	M	\sim	2	
-				5			E ST		
-100 –						ž			
-110 -		1		2	_		M		-
-						M	M		
-120 -				- And		A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	M		
-130 -				M				2	
-	NOL	The state					~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		
-140 -	SECT	2 -	 	2					
450			тт : т т				\sim		
-150 -		and the second	±:±:					Z	
-160 -				- M					
-				N.					
-170 –		1					3		
-180 -						M	M		
	$ \lor$	The	<u> </u>			~	5		

			≻			,						
표	TION		OLOG	AI 300	12300	Si 10000	213000	P -2600	600	-2000	S 80	00
DEP	SEC	PIC.	Ę									
0	\land			-2		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~			2	5		
-10 -		-	±:±:	The second secon		M		-		M		
-20 -			-	A N	_	M			N N	La construction		
-30 -			= = =	A A	-	A A				- Maria		
-40 -	NO		·▲···▲· □□□□□□□□□	NWV		M		:	M	MM		
-50 -	ECTI				>	\sim			M			
-60 -	S 					\leq			M	5		
-70 -			工:工: 二 工 二			NA		_		MM		
-80 -			т:т: 			\leq		-				
-90 -					>		:		5	M		
-100 -			ΞŢ						A A	N.		
-110 -				W		J. J				Maria		
-120 -						3		M	3	M		
-130 -	 							WAAAA		M		
-140 -	NOI			harry		The second secon		V~ W		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		
150	SEC		= : = : =	1 The		1 M		W		NMM		
160						N.M.		N N	3	M		
-160 -				- A		No.		N N		MM		
-170 -				~		3		V VW	\geq	M		
-180 –	\square			M		2		MA			-	
-190 -				Mar	.	May				1		
-200 -				1 A		A A				A A		
-210 -				M						~~~~		
-220 -	ON C		±:±:			- M				Mar 1		
-230 -	CTIC		тт _ т _	V		1 M		-	W	Ann		
-240 -	SE			Nra N		2			M.M.	- V		
-250 -		No.	= _⊥ _ -⊤ -⊤	- And					M	M ~		
-260 -				2	-	2	-		han	N.		
-270	\downarrow	1							-			

			≻			Analyst	ominqu'				
НТН	CTION	.:	HOLOG	-5000	CI 200000	-4000	K 60500	Ca 43500	732000	Ti 1000	15000
B	SE	PIC	5								
0	$ \land $	and the second s		<		Z					
-10 -				5		M			-	A MA	
-20 -		K		Mun		- A		WV		hm	
-30 -	AN	-255		h		A A				- M	
-40 -			⊑∶≖∶⊒ ≖∶≖∶	}		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		WV S	-	1 mm	
-50 -	SEC			- March		5		5		5	
-60 -		-		A. C.		2 × 2		Crew Contraction		MMM	
-70 -			=	- An		\mathbb{Z}				W	
-00 -			с т т т т	A		2				M	
-90 100 -	\wedge		т т			5					
-100			=			J. Mar		M		NM	
-120 -				-		A A A			<u>Ş</u>	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	
-130 -	<u></u>			A A A A A A A A A A A A A A A A A A A		Sw.				MMV	
-140 -	TION			M				5	>	M	
-150 -	SEC		=	2		Y~~				Mary	
-160 -				2						Mm	
-170 -				M		3		- ST		The second	
-180 -				A start		3		- And		MM	
-190 -	\wedge	1000				- ANN		M		WW WW	
-200 -			= = = = = = = = = = = = = = = = = = =	The second secon		M		V	,	M	
-210 -				~		~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~			>	M	
-220 -	U V Z	1.4.						- And	,	W	
-230 -		-		M		2		N N	>	Mm	
-240 -	- SEC	En ort		X		- Marine		M		M	
-250 -		The second second		<pre>}</pre>		- Anno		- And		WW	
-260 -				5		5		- Sa			
-270	\downarrow	1	0000	,							

			≻	Analyses on iniques oore-ocamer							
Ξ	NOL		DLOG	500	Cr 6000	Mn -200	2700	Fe 8000	151000	Rh 22000	78000
DEPT)ECT	<u>5</u>	Ĕ								
0 7				M						\leq	
-10 -				MM			-		-	- A	
-20 -		and the			-				-		
-30 -		The second	 	M	-			N N		M	
-40 -	N A		 	MM				M		M	
-50 -	CTIC	2.2	 :	- AN				2	,	MAN	
-60 -	SE	1 and	_ Ⅲ : Ⅲ : Ξ : Ⅲ : Ⅱ	T	-					MA	
-70 -				WW		M		NAN N		- AND	
-80 -			Ŧ	M				\sim		MM	
-90 -	\square			- A	-			2		Man	
-100 -	$ \uparrow$		ΤT			M.				MAN	
-110 -			=	MM		M				M	
-120 -		-	I I I		>	MM		5		MM	
-130 -	 00	1						\sim		March	
-140 -	IION			WWW		YM		Z		1 min	
-150 -	SEC ⁻			M				MAN		Am	
-160 -				M	-	5		- And		M	_
-170 -				M		MMM		3		MW	
180				M				1 miles		Am	
100	\downarrow	and the second	<u> </u>	No.				M		- And	
200				M						M	
-200 -		The second	=	M		MM		V			
-210 -		1	· ┷╸ · ┷╸ □ □ □ □ □		-			M		VL-WWW	
-220 -	ON O			N V	3	- And		E		M	
-230 -	ECTI	AT .	 	MM	-	NIM		1		M	
-240 -	S 			MMN		MM		MM		MM	
-250 -				MM		Mm		Mr.		M	
-260 -			IIII A-A-D		>	2				N N	
-270 -	$ \lor$	1	0-0-								

			≻	Analyses on iniques core counter							
Ξ	NOL		DLOG	C 500	u 2700	Zn 1200	12000	Ga -200	850	Br 700	3400
DEPT	SECT	<u>0</u>	ЛНЦ								
- 0]	•, 					~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~					
-10 -		32-			MA	_	3				-
-20 -		- A	= : = : =	- M	ł	3	-			M	_
-30 -		and and	· ــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	M		3					*
-40 -	ON A	10 AC	 	M	_	- The second sec		- Martin			
-50 -	ECTI		<u>т</u> т	M		E T					-
-60 -	S 			A.		1 A A A A A A A A A A A A A A A A A A A					-
-70 -				WWW							-
-80 -				MM		5					-
-90 -	\checkmark			AMA		$\left \right\rangle$					-
-100 -			Ξ. <u>Τ</u> .	Mm		$ \leq$			-		
-110 -				M	_						-
-120 -				MMM		A A A A A A A A A A A A A A A A A A A					_
-130 -	I B		с . д д - — — —	MM		35		A A A		MM	
-140 -	TION		±.±.	M							-
-150 -	SEC			1 miles		No.		MM			
-160 -				MM		E					
-170 -				Low		<u>S</u>		- Maria			
-180 -				MM		Jan Kanala					
-190 -	\downarrow	1000	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			2		No.		MW	
-200 -				Mm		2 And		M			-
-210 -		C. Martin		M.V.						WW	
-220 -	U U		: <u>т</u> д	1 Alexandre		5				M	.
-230 -	lion			W.	_					MW W	<u>s</u>
-240 -	SEC ⁻			MM		1 And					
-250 -				MM					-		
-260 -				MM		~~~~~					
-270	\downarrow	1	0.0.						-		

			≻			, mary co			•		
Ξ	TION		OLOG	4100	Rb 41800	4800	Sr 67600	Y 1500	7500	Z 3000	r 121500
DEP.	SEC.	PIC.	H								
0]	\wedge			~			نر ا			~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
-10 -		P2		N.			$\sum_{i=1}^{n}$				
-20 -		A AN	= 	Real Provide American Science Provide American			E -	M		Mr. W	
-30 -		The second		L.			3			2	
-40 -	A NC		工 工 = 工 二	M			M		_	N	
-50 -	ECTIO		T T	2			~~	- And			
-60 -	IS		тт = т	5			. 3			2	
-70 -			 	222			2~~	M		~~~~~	
-80 -				5						~~~~	
-90 -	\downarrow			- AND			~			MAN ANA	
-100 -			Ξ							Area and a second secon	
-110 -				2			WWW				
-120 -				E			- S			A	
-130 -	 m		=	$\left \right\rangle$			\sim			SM S	
-140 -	TION			E and			F			M	
-150 -	SEC		-				- Market Market			V.M.V	
-160 -				- The second sec			- And			Man	
-170 -							~	M		- May	
-180 -				1			7			1 miles	
-190 -	\downarrow	No.		No.			Jan Mark	M		N AN	
-200 -				- A			\sim				
-200			: т т т т	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~			~~~	M		hand	
220				tem			The second			www	
-220	NO			Man			\sim			W	
-230 -	SECT			$\left \right $			E A	N.		M	
-240 -				Muny			a man			MM	
-250 -				3			\sim	- AMA		Mary	
-200 -									>	<	
-270 7	L ×	1	$(\gamma - (\gamma - 1))$			L		L			

			≿		·				
臣	TION		DOLOG	Nb -2900 3900	Mo -5800 1400	Pb 900 9000	Bi 70 1260		
DEP	SEC	PIC.	Ė						
0 _10 _	$ \land $				MM	- Law			
-20 -			 	MM		Maria			
-30 -			 			WWW			
-40 -	- A N					~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~			
-50 -	CTIO				YMM				
-60 -	SE		тт = т т	1 Martin	M	Mm			
-70 -			工:工: 	MM		M			
-80 -			т т 			MM S			
-90 -	\downarrow			M M		Mar			
-100 -				A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	- And	MMM			
-110 -					MM	Mart In			
-120 -			⊑∶≖∶⊒ ∵≖∶≖∶			STANKY.			
-130 -	B		 		WWW.	MAN	-		
-140 -	CTIO		 ⊥ 1		A MW				
-150 -	- SE(A A A		Ahm			
-160 -					The second secon	www			
-170 -				1 May		Mun			
-180 -					M	\sim			
-190 -	\uparrow					Man			
-200 -			工 工 一 工 一 工			m			
-210 -			<u>т</u> т		A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	- My Mar			
-220 -	S S S						M		
-230 -	CTIO		 : :			MAN			
-240 -	SE			MM		a hay	**		
-250 –			 		MMM	N. W.			
-260 –				- A		W			
-270	\downarrow	100							

Annexe 3 – Résultats des analyses chimiques quantitatives

Sont regroupés dans cette annexe les résultats des analyses chimiques quantitatives. Ils sont présentés en fonction de la longueur réelle des carottes.

Les éléments analysés sont : le zinc (ZN), le plomb (Pb), le nickel (Ni), le cadmium (Cd), le cuivre (Cu) et le mercure (Hg). Les échantillons sont prélevés sur 0,5 cm, et le pas d'échantillonnage est en moyenne de 6 cm.

Les carottes sont présentées d'amont en aval, suivant la même logique que dans le présent rapport. Pour mémoire, la figure suivante rappelle leur emplacement respectif.



Localisation des prélèvements par carottage sur le RCC de Péage-de-Roussillon

Analyses Chimiques Quantitatives


Carotte C10a



Carotte C10b



Carotte C10b



Carotte C10c



Carotte C10c



Carotte C12a



Carotte C12a



Carotte C12b



Carotte C12b









Observatoire des Sédiments du Rhône

GRAIE – OHM Vallée du Rhône 66 bd Niels Bohr – CS 52132 69603 Villeurbanne Cedex www.graie.org/osr/

Contact : dad.roux@graie.org