



QUALITE DES SEDIMENTS DANS L'AVANT-PORT ET L'EXTERIEUR DE LA DIGUE DU LARGE DU PORT DE SAINT JEAN CAP FERRAT



Version : V1
Mai 2023

Table des matières

1.	INTRODUCTION	3
2.	CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS	3
A.	PLAN D’ECHANTILLONNAGE	5
3.	RESULTATS ANALYTIQUES ET INTERPRETATIONS DANS LES SEDIMENTS	5
A.	FRACTIONS GRANULOMETRIQUES	8
B.	PARAMETRES ELEMENTAIRES	8
C.	PARAMETRES METALLIQUES	9
D.	HYDROCARBURES POLY AROMATIQUES (HAP)	9
E.	POLYCHLOROBIPHENYLES (PCB)	10
F.	ORGANOSTANNIQUES	10
4.	RESULTATS ANALYTIQUES ET INTERPRETATIONS DANS LES LIXIVIATS	11
5.	CONCLUSIONS	12
	ANNEXES : FICHES DE RESULTATS D’ANALYSES - LABORATOIRE EUROFINIS REFERENCE 23E039496	13

Tableaux

Tableau 1 : Résultats analytiques dans les sédiments bruts (fractions < 2mm).....	6
Tableau 2 : Indices de contamination organique suivant IFREMER	8
Tableau 3 : Indices de contamination organique	9
Tableau 4 : Indices de contamination HAP	10
Tableau 5 : Teneurs dans les lixiviats	11

Figures

Figure 1 : Plan d'échantillonnage	5
Figure 2 : Fractions granulométriques dans les matériaux bruts (fractions >2mm comprises)	8

Photographies

Photographie 1 : Carottier à lame - Saint Jean Cap Ferrat.....	3
Photographies 2 : Echantillons moyens.....	4

1. Introduction

Des prélèvements en vue d'analyses des sédiments non consolidés ont été réalisés dans l'avant-port et l'extérieur de la digue du large à proximité du musoir du port de Saint Jean Cap Ferrat. Ces analyses ont été diligentées par le gestionnaire du port afin de connaître la position de travaux projetés au regard de la législation en vigueur. Ces travaux ne concernent pas de dragages mais la possible création des souilles et/ou d'implanter des pieux qui seraient susceptibles de mettre en suspension des matériaux fins et ainsi de les propager dans l'environnement proche sous l'effet des mouvements des masses d'eaux. Afin d'avoir la connaissance la plus complète des qualités physico-chimiques de ces matériaux les paramètres et les matrices analysés ont pris en compte les arrêtés du 30 juin 2020 (Article R214-1 du Code de l'Environnement), de l'arrêté du 12 décembre 2014 (devenir des matériaux si extraction) et des tests HP14 (écotoxicité).

Ce rapport comprend le compte rendu de mission sur le terrain, les rapports d'analyses et les interprétations sous une forme telle qu'il puisse être intégré en l'état dans un dossier règlementaire.

2. Campagne de prélèvements

Les prélèvements se sont déroulés le 03 mars 2023 dans la matinée, les positions de stations ont été repérées de visu en prenant des alignements sur les infrastructures suivant le plan d'échantillonnage et par GPS.

Les prélèvements élémentaires ont été réalisés à l'aide d'un carottier à lame manuel par des plongeurs classés (IIB) jusqu'au refus avec des épaisseurs d'enfoncement de 0,2m à 0,5m.

Les échantillons moyens ont été réalisés en mélangeant les échantillons élémentaires jusqu'à l'obtention de sédiments homogènes en textures et en couleur. Les échantillons moyens ont été ensuite placés dans des flacons fournis par le laboratoire d'analyses (EUROFINS avant d'être confiés à un transporteur (TNT) pour transport auprès du laboratoire d'analyses.



Photographie 1 : Carottier à lame - Saint Jean Cap Ferrat



Photographies 2 : Echantillons moyens

a. Plan d'échantillonnage



Figure 1 : Plan d'échantillonnage

- Echantillon SJCF 1
- Echantillon SJCF 2
- Echantillon SJCF 3

Nous notons que les prélèvements des échantillons élémentaires SJCF3 ont été décalés vers l'extérieur du pied de la digue pour accéder aux matériaux meubles en place.

3. Résultats analytiques et interprétations dans les sédiments

Comme indiqué précédemment les paramètres et les matrices analysés ont pris en compte les arrêtés du 30 juin 2020 (Article R214-1 du Code de l'Environnement), de l'arrêté du 12 décembre 2014 (devenir des matériaux si extraction) et des tests HP14 (écotoxicité). Le présent rapport dans sa forme V0 ne présente pas les résultats des HP14 qui ont des délais d'analyses plus long. La version définitive sera fournie dès leur réception

Les résultats analytiques sont présentés et comparés aux valeurs seuils de l'arrêté du 30 juin 2020 dans le tableau ci-après. Les fiches de résultats d'analyses provenant du laboratoire EUROFINs, accrédité COFRAC, sont annexées au présent document.

Echantillon	SJCF 1	SJCF 2	SJCF 3	Valeurs seuils	
	04/03/2023	04/03/2023	04/03/2023	N1	N2
Matières sèches (%)	58,4	71,3	64,1		
Masse volumique (g/cm ³)	1,66	1,35	1,25		
Carbone Organique Total (C.O.T.(% MS))	0,797	2,16	2,36		
Azote Kjeldahl (mg/kg poids sec)					
Phosphore total (mg/kg poids sec)	418	330	556		
Perte au feu (550°C) (% MS)	4,17	3	3,48		
GRANULOMETRIE (%) dans la fraction inférieure à 2mm					
Sables grossiers 200-2000µm	69,26	66,38	80,06		
Sables fins 63-200µm	15,16	24,44	5,53		
Limons grossiers 20-63µm	7,05	4,74	5,80		
Limons fins 2-20µm	7,13	3,68	7,01		
Argiles <2µm	1,4	0,75	1,61		
METAUX (mg/kg de sédiment sec)					
Aluminium	2220	835	2440		
Arsenic	5,7	2,0	6,5	25	50
Cuivre	41,7	25,9	85,8	45	90
Nickel	8,6	2,1	4,2	37	74
Plomb	15,3	9,9	14,4	100	200
Zinc	55,5	27,3	77,3	276	552
Mercuré	<0.10	<0.10	<0.10	0,4	0,8
Cadmium	0,1	0,1	<0.10	1,2	2,4
Chrome	12,6	6,3	9,7	90	180
POLYCHLOROBIPHENYLS -PCB (µg/kg de sédiment sec)					
Congénère 28	< 1	< 1	< 1	5	10
Congénère 52	< 1	< 1	< 1	5	10
Congénère 101	< 1	< 1	< 1	10	20
Congénère 118	< 1	< 1	< 1	10	20
Congénère 138	< 1	< 1	< 1	20	40
Congénère 153	< 1	< 1	< 1	20	40
Congénère 180	< 1	< 1	< 1	10	20
PCB Totaux	4	4	5		
HYDROCARBURES POLYAROMATIQUES -HAP (µg/kg de sédiment sec)					
Naphtalène	< 2,1	< 2,3	< 2,1	160	1130
Fluorène	< 2,1	< 2,3	< 2,1	20	280
Phénanthrène	35	15	< 2,1	240	870
Pyrène	80	80	< 2,1	500	1500
Benzo(a)anthracène	69	57	< 2,1	260	930
Chrysène	62	59	< 2,1	380	1590
Indéno(1,2,3 cd)pyrène	51	60	< 2,1	1700	5650
Dibenzo(a,h)anthracène	20	16	< 2,1	60	1160
Acénaphthylène	8	11	< 2,1	40	340
Acénaphthène	< 2,1	< 2,3	< 2,1	15	260
Anthracène	15	17	< 2,1	85	590
Fluoranthène	95	87	< 2,1	600	2850
Benzo(b)fluoranthène	95	110	< 2,1	400	900
Benzo(k)fluoranthène	36	48	< 2,1	200	400
Benzo(a)pyrène	88	83	< 2,1	430	1015
Benzo(g,h,i)pérylène	60	58	< 2,1	1700	5650
HAP totaux	720	700	1		
ORGANOSTANNIQUES (µg/kg de sédiment sec)					
T.B.T.	90	18	3	100	400
Note : Valeur inscrite en noir < N1					

Tableau 1 : Résultats analytiques dans les sédiments bruts (fractions < 2mm)

Nous notons dans ces résultats que toutes les valeurs, à l'exception de la teneur en cuivre dans les matériaux de l'échantillon SJCF3, sont inférieures aux valeurs seuil des tableaux II, III, III bis et III ter de l'arrêté du 30 juin 2020.

Pour ces mêmes teneurs les comparaisons aux valeurs seuils du tableau IV de l'arrêté du 30 juin 2021 sont présentées ci-dessous.

Echantillon	SJCF 1	SJCF 2	SJCF 3	Valeurs seuils
Date	12/01/2023	12/01/2023	12/01/2023	S1
METAUX (mg/kg de sédiment sec)				
Arsenic	5,7	2,0	6,5	30
Cuivre	41,7	25,9	85,8	100
Nickel	8,6	2,1	4,2	50
Plomb	15,3	9,9	14,4	100
Zinc	55,5	27,3	77,3	300
Mercure	<0.10	<0.10	<0.10	1
Cadmium	0,1	0,1	<0.10	2
Chrome	12,6	6,3	9,7	150
POLYCHLOROBIPHENYLS -PCB (µg/kg de sédiment sec)				
PCB Totaux	4	4	5	680
HYDROCARBURES POLYAROMATIQUES -HAP (µg/kg de sédiment sec)				
HAP totaux	720	700	1	22800
Note : Valeur inscrite en noir < S1				

Nous notons que l'ensemble des concentrations sont inférieures aux valeurs seuil S1. Ceci permet d'indiquer, dans l'attente des résultats des tests HP14, que ces matériaux échantillonnés ne seraient pas écotoxiques.

a. Fractions granulométriques

Les échantillons présentent des répartitions granulométriques assez similaires qui sont caractéristiques des sables. Nous notons que les fractions supérieures à 2 mm sont importantes dans les zones B et C.

Ces analyses permettent de représenter les fractions sur les graphes ci-après pour visualiser les répartitions des classes granulométriques.

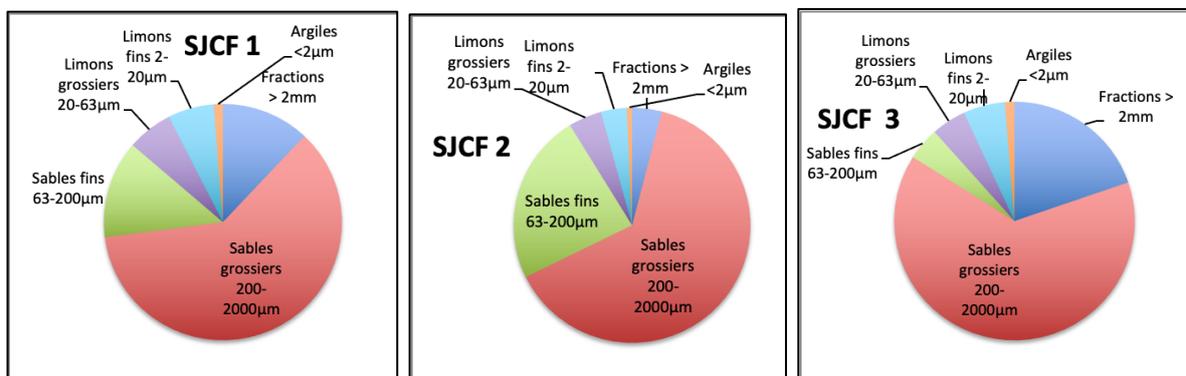


Figure 2 : Fractions granulométriques dans les matériaux bruts (fractions >2mm comprises)

b. Paramètres élémentaires

Les teneurs des paramètres élémentaires mesurées ont été interprétées au regard des indices de contamination qui peuvent être calculés à partir des données de référence proposées par l'IFREMER (Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersions, IFREMER, 2006).

Ces données correspondent à des indices qui sont repris dans le tableau ci-après.

Carbone organique total (COT)		Azote (NTK)		Phosphore (P)	
Valeurs (% MS)	Indice	Valeurs (mg/kg MS)	Indice	Valeurs (mg/kg MS)	Indice
< 0.6	0	< 600	0	< 500	0
0.6 - 2.3	1	600 - 1200	1	500 - 800	1
2.4 - 4.0	2	1200 - 2400	2	800 - 1200	2
4.1 - 5.8	3	2400 - 3600	3	> 1200	3
> 5.8	4	> 3600	4		

Tableau 2 : Indices de contamination organique suivant IFREMER

Nous présentons dans le tableau suivant les teneurs analysées et les calculs des indices de contamination organique.

Station	SJCF 1	SJCF 2	SJCF 3
Indice Matière volatiles à 550°C	faible à nul	faible à nul	faible à nul
Indice Azote Kjeldahl	Nul	Nul	Nul
Indice C.O.T.	Nul	Nul	Nul
Indice Phosphore	Nul	Nul	Faible
Indice de contamination organiques	0	0	1
Qualité environnementale	Normale	Normale	Normale

Tableau 3 : Indices de contamination organique

Ces sédiments ne présentent pas d'enrichissement en nutriments et, suivant les critères de l'IFREMER, les teneurs des paramètres élémentaires indiquent une qualité environnementale normale.

c. Paramètres métalliques

Les teneurs en métaux sont toutes relativement faibles et inférieures aux valeurs seuils N1 de l'arrêté du 30 juin 2022, ceci à l'exception de l'échantillon SJCF 3, à l'extérieur de la zone portuaire, qui a une concentration en cuivre élevée (85,8 mg Cu/kg PS). Nous ne disposons pas d'information ou d'autre donnée qui permettrait de proposer un avis pour cette teneur.

d. Hydrocarbures Poly Aromatiques (HAP)

Les teneurs en HAP sont toutes inférieures aux valeurs seuils N1 de l'arrêté du 30 juin 2022. Les données de l'IFREMER permettent d'évaluer l'impact de ces teneurs sur le milieu naturel suivant le tableau ci-après.

Station	SJCF 1	SJCF 2	SJCF 3
HAP			
Fluoranthène	2	2	1
Benzo(b)fluoranthène	1	1	1
Benzo(k)fluoranthène	1	1	1
Benzo(a)pyrène	1	1	1
Benzo(g,h,i)pérylène	2	1	1
Indéno(1,2,3 cd)pyrène	1	1	1
Indice de pollution par les HAP (note sur 18)	8	7	6
Niveau de contamination par les HAP	Impact supposé	Impact supposé	Sans impact

Tableau 4 : Indices de contamination HAP

Les impacts supposés sont principalement à relier aux teneurs en Fluoranthène qui peut être considéré comme un traceur des apports pyrolytiques (Imbrulés de moteurs à combustion).

e. Polychlorobiphényles (PCB)

Les teneurs en PCB sont très faibles et inférieures aux limites de quantification du laboratoire, et donc inférieures aux valeurs seuils de l'arrêté du 30 juin.

f. Organostanniques

Les teneurs en TBT sont quantifiées avec des teneurs décroissantes de l'intérieur vers le milieu naturel.

Nous avons considéré les teneurs dans les produits de dégradations dosés, TBT, DBT et MBT afin d'évaluer les apports. Il pourrait s'agir d'apports récents et récurrents qui proviendrait de peintures antisalissures à base d'étain dont l'utilisation est interdite en France.

4. Résultats analytiques et interprétations dans les lixiviats

Les analyses des échantillons portaient sur les paramètres de l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux critères d'admissibilité des sédiments dans les installations de stockage de déchets inertes.

Echantillon	Valeurs seuils					
	SJCF 1	SJCF 2	SJCF 3	ISDI	ISDND	ISDD
Conductivité (µS/cm)	3410	2510	3450			
pH	8,1	8,4	8,4			
Fractions solubles (mg/kg)	21700	15400	24400	4000	60000	100000
Matières sèches (%)	58,4	71,3	64,1			
COT (mg/kg)	110	67	160	500		
Chlorures (mg/kg)	9920	7250	10100	800		
Fluorures (mg/kg)	8,69	7,41	6,83	10	150	500
Sulfate (mg/kg)	2140	1490	1530	1000	20000	50000
Indice phénol (mg/kg)	<0.51	<0.51	<0.50	1	50	
Antimoine (mg/kg)	0,029	<0.01	<0.01	0,06	0,7	5
Arsenic (mk/kg)	<0.101	<0.101	0,173	0,5	2	25
Baryum (mk/kg)	0,205	<0.101	<0.101	20	100	300
Cadmium (mg/kg)	<0.002	<0.002	<0.002	0,04	1	5
Chrome (mk/kg)	<0.10	<0.10	<0.10	0,5	10	70
Cuivre (mk/kg)	0,515	0,369	0,573	2	50	100
Molybdène (mk/kg)	0,699	0,198	0,022	0,5	10	30
Nickel (mk/kg)	<0.101	<0.101	<0.101	0,4	10	40
Plomb (mg/kg)	<0.101	<0.101	<0.101	0,5	10	50
Sélénium (mg/kg)	<0.01	<0.01	0,026	0,1	0,5	7
Zinc (mg/kg)	<0.101	<0.101	<0.101	4	50	200
Mercuré (mg/kg)	<0.001	<0.001	<0.001	0,01	0,2	2
COT sur brut (mg/kg)	7940	21600	23600	30000	50000	60000
Indice HT (mg/kg)	44,1	36,1	24,8	500		
Somme HAP (mg/kg)	0,72	0,7	0,001	50		
Somme BETEX (mg/kg)	0,3	0,3	0,3	6		
Somme PCB (mg/kg)	0,004	0,004	0,005	1	20	50

Tableau 5 : Teneurs dans les lixiviats

ISDI : Installation de stockages de déchets inertes

ISDND : Installation de stockages de déchets non dangereux

ISDD : Installation de stockages de déchets dangereux

Ces sédiments présentent les caractéristiques des matériaux marins avec des teneurs en fractions solubles, chlorures et sulfates élevées inhérentes à leur provenance. En cas de souhait d'élimination il ne serait pas acceptable dans une ISDI mais dans une installation adaptée dont l'arrêté d'exploitation permet leur recevabilité.

5. Conclusions

Les sédiments de l'avant-port et de l'extérieur de la digue du large du port de Saint Jean Cap Ferrat présentent des teneurs pour les paramètres énoncés dans l'arrêté du 30 juin 2020 qui sont toutes inférieures aux valeurs seuil S1 et inférieures aux valeurs seuil N1 à l'exception de l'échantillon SJCF3 à l'extérieur du port pour le cuivre.

Suivant l'article R214-1 et la rubrique 4.1.3.0 de son décret d'application (n°2020-828) si des extractions étaient nécessaires, le dragage de ces matériaux, dans l'entrée du port, relèverait du régime de la déclaration pour un volume total de moins de 500 000m³ au cours de douze mois consécutifs.

Les teneurs inférieures aux valeurs seuil S1 permettaient d'estimer que ces matériaux n'étaient pas écotoxiques ce qui a été confirmé par les résultats des tests d'écotoxicité. Les conclusions pour les tests HP14, telles qu'indiquées dans le rapport en annexe, précisent que ces matériaux ne sont pas dangereux pour l'environnement.

Dans le cas de dragage, les déblais, normalement non inertes en raison de leur provenance marine seront acceptables dans une installation de stockage dont l'arrêté d'exploitation permet leur réception ou valorisables. Les résultats des tests HP14 font qu'en l'état ces matériaux seraient acceptables en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND).

Suite à la connaissance des teneurs au regard des deux référentiels réglementaires, et de nos connaissances personnelles on peut estimer que ces sédiments ne présenteraient pas d'impact chimique vis-à-vis de l'environnement en cas de remise en suspension lors de travaux. Les granulométries en place laissent à penser que les fractions fines en faibles pourcentages (SJCF 1 et 2) n'auraient pas d'impact physique sur cet environnement naturel et que par mesure de précaution la mise en place d'un système de réduction des propagations serait une mesure complémentaire en raison des biocénoses à proximité du port.

----- / -----

Annexes : Fiches de résultats d'analyses - Laboratoire EUROFINS
référence 23E039496 (physico-chimie)
référence 23E039507 (HP14)

REBOUILLON PIERRE
Monsieur Pierre REBOUILLON
 1 Boulevard Gilly
 13010 MARSEILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E039496

Version du : 23/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 07/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : Ports 2023

Nom Projet : REBOUILLON

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Référence Commande :

Coordinateur de Projets Clients : Marie Diebolt / MarieDiebolt@eurofins.com / +333 8802 9020

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	SJCF 1
002	Sédiments	(SED)	SJCF 2
003	Sédiments	(SED)	SJCF 3

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 23E039496

Version du : 23/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 07/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : Ports 2023

Nom Projet : REBOUILLON

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

	001	002	003
	SJCF 1	SJCF 2	SJCF 3
	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	04/03/2023	04/03/2023	04/03/2023
Date de début d'analyse :	08/03/2023	08/03/2023	08/03/2023
Température de l'air de l'enceinte :	4.4°C	4.4°C	4.4°C

Préparation Physico-Chimique

		*	Fait	*	Fait	*	Fait
XXS06 : Prétraitement et séchage à 40°C		*	Fait	*	Fait	*	Fait
LSA07 : Matière sèche	% P.B.	*	58.4 ±2.92	*	71.3 ±3.56	*	64.1 ±3.21
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	*	16.3	*	4.41	*	43.7

Mesures physiques

LS918 : Masse volumique sur échantillon brut	g/cm ³		1.66		1.35		1.25
LS995 : Perte au feu à 550°C	% MS		4.17		3.00		3.48

Granulométrie

		*		*		*	
LS4WH : Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm	%	*	1.40 ±0.350	*	0.75 ±0.188	*	1.61 ±0.403
LS4P2 : Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm	%	*	8.53 ±1.706	*	4.43 ±0.886	*	8.62 ±1.724
LSQK3 : Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	%	*	15.58 ±2.337	*	9.17 ±1.375	*	14.42 ±2.163
LS3PB : Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	%	*	30.74 ±4.611	*	33.62 ±5.043	*	19.94 ±2.991
LS9AT : Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm	%	*	100.00	*	100.00	*	100.00
LS9AS : Fraction 2 - 20 µm	%	*	7.13 ±1.069	*	3.68 ±0.552	*	7.01 ±1.052
LSSKU : Fraction 20 - 63 µm	%	*	7.05 ±1.058	*	4.74 ±0.711	*	5.80 ±0.870
LS9AV : Fraction 63 - 200 µm	%	*	15.16 ±2.274	*	24.44 ±3.666	*	5.53 ±0.830
LS3PC : Fraction 200 - 2000 µm	%	*	69.26 ±6.926	*	66.38 ±6.638	*	80.06 ±8.006

Analyses immédiates

LSL4H : pH H2O			9.0		9.2		9.0
pH extrait à l'eau							
Température de mesure du pH	°C		20		21		21

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 23E039496

Version du : 23/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 07/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : Ports 2023

Nom Projet : REBOUILLON

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

	001	002	003
	SJCF 1	SJCF 2	SJCF 3
	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	04/03/2023	04/03/2023	04/03/2023
Date de début d'analyse :	08/03/2023	08/03/2023	08/03/2023
Température de l'air de l'enceinte :	4.4°C	4.4°C	4.4°C

Indices de pollution

LS916 : Azote Kjeldahl (NTK)	g/kg M.S.	*	0.5 ±0.17	*	<0.5	*	<0.5
LSSKM : Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)							
Carbone Organique Total par Combustion	mg/kg M.S.	*	7940 ±1597	*	21600 ±4253	*	23600 ±4644
Coefficient de variation (CV)	%	*	18.0	*		*	2.16

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		*	Fait	*	Fait	*	Fait
LS862 : Aluminium (Al)	mg/kg M.S.	*	2220 ±511	*	835 ±192	*	2440 ±561
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg M.S.	*	5.70 ±1.298	*	1.96 ±0.545	*	6.54 ±1.477
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	*	41.7 ±6.69	*	25.9 ±4.56	*	85.8 ±13.09
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	*	8.61 ±1.262	*	2.10 ±0.476	*	4.15 ±0.691
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S.	*	183 ±24	*	144 ±19	*	243 ±32
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	*	15.3 ±4.59	*	9.86 ±2.958	*	14.4 ±4.32
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	*	55.5 ±11.67	*	27.3 ±5.77	*	77.3 ±16.25
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	*	0.14 ±0.037	*	0.10 ±0.028	*	<0.10
LS934 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	*	12.6 ±2.52	*	6.30 ±1.260	*	9.70 ±1.940
LSA6B : Phosphore total (P2O5)	mg/kg M.S.		418		330		556

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)							
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	*	44.1 ±16.78	*	36.1 ±13.92	*	24.8 ±9.97
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg M.S.		1.69		2.35		1.46
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg M.S.		5.52		4.20		2.78
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg M.S.		15.8		11.9		5.72
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg M.S.		21.1		17.7		14.8

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 23E039496

Version du : 23/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 07/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : Ports 2023

Nom Projet : REBOUILLON

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

	001	002	003
	SJCF 1	SJCF 2	SJCF 3
	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	04/03/2023	04/03/2023	04/03/2023
Date de début d'analyse :	08/03/2023	08/03/2023	08/03/2023
Température de l'air de l'enceinte :	4.4°C	4.4°C	4.4°C

Hydrocarbures totaux
ZS0DY : Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40

		001	002	003
> C10 - C12 inclus (%)	%	2.91	4.59	2.35
> C12 - C16 inclus (%)	%	0.92	1.91	3.53
> C16 - C20 inclus (%)	%	5.12	4.80	4.37
> C20 - C24 inclus (%)	%	15.11	15.43	11.33
> C24 - C28 inclus (%)	%	18.33	16.01	11.03
> C28 - C32 inclus (%)	%	24.73	21.21	20.56
> C32 - C36 inclus (%)	%	23.19	24.50	22.58
> C36 - C40 exclus (%)	%	9.68	11.55	24.24
> C10 - C12 inclus	mg/kg M.S.	1.28	1.66	0.58
> C12 - C16 inclus	mg/kg M.S.	0.41	0.69	0.87
> C16 - C20 inclus	mg/kg M.S.	2.26	1.73	1.08
> C20 - C24 inclus	mg/kg M.S.	6.67	5.57	2.81
> C24 - C28 inclus	mg/kg M.S.	8.09	5.78	2.73
> C28 - C32 inclus	mg/kg M.S.	10.91	7.66	5.09
> C32 - C36 inclus	mg/kg M.S.	10.23	8.84	5.59
> C36 - C40 exclus	mg/kg M.S.	4.27	4.17	6.00

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

		001	002	003
LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	* <0.0021	* <0.0023	* <0.0021
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	* <0.0021	* <0.0023	* <0.0021
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	* 0.035 ±0.0088	* 0.015 ±0.0038	* <0.0021
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	* 0.08 ±0.020	* 0.08 ±0.020	* <0.0021
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	* 0.069 ±0.0173	* 0.057 ±0.0143	* <0.0021
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	* 0.062 ±0.0155	* 0.059 ±0.0148	* <0.0021
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	* 0.051 ±0.0128	* 0.06 ±0.015	* <0.0021
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	* 0.02 ±0.005	* 0.016 ±0.0040	* <0.0021
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	* 0.0082 ±0.00247	* 0.011 ±0.0033	* <0.0021

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 23E039496

Version du : 23/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 07/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : Ports 2023

Nom Projet : REBOUILLON

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001	002	003
SJCF 1	SJCF 2	SJCF 3
SED	SED	SED
04/03/2023	04/03/2023	04/03/2023
08/03/2023	08/03/2023	08/03/2023
4.4°C	4.4°C	4.4°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

			001	002	003
LSRHW : Acénaphène	mg/kg M.S.	*	<0.0021	<0.0023	<0.0021
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.015 ±0.0045	0.017 ±0.0051	<0.0021
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.095 ±0.0238	0.087 ±0.0218	<0.0021
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.095 ±0.0238	0.11 ±0.028	<0.0021
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.036 ±0.0090	0.048 ±0.0120	<0.0021
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.088 ±0.0374	0.083 ±0.0353	<0.0021
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	*	0.06 ±0.015	0.058 ±0.0145	<0.0021
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.		0.72	0.7	0.001

Polychlorobiphényles (PCBs)

			001	002	003
LS3U7 : PCB 28	mg/kg M.S.	*	<0.001	<0.001	<0.001
LS3UB : PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.001	<0.001	<0.001
LS3U8 : PCB 101	mg/kg M.S.	*	<0.001	<0.001	<0.001
LS3U6 : PCB 118	mg/kg M.S.	*	<0.001	<0.001	<0.001
LS3U9 : PCB 138	mg/kg M.S.	*	<0.001	<0.001	0.0014 ±0.00042
LS3UA : PCB 153	mg/kg M.S.	*	<0.001	<0.001	0.0014 ±0.00035
LS3UC : PCB 180	mg/kg M.S.	*	<0.001	<0.001	<0.001
LSFEH : Somme PCB (7)	mg/kg M.S.		0.004	0.004	0.005

Composés Volatils

			001	002	003
LS0XU : Benzène	mg/kg M.S.		<0.10	<0.10	<0.10
LS0Y4 : Toluène	mg/kg M.S.		<0.20	<0.20	<0.20
LS0XW : Ethylbenzène	mg/kg M.S.		<0.20	<0.20	<0.20
LS0Y6 : o-Xylène	mg/kg M.S.		<0.20	<0.20	<0.20
LS0Y5 : m+p-Xylène	mg/kg M.S.		<0.20	<0.20	<0.20
LS0IK : Somme des BTEX	mg/kg M.S.		0.300	0.300	0.300

Organoétains

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 23E039496

Version du : 23/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 07/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : Ports 2023

Nom Projet : REBOUILLON

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001	002	003
SJCF 1	SJCF 2	SJCF 3
SED	SED	SED
04/03/2023	04/03/2023	04/03/2023
08/03/2023	08/03/2023	08/03/2023
4.4°C	4.4°C	4.4°C

Organoétains

LS2GK : Dibutylétain cation-Sn (DBT)	µg Sn/kg M.S.	*	22 ±7	*	12 ±4	*	<2.0
LS2GL : Tributylétain cation-Sn (TBT)	µg Sn/kg M.S.	*	90 ±32	*	18 ±6	*	3.0 ±1.05
LS2IJ : Tétrabutylétain -Sn (TeBT)	µg Sn/kg M.S.		<10		<10		<10
LS2IK : Monobutylétain cation-Sn (MBT)	µg Sn/kg M.S.	*	9.0 ±3.15	*	7.7 ±2.69	*	<2.0
LS2IL : Triphénylétain cation-Sn (TPhT)	µg Sn/kg M.S.	*	5.5 ±2.24	*	<2.0	*	<2.0
LS2IM : MonoOctyletain cation-Sn (MOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IN : DiOctyletain cation-Sn (DOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IP : Tricyclohexyletain cation-Sn (TcHexT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0

Lixiviation

LSA36 : Lixiviation 1x24 heures					
Masse d'échantillon au laboratoire	g		2165.0	2192.0	2214.9
Lixiviation 1x24 heures			Fait	Fait	Fait
Refus pondéral à 4 mm	% P.B.		33.5	4.8	38.6
XXS4D : Pesée échantillon lixiviation					
Volume de lixiviant ajouté	ml		950	950	950
Masse de la prise d'essai	g		93.8	94.1	94.4

Analyses immédiates sur éluat

LSQ13 : Mesure du pH sur éluat					
pH (Potentiel d'Hydrogène)			8.1 ±1.22	8.4 ±1.26	8.4 ±1.26
Température de mesure du pH	°C		20	20	20
LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat					

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 23E039496

Version du : 23/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 07/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : Ports 2023

Nom Projet : REBOUILLON

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

	001	002	003
	SJCF 1	SJCF 2	SJCF 3
	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	04/03/2023	04/03/2023	04/03/2023
Date de début d'analyse :	08/03/2023	08/03/2023	08/03/2023
Température de l'air de l'enceinte :	4.4°C	4.4°C	4.4°C

Analyses immédiates sur éluat
LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat

		001	002	003
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm	3410 ±341	2510 ±251	3450 ±345
Température de mesure de la conductivité	°C	19.8	19.7	19.6

LSM46 : Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat

		001	002	003
Résidus secs à 105 °C	mg/kg M.S.	21700 ±4340	15400 ±3080	24400 ±4880
Résidus secs à 105°C (calcul)	% MS	2.2	1.5	2.4

Indices de pollution sur éluat

		001	002	003
LSM68 : Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat	mg/kg M.S.	110 ±41	67 ±27	160 ±58
LS04Y : Chlorures sur éluat	mg/kg M.S.	9920 ±1984	7250 ±1450	10100 ±2020
LSN71 : Fluorures sur éluat	mg/kg M.S.	8.69 ±1.217	7.41 ±1.037	6.83 ±0.956
LS04Z : Sulfates sur éluat	mg/kg M.S.	2140 ±321	1490 ±224	1530 ±230
LSM90 : Indice phénol sur éluat	mg/kg M.S.	<0.51	<0.51	<0.50

Métaux sur éluat

		001	002	003
LSM97 : Antimoine (Sb) sur éluat	mg/kg M.S.	0.029 ±0.0073	<0.01	<0.01
LSM99 : Arsenic (As) sur éluat	mg/kg M.S.	<0.101	<0.101	0.173 ±0.0433
LSN01 : Baryum (Ba) sur éluat	mg/kg M.S.	0.205	<0.101	<0.101
LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat	mg/kg M.S.	<0.002	<0.002	<0.002
LSN08 : Chrome (Cr) sur éluat	mg/kg M.S.	<0.10	<0.10	<0.10
LSN10 : Cuivre (Cu) sur éluat	mg/kg M.S.	0.515	0.369	0.573
LSN26 : Molybdène (Mo) sur éluat	mg/kg M.S.	0.699	0.198	0.022
LSN28 : Nickel (Ni) sur éluat	mg/kg M.S.	<0.101	<0.101	<0.101
LSN33 : Plomb (Pb) sur éluat	mg/kg M.S.	<0.101	<0.101	<0.101
LSN41 : Sélénium (Se) sur éluat	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	0.026 ±0.0091
LSN53 : Zinc (Zn) sur éluat	mg/kg M.S.	<0.101	<0.101	<0.101

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 23E039496

Version du : 23/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 07/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : Ports 2023

Nom Projet : REBOUILLON

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**SJCF 1****SED**

04/03/2023

08/03/2023

4.4°C

002**SJCF 2****SED**

04/03/2023

08/03/2023

4.4°C

003**SJCF 3****SED**

04/03/2023

08/03/2023

4.4°C

Métaux sur éluat
LS04W : **Mercuré (Hg) sur éluat**

mg/kg M.S.

<0.001

<0.001

<0.001

Observations
N° d'échantillon
Référence client

Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des BTEX pour le(s) paramètre(s) Toluène, o-Xylène, m+p-Xylène est LQ labo/2	(001) (002) (003)	SJCF 1 / SJCF 2 / SJCF 3 /
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme Somme des HAP pour le(s) paramètre(s) Naphtalène est LQ labo/2	(001) (002) (003)	SJCF 1 / SJCF 2 / SJCF 3 /
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 est LQ labo/2	(001) (002)	SJCF 1 / SJCF 2 /
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ réglementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 180 est LQ labo/2	(003)	SJCF 3

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E039496

Version du : 23/03/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 07/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : Ports 2023

Nom Projet : REBOUILLON

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Référence Commande :


Aurélie Schaeffer

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 15 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° :23E039496

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Emetteur : Mr Pierre Rebouillon

Commande EOL : 006-10514-980973

 Nom projet : N° Projet : Ports 2023
REBOUILLON

Référence commande :

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS04W	Mercuré (Hg) sur éluat	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	0.001	50%	mg/kg M.S.	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS04Y	Chlorures sur éluat	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrométrie visible automatisée] - NF ISO 15923-1	20	23%	mg/kg M.S.	
LS04Z	Sulfates sur éluat		50	20%	mg/kg M.S.	
LS0IK	Somme des BTEX	Calcul - Calcul			mg/kg M.S.	
LS0XU	Benzène	HS - GC/MS [Extraction méthanolique] - Méthode interne	0.1	40%	mg/kg M.S.	
LS0XW	Ethylbenzène		0.2	45%	mg/kg M.S.	
LS0Y4	Toluène		0.2	45%	mg/kg M.S.	
LS0Y5	m+p-Xylène		0.2	45%	mg/kg M.S.	
LS0Y6	o-Xylène		0.2	45%	mg/kg M.S.	
LS2GK	Dibutylétain cation-Sn (DBT)		GC/MS/MS [Dérivation, extraction Solide/Liquide] - XP T 90-250	2	34%	
LS2GL	Tributylétain cation-Sn (TBT)	2		35%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IJ	Tétra-butylétain -Sn (TeBT)	10		45%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IK	Monobutylétain cation-Sn (MBT)	2		35%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IL	Triphénylétain cation-Sn (TPHT)	2		46%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IM	MonoOctylétain cation-Sn (MOT)	2		40%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IN	DiOctylétain cation-Sn (DOT)	2		36%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IP	Tricyclohexylétain cation-Sn (TcHexT)	2		35%	µg Sn/kg M.S.	
LS3PB	Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
LS3PC	Fraction 200 - 2000 µm		0		%	
LS3U6	PCB 118	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 17322	0.001	34%	mg/kg M.S.	
LS3U7	PCB 28		0.001	30%	mg/kg M.S.	
LS3U8	PCB 101		0.001	32%	mg/kg M.S.	
LS3U9	PCB 138		0.001	34%	mg/kg M.S.	
LS3UA	PCB 153		0.001	29%	mg/kg M.S.	
LS3UB	PCB 52		0.001	32%	mg/kg M.S.	
LS3UC	PCB 180		0.001	37%	mg/kg M.S.	
LS4P2	Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm		Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%
LS4WH	Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm	0			%	

Annexe technique

Dossier N° :23E039496

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Emetteur : Mr Pierre Rebouillon

Commande EOL : 006-10514-980973

 Nom projet : N° Projet : Ports 2023
REBOUILLON

Référence commande :

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS862	Aluminium (Al)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - Méthode interne	5	50%	mg/kg M.S.	
LS865	Arsenic (As)		1	40%	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	50%	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	40%	mg/kg M.S.	
LS882	Phosphore (P)		1	45%	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	30%	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	25%	mg/kg M.S.	
LS916	Azote Kjeldahl (NTK)	Volumétrie [Minéralisation] - Méthode interne (Sols) - NF EN 13342 (autres matrices)	0.5	35%	g/kg M.S.	
LS918	Masse volumique sur échantillon brut	Gravimétrie - Méthode interne			g/cm ³	
LS919	Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40) Indice Hydrocarbures (C10-C40) HCT (nC10 - nC16) (Calcul) HCT (>nC16 - nC22) (Calcul) HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 14039	15	45%	mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S. mg/kg M.S.	
LS931	Cadmium (Cd)	ICP/MS [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 17294-2 - Méthode interne	0.1	28%	mg/kg M.S.	
LS934	Chrome (Cr)		0.1	30%	mg/kg M.S.	
LS995	Perte au feu à 550°C	Gravimétrie - NF EN 12879 (annulée)	0.1		% MS	
LS9AS	Fraction 2 - 20 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
LS9AT	Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm		0		%	
LS9AV	Fraction 63 - 200 µm		0		%	
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0.1	5%	% P.B.	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - Méthode interne	0.1	20%	mg/kg M.S.	
LSA36	Lixiviation 1x24 heures Masse d'échantillon au laboratoire Lixiviation 1x24 heures Refus pondéral à 4 mm	Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2	0.1		g % P.B.	
LSA6B	Phosphore total (P2O5)	Calcul - Calcul			mg/kg M.S.	
LSFEH	Somme PCB (7)				mg/kg M.S.	
LSFF9	Somme des HAP				mg/kg M.S.	

Annexe technique

Dossier N° :23E039496

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Emetteur : Mr Pierre Rebouillon

Commande EOL : 006-10514-980973

 Nom projet : N° Projet : Ports 2023
REBOUILLON

Référence commande :

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :	
LSL4H	pH H2O pH extrait à l'eau Température de mesure du pH	Potentiométrie - NF ISO 10390			°C		
LSM46	Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat Résidus secs à 105 °C Résidus secs à 105°C (calcul)	Gravimétrie - NF T 90-029	2000 0.2	20%	mg/kg M.S. % MS		
LSM68	Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat	Spectrophotométrie (IR) [Oxydation à chaud en milieu acide] - Méthode interne	50	45%	mg/kg M.S.		
LSM90	Indice phénol sur éluat	Flux continu - NF EN ISO 14402 (adaptée sur sédiment,boue)	0.5		mg/kg M.S.		
LSM97	Antimoine (Sb) sur éluat	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	0.01	25%	mg/kg M.S.		
LSM99	Arsenic (As) sur éluat		0.1	25%	mg/kg M.S.		
LSN01	Baryum (Ba) sur éluat		0.1		mg/kg M.S.		
LSN05	Cadmium (Cd) sur éluat		0.002	30%	mg/kg M.S.		
LSN08	Chrome (Cr) sur éluat		0.1		mg/kg M.S.		
LSN10	Cuivre (Cu) sur éluat		0.1		mg/kg M.S.		
LSN26	Molybdène (Mo) sur éluat		0.01		mg/kg M.S.		
LSN28	Nickel (Ni) sur éluat		0.1	20%	mg/kg M.S.		
LSN33	Plomb (Pb) sur éluat		0.1		mg/kg M.S.		
LSN41	Sélénium (Se) sur éluat		0.01	35%	mg/kg M.S.		
LSN53	Zinc (Zn) sur éluat		0.1	28%	mg/kg M.S.		
LSN71	Fluorures sur éluat		Electrométrie [Potentiometrie] - Méthode interne	5	14%	mg/kg M.S.	
LSQ02	Conductivité à 25°C sur éluat Conductivité corrigée automatiquement à 25°C Température de mesure de la conductivité		Potentiométrie [Méthode à la sonde] - NF EN 27888	15	30%	µS/cm °C	
LSQ13	Mesure du pH sur éluat pH (Potentiel d'Hydrogène) Température de mesure du pH	Potentiométrie - NF EN ISO 10523			°C		
LSQK3	Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%		
LSRHH	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 17503 - NF ISO 18287 (Sols)	0.002	46%	mg/kg M.S.		
LSRHI	Fluorène		0.002	27%	mg/kg M.S.		
LSRHJ	Phénanthrène		0.002	39%	mg/kg M.S.		
LSRHK	Anthracène		0.002	34%	mg/kg M.S.		
LSRHL	Fluoranthène		0.002	41%	mg/kg M.S.		
LSRHM	Pyrène		0.002	36%	mg/kg M.S.		

Annexe technique

Dossier N° :23E039496

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Emetteur : Mr Pierre Rebouillon

Commande EOL : 006-10514-980973

 Nom projet : N° Projet : Ports 2023
REBOUILLON

Référence commande :

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSRHN	Benzo-(a)-anthracène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSRHP	Chrysène		0.002	36%	mg/kg M.S.	
LSRHQ	Benzo(b)fluoranthène		0.002	39%	mg/kg M.S.	
LSRHR	Benzo(k)fluoranthène		0.002	41%	mg/kg M.S.	
LSRHS	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.002	36%	mg/kg M.S.	
LSRHT	Dibenzo(a,h)anthracène		0.002	31%	mg/kg M.S.	
LSRHU	Naphtalène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSRHV	Acénaphthylène		0.002	32%	mg/kg M.S.	
LSRHW	Acénaphthène		0.002	31%	mg/kg M.S.	
LSRHX	Benzo(ghi)Pérylène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSSKM	Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments) Carbone Organique Total par Combustion Coefficient de variation (CV)	Combustion [sèche] - NF EN 15936 - Méthode B	1000	40%	mg/kg M.S. %	
LSSKU	Fraction 20 - 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -				
XXS06	Prétraitement et séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464				
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464	1		% P.B.	
XXS4D	Pesée échantillon lixiviation Volume de lixiviant ajouté Masse de la prise d'essai	Gravimétrie - NF EN 12457-2			ml g	
ZS0DY	Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40 > C10 - C12 inclus (%) > C12 - C16 inclus (%) > C16 - C20 inclus (%) > C20 - C24 inclus (%) > C24 - C28 inclus (%) > C28 - C32 inclus (%) > C32 - C36 inclus (%) > C36 - C40 exclus (%) > C10 - C12 inclus > C12 - C16 inclus	Calcul - Méthode interne			% % % % % % % % % % mg/kg M.S. mg/kg M.S.	

Annexe technique

Dossier N° :23E039496

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Emetteur : Mr Pierre Rebouillon

Commande EOL : 006-10514-980973

 Nom projet : N° Projet : Ports 2023
REBOUILLON

Référence commande :

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
	> C16 - C20 inclus				mg/kg M.S.	
	> C20 - C24 inclus				mg/kg M.S.	
	> C24 - C28 inclus				mg/kg M.S.	
	> C28 - C32 inclus				mg/kg M.S.	
	> C32 - C36 inclus				mg/kg M.S.	
	> C36 - C40 exclus				mg/kg M.S.	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 23E039496

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-056495-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-980973

Nom projet : N° Projet : Ports 2023

Référence commande :

REBOUILLON

Nom Commande : Port de Saint Jean Cap Ferrat

Sédiments

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	SJCF 1	04/03/2023 15:53:00	07/03/2023	07/03/2023		
002	SJCF 2	04/03/2023 15:54:00	07/03/2023	07/03/2023		
003	SJCF 3	04/03/2023 15:54:00	07/03/2023	07/03/2023		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

23e039496-001 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 16 mars 2023 12:11:45

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

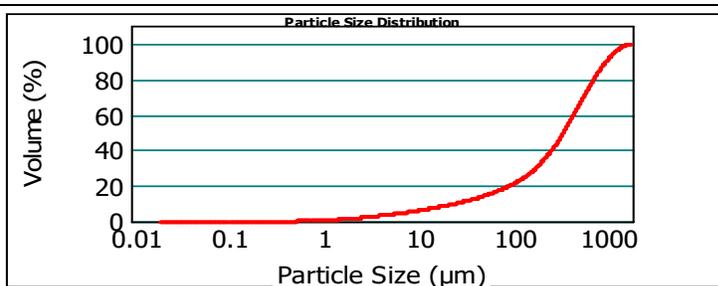
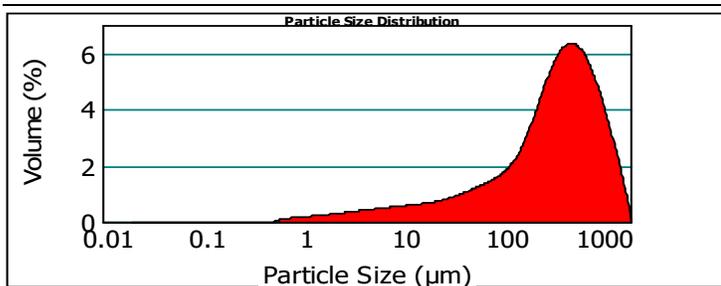
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
0.174 m ² /g	469.068 µm	370.833 µm	166484.714 µm ²	408.025 µm	1.264 µm	508.475 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.40%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 8.53%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 15.58%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 30.74%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.40%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 7.13%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 5.22%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 16.99%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 7.05%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 15.16%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 69.26%



■ 23e039496-001 (SED) - Average

jeudi 16 mars 2023 12:11:45

Size (µm)	Volume In %										
0.020	0.45	6.000	0.93	20.000	1.98	100.000	5.28	400.000	9.19	1000.000	9.11
1.000	0.96	8.000	0.78	30.000	1.69	150.000	5.45	500.000	7.58	1500.000	2.58
2.000	0.41	10.000	1.57	40.000	1.54	200.000	5.73	600.000	11.18	2000.000	
2.500	1.07	15.000	0.27	50.000	1.83	250.000	5.76	800.000	4.07		
4.000	1.14	16.000	0.96	63.000	4.44	300.000	10.76	900.000	3.30		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %										
0.020	0.00	6.000	4.02	20.000	8.53	100.000	20.02	400.000	52.99	1000.000	88.31
1.000	0.45	8.000	4.95	30.000	10.52	150.000	25.29	500.000	62.19	1500.000	97.42
2.000	1.40	10.000	5.74	40.000	12.21	200.000	30.74	600.000	69.77	2000.000	100.00
2.500	1.82	15.000	7.30	50.000	13.75	250.000	36.47	800.000	80.95		
4.000	2.89	16.000	7.57	63.000	15.58	300.000	42.23	900.000	85.01		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscuracion :	13.75 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	<i>- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure</i>	

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

23e039496-002 (SED) - Average

Date de l'analyse :

mardi 14 mars 2023 14:39:55

Opérateur :

fpep

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

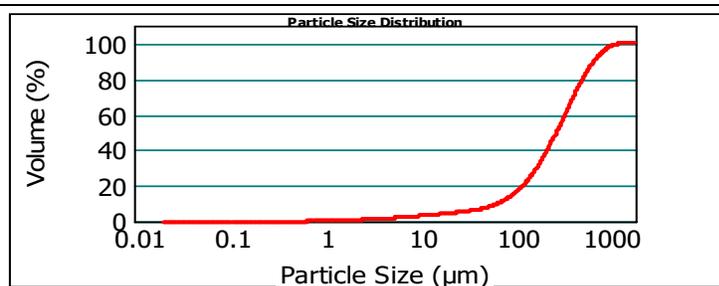
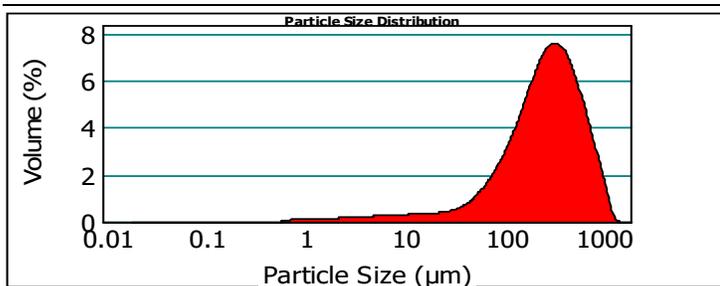
Surface spécifique : 0.104 m²/g Moyenne : 350.208 µm Médiane : 290.695 µm Variance : 68031.227 µm² Ecart type : 260.827 µm Rapport moyenne/médiane : 1.204 µm Mode : 348.084 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.75%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 4.43%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 9.17%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 33.62%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.75%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 3.68%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 3.09%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 26.09%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 4.74%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 24.44%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 66.38%



23e039496-002 (SED) - Average

mardi 14 mars 2023 14:39:55

Size (µm)	Volume In %										
0.020	0.21	6.000	0.48	20.000	1.02	100.000	9.09	400.000	10.43	1000.000	2.62
1.000	0.55	8.000	0.40	30.000	0.98	150.000	9.57	500.000	7.50	1500.000	0.00
2.000	0.21	10.000	0.81	40.000	1.09	200.000	9.33	600.000	9.17	2000.000	
2.500	0.55	15.000	0.14	50.000	1.65	250.000	8.58	800.000	2.69		
4.000	0.59	16.000	0.50	63.000	5.79	300.000	14.19	900.000	1.87		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %										
0.020	0.00	6.000	2.11	20.000	4.43	100.000	14.96	400.000	65.72	1000.000	97.38
1.000	0.21	8.000	2.58	30.000	5.46	150.000	24.05	500.000	76.15	1500.000	100.00
2.000	0.75	10.000	2.99	40.000	6.43	200.000	33.62	600.000	83.65	2000.000	100.00
2.500	0.97	15.000	3.80	50.000	7.52	250.000	42.95	800.000	92.82		
4.000	1.52	16.000	3.94	63.000	9.17	300.000	51.53	900.000	95.51		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000 Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
 Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU Indice de réfraction : 1.33
 0.020 µm à 2000 µm
 Logiciel : Malvern Application 5.60 Liquide : Water 800 mL
 Modèle optique : Fraunhofer Obscuracion : 10.00 %
 Vitesse de la pompe : 3000 rpm - L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.euofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :
23e039496-003 (SED) - Average

Date de l'analyse :
mardi 14 mars 2023 14:20:01

Opérateur :
fpep

Résultat de la source :
Moyenne de 2 mesures

Données statistique

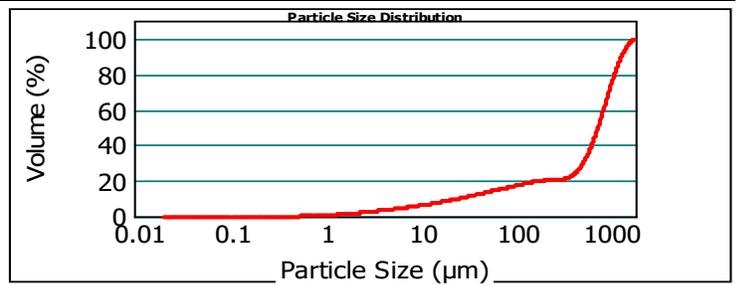
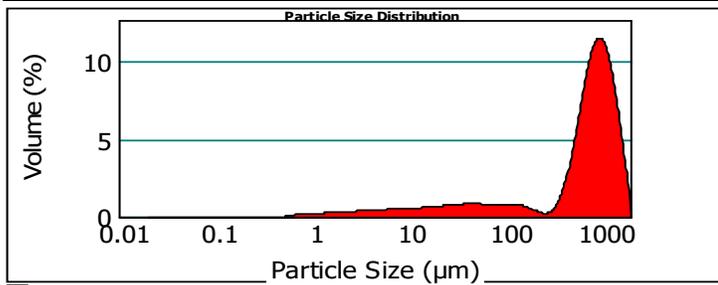
Surface spécifique : Moyenne : Médiane : Variance : Ecart type : Rapport moyenne/médiane : Mode :
0.177 m²/g 783.854 µm 802.302 µm 244685.307 µm² 494.656 µm 0.977 µm 960.921 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.61%
Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 8.62%
Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 14.41%
Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 19.94%
Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 1.61%
Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 7.01%
Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 4.57%
Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 6.75%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 5.79%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 5.53%
Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 80.06%



23e039496-003 (SED) - Average

mardi 14 mars 2023 14:20:01

Size (µm)	Volume In %
0.020	0.53
1.000	1.08
2.000	0.45
2.500	1.11
4.000	1.14
6.000	

Size (µm)	Volume In %
6.000	0.91
8.000	0.76
10.000	1.48
15.000	0.25
16.000	0.92
20.000	

Size (µm)	Volume In %
20.000	1.89
30.000	1.49
40.000	1.19
50.000	1.22
63.000	2.39
100.000	

Size (µm)	Volume In %
100.000	2.04
150.000	1.10
200.000	0.46
250.000	0.27
300.000	1.56
400.000	

Size (µm)	Volume In %
400.000	4.13
500.000	6.58
600.000	16.86
800.000	8.59
900.000	7.96
1000.000	

Size (µm)	Volume In %
1000.000	25.83
1500.000	7.81
2000.000	

Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00
1.000	0.53
2.000	1.61
2.500	2.05
4.000	3.16

Size (µm)	Vol Under %
6.000	4.30
8.000	5.21
10.000	5.97
15.000	7.45
16.000	7.70

Size (µm)	Vol Under %
20.000	8.62
30.000	10.51
40.000	12.00
50.000	13.19
63.000	14.41

Size (µm)	Vol Under %
100.000	16.80
150.000	18.84
200.000	19.94
250.000	20.40
300.000	20.67

Size (µm)	Vol Under %
400.000	22.23
500.000	26.36
600.000	32.93
800.000	49.80
900.000	58.39

Size (µm)	Vol Under %
1000.000	66.36
1500.000	92.19
2000.000	100.00

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000
Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU
Indice de réfraction : 1.33
0.020 µm à 2000 µm
Liquide : Water 800 mL
Logiciel : Malvern Application 5.60
Obscurcissement : 6.55 %
Modèle optique : Fraunhofer
Vitesse de la pompe : 3000 rpm
- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.euofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

REBOUILLON PIERRE
Monsieur Pierre REBOUILLON
 1 Boulevard Gilly
 13010 MARSEILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E039507

Version du : 15/05/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-096956-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 07/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : PR23

Nom Projet : REBOUILLON

Nom Commande : Saint Jean HP14

Référence Commande :

Coordinateur de Projets Clients : Marie Diebolt / MarieDiebolt@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	SJCF 1
002	Sédiments	(SED)	SJCF 2
003	Sédiments	(SED)	SJCF 3

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 23E039507

Version du : 15/05/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-096956-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 07/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : PR23

Nom Projet : REBOUILLON

Nom Commande : Saint Jean HP14

Référence Commande :

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**SJCF 1****SED**

04/03/2023

08/03/2023

3.9°C

002**SJCF 2****SED**

04/03/2023

08/03/2023

3.9°C

003**SJCF 3****SED**

04/03/2023

08/03/2023

3.9°C

Sous-traitance

	001 SJCF 1 SED	002 SJCF 2 SED	003 SJCF 3 SED
Y0RS : Rapport critère HP 14	voir rapport joint	voir rapport joint	voir rapport joint
Y0RT : Test brachionus Essai au seuil %	-	-	-
Y0RV : Test Microtox sur éluat Essai au seuil			
Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 5 min %	-	-	-
Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 15 min %	-	-	-
Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 30 min %	-	-	-
Y0RW : Test plantes émergence et croissance 1 semence - Essai au seuil			
Inhibition de la croissance 21 jours à 10% de MS %	-	-	-
Inhibition de la germination 7 jours à 10% de MS %	-	-	-
Y031 : Tamissage, centrifugation g/kg	-	-	-
Y00H : Lixiviation	69.0	63.7	91.4

Observations	N° d'échantillon	Référence client
Les résultats ne tiennent pas compte du risque de déperdition ou d'absorption des composants à analyser du fait de l'utilisation d'un flaconnage inapproprié lors du prélèvement.	(001) (002) (003)	SJCF 1 / SJCF 2 / SJCF 3 /

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 23E039507

Version du : 15/05/2023

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-096956-01

Date de réception technique : 07/03/2023

Première date de réception physique : 07/03/2023

Référence Dossier : N° Projet : PR23

Nom Projet : REBOUILLON

Nom Commande : Saint Jean HP14

Référence Commande :



Clémence BARTHEL

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Annexe technique

Dossier N° :23E039507

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-096956-01

Emetteur : Mr Pierre Rebouillon

Commande EOL : 006-10514-980997

 Nom projet : N° Projet : PR23
REBOUILLON

Référence commande :

Nom Commande : Saint Jean HP14

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
IY00H	Lixiviation	Lixiviation - NF EN 12457-2				Prestation soustraite à EUROFINS ECOTOXICOLOGIE FRANCE
IY031	Tamissage, centrifugation	Technique -			g/kg	
IY0RS	Rapport critère HP 14	Guide INERIS-Classification réglementaire déchets				
IY0RT	Test brachionus Essai au seuil	Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - Méthode interne basée sur NF ISO 20666			%	
IY0RV	Test Microtox sur éluat Essai au seuil	Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - Adaptée de NF EN ISO 11348-3			%	
	Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 5 min				%	
	Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 1 min				%	
	Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 3 min				%	
IY0RW	Test plantes émergence et croissance 1 semence - Essai au seuil	Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - adaptée de NF ISO 11269-2			%	
	Inhibition de la croissance 21 jours à 10% MS				%	
	Inhibition de la germination 7 jours à 10% MS				%	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 23E039507

N° de rapport d'analyse : AR-23-LK-096956-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-980997

Nom projet : N° Projet : PR23

Référence commande :

REBOUILLON

Nom Commande : Saint Jean HP14

Sédiments

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	SJCF 1	04/03/2023 16:02:00	07/03/2023	07/03/2023		
002	SJCF 2	04/03/2023 16:03:00	07/03/2023	07/03/2023		
003	SJCF 3	04/03/2023 16:03:00	07/03/2023	07/03/2023		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-IY-004672-01

Version du : 12/05/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23G001405

Date de réception : 08/03/2023

Référence bon de commande : EUFRSA200129436

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Observations
001	Sédiments	23E039507-001 / SJCF 1 -	

N° ech **23G001405-001** | Votre réf. (1) 23E039507-001

Température de l'air de l'enceinte	5.5°C	Date de réception	08/03/2023 11:07
Date prélèvement	04/03/2023 16:02	Début d'analyse	22/03/2023

Ecotoxicologie continentale

	Résultat	Unité
IY00H : Lixiviation Prestation réalisée par nos soins Lixiviation - NF EN 12457-2	69.0	
IY0RT : Test brachionus Essai au seuil Prestation réalisée par nos soins Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - Méthode interne basée sur NF ISO 20666	-	%
IY0RV : Test Microtox sur éluat Essai au seuil Prestation réalisée par nos soins Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - Adaptée de NF EN ISO 11348-3		
Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 5 min	-	%
Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 15 min	-	%
Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 30 min	-	%
IY0RW : Test plantes émergence et croissance 1 semence - Essai au seuil Prestation réalisée par nos soins Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - adaptée de NF ISO 11269-2		
Inhibition de la germination 7 jours à 10% de MS	-	%
Inhibition de la croissance 21 jours à 10% de MS	-	%
IY0RS : Rapport critère HP 14 Prestation réalisée par nos soins Guide INERIS-Classification réglementaire déchets	voir rapport joint	

Divers

	Résultat	Unité
IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins Technique -	-	g/kg



 Alice Rougier
Chargée d'Etudes

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT France**

Adresse : 5 Rue d'Otterswiller - F-67700 Saverne

***EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
OPTIMISE AUX SEUILS DE L'ECOTOXICITE D'UN
ECHANTILLON SEDIMENT***

REFERENCE : « 23E039507-001 »

Rapport d'analyses n°23E5MB-0575 du 12/05/2023

Eurofins Ecotoxicologie France
SAS au capital de 71676 € RCS Nancy 751 056 102 TVA FR 35 751 056 102
Siège social : Rue Lucien Cuenot site Saint Jacques II BP 51005 54521 MAXEVILLE cedex –
T 03 83 50 36 17 F 03 83 50 23 70

SOMMAIRE

I.	PRESENTATION DE L'ECHANTILLON	Page 4
II.	VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE D'UN SEDIMENT : CRITERE HP14* OPTIMISE AUX SEUILS	Page 4
III.	PREPARATION DES ELUATS	Page 5
IV.	DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE	Page 6
IV.1	TESTS DE TOXICITE SUR ORGANISMES AQUATIQUES	Page 6
IV.1.1	<i>Test de toxicité aiguë</i>	Page 6
IV.1.2	<i>Test de toxicité chronique</i>	Page 6
IV.2	TEST DE TOXICITE SUR ORGANISMES TERRESTRES	Page 7
IV.2.1	<i>Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance sur des semences d'avoine (Avena sativa, NF EN ISO 11269-2, 2013)</i>	Page 7
V.	DATES DES DIFFERENTES ETAPES	Page 7
VI.	CARACTERISATION DU SEDIMENT	Page 8
VI.1	PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	Page 8
VI.2	RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE	Page 8
VI.2.1	<i>Résultats des essais d'écotoxicité sur organismes aquatiques</i>	Page 8
VI.2.2	<i>Résultats des essais d'écotoxicité sur organismes terrestres</i>	Page 9
VII.	SYNTHESE DES RESULTATS	Page 10

Liste des tableaux :

- Tableau 1. Dates des étapes de préparation de l'échantillon
- Tableau 2. Dates des tests de toxicité
- Tableau 3. Préparation des éluats
- Tableau 4. Récapitulatif des résultats en % (Volume/Volume) des tests biologiques réalisés sur éluats
- Tableau 5. Classement sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë sur éluats
- Tableau 6. Classement sur la base des tests biologiques de toxicité chronique sur éluats
- Tableau 7. Récapitulatif des résultats en % (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute pré-traité
- Tableau 8. Classement sur la base des tests biologiques sur matrice brute pré-traité
- Tableau 9. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE)

Liste des figures :

- Figure 1. Protocole d'évaluation de la propriété de danger HP 14 pour les sédiments dans sa version « optimisée aux seuils »

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

Echantillon référencé « 23E039507-001 » réceptionné le 08/03/2023 de siccité égale à 69%.

Date de prélèvement : 04/03/2023.

Référence Eurofins Ecotoxicologie France : 23G001405-001.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE D'UN SEDIMENT : CRITERE HP14* OPTIMISE AUX SEUILS

** anciennement appelé critère H14.*

Dans le domaine des déchets, le conseil des communautés européennes a défini 15 propriétés qui rendent les déchets dangereux dont la propriété écotoxique : le critère H14 (Directive européenne 91/689 relative aux déchets dangereux, 1991) repris en droit français par le décret n°97-517 du 15 mai 1997 relatif à la classification des déchets dangereux.

Le groupe de travail « Dangerosité des sédiments », piloté par le Ministère en charge de l'Environnement, a défini en 2009, dans le cadre de l'application de la Directive Cadre sur les Déchets, un protocole permettant l'évaluation de la dangerosité des sédiments marins et continentaux au titre de la propriété HP 14. Après tamisage et centrifugation, la caractérisation biologique des sédiments requiert 2 approches différentes et complémentaires :

- approche directe : étude sur des extraits solides.
- approche indirecte : étude sur des extraits liquides – ou éluats obtenus par lixiviation.

Les essais réalisés sont ceux proposés dans le rapport INERIS-DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur sédiments marins et continentaux (4 février 2016), dans sa version optimisée aux seuils.

Les seuils de dangerosité proposés par le critère HP14 sont les suivants :

- Pour la toxicité sur éluats issus de la lixiviation d'un sédiment, le seuil pour les tests aigus est de 50% d'effet à la concentration de 10% d'éluat et pour les tests chroniques, de 20% d'effet à la concentration de 1% d'éluat.

- Pour les tests sur extraits solides, le seuil est de 50% d'effet à la concentration de 10% en équivalent matière sèche.

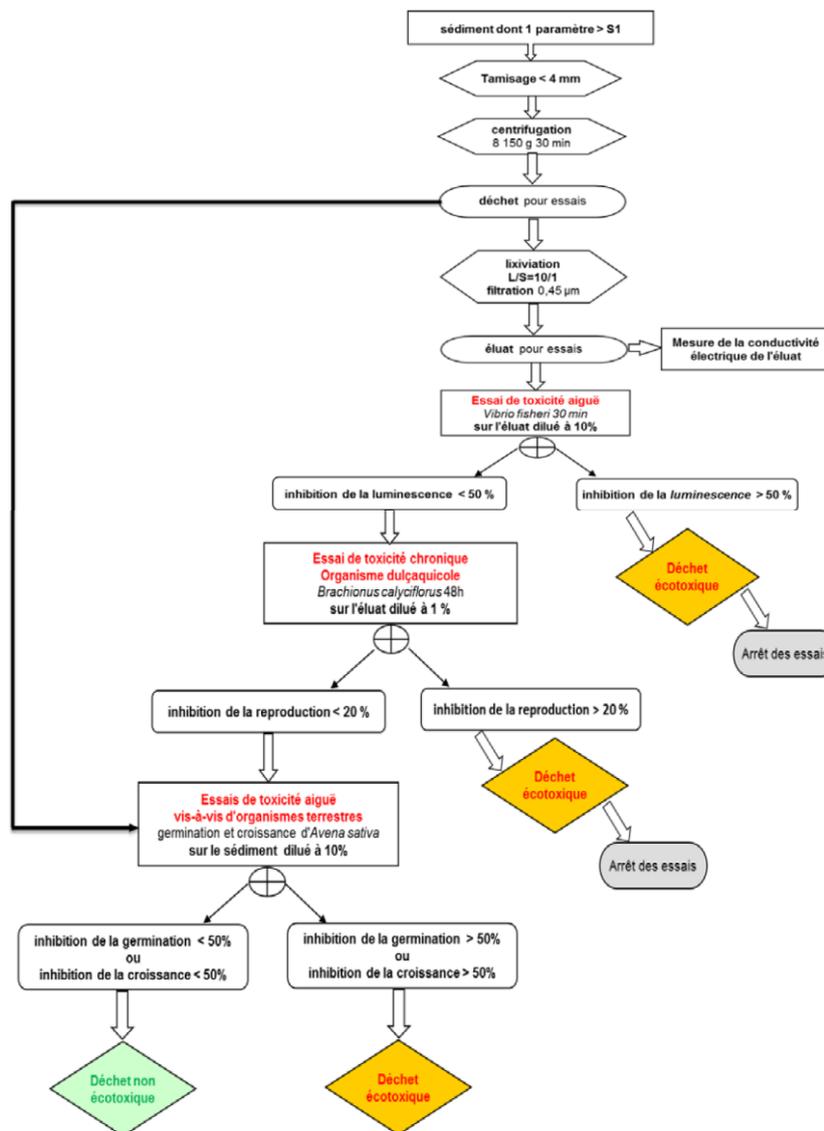


Figure 1. Protocole d'évaluation de la propriété de danger HP 14 pour les sédiments dans sa version « optimisée aux seuils »

III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (10 tours/min),
3. Séparation des phases liquide et solide par décantation pendant 15 minutes (si la décantation est inefficace, centrifugation 3000 tours/min, 30 min),
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm,
5. Ajustement du pH entre 5,5 et 8,5 à l'aide de HNO₃ (65%) ou de NaOH (1N),
6. Réalisation des tests biologiques :
 - Microtox® et Brachionus sur l'éluat filtré à 0,45 µm.

Les éluats sont ensuite conservés à l'obscurité à une température de 5 °C +/- 3 et sont utilisés pour les tests biologiques de toxicité dans les 15 jours de leur production.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 TESTS DE TOXICITE SUR ORGANISMES AQUATIQUES

IV.1.1 Test de toxicité aiguë

Test d'inhibition de la luminescence sur des bactéries marines (*Vibrio fischeri* ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine (*Vibrio fischeri*, anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai repose sur la mesure de la luminescence des bactéries après 5, 15 à 30 minutes.

Dans le cadre du protocole optimisé aux seuils, la concentration testée est de 10% d'éluat.
Le niveau de toxicité seuil pour cet essai est de 50% d'effet à la concentration de 10% d'éluat.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.
Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique * :

- Heptahydrate de sulfate de zinc ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$).
- 3,5-dichlorophénol ($C_6H_4Cl_2O$).
- Dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$).

* : L'essai se fait
seulement sur 1
substance de référence
parmi les 3 possibles.

IV.1.2 Test de toxicité chronique

Test d'inhibition de la reproduction sur des rotifères (*Brachionus calyciflorus*, NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota*, *Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Dans le cadre du protocole optimisé aux seuils, la concentration testée est de 1% d'éluat.
Le niveau de toxicité seuil pour cet essai est de 20% d'effet à la concentration de 1% d'éluat.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.
Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*.
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé une fois par mois : Pentahydrate de sulfate de cuivre ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$).

IV.2 TEST DE TOXICITE SUR ORGANISMES TERRESTRES

IV.2.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance sur des semences d'avoine (*Avena sativa*, NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70% de sable de Fontainebleau, 20% de kaolinite et 10% de sphaigne). Les différentes graines d'avoine sont plantées dans les dilutions. Dix graines d'avoine (*Avena sativa*) sont introduits par dilution.

Dans le cadre du protocole optimisé aux seuils, la concentration testée est de 10% en équivalent matière sèche. Le niveau de toxicité seuil pour cet essai est de 50% d'effet à la concentration de 10% en équivalent matière sèche.

L'émergence et la croissance de l'avoine sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage. Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination. Après 14 jours, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tableau 1. Dates des étapes de préparation de l'échantillon

Etapes	Dates
Tamissage à 4mm	22/03/2023
Centrifugation à 8150 g	22/03/2023
Lixiviation	23/03/2023
Décantation	24/03/2023
Filtration à 0,45 µm	24/03/2023

Tableau 2. Dates des tests de toxicité

Tests	Dates des essais définitifs	Échantillon congelé avant analyse
Microtox®	07/04/2023	Oui
Brachionus	29/03/2023	Oui
Avoines	27/04/2023	

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Teneur en eau de l'échantillon brut : 31%

Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation à 8150 g : 31%

↳ Conductivité de l'eau interstitielle obtenue : Pas d'eau interstitielle

Le tableau ci-dessous regroupe les difficultés rencontrées lors de la préparation des éluats et les paramètres physico-chimiques de ces derniers.

Tableau 3. Préparation des éluats

Eluats	23E039507-001
Difficultés de filtration	Non
pH de l'éluat	8.9
Ajustement du pH de l'éluat	Oui, à 6.6 avec de l'acide
Oxygène dissous (mg/L) de l'éluat	7.4
Conductivité (µS/cm) de l'éluat	3530

VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VI.2.1 Résultats des essais d'écotoxicité sur organismes aquatiques

Tableau 4. Récapitulatif des résultats en % (Volume/Volume) des tests biologiques réalisés sur éluats

Sédiment	Tests	Effets	Niveau de toxicité seuil	23E039507-001
Test de toxicité aiguë	Microtox®	Inhibition de la luminescence à 10% d'éluat	50% - 5min	6% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)
			50% - 15min	1.98% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)
			50% - 30min	4.31% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)
Test de toxicité chronique	Brachionus	Croissance de la population à 1% d'éluat	20% - 48h	0% (Inhibition < 20% à la concentration seuil)

En rouge : Inhibition > 50% à la concentration seuil de 10% d'éluat
Inhibition > 20% à la concentration seuil de 1% d'éluat

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë sur la base du niveau de toxicité seuil à 50% d'effet.

Tableau 5. Classement sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë sur éluats

Sédiment	Classement sur la base du test Microtox®	Classement sur la base des essais de toxicité aiguë*
23E039507-001	-	-

+ (en rouge) : classé comme dangereux pour l'environnement

- (en vert) : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme "dangereux pour l'environnement"

Le tableau 6 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du niveau de toxicité seuil à 20% d'effet.

Tableau 6. Classement sur la base des tests biologiques de toxicité chronique sur éluats

Sédiment	Classement sur la base du test Brachionus	Classement sur la base des essais de toxicité chronique*
23E039507-001	-	-

+ (en rouge) : classé comme dangereux pour l'environnement

- (en vert) : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme "dangereux pour l'environnement"

VI.2.2 Résultats des essais d'écotoxicité sur organismes terrestres

Remarque : 69% d'échantillon en équivalent matière sèche (MS) correspond à 100% d'échantillon brut pré-traité.

L'essai est réalisé à la concentration seuil de 10 % en équivalent matière sèche (soit 14.5% d'échantillon brut pré-traité).

Tableau 7. Récapitulatif des résultats en % (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute pré-traité

Tests	Effets	Niveau de toxicité seuil	23E039507-001
Avoinnes	Germination à 10% de MS	50% - 7j	0% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)
Avoinnes	Croissance à 10% de MS	50% - 14j	6.7% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)

En rouge : Inhibition > 50% à la concentration seuil de 10% de MS

Le tableau 8 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité terrestre sur la base du niveau de toxicité seuil à 50% d'effet.

Tableau 8. Classement sur la base des tests biologiques sur matrice brute pré-traité

Sédiment	Classement sur la base du test Avoines Germination	Classement sur la base du test Avoines Croissance	Classement sur la base des essais de toxicité terrestre*
23E039507-001	-	-	-

+ (en rouge) : classé comme dangereux pour l'environnement

- (en vert) : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme "dangereux pour l'environnement"

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 9 présente les résultats obtenus en termes de classement du sédiment, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

Tableau 9. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE)

Sédiment	Classement sur la base des essais de toxicité aiguë*	Classement sur la base des essais de toxicité chronique*	Classement sur la base des essais de toxicité terrestre*	Synthèse*
23E039507-001	-	-	-	-

+ (en rouge) : classé comme dangereux pour l'environnement

- (en vert) : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme "dangereux pour l'environnement"

- * **Pour le test de toxicité aiguë,** avec un niveau de toxicité seuil de 50% à 10% d'éluat,

L'échantillon « 23E039507-001 » n'est pas considéré comme "dangereux pour l'environnement" par le test Microtox®.

- * **Pour le test de toxicité chronique,** avec un niveau de toxicité seuil de 20% à 1% d'éluat,

L'échantillon « 23E039507-001 » n'est pas considéré comme "dangereux pour l'environnement" par le test Brachionus.

- * **Pour le test de toxicité terrestre,** avec un niveau de toxicité seuil de 50% à 10% de MS,

L'échantillon « 23E039507-001 » n'est pas considéré comme "dangereux pour l'environnement" par les tests Avoines Germination et Avoines Croissance.

Dans le cadre du critère HP14 optimisé aux seuils et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) en 2016, l'échantillon « 23E039507-001 » n'est pas considéré comme "dangereux pour l'environnement".

A Maxéville, le 12 mai 2023

Alice Rougier, Chargée d'Etudes Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-IY-004673-01

Version du : 12/05/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23G001405

Date de réception : 08/03/2023

Référence bon de commande : EUFRSA200129436

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Observations
002	Sédiments	23E039507-002 / SJCF 2 -	

N° ech **23G001405-002** | Votre réf. (1) 23E039507-002

Température de l'air de l'enceinte	5.5°C	Date de réception	08/03/2023 11:07
Date prélèvement	04/03/2023 16:03	Début d'analyse	22/03/2023

Ecotoxicologie continentale

	Résultat	Unité
IY00H : Lixiviation Prestation réalisée par nos soins Lixiviation - NF EN 12457-2	63.7	
IY00RT : Test brachionus Essai au seuil Prestation réalisée par nos soins Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - Méthode interne basée sur NF ISO 20666	-	%
IY00RV : Test Microtox sur éluat Essai au seuil Prestation réalisée par nos soins Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - Adaptée de NF EN ISO 11348-3		
Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 5 min	-	%
Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 15 min	-	%
Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 30 min	-	%
IY00RW : Test plantes émergence et croissance 1 semence - Essai au seuil Prestation réalisée par nos soins Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - adaptée de NF ISO 11269-2		
Inhibition de la germination 7 jours à 10% de MS	-	%
Inhibition de la croissance 21 jours à 10% de MS	-	%
IY00RS : Rapport critère HP 14 Prestation réalisée par nos soins Guide INERIS-Classification réglementaire déchets	voir rapport joint	

Divers

	Résultat	Unité
IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins Technique -	-	g/kg



 Alice Rougier
Chargée d'Etudes

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT France**

Adresse : 5 Rue d'Otterswiller - F-67700 Saverne

***EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
OPTIMISE AUX SEUILS DE L'ECOTOXICITE D'UN
ECHANTILLON SEDIMENT***

REFERENCE : « 23E039507-002 »

Rapport d'analyses n°23E5MB-0576 du 12/05/2023

Eurofins Ecotoxicologie France
SAS au capital de 71676 € RCS Nancy 751 056 102 TVA FR 35 751 056 102
Siège social : Rue Lucien Cuenot site Saint Jacques II BP 51005 54521 MAXEVILLE cedex –
T 03 83 50 36 17 F 03 83 50 23 70

SOMMAIRE

I.	PRESENTATION DE L'ECHANTILLON	Page 4
II.	VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE D'UN SEDIMENT : CRITERE HP14* OPTIMISE AUX SEUILS	Page 4
III.	PREPARATION DES ELUATS	Page 5
IV.	DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE	Page 6
IV.1	TESTS DE TOXICITE SUR ORGANISMES AQUATIQUES	Page 6
IV.1.1	<i>Test de toxicité aiguë</i>	Page 6
IV.1.2	<i>Test de toxicité chronique</i>	Page 6
IV.2	TEST DE TOXICITE SUR ORGANISMES TERRESTRES	Page 7
IV.2.1	<i>Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance sur des semences d'avoine (Avena sativa, NF EN ISO 11269-2, 2013)</i>	Page 7
V.	DATES DES DIFFERENTES ETAPES	Page 7
VI.	CARACTERISATION DU SEDIMENT	Page 8
VI.1	PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	Page 8
VI.2	RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE	Page 8
VI.2.1	<i>Résultats des essais d'écotoxicité sur organismes aquatiques</i>	Page 8
VI.2.2	<i>Résultats des essais d'écotoxicité sur organismes terrestres</i>	Page 9
VII.	SYNTHESE DES RESULTATS	Page 10

Liste des tableaux :

- Tableau 1. Dates des étapes de préparation de l'échantillon
- Tableau 2. Dates des tests de toxicité
- Tableau 3. Préparation des éluats
- Tableau 4. Récapitulatif des résultats en % (Volume/Volume) des tests biologiques réalisés sur éluats
- Tableau 5. Classement sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë sur éluats
- Tableau 6. Classement sur la base des tests biologiques de toxicité chronique sur éluats
- Tableau 7. Récapitulatif des résultats en % (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute pré-traité
- Tableau 8. Classement sur la base des tests biologiques sur matrice brute pré-traité
- Tableau 9. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE)

Liste des figures :

- Figure 1. Protocole d'évaluation de la propriété de danger HP 14 pour les sédiments dans sa version « optimisée aux seuils »

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

Echantillon référencé « 23E039507-002 » réceptionné le 08/03/2023 de siccité égale à 64%.

Date de prélèvement : 04/03/2023.

Référence Eurofins Ecotoxicologie France : 23G001405-002.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE D'UN SEDIMENT : CRITERE HP14* OPTIMISE AUX SEUILS

** anciennement appelé critère H14.*

Dans le domaine des déchets, le conseil des communautés européennes a défini 15 propriétés qui rendent les déchets dangereux dont la propriété écotoxique : le critère H14 (Directive européenne 91/689 relative aux déchets dangereux, 1991) repris en droit français par le décret n°97-517 du 15 mai 1997 relatif à la classification des déchets dangereux.

Le groupe de travail « Dangerosité des sédiments », piloté par le Ministère en charge de l'Environnement, a défini en 2009, dans le cadre de l'application de la Directive Cadre sur les Déchets, un protocole permettant l'évaluation de la dangerosité des sédiments marins et continentaux au titre de la propriété HP 14. Après tamisage et centrifugation, la caractérisation biologique des sédiments requiert 2 approches différentes et complémentaires :

- approche directe : étude sur des extraits solides.
- approche indirecte : étude sur des extraits liquides – ou éluats obtenus par lixiviation.

Les essais réalisés sont ceux proposés dans le rapport INERIS-DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur sédiments marins et continentaux (4 février 2016), dans sa version optimisée aux seuils.

Les seuils de dangerosité proposés par le critère HP14 sont les suivants :

- Pour la toxicité sur éluats issus de la lixiviation d'un sédiment, le seuil pour les tests aigus est de 50% d'effet à la concentration de 10% d'éluat et pour les tests chroniques, de 20% d'effet à la concentration de 1% d'éluat.

- Pour les tests sur extraits solides, le seuil est de 50% d'effet à la concentration de 10% en équivalent matière sèche.

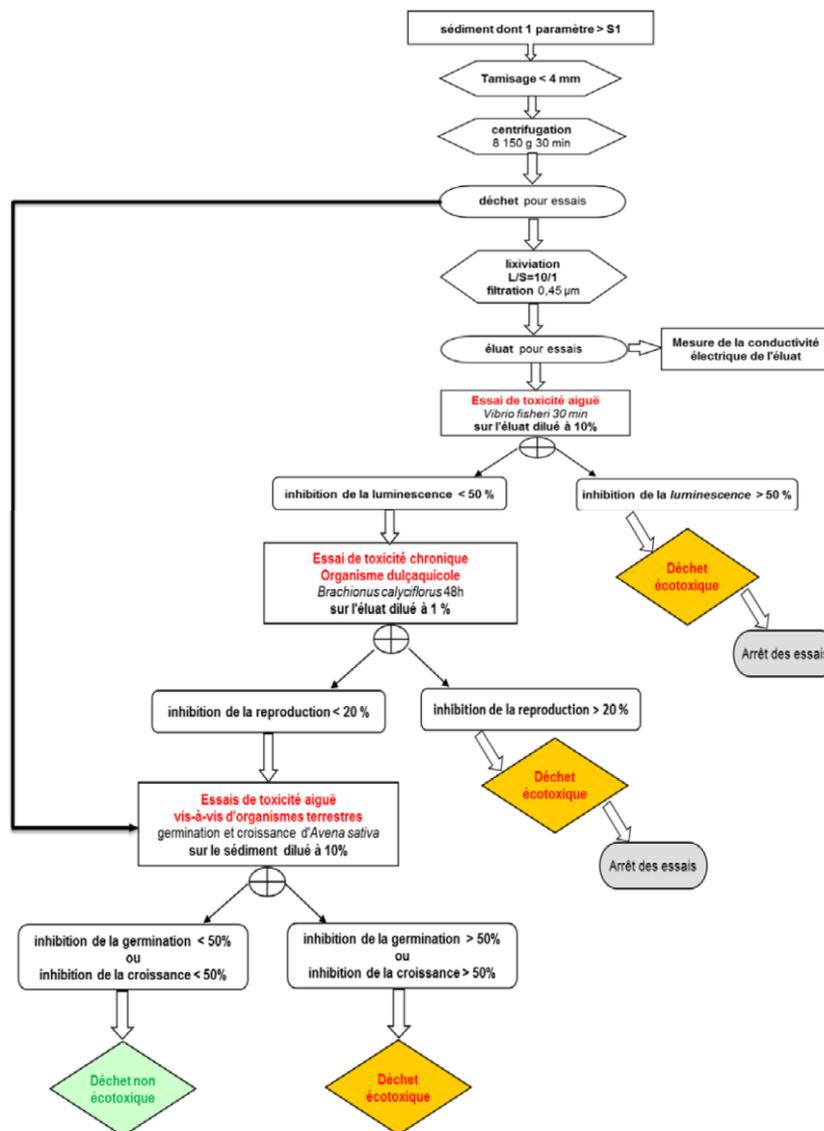


Figure 1. Protocole d'évaluation de la propriété de danger HP 14 pour les sédiments dans sa version « optimisée aux seuils »

III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (10 tours/min),
3. Séparation des phases liquide et solide par décantation pendant 15 minutes (si la décantation est inefficace, centrifugation 3000 tours/min, 30 min),
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm,
5. Ajustement du pH entre 5,5 et 8,5 à l'aide de HNO₃ (65%) ou de NaOH (1N),
6. Réalisation des tests biologiques :
 - Microtox® et Brachionus sur l'éluat filtré à 0,45 µm.

Les éluats sont ensuite conservés à l'obscurité à une température de 5 °C +/- 3 et sont utilisés pour les tests biologiques de toxicité dans les 15 jours de leur production.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 TESTS DE TOXICITE SUR ORGANISMES AQUATIQUES

IV.1.1 Test de toxicité aiguë

Test d'inhibition de la luminescence sur des bactéries marines (*Vibrio fischeri* ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine (*Vibrio fischeri*, anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai repose sur la mesure de la luminescence des bactéries après 5, 15 à 30 minutes.

Dans le cadre du protocole optimisé aux seuils, la concentration testée est de 10% d'éluat.
Le niveau de toxicité seuil pour cet essai est de 50% d'effet à la concentration de 10% d'éluat.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.
Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique * :

- Heptahydrate de sulfate de zinc ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$).
- 3,5-dichlorophénol ($C_6H_4Cl_2O$).
- Dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$).

* : L'essai se fait
seulement sur 1
substance de référence
parmi les 3 possibles.

IV.1.2 Test de toxicité chronique

Test d'inhibition de la reproduction sur des rotifères (*Brachionus calyciflorus*, NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota*, *Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Dans le cadre du protocole optimisé aux seuils, la concentration testée est de 1% d'éluat.
Le niveau de toxicité seuil pour cet essai est de 20% d'effet à la concentration de 1% d'éluat.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.
Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*.
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé une fois par mois : Pentahydrate de sulfate de cuivre ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$).

IV.2 TEST DE TOXICITE SUR ORGANISMES TERRESTRES

IV.2.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance sur des semences d'avoine (*Avena sativa*, NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70% de sable de Fontainebleau, 20% de kaolinite et 10% de sphaigne). Les différentes graines d'avoine sont plantées dans les dilutions. Dix graines d'avoine (*Avena sativa*) sont introduits par dilution.

Dans le cadre du protocole optimisé aux seuils, la concentration testée est de 10% en équivalent matière sèche. Le niveau de toxicité seuil pour cet essai est de 50% d'effet à la concentration de 10% en équivalent matière sèche.

L'émergence et la croissance de l'avoine sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage. Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination. Après 14 jours, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tableau 1. Dates des étapes de préparation de l'échantillon

Etapes	Dates
Tamissage à 4mm	22/03/2023
Centrifugation à 8150 g	22/03/2023
Lixiviation	23/03/2023
Décantation	24/03/2023
Filtration à 0,45 µm	24/03/2023

Tableau 2. Dates des tests de toxicité

Tests	Dates des essais définitifs	Échantillon congelé avant analyse
Microtox®	07/04/2023	Oui
Brachionus	29/03/2023	Oui
Avoines	27/04/2023	

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Teneur en eau de l'échantillon brut : 36%

Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation à 8150 g : 36%

↳ Conductivité de l'eau interstitielle obtenue : Pas d'eau interstitielle

Le tableau ci-dessous regroupe les difficultés rencontrées lors de la préparation des éluats et les paramètres physico-chimiques de ces derniers.

Tableau 3. Préparation des éluats

Eluats	23E039507-002
Difficultés de filtration	Non
pH de l'éluat	8.5
Ajustement du pH de l'éluat	Non
Oxygène dissous (mg/L) de l'éluat	6.1
Conductivité (µS/cm) de l'éluat	4060

VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VI.2.1 Résultats des essais d'écotoxicité sur organismes aquatiques

Tableau 4. Récapitulatif des résultats en % (Volume/Volume) des tests biologiques réalisés sur éluats

Sédiment	Tests	Effets	Niveau de toxicité seuil	23E039507-002
Test de toxicité aiguë	Microtox®	Inhibition de la luminescence à 10% d'éluat	50% - 5min	0% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)
			50% - 15min	0% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)
			50% - 30min	4.31% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)
Test de toxicité chronique	Brachionus	Croissance de la population à 1% d'éluat	20% - 48h	0% (Inhibition < 20% à la concentration seuil)

En rouge : Inhibition > 50% à la concentration seuil de 10% d'éluat

Inhibition > 20% à la concentration seuil de 1% d'éluat

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë sur la base du niveau de toxicité seuil à 50% d'effet.

Tableau 5. Classement sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë sur éluats

Sédiment	Classement sur la base du test Microtox®	Classement sur la base des essais de toxicité aiguë*
23E039507-002	-	-

+ (en rouge) : classé comme dangereux pour l'environnement

- (en vert) : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme "dangereux pour l'environnement"

Le tableau 6 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du niveau de toxicité seuil à 20% d'effet.

Tableau 6. Classement sur la base des tests biologiques de toxicité chronique sur éluats

Sédiment	Classement sur la base du test Brachionus	Classement sur la base des essais de toxicité chronique*
23E039507-002	-	-

+ (en rouge) : classé comme dangereux pour l'environnement

- (en vert) : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme "dangereux pour l'environnement"

VI.2.2 Résultats des essais d'écotoxicité sur organismes terrestres

Remarque : 64% d'échantillon en équivalent matière sèche (MS) correspond à 100% d'échantillon brut pré-traité.

L'essai est réalisé à la concentration seuil de 10 % en équivalent matière sèche (soit 15.7% d'échantillon brut pré-traité).

Tableau 7. Récapitulatif des résultats en % (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute pré-traité

Tests	Effets	Niveau de toxicité seuil	23E039507-002
Avoinnes	Germination à 10% de MS	50% - 7j	0% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)
Avoinnes	Croissance à 10% de MS	50% - 14j	10.6% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)

En rouge : Inhibition > 50% à la concentration seuil de 10% de MS

Le tableau 8 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité terrestre sur la base du niveau de toxicité seuil à 50% d'effet.

Tableau 8. Classement sur la base des tests biologiques sur matrice brute pré-traité

Sédiment	Classement sur la base du test Avoines Germination	Classement sur la base du test Avoines Croissance	Classement sur la base des essais de toxicité terrestre*
23E039507-002	-	-	-

+ (en rouge) : classé comme dangereux pour l'environnement

- (en vert) : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme "dangereux pour l'environnement"

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 9 présente les résultats obtenus en termes de classement du sédiment, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

Tableau 9. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE)

Sédiment	Classement sur la base des essais de toxicité aiguë*	Classement sur la base des essais de toxicité chronique*	Classement sur la base des essais de toxicité terrestre*	Synthèse*
23E039507-002	-	-	-	-

+ (en rouge) : classé comme dangereux pour l'environnement

- (en vert) : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme "dangereux pour l'environnement"

- * **Pour le test de toxicité aiguë,** avec un niveau de toxicité seuil de 50% à 10% d'éluat,

L'échantillon « 23E039507-002 » n'est pas considéré comme "dangereux pour l'environnement" par le test Microtox®.

- * **Pour le test de toxicité chronique,** avec un niveau de toxicité seuil de 20% à 1% d'éluat,

L'échantillon « 23E039507-002 » n'est pas considéré comme "dangereux pour l'environnement" par le test Brachionus.

- * **Pour le test de toxicité terrestre,** avec un niveau de toxicité seuil de 50% à 10% de MS,

L'échantillon « 23E039507-002 » n'est pas considéré comme "dangereux pour l'environnement" par les tests Avoines Germination et Avoines Croissance.

Dans le cadre du critère HP14 optimisé aux seuils et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) en 2016, l'échantillon « 23E039507-002 » n'est pas considéré comme "dangereux pour l'environnement".

A Maxéville, le 12 mai 2023

Alice Rougier, Chargée d'Etudes Ecotoxicologie



**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**
Département Environnement
5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE
FRANCE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-23-IY-004674-01

Version du : 12/05/2023

Page 1/2

Dossier N° : 23G001405

Date de réception : 08/03/2023

Référence bon de commande : EUFRSA200129436

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Observations
003	Sédiments	23E039507-003 / SJCF 3 -	

N° ech **23G001405-003** | Votre réf. (1) 23E039507-003

Température de l'air de l'enceinte	5.5°C	Date de réception	08/03/2023 11:07
Date prélèvement	04/03/2023 16:03	Début d'analyse	22/03/2023

Ecotoxicologie continentale

	Résultat	Unité
IY00H : Lixiviation Prestation réalisée par nos soins Lixiviation - NF EN 12457-2	91.4	
IY00RT : Test brachionus Essai au seuil Prestation réalisée par nos soins Technique [Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de Brachionus calyciflorus en 48 h] - Méthode interne basée sur NF ISO 20666	-	%
IY00RV : Test Microtox sur éluat Essai au seuil Prestation réalisée par nos soins Technique [Essais de toxicité aigue sur bactéries luminescentes] - Adaptée de NF EN ISO 11348-3		
Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 5 min	-	%
Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 15 min	-	%
Inhibition Luminescence à 10% d'éluat - 30 min	-	%
IY00RW : Test plantes émergence et croissance 1 semence - Essai au seuil Prestation réalisée par nos soins Technique [Détermination des effets des polluants sur la flore du sol] - adaptée de NF ISO 11269-2		
Inhibition de la germination 7 jours à 10% de MS	-	%
Inhibition de la croissance 21 jours à 10% de MS	-	%
IY00RS : Rapport critère HP 14 Prestation réalisée par nos soins Guide INERIS-Classification réglementaire déchets	voir rapport joint	

Divers

	Résultat	Unité
IY031 : Tamisage, centrifugation Prestation réalisée par nos soins Technique -	-	g/kg



 Alice Rougier
Chargée d'Etudes

A l'attention de :

**EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT France**

Adresse : 5 Rue d'Otterswiller - F-67700 Saverne

***EVALUATION SUIVANT LE CRITERE HP14
OPTIMISE AUX SEUILS DE L'ECOTOXICITE D'UN
ECHANTILLON SEDIMENT***

REFERENCE : « 23E039507-003 »

Rapport d'analyses n°23E5MB-0577 du 12/05/2023

Eurofins Ecotoxicologie France
SAS au capital de 71676 € RCS Nancy 751 056 102 TVA FR 35 751 056 102
Siège social : Rue Lucien Cuenot site Saint Jacques II BP 51005 54521 MAXEVILLE cedex –
T 03 83 50 36 17 F 03 83 50 23 70

SOMMAIRE

I.	PRESENTATION DE L'ECHANTILLON	Page 4
II.	VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE D'UN SEDIMENT : CRITERE HP14* OPTIMISE AUX SEUILS	Page 4
III.	PREPARATION DES ELUATS	Page 5
IV.	DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE	Page 6
IV.1	TESTS DE TOXICITE SUR ORGANISMES AQUATIQUES	Page 6
IV.1.1	<i>Test de toxicité aiguë</i>	Page 6
IV.1.2	<i>Test de toxicité chronique</i>	Page 6
IV.2	TEST DE TOXICITE SUR ORGANISMES TERRESTRES	Page 7
IV.2.1	<i>Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance sur des semences d'avoine (Avena sativa, NF EN ISO 11269-2, 2013)</i>	Page 7
V.	DATES DES DIFFERENTES ETAPES	Page 7
VI.	CARACTERISATION DU SEDIMENT	Page 8
VI.1	PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	Page 8
VI.2	RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE	Page 8
VI.2.1	<i>Résultats des essais d'écotoxicité sur organismes aquatiques</i>	Page 8
VI.2.2	<i>Résultats des essais d'écotoxicité sur organismes terrestres</i>	Page 9
VII.	SYNTHESE DES RESULTATS	Page 10

Liste des tableaux :

- Tableau 1. Dates des étapes de préparation de l'échantillon
- Tableau 2. Dates des tests de toxicité
- Tableau 3. Préparation des éluats
- Tableau 4. Récapitulatif des résultats en % (Volume/Volume) des tests biologiques réalisés sur éluats
- Tableau 5. Classement sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë sur éluats
- Tableau 6. Classement sur la base des tests biologiques de toxicité chronique sur éluats
- Tableau 7. Récapitulatif des résultats en % (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute pré-traité
- Tableau 8. Classement sur la base des tests biologiques sur matrice brute pré-traité
- Tableau 9. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE)

Liste des figures :

- Figure 1. Protocole d'évaluation de la propriété de danger HP 14 pour les sédiments dans sa version « optimisée aux seuils »

I. PRESENTATION DE L'ECHANTILLON

Echantillon référencé « 23E039507-003 » réceptionné le 08/03/2023 de siccité égale à 91%.

Date de prélèvement : 04/03/2023.

Référence Eurofins Ecotoxicologie France : 23G001405-003.

Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

II. VERIFICATION DU CARACTERE ECOTOXIQUE D'UN SEDIMENT : CRITERE HP14* OPTIMISE AUX SEUILS

** anciennement appelé critère H14.*

Dans le domaine des déchets, le conseil des communautés européennes a défini 15 propriétés qui rendent les déchets dangereux dont la propriété écotoxique : le critère H14 (Directive européenne 91/689 relative aux déchets dangereux, 1991) repris en droit français par le décret n°97-517 du 15 mai 1997 relatif à la classification des déchets dangereux.

Le groupe de travail « Dangerosité des sédiments », piloté par le Ministère en charge de l'Environnement, a défini en 2009, dans le cadre de l'application de la Directive Cadre sur les Déchets, un protocole permettant l'évaluation de la dangerosité des sédiments marins et continentaux au titre de la propriété HP 14. Après tamisage et centrifugation, la caractérisation biologique des sédiments requiert 2 approches différentes et complémentaires :

- approche directe : étude sur des extraits solides.
- approche indirecte : étude sur des extraits liquides – ou éluats obtenus par lixiviation.

Les essais réalisés sont ceux proposés dans le rapport INERIS-DRC-15-149793-06416A réalisé pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE) – « Classification réglementaire des déchets - Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité » pour la mesure du paramètre HP14 sur sédiments marins et continentaux (4 février 2016), dans sa version optimisée aux seuils.

Les seuils de dangerosité proposés par le critère HP14 sont les suivants :

- Pour la toxicité sur éluats issus de la lixiviation d'un sédiment, le seuil pour les tests aigus est de 50% d'effet à la concentration de 10% d'éluat et pour les tests chroniques, de 20% d'effet à la concentration de 1% d'éluat.

- Pour les tests sur extraits solides, le seuil est de 50% d'effet à la concentration de 10% en équivalent matière sèche.

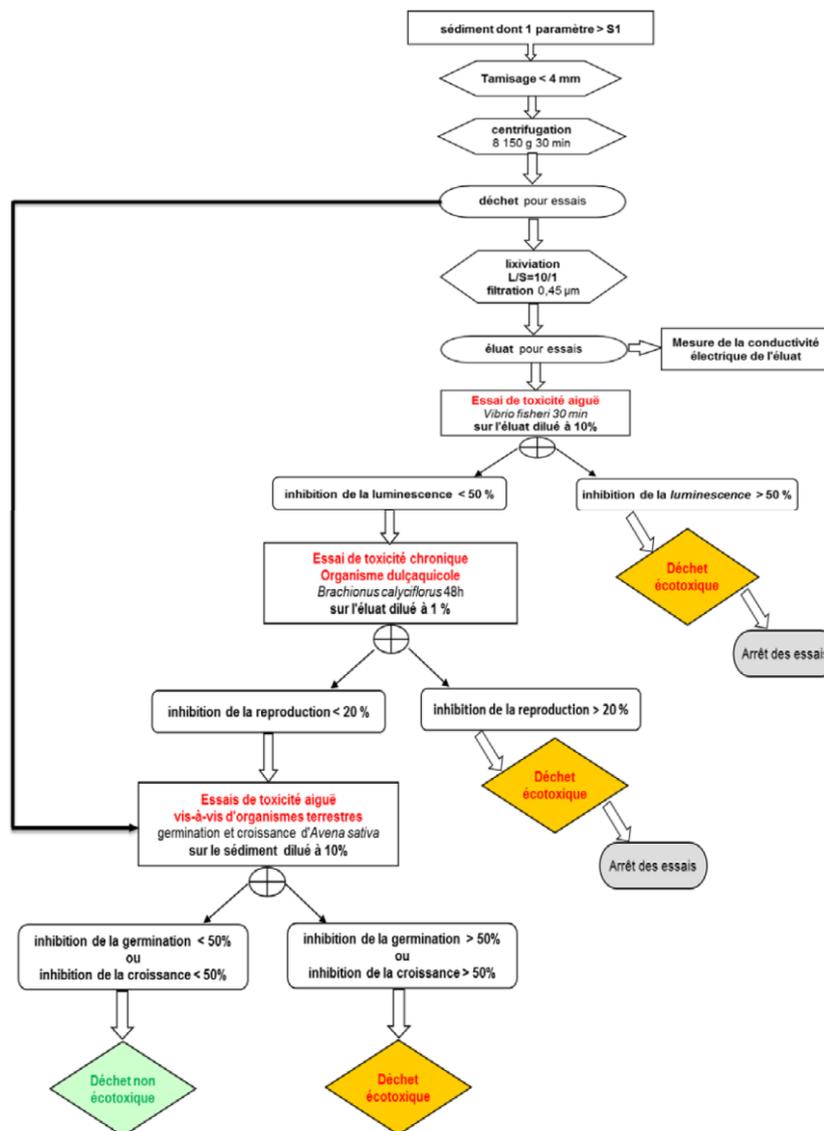


Figure 1. Protocole d'évaluation de la propriété de danger HP 14 pour les sédiments dans sa version « optimisée aux seuils »

III. PREPARATION DES ELUATS

Les éluats ont été obtenus suivant le protocole de lixiviation EN 12457-2 (2002) indice de classement X 30 402-2 :

1. Rapport massique Liquide/Solide = 10 calculé en équivalent de matière sèche,
2. Agitation 24 heures, par retournement (10 tours/min),
3. Séparation des phases liquide et solide par décantation pendant 15 minutes (si la décantation est inefficace, centrifugation 3000 tours/min, 30 min),
4. Filtration de l'éluat à 0,45 µm,
5. Ajustement du pH entre 5,5 et 8,5 à l'aide de HNO₃ (65%) ou de NaOH (1N),
6. Réalisation des tests biologiques :
 - Microtox® et Brachionus sur l'éluat filtré à 0,45 µm.

Les éluats sont ensuite conservés à l'obscurité à une température de 5 °C +/- 3 et sont utilisés pour les tests biologiques de toxicité dans les 15 jours de leur production.

IV. DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

IV.1 TESTS DE TOXICITE SUR ORGANISMES AQUATIQUES

IV.1.1 Test de toxicité aiguë

Test d'inhibition de la luminescence sur des bactéries marines (*Vibrio fischeri* ou Microtox®, NF EN ISO 11348-3, 2009)

Ce test repose sur la détermination de l'inhibition de la luminescence émise par une bactérie marine (*Vibrio fischeri*, anciennement *Photobacterium phosphoreum*). Cet essai repose sur la mesure de la luminescence des bactéries après 5, 15 à 30 minutes.

Dans le cadre du protocole optimisé aux seuils, la concentration testée est de 10% d'éluat.
Le niveau de toxicité seuil pour cet essai est de 50% d'effet à la concentration de 10% d'éluat.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 2.
Organisme d'essai : *Vibrio fischeri* (NRRL B-11177).
Fournisseur de la souche lyophilisée : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé à chaque série analytique * :

- Heptahydrate de sulfate de zinc ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$).
- 3,5-dichlorophénol ($C_6H_4Cl_2O$).
- Dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$).

* : L'essai se fait
seulement sur 1
substance de référence
parmi les 3 possibles.

IV.1.2 Test de toxicité chronique

Test d'inhibition de la reproduction sur des rotifères (*Brachionus calyciflorus*, NF ISO 20666, 2009)

De jeunes femelles *Brachionus calyciflorus* (*Monogota*, *Rotifera*), âgées de moins de 2 heures au début de l'essai, sont exposées individuellement pendant une période de 48 heures à une gamme de concentrations de l'échantillon. En fin d'essai, le nombre de rotifères femelles est déterminé et, par comparaison avec le témoin, les pourcentages d'inhibition de la croissance de la population sont déterminés à chaque concentration.

Dans le cadre du protocole optimisé aux seuils, la concentration testée est de 1% d'éluat.
Le niveau de toxicité seuil pour cet essai est de 20% d'effet à la concentration de 1% d'éluat.

Nombre de réplique par concentrations testées et témoins : 8.
Organisme d'essai : *Brachionus calyciflorus*.
Fournisseur des sporocystes déshydratés : R-Biopharm.

Essai sur substances de référence réalisé une fois par mois : Pentahydrate de sulfate de cuivre ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$).

IV.2 TEST DE TOXICITE SUR ORGANISMES TERRESTRES

IV.2.1 Test d'inhibition de l'émergence et de la croissance sur des semences d'avoine (*Avena sativa*, NF EN ISO 11269-2, 2013)

Les échantillons de sédiment sont dilués avec le milieu ISO (mélange de 70% de sable de Fontainebleau, 20% de kaolinite et 10% de sphaigne). Les différentes graines d'avoine sont plantées dans les dilutions. Dix graines d'avoine (*Avena sativa*) sont introduits par dilution.

Dans le cadre du protocole optimisé aux seuils, la concentration testée est de 10% en équivalent matière sèche. Le niveau de toxicité seuil pour cet essai est de 50% d'effet à la concentration de 10% en équivalent matière sèche.

L'émergence et la croissance de l'avoine sont suivies quotidiennement lors de l'arrosage. Après 7 jours, les graines germées sont comptabilisées dans les différentes dilutions pour déterminer l'effet sur la germination. Après 14 jours, la biomasse de chaque dilution est quantifiée par pesée.

V. DATES DES DIFFERENTES ETAPES

Tableau 1. Dates des étapes de préparation de l'échantillon

Etapes	Dates
Tamissage à 4mm	22/03/2023
Centrifugation à 8150 g	22/03/2023
Lixiviation	23/03/2023
Décantation	24/03/2023
Filtration à 0,45 µm	24/03/2023

Tableau 2. Dates des tests de toxicité

Tests	Dates des essais définitifs	Échantillon congelé avant analyse
Microtox®	07/04/2023	Oui
Brachionus	29/03/2023	Oui
Avoines	27/04/2023	

VI. CARACTERISATION DU SEDIMENT

VI.1 PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Teneur en eau de l'échantillon brut : 9%

Teneur en eau de l'échantillon après tamisage et centrifugation à 8150 g : 9%

↳ Conductivité de l'eau interstitielle obtenue : Pas d'eau interstitielle

Le tableau ci-dessous regroupe les difficultés rencontrées lors de la préparation des éluats et les paramètres physico-chimiques de ces derniers.

Tableau 3. Préparation des éluats

Eluats	23E039507-003
Difficultés de filtration	Non
pH de l'éluat	7.3
Ajustement du pH de l'éluat	Non
Oxygène dissous (mg/L) de l'éluat	7.9
Conductivité (µS/cm) de l'éluat	866

VI.2 RESULTATS DES TESTS BIOLOGIQUES DE TOXICITE

VI.2.1 Résultats des essais d'écotoxicité sur organismes aquatiques

Tableau 4. Récapitulatif des résultats en % (Volume/Volume) des tests biologiques réalisés sur éluats

Sédiment	Tests	Effets	Niveau de toxicité seuil	23E039507-003
Test de toxicité aiguë	Microtox®	Inhibition de la luminescence à 10% d'éluat	50% - 5min	8.61% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)
			50% - 15min	8.4% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)
			50% - 30min	5.67% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)
Test de toxicité chronique	Brachionus	Croissance de la population à 1% d'éluat	20% - 48h	0% (Inhibition < 20% à la concentration seuil)

En rouge : Inhibition > 50% à la concentration seuil de 10% d'éluat

Inhibition > 20% à la concentration seuil de 1% d'éluat

Le tableau 5 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité aiguë sur la base du niveau de toxicité seuil à 50% d'effet.

Tableau 5. Classement sur la base des tests biologiques de toxicité aiguë sur éluats

Sédiment	Classement sur la base du test Microtox®	Classement sur la base des essais de toxicité aiguë*
23E039507-003	-	-

+ (en rouge) : classé comme dangereux pour l'environnement

- (en vert) : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme "dangereux pour l'environnement"

Le tableau 6 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité chronique sur la base du niveau de toxicité seuil à 20% d'effet.

Tableau 6. Classement sur la base des tests biologiques de toxicité chronique sur éluats

Sédiment	Classement sur la base du test Brachionus	Classement sur la base des essais de toxicité chronique*
23E039507-003	-	-

+ (en rouge) : classé comme dangereux pour l'environnement

- (en vert) : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme "dangereux pour l'environnement"

VI.2.2 Résultats des essais d'écotoxicité sur organismes terrestres

Remarque : 91% d'échantillon en équivalent matière sèche (MS) correspond à 100% d'échantillon brut pré-traité.

L'essai est réalisé à la concentration seuil de 10 % en équivalent matière sèche (soit 10.9% d'échantillon brut pré-traité).

Tableau 7. Récapitulatif des résultats en % (Masse/Masse) des tests biologiques réalisés sur la matrice brute pré-traité

Tests	Effets	Niveau de toxicité seuil	23E039507-003
Avoines	Germination à 10% de MS	50% - 7j	0% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)
Avoines	Croissance à 10% de MS	50% - 14j	2.2% (Inhibition < 50% à la concentration seuil)

En rouge : Inhibition > 50% à la concentration seuil de 10% de MS

Le tableau 8 présente une synthèse des résultats des tests de toxicité terrestre sur la base du niveau de toxicité seuil à 50% d'effet.

Tableau 8. Classement sur la base des tests biologiques sur matrice brute pré-traité

Sédiment	Classement sur la base du test Avoines Germination	Classement sur la base du test Avoines Croissance	Classement sur la base des essais de toxicité terrestre*
23E039507-003	-	-	-

+ (en rouge) : classé comme dangereux pour l'environnement

- (en vert) : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme "dangereux pour l'environnement"

VII. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le tableau 9 présente les résultats obtenus en termes de classement du sédiment, respectivement en fonction des seuils de dangerosité.

Tableau 9. Classement du sédiment par rapport aux seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE)

Sédiment	Classement sur la base des essais de toxicité aiguë*	Classement sur la base des essais de toxicité chronique*	Classement sur la base des essais de toxicité terrestre*	Synthèse*
23E039507-003	-	-	-	-

+ (en rouge) : classé comme dangereux pour l'environnement

- (en vert) : classé comme non dangereux pour l'environnement

* : en considérant que la réponse d'un seul test suffit à classer le sédiment comme "dangereux pour l'environnement"

- * **Pour le test de toxicité aiguë,** avec un niveau de toxicité seuil de 50% à 10% d'éluat,

L'échantillon « 23E039507-003 » n'est pas considéré comme "dangereux pour l'environnement" par le test Microtox®.

- * **Pour le test de toxicité chronique,** avec un niveau de toxicité seuil de 20% à 1% d'éluat,

L'échantillon « 23E039507-003 » n'est pas considéré comme "dangereux pour l'environnement" par le test Brachionus.

- * **Pour le test de toxicité terrestre,** avec un niveau de toxicité seuil de 50% à 10% de MS,

L'échantillon « 23E039507-003 » n'est pas considéré comme "dangereux pour l'environnement" par les tests Avoines Germination et Avoines Croissance.

Dans le cadre du critère HP14 optimisé aux seuils et en fonction des seuils retenus par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) en 2016, l'échantillon « 23E039507-003 » n'est pas considéré comme "dangereux pour l'environnement".

A Maxéville, le 12 mai 2023

Alice Rougier, Chargée d'Etudes Ecotoxicologie

