

ANNEXE 6 : QUALITE DES SEDIMENTS A DRAGUER

Des analyses sont réalisées depuis 2011 à notre connaissance, elles portent majoritairement sur les sédiments situés le long du quai Fournel. Les résultats de ces analyses les présentés ci-dessous.

1 PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Juin 2016 : Minerve, Fournel et Corse

Le plan d'échantillonnage suivant a été validé par le service en charge de la police de l'eau avant la réalisation de la campagne de prélèvement. Les sept échantillons ont été prélevés le 29/06/2016 par des plongeurs de GALATEA à l'aide de carottiers à sédiment.

Les sept échantillons ont été conditionnés dans un flaconnage adapté fourni par le laboratoire d'analyses EUROFINS, maintenus à l'abri de la lumière à une température de 4°C et transférés dans la journée au laboratoire pour analyses.

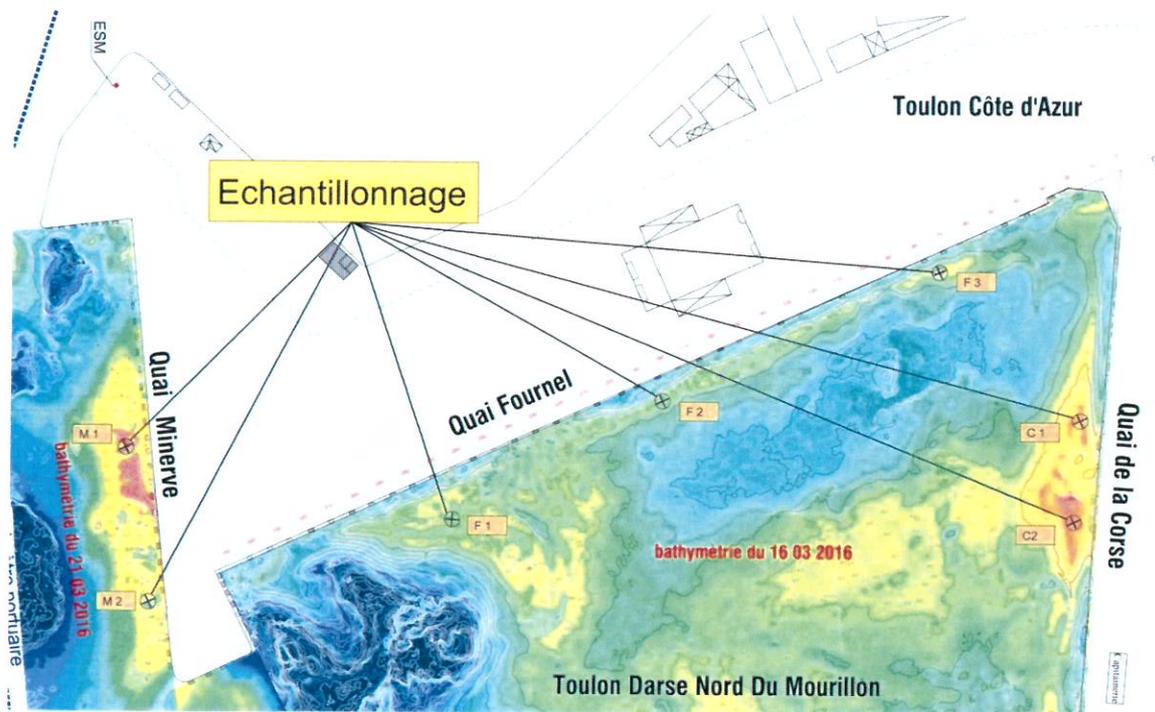


Figure 1 : Plan d'échantillonnage

Février 2016 : Minerve

Une autre campagne de prélèvement a été réalisée le 11/02/2016 au niveau du quai Minerve selon le plan d'échantillonnage suivant préalablement validé par le service en charge de la police de l'eau. Les 2 échantillons ont été prélevés par des plongeurs de GALATEA à l'aide de carottiers à sédiment. Les échantillons ont été conditionnés dans un flaconnage adapté fourni par le laboratoire d'analyses EUROFINS, maintenus à l'abri de la lumière à une température de 4°C et transférés dans la journée au laboratoire pour analyses.

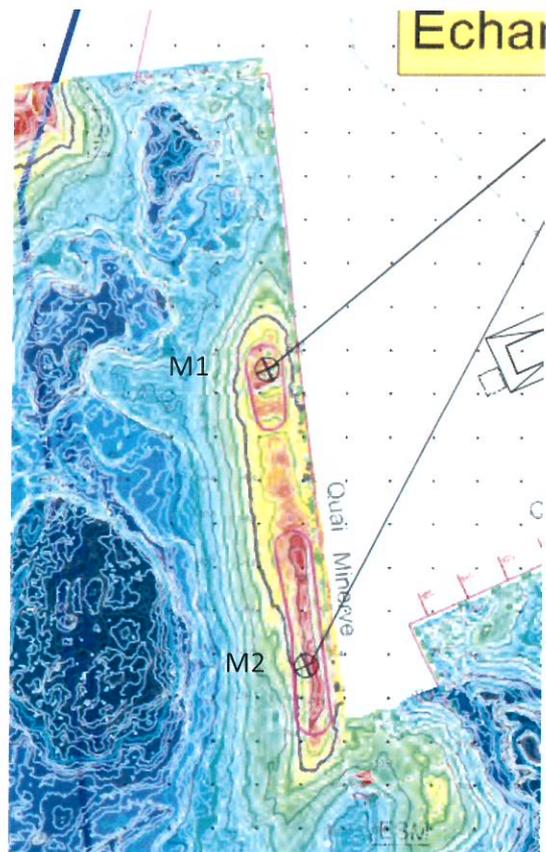


Figure 2 : Plan d'échantillonnage

2015 : Fournel et Corse

Le prélèvement a été effectué le 04/02/2015, par Galatea, en plongée sous-marine au moyen de carottiers à main. Les échantillons prélevés ont été conditionnés dans un flacon adapté fourni par le laboratoire d'analyses, maintenus à l'abri de la lumière à une température de 4°C et transférés dans la journée au laboratoire pour analyses (Eurofins environnement).

La figure ci-dessous présente le plan d'échantillonnage validé par le service en charge de la police de l'eau. Les échantillons F1, 2 et 3 concernent la zone à draguer. Les échantillons C1 et 2 concernent une autre zone, qui n'est pas incluse dans le cadre de ce dossier de déclaration.

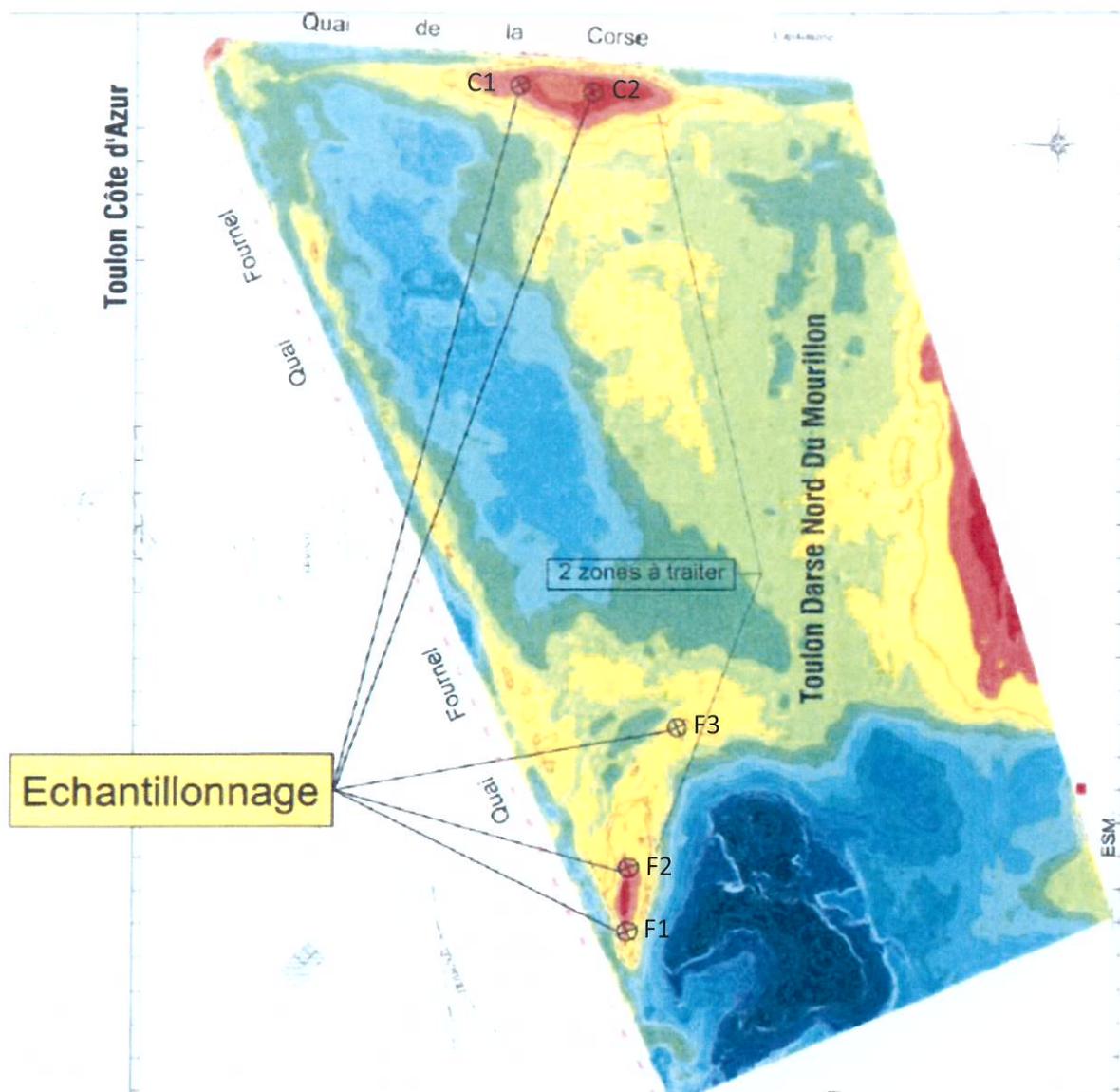


Figure 3 : Plan d'échantillonnage 2015 (échantillons F1, 2 et 3)

2013 : Fournel

En 2013 des prélèvements de sédiments dragués ont été réalisés afin de déterminer la filière d'évacuation des déblais. Les échantillons ont été collectés sur une partie des sédiments dragués, stockés sur le quai Fournel. Un échantillon moyen a été composé, conditionné et transmis au laboratoire Eurofins dans les mêmes conditions qu'en 2015.

2011 : Fournel

Un plan d'échantillonnage des sédiments a été rédigé et validé par le service en charge de la police de l'eau. L'échantillon T1 est représentatif de la zone contre le quai correspondant à 15 % des sédiments à draguer. L'échantillon T2 est représentatif d'une zone correspondant à 85 % des sédiments à draguer. Les sédiments ont été prélevés de la même manière qu'en 2015 et transmis au laboratoire IPL.

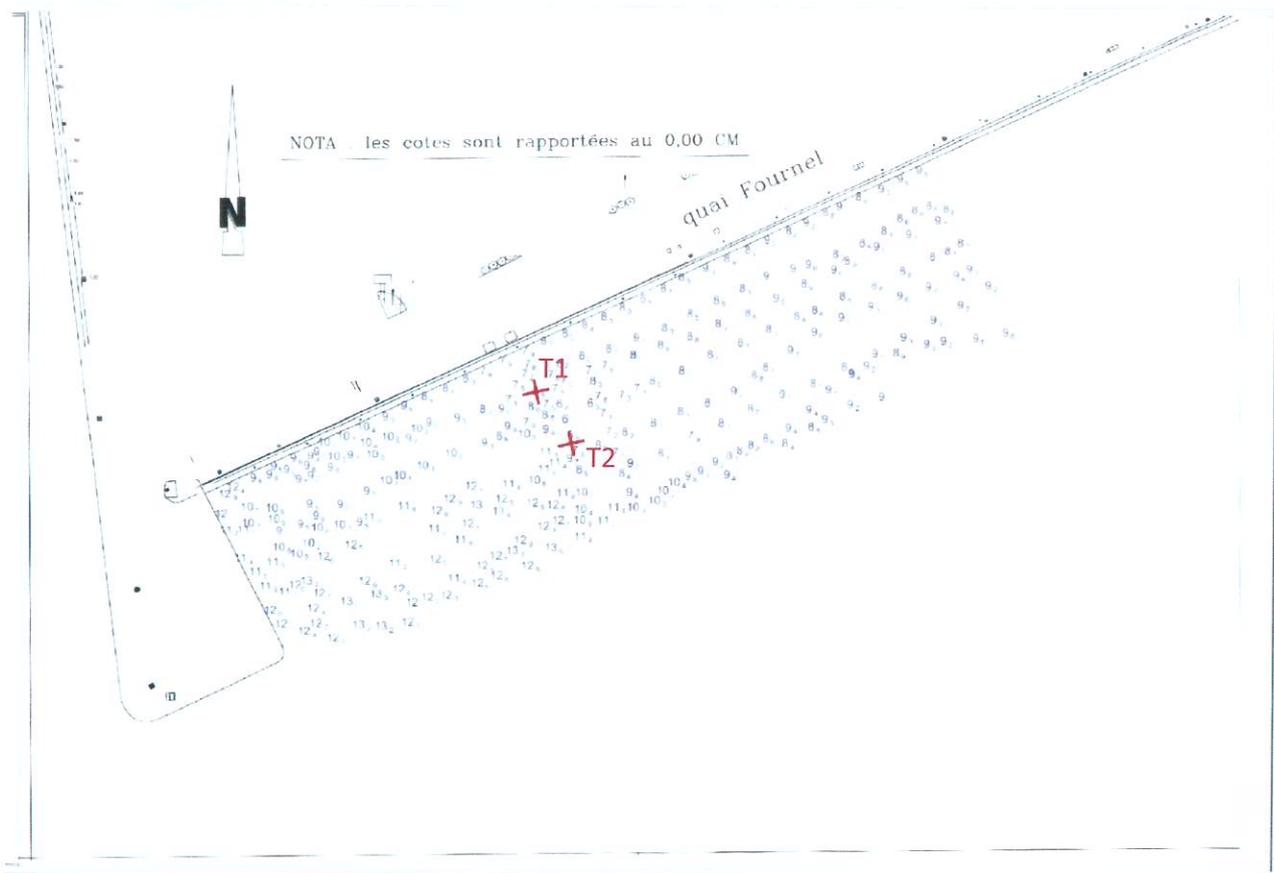


Figure 4 : Plan d'échantillonnage 2011

2

PARAMETRES ANALYSES

Les paramètres suivants ont été analysés par Eurofins Environnement, laboratoire agréé par le ministère en charge de l'environnement :

- Analyses « dragages » selon la réglementation relative aux dragages (circulaire n°2000-62 du 14 juin 2000).
- Analyses « déchets » selon la réglementation relative aux déchets en vue d'une gestion terrestre des matériaux à draguer (arrêté du 12 décembre 2014).

Les paramètres sont listés au tableau suivant.

Matrice : sédiment		
	Organoétains (µg/kg MS)	HAP (µg/kg MS)**
Granulométrie	Monobutylétain (MBT)	Naphtalène
% matière sèche	Dibutylétain (DBT)	Acénaphthylène
Densité	Tributylétain (TBT)	Acénaphène
Aluminium	Tetrabutylétain (TTBT)	Fluorène
COT**	Monooctylétain (MOT)	Phénanthrène
Azote Kjeldahl	Dioctylétain (DOT)	Anthracène
Phosphore total	Triphénylétain (TPhT ou TPT)	Fluoranthène
BTEX*	Tricyclohexylétain (TCyT)	Pyrène
Hydrocarbures C10 à C40*		
Métaux lourds (mg/kg MS)	PCB (µg/kg MS)**	Benzo(a)anthracène
As	28	Chrysène
Cd	52	Benzo(b)fluoranthène
Cr	101	Benzo(k)fluoranthène
Cu	118	Benzo(a)pyrène
Ni	138	Dibenzo(ah)anthracène
Zn	153	Benzo(ghi)pérylène
Hg	180	Indéno(123-cd)pyrène
Pb	PCB tot	

Tableau 1 : Paramètres analysés sur sédiment (fraction < 2 mm) - * : analyses selon l'arrêté du 12/12/2014 - ** : analyses selon l'arrêté du 12/12/2014 et circulaire du 14/06/2000

Matrice : Lixiviat selon la méthode NF EN 12457-2	
Métaux lourds	Sb
As	Se
Ba	Zn
Cd	sels
Cr total	Chlorure
Cu	Fluorure
Hg	Sulfate
Mo	Fraction soluble
Ni	Indice Phénol
Pb	COT

Tableau 2 : Paramètres analysés sur lixiviat selon l'arrêté du 12/12/2014

3

DESCRIPTION DES ECHANTILLONS

Juin 2016 : Minerve, Fournel et Corse

L'ensemble des échantillons excepté C1 et C2 sont constitués en majorité de graviers et débris coquillés. Les deux échantillons du quai de la Corse (C1 et C2), sont constitués d'un mélange sablo-vaseux et de gravier. Il est à noter, que la granulométrie de C1 et C2 semble beaucoup plus fine que les autres échantillons.



Figure 5 : Echantillons M1/M2 ; F1/F2/F3 ; C1/C2 respectivement au droit des quais Minerve, Fournel et de la Corse en juin 2016

Février 2016 : Minerve

L'échantillon M1 est constitué en majorité de graviers et débris coquillés. L'échantillon M2 est constitué de graviers, débris coquillés et contient une part importante de sable et de vase.



Figure 6 : Echantillons M1 et M2 – Février 2016

2015 : Fournel et Corse

Quai Fournel : Les 3 échantillons F1, F2 et F3 sont constitués de matériaux grossiers et sont quasi identiques.



Figure 7 : Echantillon F2 - Février 2015

Quai de la Corse : Les 2 échantillons C1 et C2 prélevés au carottier par plongeur sont constitués de sable et vase. C1 paraît plus gras et plus odorant que C2.



Figure 8 : Echantillons C1 et C2 – Février 2015

2013 : Fournel

L'échantillon de sédiment du quai Fournel est dominé par les particules > 2 mm de type gravier.



Figure 9 : 2chantillon de sédiment du quai Fournel – Mars 2013

2011 : Fournel

Les échantillons prélevés au droit du quai Fournel sont constitués essentiellement de graviers.



Figure 10 : Echantillons T1 et T2 – Mars 2011

4

RESULTATS D'ANALYSES

4.1

JUIN 2016 : MINERVE, FERNEL ET CORSE

4.1.1

ANALYSES DRAGAGE

PARAMETRES	N1*	N2*	ECHANTILLONS						UNITES	
			M1	M2	F1	F2	F3	C1		C2
NUTRIMENT										
Phosphore Total			427	812	623	587	640	656	542	mg/kg MS
Azote Kjeldahl			<500	<500	<500	<500	<500	700	<500	
PHYSICO-CHIMIE										
Carbone Organique Total			2,25	35,8	26,6	4,77	2,65	8,84	4,26	g/kg MS
Al			6,29	11,6	5,34	2,44	3,68	4,43	5,00	
Matière sèche			90,2	91,9	85,9	97,2	96,6	82,0	79,2	% PB
Densité			1,37	1,07	1,54	1,10	1,13	1,38	1,46	-
GRANULOMETRIE										
G > 2 mm			84,10	10,20	9,56	10,20	12,20	4,30	13,20	% PB
63 µm < G < 2 mm			11,94	57,24	74,20	71,91	73,36	73,22	71,91	
2 µm < G < 63 µm			3,40	28,41	14,52	15,98	13,06	20,81	13,51	
G < 2 µm			0,56	4,16	1,73	1,91	1,39	1,67	1,39	
METAUX LOURDS										
As	25	50	11,9	11,9	10,3	16,2	8,16	8,34	9,48	mg/kg MS
Cd	1,2	2,4	0,14	0,19	0,10	<0,10	<0,10	0,13	0,12	
Cr	90	180	14,5	27,9	9,44	18,6	11,5	9,08	11,8	
Cu	45	90	12,4	45,8	18,8	15,0	18,2	36,2	58,9	
Hg	0,4	0,8	0,12	0,62	0,13	<0,10	<0,10	0,50	0,76	
Ni	37	74	8,84	10,8	9,47	11,7	10,2	8,92	8,98	
Pb	100	200	21,4	114	19,3	12,3	14,7	41,6	77,2	
Zn	276	552	55,0	86,6	53,4	22,0	41,9	84,9	99,8	
ORGANOMETALLIQUES										
Monobutylétain (MBT)			3,0	35,9	6,3	3,0	3,3	22,5	18,0	µg/kg MS
Dibutylétain (DBT)			3,9	72,8	4,7	3,9	4,9	66,9	29,5	
Tributylétain (TBT)	100	400	11,2	131,8	10,0	8,3	8,5	268,4	126,9	
HAP										
Benzo (b) fluoranthène	400	900	60	670	490	200	47	480	200	µg/kg MS
Benzo (k) fluoranthène	200	400	64	320	210	64	34	380	130	
Benzo (g,h,i) pérylène	1700	5650	31	530	310	130	23	230	96	
Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	1700	5650	32	500	510	200	23	240	100	
Fluoranthène	600	2850	74	880	540	330	29	580	220	
Benzo (a) pyrène	430	1015	50	580	360	150	36	340	140	
Acénaphthène	15	260	3,1	110	26	31	<2,4	33	11	
Acénaphthylène	40	340	<2,5	18	50	2,4	5,3	15	7	
Anthracène	85	590	10	140	96	59	5,3	75	27	
Benzo (a) anthracène	260	930	42	560	320	140	19	300	110	
Chrysène	380	1590	41	590	260	120	18	310	120	
Dibenzo (a-h) anthracène	60	160	9	170	91	34	4,4	57	28	
Fluorène	20	280	<2,5	52	20	<2,4	<2,4	24	11	
Naphtalène	160	1130	<2,5	80	20	5,4	<2,4	25	11	
Phénanthrène	240	870	17	570	360	260	<2,4	320	110	
Pyrène	500	1500	74	720	460	300	53	580	210	
HAP Totaux			507<x<515	6500	4100	2026<x<2028	297<x<307	4000	1500	
ORGANOCHLORES										
PCB 28	5	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	µg/kg MS
PCB 52	5	10	<1	2,1	<1	<1	<1	23	<1	
PCB 101	10	20	<1	5,9	2,1	<1	1,8	42	1,3	
PCB 118	10	20	<1	2,9	<1	<1	1,3	31	<1	
PCB 138	20	40	1,2	12	7,2	<1	7,2	47	2,1	
PCB 153	20	40	1,3	13	7,5	<1	7,1	43	2,7	
PCB 180	10	20	<1	10	5,8	<1	6	19	1,1	
PCB Totaux	80	160	2<x<8	46<x<47	23<x<26	<7	23<x<25	205<x<206	7<x<10	

Tableau 3 : Résultats d'analyses des sédiments « type dragage » – Juin 2016

■ : Concentration < N1 - ■ : N1 ≤ Concentration < N2 - ■ : Concentration ≥ N2

*Les seuils N1 et N2 sont définis par l'arrêté modifié du 9 août 2006. MS = Matière Sèche – PB = Poids Brut

Les échantillons analysés présentent les caractéristiques suivantes :

Propriétés physico-chimiques :

- La distribution granulométrique des échantillons analysés excepté l'échantillon M1 du quai Minerve est globalement identique avec une proportion de sable très proche ($63 \mu\text{m} < G < 2 \text{ mm}$). Les échantillons des quais Fournel (F1, F2, F3), Corse (C1 et C2) et M2 sont de type sablo-vaseux avec du sable en proportion majoritaire ainsi que de la vase. L'échantillon M1 est composé en très forte quantité de gravier ($G > 2 \text{ mm}$) accompagné d'une faible proportion de sable.
- Une concentration de matière organique faible pour l'ensemble des échantillons excepté les stations M2 et F1 où leurs valeurs respectives, témoignent d'une quantité modérée.

Ces paramètres montrent un potentiel d'adsorption des contaminants faible à modéré pour ces échantillons, avec un potentiel nettement plus faible pour l'échantillon M1.

L'échantillon C1 possède, un métal lourd (Mercure), un PCB, 7 HAP et le tributylétain en concentration comprise entre N1 et N2 de l'arrêté modifié du 9 août 2006. Cinq PCB dépassent le niveau seuil N2.

Pour l'échantillon M2, deux métaux lourds (Cuivre et Mercure), 11 HAP ainsi que le tributylétain ont des concentrations comprises entre N1 et N2. Seule la concentration en Dibenzo(a-h)anthracène est supérieure au seuil N2.

En ce qui concerne l'échantillon C2, deux métaux lourds (Cuivre et Mercure) ainsi que le tributylétain ont des concentrations comprises entre N1 et N2.

Pour les échantillons F1 et F2, seulement huit et deux HAP respectivement, ont une concentration comprise entre N1 et N2 alors que pour les échantillons M1 et F3, aucune substance polluante ne dépasse le niveau seuil N1.

Ainsi, les sédiments analysés sur les différentes zones, ont des proportions en contamination assez différentes. Les échantillons C1 et M2 sont fortement contaminés avec des substances supérieures au seuil N2. Pour les échantillons C2, F1 et F2, la contamination est faible à modérée avec des substances comprises entre N1 et N2. Pour finir, les échantillons M1 et F3 sont peu contaminés avec des concentrations inférieures à N1.

4.1.2 ANALYSES DÉCHETS

Sédiment brut	M1	M2	F1	F2	F3	C1	C2	Seuils ISDI	Unités
COT	2,25	35,8	26,6	4,77	2,65	8,84	4,26	30	g/kgMS
Composés benzéniques									
Σ BTEX	<900	<900	<900	<900	<900	<900	<900	6000	µg/kgMS
Hydrocarbures aromatiques polycycliques									
Σ HAP	507<x<515	6500	4100	2026<x<2028	297<x<307	4000	1500	50000	µg/kgMS
Hydrocarbures (C10 à C40)									
Σ Hc C10 à C40	<15,0	41,0	<15,0	<15,0	<15,0	57,9	129	500	mg/kgMS
Polychlorobiphényles									
Σ PCB	2<x<8	46<x<47	23<x<26	<7	23<x<25	205<x<206	7<x<10	1000	µg/kgMS

Tableau 4 : Résultats d'analyses sur sédiment type « déchet » - Juin 2016

■ : Concentration du paramètre < seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

■ : Concentration du paramètre > seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes). MS : Matière sèche

Tous les paramètres mesurés excepté le « Carbone Organique Total » sur l'échantillon M2, présentent des concentrations inférieures aux seuils ISDI définis par l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif au stockage en Installation de Stockage des Déchets Inertes (ISDI).

Lixiviat	M1	M2	F1	F2	F3	C1	C2	Seuils ISDI
	mg/kg MS							
Fraction soluble)	3240	5420	14600	7650	8320	14600	15400	4000
COT	<50	<50	<50	<50	<51	<50	<50	500
Chlorures	1770	2940	6900	2830	3730	6150	6850	800
Fluorures	<5,00	<5,00	<5,05	<5,50	<5,07	<5,04	<5,00	10
Sulfates	337	533	1610	624	612	1300	1300	1000
Antimoine	<0,005	0,035	<0,005	<0,005	0,005	0,012	0,01	0,06
Arsenic	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,5
Baryum	<0,10	0,25	0,13	0,16	0,16	0,30	0,29	20
Cadmium	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,04
Chrome	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5
Cuivre	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	2
Mercure	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01
Molybdène	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5
Nickel	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4
Plomb	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5
Sélénium	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1
Zinc	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	4
Indice phénol	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,51	<0,50	<0,50	1

Tableau 5 : Résultats d'analyses sur lixiviat type « déchet » - Juin 2016

■ : Concentration du paramètre ≤ seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

■ : Concentration du paramètre > seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

MS : Matière sèche

Selon les échantillons, un à trois paramètres dépassent le seuil d'acceptation en ISDI. Ces paramètres sont tous liés à la présence de sel (chlorures, sulfates et fraction soluble). Conformément à l'arrêté du 14.12/2014, le dépassement du COT sur le sédiment M2 peut être toléré puisque le COT sur lixiviat ne dépasse pas 500 mg/kg de matière sèche.

Les dépassements de seuils pour ces composés ne permettent pas l'acceptation en ISDI mais le stockage en ISDI aménagés (pour inerte si impactés par le sel), ISD Non Dangereux ou une revalorisation (remblais portuaire, ...) peuvent être envisagés.

4.2

FÉVRIER 2016 : MINERVE

4.2.1

ANALYSES DRAGAGE

PARAMETRES	N1*	N2*	ECHANTILLONS		UNITES
			M1	M2	
NUTRIMENT ET MATIERE ORGANIQUE					
Phosphore Total			427	507	mg/kg MS
Azote Kjeldahl			<500	500	
Carbone Organique Total			10500	17200	
Perte au feu			1,21	2,83	% MS
PHYSICO-CHEMIE					
Al			4270	3850	mg/kg MS
Matière sèche			94,2	93,7	% PB
Masse volumique			1,37	1,67	g/cm ³
GRANULOMETRIE					
G > 2 mm			9,46	8,49	% PB
63 µm < G < 2 mm			74,95	32,50	% (< 2mm)
2 µm < G < 63 µm			13,35	48,46	
G < 2 µm			2,23	10,54	
METAUX LOURDS					
As	25	50	11,3	12,1	mg/kg MS
Cd	1,2	2,4	0,14	0,12	
Cr	90	180	10,5	7,97	
Cu	45	90	7,82	29,3	
Hg	0,4	0,8	<0,1	0,22	
Ni	37	74	8,11	6,81	
Pb	100	200	8,99	35	
Zn	276	552	22,9	61,3	
ORGANOMETALLIQUES					
Monobutylétain (MBT)			<3	5,8	µg/kg MS
Dibutylétain (DBT)			<3,9	<3,9	
Tributylétain (TBT)	100	400	<4,9	9,0	
HAP					
Benzo (b) fluoranthène	400	900	11	430	µg/kg MS
Benzo (k) fluoranthène	200	400	4,4	160	
Benzo (g,h,i) pérylène	1700	5650	2,7	170	
Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	1700	5650	<2,4	150	
Fluoranthène	600	2850	9,5	580	
Benzo (a) pyrène	430	1015	4,6	270	
Acénaphthène	15	260	<2,4	46	
Acénaphthylène	40	340	<2,4	3,7	
Anthracène	85	590	<2,4	140	
Benzo (a) anthracène	260	930	11	430	
Chrysène	380	1590	11	510	
Dibenzo (a-h) anthracène	60	160	<2,4	62	
Fluorène	20	280	<2,4	48	
Naphtalène	160	1130	<2,4	26	
Phénanthrène	240	870	6,1	600	
Pyrène	500	1500	7,4	530	
HAP Totaux			68<x<85	4200	
ORGANOCHLORES					
PCB 28	5	10	<1	<1	µg/kg MS
PCB 52	5	10	<1	2,3	
PCB 101	10	20	<1	5,7	
PCB 118	10	20	<1	5	
PCB 138	20	40	<1	8,7	
PCB 153	20	40	<1	7,6	
PCB 180	10	20	<1	4,8	
PCB Totaux			<7	34<x<35	

Tableau 6 : Résultats d'analyses des sédiments « type dragage » – Février 2016

■ : Concentration < N1 - ■ : N1 ≤ Concentration < N2 - ■ : Concentration ≥ N2

*Les seuils N1 et N2 sont définis par l'arrêté modifié du 9 août 2006. MS = Matière Sèche – PB = Poids Brut

Les échantillons analysés présentent les caractéristiques suivantes :

Propriétés physico-chimiques :

- La distribution granulométrique montre la prédominance de sables sur M1 et de fines sur M2 mais avec une part importante de sable. M1 est de type sableux et M2 de type vaso-sableux. Ces différences pourraient être dues à l'action des mouvements d'eau engendrés par les hélices des ferries (action plus importante dans la partie nord du quai où se trouve M1).
- Une quantité de matière organique faible dans les deux échantillons.

Ces paramètres montrent un potentiel d'adsorption des contaminants différents entre M1 et M2. M2 étant plus susceptible d'accumuler les contaminants.

Pour M1 les concentrations en contaminants (métaux lourds, PCB, HAP et TBT) sont toutes faibles voir non quantifiables et inférieurs aux niveaux seuils N1 de l'arrêté modifié du 9 août 2006. En M2, 7 HAP ont des concentrations comprises entre N1 et N2, les autres contaminants sont concentration toutes inférieurs à N1.

Ainsi, les sédiments analysés en février 2016 sont diversement contaminés selon la zone considérée : M1 n'est pas contaminé et M2 est modérément contaminé avec des concentrations en HAP comprises entre N1 et N2 de l'arrêté modifié du 9 août 2006. Ces résultats confirment ceux de juin 2016.

4.2.2 ANALYSES DÉCHETS

Sédiment brut	M1	M2	Seuils ISDI	Unités
Carbone organique total	10,5	17,2	30	g/kgMS
Composés benzéniques				
Somme des BTEX	<900	<900	6000	µg/kgMS
Hydrocarbures aromatiques polycycliques				
Somme des HAP	68 < x < 85	4200	50000	µg/kgMS
Polychlorobiphényles				
Somme des PCB	< 7	34 < x < 35	1000	µg/kgMS

Tableau 7 : Résultats d'analyses sur sédiment type « déchet » - Février 2016

: Concentration du paramètre < seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

: Concentration du paramètre > seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

MS : Matière sèche

Tous les paramètres mesurés sur sédiment brut présentent des concentrations inférieures aux seuils d'acceptation définis par l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux installations de stockage de déchets inertes. M2 est toujours plus chargé en COT que M1 mais dans une moindre mesure qu'en juin 2016.

Lixiviat	M1	M2	Seuils ISDI
	mg/kg MS		
Résidu sec à 105°C (fraction soluble)	3430	31400	4000
Carbone Organique Total	< 50	73	500
Chlorures	998	6790	800
Fluorures	< 5	5,72	10
Sulfates	292	1050	1000
Antimoine	< 0,005	0,01	0,06
Arsenic	< 0,2	< 0,2	0,5
Baryum	< 0,1	1,72	20
Cadmium	< 0,002	< 0,002	0,04
Chrome	< 0,1	< 0,1	0,5
Cuivre	< 0,2	0,43	2
Mercure	< 0,001	< 0,001	0,01
Molybdène	< 0,1	< 0,1	0,5
Nickel	< 0,1	< 0,1	0,4
Plomb	< 0,1	1,39	0,5
Sélénium	< 0,01	< 0,01	0,1
Zinc	0,2	1,13	4
Indice phénol	< 0,5	< 0,51	1

Tableau 8 : Résultats d'analyses sur lixiviat type « déchet » - Février 2016

■ : Concentration du paramètre ≤ seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

■ : Concentration du paramètre > seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

MS : Matière sèche

On observe dans le tableau ci-dessus que, dans les deux échantillons analysés, plusieurs paramètres dépassent les seuils d'acceptation en ISDI.

Dans l'échantillon M1, un seul paramètre dépasse le seuil, il s'agit des chlorures. Ceci est lié à la présence de sels. Dans l'échantillon M2, quatre paramètres (fraction soluble, chlorures, sulfates et plomb) dépassent les seuils. Cette teneur en Plomb n'a été mesurée qu'à l'occasion de cette campagne de prélèvement.

4.3

2015 : FURNEL ET CORSE

4.3.1

ANALYSES DRAGAGE

PARAMETRES	N1*	N2*	ECHANTILLON	
			C2	UNITES
NUTRIMENT				
Phosphore Total			400	mg/kg MS
Azote Kjeldahl			<500	
PHYSICO-CHIMIE				
Carbone Organique Total			4,02	g/kg MS
Al			0,376	
Matière sèche			75,8	%
Densité			1,73	
GRANULOMETRIE				
G > 2 mm			23,4	% PB
63 µm < G < 2 mm			77,98	% MS < 2mm
2 µm < G < 63 µm			20,1	
G < 2 µm			1,92	
METAUX LOURDS				
As	25	50	10,3	mg/kg MS
Cd	1,2	2,4	0,11	
Cr	90	180	9,39	
Cu	45	90	30,5	
Hg	0,4	0,8	0,36	
Ni	37	74	6,6	
Pb	100	200	66,6	
Zn	276	552	234	
ORGANOMETALLIQUES				
Monobutylétain (MBT)			31	µg/kg MS
Dibutylétain (DBT)			139	
Tributylétain (TBT)	100	400	561	
HAP				
Benzo (b) fluoranthène	400	900	300	µg/kg MS
Benzo (k) fluoranthène	200	400	51	
Benzo (g,h,i) pérylène	1700	5650	150	
Indéno (1,2,3-c,d) pyrène	1700	5650	190	
Fluoranthène	600	2850	280	
Benzo (a) pyrène	430	1015	260	
Acénaphthène	15	260	7,5	
Acénaphthylène	40	340	20	
Anthracène	85	590	35	
Benzo (a) anthracène	260	930	190	
Chrysène	380	1590	170	
Dibenzo (a-h) anthracène	60	160	47	
Fluorène	20	280	10	
Naphtalène	160	1130	15	
Phénanthrène	240	870	90	
Pyrène	500	1500	30	
HAP Totaux			2100	
ORGANOCHLORES				
PCB 28	5	10	<1	µg/kg MS
PCB 52	5	10	25	
PCB 101	10	20	53	
PCB 118	10	20	46	
PCB 138	20	40	39	
PCB 153	20	40	34	
PCB 180	10	20	1,9	
PCB Totaux			199<x<200	

Tableau 9 : Résultats d'analyses des sédiments – 2015

■ : Concentration < N1 - ■ : N1 ≤ Concentration < N2 - ■ : Concentration ≥ N2

*Les seuils N1 et N2 sont définis par l'arrêté modifié du 9 août 2006. MS = Matière Sèche – PB = Poids Brut

Les échantillons F1, F2, F3, C1, ne présentent aucune contamination. Ces résultats confirment les teneurs faibles à modérée mesurées en juin 2016 le long du quai Fournel.

En ce qui concerne les échantillons prélevés le long du quai de la Corse les résultats montrent l'importante hétérogénéité de leur contamination qui peut être faible à élevée.

L'échantillon C2 analysé en 2015, présente les caractéristiques suivantes :

Propriétés physico-chimiques :

- La distribution granulométrique montre la prédominance de graviers et sables dans les sédiments élémentaires prélevés (taille > 63 µm) est une proportion moyenne de la fraction fine (< 63µm).
- Une quantité de matière organique faible.

Ces paramètres indiquent que l'échantillon C2 représentatif des sédiments à extraire, présente un potentiel d'adsorption des contaminants peu important.

Concentrations en contaminants :

- Les teneurs en PCB 52, 101 et 118 supérieures au niveau N2. Des concentrations en PCB 138 et 153 comprises entre N1 et N2.
- Une faible contamination en métaux lourds, toujours en concentrations < N1.
- Une faible contamination en HAP, toujours en concentrations < N1.
- Une contamination importante en TBT en concentration > N2.

4.3.2

ANALYSES DÉCHETS

Sédiment brut	Echantillon C2	Seuils ISDI	Unités
Carbone organique total	4,02	30	g/kgMS
Indice Hydrocarbures (CPG)	73,1	500	mg/kgMS
Composés benzéniques			
Somme des BTEX	<250	6000	µg/kgMS
Hydrocarbures aromatiques polycycliques			
Somme des HAP	87,33	50000	µg/kgMS
Polychlorobiphényles			
Somme des PCB	<70	1000	µg/kgMS

Tableau 10 : Résultats d'analyses sur sédiment type « déchet » - 2015

: Concentration du paramètre < seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

: Concentration du paramètre > seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

MS : Matière sèche

Tous les paramètres mesurés sur sédiment brut présentent des concentrations inférieures aux seuils d'acceptation définis par l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux installations de stockage de déchets inertes.

	C2	Seuils ISDI
	mg/kg MS	
Fraction soluble	14800	4000
COT	<50	500
Chlorures	6630	800
Fluorures	5,1	10
Sulfates	1160	1000
Antimoine	0,019	0,06
Arsenic	<0,2	0,5
Baryum	0,25	20
Cadmium	<0,002	0,04
Chrome	<0,1	0,5
Cuivre	<0,2	2
Mercure	<0,001	0,01
Molybdène	<0,1	0,5
Nickel	<0,1	0,4
Plomb	<0,1	0,5
Sélénium	<0,01	0,1
Zinc	<0,2	4
Indice phénol	<0,5	1

Tableau 11 : Résultats d'analyses sur lixiviat type « déchet » - 2015

■ : Concentration du paramètre ≤ seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

■ : Concentration du paramètre > seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

MS : Matière sèche

Seuls les chlorures et les sulfates liés à la présence de sels dépassent les seuils d'acceptation en ISD inerte.

4.4 2013 : QUAI FOURNEL

Les analyses type « dragages » n'ont pas été réalisées. Seules les analyses type « déchet » ont été faites. En effet, l'ensemble des échantillons présente une fraction < 2 mm inexistante. Au vu de la granulométrie grossière des sédiments analysés, les matériaux ne présentent pas de risque de contamination en HAP, PCB, BTEX, COT et hydrocarbures totaux.

Des analyses bactériologiques ont été réalisées et montrent l'absence d'E coli en nombre quantifiable dans l'échantillon analysé.

	C2	Seuils ISD
	mg/kg MS	
Fraction soluble	<2000	4000
COT	<51	500
Chlorures	148	800
Fluorures	<5,07	10
Sulfates	94,3	1000
Antimoine	<0,005	0,06
Arsenic	<0,20	0,5
Baryum	<0,10	20
Cadmium	<0,002	0,04
Chrome	<0,10	0,5
Cuivre	<0,20	2
Mercure	<0,001	0,01
Molybdène	<0,10	0,5
Nickel	<0,10	0,4
Plomb	<0,10	0,5
Sélénium	<0,01	0,1
Zinc	<2000	4
Indice phénol	<51	1

Tableau 12 : Résultats d'analyses sur lixiviat type « déchet » - 2013

: Concentration du paramètre \leq seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

: Concentration du paramètre > seuil d'acceptation en ISDI (stockage déchets inertes).

MS : Matière sèche

Aucun dépassement des seuils d'acceptation en ISDI n'est à noter pour les paramètres analysés. Les concentrations de la plupart des paramètres analysés sont inférieures aux limites de quantification qui sont elles-mêmes très inférieures aux seuils d'acceptation. Seuls les chlorures et les sulfates sont quantifiés à des concentrations largement en dessous des seuils d'acceptation.

4.5

2011 : QUAI FOURNEL

4.5.1

ANALYSES DRAGAGE

PARAMETRES	N1*	N2*	ECHANTILLONS		UNITES
			T1	T2	
NUTRIMENT					
Phosphore Total			0,19	nq	mg/kg MS
Azote Kjeldahl			0,35	nq	
PHYSICO-CHIMIE					
Carbone Organique Total			6,5	nq	g/kg MS
Al			16	nq	
Matière sèche			93,4	96,5	%
Densité			1,96	2,14	
GRANULOMETRIE					
G > 2 mm			86,3	97,9	% PB
50 µm < G < 2 mm			95,7	95,7	% MS < 2mm
2 µm < G < 50 µm			1,52	1,6	
G < 2 µm			2,9	2,9	
METAUX LOURDS					
As	25	50	13	nq	mg/kg MS
Cd	1,2	2,4	<0,5	nq	
Cr	90	180	19	nq	
Cu	45	90	24	nq	
Hg	0,4	0,8	0,43	nq	
Ni	37	74	14	nq	
Pb	100	200	43	nq	
Zn	276	552	70	nq	

Tableau 13 : Résultats d'analyses des sédiments

■ : Concentration < N1 - ■ : N1 ≤ Concentration < N2 - ■ : Concentration ≥ N2

*Les seuils N1 et N2 sont définis par l'arrêté modifié du 9 août 2006 – nq : Non quantifiable

Les échantillons T1 et T2 sont en grande majorité constitués de graviers (> 2mm). La proportion de fines est très faible sur les deux échantillons et en particulier pour T2.

Cette faible quantité de fines explique la non quantification des contaminants sur l'échantillon T2. Concernant l'échantillon T1 seuls les métaux lourds ont pu être quantifiés. Mis à part le mercure, tous les paramètres sont en concentration inférieure au niveau N1 de l'arrêté modifié du 9 août 2006. Le mercure dépasse légèrement le niveau N1.

Toutefois, l'échantillon T1 est représentatif de seulement 15 % des sédiments dragués. L'échantillon T2 est davantage représentatif des sédiments à extraire (85%), sur cet échantillon la concentration en cet élément est non quantifiable.

De ce fait, la concentration en mercure de l'ensemble des sédiments à draguer est nettement inférieure au niveau N1, puisque rapporté à la masse totale de sédiment concernée (matière sèche) cette concentration s'établit à 0,06 mg/kg (niveau N1 : 0,4 mg Hg /kg). Cette contamination en mercure n'a depuis pas été révélée par les analyses de 2011 et 2015.

Les PCB, HAP et Organoétains sont non quantifiables.

Ces résultats confirment la contamination faible à modérée des sédiments situés le long du quai Fournel.

4.5.2 ANALYSES DÉCHETS

Les analyses « déchets » n'ont pas été réalisées en 2011.

5 CONCLUSION SUR LA QUALITE DES SEDIMENTS

Pour le quai Minerve, la contamination des sédiments les plus grossiers situées dans la partie nord de la zone à draguer (échantillon M1) est faible. La contamination des échantillons située dans la partie Sud de la zone à draguer est plus importante et variable. Les HAP sont en contamination modérée à forte. Les métaux lourds (Cuivre et Mercure) sont en concentration modérée.

Les sédiments analysés peuvent être considérés comme inerte mais impactés par le sel sauf l'échantillon M2 en 2015 qui est Non Dangereux de par le dépassement du seuil d'acceptation en ISDI (arrêté du 14/12/2014) pour le Plomb sur lixiviat (contamination jamais remesurée depuis et non confirmée par les analyses sur sédiment).

Pour le quai Fournel, les analyses montrent que les sédiments sont constitués de graviers non contaminés par des substances chimiques. Sauf en 2011 sur l'échantillon T1 correspondant à 15 % des sédiments à draguer cette année-là, avec une contamination en mercure légèrement supérieure à N1 (0,43 mg/kg pour N1 = 0,4 mg/kg) et sur le lixiviat (0,017 mg/kg à comparer avec le seuil d'acceptation en ISDI = 0,01 mg/kg). Cette contamination n'a pas été mesurée depuis.

En juin 2016, on observe également une contamination modérée en HAP sur les échantillons F1 et F2 (léger dépassement du niveau N1).

Concernant leur classification comme déchet, tous les échantillons analysés le long du quai Fournel sont inertes mais impactés par le sel à part.

Pour le quai de la Corse, les résultats indiquent que cette zone est la plus contaminée. Ceci peut être lié à la granulométrie généralement plus fine des sédiments. C'est également la zone où la contamination est la plus hétérogène : faible (C1 en 2015), modérée (C2 en 2016) à forte (C2 en 2015 et C1 en 2016). On remarque une forte contamination en PCB et TBT sur certains échantillons. Les métaux lourds et les HAP sont en concentration faible à modérée.

De par l'hétérogénéité des sédiments, il est difficile de discerner les zones de faible, moyenne et forte contamination. Un indicateur de la contamination est la granulométrie des sédiments.

Concernant la réglementation sur les déchets, les sédiments situés le long du quai de la Corse peuvent être considérés comme inerte mais impactés par les sels.



EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

GALATEA
Madame Anne MOULIN
 1 rue fortia
 13001 MARSEILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E053266

Version du : 12/07/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-060444-01

Date de réception : 30/06/2016

Référence Dossier N° Projet MINERVE

Nom Projet MINERVE

Référence Commande

Coordinateur de projet client : Marion Davril / MarionDavril@eurofins.com /

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	M1
002	Sédiments	(SED)	M2
003	Sédiments	(SED)	F1
004	Sédiments	(SED)	F2
005	Sédiments	(SED)	F3
006	Sédiments	(SED)	C1
007	Sédiments	(SED)	C2

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E053266

Version du : 12/07/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-060444-01

Date de réception : 30/06/2016

Référence Dossier : N° Projet : MINERVE

Nom Projet : MINERVE

Référence Commande

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	M1	M2	F1	F2	F3	C1
Matrice :	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement						
Date de début d'analyse :	30/06/2016	30/06/2016	30/06/2016	30/06/2016	30/06/2016	30/06/2016

Préparation Physico-Chimique

Code	Description	Unité	001	002	003	004	005	006
LSA07	Matière sèche	% PB	90.2	91.9	85.9	97.2	96.6	82.0
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	% PB	84.1	10.2	9.56	10.2	12.2	4.30
XXS06	Séchage à 40°C		-	-	-	-	-	-

Mesures physiques

Code	Description	Unité	001	002	003	004	005	006
LS08F	Granulométrie laser à pas variable (0 à 2000 µm) - Tranches : 2 / 20 / 63 / 200 / 2000 µm							
	Pourcentage cumulé 0.02µm à 2µm	%	Cf détail ci-joint					
	Pourcentage cumulé 0.02µm à 20µm	%	Cf détail ci-joint					
	Pourcentage cumulé 0.02µm à 63µm	%	Cf détail ci-joint					
	Pourcentage cumulé 0.02µm à 200µm	%	Cf détail ci-joint					
	Pourcentage cumulé 0.02µm à 2000µm	%	Cf détail ci-joint					
LS918	Masse volumique sur échantillon brut	g/cm ³	1.37	1.07	1.54	1.10	1.13	1.38
LS995	Perte au feu à 550°C	% MS	1.61	1.24	0.993	0.975	0.501	1.54

Analyses immédiates

Code	Description	Unité	001	002	003	004	005	006
LSL4H	pH H2O							
	pH extrait à l'eau		9.1	8.9	8.7	8.5	8.8	8.6
	Température de mesure du pH	°C	21	21	21	21	21	21

Indices de pollution

Code	Description	Unité	001	002	003	004	005	006
LS916	Azote Kjeldahl (NTK)	g/kg MS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.7
LS8KM	Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)							
	Carbone Organique Total par Combustion	mg/kg MS	2250	35800	26600	4770	2650	8840
	Coefficient de variation (CV)	%				31.7	13.4	

Métaux

Code	Description	Unité	001	002	003	004	005	006
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		-	-	-	-	-	-
LS862	Aluminium (Al)	mg/kg MS	6290	11600	5340	2440	3680	4430
LS865	Arsenic (As)	mg/kg MS	11.9	11.9	10.3	16.2	8.16	8.34
LS874	Cuivre (Cu)	mg/kg MS	12.4	45.8	18.8	15.0	18.2	36.2
LS881	Nickel (Ni)	mg/kg MS	8.84	10.8	9.47	11.7	10.2	8.92
LS882	Phosphore (P)	mg/kg MS	186	354	272	256	279	286
LS883	Plomb (Pb)	mg/kg MS	21.4	114	19.3	12.3	14.7	41.6
LS894	Zinc (Zn)	mg/kg MS	55.0	86.6	53.4	22.0	41.9	84.9
LSA09	Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0.12	0.62	0.13	<0.10	<0.10	0.50

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E053266

Version du : 12/07/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-060444-01

Date de réception : 30/06/2016

Référence Dossier N° Projet : MINERVE

Nom Projet : MINERVE

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	M1	M2	F1	F2	F3	C1
Matrice :	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement						
Date de début d'analyse :	30/06/2016	30/06/2016	30/06/2016	30/06/2016	30/06/2016	30/06/2016

Métaux

LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg MS	*	0.14	*	0.19	*	0.10	*	<0.10	*	<0.10	*	0.13
LS934 : Chrome (Cr)	mg/kg MS	*	14.5	*	27.9	*	9.44	*	18.6	*	11.5	*	9.08
LSA6B : Phosphore total (P2O5)	mg/kg MS		427		812		623		587		640		656

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches)

(C10-C40)

Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	*	<15.0	*	41.0	*	<15.0	*	<15.0	*	<15.0	*	57.9
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS		-		0.39		-		-		-		1.44
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS		-		5.92		-		-		-		11.3
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS		-		16.8		-		-		-		25.3
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS		-		17.9		-		-		-		19.8

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

(16 HAPs)

Naphtalène	mg/kg MS	*	<0.0025	*	0.08	*	0.02	*	0.0054	*	<0.0024	*	0.025
Acénaphthylène	mg/kg MS	*	<0.0025	*	0.018	*	0.05	*	0.0024	*	0.0053	*	0.015
Acénaphthène	mg/kg MS	*	0.0031	*	0.11	*	0.026	*	0.031	*	<0.0024	*	0.033
Fluorène	mg/kg MS	*	<0.0025	*	0.052	*	0.02	*	<0.0024	*	<0.0024	*	0.024
Phénanthrène	mg/kg MS	*	0.017	*	0.57	*	0.36	*	0.26	*	<0.0024	*	0.32
Anthracène	mg/kg MS	*	0.01	*	0.14	*	0.096	*	0.059	*	0.0053	*	0.075
Fluoranthène	mg/kg MS	*	0.074	*	0.88	*	0.54	*	0.33	*	0.029	*	0.58
Pyrène	mg/kg MS	*	0.074	*	0.72	*	0.46	*	0.3	*	0.053	*	0.58
Benzo-(a)-anthracène	mg/kg MS	*	0.042	*	0.56	*	0.32	*	0.14	*	0.019	*	0.3
Chrysène	mg/kg MS	*	0.041	*	0.59	*	0.26	*	0.12	*	0.018	*	0.31
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	*	0.06	*	0.67	*	0.49	*	0.2	*	0.047	*	0.48
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	*	0.064	*	0.32	*	0.21	*	0.064	*	0.034	*	0.38
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	*	0.05	*	0.58	*	0.36	*	0.15	*	0.036	*	0.34
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	*	0.009	*	0.17	*	0.091	*	0.034	*	0.0044	*	0.057
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS	*	0.031	*	0.53	*	0.31	*	0.13	*	0.023	*	0.23
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS	*	0.032	*	0.5	*	0.51	*	0.2	*	0.023	*	0.24
Somme des HAP	mg/kg MS		0.507<x<0.515		6.5		4.1		2.026<x<2.028		0.297<x<0.307		4.0

Polychlorobiphényles (PCBs)

LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)

PCB 28	mg/kg MS	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001
PCB 52	mg/kg MS	*	<0.001	*	0.0021	*	<0.001	*	<0.001	*	<0.001	*	0.023
PCB 101	mg/kg MS	*	<0.001	*	0.0059	*	0.0021	*	<0.001	*	0.0018	*	0.042
PCB 118	mg/kg MS	*	<0.001	*	0.0029	*	<0.001	*	<0.001	*	0.0013	*	0.031