

**SUIVI DU MILIEU MARIN DU CENTRE  
DE TRAITEMENT MULTIFILIERE DES  
DECHETS MENAGERS DE  
MARSEILLE PROVENCE  
METROPOLE A FOS-SUR-MER**



*Rapport final – Année 2015*

*Version 2.0*

*Juillet 2016*

*Référence Contrat iXSurvey : 85C046 – EveRe – SuiviEnvironnemental2015*

*Référence Document iXSurvey : iXSurvey\_EveRe\_SuiviEnvironnemental2015\_RapportFinal\_V2.0*

Siège social : 55 Avenue Auguste Renoir  
78160 Marly le Roi – France  
Site industriel : 46 Quai François Mitterrand  
13600 La Ciotat - FRANCE

Tél : +33 (0) 4 42 71 33 33  
Fax : +33 (0) 1 30 08 86 01  
[www.ixsurvey.com](http://www.ixsurvey.com)

Société par action simplifiée au capital de 4 100 000 €  
R.C.S Versailles 478950 504  
SIRET 478 950 504 00017 – Code APE 7 11B  
N° TVA Intra FR 30 478 950 504

## INFORMATIONS ASSURANCE QUALITÉ

*i*

PROJET	SUIVI ENVIRONNEMENTAL DANS L'ENVIRONNEMENT PROCHE DU CENTRE DE TRAITEMENT MULTIFILIERE DE DECHETS MENAGERS	
Client	EveRé	
Référence iXSurvey	85C046 – EveRe – SuiviEnvironnemental2015	
Référence Client		
Titre du document	Suivi de l'état du milieu dans l'anse de Carreau en lien avec le centre de traitement multifilière des déchets ménagers de Marseille Provence Métropole à Fos-sur-Mer	
Référence du document	iXSurvey_EveRe_SuiviEnvironnemental2015_RapportFinal_V2.0	
Version	2.0	
Date de livraison	11/07/2016	
Préparé par	Laura BARDET	Chargée d'Etudes Environnement Marin
Validé par	Éric DELORT	Directeur iXSurvey

## REVISIONS DU DOCUMENT

COMMENTAIRES	VERSION	PREPARE PAR	VALIDE PAR	DATE
Rapport final	1.0	Laura BARDET	Éric DELORT	30/03/2016
Rapport final	2.0	Laura BARDET	Éric DELORT	20/07/2016

# SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION ET CONTEXTE INDUSTRIEL DE LA ZONE D'ETUDE</b> .....	<b>1</b>
<b>2. MODALITÉ DU SUIVI ANNUEL 2015</b> .....	<b>4</b>
2.1. CONTENU DU SUIVI 2015 .....	5
2.2. MOYENS HUMAIN ET NAUTIQUE .....	5
2.3. CONDITIONS D'INTERVENTION.....	6
<b>3. MATÉRIEL ET MÉTHODES</b> .....	<b>7</b>
3.1. PRELEVEMENTS ET ANALYSES DES SEDIMENTS.....	8
3.1.1. <i>Plan d'échantillonnage</i> .....	8
3.1.2. <i>Prélèvements des sédiments</i> .....	9
3.1.3. <i>Descriptions et conditions d'acceptabilité des échantillons de sédiment</i> .....	10
3.1.4. <i>Conditionnement des échantillons de sédiments</i> .....	11
3.1.5. <i>Analyses physico-chimiques des sédiments</i> .....	11
3.1.6. <i>Méthodologie de l'interprétation</i> .....	12
3.2. SUIVI DE LA QUALITE DU BIOTE .....	13
3.2.1. <i>Plan d'échantillonnage</i> .....	13
3.2.2. <i>Collecte des moules sauvages et conditionnement</i> .....	14
3.2.3. <i>Description et conditions d'acceptabilité des prélèvements</i> .....	15
3.2.4. <i>Épuration des organismes</i> .....	15
3.2.5. <i>Conditionnement et transport des échantillons</i> .....	15
3.2.6. <i>Analyses chimiques et biométriques</i> .....	16
3.2.7. <i>Méthodologie de l'interprétation</i> .....	16
3.3.1. <i>Analyse des données inférieures à la limite de quantification</i> .....	17
3.3.2. <i>Normalisation des données brutes</i> .....	17
<b>4. ÉTUDE DE LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS</b> .....	<b>21</b>
4.1. RESULTATS BRUTS.....	22
4.2. GRANULOMETRIE ET FRACTION FINE.....	27
4.2.1. <i>Résultats du suivi 2015</i> .....	27
4.2.2. <i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	29
4.3. CARBONE ORGANIQUE TOTAL.....	32
4.3.1. <i>Résultats du suivi 2015</i> .....	32
4.3.2. <i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	33
4.3.3. <i>Comparaison avec les données existantes disponibles</i> .....	35
4.3.4. <i>Normalisation</i> .....	36
4.4. ALUMINIUM .....	36

4.4.1.	Résultats du suivi 2015 .....	36
4.4.2.	Comparaison avec les données précédentes.....	37
4.4.3.	Comparaison avec les données existantes disponibles .....	39
4.4.4.	Normalisation .....	39
4.5.	ARSENIC .....	40
4.5.1.	Résultats du suivi 2015 .....	40
4.5.2.	Comparaison avec les données précédentes.....	41
4.5.3.	Comparaison avec les données existantes disponibles .....	43
4.6.	CADMIUM.....	44
4.6.1.	Résultats du suivi 2015 .....	44
4.6.2.	Comparaison avec les données précédentes.....	45
4.6.3.	Comparaison avec les données existantes disponibles .....	45
4.7.	CHROME.....	47
4.7.1.	Résultats du suivi 2015 .....	47
4.7.2.	Comparaison avec les données précédentes.....	48
4.7.3.	Comparaison avec les données existantes disponibles .....	48
4.7.4.	Normalisation .....	50
4.8.	CUIVRE.....	51
4.8.1.	Résultats du suivi 2015 .....	51
4.8.2.	Comparaison avec les données précédentes.....	52
4.8.3.	Comparaison avec les données existantes disponibles .....	54
4.8.4.	Normalisation .....	54
4.9.	MERCURE .....	55
4.9.1.	Résultats du suivi 2015 .....	55
4.9.2.	Comparaison avec les données précédentes.....	56
4.9.3.	Comparaison avec les données existantes disponibles .....	58
4.9.4.	Normalisation .....	58
4.10.	NICKEL .....	59
4.10.1.	Résultats du suivi 2015 .....	59
4.10.2.	Comparaison avec les données précédentes.....	60
4.10.3.	Comparaison avec les données existantes disponibles .....	60
4.10.4.	Normalisation .....	62
4.11.	PLOMB.....	63
4.11.1.	Résultats du suivi 2015 .....	63
4.11.2.	Comparaison avec les données précédentes.....	64
4.11.3.	Comparaison avec les données existantes disponibles .....	64
4.11.4.	Normalisation .....	66

4.12.	ZINC.....	67
4.12.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	67
4.12.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	68
4.12.3.	<i>Comparaison avec les données existantes</i> .....	68
4.12.4.	<i>Normalisation</i> .....	70
4.13.	DIOXINES ET FURANNES .....	70
4.13.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	70
4.13.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	71
4.13.3.	<i>Normalisation</i> .....	73
4.14.	PCB INDICATEURS .....	74
4.14.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	74
4.14.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	75
4.14.3.	<i>Comparaison avec les données existantes</i> .....	76
4.14.4.	<i>Normalisation</i> .....	78
4.15.	PCB-DL .....	78
4.15.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	78
4.15.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	79
4.15.3.	<i>Normalisation</i> .....	81
<b>5.</b>	<b>ÉTUDE DE LA QUALITE DU BIOTE</b> .....	<b>83</b>
5.1.	RÉSULTATS BRUTS .....	84
5.2.	INDICE DE CONDITION.....	87
5.3.	ALUMINIUM .....	88
5.3.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	88
5.3.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	89
5.3.3.	<i>Normalisation</i> .....	90
5.4.	ARSENIC .....	91
5.4.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	91
5.4.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	92
5.4.3.	<i>Normalisation</i> .....	94
5.5.	CADMIUM.....	95
5.5.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	95
5.5.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	96
5.5.3.	<i>Normalisation</i> .....	99
5.6.	CHROME.....	99
5.6.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	99
5.6.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	100
5.6.3.	<i>Normalisation</i> .....	103

5.7.	CUIVRE.....	103
5.7.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	103
5.7.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	104
5.8.	MERCURE .....	107
5.8.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	107
5.8.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	108
5.9.	NICKEL .....	111
5.9.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	111
5.9.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	112
5.9.3.	<i>Normalisation</i> .....	114
5.10.	PLOMB.....	114
5.10.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	114
5.10.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	115
5.10.3.	<i>Normalisation</i> .....	118
5.11.	ZINC.....	118
5.11.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	118
5.11.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	119
5.11.3.	<i>Normalisation</i> .....	122
5.12.	DIOXINES ET FURANNES .....	122
5.12.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	122
5.12.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	123
5.12.3.	<i>Normalisation</i> .....	124
5.13.	PCB INDICATEURS .....	126
5.13.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	126
5.13.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	127
5.13.3.	<i>Normalisation</i> .....	129
5.14.	PCB-DL .....	129
5.14.1.	<i>Résultats du suivi 2015</i> .....	129
5.14.2.	<i>Comparaison avec les données précédentes</i> .....	130
5.14.3.	<i>Normalisation</i> .....	131
<b>6.</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>133</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>136</b>
<b>8.</b>	<b>ANNEXES</b> .....	<b>138</b>
8.1.	FICHE DE TERRAIN – PRELEVEMENT DE SEDIMENT MARIN.....	139

## LISTE DES FIGURES

---

vi

Figure 1 : Bateau de travail GGXIII. ....	6
Figure 2 : Carte de localisation des stations de prélèvement de sédiment. ....	9
Figure 3 : Benne Van Veen (0.1 m <sup>2</sup> ) fermée. ....	9
Figure 4 : Conditions d'acceptabilité d'un échantillon de sédiments prélevé par benne (Tetra Tech, 1987, Recommended protocols for sampling and analyzing subtidal benthic macroinvertebrate assemblages in Puget Sound). ....	10
Figure 5 : Comparsateur de granulométrie (Blatt, 1982). ....	10
Figure 6 : Carte de localisation des stations de prélèvement de moules sauvages. ....	14
Figure 7 : Localisation des stations de suivi environnemental REPOM dans la zone d'étude du Golfe de Fos-sur-Mer. ....	19
Figure 8 : Localisation de la station de suivi ROCCH dans le Golfe de Fos-sur-Mer (source : Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral, 2013). ....	20
Figure 9 : Répartitions granulométriques des particules de 0 à 2 mm (en % volume différentiel) et > 2 mm au niveau des 12 stations de prélèvement de sédiment, Fos-sur-Mer, 2015. ....	27
Figure 10 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour la fraction fine dans les sédiments. ....	28
Figure 11 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour la fraction fine dans les sédiments. ....	30
Figure 12 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le COT dans les sédiments. ....	32
Figure 13 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le COT dans les sédiments. ....	34
Figure 14 : Normalisation du COT par la fraction fine dans les sédiments. ....	36
Figure 15 : Normalisation du COT par l'aluminium dans les sédiments. ....	36
Figure 16 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour l'aluminium dans les sédiments. ....	37
Figure 17 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour l'aluminium dans les sédiments. ....	38
Figure 18 : Normalisation de l'aluminium par la fraction fine dans les sédiments. ....	40
Figure 19 : Normalisation de l'aluminium par le COT dans les sédiments. ....	40
Figure 20 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour l'arsenic dans les sédiments. ....	41
Figure 21 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour l'arsenic dans les sédiments. ....	42
Figure 22 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le cadmium dans les sédiments. ....	44
Figure 23 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le cadmium dans les sédiments. ....	46
Figure 24 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le chrome dans les sédiments. ....	47
Figure 25 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le chrome dans les sédiments. ....	49

Figure 26 : Normalisation du chrome par la fraction fine dans les sédiments. ....	50
Figure 27 : Normalisation du chrome par l'aluminium dans les sédiments.....	50
Figure 28 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le cuivre dans les sédiments.....	51
Figure 29 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le cuivre dans les sédiments. ....	53
Figure 30 : Normalisation du cuivre par la fraction fine dans les sédiments. ....	54
Figure 31 : Normalisation du cuivre par l'aluminium dans les sédiments. ....	54
Figure 32 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le mercure dans les sédiments.....	55
Figure 33 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le mercure dans les sédiments.....	57
Figure 34 : Normalisation du mercure par la fraction fine dans les sédiments. ....	58
Figure 35 : Normalisation du mercure par l'aluminium dans les sédiments. ....	58
Figure 36 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le nickel dans les sédiments. ....	59
Figure 37 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le nickel dans les sédiments.....	61
Figure 38 : Normalisation du nickel par la fraction fine dans les sédiments. ....	62
Figure 39 : Normalisation du nickel par l'aluminium dans les sédiments.....	62
Figure 40 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le plomb dans les sédiments. ....	63
Figure 41 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le plomb dans les sédiments.....	65
Figure 42 : Normalisation du plomb par la fraction fine dans les sédiments. ....	66
Figure 43 : Normalisation du plomb par l'aluminium dans les sédiments.....	66
Figure 44 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le zinc dans les sédiments. ....	67
Figure 45 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le zinc dans les sédiments.....	69
Figure 46 : Normalisation du zinc par la fraction fine dans les sédiments.....	70
Figure 47 : Normalisation du zinc par l'aluminium dans les sédiments.....	70
Figure 48 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour les PCDD'F dans les sédiments. ....	71
Figure 49 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour les PCDD'F dans les sédiments.....	72
Figure 50 : Normalisation des PCDD'F par la fraction fine dans les sédiments. ....	73
Figure 51 : Normalisation des PCDD'F par l'aluminium dans les sédiments.....	74
Figure 52 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour les PCB indicateurs dans les sédiments..	75
Figure 53 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour les PCB indicateurs dans les sédiments. ....	77
Figure 54 : Normalisation des PCB indicateurs par la fraction fine dans les sédiments. ....	78
Figure 55 : Normalisation des PCB indicateurs par l'aluminium dans les sédiments. ....	78

Figure 56 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour les PCB-DL dans les sédiments. ....	79
Figure 57 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour les PCB-DL dans les sédiments.....	80
Figure 58 : Normalisation des PCB-DL par la fraction fine dans les sédiments.....	81
Figure 59 : Normalisation des PCB-DL par l'aluminium dans les sédiments. ....	82
Figure 60 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour l'indice de condition. ....	87
Figure 61 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour l'aluminium dans les moules. ....	88
Figure 62 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour l'aluminium dans les moules.....	90
Figure 63 : Normalisation de l'aluminium par l'indice de condition. ....	91
Figure 64 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour l'arsenic dans les moules.....	92
Figure 65 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour l'arsenic dans les moules. ....	94
Figure 66 : Normalisation de l'arsenic par l'indice de condition.....	95
Figure 67 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le cadmium dans les moules. ....	96
Figure 68 : Résultat du suivi ROCCH pour le cadmium depuis 2000 (source : Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral, 2013).....	97
Figure 70 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le cadmium dans les moules.....	98
Figure 69 : Normalisation du cadmium par l'indice de condition. ....	99
Figure 71 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le chrome dans les moules. ....	100
Figure 72 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le chrome dans les moules.....	102
Figure 73 : Normalisation du chrome par l'indice de condition.....	103
Figure 74 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le cuivre dans les moules.....	104
Figure 76 : Normalisation du cuivre par l'indice de condition. ....	105
Figure 75 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le cuivre dans les moules. ....	106
Figure 77 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le mercure dans les moules.....	107
Figure 78 : Résultat du suivi ROCCH pour le mercure depuis 2000 (source : Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral, 2013).....	109
Figure 79 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le mercure dans les moules.....	110
Figure 80 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le nickel dans les moules. ....	111
Figure 81 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le nickel dans les moules. ....	113
Figure 82 : Normalisation du nickel par l'indice de condition.....	114
Figure 83 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le plomb dans les moules. ....	115

---

Figure 85 : Résultat du suivi ROCCH pour le plomb depuis 2000 (source : Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral, 2013).....	116
Figure 84 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le plomb dans les moules.....	117
Figure 86 : Normalisation du plomb par l'indice de condition.....	118
Figure 87 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le zinc dans les moules. ....	119
Figure 89 : Résultat du suivi ROCCH pour le zinc depuis 2000 (source : Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral, 2013).....	120
Figure 88 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le zinc dans les moules.....	121
Figure 90 : Normalisation du zinc par l'indice de condition.....	122
Figure 91 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour les PCDD'F dans les moules.....	123
Figure 93 : Normalisation des PCDD'F par l'indice de condition.....	124
Figure 92 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour les PCDD'F dans les moules.....	125
Figure 94 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour les PCBi dans les moules.....	126
Figure 95 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour les PCBi dans les moules.....	128
Figure 96 : Normalisation des PCBi par l'indice de condition. ....	129
Figure 97 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour les PCB-DL dans les moules. ....	130
Figure 99 : Normalisation des PCB-DL par l'indice de condition.....	131
Figure 98 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour les PCB-DL dans les moules.....	132

---

## **LISTE DES TABLES**

---

**X**

Tableau 1 : Présentation de l'équipe participant à la campagne de prélèvement de la campagne 2015. ....	5
Tableau 2 : Coordonnées géographiques des stations de prélèvements de sédiments en degrés décimaux (WGS84). ....	8
Tableau 3 : Détails des paramètres analysés accompagnés de la méthode et des seuils de quantifications du laboratoire de Rouen. ....	11
Tableau 4 : Classification d'Ibouilly (1981) traduisant le taux d'envasement des sédiments. ....	12
Tableau 5 : Classification des valeurs COT et d'azote total pour des sédiments marins selon Licari (1998). ....	12
Tableau 6 : Coordonnées géographiques des stations de prélèvements de moules en degrés décimaux (WGS84). ....	13
Tableau 7 : Détails des paramètres analysés accompagnés de la méthode et des seuils de quantifications du laboratoire de Rouen. ....	16
Tableau 8 : Correspondance entre les stations de suivi existantes et celles définies dans le cadre du suivi environnemental d'EveRé. ....	19
Tableau 9 : Classification des sédiments d'après Ibouilly (1981). Fos-sur-Mer. 12 stations de sédiment. 2015. ....	29
Tableau 10 : Classification de l'enrichissement des sédiments d'après Licari (1998). Fos-sur-Mer. 12 stations de sédiment. 2015. ....	33



**1. INTRODUCTION ET  
CONTEXTE INDUSTRIEL DE LA  
ZONE D'ETUDE**

---

Situé à Fos-sur-Mer au niveau de la Darse 2 du Grand Port Maritime de Marseille, EveRé est le premier centre de traitement multifilière des déchets ménagers construit et exploité en France. Il a démarré en janvier 2010 (début de la mise en service industrielle) et permet de traiter et valoriser l'ensemble des déchets ménagers résiduels de la Communauté urbaine de Marseille Provence Métropole (MPM) par différentes voies de valorisation (tri, valorisation organique par méthanisation et valorisation énergétique par combustion).

En tant qu'industriel du traitement et de la valorisation des déchets, la préservation de l'environnement est une priorité pour cette entreprise. Elle s'inscrit dans une logique globale de développement durable et responsable avec notamment la réalisation d'un état initial environnemental avant le fonctionnement du centre en 2005 et 2009, ainsi que la mise en place d'un programme d'autosurveillance du milieu marin à partir de 2010. La première année de suivi, ce programme comportait quatre campagnes de prélèvements par an et concernait quatre matrices (eau de mer, sédiments, moules et poissons). Ce programme a ensuite été allégé en 2011 en accord avec les services de l'état avec une seule campagne annuelle tout en conservant l'étude des quatre matrices. À la suite des résultats et du retour d'expérience acquis lors de ces deux campagnes (2010 et 2011), l'analyse des compartiments « eau de mer » et « poisson » ont été supprimé pour le suivi de 2012 toujours en accord avec les services de l'état.

Conformément à l'article 9.2.2.1 de l'arrêté préfectoral du 28 juin 2012, un « suivi des teneurs en dioxines et en métaux dans le milieu marin (sédiments, organismes vivants) autour du site, sur la base des points de prélèvements de l'état initial d'une part et, d'autre part, sur les données météorologiques locales » doit être effectué par la Société EveRé. Le suivi de 2015 porte donc uniquement sur des compartiments intégrateurs « sédiments » et « moules » (peuplements naturels de *Mytilus galloprovincialis*) pour lesquels les méthodes, procédures et techniques d'interprétation sont bien établies et seront respectées pour ce nouveau suivi 2015.

Il est à préciser qu'un incendie est survenu le 2 novembre 2013 sur le site d'EveRé et a eu pour conséquence l'arrêt des unités de Tri, UVO, MAT et BIO. Cet incident a impliqué la mise en place d'un suivi d'urgence du milieu marin sur les compartiments sédimentaires et biologiques.

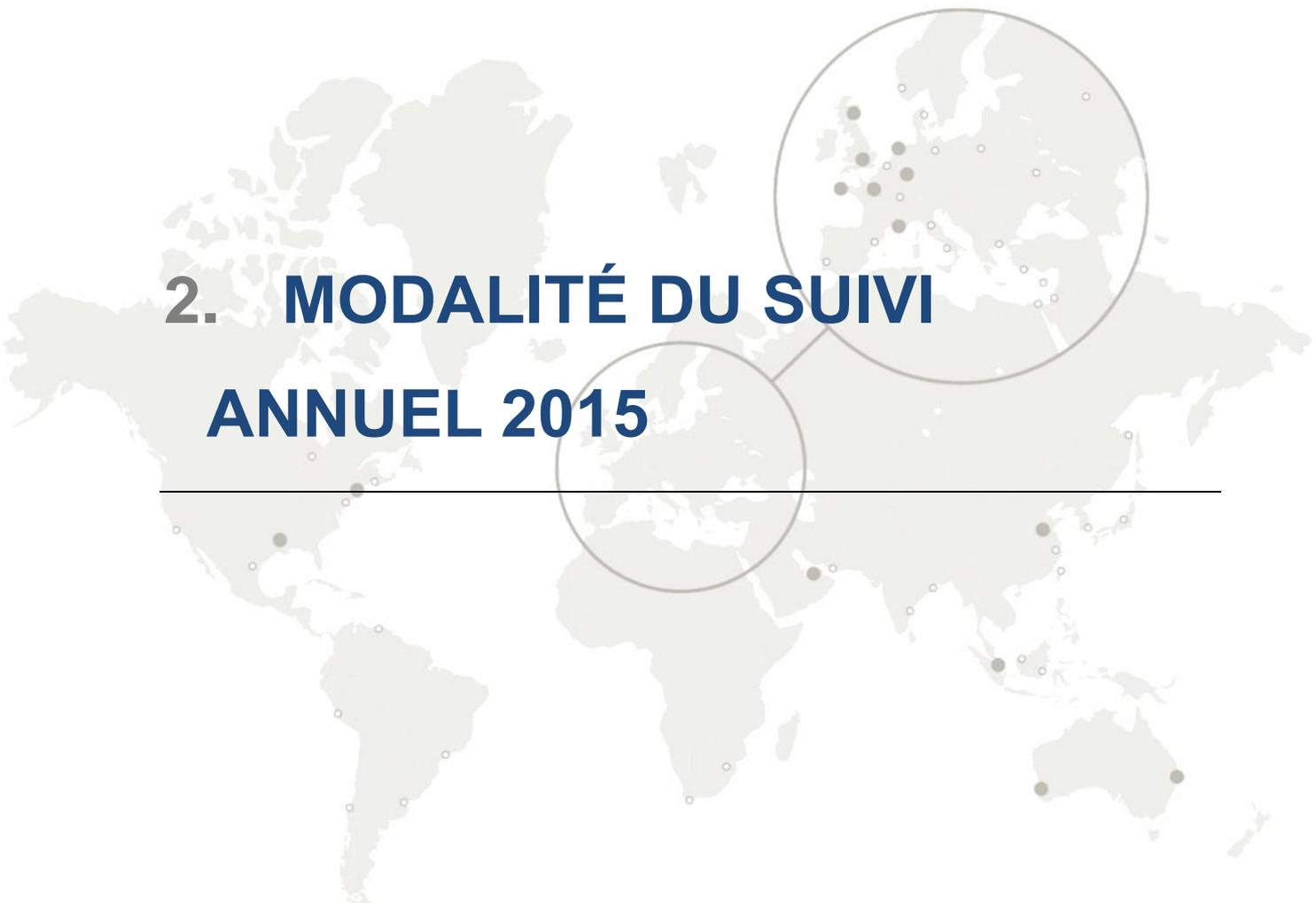
Le programme d'autosurveillance du milieu marin pour la campagne de 2015 a pour objectif de définir et d'évaluer :

- La qualité des sédiments dans un secteur correspondant au champ proche du centre de traitement multifilière de déchets ménagers ;
- Les niveaux de concentration chimique du milieu marin grâce à l'analyse d'une matrice intégratrice : la chair des moules (*Mytilus galloprovincialis*).

Le Golfe de Fos-sur-Mer, qui s'enfonce entre l'étang de Berre et le delta du Rhône au Nord-Ouest de Marseille, comprend les principales installations portuaires du Grand Port Maritime de Marseille dont des terminaux à conteneurs, minéraliers, pétroliers et gaziers qui occupe la majeure partie du littoral du Golfe (Nord-Ouest) et est environné par de nombreuses industries chimiques, pétrolières ou gazières, mais également par des réserves naturelles et des zones humides dont le parc naturel régional de Camargue.

Le Golfe de Fos est une zone semi-fermée de 42 km<sup>2</sup> et d'une profondeur moyenne de -8 m, à l'exception du chenal d'accès aux darses 1 et 2 qui est dragué à -24m. L'amplitude des marées et des courants associés jouent un rôle extrêmement faible dans la circulation des eaux dans le Golfe, qui est principalement contrôlée par les vents. Le Mistral entraîne des upwellings côtiers qui ont pour conséquence un rapide refroidissement des eaux littorales. Les vents de secteur Sud-Est sont également à l'origine d'importants processus hydrodynamiques côtiers. Ils induisent des courants rapides, peuvent générer de fortes houles et jouent un rôle important dans le transport sédimentaire.

Il est à préciser que le terme « contaminant », tel que défini dans la Convention internationale OSPAR, à savoir, « Toute substance décelée dans un lieu où elle ne se trouve pas normalement » sera employé dans ce rapport.



**2. MODALITÉ DU SUIVI**  
**ANNUEL 2015**

---

---

## 2.1. CONTENU DU SUIVI 2015

---

Le suivi annuel 2015 est réalisé dans le cadre du programme d'autosurveillance du centre de traitement multifilière des déchets ménagers.

Ce suivi comprend une campagne estivale avec l'étude des sédiments marins au niveau de douze (12) stations et l'étude de moules sauvages au niveau de neuf (9) stations.

Les stations de prélèvement de sédiments et de collecte des moules couvrent l'anse de Carteau dont les tables mytilicoles, la Darse 1 et la Darse 2. De manière à pouvoir effectuer des comparaisons avec les données du suivi annuel, les stations d'échantillonnage seront identiques à celles des précédents suivis.

---

## 2.2. MOYENS HUMAIN ET NAUTIQUE

---

Pour mener à bien la mission de prélèvement de sédiments et de moules, trois (3) personnes ont été mobilisées sur site :

<b>Laura BARDET</b>	<b><i>Chef de projet - Ingénieure en Environnement Marin/plongeur professionnel CIB</i></b>
	<i>Organisation de la campagne de terrain, prélèvements, conditionnement et envoi des échantillons de moules et de sédiments au laboratoire d'analyse.</i>
	<i>Suivi de l'avancement du projet</i>
	<i>Réalisation du post-traitement des analyses et de la rédaction du rapport</i>
<b>Eric CHAUMONT</b>	<b><i>Marin professionnel /plongeur professionnel CIIA</i></b>
	<i>Participation à la campagne de collecte des moules</i>
<b>Ilios PAPOULIAS</b>	<b><i>Marin professionnel /plongeur professionnel CIIA</i></b>
	<i>Participation à la campagne de collecte des sédiments marins</i>
<b>Stéphane SOLER</b>	<b><i>Marin professionnel /plongeur professionnel CIIA</i></b>
	<i>Participation à la campagne de collecte des moules et des sédiments marins</i>

*Tableau 1 : Présentation de l'équipe participant à la campagne de prélèvement de la campagne 2015.*

Pour le bon déroulement de la mission et la sécurité des opérateurs, l'intervention sur site a nécessité la mise à disposition d'une barge aluminium « GGXIII ». Ce navire a permis de respecter la réglementation en vigueur et d'assurer la sécurité de l'équipe embarquée.



Figure 1 : Bateau de travail GGXIII.

## 2.3. CONDITIONS D'INTERVENTION

Afin de conserver une cohérence avec les campagnes précédentes et les résultats obtenus, iXSurvey a effectué l'ensemble des prélèvements durant la période estivale.

Deux jours de terrain ont été nécessaires pour effectuer l'ensemble des prélèvements :

- Le mercredi 12 août 2015 a permis de prélever les sédiments marins au niveau de douze (12) stations. Les conditions météorologiques pour cette journée étaient idéales avec une mer belle et un vent moyen de 5 km/h de direction Sud-Est.
- Le mardi 1<sup>er</sup> septembre 2015 a permis de collecter les moules au niveau de neuf (9) stations. La mer était également belle avec un temps relativement couvert et un vent moyen de 8 km/h de direction Nord-Est.

Il est important de noter que le prélèvement, le conditionnement et l'acheminement des échantillons respectent scrupuleusement la méthodologie employée dans les suivis précédents.

A light gray world map is centered on the page. Two circular callouts are overlaid on the map: one over Europe and one over North America. The text '3. MATÉRIEL ET MÉTHODES' is superimposed on the map, centered horizontally and partially overlapping the callouts.

### 3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

---

## 3.1. PRELEVEMENTS ET ANALYSES DES SEDIMENTS

### 3.1.1. PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

Les prélèvements de sédiments ont été réalisés au niveau de douze (12) stations réparties entre la Darse 1, la Darse 2 et l'anse de Carteau. Les coordonnées géographiques des stations de prélèvements sont identiques à celles utilisées pour les précédents suivis. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

STATION	LATITUDE	LONGITUDE
ES1	43.4347667°	4.8636°
ES2	43.41305°	4.87711667°
ES3	43.405104°	4.868285°
ES4	43.406017°	4.863183°
ES5	43.4131667	4.85021667°
ES6	43.4189667°	4.84091667°
ES7	43.38955°	4.85895°
ES8	43.3780167°	4.851083333°
ES9	43.37675°	4.88461667°
ES10	43.395024°	4.854146°
ES11	43.3768667°	4.89441667°
ES12	43.3869833°	4.90318333°

Tableau 2 : Coordonnées géographiques des stations de prélèvements de sédiments en degrés décimaux (WGS84).

La figure suivante présente la localisation précise des stations de prélèvements de sédiment.



Figure 2 : Carte de localisation des stations de prélèvement de sédiment.

### 3.1.2. PRELEVEMENTS DES SEDIMENTS

Les prélèvements de sédiment superficiels ont été réalisés à l'aide d'une benne Van Veen d'une surface d'échantillonnage de 0.1 m<sup>2</sup>. Pour une meilleure représentativité de la zone, trois (3) échantillons de sédiments, appelés répliquats, ont été prélevés au niveau de chaque station. La surface totale échantillonnée est de 0.3 m<sup>2</sup> par station. Ce dispositif a permis d'échantillonner le sédiment meuble sur une profondeur d'environ 20 cm.

Chaque échantillon de sédiment a été soumis à des critères d'acceptabilité, présentés ci-après.



Figure 3 : Benne Van Veen (0.1 m<sup>2</sup>) fermée.

Au niveau de chaque station, un échantillon moyen a été constitué à partir du mélange aliquote de chacun des trois (3) répliquats prélevés autour du point considéré. Chaque échantillon moyen de sédiment a été destiné aux analyses physico-chimiques.

### 3.1.3. DESCRIPTIONS ET CONDITIONS D'ACCEPTABILITE DES ECHANTILLONS DE SEDIMENT

Dans un premier temps, chaque prélèvement à la benne a été soumis à des critères d'acceptabilité. À titre d'exemple, la figure ci-contre présente certaines causes de rejet d'un échantillon. Un échantillon peut être rejeté si la benne n'est pas complètement fermée, si elle n'a pas montré une pénétration suffisante ou si l'échantillon a été lessivé. Si un échantillon est rejeté parce qu'il ne rencontre pas les objectifs de qualité, un nouvel échantillon est recueilli. Les éventuels problèmes rencontrés sont décrits dans le carnet de terrain.

Une fiche synthétique de terrain a été remplie pour chaque échantillon. Ainsi les prélèvements ont été répertoriés, et décrits de manière systématique. Les fiches de terrain spécifiques aux prélèvements de sédiments sont présentées en annexe 1.

Dans un deuxième temps, les observations visuelles ont permis d'évaluer la granulométrie de l'échantillon à l'aide du comparateur de granulométrie présenté ci-après.

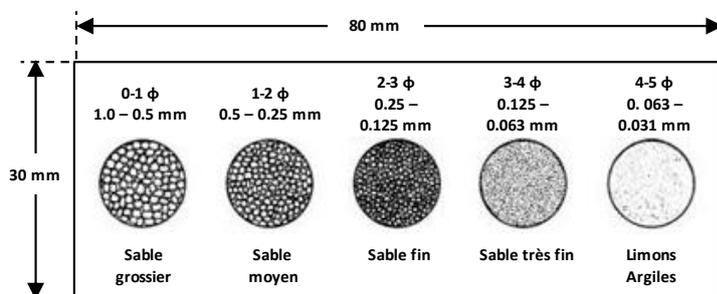
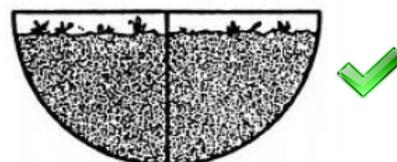
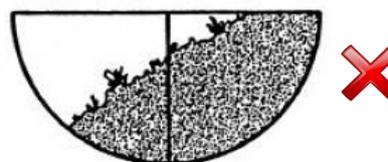


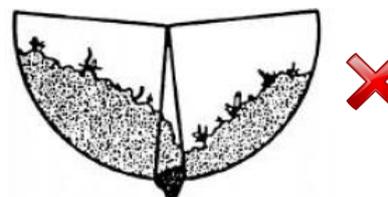
Figure 5 : Comparateur de granulométrie (Blatt, 1982).



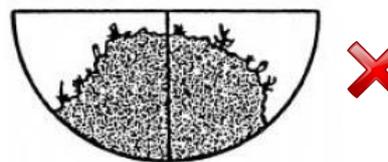
**Acceptable si :**  
 1. Pénétration minimum requise est atteinte  
 2. Présence d'eau sus-jacente



**Inacceptable :**  
 → Échantillon partiel et incliné



**Inacceptable :**  
 → Lessivage dû à la présence de roches et débris obstruant les mâchoires



**Inacceptable :**  
 → Lessivage

Figure 4 : Conditions d'acceptabilité d'un échantillon de sédiments prélevé par benne (Tetra Tech, 1987, Recommended protocols for sampling an analyzing subtidal benthic macroinvertebrate assemblages in Puget Sound).

### 3.1.4. CONDITIONNEMENT DES ECHANTILLONS DE SEDIMENTS

11

Chaque échantillon moyen destiné à des analyses physico-chimiques a été conditionné dans des flacons en verre de 1 L et en plastique de 500 mL fournis par le laboratoire d'analyse, étiqueté et conservé au frais et à l'obscurité.

De retour à quai, les échantillons ont été expédiés en express sous 24 heures au laboratoire d'analyses.

### 3.1.5. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES SEDIMENTS

Le laboratoire de Rouen, qui procède aux analyses depuis le commencement du suivi environnemental, a été en charge de réaliser les analyses physico-chimiques des échantillons de sédiment pour le suivi de 2015 permettant ainsi de conserver une certaine homogénéité dans les résultats d'analyses.

Ce laboratoire possède l'Accréditation COFRAC n°1-1351. Il est également agréé par le Ministère de l'Environnement, conformément à l'arrêté du 12/11/1998 exigé pour le traitement de sédiments et des eaux. Les résultats bruts d'analyse seront transmis en fichier joint à ce rapport.

Les analyses physico-chimiques (méthodes et limites de quantification) réalisées par ce laboratoire sont présentées dans le tableau ci-après.

Paramètres	Méthodes	Seuils de quantification	
Dioxines, furanes et PCB type dioxines	GC/HRMS		
* Carbone organique	NF ISO 14235	0.10	% m/m
* Matières sèches	NF ISO 11465	0.01	% m/m
Fraction inférieure à 2 mm	Tamissage	0.1	%
* Granulométrie laser	NF ISO 13320-1		/
* Mercure	NF EN ISO 17852	0.02	mg/kg
* Aluminium	NF EN ISO 11885	0.005	% /sec
* Arsenic	NF EN ISO 11885	2	mg/kg/sec
* Cadmium	NF EN ISO 11885	0.1	mg/kg
* Chrome	NF EN ISO 11885	2	mg/kg
* Cuivre	NF EN ISO 11885	3	mg/kg
* Nickel	NF EN ISO 11885	2	mg/kg/sec
* Plomb	NF EN ISO 11885	1	mg/kg
* Zinc	NF EN ISO 11885	5	mg/kg
* PCB 28	XP X 33-012	1.0	µg/kg/sec
* PCB 52	XP X 33-012	1.0	µg/kg/sec
* PCB 101	XP X 33-012	1.0	µg/kg/sec
* PCB 118	XP X 33-012	1.0	µg/kg/sec
* PCB 153	XP X 33-012	1.0	µg/kg/sec
* PCB 138	XP X 33-012	1.0	µg/kg/sec
* PCB 180	XP X 33-012	1.0	µg/kg/sec

Tableau 3 : Détails des paramètres analysés accompagnés de la méthode et des seuils de quantifications du laboratoire de Rouen.

Cette année, une attention particulière a été portée sur la limite de quantification du cadmium qui a été abaissée par le laboratoire passant de 1 mg/kg sec (suivi 2015) à 0.1 mg/kg sec.

### 3.1.6. METHODOLOGIE DE L'INTERPRETATION

#### 3.1.6.1. Caractéristiques texturales des sédiments

La granulométrie permet d'expliquer la variabilité naturelle des éléments traces dans les sédiments. En effet, plus le pourcentage de la fraction fine (< 63 µm) est important, plus la capacité du sédiment à absorber les contaminants est forte.

Dans un premier temps, l'évaluation du taux d'envasement des sédiments a été réalisée à partir de la classification proposée par Ibouilly en 1981, basée sur le pourcentage de particules fines < 63 µm (Tableau 4).

TAUX DE FRACTION FINE	TAUX D'ENVASEMENT DES SEDIMENTS
Fraction fine < 10 %	Sables purs
10 % < Fraction fine < 20 %	Sables peu envasés
20 % < Fraction fine < 40 %	Sables moyennement envasés
40 % < Fraction fine < 60 %	Sédiments très envasés à dominante de sables
60 % < Fraction fine < 80 %	Sédiments très envasés à dominante de vases
Fraction fine > 80 %	Vases pures

Tableau 4 : Classification d'Ibouilly (1981) traduisant le taux d'envasement des sédiments.

#### 3.1.6.2. Caractéristiques chimiques des sédiments

Les seuils d'enrichissement en carbone organique total (COT), en azote total et en phosphore total pour les milieux lagunaires ou milieux côtiers, sont fixés par la classification de Licari (1998) (Tableau 5).

COT (% POIDS SEC)	AZOTE TOTAL (% POIDS SEC)	ENRICHISSEMENT
< 0.44 %	< 0.04 %	Valeur faible
0.44 - 0.75 %	0.04 - 0.09 %	Valeur moyenne
0.75 - 1.52 %	0.09 - 0.18 %	Valeur forte
> 1.52 %	> 0.18 %	Valeur très forte

Tableau 5 : Classification des valeurs COT et d'azote total pour des sédiments marins selon Licari (1998).

D'autre part, ces résultats ont été comparés à des données existantes au niveau du Golfe de Fos-sur-Mer lorsque cela a été possible (cf paragraphe 3.3.1. Référentiel d'interprétation).

## 3.2. SUIVI DE LA QUALITE DU BIOTE

### 3.2.1. PLAN D'ECHANTILLONNAGE

La moule de Méditerranée *Mytilus galloprovincialis* est un organisme filtreur qui permet d'étudier les niveaux de contamination chimique du milieu marin grâce aux phénomènes de bioaccumulation dans la chair. Cette espèce correspond à un modèle biologique utilisé, en raison de sa sédentarité, de son fort pouvoir de concentration, des facilités d'approvisionnement, de sa robustesse et de la bonne connaissance de cette espèce.

Les prélèvements de moules indigènes sauvages ont été réalisés au niveau de neuf (9) stations réparties entre la Darse 1, la Darse 2 et l'anse de Carteau. Les coordonnées géographiques des stations de prélèvements identiques à celles utilisées depuis le début du suivi environnemental sont présentées dans le tableau ci-dessous.

STATION	LATITUDE	LONGITUDE
M01	43.434533°	4.862667°
M02	43.412750°	4.875950°
M03	43.405817°	4.867583°
M04	43.406483°	4.863733°
M05	43.414317°	4.851471°
M06	43.419150°	4.843967°
M07	43.389150°	4.859000°
M08	43.377933°	4.850533°
M09	43.376717°	4.884233°

Tableau 6 : Coordonnées géographiques des stations de prélèvements de moules en degrés décimaux (WGS84).

La figure suivante présente la localisation précise des stations de prélèvements de moules sauvages.



Figure 6 : Carte de localisation des stations de prélèvement de moules sauvages.

### 3.2.2. COLLECTE DES MOULES SAUVAGES ET CONDITIONNEMENT

La collecte des échantillons de moules indigènes sauvages s'est déroulée en suivant la méthodologie employée lors des précédents suivis. Selon la localisation de la station et par conséquent l'accessibilité aux populations de moules, les prélèvements ont été réalisés de trois manières :

- À pied principalement au niveau des plages (M01, M04, M05, M06 et M08) ;
- En palme masque tuba au niveau des enrochements et des quais (M02, M03 et M07) ;
- En apnée au niveau des tables mytilicoles (M09).

Un total de 75 individus a été prélevé sur chacune des stations afin d'obtenir des résultats représentatifs du milieu où elles ont été collectées et de garantir l'analyse de l'ensemble des paramètres souhaités. Sur ces 75 individus, 15 ont été destinés aux mesures biométriques et au calcul de l'indice de condition et les 60 derniers aux analyses chimiques.

Les moules ont été collectées à l'aide d'un couteau ou uniquement à la main sur un linéaire maximal de 5 m de part et d'autre du point GPS d'une station donnée au même niveau bathymétrique en zone intertidale. Les coquillages ont été placés dans des filets à poissons au moment de la collecte. Ils ont ensuite été rincés extérieurement à l'eau de mer sur les lieux du prélèvement, puis stockés dans des boîtes en plastique hermétiques contenant de l'eau de mer prise à l'endroit du prélèvement. Ces boîtes numérotées ont ensuite été conservées dans des glacières fraîches avant le retour au laboratoire de la Société iXSurvey pour commencer l'épuration.

En vue de l'épuration, un volume de 10 L d'eau de mer a été prélevé au niveau de chacune des stations.

### **3.2.3. DESCRIPTION ET CONDITIONS D'ACCEPTABILITE DES PRELEVEMENTS**

Pour chacune des stations, les individus prélevés constituent un lot homogène en taille et reproductible d'un prélèvement à l'autre. Une attention particulière a été portée sur le respect de la taille des moules, qui doit être comprise entre 35 et 65 mm et l'importance de la conservation du byssus.

De plus, les prélèvements ont été effectués en dehors de la période de reproduction des moules.

D'autre part, le délai entre le prélèvement et l'épuration a été réduit au maximum suite au commencement de l'épuration dès le retour au laboratoire de la Société iXSurvey.

### **3.2.4. ÉPURATION DES ORGANISMES**

Afin d'éliminer les fèces et pseudo-fèces, les coquillages vivants ont été épurés le plus rapidement possible après le prélèvement. Pour cela, ils ont été placés pendant environ 24 heures dans de l'eau de mer provenant de la région de prélèvement. Cette opération a été réalisée dans des auges dédiées à cet usage, en plastique inerte et non coloré. La couche d'eau recouvrant les coquillages était comprise entre 5 et 10 cm. Les individus ont été isolés du fond des auges par une grille en plastique.

Aucun système de bullage pouvant introduire l'ajout d'éléments dans l'eau n'a été employé.

### **3.2.5. CONDITIONNEMENT ET TRANSPORT DES ECHANTILLONS**

Après la phase d'épuration, les moules ont été remises dans des boîtes hermétiques en plastique avec l'eau de mer qui lui est propre. Une attention particulière a été portée sur le suivi des échantillons qui ne devaient en aucun être mélangés entre les différentes stations.

Les échantillons ont ensuite soigneusement été stockés dans des glacières fraîches puis expédiés en express sous 24 heures au laboratoire d'analyses.

### 3.2.6. ANALYSES CHIMIQUES ET BIOMETRIQUES

Le laboratoire de Rouen a été également en charge de réaliser les analyses chimiques et biométriques des échantillons de moules. Les résultats bruts d'analyse seront transmis en fichier joint à ce rapport.

Le tableau suivant présente l'ensemble des analyses qui ont été effectuées sur la matière vivante :

Paramètres	Méthodes	Seuils de quantification	
Indice de conditionnement	Méth. interne		/
Matières sèches	NF ISO 11465	0.01	% m/m
Aluminium	ICP	1	mg/kg/sec
Arsenic	Hydruire-Fluo.Atomiq.	0.1	mg/kg
Cadmium	GFAAS	0.05	mg/kg
Chrome	GFAAS	0.1	mg/kg
Cuivre	ICP	0.1	mg/kg
Mercurure	Vapeurs froides-fluo.atomique	0.01	mg/kg
Nickel	GFAAS	0.1	mg/kg
Plomb	GFAAS	0.1	mg/kg
Zinc	ICP	0.5	mg/kg
Dioxines, furanes, PCB type dioxines et PCB indicateurs	GC/HRMS		/
nombre de coquille vide	Méth. interne		/
longueur moyenne des individus (sur 15 individus)	Méth. interne		mm
poids sec moyen des coquilles	Méth. interne		g
poids sec moyen de chair par individu	Méth. interne		g
PCB 28	GC/ECD	1.0	µg/kg/sec
PCB 52	GC/ECD	1.0	µg/kg/sec
PCB 101	GC/ECD	1.0	µg/kg/sec
PCB 118	GC/ECD	1.0	µg/kg/sec
PCB 153	GC/ECD	1.0	µg/kg/sec
PCB 138	GC/ECD	1.0	µg/kg/sec
PCB 180	GC/ECD	1.0	µg/kg/sec

Tableau 7 : Détails des paramètres analysés accompagnés de la méthode et des seuils de quantifications du laboratoire de Rouen.

### 3.2.7. METHODOLOGIE DE L'INTERPRETATION

Comme pour les résultats des sédiments marins, ceux des moules ont été comparés à des données existantes au niveau du Golfe de Fos-sur-Mer lorsque cela a été possible (cf paragraphe 3.3.1. Référentiel d'interprétation).

---

## 3.3. MÉTHODES D'ANALYSE

---

17

### 3.3.1. ANALYSE DES DONNEES INFÉRIEURES A LA LIMITE DE QUANTIFICATION

La précision de la détermination des teneurs des différents paramètres étudiés, aussi bien pour les sédiments marins que pour les moules, est définie par la limite de quantification (LQ) que le laboratoire fixe en fonction de ces possibilités d'analyse. Cette limite correspond à la plus faible concentration d'un produit à analyser dans un échantillon qui puisse être quantifiée avec une précision et une exactitude acceptables dans des conditions expérimentales préalablement définies.

Afin de prendre en compte les teneurs inférieures à cette valeur et en vue de conserver un historique des données comparable, la méthode de la LQ/2 (identique à celle des suivis précédents) a été employée.

### 3.3.2. NORMALISATION DES DONNEES BRUTES

Afin de réduire la variabilité des teneurs en contaminants due aux différences que présentent les échantillons, principalement en termes d'aspect physiologique et de croissance pour la matière vivante et de composition sédimentaire pour les sédiments marins, une normalisation des paramètres a été effectuée.

Afin de faciliter la lecture des graphiques, les données de 2009, pour la plupart aberrantes, ont été volontairement supprimées.

#### 3.3.2.1. *Normalisation des sédiments marins*

Pour chacun des paramètres étudiés, une normalisation des teneurs a été effectuée avec la fraction fine et l'aluminium.

En effet, la fraction fine (classe des sédiments de diamètre <63 µm) renseigne sur la capacité de la matrice sédimentaire à fixer des éléments hydrophobes, soit la quasi-totalité des contaminants analysés dans le cadre de ce suivi. Elle constitue donc un bon paramètre de normalisation des résultats bruts.

L'aluminium est également un paramètre de normalisation utilisé dans ce suivi, car comme la fraction fine, il permet au mieux de décrire la capacité d'adsorption des contaminants dans les sédiments.

### 3.3.2.1. Normalisation de la matière vivante

Le Réseau Intégrateur BIOlogique (RINBIO) a effectué des travaux de recherche démontrant que les paramètres physiologiques de la moule (période de reproduction, cycle de croissance, conditions trophiques, etc.), et notamment la croissance des individus, ont une influence sur la concentration tissulaire de certains contaminants. Afin de comparer les moules prélevées dans des sites différents, un indice a été proposé par l'Ifremer (RINBIO 2009), constituant ainsi un bon indicateur de l'état physiologique et de la croissance des moules.

L'indice de condition (IC) est calculé ainsi :

$$IC = \frac{\text{Poids sec de chair}}{\text{Poids sec de coquille}}$$

### 3.3.1. REFERENTIEL D'INTERPRETATION

En vue d'effectuer une évaluation environnementale dans le cadre d'un suivi d'impact d'éventuels rejets des installations (rejets atmosphériques, eaux de ruissellement, etc.), une étude comparative a été effectuée avec des données collectées dans le cadre de différents réseaux ayant des protocoles de prélèvements, de conditionnement et d'analyses équivalents.

#### LE SEDIMENT

Le REPOM, REseau national de surveillance de la qualité de l'eau et des sédiments des POrts Maritimes, mis en place depuis 1997 a été constitué à partir des réseaux départementaux de suivi de la qualité des ports. Ce réseau, géré par les Directions Départementales des Territoires et de la Mer (DDTM), permet d'évaluer et de suivre l'évolution de la qualité des eaux et des sédiments des bassins portuaires afin, à partir des résultats obtenus, d'identifier l'impact de ces installations portuaires sur les usages du milieu, qu'ils soient pratiqués dans l'enceinte ou à proximité du port.

Plusieurs stations REPOM sont recensées dans l'anse de Carteau.

La figure suivante présente la localisation de ces stations de suivi environnemental dans le Golfe de Fos-sur-Mer.

Le tableau suivant présente la correspondance entre les stations REPOM et les stations de prélèvement définies dans le cadre du suivi environnemental d'EveRé.

STATION EVERE	STATION REPOM
ES1	Darse 1.2
ES2	Darse 1.3
ES4	Darse 2.3
ES5	Darse 2.2
ES6	Darse 2.1
ES10	Etang de Gloria

Tableau 8 : Correspondance entre les stations de suivi existantes et celles définies dans le cadre du suivi environnemental d'EveRé.

Un total de 6 stations REPOM a donc été retenu dans cette étude.

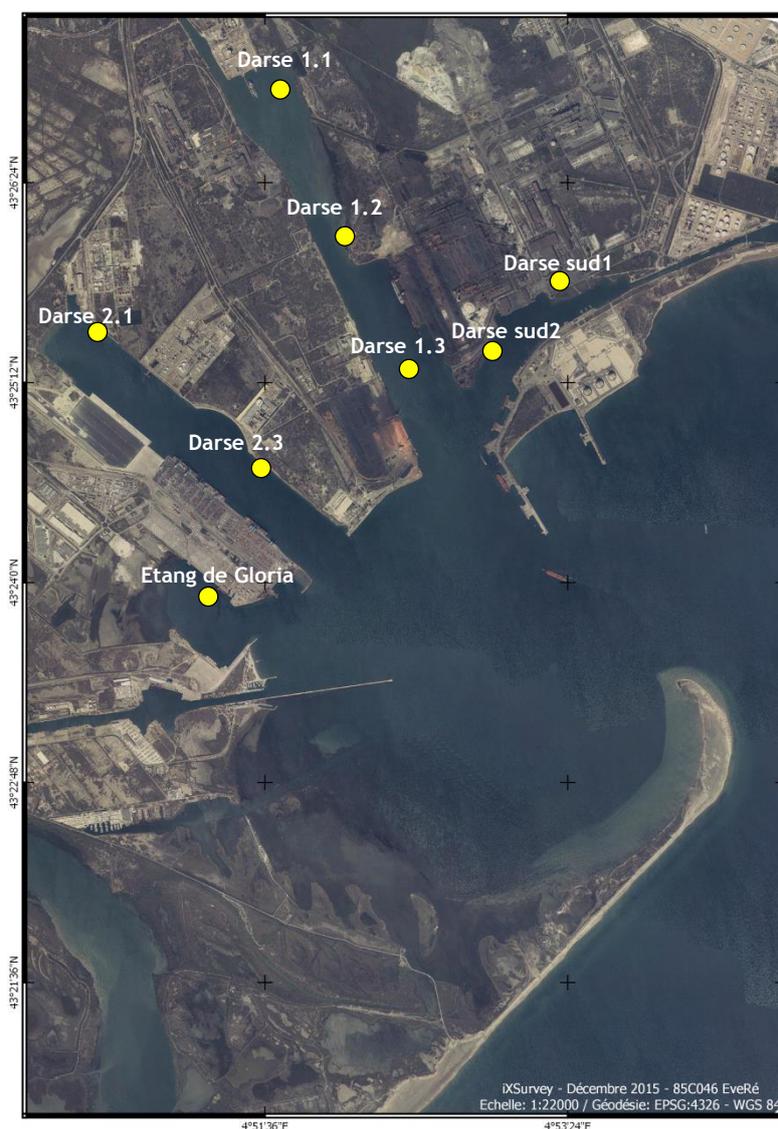


Figure 7 : Localisation des stations de suivi environnemental REPOM dans la zone d'étude du Golfe de Fos-sur-Mer.

## LES MOULES

20

En 2008, le **Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du littoral (ROCCH)**, a pris la suite du RNO (Réseau National d'Observation), qui existait depuis 1974. Ce réseau a pour objectif de répondre aux obligations nationales, communautaires et internationales de surveillance chimique : application de la Directive cadre sur l'Eau (DCE) et des conventions OSPAR (OSlow PARis) et de Barcelone. De plus, pour le compte de la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL), le ROCCH effectue le suivi de la qualité chimique des zones de productions conchylicoles.

Une station de suivi, 109-P-027 Golfe de Fos/ Anse Carteau 2, située au niveau des tables mytilicoles de l'anse de Carteau est étudiée depuis 2000.

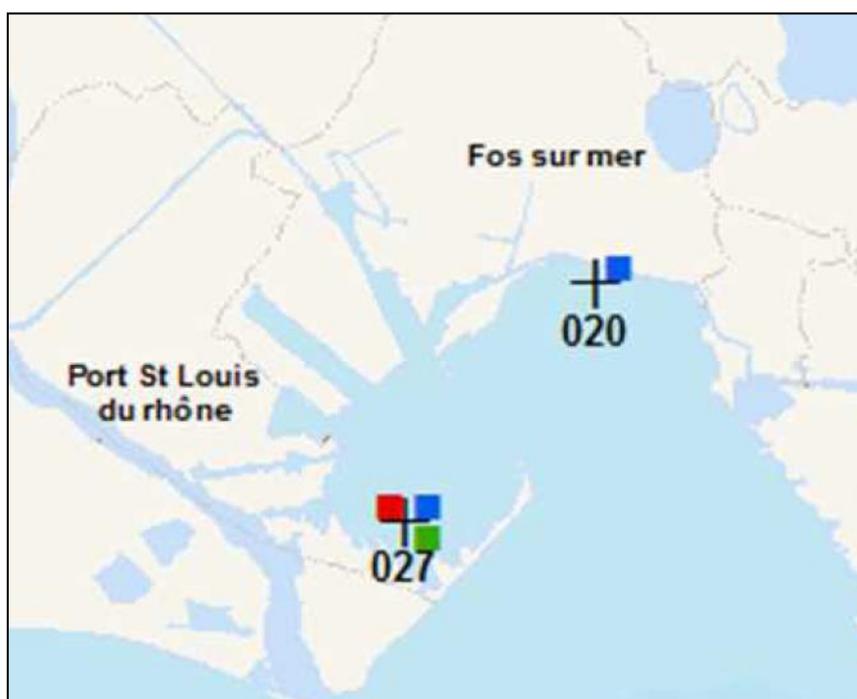


Figure 8 : Localisation de la station de suivi ROCCH dans le Golfe de Fos-sur-Mer (source : Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral, 2013).

Les données qui ont été collectées au niveau de cette station dans le cadre du suivi ROCCH seront comparées à titre indicatif avec la station M09 suivie par EveRé située également au niveau des tables mytilicoles.



The background features a light gray world map with several small circles indicating sampling locations. A larger circle highlights a region in Europe, and another circle highlights a region in the Middle East. A horizontal line is drawn across the map, passing through the text.

## 4. ÉTUDE DE LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS

---

## 4.1. RESULTATS BRUTS

22

Le tableau suivant présente l'ensemble des données brutes obtenues suite à l'analyse en laboratoire des sédiments acquises depuis le premier suivi en 2005 jusqu'à celui de 2015.

		ES1											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Sédiments</b>													
COT	% m/m	4.20	3.80	3.33	2.95	3.31	3.41	2.58	3.26	2.59	2.47	2.24	2.21
Aluminium	g/kg	41.02	7.70	49.80	48.90	48.20	47.70	46.80	47.50	43.50	42.80	44.40	46.70
Arsenic	mg/kg	12.54	11.00	11.20	11.30	10.90	11.20	6.90	11.80	12.00	12.00	10.00	13.00
Cadmium	mg/kg	0.13	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	<1.00	<0.10
Chrome	mg/kg	76.00	43.00	79.00	81.00	77.00	76.00	66.00	73.00	72.00	73.00	68.00	78.00
Cuivre	mg/kg	19.59	56.00	28.00	30.00	28.00	26.00	27.00	23.00	23.00	20.00	22.00	21.00
Mercuré	mg/kg	0.19	0.20	0.17	0.14	0.15	0.15	0.11	0.13	0.11	0.13	0.12	0.11
Nickel	mg/kg	31.90	25.00	35.00	37.00	36.00	37.00	34.00	32.00	32.00	32.00	32.00	33.00
Plomb	mg/kg	33.75	43.00	46.00	36.00	33.00	32.00	28.00	30.00	27.00	29.00	28.00	30.00
Zinc	mg/kg	82.86	97.00	111.00	118.00	107.00	106.00	89.00	97.00	88.00	105.00	93.00	102.00
PCB ttx	µg/kg								21.20	13.66	9.00	6.90	7.60
PCDD'F	pg/g	1901.26	1273.94	1940.65	2056.64	3048.30	2941.58	1629.35	1468.64	1186.70	1707.00	11.99	1129.02
PCB-DL	pg/g	4165.55	2818.20	3000.37	3077.73	4717.90	3240.50	2432.73	2717.18	2182.35	2250.00	2001.10	1828.65

		ES2											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Sédiments</b>													
COT	% m/m	3.30	1.20	3.21	2.72	2.89	2.83	2.95	3.18	2.46	5.30	2.75	2.95
Aluminium	g/kg	42.58	15.00	56.50	56.90	54.20	52.50	54.10	54.10	49.20	51.90	50.70	54.30
Arsenic	mg/kg	12.58	12.00	13.80	12.80	15.90	14.70	7.40	12.70	14.00	14.00	17.00	18.00
Cadmium	mg/kg	0.10	0.25	0.20	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.20	<0.10	<1.00	<0.10
Chrome	mg/kg	74.08	62.00	90.00	89.00	82.00	78.00	82.00	83.00	74.00	96.00	79.00	92.00
Cuivre	mg/kg	18.75	33.00	29.00	33.00	27.00	26.00	27.00	23.00	26.00	14.00	24.00	24.00
Mercuré	mg/kg	0.22	0.10	0.19	0.15	0.17	0.17	0.17	0.15	0.17	0.09	0.17	0.15
Nickel	mg/kg	30.27	20.00	33.00	34.00	34.00	34.00	32.00	32.00	33.00	27.00	33.00	34.00
Plomb	mg/kg	30.67	32.00	45.00	32.00	30.00	30.00	32.00	29.00	34.00	19.00	30.00	32.00
Zinc	mg/kg	70.91	69.00	104.00	106.00	97.00	97.00	97.00	91.00	95.00	67.00	94.00	103.00
PCB ttx	µg/kg								23.41	4.88	14.00	9.2	8.10
PCDD'F	pg/g	2895.51	1325.40	1710.25	1615.84	1996.12	2044.80	1679.67	1224.77	1595.70	857.00	380.74	1270.61
PCB-DL	pg/g	4296.78	1894.67	3240.66	2709.30	4085.53	3681.90	3141.35	2530.56	3060.86	1983.00	2299.30	2217.38

		ES3											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Sédiments</b>													
COT	% m/m	3.80	0.46	0.52	0.32	0.67	0.34	0.44	0.81	0.27	1.31	1.50	1.07
Aluminium	g/kg	43.31	7.90	42.20	38.00	40.10	39.30	37.30	39.00	34.90	42.10	47.90	38.20
Arsenic	mg/kg	12.77	12.00	11.00	11.10	10.10	9.90	6.10	11.30	11.00	14.00	17.00	13.00
Cadmium	mg/kg	0.07	0.25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.05	0.10	<1.00	<1.00	<1.00	<0.10
Chrome	mg/kg	75.99	24.00	42.00	42.00	45.00	40.00	42.00	48.00	37.00	52.00	56.00	56.00
Cuivre	mg/kg	13.31	16.00	10.00	12.00	11.00	7.00	10.00	15.00	6.00	14.00	21.00	9.00
Mercuré	mg/kg	0.11	0.05	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04	<0.02	0.10	0.11	0.05
Nickel	mg/kg	29.00	22.00	21.00	19.00	22.00	18.00	19.00	21.00	17.00	25.00	30.00	22.00
Plomb	mg/kg	25.41	19.00	28.00	15.00	18.00	13.00	16.00	18.00	15.00	20.00	26.00	20.00
Zinc	mg/kg	61.89	58.00	57.00	51.00	58.00	46.00	51.00	55.00	44.00	65.00	83.00	65.00
PCB ttx	µg/kg								4.88	4.88	7.00	5.8	4.88
PCDD'F	pg/g	1445.55	443.63	177.19	66.93	252.19	52.84	109.48	353.89	88.62	531.00	907.66	524.93
PCB-DL	pg/g	2828.40	806.00	422.00	1843.90	1566.13	386.04	325.70	655.41	1667.78	1094.00	1414.70	730.58

		ES4											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Sédiments</b>													
COT	% m/m	1.00	1.90	1.21	1.14	1.03	1.13	1.26	1.32	1.57	0.91	1.61	1.49
Aluminium	g/kg	45.97	6.30	50.20	44.90	52.20	47.10	52.60	47.90	43.50	49.00	47.00	46.90
Arsenic	mg/kg	13.43	15.00	15.20	14.00	13.20	13.70	7.90	15.40	17.00	13.00	14.00	18.00
Cadmium	mg/kg	0.10	0.25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	<1.00	0.10	<1.00	<0.10
Chrome	mg/kg	61.56	22.00	60.00	58.00	65.00	57.00	65.00	64.00	60.00	58.00	54.00	70.00
Cuivre	mg/kg	15.40	14.00	21.00	23.00	24.00	18.00	24.00	27.00	19.00	17.00	18.00	17.00
Mercuré	mg/kg	0.08	0.05	0.08	0.07	0.05	0.07	0.06	0.09	0.11	0.04	0.09	0.08
Nickel	mg/kg	28.22	21.00	30.00	27.00	33.00	29.00	32.00	29.00	28.00	31.00	30.00	30.00
Plomb	mg/kg	24.46	17.00	34.00	22.00	25.00	21.00	26.00	24.00	26.00	22.00	23.00	22.00
Zinc	mg/kg	58.27	55.00	78.00	75.00	78.00	73.00	82.00	79.00	77.00	71.00	81.00	86.00
PCB ttx	µg/kg								6.59	9.76	7.00	5.8	4.88
PCDD'F	pg/g	393.82	822.45	765.29	683.70	242.81	537.75	1277.97	707.91	1740.13	461.00	762.32	585.44
PCB-DL	pg/g	877.77	525.20	1012.05	2782.93	2114.26	1608.96	770.86	1202.87	1676.19	337.00	1081.20	1094.08

		ES5											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Sédiments</b>													
COT	% m/m	1.00	2.60	0.90	0.78	0.96	0.85	1.05	0.88	0.89	0.90	1.03	1.11
Aluminium	g/kg	42.82	7.90	42.80	46.10	46.60	43.30	45.40	43.20	41.90	46.20	44.40	46.70
Arsenic	mg/kg	12.92	16.00	10.00	13.70	13.60	11.70	6.60	13.20	13.00	12.00	14.00	16.00
Cadmium	mg/kg	0.06	0.25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.05	0.20	<1.00	<1.00	<1.00	<0.10
Chrome	mg/kg	56.30	34.00	35.00	56.00	55.00	55.00	55.00	53.00	55.00	54.00	48.00	65.00
Cuivre	mg/kg	13.20	26.00	14.00	20.00	18.00	15.00	19.00	20.00	16.00	18.00	17.00	17.00
Mercuré	mg/kg	0.06	0.05	0.01	0.04	0.05	0.03	0.04	0.10	0.06	0.05	0.06	0.06
Nickel	mg/kg	25.87	35.00	26.00	29.00	28.00	29.00	27.00	25.00	26.00	28.00	26.00	29.00
Plomb	mg/kg	20.56	17.00	25.00	16.00	18.00	14.00	19.00	17.00	20.00	18.00	20.00	21.00
Zinc	mg/kg	54.66	52.00	58.00	65.00	68.00	61.00	67.00	62.00	65.00	73.00	71.00	82.00
PCB ttx	µg/kg								4.88	4.88	7.00	4.88	4.88
PCDD'F	pg/g	432.16	122.72	113.93	85.97	272.83	78.20	280.91	234.37	512.79	391.00	500.33	486.99
PCB-DL	pg/g	1117.18	317.80	218.00	2023.36	1448.52	506.81	662.12	455.41	803.90	760.00	692.50	731.25

		ES6											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Sédiments</b>													
COT	% m/m	1.10	1.90	0.52	0.68	0.93	0.89	0.93	1.00	1.03	1.05	0.98	1.02
Aluminium	g/kg	46.16	8.60	38.80	47.90	44.10	47.60	46.00	45.80	42.80	46.10	45.60	45.80
Arsenic	mg/kg	13.92	14.00	8.60	11.40	11.50	12.20	6.00	14.50	15.00	17.00	15.00	16.00
Cadmium	mg/kg	0.08	0.25	0.10	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	<1.00	<1.00	<1.00	<0.10
Chrome	mg/kg	65.69	24.00	35.00	60.00	58.00	58.00	55.00	59.00	55.00	59.00	51.00	65.00
Cuivre	mg/kg	16.11	19.00	12.00	21.00	18.00	17.00	18.00	22.00	18.00	20.00	17.00	17.00
Mercuré	mg/kg	0.12	0.05	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06
Nickel	mg/kg	28.62	29.00	24.00	31.00	29.00	29.00	28.00	28.00	27.00	30.00	28.00	29.00
Plomb	mg/kg	27.66	19.00	26.00	18.00	17.00	17.00	18.00	20.00	22.00	19.00	20.00	19.00
Zinc	mg/kg	71.48	56.00	48.00	67.00	64.00	67.00	66.00	71.00	71.00	76.00	73.00	80.00
PCB ttx	µg/kg								4.88	4.88	7.00	4.88	4.88
PCDD'F	pg/g	1211.59	156.97	60.18	30.33	120.92	204.75	510.76	430.67	753.89	1012.00	624.60	493.91
PCB-DL	pg/g	1775.71	316.90	142.59	2771.66	1148.24	123.84	548.59	570.26	997.48	759.00	776.9	825.00

		ES7											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Sédiments</b>													
COT	% m/m	1.40	2.10	2.28	1.59	1.85	1.54	2.48	1.78	1.49	1.08	1.30	1.54
Aluminium	g/kg	43.03	9.30	49.00	49.70	48.30	46.90	48.00	47.60	47.40	41.20	42.05	47.00
Arsenic	mg/kg	15.39	20.00	18.10	17.70	15.20	14.30	9.20	19.90	10.00	11.00	<2.00	17.00
Cadmium	mg/kg	0.09	0.25	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<0.10
Chrome	mg/kg	61.77	29.00	58.00	64.00	61.00	61.00	61.00	61.00	63.00	49.00	2.00	69.00
Cuivre	mg/kg	14.28	26.00	23.00	26.00	21.00	19.00	25.00	19.00	20.00	16.00	<3.00	18.00
Mercuré	mg/kg	0.08	0.10	0.16	0.09	0.10	0.12	0.09	0.10	0.09	0.07	0.11	0.09
Nickel	mg/kg	27.94	27.00	28.00	30.00	29.00	28.00	28.00	27.00	29.00	23.00	<2.00	29.00
Plomb	mg/kg	26.42	30.00	40.00	27.00	28.00	27.00	29.00	26.00	29.00	20.00	<1.00	25.00
Zinc	mg/kg	64.27	80.00	95.00	97.00	92.00	88.00	91.00	86.00	91.00	73.00	<5.00	98.00
PCB ttx	µg/kg								12.20	8.29	9.00	4.88	4.88
PCDD'F	pg/g	218.17	486.99	464.25	676.45	688.93	313.00	676.23	704.38	872.90	531.00	511.42	655.83
PCB-DL	pg/g	774.52	813.11	1302.41	1935.75	2464.80	1610.98	644.70	1305.69	2760.90	900.00	918.80	1128.36

		ES8											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Sédiments</b>													
COT	% m/m		0.73	0.39	0.41	0.43	1.12	0.41	0.64	0.42	3.72	0.29	0.75
Aluminium	g/kg		3.10	33.30	32.20	32.50	30.30	33.80	32.60	34.70	43.80	32.50	32.70
Arsenic	mg/kg		4.00	2.10	2.50	2.40	2.60	1.00	2.60	2.00	6.00	2.00	4.00
Cadmium	mg/kg		0.25	0.05	0.10	0.10	0.10	0.05	<1.00	<1.00	0.30	<1.00	<0.10
Chrome	mg/kg		12.00	40.00	43.00	53.00	58.00	36.00	37.00	18.00	60.00	45.00	56.00
Cuivre	mg/kg		5.00	5.00	6.00	6.00	8.00	7.00	4.00	4.00	30.00	6.00	5.00
Mercuré	mg/kg		0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	<0.02	<0.02	0.09	<0.02	<0.02
Nickel	mg/kg		13.00	13.00	14.00	13.00	16.00	12.00	14.00	10.00	28.00	14.00	15.00
Plomb	mg/kg		5.00	17.00	10.00	9.00	10.00	10.00	11.00	11.00	25.00	10.00	8.00
Zinc	mg/kg		30.00	29.00	37.00	32.00	43.00	31.00	33.00	27.00	109.00	36.00	42.00
PCB ttx	µg/kg								4.88	4.88	8.00	4.88	4.88
PCDD'F	pg/g		271.90	49.68	47.57	39.40	65.00	29.19	53.02	56.03	629.00	42.45	90.26
PCB-DL	pg/g		674.43	110.00	778.65	1338.95	380.84	120.74	161.56	220.35	1376.00	104.45	199.26

		ES9											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Sédiments</b>													
COT	% m/m	3.10	4.10	1.15	0.89	1.22	0.98	1.32	1.52	0.81	2.16	1.41	2.54
Aluminium	g/kg	40.78	9.60	44.50	43.60	44.30	43.60	46.40	37.70	43.60	42.70	35.50	52.90
Arsenic	mg/kg	12.24	11.00	8.80	8.10	8.00	8.40	4.60	6.10	9.00	9.00	6.00	13.00
Cadmium	mg/kg	0.09	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	<1.00	<0.10
Chrome	mg/kg	63.64	31.00	54.00	55.00	52.00	52.00	52.00	50.00	52.00	56.00	30.00	83.00
Cuivre	mg/kg	25.07	30.00	18.00	19.00	16.00	15.00	16.00	9.00	17.00	19.00	11.00	26.00
Mercuré	mg/kg	0.16	0.20	0.09	0.06	0.07	0.08	0.06	0.05	0.07	0.10	0.05	0.14
Nickel	mg/kg	27.32	27.00	25.00	26.00	26.00	26.00	24.00	20.00	27.00	25.00	21.00	35.00
Plomb	mg/kg	34.19	36.00	33.00	22.00	23.00	22.00	21.00	16.00	28.00	24.00	17.00	34.00
Zinc	mg/kg	82.90	84.00	78.00	80.00	78.00	75.00	72.00	65.00	73.00	85.00	67.00	137.00
PCB ttx	µg/kg								6.59	4.88	7.00	4.88	8.90
PCDD'F	pg/g	1757.02	1224.53	999.16	792.36	844.60	917.42	362.97	275.36	501.98	721.00	421.39	1720.94
PCB-DL	pg/g	3427.41	2050.20	1015.74	1711.00	1694.96	770.40	1574.88	715.59	652.55	1410.00	601.40	2064.31

		ES10											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Sédiments</b>													
COT	% m/m		0.89	1.94	1.02	1.23	1.53	0.35	1.27	0.19	0.34	0.21	0.30
Aluminium	g/kg		4.40	45.70	42.90	45.50	44.70	41.10	43.30	34.20	36.40	34.70	36.60
Arsenic	mg/kg		9.00	18.30	14.20	14.90	16.50	10.70	16.20	8.00	8.00	10.00	13.00
Cadmium	mg/kg		0.25	0.10	0.10	0.05	0.05	0.05	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Chrome	mg/kg		15.00	43.00	47.00	52.00	51.00	34.00	49.00	37.00	33.00	37.00	46.00
Cuivre	mg/kg		6.00	13.00	15.00	14.00	13.00	7.00	14.00	5.00	5.00	6.00	<3.00
Mercuré	mg/kg		0.05	0.04	0.03	0.04	0.05	0.01	0.04	<0.02	0.02	<0.02	<0.02
Nickel	mg/kg		15.00	26.00	23.00	24.00	26.00	18.00	23.00	15.00	15.00	17.00	17.00
Plomb	mg/kg		5.00	28.00	17.00	18.00	21.00	13.00	19.00	11.00	10.00	17.00	10.00
Zinc	mg/kg		36.00	77.00	68.00	71.00	75.00	48.00	70.00	38.00	42.00	45.00	46.00
PCB ttx	µg/kg								4.88	4.88	7.00	4.88	4.88
PCDD'F	pg/g		210.50	114.32	133.23	164.70	356.90	31.62	208.51	35.93	28.00	35.92	30.05
PCB-DL	pg/g		466.10	340.69	1507.48	1469.24	95.02	142.64	450.07	188.00	117.00	86.70	75.61

		ES11											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Sédiments</b>													
COT	% m/m		1.10	1.72	1.57	1.82	2.40	1.84	1.65	1.40	1.00	1.09	1.55
Aluminium	g/kg		5.00	42.30	41.50	41.90	41.00	40.90	40.70	42.50	37.70	37.80	40.10
Arsenic	mg/kg		10.00	8.30	7.90	8.00	10.30	9.40	8.80	11.00	7.00	7.00	9.00
Cadmium	mg/kg		0.25	0.20	0.10	0.10	0.20	0.10	<1.00	0.10	0.10	<1.00	<0.10
Chrome	mg/kg		17.00	47.00	52.00	51.00	59.00	51.00	46.00	54.00	50.00	39.00	56.00
Cuivre	mg/kg		11.00	17.00	18.00	17.00	21.00	17.00	12.00	14.00	7.00	10.00	11.00
Mercuré	mg/kg		0.05	0.10	0.07	0.08	0.12	0.08	0.06	0.08	0.05	0.05	0.06
Nickel	mg/kg		18.00	24.00	25.00	23.00	27.00	23.00	21.00	25.00	19.00	21.00	23.00
Plomb	mg/kg		11.00	31.00	23.00	21.00	26.00	21.00	19.00	23.00	16.00	19.00	17.00
Zinc	mg/kg		49.00	81.00	82.00	77.00	89.00	77.00	68.00	75.00	63.00	66.00	76.00
PCB ttx	µg/kg								15.12	12.93	7.00	5.4	5.70
PCDD'F	pg/g		372.92	1298.75	828.18	813.61	1768.76	686.95	230.71	841.65	437.00	588.03	573.38
PCB-DL	pg/g		1618.74	2387.74	3231.63	2841.30	1891.06	1735.73	1476.35	2387.71	1128.00	738.55	1256.07

		ES12											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Sédiments</b>													
COT	% m/m		0.10	1.82	1.41	1.74	1.60	1.76	1.44	2.05	1.43	1.27	1.70
Aluminium	g/kg		3.30	45.00	43.10	41.70	42.40	43.90	43.50	48.10	42.30	28.50	46.00
Arsenic	mg/kg		6.00	11.80	11.20	10.60	10.20	11.80	11.90	9.00	9.00	8.00	17.00
Cadmium	mg/kg		0.25	0.20	0.10	0.10	0.10	0.20	<1.00	0.10	<1.00	<1.00	<0.10
Chrome	mg/kg		10.00	40.00	48.00	51.00	50.00	49.00	47.00	71.00	57.00	31.00	64.00
Cuivre	mg/kg		5.00	17.00	18.00	16.00	16.00	19.00	14.00	26.00	12.00	9.00	16.00
Mercurure	mg/kg		0.05	0.09	0.07	0.08	0.08	0.10	0.07	0.16	0.09	0.07	0.09
Nickel	mg/kg		11.00	25.00	24.00	23.00	24.00	23.00	23.00	32.00	26.00	16.00	29.00
Plomb	mg/kg		5.00	29.00	22.00	21.00	21.00	23.00	20.00	34.00	22.00	13.00	23.00
Zinc	mg/kg		33.00	77.00	74.00	68.00	73.00	73.00	70.00	100.00	73.00	48.00	91.00
PCB ttx	µg/kg								18.54	31.46	7.00	7	7.70
PCDD'F	pg/g		154.05	1314.59	729.86	873.71	926.43	1037.52	800.09	2961.80	2334.00	966.44	840.89
PCB-DL	pg/g		473.00	3251.14	3188.41	3779.50	1704.94	3185.12	2262.62	4532.14	2409.00	1777.25	2065.64

Les tableaux suivants présentent l'ensemble des données de granulométrie acquises depuis le premier suivi en 2005 jusqu'à celui de 2015.

		ES1											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Granulométrie</b>													
Fraction > à 500 µm :				0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0
Fraction de 500 à 250 µm :				0.6	0.2	0.6	0.3	0.0	0.1	0.0	3.0	1.1	0.1
Fraction de 250 à 125 µm :				8.6	7.8	7.4	8.1	1.4	6.9	8.9	12.8	11.4	7.0
Fraction de 125 à 63 µm :				6.4	7.4	5.0	8.1	2.1	13.3	13.7	19.5	14.1	14.3
Fraction < à 63 µm :		82.2	79.9	84.4	84.6	86.8	83.5	96.5	79.7	77.4	63.2	73.4	78.6
Fraction < à 2 µm :				10.7	11.6	9.8	9.7	11.7	8.4	9.4	7.3	9.0	7.7

		ES2											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Granulométrie</b>													
Fraction > à 500 µm :				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0
Fraction de 500 à 250 µm :				0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	13.0	1.3	0.0
Fraction de 250 à 125 µm :				4.9	4.7	4.5	3.0	0.0	4.6	1.2	20.4	8.5	0.1
Fraction de 125 à 63 µm :				2.6	27.9	1.7	1.7	0.7	11.1	11.2	16.4	10.5	8.0
Fraction < à 63 µm :		88.4	48.6	92.5	90.7	93.7	95.2	99.3	84.2	87.6	41.1	79.7	91.9
Fraction < à 2 µm :				9.6	8.8	8.8	9.5	9.7	7.9	8.5	4.0	7.8	8.0

		ES3											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Granulométrie</b>													
Fraction > à 500 µm :				0.0	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	1.2	4.8	0.0	2.1
Fraction de 500 à 250 µm :				3.0	6.5	0.0	7.7	5.2	4.6	12.3	7.6	0.8	3.9
Fraction de 250 à 125 µm :				29.6	48.6	1.2	28.0	38.5	31.1	55.2	21.1	7.7	19.6
Fraction de 125 à 63 µm :				18.6	27.9	1.1	21.0	33.2	24.3	24.9	15.7	11.8	19.3
Fraction < à 63 µm :		75.9	63.1	48.8	16.8	97.7	19.7	22.9	40.0	6.4	50.8	79.7	55.1
Fraction < à 2 µm :				5.2	1.7	10.0	2.0	1.9	4.2	0.7	5.5	8.4	5.8

		ES4											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Granulométrie</b>													
Fraction > à 500 µm :				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fraction de 500 à 250 µm :				0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0	2.1	0.4
Fraction de 250 à 125 µm :				5.2	5.6	1.3	6.8	0.0	6.3	3.0	7.3	9.0	6.2
Fraction de 125 à 63 µm :				3.1	6.7	1.0	8.3	2.2	10.0	10.6	14.1	12.3	15.1
Fraction < à 63 µm :		89.3	53.6	91.6	87.7	97.7	84.7	97.8	83.7	86.4	77.6	76.6	78.3
Fraction < à 2 µm :				11.3	10.1	13.1	9.6	12.0	8.4	8.6	8.9	8.0	6.8

		ES5											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Granulométrie</b>													
Fraction > à 500 µm :				0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fraction de 500 à 250 µm :				3.0	0.5	0.6	0.0	0.0	1.2	1.9	1.5	4.8	0.3
Fraction de 250 à 125 µm :				12.8	6.7	7.9	7.3	4.6	10.2	10.4	12.1	13.8	6.2
Fraction de 125 à 63 µm :				15.9	11.6	7.4	10.3	7.6	15.6	15.2	19.3	15.6	14.4
Fraction < à 63 µm :		73.7	80.9	67.9	81.2	84.1	82.3	87.8	73.0	72.5	67.1	65.8	79.1
Fraction < à 2 µm :				8.0	8.8	8.4	10.2	8.9	7.4	7.6	7.5	7.0	7.6

ES6												
Campagnes	2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Granulométrie</b>												
Fraction > à 500 µm :			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fraction de 500 à 250 µm :			3.2	0.3	0.9	0.6	0.0	0.1	0.0	0.5	2.1	0.5
Fraction de 250 à 125 µm :			20.3	11.8	11.4	12.8	0.0	6.8	4.5	8.4	11.2	7.1
Fraction de 125 à 63 µm :			15.1	9.6	16.2	15.0	10.0	11.7	13.0	14.2	13.0	13.5
Fraction < à 63 µm :	85.1	93.6	61.4	78.3	71.5	71.5	90.0	81.4	82.5	76.9	73.7	78.9
Fraction < à 2 µm :			7.0	10.6	7.7	8.8	9.3	9.0	8.7	8.6	8.0	7.6

ES7												
Campagnes	2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Granulométrie</b>												
Fraction > à 500 µm :			3.9	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.4	1.8
Fraction de 500 à 250 µm :			8.2	2.1	5.2	2.3	5.5	1.9	1.9	9.7	8.6	4.7
Fraction de 250 à 125 µm :			12.3	11.7	11.6	13.1	14.0	10.4	11.0	29.9	17.1	13.1
Fraction de 125 à 63 µm :			14.6	15.0	13.5	17.2	11.7	20.8	19.6	21.7	22.5	21.5
Fraction < à 63 µm :	71.3	78.1	61.0	71.2	66.0	67.5	68.8	66.9	67.5	36.6	49.4	58.9
Fraction < à 2 µm :			6.7	6.9	6.8	7.6	7.5	6.3	7.3	3.9	4.9	5.4

ES8												
Campagnes	2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Granulométrie</b>												
Fraction > à 500 µm :			2.4	0.5	1.2	1.3	1.3	1.3	11.8	4.2	1.0	0.0
Fraction de 500 à 250 µm :			52.9	34.3	39.6	33.8	49.5	53.9	27.3	10.3	40.5	21.9
Fraction de 250 à 125 µm :			35.3	42.4	42.8	42.7	39.6	39.6	46.3	14.9	46.4	33.7
Fraction de 125 à 63 µm :			2.8	4.4	5.1	5.2	3.2	3.0	5.1	17.5	6.1	10.7
Fraction < à 63 µm :		16.1	6.7	18.4	11.3	17.0	6.5	2.2	9.5	53.1	6.0	33.7
Fraction < à 2 µm :			0.6	1.1	1.0	1.0	0.5	0.2	0.7	3.0	0.5	1.9

ES9												
Campagnes	2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Granulométrie</b>												
Fraction > à 500 µm :			1.1	1.7	1.2	1.0	0.0	8.1	0.0	6.8	8.4	0.0
Fraction de 500 à 250 µm :			3.6	4.1	5.5	2.9	0.1	9.2	4.2	6.4	9.8	0.5
Fraction de 250 à 125 µm :			20.9	20.9	20.3	16.4	17.7	29.1	30.8	19.9	30.0	8.5
Fraction de 125 à 63 µm :			11.9	2.3	12.2	13.5	6.5	17.9	12.4	13.9	19.3	11.8
Fraction < à 63 µm :	70.7	86.2	62.5	56.9	60.8	66.3	75.7	35.7	52.6	53.0	32.5	79.2
Fraction < à 2 µm :			9.7	8.2	8.7	10.0	11.3	2.4	8.2	5.4	2.5	9.0

ES10												
Campagnes	2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Granulométrie</b>												
Fraction > à 500 µm :			19.4	1.6	0.0	1.0	0.7	0.5	2.1	2.6	1.6	1.6
Fraction de 500 à 250 µm :			15.3	10.9	7.7	7.1	10.6	8.3	22.8	32.5	22.1	24.0
Fraction de 250 à 125 µm :			29.2	35.6	28.0	21.4	53.7	27.1	60.2	53.9	56.0	57.1
Fraction de 125 à 63 µm :			18.1	4.0	27.3	26.0	25.6	26.1	12.1	7.6	13.4	13.0
Fraction < à 63 µm :		7.8	18.0	26.0	37.0	44.5	9.4	38.0	2.9	3.4	7.0	4.3
Fraction < à 2 µm :			1.5	2.6	3.7	4.5	0.8	3.9	0.4	0.5	1.0	0.5

ES11												
Campagnes	2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Granulométrie</b>												
Fraction > à 500 µm :			0.3	6.4	5.3	2.9	0.0	0.7	0.0	1.7	1.8	0.0
Fraction de 500 à 250 µm :			5.3	5.8	6.0	10.6	6.1	5.6	0.5	8.3	7.7	6.0
Fraction de 250 à 125 µm :			21.4	17.4	20.0	12.7	19.0	26.7	11.0	39.8	34.5	30.3
Fraction de 125 à 63 µm :			19.4	2.3	17.5	13.2	23.3	14.5	14.2	19.5	24.8	25.4
Fraction < à 63 µm :		17.5	53.6	50.7	51.2	60.6	51.6	52.5	74.3	30.7	31.2	38.3
Fraction < à 2 µm :			4.5	4.4	4.0	5.3	4.1	3.3	7.1	3.1	2.7	2.8

ES12												
Campagnes	2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	Urgence 2013	2014	2015
<b>Granulométrie</b>												
Fraction > à 500 µm :			2.6	6.0	8.5	2.9	0.0	2.4	6.0	3.0	1.5	3.3
Fraction de 500 à 250 µm :			11.3	7.5	11.2	10.7	10.3	16.8	17.3	11.5	16.4	5.9
Fraction de 250 à 125 µm :			25.2	28.5	30.0	27.7	26.7	36.0	33.0	29.4	29.4	16.2
Fraction de 125 à 63 µm :			12.4	2.7	11.4	12.0	12.1	13.6	14.2	16.2	12.5	13.7
Fraction < à 63 µm :		5.3	48.5	43.8	38.9	46.6	50.9	31.2	29.5	39.9	40.2	60.9
Fraction < à 2 µm :			5.0	4.6	3.7	4.5	5.0	2.7	2.5	3.9	3.8	5.0

## 4.2. GRANULOMETRIE ET FRACTION FINE

### 4.2.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La caractérisation des sédiments a été réalisée à partir de l'étude des répartitions granulométriques, de l'évaluation du taux de matériaux fins et de la classification proposée par Ibouily (1981), basée sur le pourcentage de particules fines <63 µm.

La figure suivante présente les compositions granulométriques des sédiments observées au niveau de chacune des stations en 2015.

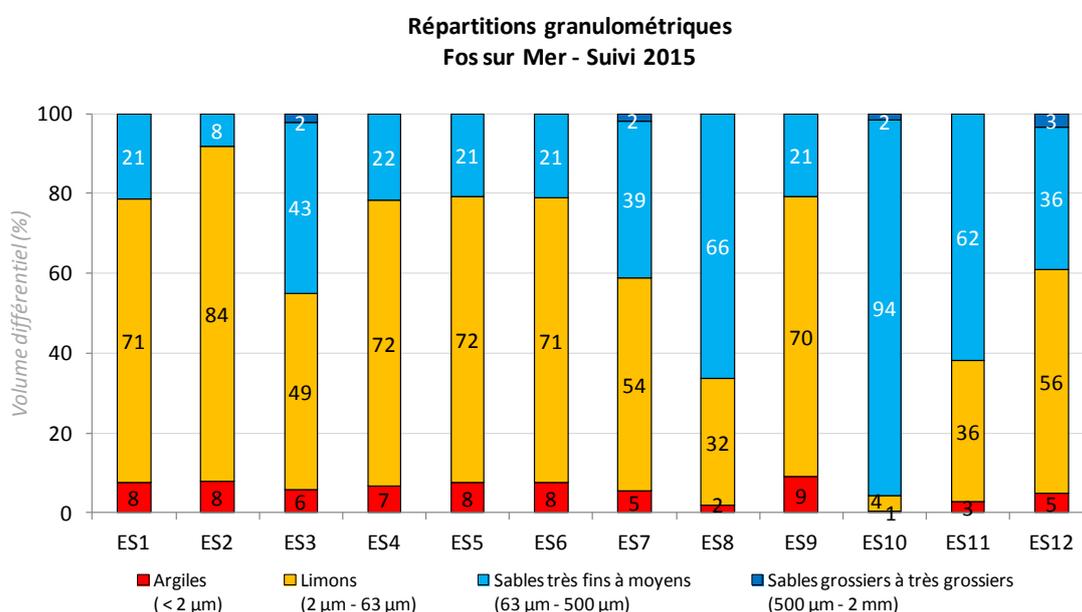


Figure 9 : Répartitions granulométriques des particules de 0 à 2 mm (en % volume différentiel) et > 2 mm au niveau des 12 stations de prélèvement de sédiment, Fos-sur-Mer, 2015.

Les sédiments superficiels des stations de la darse 1 et 2 sont exclusivement dominés par les limons avec un pourcentage compris entre 49 % (ES3) et 84 % (ES2). Les limons ont également une proportion importante au niveau des stations situées au Sud-Ouest de l'anse de Carteau (ES7 et ES9) et à l'Ouest (ES12) avec un pourcentage supérieur à 50 %. Un total de 9 stations sur les 12 étudiées est donc dominé par la classe de particules sédimentaires des limons. Les 3 stations restantes, à savoir ES8, ES10 et ES11, sont constituées d'un sédiment dominé par la classe de particules supérieure à celle des limons, celle des sables très fins à moyens.

Les particules sédimentaires comprises entre 2 µm et 500 µm se retrouvent à plus 90 % dans chacun des échantillons de la zone d'étude.

La fraction pélitique ou fraction fine comprend la classe sédimentaire des argiles et des limons, correspondant à une taille des particules inférieure à 63 µm.

La figure suivante présente le pourcentage de fraction fine au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.

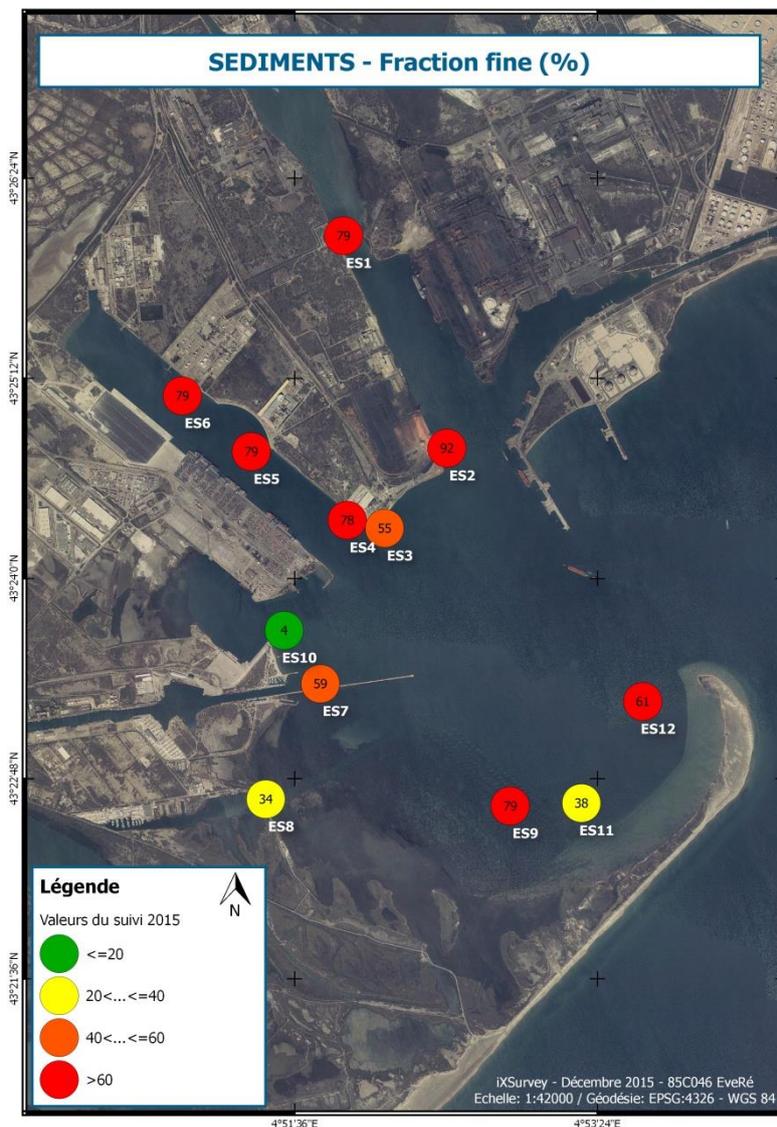


Figure 10 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour la fraction fine dans les sédiments.

Le pourcentage de fraction fine est très variable d’une station à l’autre. Il varie de 4 % au niveau de la station ES10 à 92 % au niveau des stations ES2. Les stations situées au Sud-Ouest de l’anse de Carteau (ES7 et ES9) et à l’Ouest (ES12) ont un pourcentage relativement élevé supérieur à 50 %.

D’une façon générale, les valeurs les plus élevées signifiant un taux d’envasement plus important, se rencontrent au niveau des stations de la darse 1 et de la darse 2 ainsi qu’au niveau de la table mytilicole ;

alors que les valeurs les plus faibles se trouvent au niveau des stations de l'Étang de Gloria et de l'Anse de Carteau.

Le tableau suivant présente la classification des sédiments prélevés au niveau des douze stations de prélèvements d'après Ibouily (1981).

STATION	FRACTION <63µM (%)	CLASSE (IBOUILY, 1981)	TYPE DE SEDIMENT
ES1	78.6	60 % < Fraction fine < 80 %	Sédiments très envasés à dominante de vases
ES2	91.9	60 % < Fraction fine < 80 %	Sédiments très envasés à dominante de vases
ES3	55.1	40 % < Fraction fine < 60 %	Sédiments très envasés à dominante de sables
ES4	78.3	60 % < Fraction fine < 80 %	Sédiments très envasés à dominante de vases
ES5	79.1	60 % < Fraction fine < 80 %	Sédiments très envasés à dominante de vases
ES6	78.9	60 % < Fraction fine < 80 %	Sédiments très envasés à dominante de vases
ES7	58.9	40 % < Fraction fine < 60 %	Sédiments très envasés à dominante de sables
ES8	33.7	20 % < Fraction fine < 40 %	Sables moyennement envasés
ES9	79.2	60 % < Fraction fine < 80 %	Sédiments très envasés à dominante de vases
ES10	4.3	Fraction fine < 10 %	Sables purs
ES11	38.3	20 % < Fraction fine < 40 %	Sables moyennement envasés
ES12	60.9	60 % < Fraction fine < 80 %	Sédiments très envasés à dominante de vases

Tableau 9 : Classification des sédiments d'après Ibouily (1981). Fos-sur-Mer. 12 stations de sédiment. 2015.

D'après cette classification, les sédiments observés dans la zone d'étude sont de quatre types :

- Les sédiments considérés comme très envasés à dominante de vase localisés au niveau des darses 1 et 2 (ES1, ES2, ES4, ES5 et ES6) et au Sud-Ouest et Ouest de l'anse de Carteau (ES7, ES8 et ES12) ;
- Les sédiments très envasés avec une dominance de sables localisés au Sud des darses (ES3) et au niveau du canal Saint-Louis (ES7) ;
- Les sédiments composés de sables moyennement envasés au niveau du Sud de l'anse de Carteau (ES8 et ES11) ;
- Et enfin, les sédiments constitués de sables purs localisés exclusivement au niveau de l'étang de Gloria (ES10).

#### 4.2.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de fraction fine pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne de la fraction fine sur l'ensemble du suivi et courbe verte : données du suivi REPOM).

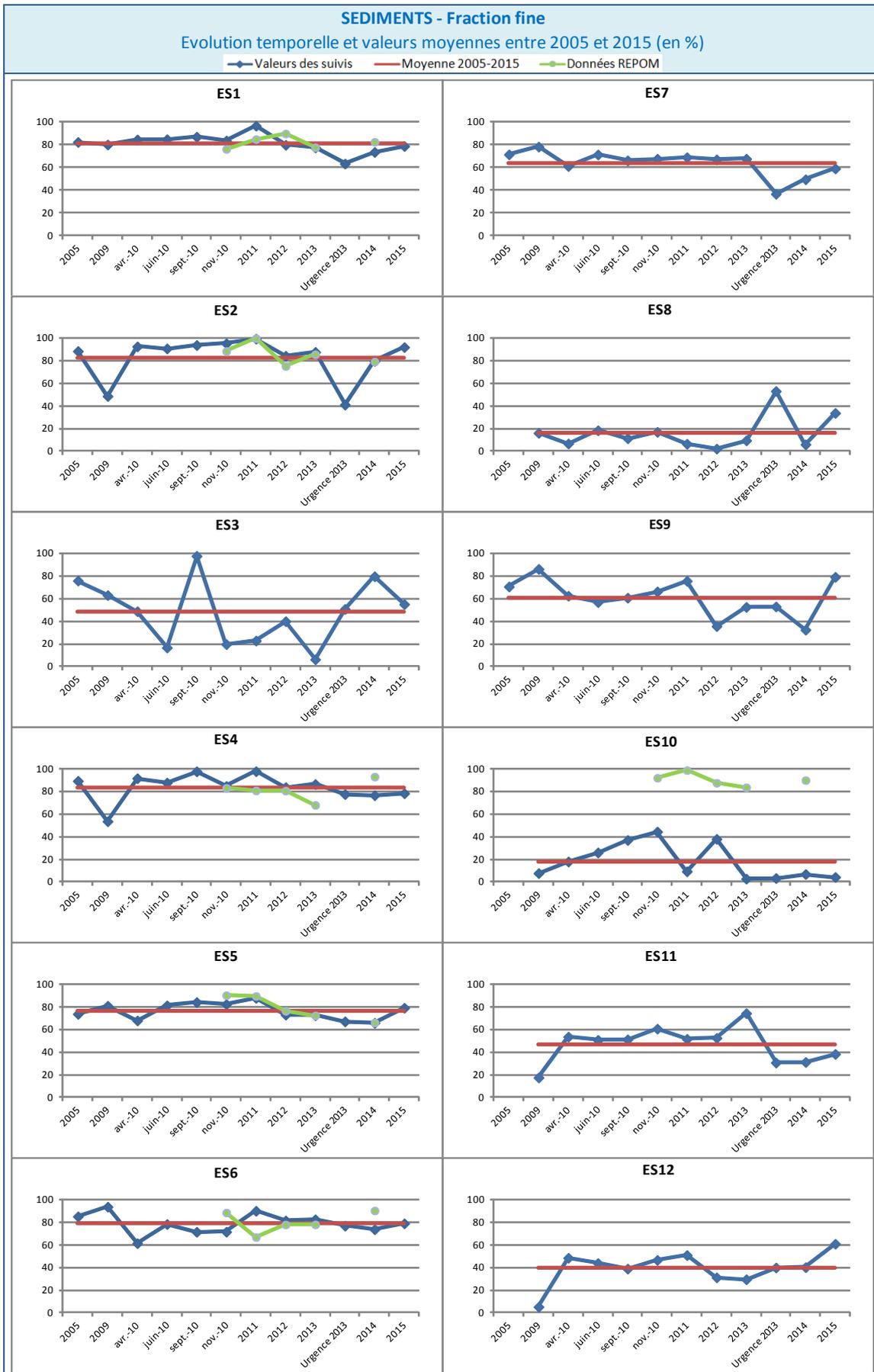


Figure 11 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour la fraction fine dans les sédiments.

## DONNEES 2015

Les valeurs de la fraction fine obtenues en 2015 sont proches de la valeur moyenne de l'ensemble des suivis pour la majorité des stations. Seules les valeurs des 3 stations ES8, ES9 et ES12 sont supérieures à cette valeur moyenne d'environ 10 %.

Comparé aux données de 2014, la plus forte diminution du pourcentage de fraction fine se note au niveau de la station ES3 (passant de 80 % à 55 %). L'augmentation la plus importante s'observe au niveau de la station ES9 (passant de 32.5 % à 79 %).

## TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : ES1, ES4, ES5, ES6, ES7 et ES10

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 50 %) : ES2, ES3, ES8, ES9, ES11 et ES12

La station ES3 correspond à la zone ayant subi le plus de variation depuis le début du suivi en 2005. En effet, la valeur minimale notée en 2013 est de 6 % alors que la valeur maximale observée en septembre 2010 est à 98 %.

*☛ Globalement, les valeurs moyennes issues de l'ensemble des suivis sont plus élevées (proche de 80%) au niveau de six stations (stations ES1, ES2, ES4, ES5 et ES6) localisées dans les Darses, excepté celle de ES3 qui a subi d'importantes fluctuations.*

Il est important de préciser que la classification des sédiments d'Ibouily (1981) se base sur des classes de particules fines définies tous les 20 %. De ce fait, à un moment ou un autre du suivi, chacune stations a évolué de composition sédimentaire de façon à changer de classe. En effet, même la station ES5 possédant le plus faible écart entre les valeurs extrêmes était qualifiée de sédiment très envasé à dominance de vase en avril 2010 avec une valeur de 65.8 % alors qu'en 2011 il était désigné de vase pure avec une valeur de 87.8 %.

### 4.2.1. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES DISPONIBLES

Les teneurs en fraction fine observées dans le cadre des suivis REPOM sont semblables à celles des suivis EveRé, excepté pour la station ES10 où les valeurs des suivis REPOM sont plus importantes. Cette différence est à mettre en lien avec la correspondance entre les stations exposées dans le paragraphe 3.3.1. En effet, la station « Etang de Gloria » des suivis REPOM est positionnée plus à l'intérieure de l'Etang. De ce fait, cette station est potentiellement plus envasée, donc avec un pourcentage en fraction fine plus élevée et de fait avec une capacité d'absorption des contaminants plus importante.

Juillet 2016

Référence Document iXSurvey : iXSurvey\_EveRe\_SuiviEnvironnemental2015\_RapportFinal\_V2.0

## 4.3. CARBONE ORGANIQUE TOTAL

### 4.3.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

Le Carbone Organique Total (COT) est l'un des plus importants paramètres dans l'évaluation de la qualité des sédiments marins. En effet, ce paramètre est un indicateur de la capacité d'adsorption des contaminants métalliques et organiques dans le sédiment.

La figure suivante présente le pourcentage de COT au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenu lors du suivi 2015.

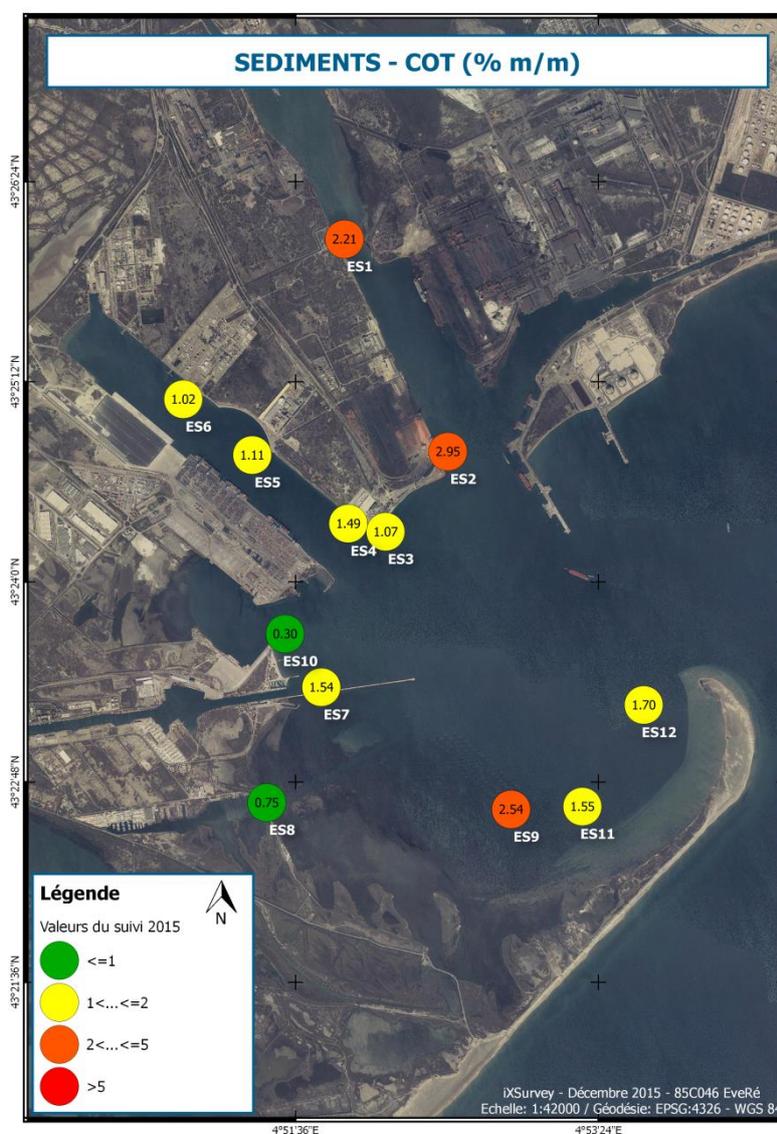


Figure 12 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le COT dans les sédiments.

Une variation spatiale des pourcentages de COT s'observe au niveau de la zone d'étude. Les valeurs de COT oscillent entre 0.30 % m/m au minimum (station ES10) et 2.95 % m/m au maximum (station ES2).

Juillet 2016

Référence Document iXSurvey : iXSurvey\_EveRe\_SuiviEnvironnemental2015\_RapportFinal\_V2.0

Les valeurs les plus élevées se notent dans la darse 1 et de ES9 ; alors que les valeurs les plus faibles se constatent au niveau de l'Étang de Gloria (station ES10) et du canal St-Antoine (station ES8).

Le tableau suivant présente la classification en enrichissement des sédiments au niveau des douze stations de prélèvements d'après Licari (1998).

STATION	COT (% M/M)	CLASSE (LICARI, 1998)	ENRICHISSEMENT
ES1	2.2	> 1.52 %	Valeur très forte
ES2	3.0	> 1.52 %	Valeur très forte
ES3	1.1	0.75 - 1.52 %	Valeur forte
ES4	1.5	0.75 - 1.52 %	Valeur forte
ES5	1.1	0.75 - 1.52 %	Valeur forte
ES6	1.0	0.75 - 1.52 %	Valeur forte
ES7	1.5	0.75 - 1.52 %	Valeur forte
ES8	0.8	0.75 - 1.52 %	Valeur forte
ES9	2.5	> 1.52 %	Valeur très forte
ES10	0.3	< 0.44 %	Valeur faible
ES11	1.6	> 1.52 %	Valeur très forte
ES12	1.7	> 1.52 %	Valeur très forte

Tableau 10 : Classification de l'enrichissement des sédiments d'après Licari (1998). Fos-sur-Mer. 12 stations de sédiment. 2015.

D'après cette classification, les sédiments observés dans la zone d'étude ont des valeurs d'enrichissement faible à très forte. L'enrichissement des sédiments le plus fort se note dans la darse 1 et au niveau de la station située aux tables mytilicoles (ES9) ; alors que l'enrichissement des sédiments le plus faible se constate au niveau de l'Étang de Gloria (station ES10).

#### 4.3.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de COT pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne du COT sur l'ensemble du suivi et courbe verte : données du suivi REPOM).

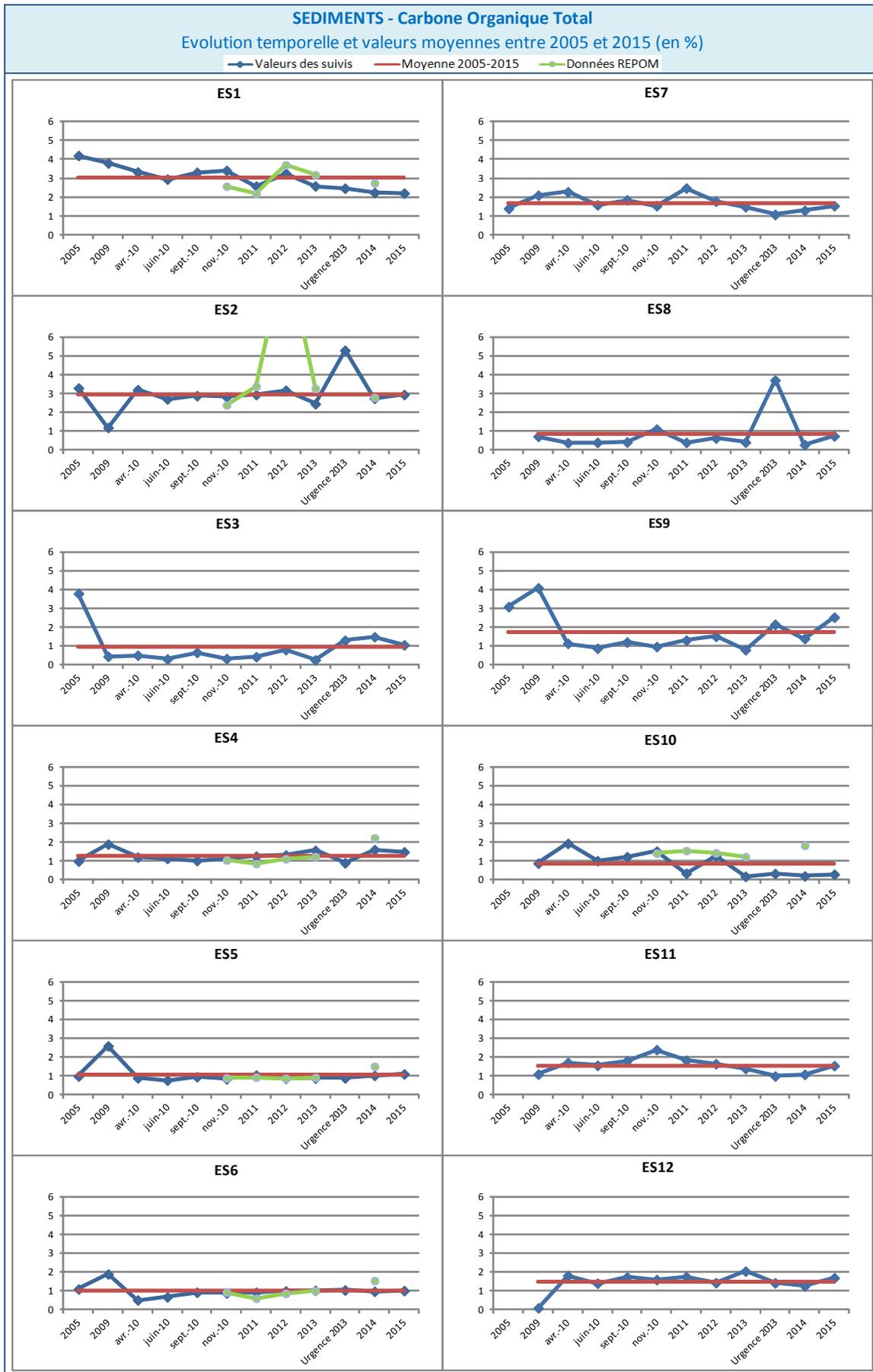


Figure 13 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le COT dans les sédiments.

## DONNEES 2015

Les valeurs de COT obtenues en 2015 sont proches de la valeur moyenne de l'ensemble des suivis pour chacune des stations. L'écart à cette moyenne le plus important proche de 0.75 % m/m se note au niveau des stations ES1 et ES9.

Les valeurs de 2015 suivent les mêmes tendances que celle de 2014 avec des valeurs relativement proche pour chacune des stations. En effet, des diminutions comprises entre 0.03 % m/m (station ES1) et 0.43 % m/m (station ES8) ; et des augmentations comprises entre 0.04 % m/m (station ES6) à 0.46 % m/m (stations ES8 et ES11) sont observées entre ces deux années de suivi.

## TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : ES1, ES4, ES5, ES6, ES7, ES10, ES11 et ES12

Stations avec davantage de variation temporelle (différence entre les valeurs extrêmes de plus de 3 %) : ES2, ES3, ES8 et ES9

Des valeurs extrêmes se constatent au niveau des stations ES2, ES3, ES8 et ES9 lors du l'état initial (2005 et 2009) et/ou lors du suivi d'urgence 2013. Par exemple, les sédiments de la station ES2 ont des valeurs proches de 3 % m/m tout au long du suivi, excepté lors de l'année 2009 où la valeur de COT est proche de 1 % m/m et lors du suivi d'urgence où elle est légèrement au-dessus de 5 % m/m.

Globalement, les valeurs de COT ont tendance à être relativement proches de la valeur moyenne de l'ensemble des suivis. Les concentrations en COT dans le sédiment dans les trois stations de la Darse 2 (stations ES4, ES5 et ES6) s'avèrent extrêmement stables depuis la campagne d'avril 2010 avec une variation moyenne entre les valeurs extrêmes de 0.5 % m/m.

*☞ Au regard des moyennes de l'ensemble des suivis, les sédiments des deux stations de la darse 1 (stations ES1 et ES2) semblent être les plus contaminés en COT avec une valeur moyenne proche de 3 % m/m.*

Il est important de souligner qu'une tendance à la baisse s'observe au niveau de la station ES1 avec une diminution progressive et régulière des valeurs en COT dans les sédiments superficiels.

### 4.3.3. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES DISPONIBLES

Les tendances observées depuis 2010 sont similaires entre les suivis REPOM et ceux d'EveRé. Les valeurs en COT sont globalement constantes au cours du temps, principalement au niveau des stations de la darse 2. La valeur élevée en COT du suivi REPOM de 2012 de la station ES2 comparée à l'ensemble des autres valeurs se distingue.

### 4.3.4. NORMALISATION

La figure suivante présente la relation entre le COT et la fraction fine (premier paramètre de normalisation).

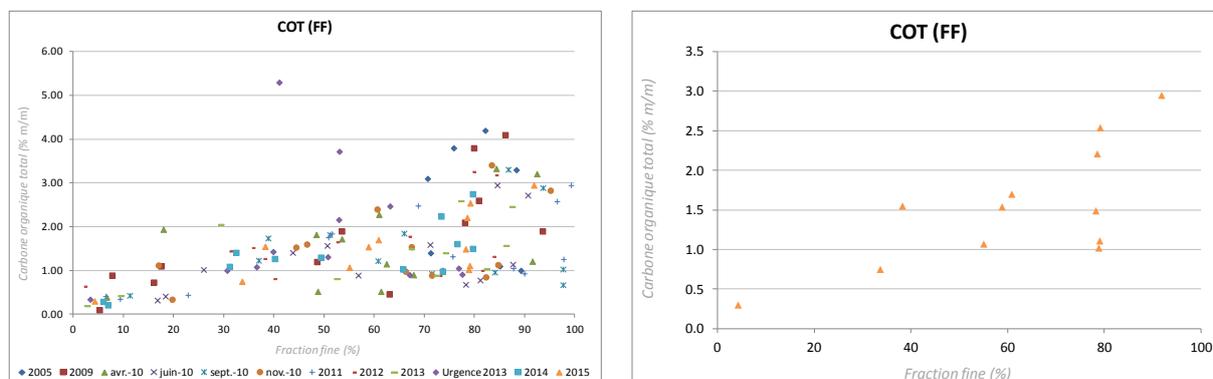


Figure 14 : Normalisation du COT par la fraction fine dans les sédiments.

La figure suivante présente la relation entre le COT et l’aluminium (deuxième paramètre de normalisation).

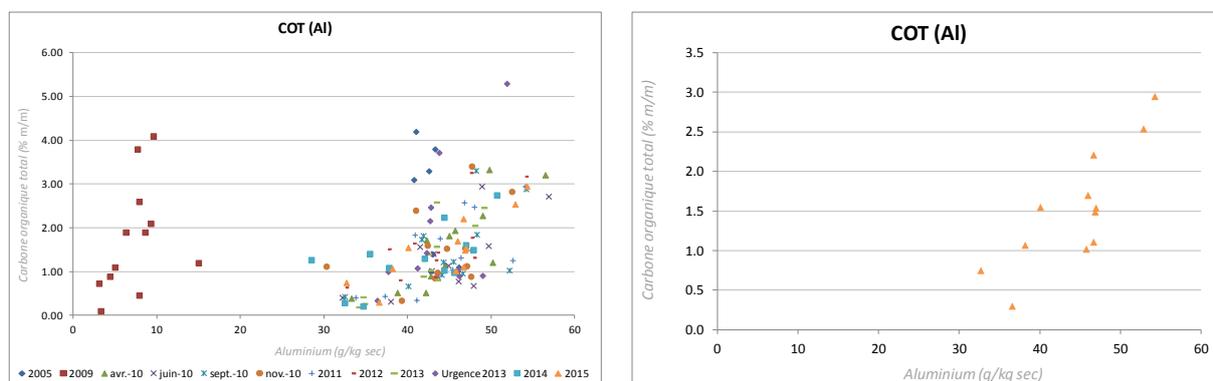


Figure 15 : Normalisation du COT par l’aluminium dans les sédiments.

Une corrélation entre les données de COT et de fraction fine s’observe au regard des données issues du suivi de 2015. En effet, les teneurs en COT les plus élevées sont majoritairement associées aux pourcentages en fraction fine les plus forts. La corrélation entre le COT et l’aluminium existe, mais elle est moins marquée.

## 4.4. ALUMINIUM

### 4.4.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en aluminium au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.

Juillet 2016

Référence Document iXSurvey : iXSurvey\_EveRe\_SuiviEnvironnemental2015\_RapportFinal\_V2.0



Figure 16 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour l'aluminium dans les sédiments.

Les valeurs d'aluminium obtenues dans le cadre du suivi 2015 sont comprises entre 33 g/kg sec au minimum (station ES8) et 54 g/kg sec au maximum (station ES2). L'ensemble des valeurs reste relativement homogène sur l'ensemble de la zone. Les valeurs sont légèrement plus élevées au niveau des stations localisées dans les darses et à l'Est de l'anse de Carteau.

#### 4.4.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données d'aluminium pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne de l'aluminium sur l'ensemble du suivi et courbe verte : données du suivi REPOM).

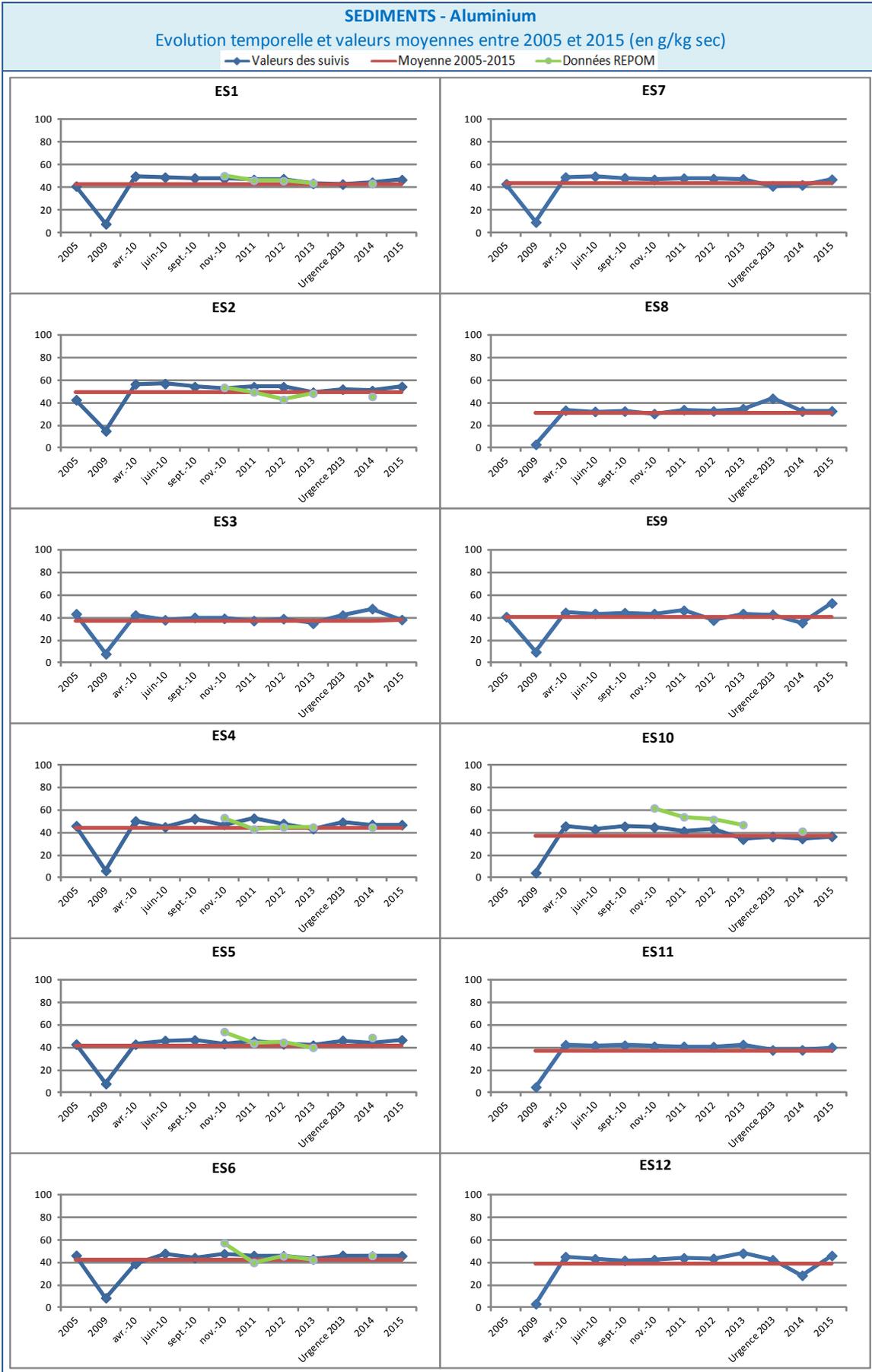


Figure 17 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour l'aluminium dans les sédiments.

## DONNEES 2015

Les valeurs d'aluminium obtenues en 2015 se confondent avec la valeur moyenne de l'ensemble des suivis pour chacune des stations. Seule la valeur en aluminium de la station ES9 est légèrement supérieure à la valeur moyenne de l'ensemble des suivis.

D'une façon générale, les valeurs de 2015 suivent les mêmes tendances que celle de 2014 avec des valeurs relativement similaires pour la majorité des stations de la zone d'étude.

## TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : ES1, ES2, ES3, ES4, ES5, ES6, ES7, ES8, ES9 ES10, ES11 et ES12

Une continuité se note entre les teneurs en aluminium des sédiments obtenues depuis le début des suivis pour chacune des stations étudiées. En effet, l'ensemble des valeurs d'aluminium depuis le début des suivis est relativement stable, excepté pour l'année 2009 où les teneurs sont extrêmement faibles.

Ce paramètre semble être le plus stable de ceux étudiés dans le cadre de ce suivi.

Globalement, les stations ont une concentration moyenne en aluminium voisine avec une valeur moyenne de l'ensemble des suivis proche de 40 g/kg sec.

☞ *Les sédiments de la station ES2 semblent être en moyenne légèrement plus chargés en aluminium (valeur moyenne de l'ensemble des suivis égale à 49.3 g/kg sec); alors que le constat inverse se note pour la station ES8 (valeur moyenne de l'ensemble des suivis égale à 31.0 g/kg sec).*

---

### 4.4.3. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES DISPONIBLES

Les valeurs en aluminium collectées dans le cadre des suivis REPOM sont stables et similaires à celles recensées dans le cadre des suivis EveRé. Seules les teneurs REPOM de la station ES10 sont plus élevées entre 2010 et 2013. Cet écart devient négligeable en 2014.

### 4.4.4. NORMALISATION

La figure suivante présente la relation entre l'aluminium et la fraction fine (premier paramètre de normalisation).

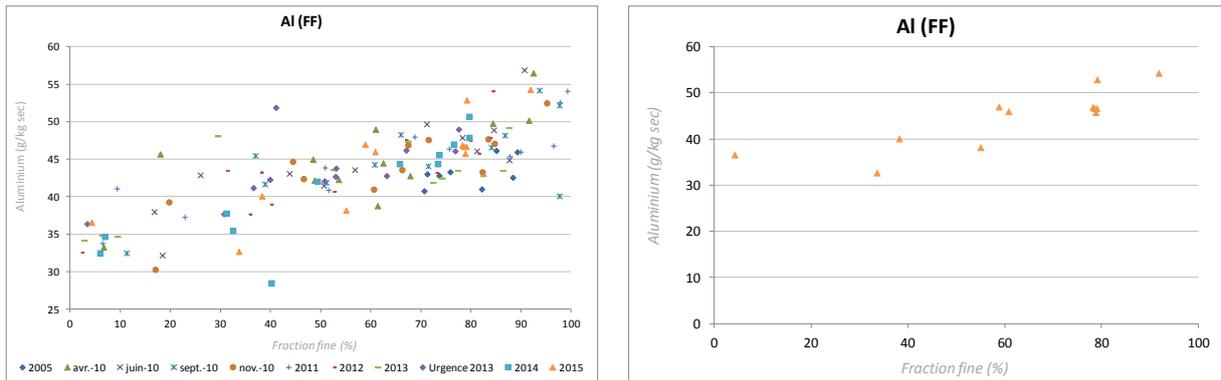


Figure 18 : Normalisation de l'aluminium par la fraction fine dans les sédiments.

La figure suivante présente la relation entre l'aluminium et le COT (deuxième paramètre de normalisation).

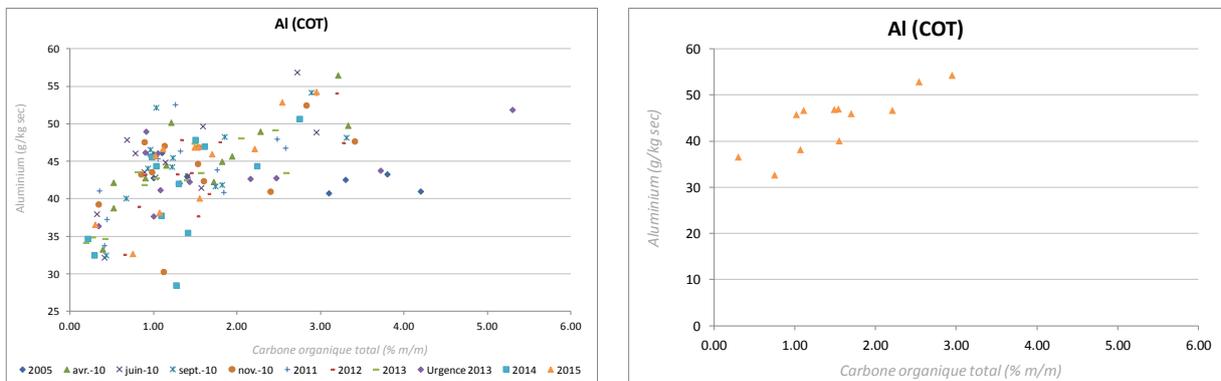


Figure 19 : Normalisation de l'aluminium par le COT dans les sédiments.

Le nuage de point formé par l'ensemble des résultats disponibles indique une corrélation entre les données d'aluminium et la fraction fine et le COT.

## 4.5. ARSENIC

### 4.5.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en arsenic au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.



Figure 20 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour l'arsenic dans les sédiments.

Les valeurs d'arsenic obtenues dans le cadre du suivi 2015 révèlent une variation spatiale entre les stations étudiées avec des valeurs comprises entre 4 mg/kg sec au minimum (station ES8) et 18 g/kg sec au maximum (stations ES2 et ES4). Les valeurs les plus fortes se rencontrent au Sud des deux darses.

#### 4.5.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données d'arsenic pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne de l'arsenic sur l'ensemble du suivi et courbe verte : données du suivi REPOM).

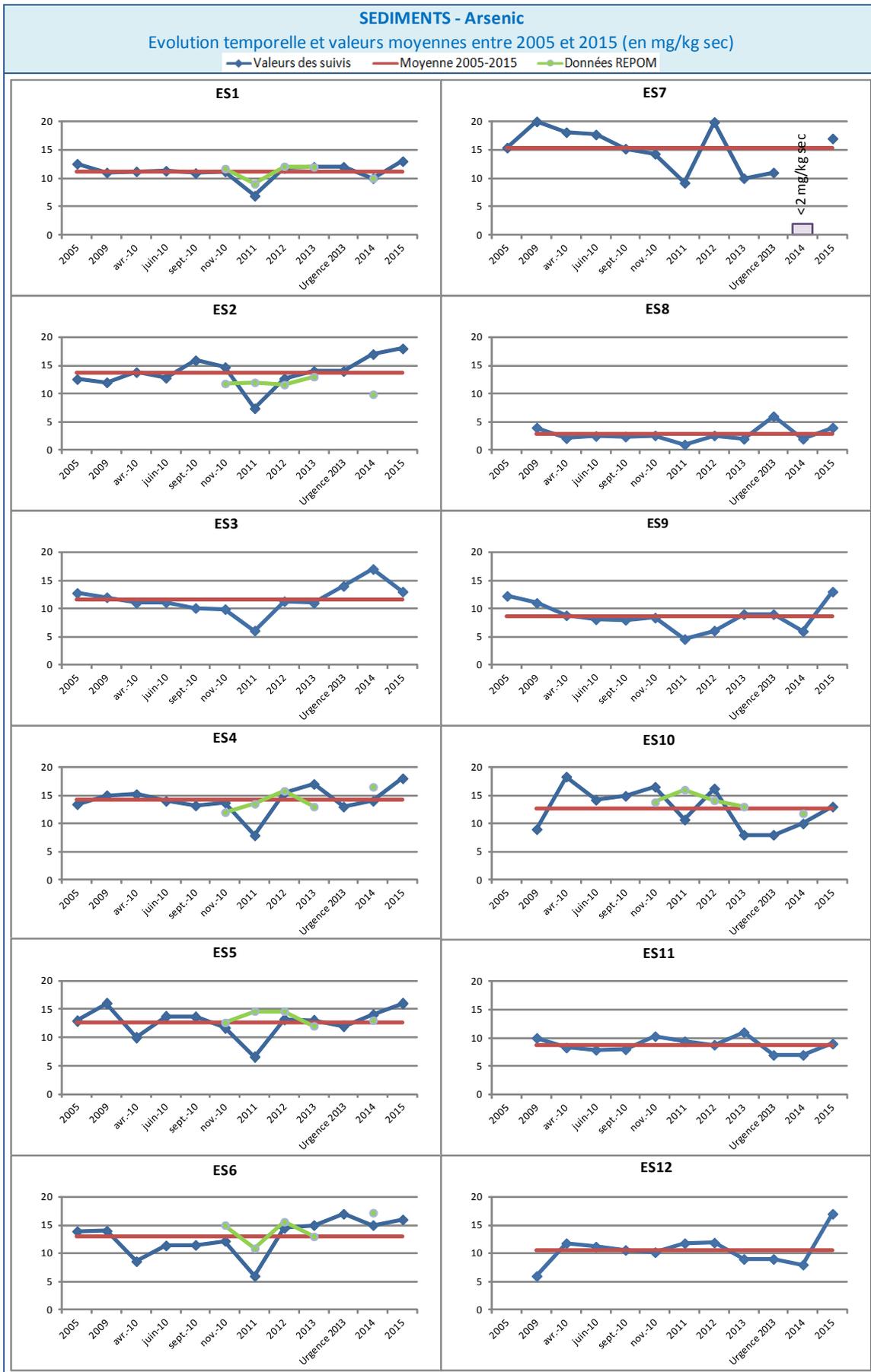


Figure 21 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour l'arsenic dans les sédiments.

## DONNEES 2015

Les valeurs d'arsenic obtenues en 2015 sont toutes légèrement supérieures à celles de 2014, excepté pour la station ES3 où elles sont plus faibles. Les augmentations sont comprises entre 1 mg/kg sec (stations ES2, ES6 et ES8) et 9 mg/kg sec (station ES12). Il est à noter que la valeur d'arsenic de la station ES12 n'a jamais été aussi élevée depuis le début du suivi. La diminution au niveau de la station ES3 est de 4 mg/kg sec.

Concernant la station ES7 où la valeur en arsenic n'a pas pu être déterminée avec précision l'année passée (valeur inférieure à la limite de quantification du laboratoire fixée à 2 mg/kg sec), cette année, elle est de nouveau dans le même ordre de grandeur des suivis précédents 2014 et proche de la valeur moyenne de l'ensemble des suivis.

La majorité des valeurs d'arsenic obtenues en 2015 sont plus élevées que la valeur moyenne de l'ensemble des suivis de quelques mg/kg sec.

## TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : ES8 et ES11

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 5 mg/kg sec): ES1, ES2, ES3, ES4, ES5, ES6, ES7, ES9 ES10 et ES12

Globalement, les valeurs d'arsenic fluctuent dans le temps, quel que soit la station. Uniquement deux stations (stations ES8 et ES11) ont des valeurs resserrées autour de la valeur moyenne de l'ensemble des suivis. Pour les autres stations, l'amplitude la plus forte entre les valeurs extrêmes s'observe au niveau des stations ES6 et ES12 avec une valeur de 11 mg/kg sec.

*☞ Au regard des valeurs moyennes de l'ensemble des suivis, la concentration moyenne des sédiments superficiels est plus importante au niveau des stations ES7 et ES4 avec une valeur moyenne proche de 15 mg/kg sec. Elle s'avère la plus faible au niveau de la station ES8 avec une valeur moyenne de l'ensemble des suivis inférieure à 3 mg/kg sec.*

Aucune normalisation n'a été effectuée pour ce paramètre qui évolue toujours indépendamment des caractéristiques de la matrice.

### 4.5.3. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES DISPONIBLES

Les valeurs en arsenic relevées dans le cadre des suivis EveRé sont cohérentes avec celles des suivis REPOM et oscillent autour de la moyenne issue de l'ensemble des suivis EveRé.

## 4.6. CADMIUM

### 4.6.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en cadmium au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.

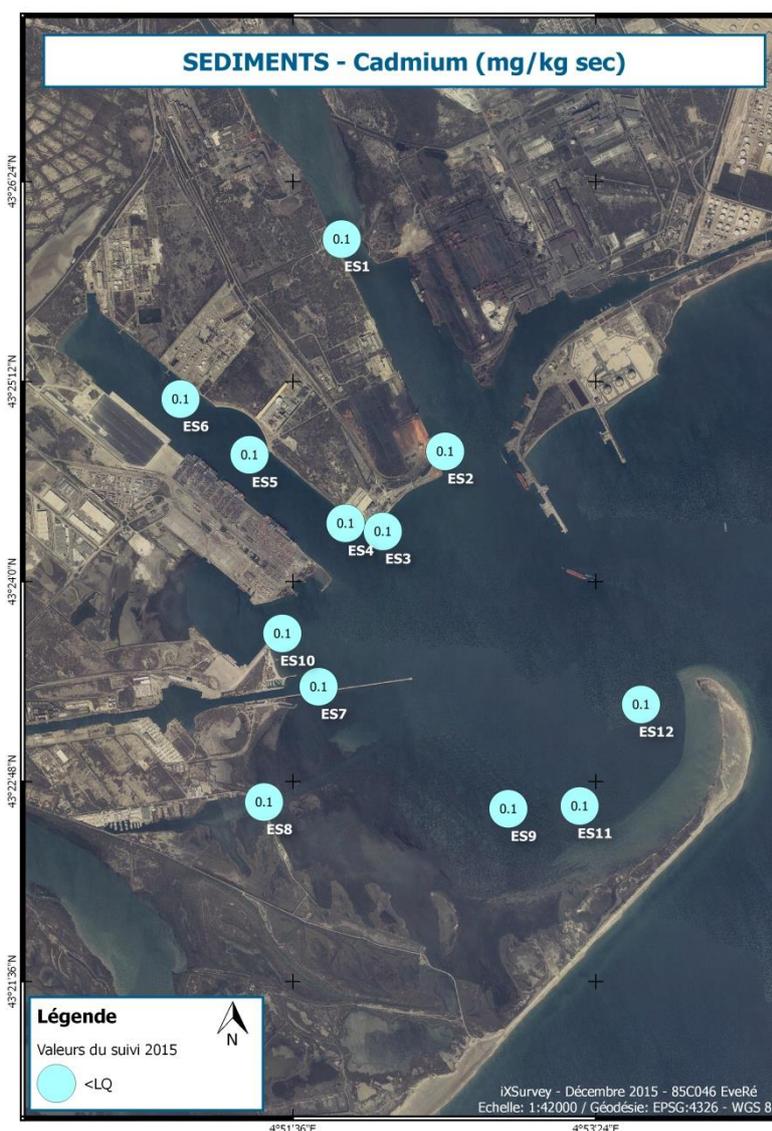


Figure 22 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le cadmium dans les sédiments.

Les valeurs de cadmium dans l'ensemble des stations de la zone d'étude sont inférieures à la limite de quantification définie par le laboratoire d'analyse (LQ = 0.1 mg/kg sec).

## 4.6.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de cadmium pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne du cadmium sur l'ensemble du suivi et courbe verte : données du suivi REPOM).

### DONNEES 2015

Les valeurs de cadmium obtenues en 2015 sont, comme celles de 2014, inférieures à la limite de quantification du laboratoire malgré que ce seuil ait été abaissé jusqu'à 0.1 mg/kg sec cette année (il était à 1 mg/kg sec en 2014).

### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : ES1, ES2, ES3, ES4, ES5, ES6, ES7, ES8, ES9 ES10, ES11 et ES12

Globalement, les valeurs de cadmium dans les sédiments superficiels depuis le début des suivis sont inférieures (ou très légèrement supérieures) à la limite de quantification définie par le laboratoire d'analyse et oscillent autour de 0.1 mg/kg sec. Il s'avère que les variations seraient dues essentiellement aux différences de valeur de limite de quantification des laboratoires. Par ailleurs, la nomenclature pour indiquer des valeurs inférieures à la limite de quantification n'est présente que depuis le suivi de 2014.

☞ *Toutefois, les valeurs moyennes de l'ensemble des données des suivis sont comprises entre 0.1 mg/kg sec et 0.2 mg/kg sec pour chacune des stations. Aucune variation spatiale de contamination en cadmium ne se distingue nettement.*

## 4.6.3. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES

### DISPONIBLES

Les valeurs en cadmium des suivis REPOM oscillent également autour de la limite de quantification du laboratoire d'analyse de 0.1 mg/kg sec.

Aucune normalisation n'a été effectuée pour ce paramètre étant donné que les valeurs obtenues sont inférieures à la limite de quantification.



Figure 23 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le cadmium dans les sédiments.

## 4.7. CHROME

### 4.7.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en chrome au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.



Figure 24 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le chrome dans les sédiments.

Les teneurs en chrome de la zone d'étude sont relativement homogènes. Elle varie de 46 mg/kg sec au niveau de la station ES10 à 92 mg/kg sec au niveau de la station ES2. D'une façon générale, les valeurs les plus élevées se rencontrent au niveau des stations de la darse 1 et de la station ES9 ; alors que les valeurs les plus faibles se trouvent au niveau des stations Est et Ouest de l'anse de Carteau et plus particulièrement au niveau de l'étang de Gloria.

## 4.7.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de chrome pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne du chrome sur l'ensemble du suivi et courbe verte : données du suivi REPOM).

### DONNEES 2015

Les valeurs de chrome obtenues en 2015 sont toutes légèrement supérieures à la valeur moyenne de l'ensemble des suivis. La valeur la plus élevée s'observe au niveau de la station ES9 avec une valeur en 2015 supérieure de 30.4 mg/kg sec par rapport à la valeur moyenne qui est égale à 52.6 mg/kg sec.

D'une façon générale, les valeurs de 2015 sont supérieures à celles du suivi précédent.

Une augmentation notable se constate au niveau de la station ES7 avec une teneur passant de 2 mg/kg sec lors du suivi de 2014 à 69 mg/kg sec lors du suivi de 2015. Toutefois, cette dernière valeur semble en accord avec les valeurs des précédents suivis démontrant que la valeur du suivi de 2014 est surprenante.

Une autre augmentation assez surprenante s'observe au niveau de la station ES9.

### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : ES1, ES2, ES3, ES4, ES5, ES6, ES7, ES8, ES9 ES10, ES11 et ES12

Globalement, les teneurs en chrome de chacune des stations sont relativement stables. Pour chacune d'elles, des valeurs surprenantes semblent apparaître, notamment en 2009 pour l'intégralité des stations et en 2014 au niveau de la station ES7.

*☞ Les niveaux de contamination en chrome sont plus élevés dans les deux stations de la darse 1 avec une valeur moyenne de l'ensemble des suivis proche de 80 mg/kg sec.*

## 4.7.3. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES

### DISPONIBLES

Les teneurs en chrome relevées lors des suivis REPOM suivent les mêmes tendances que celles des suivis EveRé jusqu'en 2012. Toutefois, des teneurs REPOM plus faibles se notent au niveau de ces 6 stations de comparaison. Cette diminution est très marquée au niveau des stations des darses.

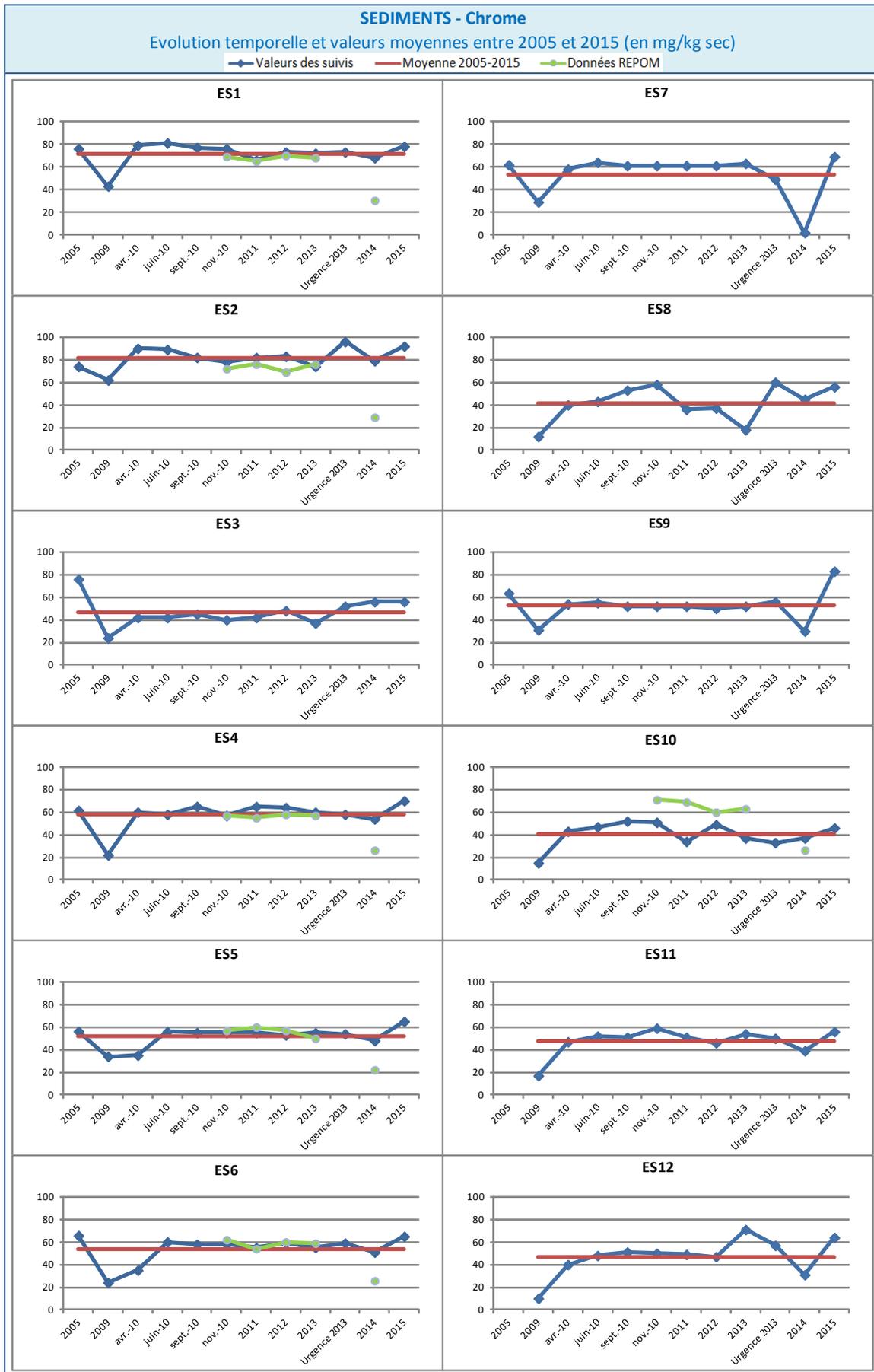


Figure 25 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le chrome dans les sédiments.

#### 4.7.4. NORMALISATION

La figure suivante présente la relation entre le chrome et la fraction fine (premier paramètre de normalisation).

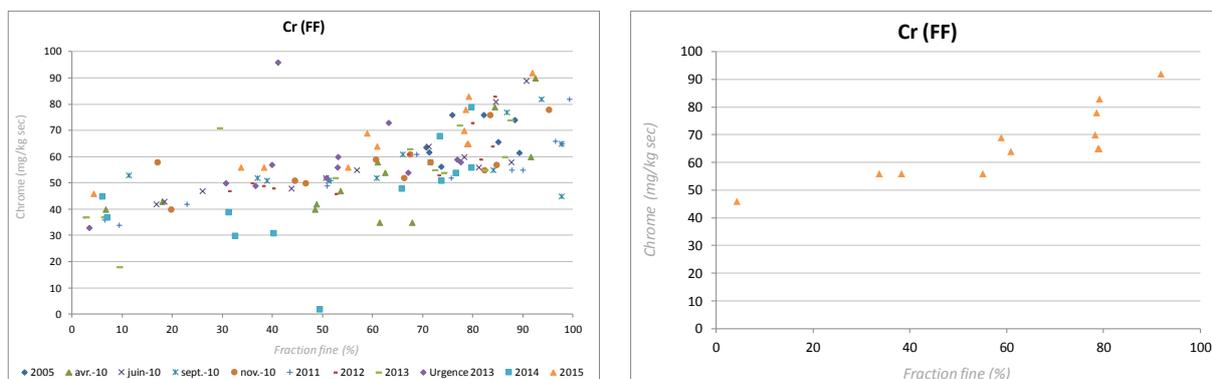


Figure 26 : Normalisation du chrome par la fraction fine dans les sédiments.

La figure suivante présente la relation entre le chrome et l'aluminium (deuxième paramètre de normalisation).

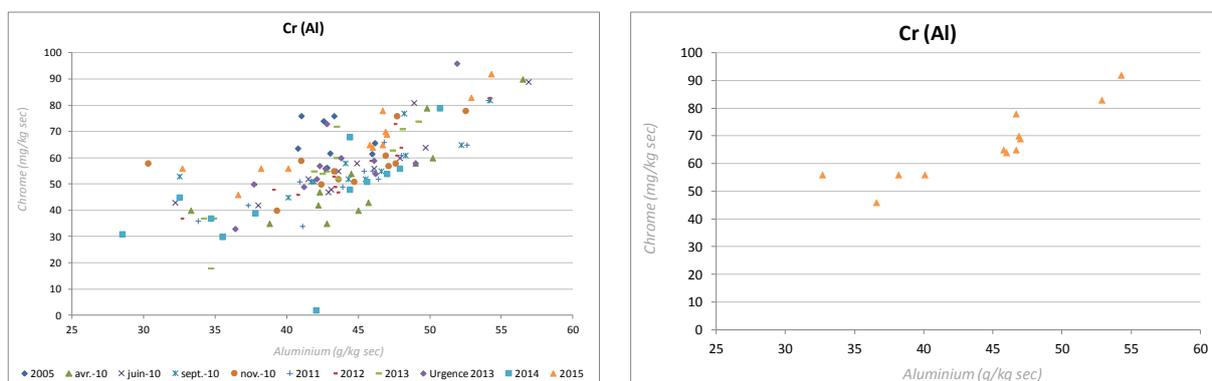


Figure 27 : Normalisation du chrome par l'aluminium dans les sédiments.

La corrélation entre le chrome et les deux paramètres de normalisation est marquée. En effet, les teneurs en chrome les plus élevées sont majoritairement associées aux pourcentages en fraction fine et aux teneurs en aluminium les plus forts.

## 4.8. CUIVRE

### 4.8.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs de cuivre au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.

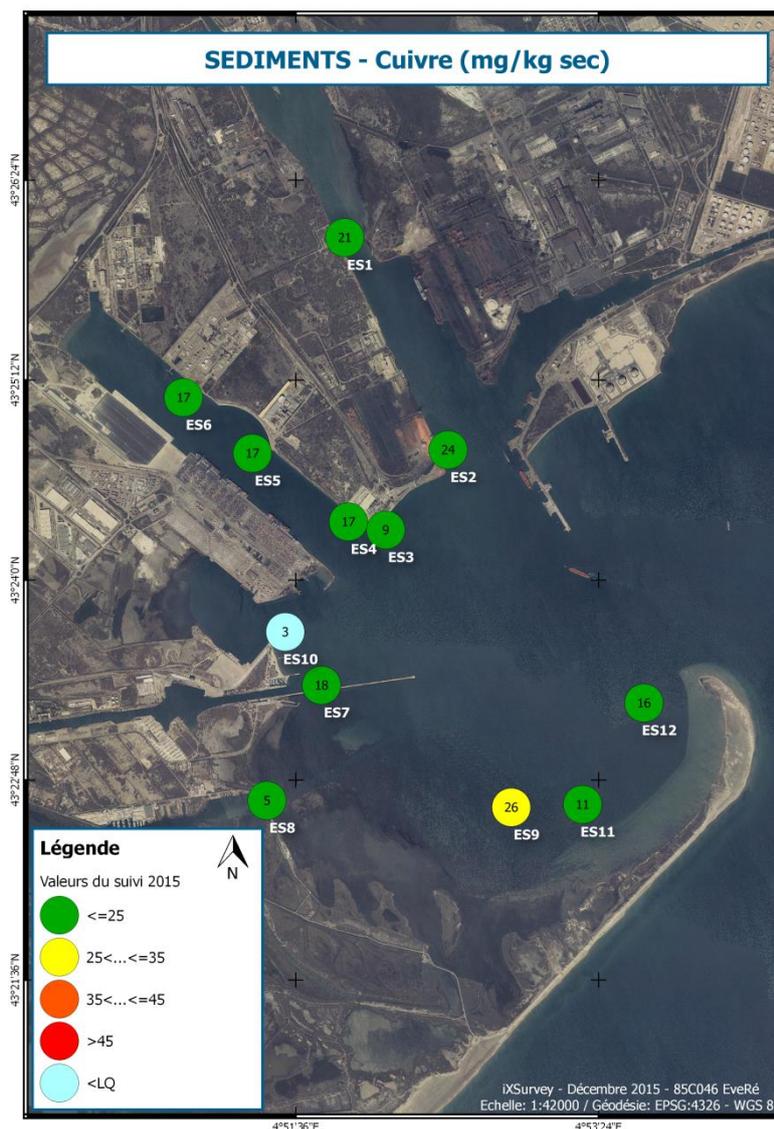


Figure 28 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le cuivre dans les sédiments.

Les teneurs en cuivre sont hétérogènes sur l'ensemble de la zone d'étude. Elles varient de 3 mg/kg sec au minimum au niveau des stations ES10 à 26 mg/kg sec au maximum au niveau de la station ES9. D'une façon générale, les valeurs les plus élevées se rencontrent au niveau de la station des tables mytilicoles et celles de la darse 1.

## 4.8.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de cuivre pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne du cuivre sur l'ensemble du suivi et courbe verte : données du suivi REPOM).

### DONNEES 2015

Les teneurs en cuivre obtenues en 2015 sont inférieures ou égales à la valeur moyenne de l'ensemble des suivis. Seule la valeur de la station ES9 est supérieure à cette moyenne d'environ 7 mg/kg sec.

Comparé aux données de 2014, les teneurs en cuivre sont légèrement plus élevées pour les stations des darses.

Pour la première fois, au niveau de la station ES10, la teneur en cuivre est inférieure à la limite de quantification définie par le laboratoire d'analyse fixée à 3 mg/kg sec. Cette valeur ne semble pas surprenante au regard des autres valeurs obtenues depuis le début du suivi qui sont faibles et oscillent depuis 3 ans aux alentours de 5 mg/kg sec.

La station ES7 avait une valeur en cuivre inférieure à la limite de quantification du laboratoire (3 mg/kg sec) lors du suivi de 2014. En 2015, la teneur en cuivre est de nouveau dans le même ordre de grandeur de celles des suivis précédents.

### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : ES3, ES4, ES5, ES6, ES7 et ES10

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 15 mg/kg sec): ES1, ES2, ES8, ES9 et ES12

Les teneurs en cuivre de chacune des stations sont relativement homogènes depuis le début du suivi. Quelques valeurs plus importantes, par exemple celle de 2009 pour la station ES1, qui est quasiment 2 fois plus élevée, influence la moyenne de l'ensemble des suivis.

☞ *Les valeurs moyennes issues de l'ensemble des suivis indiquent une contamination plus élevée dans la darse 1 avec une valeur moyenne proche de 20 mg/kg sec, alors qu'elle semble plus faible au niveau du canal St-Antoine (station ES8) avec une valeur moyenne inférieure à 10 mg/kg sec.*

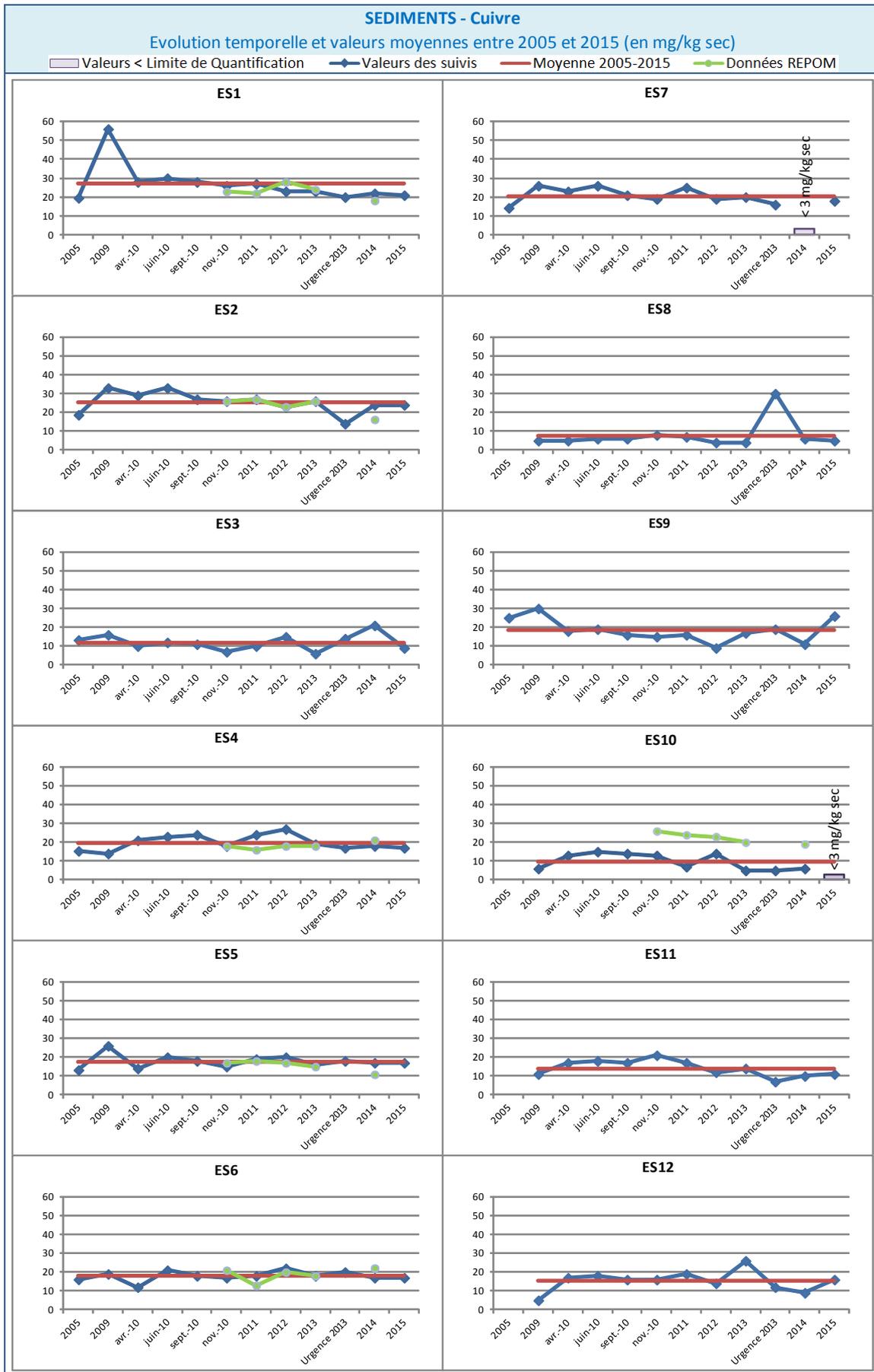


Figure 29 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le cuivre dans les sédiments.

### 4.8.3. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES DISPONIBLES

Les résultats du suivi REPOM coïncident avec les valeurs en cuivre obtenues lors des suivis EveRé. Pour ce paramètre, les valeurs du suivi REPOM associées à la station ES10 sont supérieures à celles du suivi EveRé et présentent une diminution régulière depuis 2010.

### 4.8.4. NORMALISATION

La figure suivante présente la relation entre le cuivre et la fraction fine (premier paramètre de normalisation).

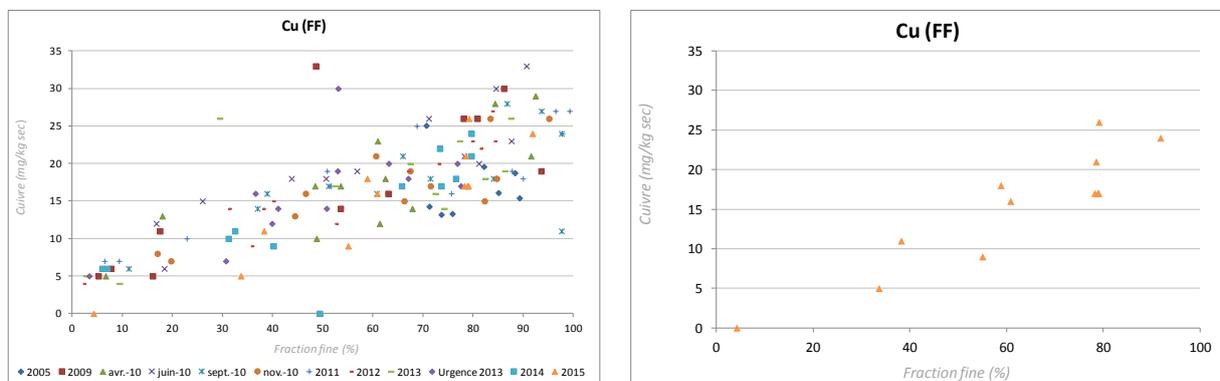


Figure 30 : Normalisation du cuivre par la fraction fine dans les sédiments.

La figure suivante présente la relation entre le cuivre et l'aluminium (deuxième paramètre de normalisation).

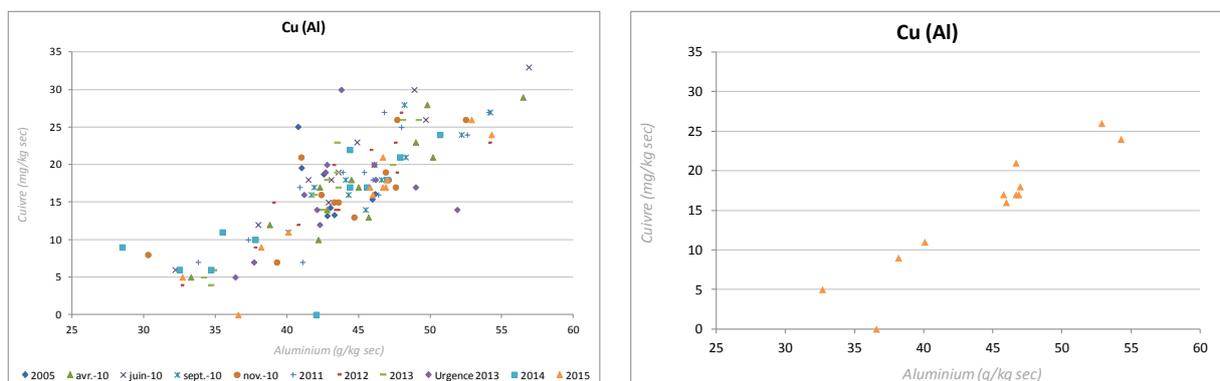


Figure 31 : Normalisation du cuivre par l'aluminium dans les sédiments.

La corrélation entre le cuivre et les deux paramètres de normalisation est fortement marquée.

La station ES10 se distingue nettement sur ces graphiques de par sa valeur inférieure à la limite de quantification en 2015 en apparaissant sur l'axe des abscisses (même observation pour la valeur de la station ES7 en 2014).

## 4.9. MERCURE

### 4.9.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en mercure au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.



Figure 32 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le mercure dans les sédiments.

Les teneurs en mercure dans les sédiments superficiels de l'ensemble des stations sont relativement faibles et comprises entre 0.02 mg/kg sec au minimum (stations ES8 et ES10) et 0.15 mg/kg sec au

maximum (station ES2). La valeur de mercure des stations ES8 et ES10 est inférieure à la limite de quantification définie par le laboratoire d'analyse (LQ = 0.02 mg/kg sec).

#### 4.9.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de mercure pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne du mercure sur l'ensemble du suivi et courbe verte : données du suivi REPOM).

##### DONNEES 2015

Les teneurs en mercure obtenues en 2015 sont dans la continuité de celles de 2014 pour la majorité des stations.

Les deux stations ES8 et ES10 ont une valeur en mercure inférieure à la limite de quantification du laboratoire établi à 0.02 mg/kg sec, comme ce fut le cas en 2014.

##### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : ES1, ES3, ES4, ES5, ES7, ES8, ES10 et ES11

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs de plus de 10 mg/kg sec): ES2, ES6, ES9 et ES12

Globalement, les teneurs en mercure de chacune des stations sont relativement homogènes depuis le début du suivi et fluctuent autour de la valeur moyenne de l'ensemble des suivis. L'amplitude la plus élevée entre les valeurs extrêmes de 0.15 mg/kg sec s'observe au niveau de la station ES9 en comparant la teneur en mercure de 2009 (0.20 mg/kg sec) avec celle de 2012 et de 2014 (0.05 mg/kg sec). Il est important de préciser que cet écart reste exceptionnel et que l'ensemble des données montre des écarts très modérés avec une variation inférieure à 0.10 mg/kg sec.

*☞ Au regard de la valeur moyenne de l'ensemble des suivis, la contamination des sédiments superficiels en mercure semble plus importante au niveau des deux stations de la darse 1 (stations ES1 et ES2) avec une valeur moyenne proche de 0.15 mg/kg sec.*

Il est intéressant de noter que les valeurs moyennes de l'ensemble des suivis pour les stations de la darse 2 sont parmi des plus faibles avec des valeurs moyennes proches de 0.05 mg/kg sec.

La station ES1 semble suivre une tendance à la baisse de la concentration en mercure dans les sédiments superficiels avec une diminution progressive des teneurs depuis le début du suivi.

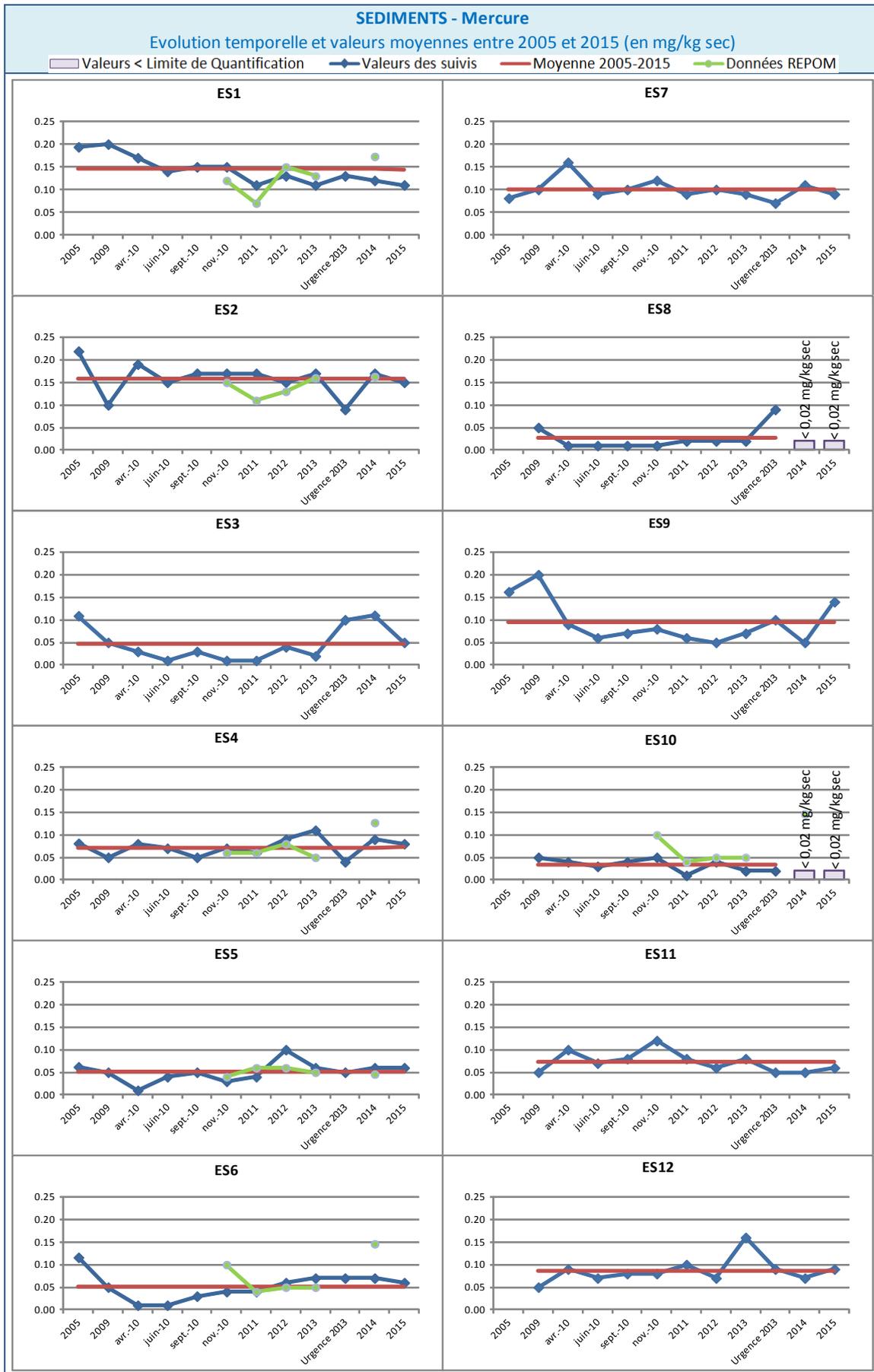


Figure 33 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le mercure dans les sédiments.

### 4.9.3. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES DISPONIBLES

Les valeurs en mercure relevées dans le cadre du suivi REPOM sont en adéquation avec celles relevées dans le cadre du suivi d’EveRé.

### 4.9.4. NORMALISATION

La figure suivante présente la relation entre le mercure et la fraction fine (premier paramètre de normalisation).

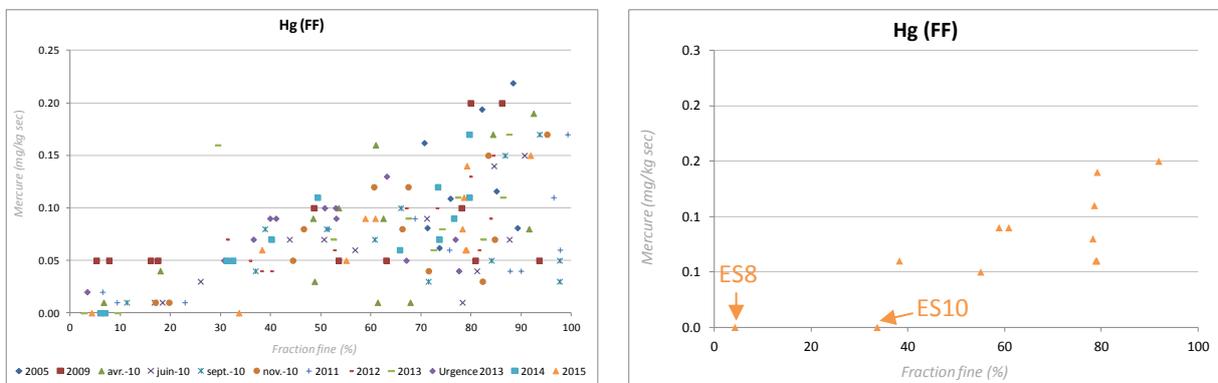


Figure 34 : Normalisation du mercure par la fraction fine dans les sédiments.

La figure suivante présente la relation entre le mercure et l’aluminium (deuxième paramètre de normalisation).

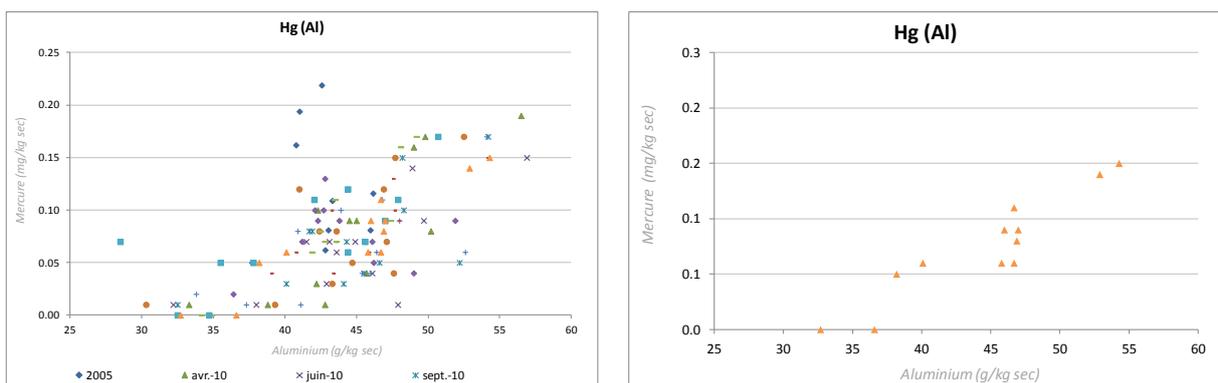


Figure 35 : Normalisation du mercure par l’aluminium dans les sédiments.

La corrélation entre le mercure et la fraction fine est assez bien marquée sur l’ensemble des données des suivis.

Les stations ES8 et ES10, ayant une valeur inférieure à la limite de quantification en 2015, se distinguent très nettement des autres stations en apparaissant sur l'axe des abscisses (même observation pour les valeurs de 2014 pour les mêmes stations).

## 4.10. NICKEL

### 4.10.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en nickel au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.

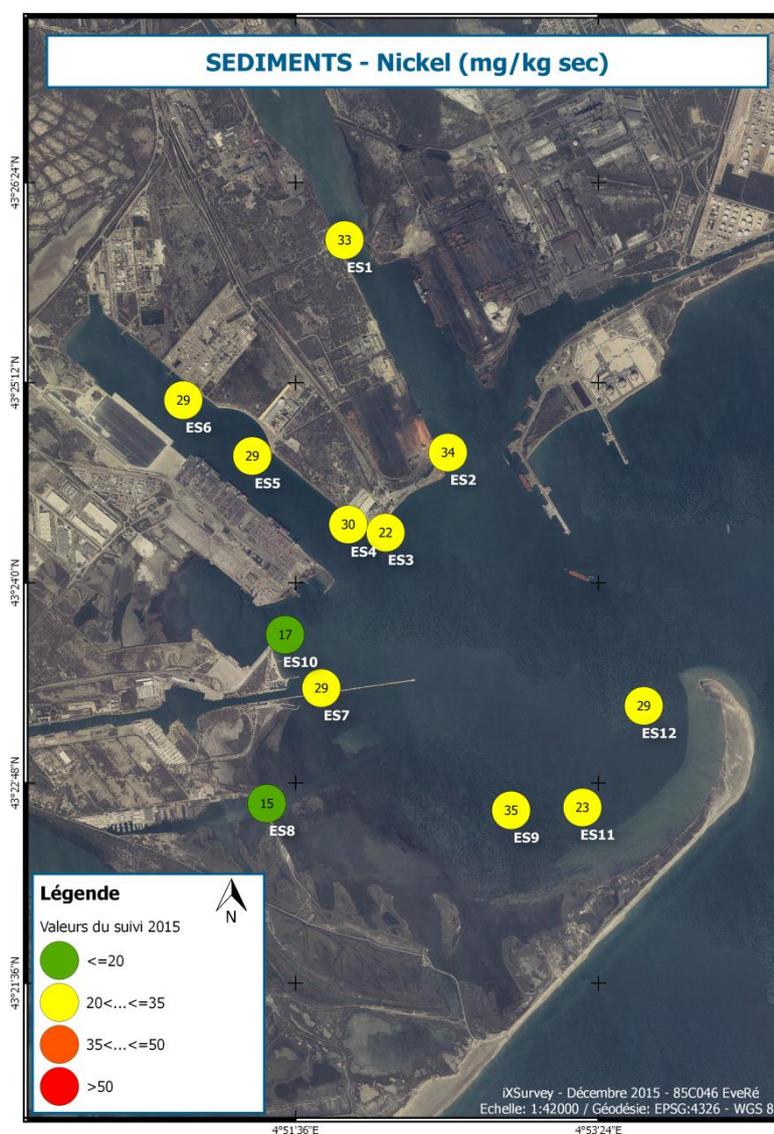


Figure 36 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le nickel dans les sédiments.

Les teneurs en nickel sont faibles à modérées sur l'ensemble de la zone d'étude avec des valeurs comprises entre 15 mg/kg sec au minimum (station ES8) et 35 mg/kg sec au maximum (station ES9).

Juillet 2016

Référence Document iXSurvey : iXSurvey\_EveRe\_SuiviEnvironnemental2015\_RapportFinal\_V2.0

D'une façon générale, les teneurs en nickel les plus élevées se rencontrent au niveau des tables mytilicoles (station ES9) et au niveau des stations des darses.

#### 4.10.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de nickel pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne du nickel sur l'ensemble du suivi et courbe verte : données du suivi REPOM).

##### **DONNEES 2015**

Les teneurs en nickel obtenues en 2015 sont similaires à celles de 2014 pour 8 stations (principalement situées dans les darses) sur les 12 étudiées. Pour les stations restantes, une diminution de 8 mg/kg sec se note au niveau de la station ES3, et des augmentations proches de 14 mg/kg sec s'observent au niveau des stations ES9 et ES12.

Concernant la station ES7 où la valeur en nickel n'a pas pu être déterminée avec précision l'année passée (valeur inférieure à la limite de quantification du laboratoire fixée à 2 mg/kg sec) elle est cette année de nouveau dans le même ordre de grandeur des suivis précédents 2014.

##### **TENDANCES GLOBALES**

Stations relativement stables : ES1, ES2, ES3, ES4, ES5, ES6, ES7, ES10 et ES11

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 15 mg/kg sec): ES8, ES9 et ES12

Globalement, les teneurs en nickel sont relativement stables pour l'ensemble des stations de la zone d'étude tout le long du suivi environnemental. Les augmentations ou diminutions brutales notées notamment en 2009 et 2013 semblent être des observations ponctuelles.

*☞ Les valeurs moyennes de l'ensemble des suivis semblent indiquer une contamination plus marquée au niveau des darses avec une valeur aux alentours de 30 mg/kg sec.*

---

#### 4.10.3. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES DISPONIBLES

Les valeurs en nickel obtenues dans le cadre du suivi d'EveRé avoisinent celles collectées lors des suivis REPOM, excepté au niveau de la station ES10 où les teneurs sont plus faibles.

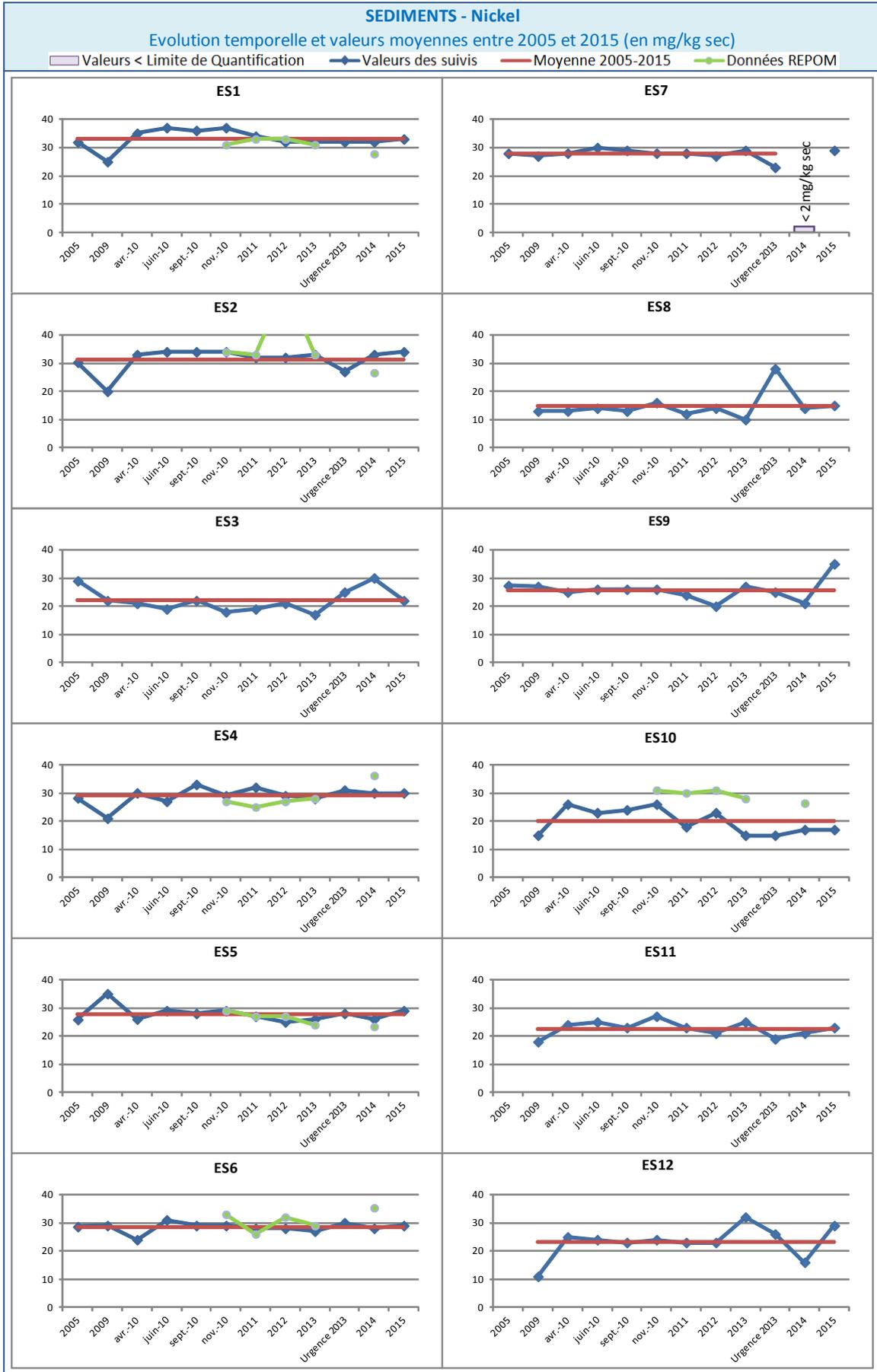


Figure 37 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le nickel dans les sédiments.

#### 4.10.4. NORMALISATION

La figure suivante présente la relation entre le nickel et la fraction fine (premier paramètre de normalisation).

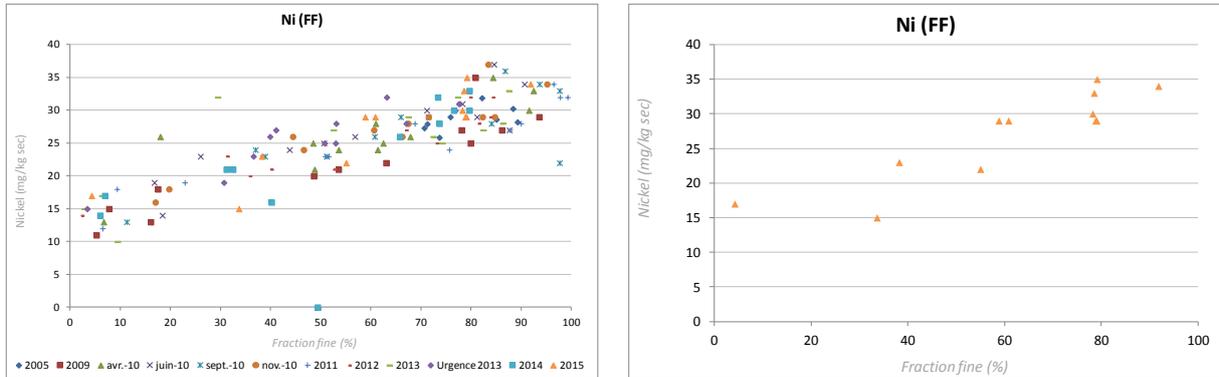


Figure 38 : Normalisation du nickel par la fraction fine dans les sédiments.

La figure suivante présente la relation entre le nickel et l’aluminium (deuxième paramètre de normalisation).

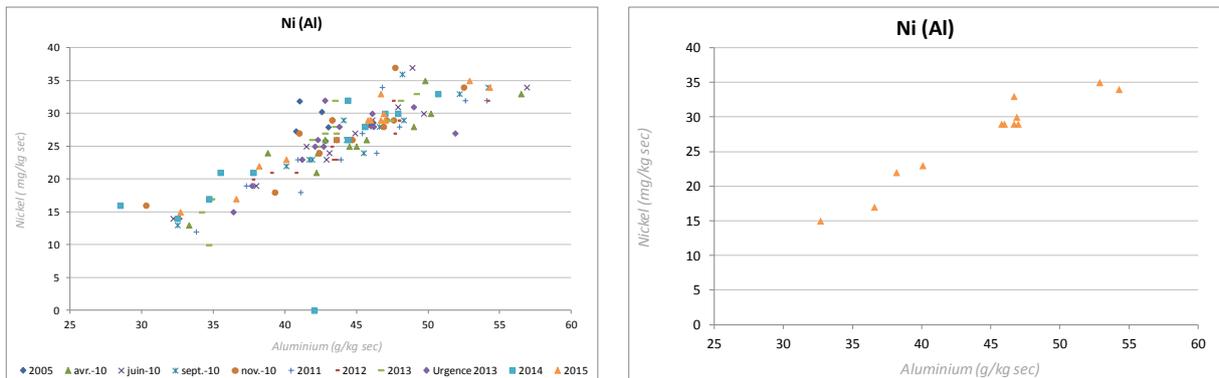


Figure 39 : Normalisation du nickel par l'aluminium dans les sédiments.

La corrélation entre le nickel et les deux paramètres de normalisation apparaît clairement aussi bien pour les données du suivi de 2015.

La station ES7 ayant une valeur inférieure à la limite de quantification en 2014, se distingue très nettement des autres stations.

## 4.11. PLOMB

### 4.11.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en plomb au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.



Figure 40 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le plomb dans les sédiments.

Les teneurs en plomb sont assez hétérogènes sur l'ensemble de la zone d'étude et varie de 8 mg/kg sec au minimum (station ES8) à 34 mg/kg sec au maximum (station ES9). D'une façon générale, les teneurs en plomb les plus élevées se rencontrent au niveau de la station des tables mytilicoles (station ES9) et celles de la darse 1 (stations ES1 et ES2).

### 4.11.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de plomb pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne du plomb sur l'ensemble du suivi et courbe verte : données du suivi REPOM).

#### DONNEES 2015

Les valeurs de plomb obtenues en 2015 sont très proches de celles du suivi de 2014 pour les stations localisées dans les darses. La station ES9 subit une augmentation notable de la teneur en plomb dans les sédiments comparé aux valeurs de 2014. En effet, sa teneur a doublé (hausse de 17 mg/kg sec) en un an. Pour ce paramètre, la station ES7 qui avait une valeur en plomb inférieure à la limite de quantification du laboratoire fixée à 1 mg/kg sec en 2014 voit également sa teneur se réajuster en 2015 avec une valeur proche de celles des suivis précédents 2014.

#### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : ES3, ES4, ES5 et ES6

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 20 mg/kg sec): ES1, ES2, ES7, ES8, ES9, ES10, ES11 et ES12

Une continuité se note entre les teneurs en plomb des sédiments obtenues depuis le début des suivis pour chacune des stations étudiées.

L'amplitude de variation entre les valeurs extrêmes est très faible pour les stations de la darse 2.

*☞ Les valeurs moyennes issues de l'ensemble des suivis indiquent une contamination plus élevée dans la darse 1 (stations ES1 et ES2) avec une valeur proche de 30 mg/kg sec.*

### 4.11.3. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES

#### DISPONIBLES

Les valeurs en plomb mesurées dans le cadre du suivi REPOM sont du même ordre de grandeur que les valeurs obtenues pour le suivi d'EveRé, excepté pour la station ES10 où les données REPOM sont supérieures.

Les variations temporelles coïncident fortement pour les stations localisées dans la darse 1

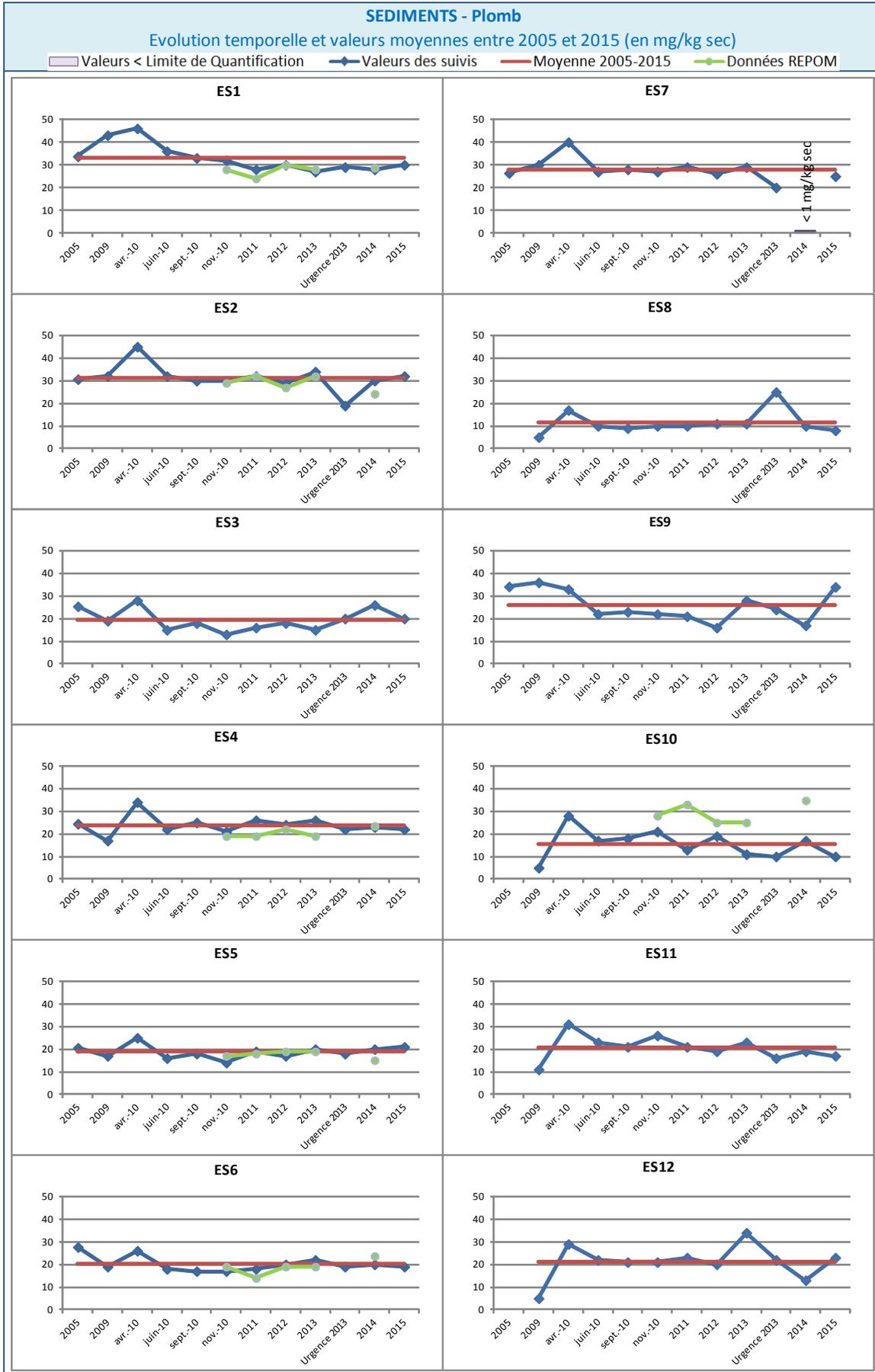


Figure 41 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le plomb dans les sédiments.

#### 4.11.4. NORMALISATION

La figure suivante présente la relation entre le plomb et la fraction fine (premier paramètre de normalisation).

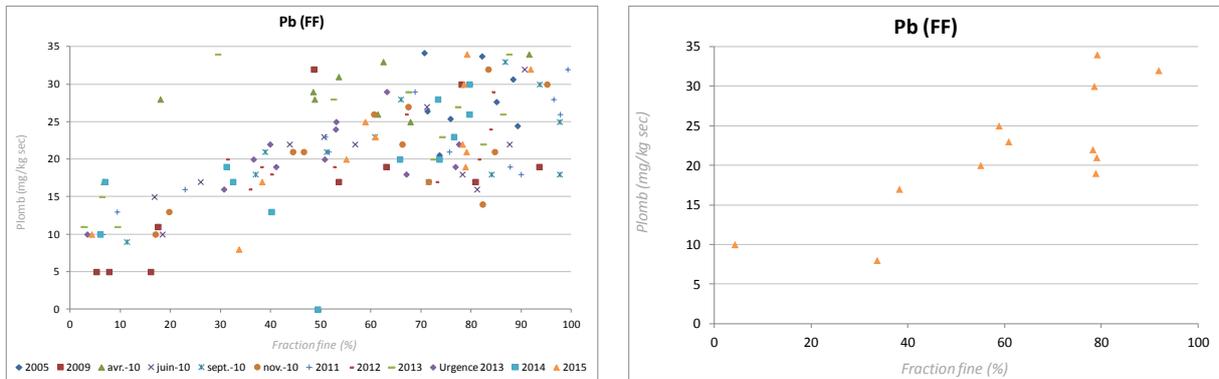


Figure 42 : Normalisation du plomb par la fraction fine dans les sédiments.

La figure suivante présente la relation entre le plomb et l'aluminium (deuxième paramètre de normalisation).

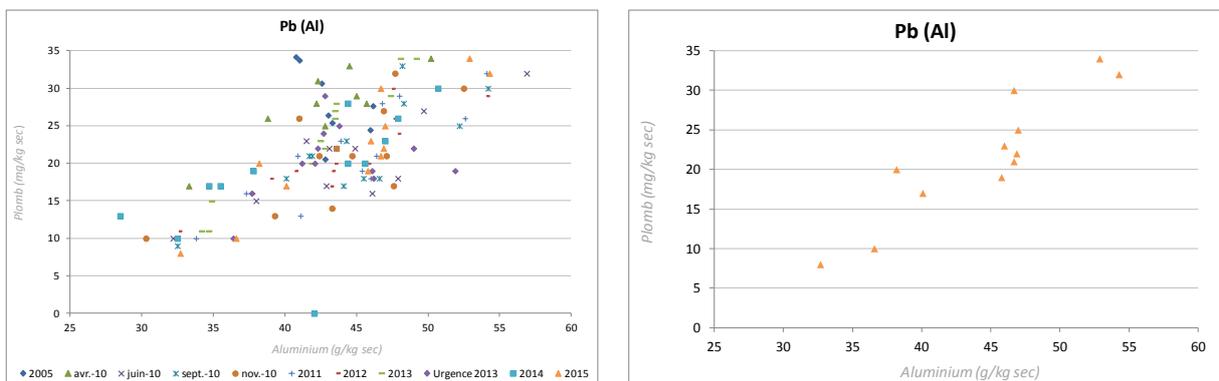


Figure 43 : Normalisation du plomb par l'aluminium dans les sédiments.

La normalisation des teneurs en plomb montre une corrélation bien marquée du plomb avec les deux paramètres de normalisation. En effet, les teneurs en plomb les plus élevées sont majoritairement associées aux valeurs en fraction fine et en aluminium les plus élevées.

La station ES7, ayant une valeur inférieure à la limite de quantification en 2014, se distingue très nettement des autres stations.

## 4.12. ZINC

### 4.12.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en zinc au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.



Figure 44 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le zinc dans les sédiments.

L'ensemble des teneurs en zinc sont faible à modéré sur l'ensemble de la zone d'étude et varie de 42 mg/kg sec au minimum (station ES8) à 137 mg/kg sec au maximum (station ES9). D'une façon générale, les teneurs en zinc les plus élevées se rencontrent au niveau des stations de la darse 1 et au niveau des tables mytilicoles avec des valeurs supérieures à 100 mg/kg sec.

### 4.12.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de zinc pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne du zinc sur l'ensemble du suivi et courbe verte : données du suivi REPOM).

#### DONNEES 2015

Les teneurs en zinc obtenues en 2015 sont dans la continuité de celles de 2014 pour la majorité des stations. Une hausse relativement importante s'observe de nouveau pour la station ES9 avec une augmentation surprenante de 68 mg/kg sec.

Concernant la station ES7 où la valeur en nickel n'a pas pu être déterminée avec précision l'année passée (valeur inférieure à la limite de quantification du laboratoire fixée à 5 mg/kg sec) elle est cette année de nouveau dans le même ordre de grandeur des suivis précédents 2014.

#### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : ES1, ES2, ES3, ES4, ES5, ES6 et ES7

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 40 mg/kg sec): ES8, ES9, ES10, ES11 et ES12

Globalement, les niveaux de contamination en zinc sont relativement stables d'une année à l'autre au niveau de chacune des stations avec une amplitude relativement faible entre les valeurs extrêmes.

*☞ Au regard des valeurs moyennes de l'ensemble des suivis, la contamination des sédiments semble être plus forte au niveau des stations de la darse 1 avec une valeur moyenne proche de 100 mg/kg sec.*

### 4.12.3. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES

Les valeurs en zinc relevées dans le cadre du suivi REPOM sont également du même ordre de grandeur que les valeurs obtenues pour le suivi d'Everé, excepté pour la station ES10 où les données REPOM sont supérieures d'environ 20 mg/kg sec.

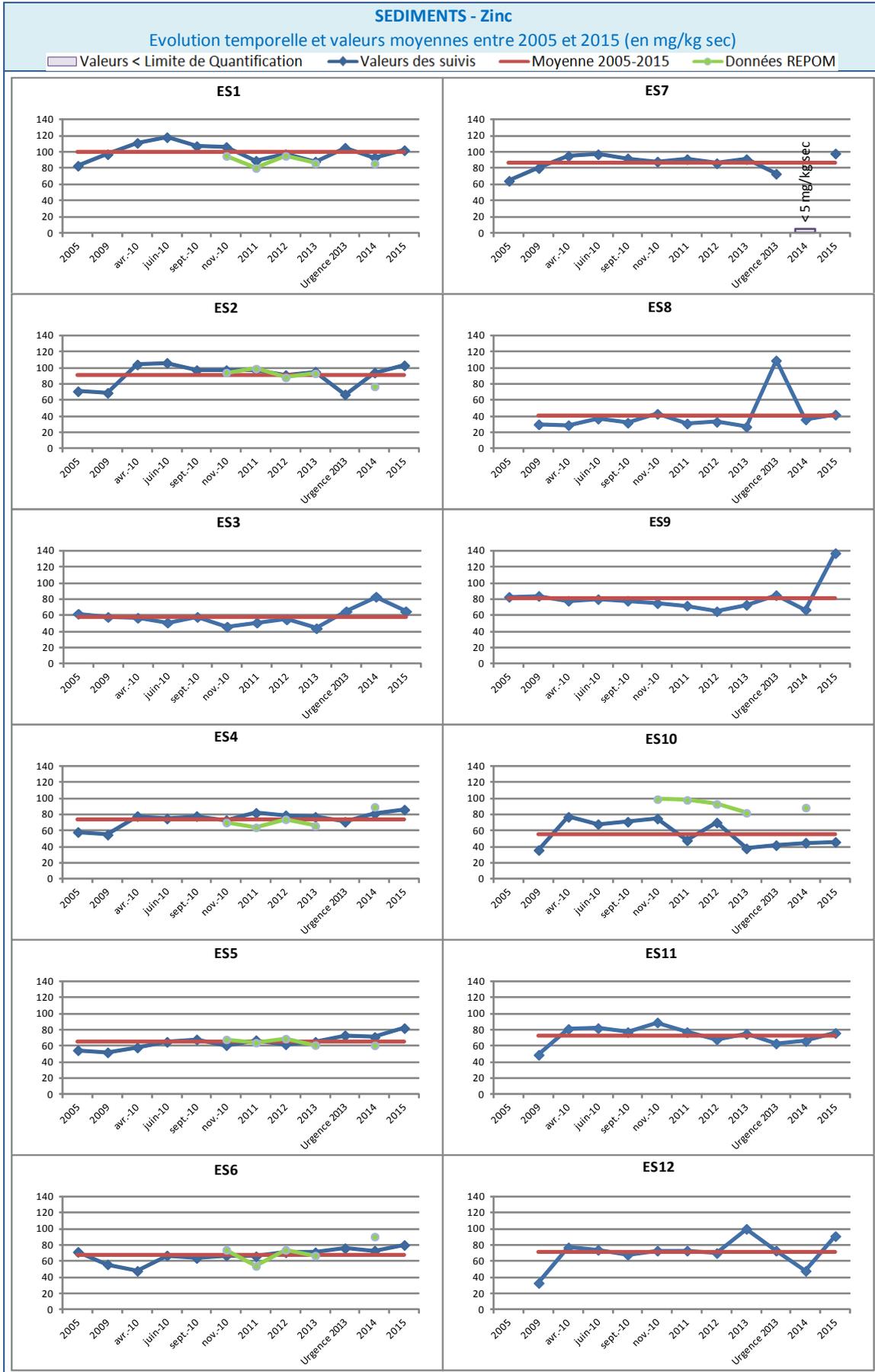


Figure 45 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le zinc dans les sédiments.

### 4.12.4. NORMALISATION

La figure suivante présente la relation entre le zinc et la fraction fine (premier paramètre de normalisation).

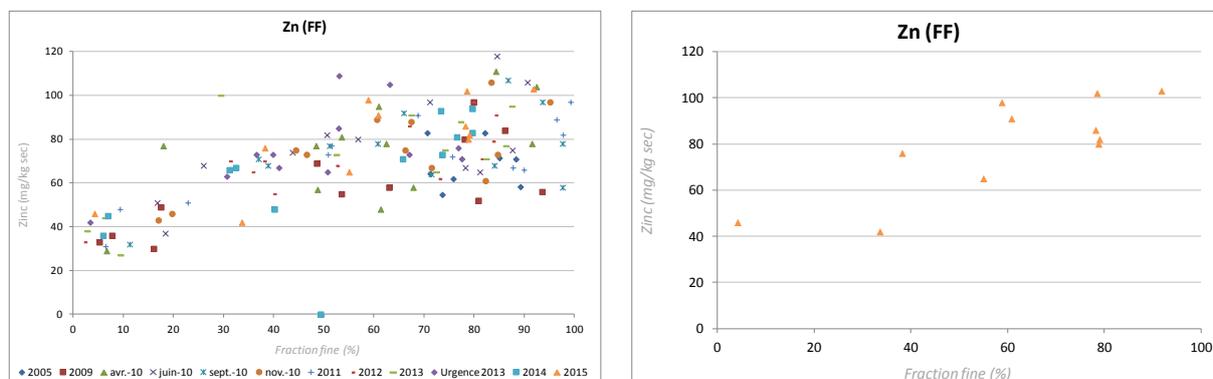


Figure 46 : Normalisation du zinc par la fraction fine dans les sédiments.

La figure suivante présente la relation entre le plomb et l’aluminium (deuxième paramètre de normalisation).

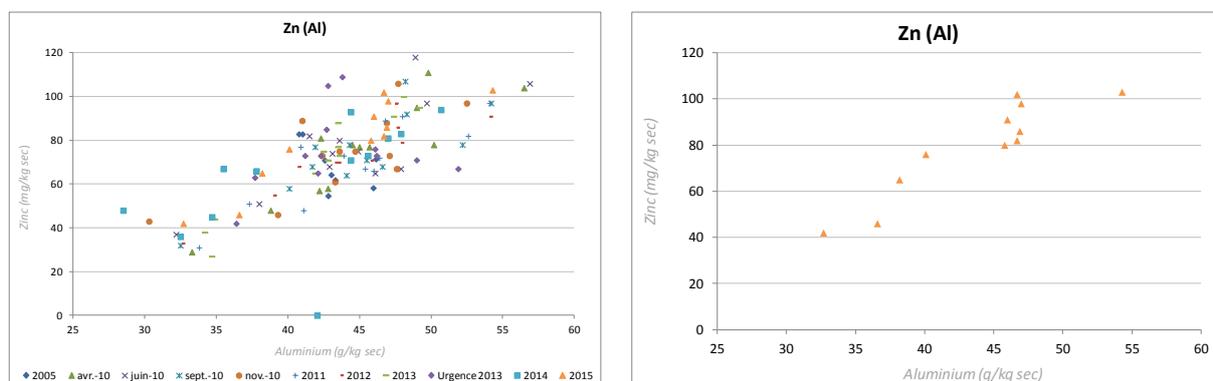


Figure 47 : Normalisation du zinc par l’aluminium dans les sédiments.

La corrélation entre le zinc et les deux paramètres de normalisation est présente, mais peu marquée. La station ES7, ayant une valeur inférieure à la limite de quantification en 2014, elle se distingue très nettement des autres stations.

## 4.13. DIOXINES ET FURANNES

### 4.13.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en PCDD’F (somme des 17 congénères de PCDD et PCDF) au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.

Juillet 2016

Référence Document iXSurvey : iXSurvey\_EveRe\_SuiviEnvironnemental2015\_RapportFinal\_V2.0

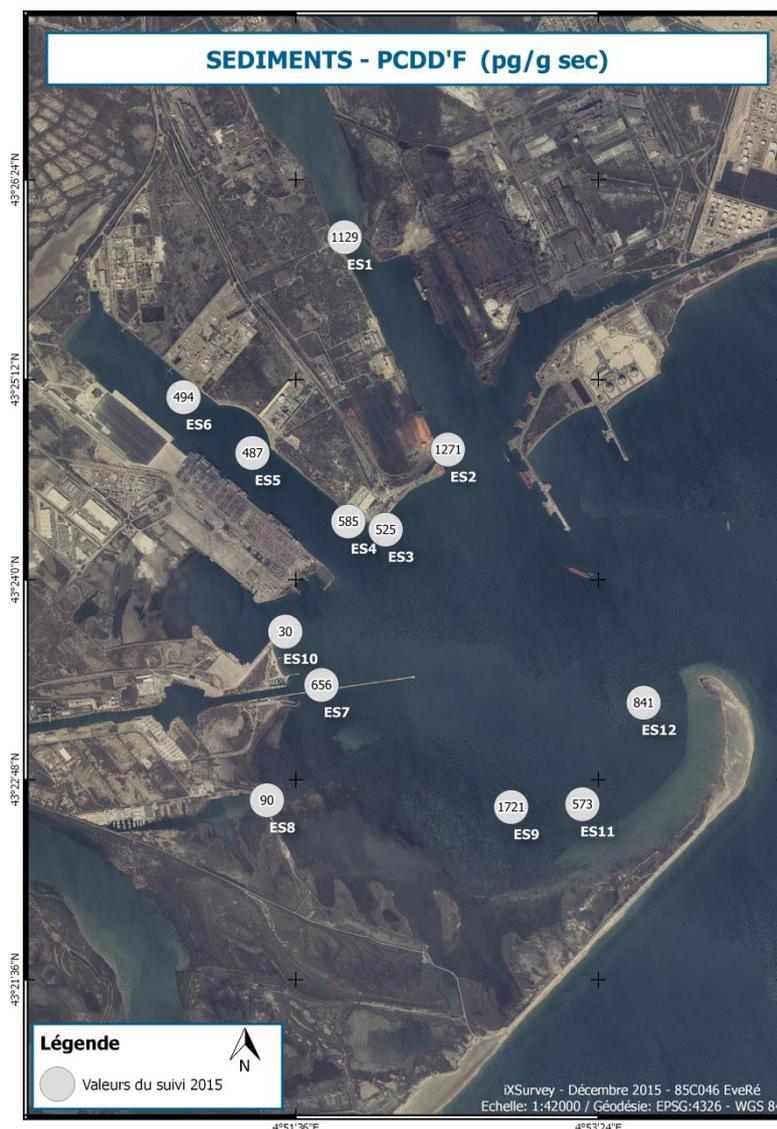


Figure 48 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour les PCDD'F dans les sédiments.

L'ensemble des teneurs en PCDD'F est relativement varié sur l'intégralité de la zone d'étude. Elles sont comprises entre 30 pg/g sec au minimum (station ES10) et 1721 pg/g sec au maximum (station ES9). D'une façon générale, les teneurs en PCDD'F les plus élevées se rencontrent au niveau des stations de la darse 1 et celle des tables mytilicoles.

#### 4.13.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données des PCDD'F pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne des PCDD'F sur l'ensemble du suivi).

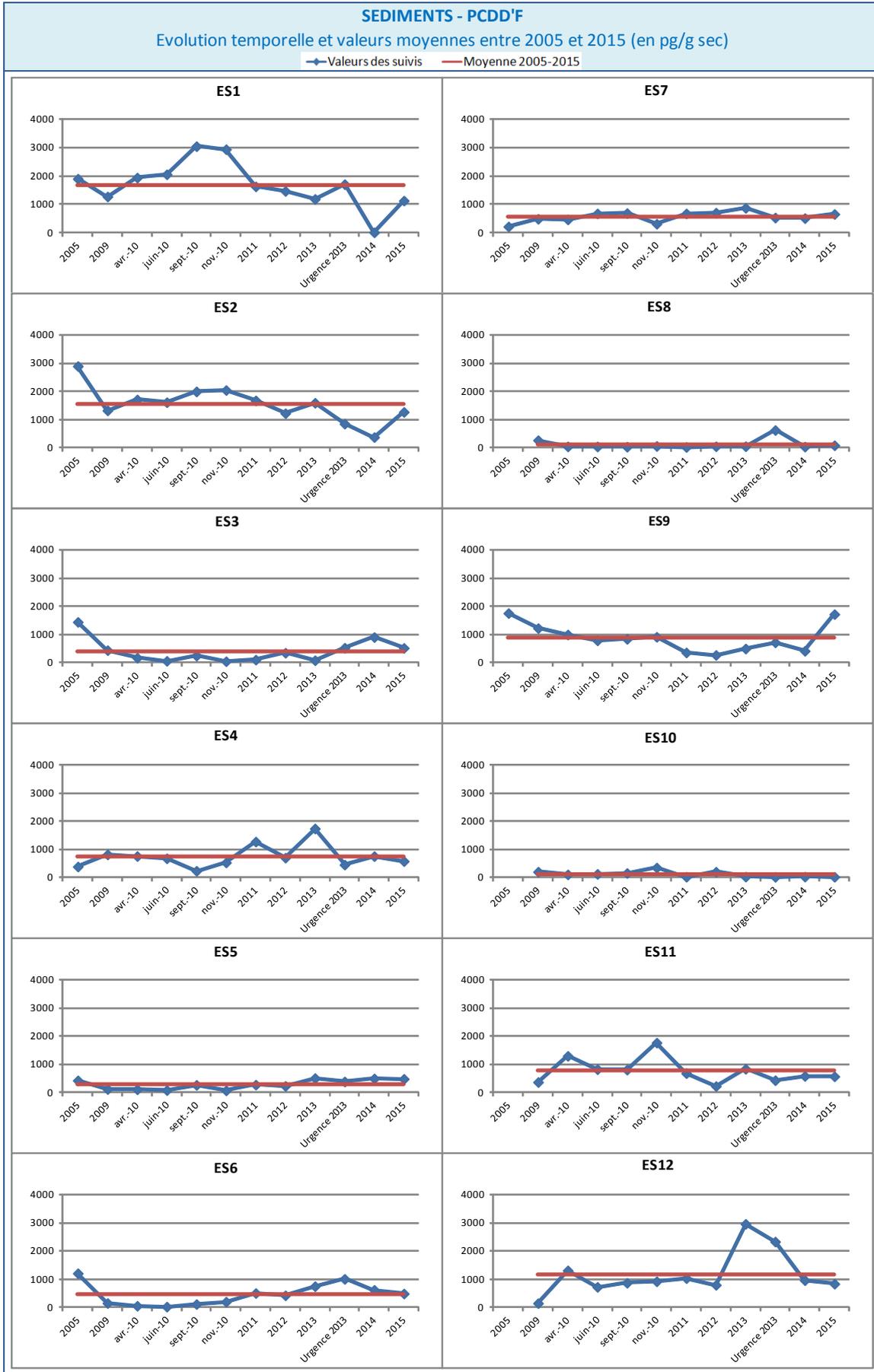


Figure 49 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour les PCDD'F dans les sédiments.

### DONNEES 2015

Les valeurs de dioxines et furanes obtenues en 2015 sont proches des valeurs de 2014 pour la majorité des stations. Une légère augmentation s’observe au niveau des deux stations des darses induisant un rapprochement vers la valeur moyenne de l’ensemble des suivis. Une hausse de la teneur en PCDD’F se note également au niveau de la station ES9, plaçant la valeur de 2015 au même niveau que celle du suivi de 2009.

### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : ES5, ES7, ES8 et ES10

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 1000 pg/g sec): ES1, ES2, ES3, ES4, ES6, ES9, ES11 et ES12

Globalement, les niveaux de contamination en dioxines et furanes sont relativement stables d’une année sur l’autre pour plus de la moitié des stations. L’écart maximal s’observe au niveau de la station ES1, avec un écart de 3036 pg/g sec, soit 3.04 pg/g sec entre la teneur mesurée en septembre 2010 et 2014. Il est important de préciser que ces variations sont étudiées à l’échelle du picogramme, ce qui est très fin.

☞ *Au regard des valeurs moyennes de l’ensemble des suivis, la contamination des sédiments superficiels en dioxines et furanes semble plus importante au niveau des deux stations de la darse 1 (stations ES1 et ES2) avec une valeur moyenne proche de 1 600 pg/g sec.*

### 4.13.3. NORMALISATION

La figure suivante présente la relation entre les PCDD’F et la fraction fine (premier paramètre de normalisation).

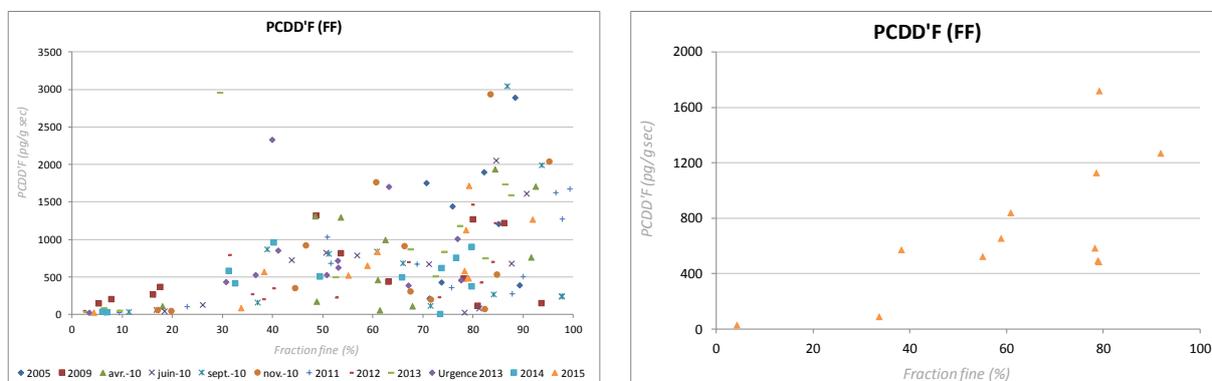


Figure 50 : Normalisation des PCDD’F par la fraction fine dans les sédiments.

La figure suivante présente la relation entre les PCDD’F et l’aluminium (deuxième paramètre de normalisation).

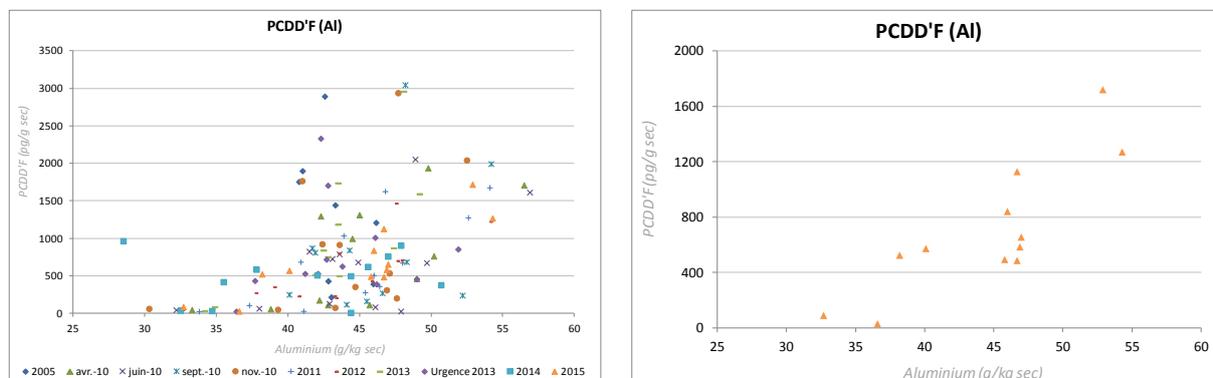


Figure 51 : Normalisation des PCDD’F par l’aluminium dans les sédiments.

La corrélation entre les PCDD’F et les deux paramètres de normalisation est présente, mais peu marquée.

## 4.14. PCB INDICATEURS

### 4.14.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en PCB indicateurs au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.

L’ensemble des teneurs en PCB<sub>i</sub> est faible sur l’ensemble de la zone d’étude. En effet, sur les 12 stations étudiées, les valeurs de tous les PCB indicateurs de 7 d’entre elles sont inférieures à la limite de quantification définie par le laboratoire d’analyse. Afin de ne pas assimiler ces PCB<sub>i</sub> à une teneur nulle, la valeur de 4.88 µg/kg sec leur a été affectée (selon la formule des suivis précédents PCB totaux = (PCB’s 118+138+153+180)/(0,41)).

D’une façon générale, les teneurs en PCB<sub>i</sub> les plus élevées se rencontrent au niveau des stations de la darse 1 ainsi qu’au niveau de la station ES9.

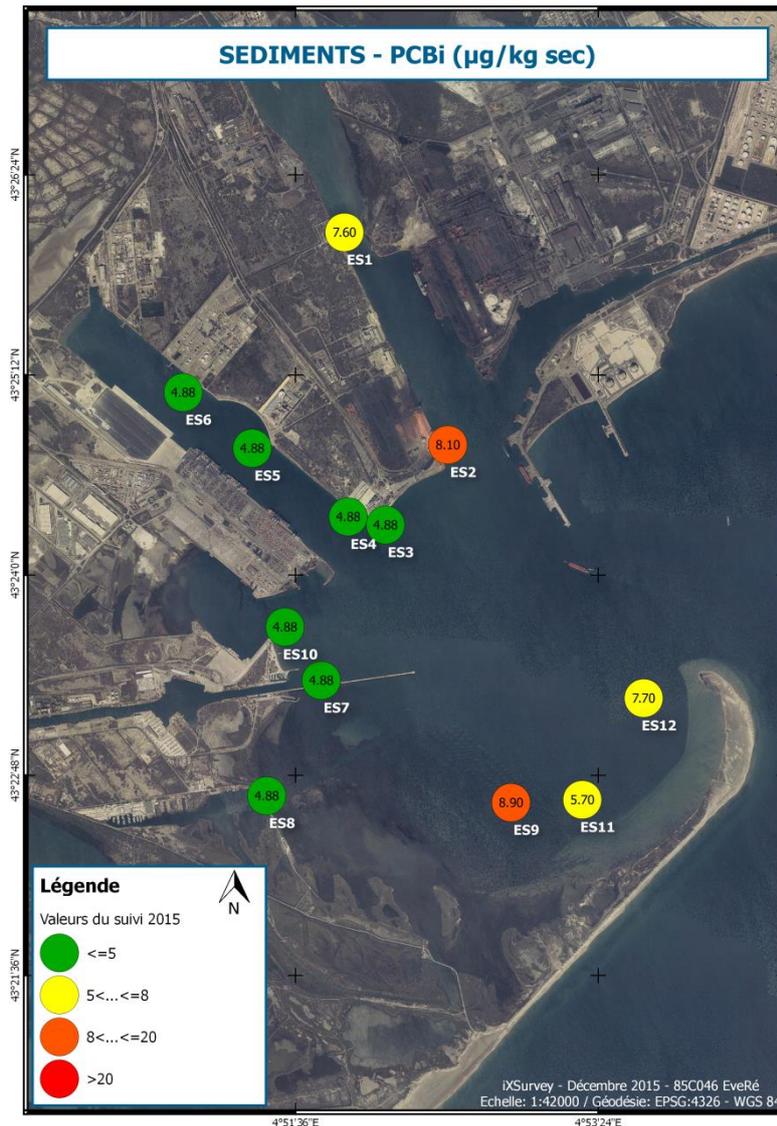


Figure 52 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour les PCB indicateurs dans les sédiments.

#### 4.14.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données des PCB<sub>i</sub> pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2012 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne des PCB<sub>i</sub> sur l'ensemble du suivi et courbe verte : données du suivi REPOM).

##### DONNEES 2015

Les valeurs de PCB<sub>i</sub> obtenues en 2015 sont inférieures à la valeur moyenne de l'ensemble des suivis pour 11 stations.

Les valeurs de 2015 suivent les mêmes tendances que celle de 2014 avec des valeurs relativement proche pour chacune des stations.

##### TENDANCES GLOBALES

Juillet 2016

Référence Document iXSurvey : iXSurvey\_EveRe\_SuiviEnvironnemental2015\_RapportFinal\_V2.0

Stations relativement stables : ES3, ES4, ES5, ES6, ES7, ES8, ES9, ES10 et ES11

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 10 µg/g sec): ES1, ES2 et ES12

Les PCB indicateurs ne sont étudiés que depuis la campagne de suivi de 2012 dans la matrice « sédiment ». Les niveaux de contamination en PCB<sub>i</sub> sont très stables d'une année à l'autre pour 9 stations. La plus forte variation s'observe au niveau de la station ES12 avec un écart de 24.46 µg/kg sec entre la teneur mesurée lors du suivi de 2013 et celle lors du suivi d'urgence 2013 et 2014.

☞ *Au regard des valeurs moyennes de l'ensemble des suivis, la contamination en PCB<sub>i</sub> dans les sédiments marins superficiels semble être plus élevée au niveau des deux stations de la darse 1 avec une valeur moyenne supérieure à 10 µg/kg sec.*

---

### 4.14.3. COMPARAISON AVEC LES DONNEES EXISTANTES

À titre indicatif, les valeurs en PCB<sub>i</sub> collectées dans le cadre du suivi REPOM coïncident avec celles obtenues en 2015 au niveau des 6 stations dont la localisation est similaire. En effet, ces valeurs sont largement inférieures à 20 µg/kg sec et les variations temporelles, que ce soit pour les valeurs du suivi REPOM ou le suivi d'EveRé, évoluent de façon semblable. La diminution observée au niveau de la station ES1 de 2012 au suivi d'urgence de 2013 en est un très bon exemple.

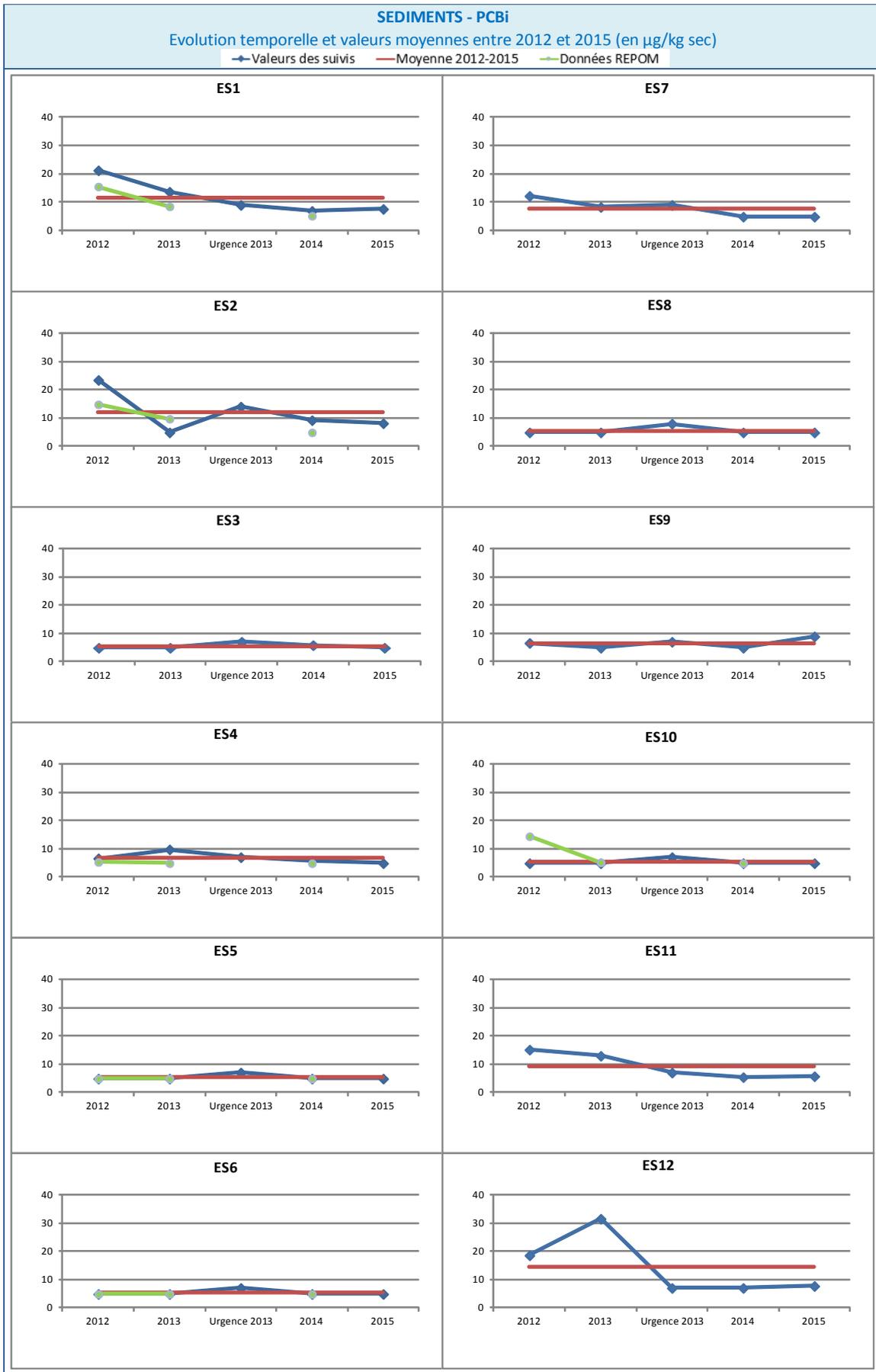


Figure 53 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour les PCB indicateurs dans les sédiments.

Juillet 2016

Référence Document iXSurvey : iXSurvey\_EveRe\_SuiviEnvironnemental2015\_RapportFinal\_V2.0

### 4.14.4. NORMALISATION

La figure suivante présente la relation entre les PCB indicateurs et la fraction fine (premier paramètre de normalisation).

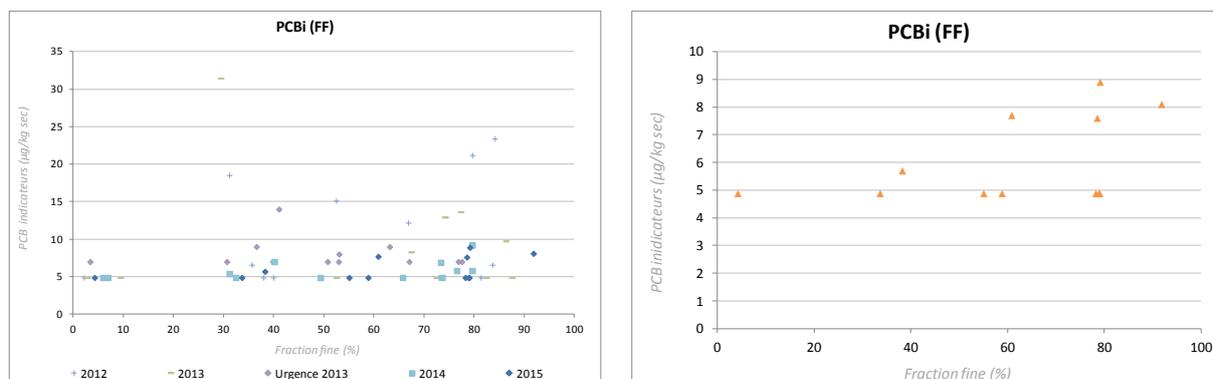


Figure 54 : Normalisation des PCB indicateurs par la fraction fine dans les sédiments.

La figure suivante présente la relation entre les PCB indicateurs et l'aluminium (deuxième paramètre de normalisation).

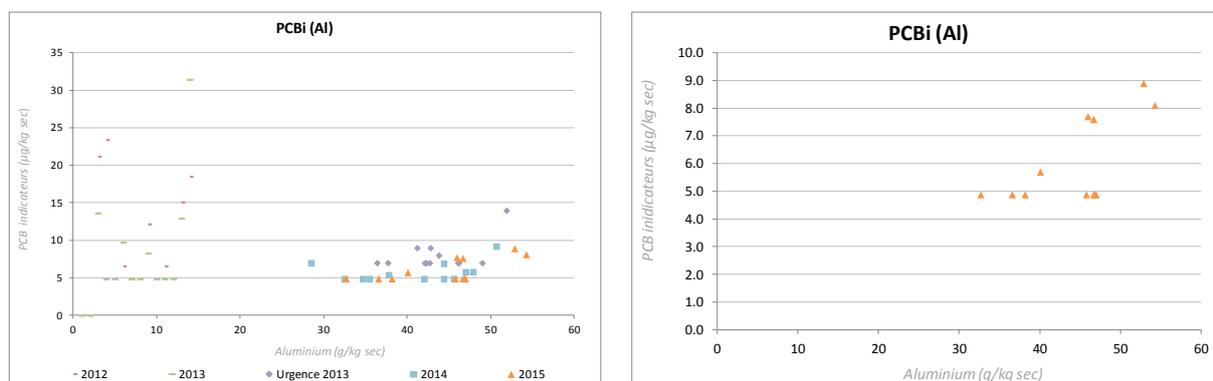


Figure 55 : Normalisation des PCB indicateurs par l'aluminium dans les sédiments.

Aucune corrélation marquée ne peut être mise en évidence entre les PCB indicateurs et les deux paramètres de normalisation au regard des données de l'ensemble des suivis.

## 4.15. PCB-DL

### 4.15.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en PCB-DL au niveau des douze stations de prélèvement de sédiments obtenues lors du suivi 2015.

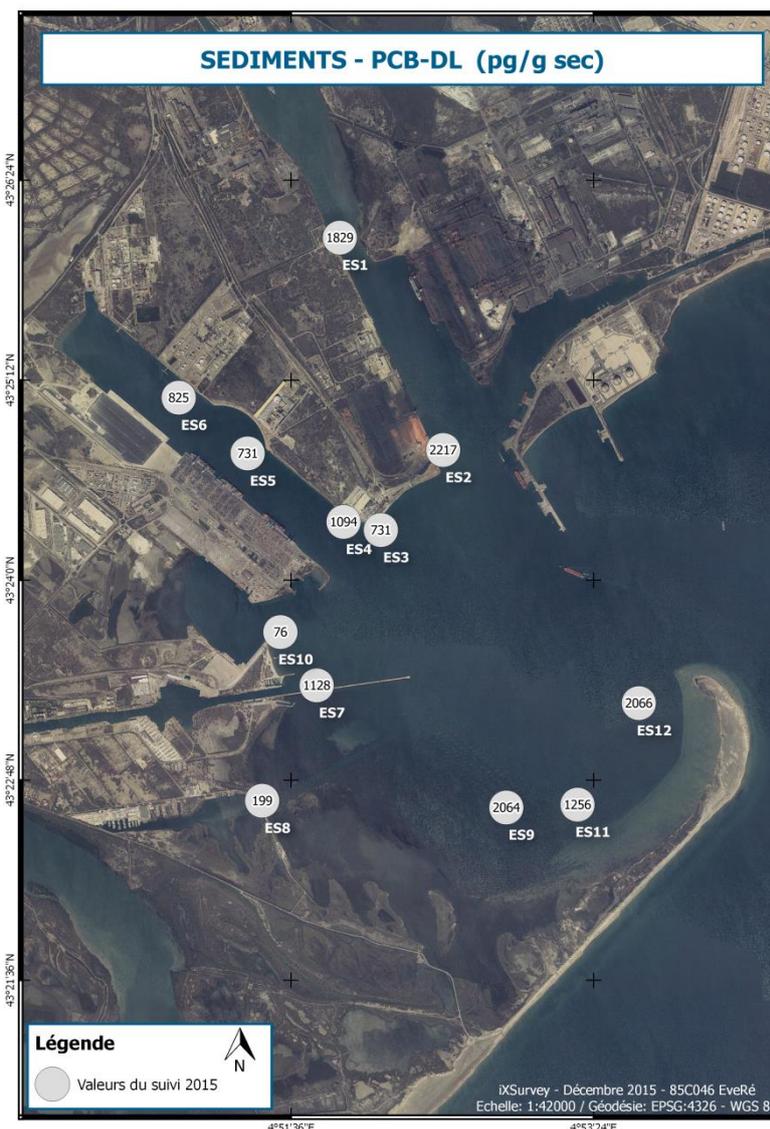


Figure 56 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour les PCB-DL dans les sédiments.

L'ensemble des teneurs en PCB-DL est relativement hétérogène sur l'ensemble de la zone d'étude. Ces teneurs varient de 76 pg/g sec au minimum (station ES8) à 2 217 pg/g sec au maximum (station ES2). D'une façon générale, les teneurs en PCB-DL les plus élevées se rencontrent au niveau des stations de la darse 1, du Sud de l'anse de Carteau.

#### 4.15.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données des PCB-DL pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi : courbe rouge : valeur moyenne des PCB-DL sur l'ensemble du suivi).

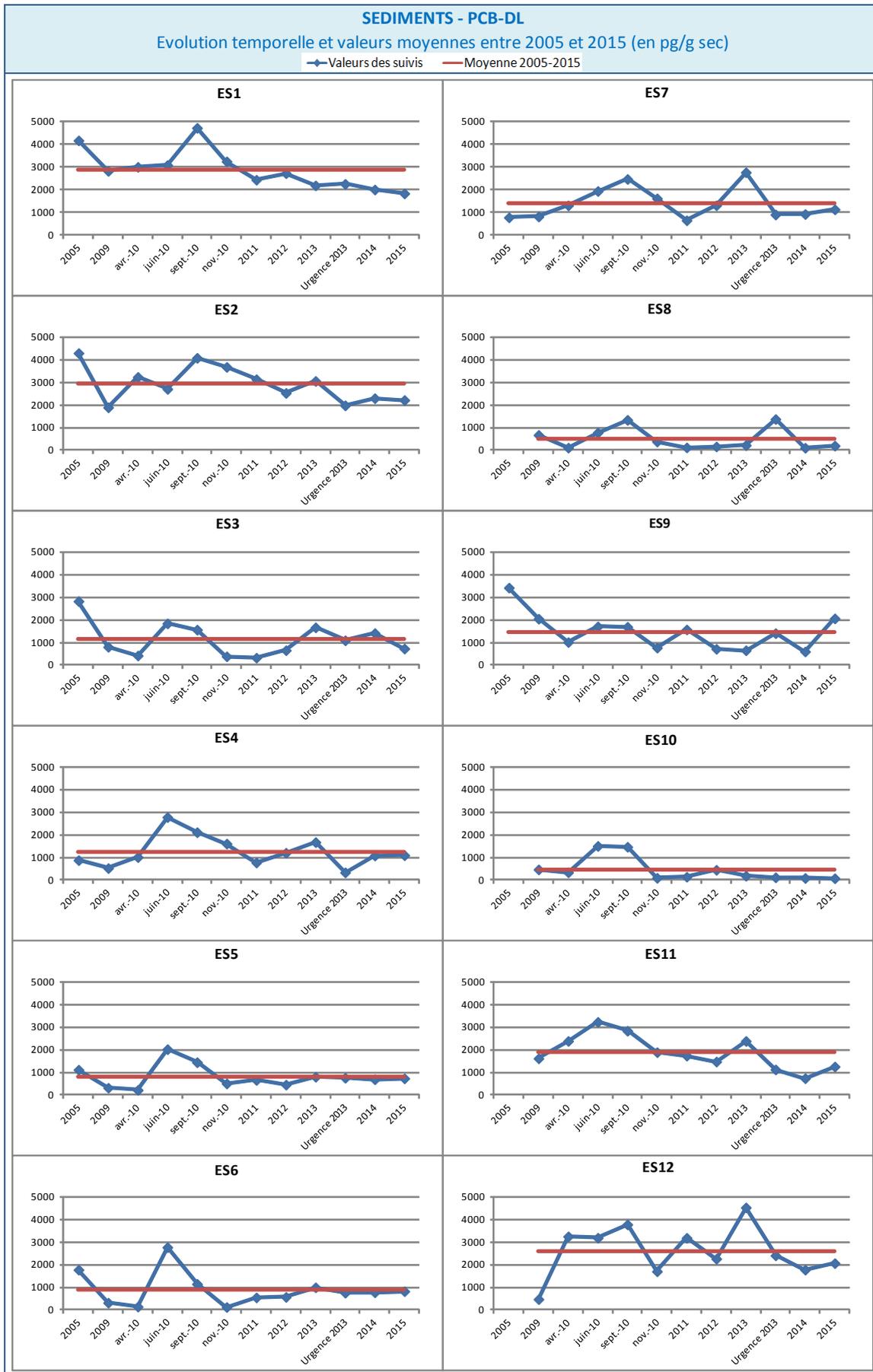


Figure 57 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour les PCB-DL dans les sédiments.

### DONNEES 2015

Entre le suivi réalisé en 2014 et celui de 2015, la concentration en PCB-DL est similaire pour la majorité des stations de la zone d'étude. Seule la valeur de la station ES9 subit une hausse assez marquée, passant de 601 pg/g sec à 2 064 pg/g sec. Il est également important de préciser que l'unité de ce paramètre, comme celui des dioxines et des furannes, est de l'ordre du picogramme.

### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : ES5, ES8 et ES10

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 2 000 µg/g sec): ES1, ES2, ES3, ES4, ES6, ES7, ES9, ES11 et ES12

Globalement, les niveaux de contamination en PCB-DL montrent une certaine variabilité temporelle et spatiale.

☞ *La valeur moyenne de l'ensemble des suivis indique une teneur moyenne 3 fois plus élevée au niveau des stations de la darse 1 (station ES1 et ES2) avec une valeur moyenne proche de 3000 pg/g sec).*

### 4.15.3. NORMALISATION

La figure suivante présente la relation entre les PCB-DL et la fraction fine (premier paramètre de normalisation).

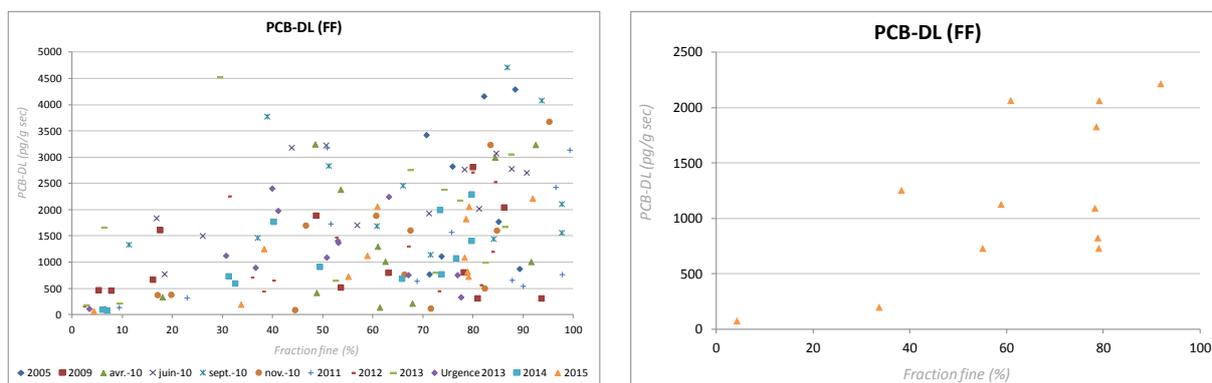


Figure 58 : Normalisation des PCB-DL par la fraction fine dans les sédiments.

La figure suivante présente la relation entre les PCB-DL et l'aluminium (deuxième paramètre de normalisation).

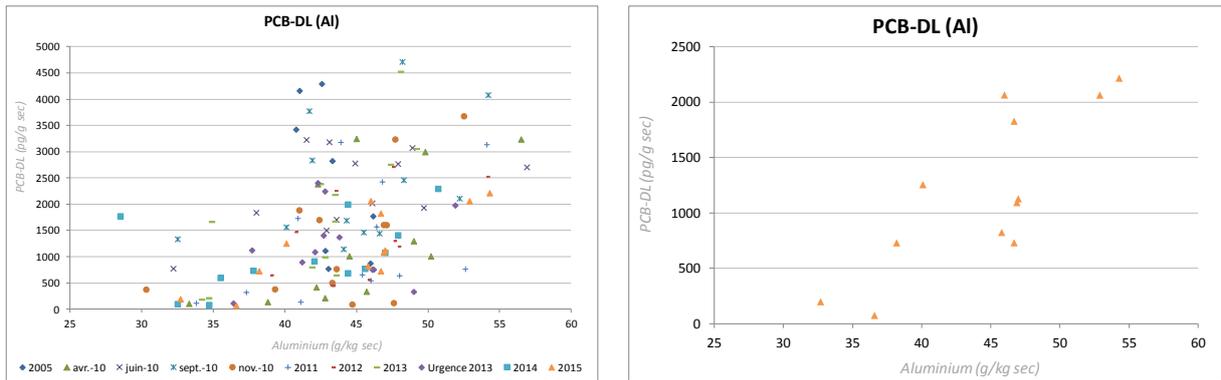


Figure 59 : Normalisation des PCB-DL par l'aluminium dans les sédiments.

Aucune corrélation marquée ne peut être mise en évidence entre les PCB-DL et les deux paramètres de normalisation au regard des données de l'ensemble des suivis.



**5. ÉTUDE DE LA QUALITE DU BIOTE**

---

## 5.1. RÉSULTATS BRUTS

Le tableau suivant présente l'ensemble des données brutes obtenues suite à l'analyse en laboratoire des moules acquises depuis le premier suivi en 2005 jusqu'à celui de 2015.

		MO1											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	gence 20	2014	2015
<b>MV</b>													
Aluminium	mg/kg	740.80	147.37	632.00	226.00		461.00	476.00	185.00	78.00	60.00	141.00	364.00
Arsenic	mg/kg	10.92	13.16	11.80	13.10		11.70	10.20	11.90	12.60	11.40	8.80	8.60
Cadmium	mg/kg	0.59	0.26	0.63	0.79		0.90	0.40	0.37	0.42	0.58	0.42	0.22
Chrome	mg/kg	2.09	0.50	4.00	5.70		11.20	13.30	3.20	1.60	1.00	1.10	1.40
Cuivre	mg/kg	6.62	4.74	9.80	6.60		9.40	7.20	4.90	4.90	5.80	4.20	3.50
Mercure	mg/kg	0.13	0.05	0.16	0.02		0.09	0.10	0.06	0.05	0.04	0.05	<0.01
Nickel	mg/kg	2.55	0.50	4.60	2.70		4.50	4.60	1.40	1.90	1.70	1.40	0.80
Plomb	mg/kg	4.18	0.79	4.50	2.40		2.60	4.60	4.70	1.80	2.40	1.40	0.90
Zinc	mg/kg	139.90	136.84	136.00	149.00		200.00	146.00	174.00	142.00	182.00	134.00	59.80
PCB ttx	µg/kg									44.15	19.00	35.96	25.20
PCDD'F	pg/g sec	72.30	18.45	89.04	22.24		82.06	60.63	20.56	12.44	9.00	26.57	28.08
PCBDL	pg/g sec	10723.78	7555.26	4390.34	4962.10		5191.95	5536.33	6706.76	3882.09	3541.00	4309.79	3788.55
PCDD'F	ITEQ pg/g sec	1.38	1.11	1.52	0.81		1.01		0.71	0.74	0.70	0.81	1.35
PCBDL	ITEQ pg/g sec	4.36	6.58	3.17	2.98		2.01		3.98	2.40	1.90	1.96	2.77

		MO2											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	gence 20	2014	2015
<b>MV</b>													
Aluminium	mg/kg	318.50	400.99	799.00	68.00	146.00	306.00	83.00	60.00	91.00	56.00	115.00	147.00
Arsenic	mg/kg	14.03	10.40	16.80	15.00	13.90	13.20	16.10	13.70	11.60	17.70	11.50	12.70
Cadmium	mg/kg	0.68	0.25	0.72	0.41	0.35	0.67	0.60	0.30	0.30	0.97	0.27	0.42
Chrome	mg/kg	1.53	1.49	3.00	1.80	1.10	9.10	5.60	4.97	1.20	0.90	0.50	0.60
Cuivre	mg/kg	6.47	4.46	9.30	5.20	5.50	7.20	4.40	3.50	4.40	6.30	3.50	3.80
Mercure	mg/kg	0.17	0.03	0.18	0.05	0.06	0.08	0.10	0.05	0.06	0.08	0.02	<0.01
Nickel	mg/kg	1.66	0.50	3.60	1.40	1.00	8.30	1.50	0.30	1.50	1.50	0.50	0.60
Plomb	mg/kg	1.75	0.74	1.60	0.60	0.50	0.90	1.00	1.20	0.80	1.40	0.60	0.80
Zinc	mg/kg	153.30	94.06	271.00	128.00	150.00	174.00	172.00	137.00	148.00	238.00	124.00	100.00
PCB ttx	µg/kg									55.37	34.60	41.91	33.80
PCDD'F	pg/g sec	76.95	38.76	86.60	16.57	81.79	106.15	23.54	16.92	12.82	34.00	14.88	19.32
PCBDL	pg/g sec	23934.98	9365.35	2786.13	4167.88	8705.20	7783.20	4188.61	5810.86	5116.04	2909.00	3844.85	3504.17
PCDD'F	ITEQ pg/g sec	2.00	1.22	1.67	0.77	2.07	0.85		0.68	0.64	0.70	0.98	1.19
PCBDL	ITEQ pg/g sec	12.25	7.52	1.54	2.91	4.27	4.47		3.66	2.98	1.90	2.88	3.18

		MO3											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	gence 20	2014	2015
<b>MV</b>													
Aluminium	mg/kg	393.90	149.32	379.00		94.00	294.00	54.00	57.00	23.00	128.00	116.00	82.00
Arsenic	mg/kg	14.38	10.86	15.20		16.60	15.50	16.50	13.70	15.40	14.90	12.50	15.90
Cadmium	mg/kg	0.64	0.23	0.52		0.46	0.65	0.70	0.31	0.50	0.46	0.26	0.40
Chrome	mg/kg	1.33	0.45	3.90		1.00	6.80	1.00	2.90	0.80	0.80	0.40	0.50
Cuivre	mg/kg	5.70	5.43	7.60		5.90	7.80	4.80	3.10	4.70	7.20	4.00	3.20
Mercure	mg/kg	0.16	0.04	0.17		0.10	0.10	0.10	0.05	0.07	0.06	0.03	<0.01
Nickel	mg/kg	2.69	0.40	3.10		1.20	5.40	1.00	0.40	1.70	1.60	0.60	0.70
Plomb	mg/kg	1.97	0.68	1.50		0.70	1.20	0.90	1.10	0.60	1.80	1.10	0.70
Zinc	mg/kg	173.10	95.02	195.00		197.00	204.00	157.00	90.10	130.00	144.00	98.30	151.00
PCB ttx	µg/kg									72.20	28.80	55.29	33.50
PCDD'F	pg/g sec	44.48	16.97	75.16		78.45	109.62	16.01	16.64	10.55	39.00	14.09	18.74
PCBDL	pg/g sec	10401.22	6411.31	3574.59		9158.60	6804.60	4492.84	4984.66	4064.79	4964.00	5107.16	3753.96
PCDD'F	ITEQ pg/g sec	1.59	0.53	1.31		1.74	0.79		0.64	0.74	1.30	0.58	1.20
PCBDL	ITEQ pg/g sec	5.67	6.11	2.06		5.35	5.25		3.15	3.32	3.30	3.70	3.83

		MO4											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	gence 20	2014	2015
<b>MV</b>													
Aluminium	mg/kg	389.50	316.24	510.00	113.00	59.00	338.00	83.00	300.00	125.00	244.00	67.00	112.00
Arsenic	mg/kg	13.73	11.11	15.00	18.80	15.50	15.90	13.40	14.80	15.80	16.30	12.90	13.10
Cadmium	mg/kg	0.40	0.21	0.48	0.51	0.43	0.59	0.30	0.34	0.36	0.34	0.25	0.19
Chrome	mg/kg	0.71	1.28	2.30	4.50	0.80	4.00	1.80	5.70	2.20	1.20	1.10	0.50
Cuivre	mg/kg	5.10	4.27	7.60	5.40	4.40	8.40	4.70	3.40	4.60	5.30	4.00	3.70
Mercure	mg/kg	0.11	0.03	0.13	0.08	0.10	0.10	0.10	0.05	0.05	0.05	0.03	<0.01
Nickel	mg/kg	1.32	0.40	3.40	2.00	1.00	3.40	1.40	1.30	2.00	1.70	1.00	0.50
Plomb	mg/kg	1.34	1.32	1.30	1.00	0.60	1.40	1.00	1.40	1.00	1.80	1.30	0.70
Zinc	mg/kg	125.00	85.47	171.00	187.00	161.00	214.00	114.00	139.00	113.00	118.00	105.00	66.30
PCB ttx	µg/kg									72.44	25.40	47.74	29.40
PCDD'F	pg/g sec	41.92	13.85	61.85	18.59	74.41	162.98	23.33	17.72	14.12	52.00	20.53	53.73
PCBDL	pg/g sec	13211.80	6786.75	4477.95	6350.81	10488.50	7709.20	4842.01	5927.09	4858.80	5423.00	5087.97	3438.91
PCDD'F	ITEQ pg/g sec	1.30	0.52	1.58	0.95	2.54	1.26		0.72	0.72	1.30	0.92	1.24
PCBDL	ITEQ pg/g sec	7.73	6.07	3.20	5.89	6.23	4.30		4.17	3.70	3.90	3.90	2.45

		MO5											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	gence 20	2014	2015
<b>MV</b>													
Aluminium	mg/kg	284.20	381.19	471.00	30.00		286.00	73.00	81.00	42.00	128.00	117.00	117.00
Arsenic	mg/kg	13.46	10.89	15.30	17.70		9.30	14.60	14.80	13.20	14.40	15.00	13.70
Cadmium	mg/kg	0.42	0.20	0.40	0.44		0.55	0.30	0.29	0.30	0.35	0.28	0.32
Chrome	mg/kg	0.81	0.99	4.10	1.10		6.30	1.30	1.80	0.90	0.80	1.40	0.60
Cuivre	mg/kg	5.21	5.45	8.50	5.20		7.60	4.20	3.20	5.40	5.80	3.50	3.70
Mercure	mg/kg	0.09	0.01	0.14	0.07		0.09	0.10	0.04	0.05	0.03	0.04	<0.01
Nickel	mg/kg	1.52	0.50	4.40	1.50		3.50	1.10	0.40	1.90	1.10	0.90	0.90
Plomb	mg/kg	1.49	0.99	0.80	0.80		1.00	0.80	1.10	0.50	1.40	0.90	0.90
Zinc	mg/kg	129.40	84.16	147.00	156.00		159.00	142.00	121.00	101.00	90.30	154.00	128.00
PCB ttx	µg/kg									51.46	31.30	38.02	24.40
PCDD'F	pg/g sec	51.10	19.60	84.75	17.15		165.74	26.70	18.18	12.35	53.00	25.18	22.75
PCBDL	pg/g sec	12056.92	6139.95	4086.47	6914.81		6235.10	4550.12	2636.51	4037.16	5224.00	3894.18	3315.25
PCDD'F	ITEQ pg/g sec	1.45	1.10	1.58	0.88		1.47		1.12	0.69	1.40	0.98	1.20
PCBDL	ITEQ pg/g sec	7.25	6.29	2.94	5.20		1.14		1.69	4.29	2.40	3.01	3.72

		MO6											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	gence 20	2014	2015
<b>MV</b>													
Aluminium	mg/kg	413.00	841.12	474.00	56.00		251.00	72.00		25.00	339.00	65.00	64.00
Arsenic	mg/kg	12.55	10.28	17.70	16.90		12.80	15.20		13.70	17.30	14.00	13.90
Cadmium	mg/kg	0.41	0.19	0.59	0.48		0.47	0.30		0.31	0.39	0.32	0.29
Chrome	mg/kg	0.95	2.34	4.30	3.90		14.10	1.20		0.70	5.10	0.50	0.30
Cuivre	mg/kg	5.73	6.07	8.80	5.70		6.90	5.10		5.20	5.70	4.70	3.60
Mercure	mg/kg	0.12	0.01	0.14	0.08		0.07	0.10		0.04	0.04	0.04	<0.01
Nickel	mg/kg	1.41	1.87	3.70	1.30		2.30	1.30		1.70	2.30	0.60	0.80
Plomb	mg/kg	1.28	1.40	1.60	0.90		0.80	0.90		0.50	1.30	1.00	1.30
Zinc	mg/kg	172.00	112.15	231.00	170.00		198.00	146.00		97.00	159.00	153.00	123.00
PCB ttx	µg/kg									54.88	31.00	50.07	22.10
PCDD'F	pg/g sec	129.44	23.22	355.99	26.66		161.57	46.04		9.27	45.00	70.30	38.15
PCBDL	pg/g sec	13745.46	5220.79	3367.55	5802.28		6601.80	4735.75		4175.23	4512.00	4315.01	2674.60
PCDD'F	ITEQ pg/g sec	2.48	1.07	3.90	1.20		2.30			0.62	1.20	0.66	1.18
PCBDL	ITEQ pg/g sec	7.84	5.09	3.57	5.66		3.64			3.88	2.40	4.30	3.44

		MO7											
Campagnes		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	gence 20	2014	2015
<b>MV</b>													
Aluminium	mg/kg	418.80	294.87	247.00	78.00	89.00	127.00	62.00	109.00	27.00	49.00	45.00	74.00
Arsenic	mg/kg	13.92	12.18	15.70	15.90	13.70	13.70	16.50	17.00	14.30	19.10	14.00	17.10
Cadmium	mg/kg	0.58	0.32	0.56	0.39	0.35	0.83	0.30	0.37	0.39	0.60	0.40	0.42
Chrome	mg/kg	1.34	1.28	1.10	1.50	0.90	2.10	0.80	1.70	0.60	0.70	0.40	0.50
Cuivre	mg/kg	6.35	8.97	8.80	6.70	6.00	9.20	6.40	5.50	5.70	7.50	5.00	5.50
Mercure	mg/kg	0.12	0.06	0.16	0.09	0.05	0.10	0.10	0.07	0.06	0.08	0.03	<0.01
Nickel	mg/kg	1.71	1.28	2.40	1.60	0.70	1.90	1.10	0.90	1.80	1.20	1.10	0.90
Plomb	mg/kg	1.46	1.28	1.50	0.90	0.80	1.60	0.80	1.50	0.50	1.10	1.30	0.80
Zinc	mg/kg	141.30	147.44	178.00	140.00	139.00	223.00	126.00	158.00	137.00	180.00	136.00	162.00
PCB ttx	µg/kg									79.51	47.10	38.14	42.10
PCDD'F	pg/g sec	57.32	46.83	98.97	35.61	34.16	150.67	36.30	36.95	16.18	47.00	26.77	33.25
PCBDL	pg/g sec	12657.91	15665.38	7085.56	5346.13	8572.05	9220.00	7200.44	9925.79	5908.83	6174.00	4657.52	4969.31
PCDD'F	ITEQ pg/g sec	1.87	2.94	1.85	1.23	1.00	2.15		1.32	1.06	1.40	1.13	1.31
PCBDL	ITEQ pg/g sec	7.64	13.33	4.30	4.01	4.71	5.07		5.64	5.13	2.40	4.41	4.76

Campagnes		MO9											
		2005	2009	avr.-10	juin-10	sept.-10	nov.-10	2011	2012	2013	gence 20	2014	2015
<b>MV</b>													
Aluminium	mg/kg	187.50	253.42	103.00	71.00	137.00	122.00	216.00	34.00	22.00	134.00	40.00	66.00
Arsenic	mg/kg	12.75	8.22	17.00	14.00	13.90	15.30	15.70	15.90	14.10	16.40	<0,1	15.90
Cadmium	mg/kg	0.41	0.27	0.52	0.35	0.59	0.42	0.30	0.26	0.46	0.35	<0,05	0.29
Chrome	mg/kg	0.55	0.70	1.40	1.20	1.90	1.40	1.00	0.50	0.50	0.60	<0,1	0.30
Cuivre	mg/kg	4.42	5.48	6.40	6.00	10.30	6.30	5.50	4.30	4.30	6.40	2.90	3.60
Mercure	mg/kg	0.12	0.05	0.14	0.10	0.06	0.08	0.10	0.05	0.08	0.04	0.03	<0.01
Nickel	mg/kg	0.89	0.70	2.80	1.10	3.30	1.40	1.40	0.40	1.10	1.00	0.10	0.40
Plomb	mg/kg	1.30	1.10	1.20	0.90	1.40	0.60	1.00	0.90	0.60	1.30	<0,1	0.40
Zinc	mg/kg	100.50	82.19	198.00	139.00	243.00	124.00	120.00	85.30	144.00	145.00	122.00	104.00
PCB ttx	µg/kg									63.66	21.80	35.77	33.50
PCDD'F	pg/g sec	49.31	25.38	106.27	30.09	144.73	126.84	16.90	13.76	10.26	38.00	17.03	18.45
PCBDL	pg/g sec	15767.72	7823.42	5236.32	5837.27	26842.80	7355.30	4967.94	5844.52	4184.49	5513.00	3590.42	3980.66
PCDD'F	ITEQ pg/g sec	1.42	1.95	1.72	1.52	2.43	1.73		0.75	0.68	1.10	0.74	1.32
PCBDL	ITEQ pg/g sec	9.01	4.97	3.19	4.65	14.45	4.16		5.08	3.19	2.90	2.68	4.62

## 5.2. INDICE DE CONDITION

L'indice de condition a été calculé sur chacune des neuf stations suite à des mesures biométriques sur quinze individus par station.

La figure suivante présente les valeurs d'indice de condition au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

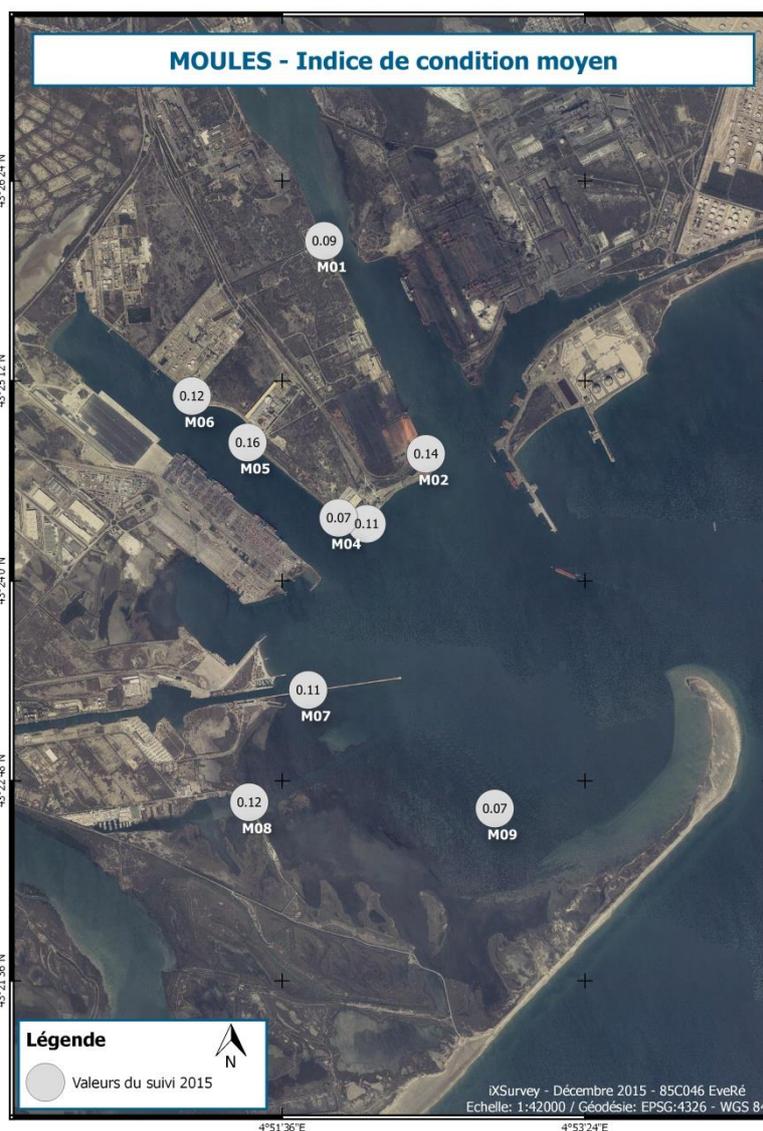


Figure 60 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour l'indice de condition.

Les moules sont des organismes filtreurs dont la capacité de filtration et donc de bioaccumulation des contaminants dans leurs chairs est fonction de leurs cycles biologiques. Les valeurs d'indice de condition varient de 0.09 au niveau de la station M01 située le plus au Nord de la Darse 1 à 0.16 au milieu de la

darse 2 (station M05). Les résultats obtenus lors du suivi de 2015 sont du même ordre de grandeur que ceux des précédents suivis.

## 5.3. ALUMINIUM

### 5.3.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en aluminium au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

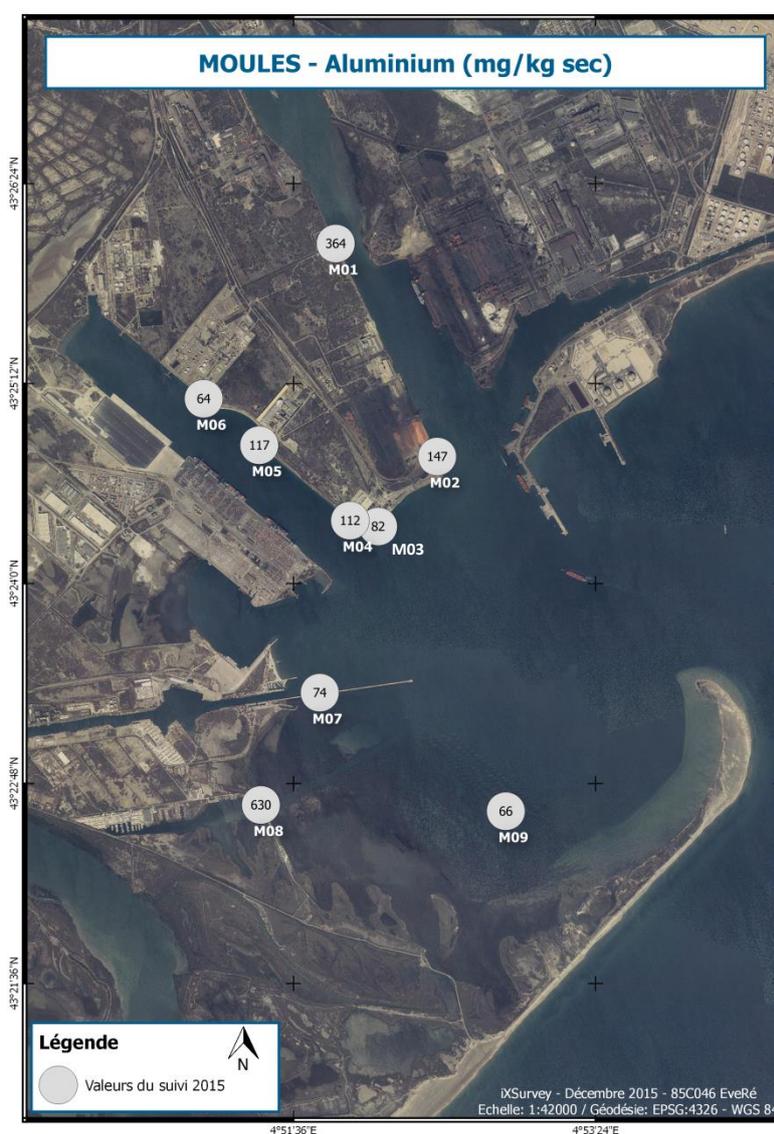


Figure 61 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour l'aluminium dans les moules.

Une variation spatiale des teneurs en aluminium s'observe sur la zone d'étude avec des valeurs comprises entre 64 mg/kg sec au minimum (station M06) à 630 mg/kg sec au maximum (station M08).

D'une façon générale, les teneurs en aluminium les plus élevées se rencontrent au niveau de la station du canal Saint-Antoine (station M08) et celles de la darse 1 (stations M01 et M02).

### 5.3.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données d'aluminium pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne d'aluminium sur l'ensemble du suivi).

#### DONNEES 2015

Entre le suivi réalisé en 2014 et celui de 2015, la concentration en aluminium est restée relativement stable au niveau de 7 stations sur les 9 analysés avec une variation inférieure à 45 mg/kg sec.

Les teneurs en aluminium de la station M01 localisée dans la darse 1 et de la station M08 située au niveau du canal Saint-Antoine se voient fortement augmentées. La hausse est de 223 mg/kg sec au niveau de la station M01 et de 574 mg/kg sec au niveau de la station M08.

D'une façon générale, les valeurs obtenues en 2015 sont proches de la valeur moyenne de l'ensemble des suivis, excepté pour la station M08 où la forte teneur en aluminium de cette année induit un dépassement d'environ 370 mg/kg sec de la valeur moyenne de l'ensemble des suivis.

#### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : M03, M07 et M09

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 400 mg/kg sec) : M01, M02, M04, M05, M06 et M08

Des variations spatiales et temporelles de la concentration en aluminium se notent sur l'ensemble de la zone d'étude depuis le début des suivis avec un écart entre les valeurs extrêmes pouvant atteindre 880 mg/kg sec au niveau de la station M08 (teneur passant de 895 mg/kg sec en 2005 à 14 mg/kg sec en 2013).

- ☛ *La valeur moyenne de l'ensemble des suivis la plus forte est obtenue au niveau de la station M01 avec une valeur moyenne légèrement supérieure à 300 mg/kg sec indiquant une concentration moyenne en aluminium plus élevée dans cette zone.*

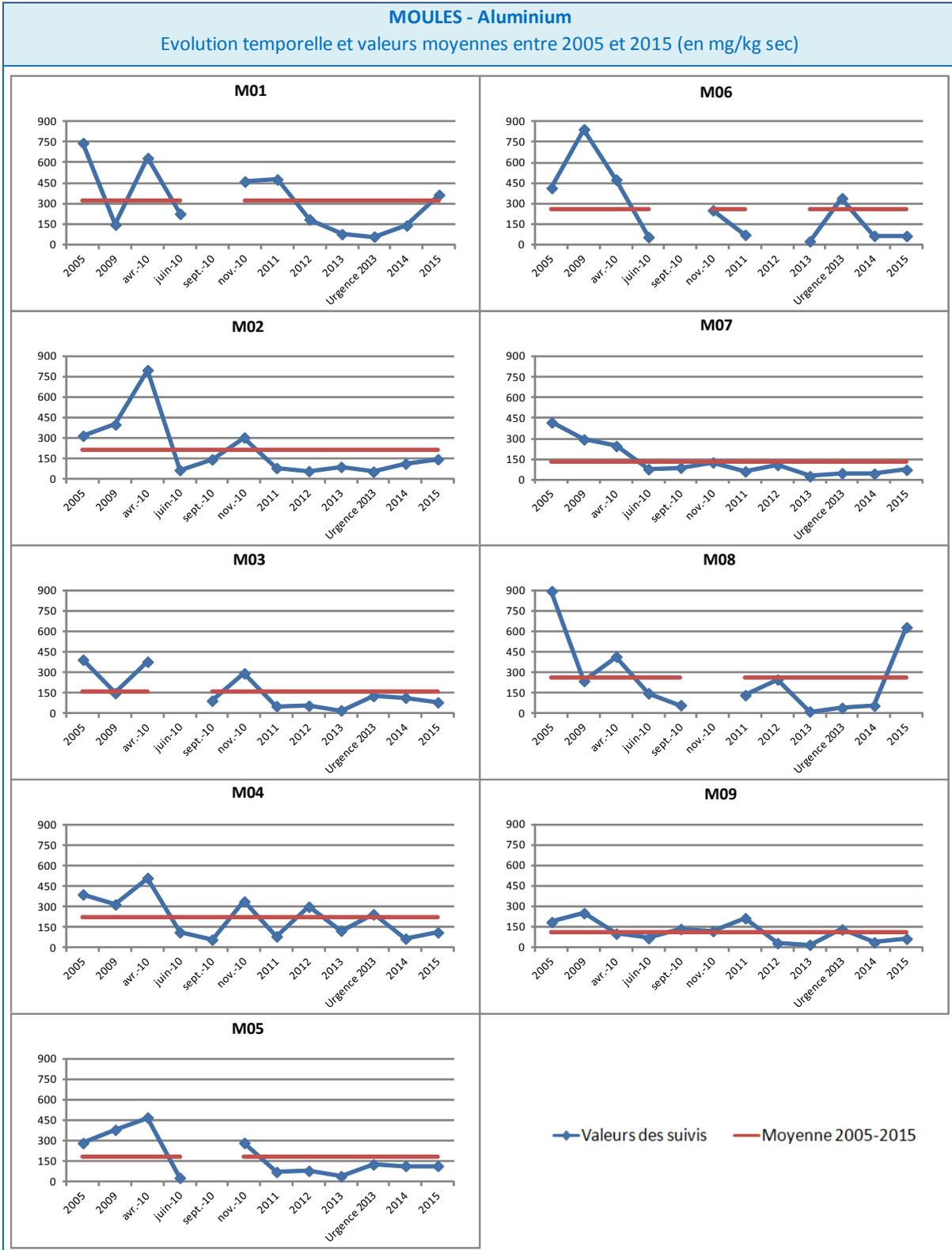


Figure 62 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour l'aluminium dans les moules.

### 5.3.3. NORMALISATION

Les teneurs en aluminium mesurées dans la chair des moules ont été normalisées par l'indice de condition physiologique moyen calculé pour chacune des stations.

Juillet 2016

Référence Document iXSurvey : iXSurvey\_EveRe\_SuiviEnvironnemental2015\_RapportFinal\_V2.0

La figure suivante présente la relation entre l'aluminium et l'indice de condition.

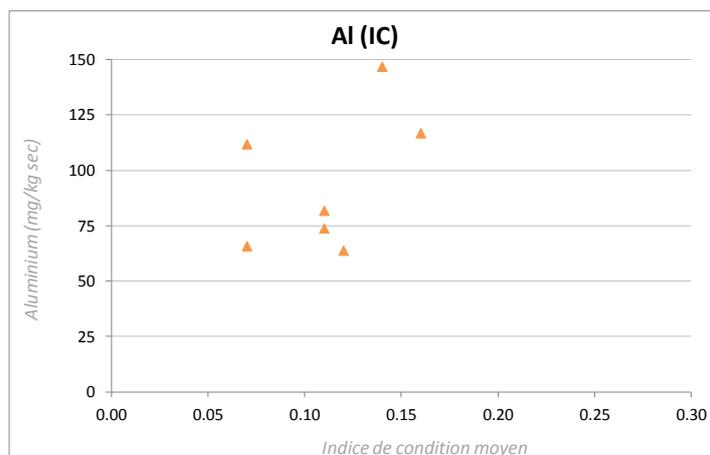


Figure 63 : Normalisation de l'aluminium par l'indice de condition.

Aucune corrélation marquée ne peut être mise en évidence entre l'aluminium et l'indice de condition au regard des données de 2015. Cette même observation avait été faite lors des précédents suivis.

## 5.4. ARSENIC

### 5.4.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en arsenic au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

L'ensemble des teneurs en arsenic est relativement homogène sur l'ensemble de la zone d'étude et varie de 8.6 mg/kg sec au minimum (station M01) à 17.1 mg/kg sec au maximum (station M07).

D'une façon générale, les teneurs en arsenic les plus élevées se rencontrent au niveau des stations de l'anse de Carteau (stations M03, M07, M08 et M09) avec une valeur supérieure à 15 mg/kg sec.

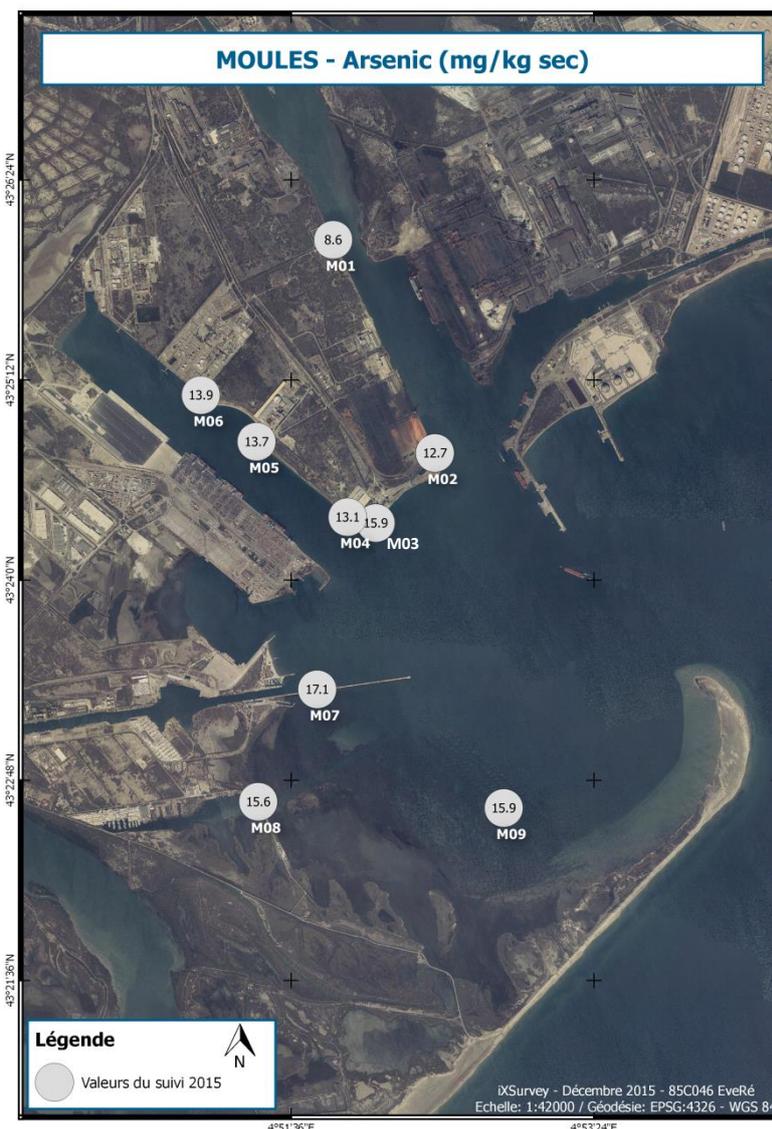


Figure 64 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour l'arsenic dans les moules.

## 5.4.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données d'arsenic pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne d'arsenic sur l'ensemble du suivi).

### DONNEES 2015

L'ensemble des valeurs obtenues en 2015 est très proche des valeurs collectées lors du précédent suivi. L'écart le plus important entre les données de 2014 et de 2015 se note au niveau de la station M03 avec une valeur passant de 12.5 mg/kg sec à 15.9 mg/kg sec, soit une légère augmentation de 3.40 mg/kg sec.

Par ailleurs, la station M09 qui avait une valeur en arsenic inférieure à la limite de quantification du laboratoire fixée à 0.1 mg/kg sec, voit sa teneur atteindre en 2015 le même ordre de grandeur des suivis précédents 2014.

D'une façon générale, les valeurs obtenues en 2015 sont proches de la valeur moyenne de l'ensemble des suivis.

### **TENDANCES GLOBALES**

Stations relativement stables : M01, M02, M03, M04, M05, M06, M07 et M09

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 10 mg/kg sec) : M08

Très peu de variation spatiale se note pour chacune des 9 stations. Les teneurs en arsenic sur l'ensemble de la zone d'étude sont constantes et peuvent être considérées comme relativement faibles.

L'amplitude entre les valeurs extrêmes est en moyenne de 7 mg/kg sec, ce qui est très faible. Une seule valeur au niveau de la station M08 à 33.6 paraît surprenante au regard de l'ensemble des autres données aussi bien au niveau de cette station que de la totalité des stations de la zone d'étude.

*☞ La valeur moyenne de l'ensemble des suivis est aux alentours de 15 mg/kg sec pour la majorité des stations. Seule la station M01 avec une valeur moyenne de l'ensemble des suivis proche de 10 mg/kg sec montre une contamination de la chair des moules en arsenic globalement plus faible au Nord de la darse 1.*

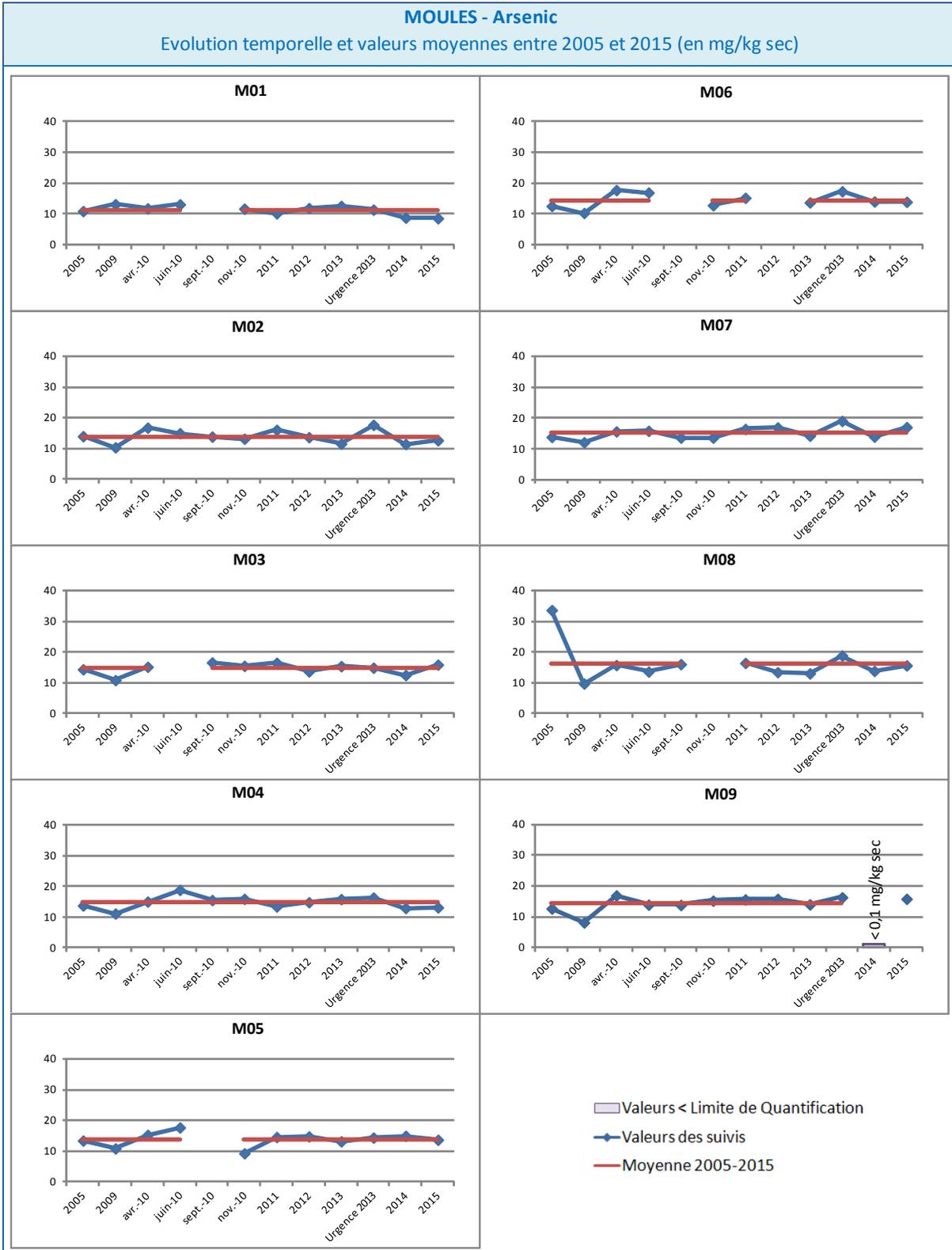


Figure 65 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour l'arsenic dans les moules.

### 5.4.3. NORMALISATION

Les teneurs en arsenic mesurées dans la chair des moules ont été normalisées par l'indice de condition physiologique moyen calculé pour chacune des stations.

Juillet 2016

Référence Document iXSurvey : iXSurvey\_EveRe\_SuiviEnvironnemental2015\_RapportFinal\_V2.0

La figure suivante présente la relation entre l'arsenic et l'indice de condition.

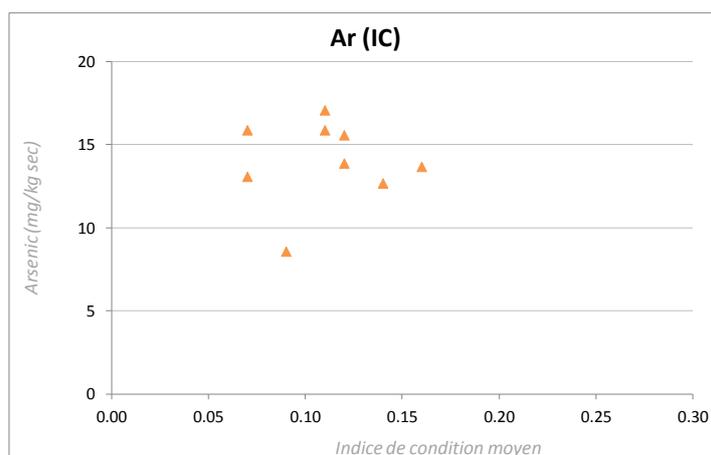


Figure 66 : Normalisation de l'arsenic par l'indice de condition.

Aucune corrélation marquée ne peut être mise en évidence entre l'arsenic et l'indice de condition au regard des données de 2015.

## 5.5. CADMIUM

### 5.5.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en cadmium au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

Les teneurs en cadmium sont relativement homogènes et faibles sur l'ensemble de la zone d'étude. Ces teneurs varient de 0.19 mg/kg sec au minimum (station M04) à 0.42 mg/kg sec au maximum (stations M02 et M07).

D'une façon générale, la contamination en cadmium semble plus importante au sud de la darse 1 (station M02) et au niveau du canal Saint-Louis (station M07).



Figure 67 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le cadmium dans les moules.

## 5.5.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de cadmium pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne de cadmium sur l'ensemble du suivi).

### DONNEES 2015

Les valeurs obtenues en 2015 sont relativement similaires à celles collectées en 2014. La baisse la plus importante se constate au niveau de la station M01 avec une diminution quasiment de moitié (passant de 0.42 mg/kg sec en 2014 à 0.22 mg/kg sec en 2015). La hausse la plus importante s'observe au niveau de la station M02 avec une augmentation de la teneur en cadmium de 0.15 mg/kg sec.

D'autre part, la station M09 qui avait en 2014 une valeur en arsenic inférieure à la limite de quantification du laboratoire fixée à 0.05 mg/kg sec, voit sa teneur atteindre en 2015 le même ordre de grandeur des suivis précédents 2014.

### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : M03, M04, M05, M06 et M09

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 0.50 mg/kg sec) : M01, M02, M07 et M08

Les valeurs en cadmium sur l'intégralité de la zone d'étude ne dépassent pas 1 mg/kg sec. Ces teneurs sont relativement faibles et homogènes, principalement au niveau des stations de la darse 2 (station M04 et M05).

L'amplitude maximale entre les valeurs extrêmes de 0.72 mg/kg sec se note au niveau de la station M02.

*D'après la valeur moyenne de l'ensemble des suivis, la contamination en cadmium dans la chair des moules est plus élevée au niveau des stations de la darse 1 avec une valeur moyenne proche de 0.50 mg/kg sec.*

Les valeurs en cadmium, notamment celles de la station M09, sont nettement inférieures à celles relevées dans le cadre du suivi ROCCH au niveau de la station « Anse de Carteau 2 » depuis 2010. Par ailleurs, d'après le suivi ROCCH, les teneurs en cadmium au niveau de cette station augmente fortement depuis 2010. Cette observation ne s'applique pas aux valeurs obtenues au niveau de la station M09 qui semblent constantes depuis 2005 jusqu'à nos jours.

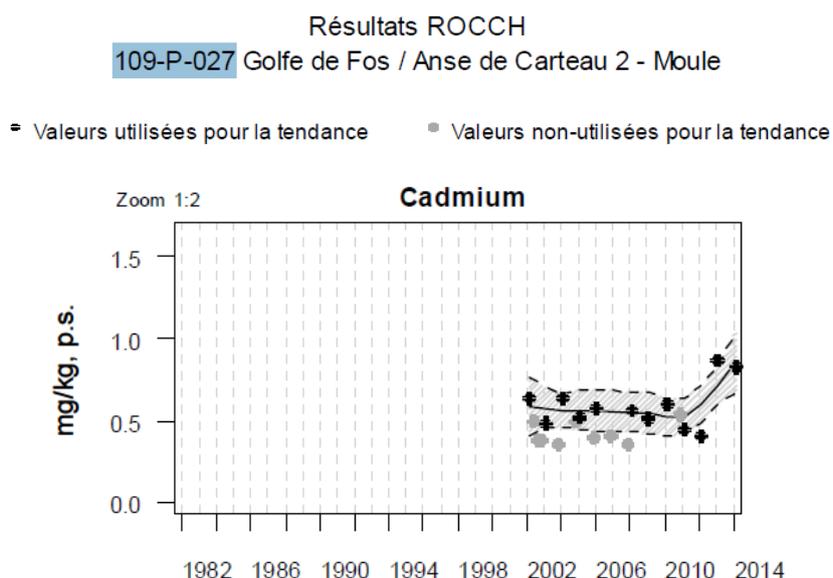


Figure 68 : Résultat du suivi ROCCH pour le cadmium depuis 2000 (source : Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral, 2013).



Figure 69 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le cadmium dans les moules.

### 5.5.3. NORMALISATION

Les teneurs en cadmium mesurées dans la chair des moules ont été normalisées par l'indice de condition physiologique moyen calculé pour chacune des stations.

La figure suivante présente la relation entre le cadmium et l'indice de condition.

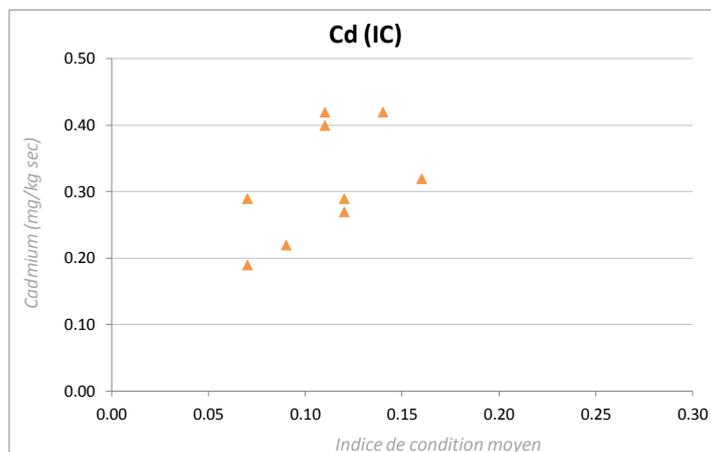


Figure 70 : Normalisation du cadmium par l'indice de condition.

Une légère corrélation entre le cadmium et l'indice de condition se note au regard des données de 2015. En effet, une tendance se dégage où les teneurs en cadmium les plus faibles sont majoritairement associées aux indices de condition les plus forts.

## 5.6. CHROME

### 5.6.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en chrome au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

Aucune variation spatiale marquée n'est observée par les teneurs en chrome mesurées dans la chair des moules prélevées dans le Golfe de Fos-sur-Mer. Ces teneurs sont relativement homogènes et faibles sur l'ensemble de la zone d'étude. Elles varient de 0.3 mg/kg sec au minimum (station M09) à 1.4 mg/kg sec au maximum (station M01).

D'une façon générale, la contamination en chrome semble plus élevée au Nord de la darse 1 (station M01) et au niveau du canal Saint-Antoine (station M08).



Figure 71 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le chrome dans les moules.

## 5.6.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de chrome pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne de chrome sur l'ensemble du suivi).

### DONNEES 2015

Les valeurs de chrome mesurées dans la chair des moules sont constantes entre le suivi de 2014 et celui de 2015. La plus forte variation se note au niveau de la station M08 avec une augmentation de 1 mg/kg sec, ce qui très faible.

Les valeurs de chacune des stations sont inférieures à la valeur moyenne de l'ensemble des suivis.

Contrairement à l'année précédente où la teneur en chrome au niveau de la station M09 était inférieure à la limite de quantification du laboratoire fixée à 0.10 mg/kg sec, la valeur mesurée en 2015 se rapproche de 1 mg/kg sec. Il est important de préciser que la valeur indéterminée en 2014 n'est pas considérée comme aberrante au regard de l'ensemble des valeurs du suivi qui sont stables et oscillent autour de 0.30 mg/kg sec.

### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : M07 et M09

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 2 mg/kg sec): M01, M02, M03, M04, M05, M06 et M08

Les stations M07 et M09 localisées dans l'anse de Carteau se distinguent de par une homogénéité dans les teneurs en chrome plus fortes qu'au niveau des autres stations. En effet, pour ces 2 stations l'amplitude entre les valeurs extrêmes est inférieure à 2 mg/kg sec. La contamination de ces deux stations s'avère être la plus faible de la zone d'étude au regard de la valeur moyenne de l'ensemble des suivis avec une valeur inférieure à 1 mg/kg sec.

Les autres stations semblent touchées par des fluctuations de plus amples amplitudes, notamment dans les années 2010, 2011 et 2012. Certaines valeurs pouvant même s'apparenter à des données aberrantes, comme la valeur en novembre 2010 au niveau de la station M06 qui est en moyenne 4 fois plus importante que les autres valeurs des suivis. De ce fait, la valeur moyenne de l'ensemble des suivis semble quelque peu biaisée à la hausse.

*☞ Globalement les teneurs en chrome sont plus élevées dans la chair des moules dans la darse 1, notamment au Nord avec une valeur moyenne de l'ensemble des suivis proche de 4 mg/kg sec.*

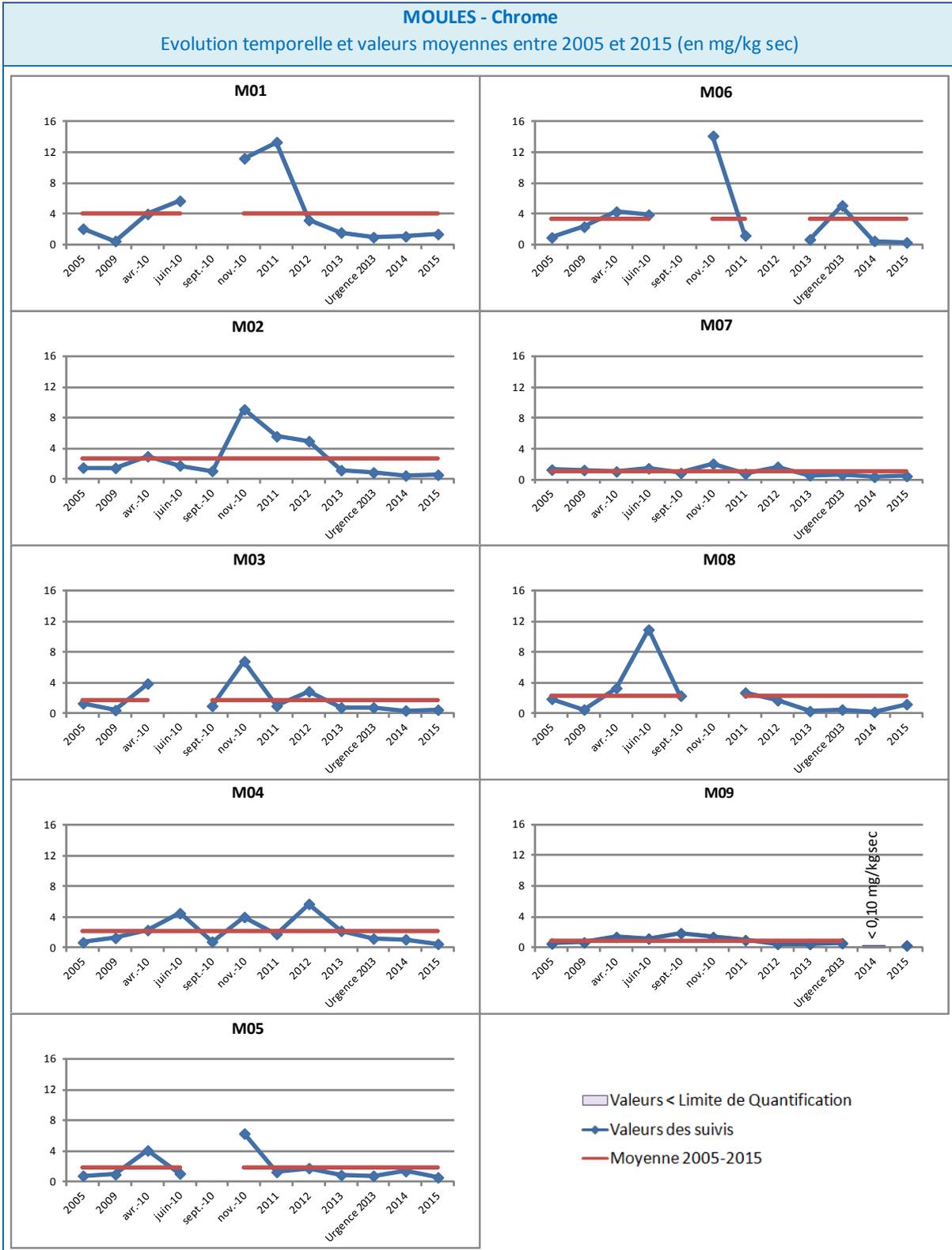


Figure 72 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le chrome dans les moules.

### 5.6.3. NORMALISATION

Les teneurs en chrome mesurées dans la chair des moules ont été normalisées par l'indice de condition physiologique moyen calculé pour chacune des stations.

La figure suivante présente la relation entre le chrome et l'indice de condition.

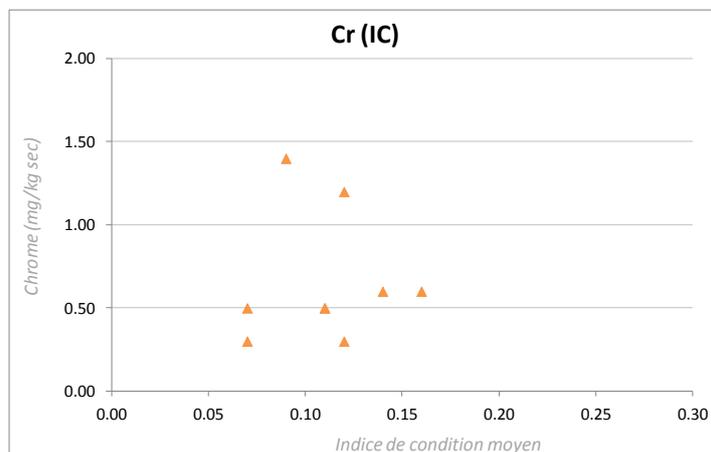


Figure 73 : Normalisation du chrome par l'indice de condition.

Aucune corrélation marquée ne peut être mise en évidence entre le cadmium et l'indice de condition au regard des données de 2015.

## 5.7. CUIVRE

### 5.7.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en cuivre au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

Les teneurs en cuivre sont comprises entre 3.2 mg/kg sec au minimum (station M03) et 7.4 mg/kg sec au maximum (station M08).

D'une façon générale, les teneurs en cuivre dans la chair des moules est nettement plus élevée dans la partie Ouest de l'anse de Carteau avec des valeurs supérieures à 5 mg/kg sec alors que les teneurs en cuivre au niveau des autres stations du Golfe de Fos-sur-Mer sont inférieures à 4 mg/kg sec.



Figure 74 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le cuivre dans les moules.

## 5.7.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de cuivre pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne de cuivre sur l'ensemble du suivi).

### DONNEES 2015

Les valeurs de cuivre mesurées dans la chair des moules en 2015 sont sensiblement identiques à celles obtenues lors du suivi de 2014. Une hausse franche de la teneur de la station M08 s'observe avec une augmentation de 4 mg/kg sec sans dépasser toutefois la valeur moyenne de l'ensemble des suivis. L'intégralité des valeurs de 2015 est égale ou inférieure à la valeur moyenne de l'ensemble des suivis.

## TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : M01, M02, M03, M04, M05, M06, M07, M08 et M09

Les variations temporelles des teneurs en cuivre des stations du Golfe de Fos-sur-Mer sont du même ordre de grandeur avec une amplitude de variation entre les extrêmes qui n'excède pas les 10 mg/kg sec.

- ☞ *Globalement, les teneurs en cuivre sont plus élevées dans la chair des moules situées au niveau du canal Saint-Antoine (station M08) avec une valeur moyenne de l'ensemble des suivis proche de 8 mg/kg sec.*

### 5.7.1. NORMALISATION

Les teneurs en cuivre mesurées dans la chair des moules ont été normalisées par l'indice de condition physiologique moyen calculé pour chacune des stations.

La figure suivante présente la relation entre le cuivre et l'indice de condition.

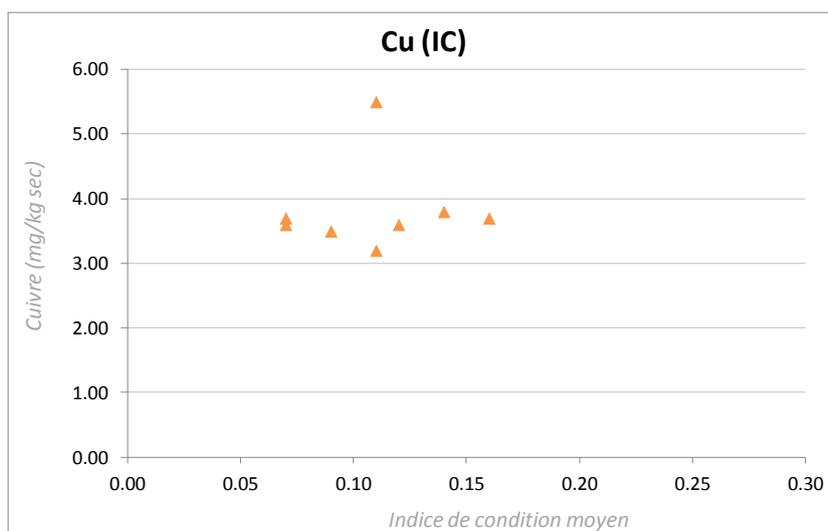


Figure 75 : Normalisation du cuivre par l'indice de condition.

Aucune corrélation marquée ne peut être mise en évidence entre le cuivre et l'indice de condition au regard des données de 2015.

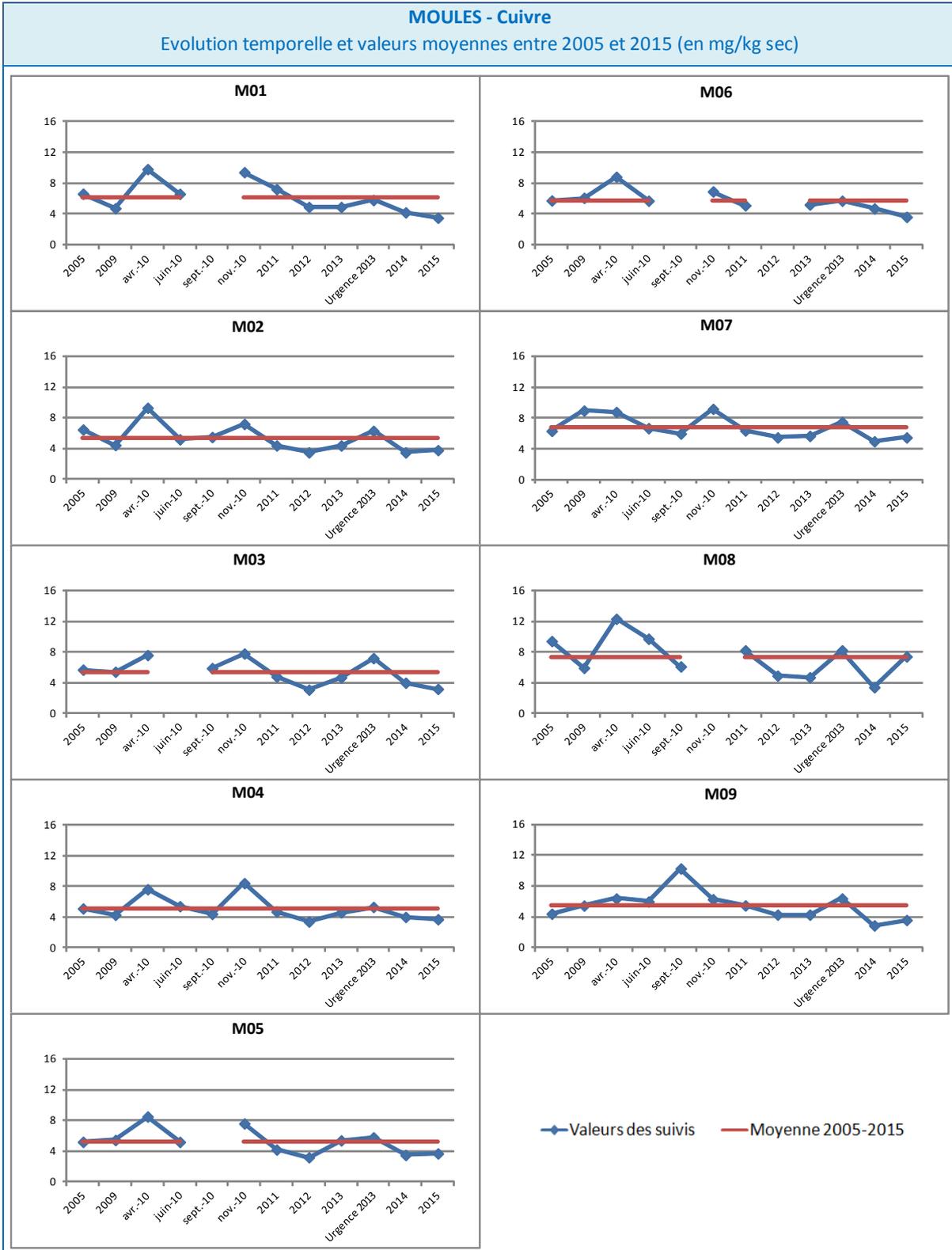


Figure 76 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le cuivre dans les moules.

## 5.8. MERCURE

### 5.8.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en mercure au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

L'analyse des teneurs en mercure obtenues dans le cadre du suivi de 2015 révèle une forte homogénéité spatiale sur l'ensemble de la zone d'étude. Pour chacune des stations, les valeurs de mercure dans la chair des moules sont inférieures à la limite de quantification établie par le laboratoire d'analyse fixée à 0.01 mg/kg sec.



Figure 77 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le mercure dans les moules.

## 5.8.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de mercure pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne de mercure sur l'ensemble du suivi).

### DONNEES 2015

Les teneurs en mercure de 2015 sont toutes, sans exception, plus faibles de quelques 0.1 mg/kg sec comparé aux données de 2014. Pour la première fois depuis le début du suivi, l'intégralité des stations ont des valeurs inférieures à la limite de quantification du laboratoire. Ces dernières sont donc toutes inférieures à la valeur moyenne de l'ensemble des suivis.

### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : M01, M02, M03, M04, M05, M06, M07, M08 et M09

Des variations temporelles s'observent au niveau de chacune des stations toutefois leur amplitude est relativement faible sans jamais atteindre les 0.20 mg/kg sec.

Les teneurs en mercure dans la chair des moules sont relativement stables depuis le suivi de juin 2010.

*☞ Au regard de la moyenne de l'ensemble des suivis, la station M08 située au niveau du canal Saint-Antoine semble davantage chargée en mercure avec une valeur légèrement supérieure à 1 mg/kg sec alors que la valeur moyenne des autres stations se situe sous les 1 mg/kg sec.*

À titre indicatif, les valeurs obtenues dans le cadre du suivi ROCCH au niveau de la station « Anse de Carteau 2 » sont dans le même ordre de grandeur que celles mesurées au niveau de la station M09. Toutefois, il semble important de souligner que les valeurs de la station « Anse de Carteau 2 » révèlent une augmentation progressive de la concentration en mercure dans les chairs des moules alors qu'une légère tendance à la baisse semble apparaître au niveau de la station M09.

Résultats ROCCH

109-P-027 Golfe de Fos / Anse de Carteau 2 - Moule

▣ Valeurs utilisées pour la tendance    ▣ Valeurs non-utilisées pour la tendance

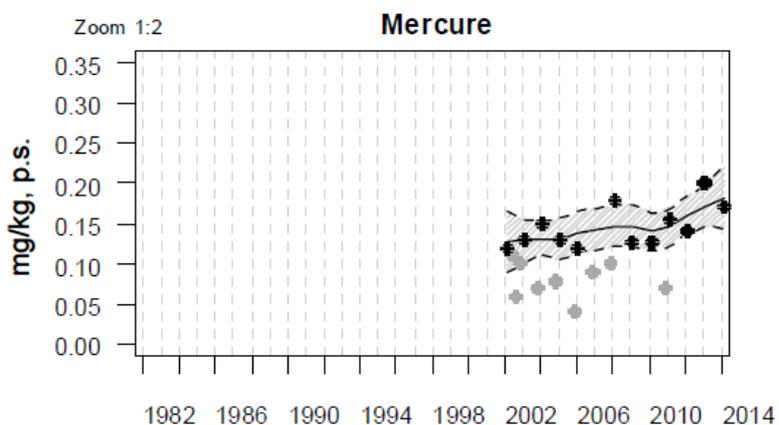


Figure 78 : Résultat du suivi ROCCH pour le mercure depuis 2000 (source : Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral, 2013).

L'ensemble des données de 2015 étant inférieur à la limite de quantification du laboratoire, aucune normalisation n'a été effectuée pour ce paramètre.

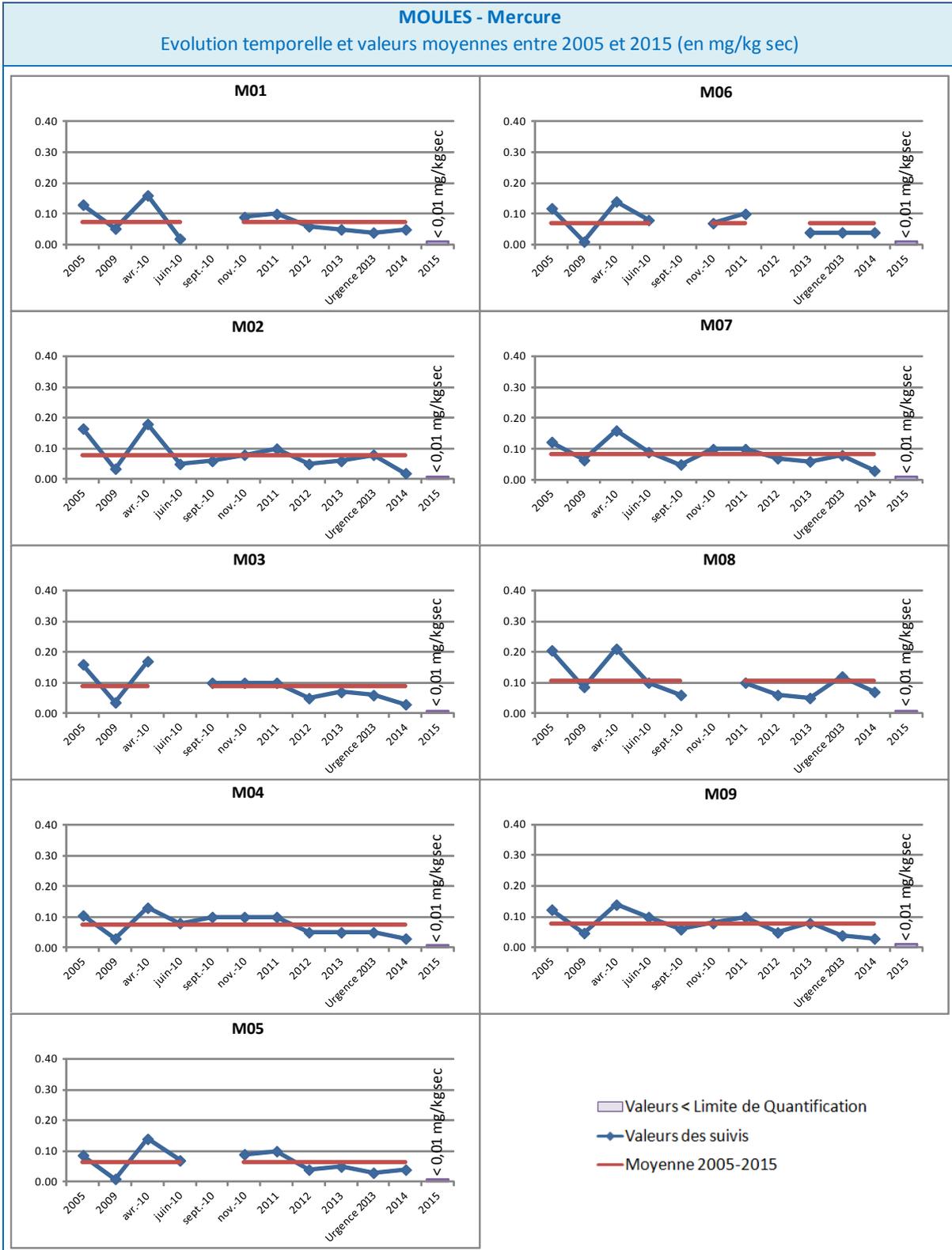


Figure 79 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le mercure dans les moules.

## 5.9. NICKEL

### 5.9.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en nickel au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

Les teneurs en nickel mesurées dans la chair des moules sont relativement faibles sur l'ensemble de la zone d'étude avec des valeurs comprises entre 0.4 mg/kg sec au minimum (station M09) et 1.5 mg/kg sec au maximum (station M08).

D'une façon générale, les teneurs en nickel les plus élevées se rencontrent à l'Ouest de l'anse de Carteau, notamment au niveau du canal Saint-Antoine (station M08).

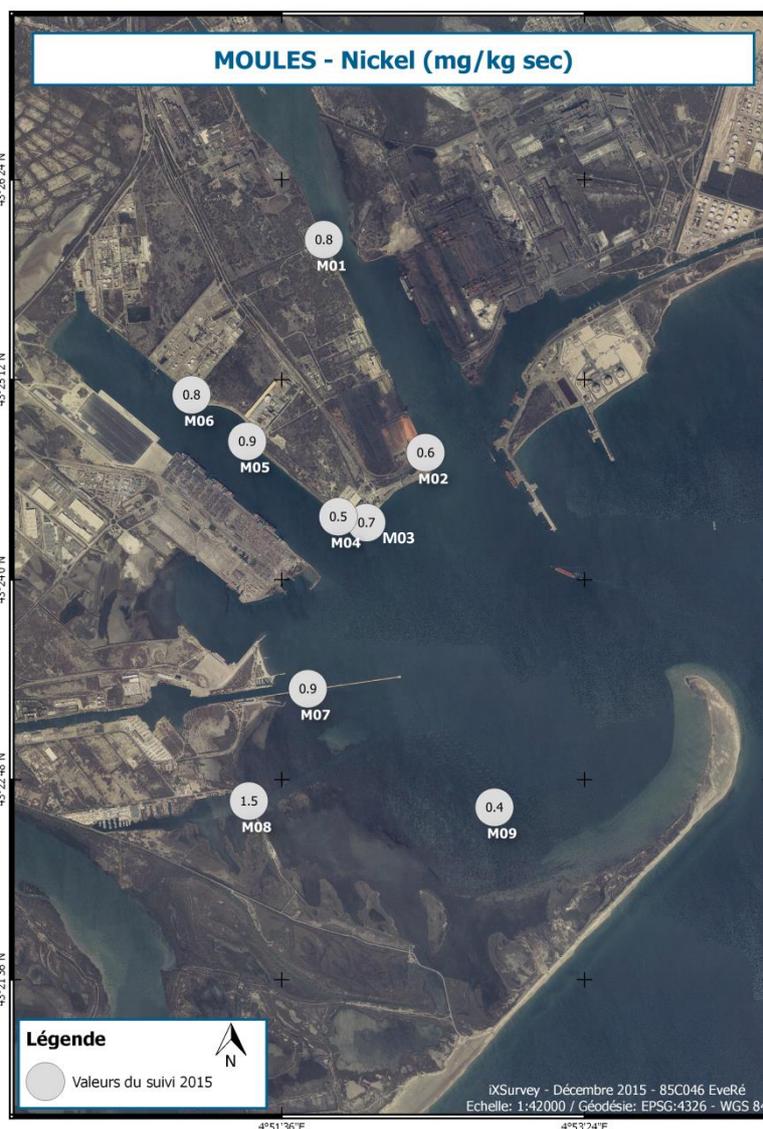


Figure 80 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le nickel dans les moules.

## 5.9.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de nickel pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne de nickel sur l'ensemble du suivi).

### DONNEES 2015

Une continuité se note entre les teneurs en nickel obtenues en 2014 et en 2015. L'écart des teneurs entre ces deux années est très faible, il est compris entre  $-0.60$  mg/kg sec (légère diminution au niveau de la station M01) et  $1.10$  mg/kg sec (légère augmentation au niveau de la station M08).

Pour chaque station, les valeurs du suivi de 2015 sont inférieures aux valeurs moyennes de l'ensemble des suivis.

### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : M04, M06 et M07

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 3 mg/kg sec) : M01, M02, M03, M05, M08 et M09

Trois stations se distinguent par une stabilité légèrement plus marquée des valeurs en nickel dans la chair des moules depuis le début du suivi. En effet, l'amplitude entre les valeurs extrêmes des stations M04, M6 et M07 n'excèdent pas 3 mg/kg sec. Pour les autres stations du Golfe de Fos-sur-Mer, les fluctuations perçues sont comprises entre 3.20 mg/kg sec (station M09) et 8.00 mg/kg sec (station M02), ce qui peut être considéré comme faible. D'une manière générale, l'amplitude de variation entre les données est plus importante au niveau des stations localisées dans les darses.

*☞ Au regard des valeurs moyennes de l'ensemble des suivis calculées pour chacune des stations, la contamination en nickel dans la chair des moules semble relativement homogène sur l'ensemble de la zone d'étude avec une valeur moyenne aux alentours de 2 mg/kg sec. Le nord de la darse 1 semble se dégager avec une valeur moyenne légèrement supérieure à 2 mg/kg sec.*

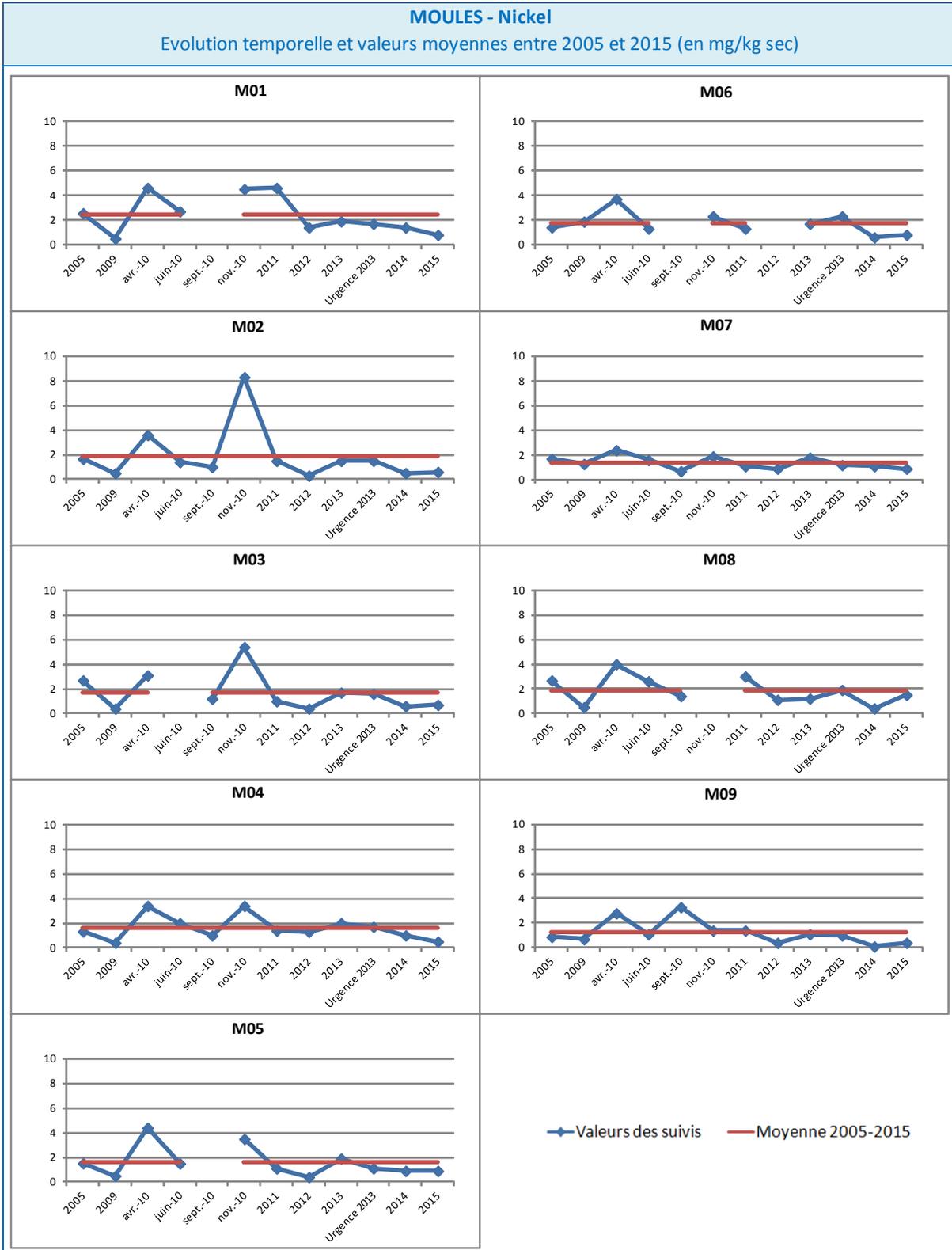


Figure 81 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le nickel dans les moules.

### 5.9.3. NORMALISATION

Les teneurs en nickel mesurées dans la chair des moules ont été normalisées par l'indice de condition physiologique moyen calculé pour chacune des stations.

La figure suivante présente la relation entre le nickel et l'indice de condition.

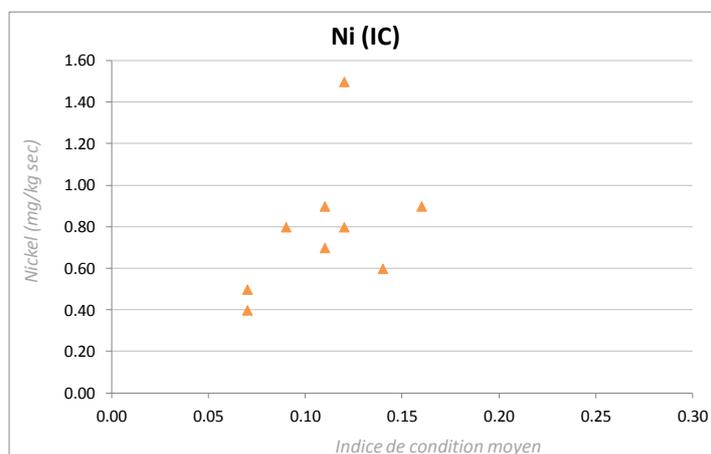


Figure 82 : Normalisation du nickel par l'indice de condition.

Aucune corrélation marquée ne peut être mise en évidence entre le nickel et l'indice de condition au regard des données de 2015.

## 5.10. PLOMB

### 5.10.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en plomb au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

L'ensemble des teneurs en plomb de la zone d'étude est relativement faible. Ces teneurs varient de 0.45 mg/kg sec au minimum (station M09) à 1.4 mg/kg sec au maximum (station M08).

D'une façon générale, la contamination en plomb la plus forte se rencontre à l'Ouest de l'anse de Carteau (station M08) et au nord de la darse 2 (station M06) avec des valeurs supérieures à 1.00 mg/kg sec.



Figure 83 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le plomb dans les moules.

### 5.10.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de plomb pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne de plomb sur l'ensemble du suivi).

#### DONNEES 2015

Les valeurs obtenues en 2015 sont très proches de celles collectées lors du précédent suivi de 2014. L'écart le plus important entre les données de 2014 et de 2015 se note au niveau de la station M08 avec une valeur passant de 0.5 mg/kg sec à 1.40 mg/kg sec, correspondant donc à une légère augmentation de 0.9 mg/kg sec.

Par ailleurs, la station M09 qui avait une valeur en arsenic inférieure à la limite de quantification du laboratoire fixée à 0.1 mg/kg sec, voit sa teneur s'aligner avec celle des suivis précédents 2014.

D'une façon générale, les valeurs obtenues en 2015 sont proches de la valeur moyenne de l'ensemble des suivis.

### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : M02, M03, M04, M05, M06, M07, M08 et M09

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 2 mg/kg sec) : M01

De plus amples fluctuations des teneurs en plomb dans la chair des moules s'observent au niveau de la station située au nord de la darse 1 (station M01). L'amplitude entre les valeurs extrêmes au niveau de cette station est de 3.91 mg/kg sec alors que l'amplitude des autres stations est en moyenne de 1.2 mg/kg sec.

- ☞ *Les valeurs moyennes de l'ensemble des suivis pour les stations de la zone d'étude sont proches de 1 mg/kg sec, excepté celle de la station M01 qui se rapproche de 3 mg/kg sec. De ce fait, ces moyennes laissent penser que la contamination en plomb dans la chair des moules est plus importante au nord de la darse 1. Toutefois, des précautions sont à prendre, car les valeurs en plomb au niveau de cette station sont très hétérogènes d'une année sur l'autre.*

Les valeurs obtenues dans le cadre du suivi ROCCH pour ce paramètre au niveau de la station « Anse de Carteau 2 » sont comprises entre 1 et 2.5 mg/kg sec, ce qui correspond à des valeurs égales voir supérieures à celles observées au niveau de la station M09.

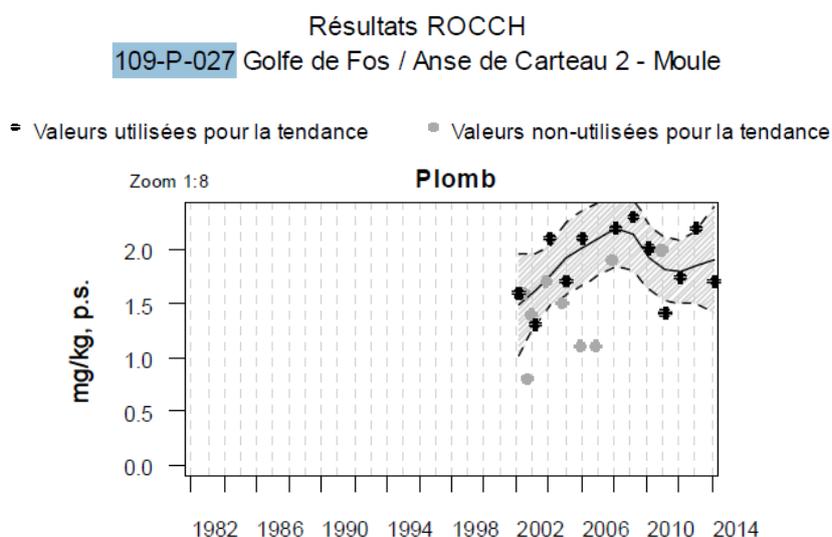


Figure 84 : Résultat du suivi ROCCH pour le plomb depuis 2000 (source : Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral, 2013).



Figure 85 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le plomb dans les moules.

### 5.10.3. NORMALISATION

Les teneurs en plomb mesurées dans la chair des moules ont été normalisées par l'indice de condition physiologique moyen calculé pour chacune des stations.

La figure suivante présente la relation entre le plomb et l'indice de condition.

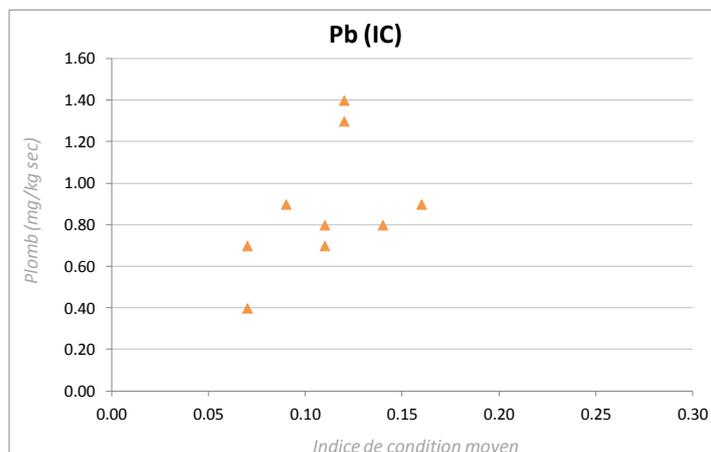


Figure 86 : Normalisation du plomb par l'indice de condition.

Aucune corrélation marquée ne peut être mise en évidence entre le plomb et l'indice de condition au regard des données de 2015.

## 5.11. ZINC

### 5.11.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en zinc au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

Une forte variabilité spatiale s'observe pour les teneurs en zinc sur l'ensemble de la zone d'étude avec des valeurs considérées comme faibles à moyennes. Ces teneurs varient de 60 mg/kg sec au minimum (station M01) à 162 mg/kg sec au maximum (station M07). D'une façon générale, les teneurs en zinc les plus élevées se rencontrent au Nord-Ouest de l'anse de Carteau (stations M07 et M03).

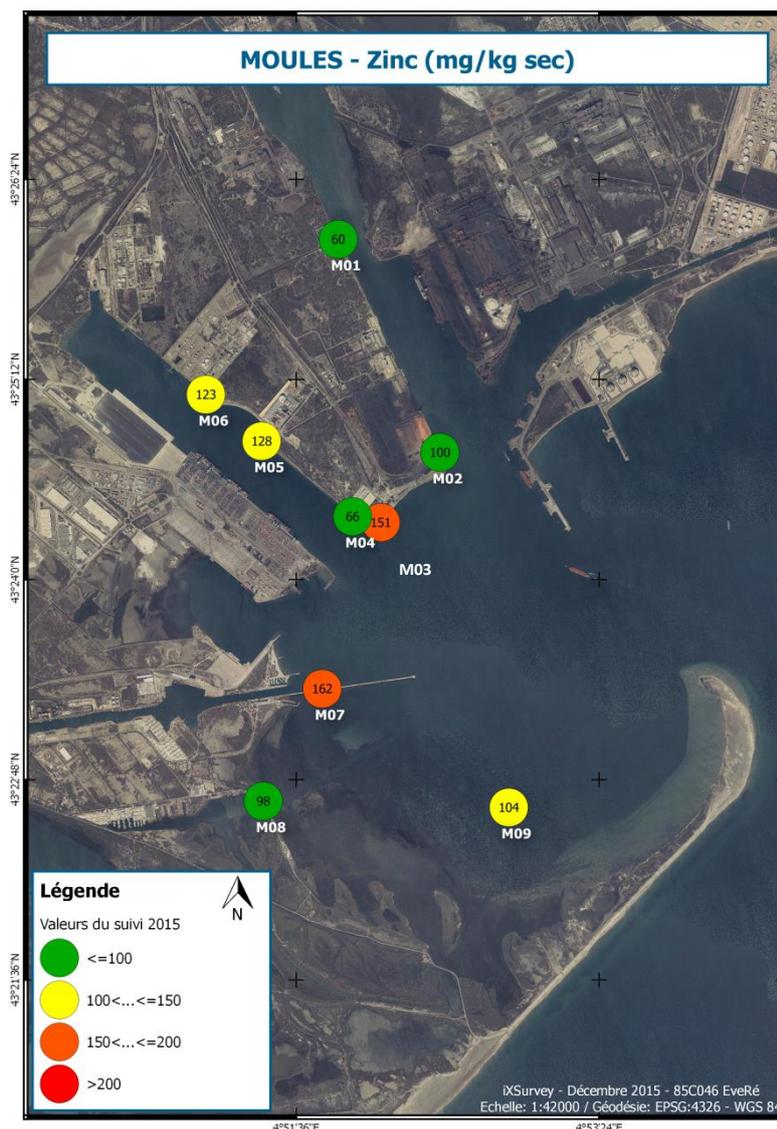


Figure 87 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour le zinc dans les moules.

### 5.11.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données de zinc pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne de zinc sur l'ensemble du suivi).

#### DONNEES 2015

Les valeurs obtenues en 2015 sont cohérentes avec celles de 2014 pour la majorité des stations. Des teneurs en zinc plus faibles sont observées sur 5 des 9 stations étudiées, principalement celles des darses (stations M01, M02, M04, M05, M06 et M09). Les baisses sont comprises entre 74 mg/kg sec (station M01) et 18 mg/kg sec (station M09). A l'inverse, des hausses des teneurs en zinc dans la chair des moules comprises entre 52.70 mg/kg sec (station M03) et 8.50 mg/kg sec (station M08) se constatent au niveau

des 3 stations restantes (stations M03, M07 et M08). Toutefois, l'ensemble des valeurs de 2015 reste en deçà ou au même niveau que la valeur moyenne issue de l'ensemble des suivis des stations.

### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : M05 et M07

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 100 mg/kg sec) : M01, M02, M03, M04, M06, M08 et M09

Les stations M05 et M07 présentent une stabilité plus importante depuis le début des suivis avec une amplitude de variation entre les valeurs extrêmes inférieure à 100 mg/kg sec. Les teneurs en zinc des autres stations montrent davantage d'oscillation.

☞ *La valeur moyenne de l'ensemble des suivis est aux alentours de 150 mg/kg sec pour l'ensemble des stations de la zone d'étude, indiquant un niveau moyen de contamination relativement homogène sur la zone d'étude.*

Les valeurs observées dans le cadre du suivi ROCCH au niveau de « l'anse de Carteau 2 » sont du même ordre de grandeur que celles mesurées au niveau de la station M09 depuis le début du suivi.

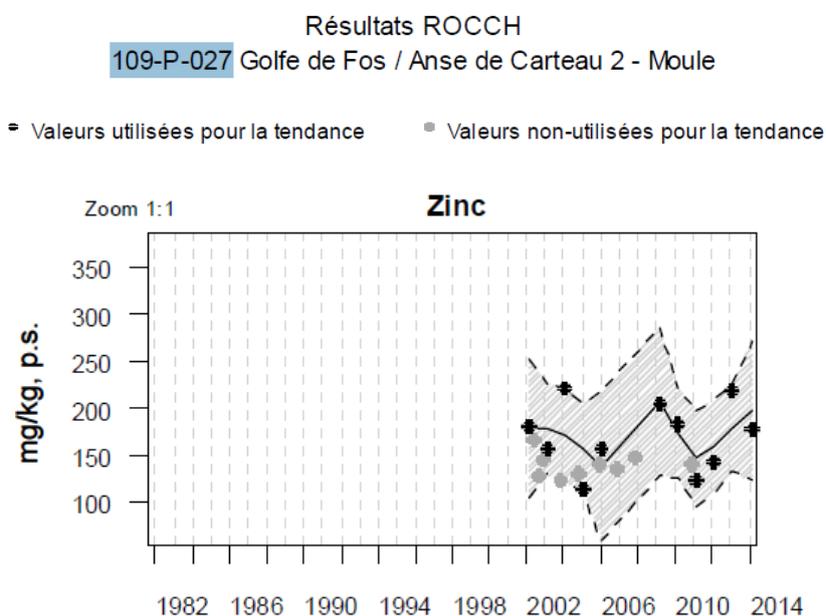


Figure 88 : Résultat du suivi ROCCH pour le zinc depuis 2000 (source : Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral, 2013).

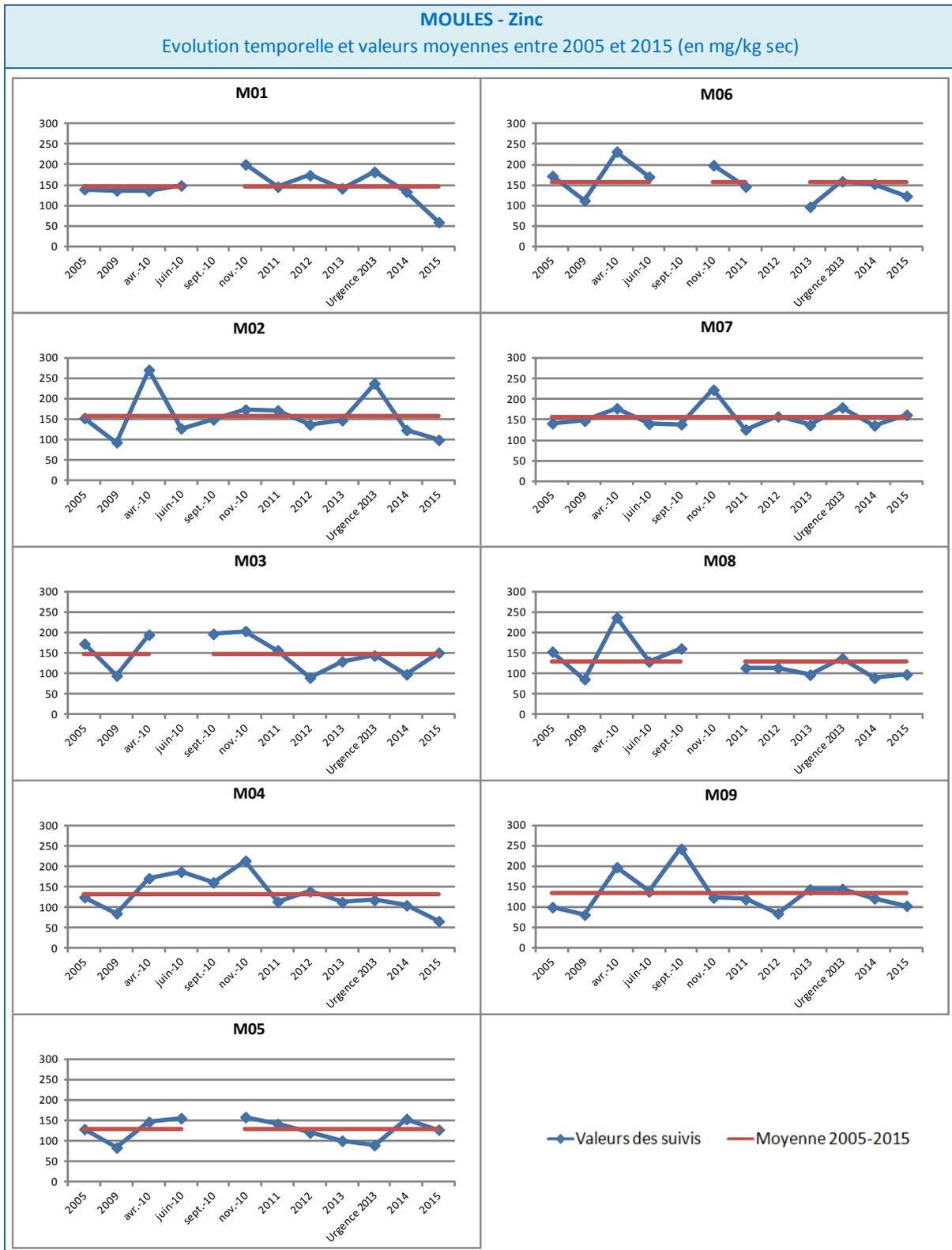


Figure 89 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour le zinc dans les moules.

### 5.11.3. NORMALISATION

Les teneurs en zinc mesurées dans la chair des moules ont été normalisées par l'indice de condition physiologique moyen calculé pour chacune des stations.

La figure suivante présente la relation entre le zinc et l'indice de condition.

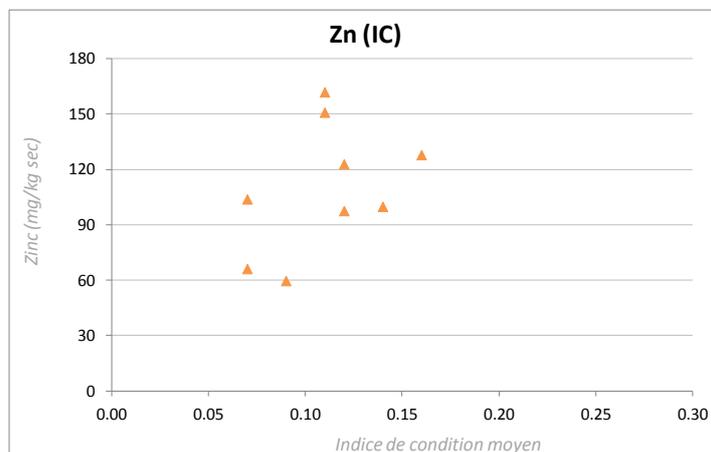


Figure 90 : Normalisation du zinc par l'indice de condition.

Aucune corrélation marquée ne peut être mise en évidence entre le zinc et l'indice de condition au regard des données de 2015.

## 5.12. DIOXINES ET FURANNES

### 5.12.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en PCDD'F au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

Les teneurs en PCDD'F observées sur l'ensemble de la zone d'étude sont relativement homogènes. Ces teneurs varient de 18 pg/g sec au minimum (station M09) à 54 pg/g sec au maximum (station M04). D'une façon générale, les teneurs en PCDD'F les plus élevées se rencontrent dans la darse 1, au Nord de la darse 2 (stations M01) et au niveau du canal Saint-Louis (station M07).

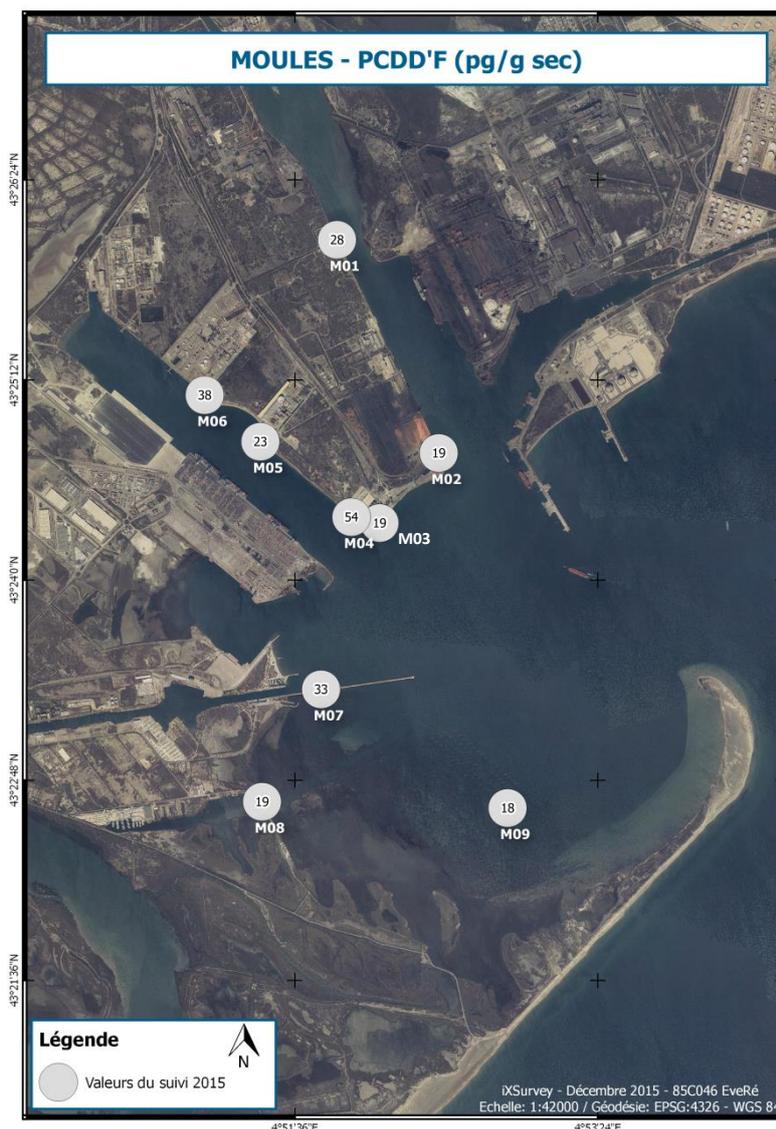


Figure 91 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour les PCDD'F dans les moules.

## 5.12.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données des dioxines et des furannes pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne des PCDD'F sur l'ensemble du suivi).

### DONNEES 2015

La comparaison des valeurs en dioxines et furannes obtenues au cours du suivi de 2014 et de 2015 montre une forte stabilité. L'augmentation la plus marquée s'observe au niveau de la station M04 avec une valeur passant de 20.53 pg/g sec à 53.73 pg/g sec, soit une différence de 33.20 pg/g sec. Il est à préciser que cette dernière est largement inférieure au maximum relevée en 2010. La diminution la plus importante se note au niveau de la station M06 et elle est du même ordre de grandeur (différence de 32.15 pg/g sec).

L'ensemble des valeurs de 2015 reste égal ou inférieur à la valeur moyenne issue de l'ensemble des suivis des stations.

### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : M01, M02 et M03

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 100 pg/g sec) : M04, M05, M06, M07, M08 et M09

Les 3 stations de la darse 1 ont des teneurs en dioxines et furannes plus stables qu'au niveau des autres stations depuis le début du suivi avec une amplitude entre les valeurs extrêmes inférieures à 100 pg/g sec. Les variations temporelles plus marquées au niveau des autres stations restent relativement faibles.

- ☞ *Les teneurs en dioxines et furannes sont homogènes et constantes depuis le début des suivis. La valeur moyenne de l'ensemble des suivis étant aux alentours de 50 pg/g sec pour l'ensemble des stations de la zone d'étude, aucun gradient spatial de contamination marquée n'est observé.*

### 5.12.3. NORMALISATION

Les teneurs en dioxines et furannes mesurées dans la chair des moules ont été normalisées par l'indice de condition physiologique moyen calculé pour chacune des stations.

La figure suivante présente la relation entre les PCDD'F et l'indice de condition.

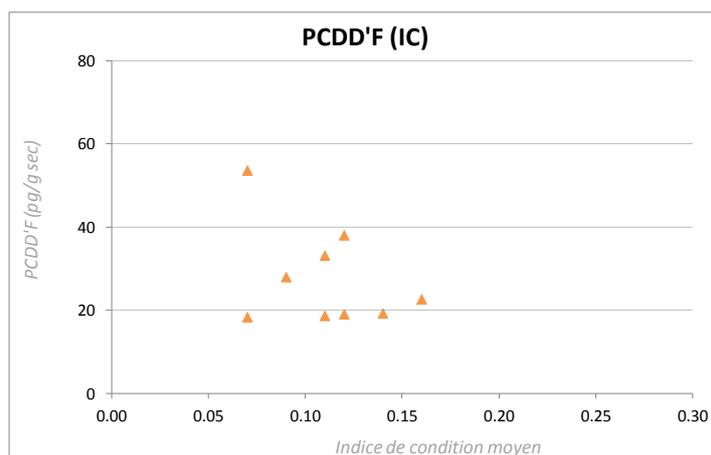


Figure 92 : Normalisation des PCDD'F par l'indice de condition.

Aucune corrélation marquée ne peut être mise en évidence entre les PCDD'F et l'indice de condition au regard des données de 2015.

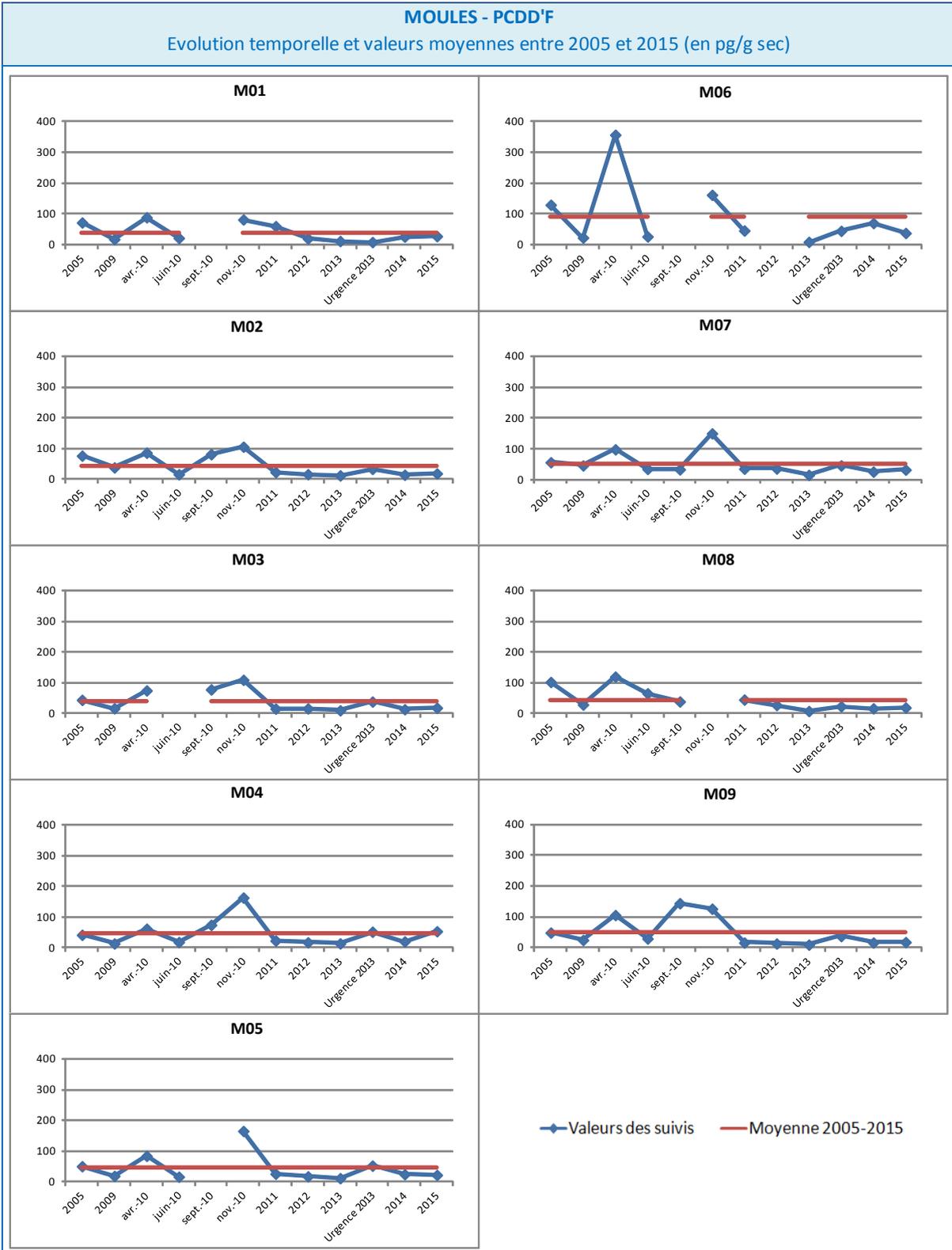


Figure 93 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour les PCDD'F dans les moules.

## 5.13. PCB INDICATEURS

### 5.13.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs en PCB indicateurs au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

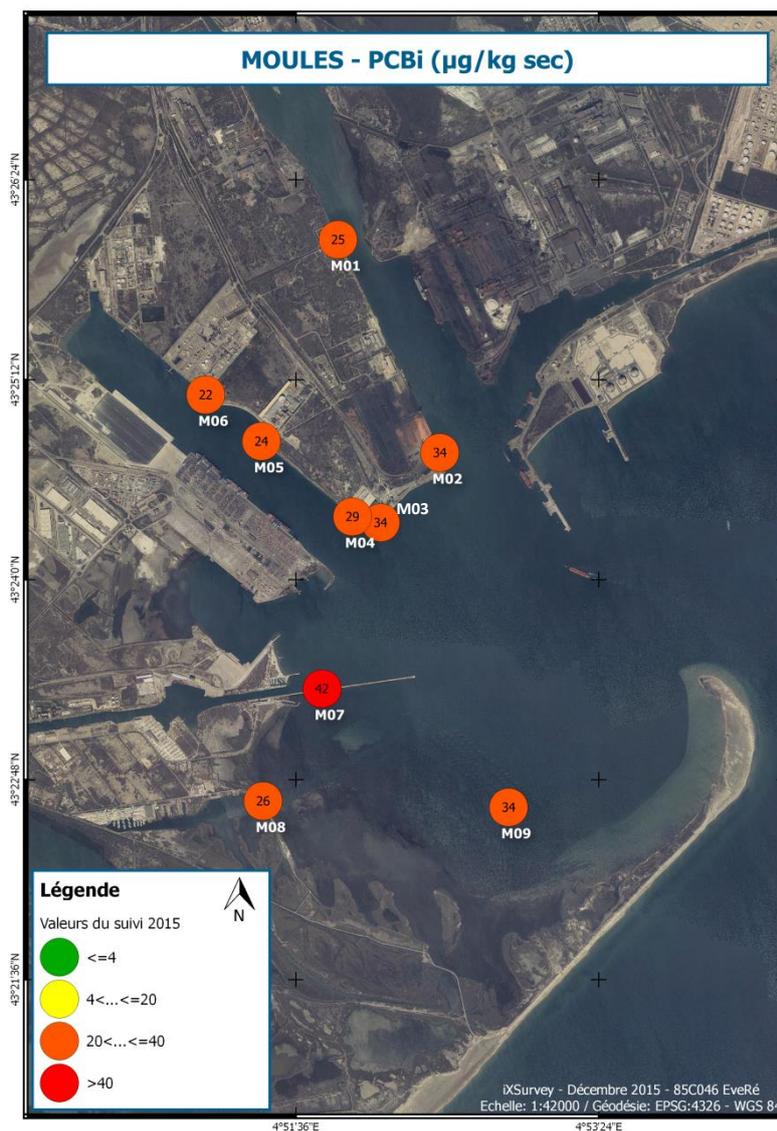


Figure 94 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour les PCB<sub>i</sub> dans les moules.

Les teneurs en PCB indicateurs sont relativement homogènes sur l'ensemble de la zone d'étude, excepté à l'Ouest de l'anse de Carteau, où la station du canal Saint-Louis (station M07) se distingue avec une teneur deux fois plus élevée (42 µg/kg sec). La teneur la plus faible se localise au Nord de la darse 2 (station M06) avec une valeur en PCB<sub>i</sub> de 22 µg/kg sec.

D'une façon générale, les teneurs les plus élevées sont relevées au canal Saint-Louis (station M07), au Sud des darses (station M02 et M03) et au Sud de l'anse de Carteau au niveau des tables mytilicoles (station M09).

### 5.13.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données des PCB indicateurs pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2013 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne des PCB<sub>i</sub> sur l'ensemble du suivi).

#### DONNEES 2015

Les valeurs obtenues en 2015 sont plus faibles ou quasiment égales à celles de 2014. Les teneurs de 2015 font parties des plus faibles valeurs mesurées depuis le début de ce suivi débuté en 2013 et sont donc, sans exception, inférieures à la valeur moyenne de l'ensemble des suivis.

#### TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : M01, M02 et M05

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 30 µg/kg sec) : M03, M04, M06, M07, M08 et M09

Une légère différence dans la constance des teneurs en PCB<sub>i</sub> s'observe sur la zone d'étude. En effet, les 2 stations de la darse 1 et la station M05 localisée au milieu de la darse 2 présentent un profil plus linéaire que les autres stations du Golfe de Fos-sur-Mer avec un écart entre les valeurs extrêmes inférieures à 100 µg/kg sec.

☞ *Au regard de la valeur moyenne calculée depuis le premier suivi en 2013, la station M07 présente une valeur plus élevée proche de 50 µg/kg sec.*



Figure 95 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2013-2015) pour les PCBi dans les moules.

### 5.13.3. NORMALISATION

Les teneurs en PCB<sub>i</sub> mesurées dans la chair des moules ont été normalisées par l'indice de condition physiologique moyen calculé pour chacune des stations.

La figure suivante présente la relation entre les PCB<sub>i</sub> et l'indice de condition.

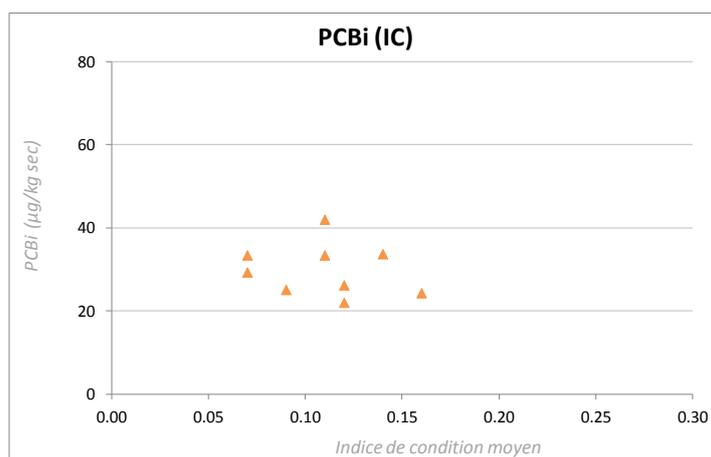


Figure 96 : Normalisation des PCB<sub>i</sub> par l'indice de condition.

Aucune corrélation marquée ne peut être mise en évidence entre les PCB<sub>i</sub> et l'indice de condition au regard des données de 2015.

## 5.14. PCB-DL

### 5.14.1. RESULTATS DU SUIVI 2015

La figure suivante présente les valeurs des PCB-DL au niveau des neuf stations de prélèvement de matières vivantes obtenues lors du suivi 2015.

L'ensemble des teneurs en PCB-DL est relativement homogène sur l'ensemble de la zone d'étude avec des valeurs du même ordre de grandeur. Ces teneurs varient de 2 675 pg/g sec au minimum (station M06) à 4 969 pg/g sec au maximum (station M07).

D'une façon générale, les teneurs en PCB-DL les plus élevées se rencontrent dans l'anse de Carteau (stations M07, M08 et M09). La valeur de la station M07 soulève une attention particulière, car elle est deux fois plus forte par rapport à la valeur la plus faible recensée au Nord de la darse 1 (station M06) et il y a environ 1 000 pg/g sec qui la sépare de la deuxième valeur la plus élevée.

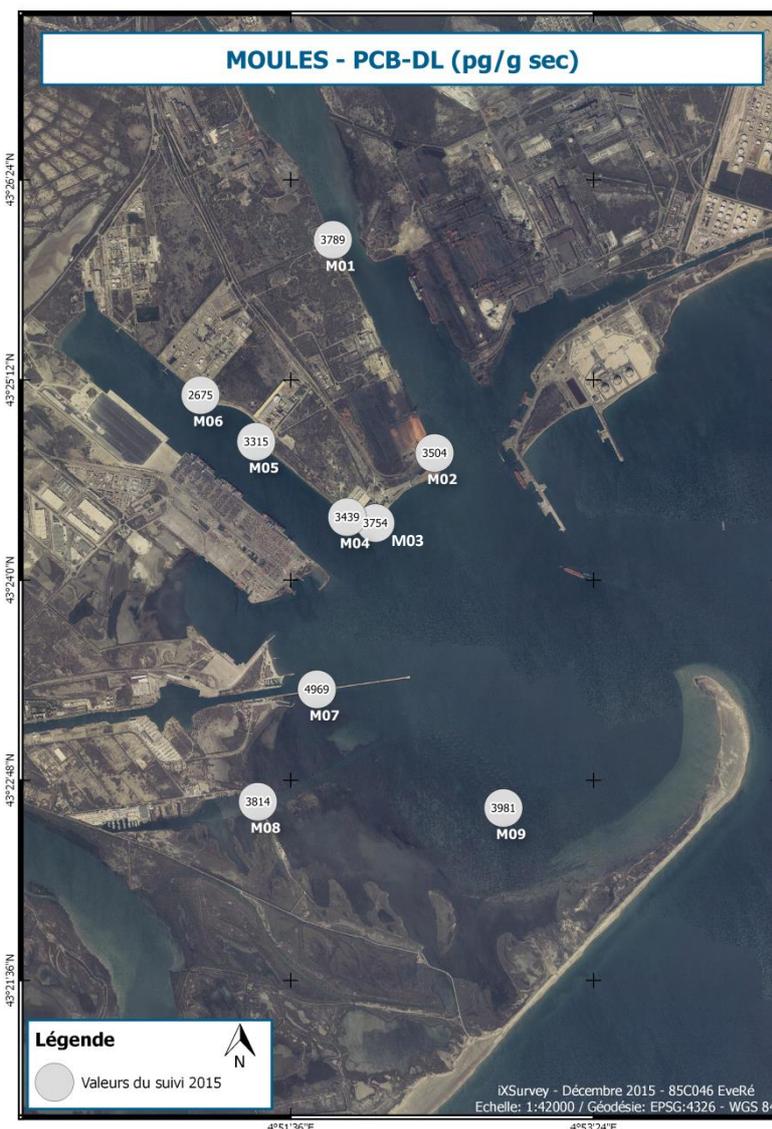


Figure 97 : Résultat des données issues du suivi 2015 pour les PCB-DL dans les moules.

## 5.14.2. COMPARAISON AVEC LES DONNEES PRECEDENTES

La figure suivante présente sous forme de graphique les résultats des données en PCB-DL pour chacune des stations depuis le début du suivi en 2005 (courbe bleue : valeur obtenue lors du suivi ; courbe rouge : valeur moyenne en PCB-DL sur l'ensemble du suivi).

### DONNEES 2015

Les valeurs obtenues en 2015 sont très proches de celles collectées lors du précédent suivi de 2014, voire même inférieures pour la majorité d'entre elles. La différence la plus importante s'observe au niveau des stations M03, M04, M06 et M08 avec un écart d'environ 1 600 pg/g sec.

Les valeurs relevées en 2015 sont toutes inférieures à la valeur moyenne de l'ensemble des suivis.

## TENDANCES GLOBALES

Stations relativement stables : M01, M03, M04 et M05

Stations avec davantage de variation temporelle (différences entre les valeurs extrêmes de plus de 10 000 pg/g sec) : M02, M06, M07, M08 et M09

Des fluctuations plus importantes des teneurs en PCB-DL se notent au niveau des stations de l'anse de Carteau. L'amplitude entre les valeurs extrêmes reste tout de même relativement faible au regard de l'unité de mesure de ce paramètre. De ce fait, une certaine homogénéité spatiale et temporelle se note dans le Golfe de Fos-sur-Mer.

- ☞ *La contamination en PCB-DL s'avère légèrement plus marquée au niveau des stations de l'anse de Carteau (stations M07, M08 et M09) avec des valeurs moyennes de l'ensemble des suivis proches de 8 000 pg/g sec.*

### 5.14.3. NORMALISATION

Les teneurs en PCB-DL mesurées dans la chair des moules ont été normalisées par l'indice de condition physiologique moyen calculé pour chacune des stations.

La figure suivante présente la relation entre les PCB-DL et l'indice de condition.

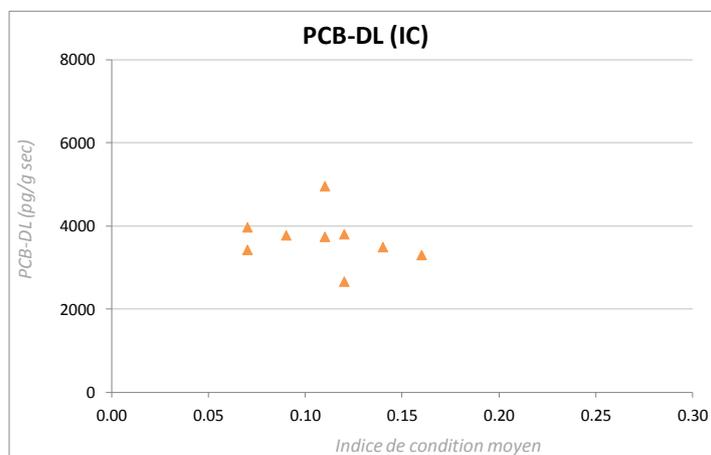


Figure 98 : Normalisation des PCB-DL par l'indice de condition.

Aucune corrélation marquée ne peut être mise en évidence entre les PCB-DL et l'indice de condition au regard des données de 2015.

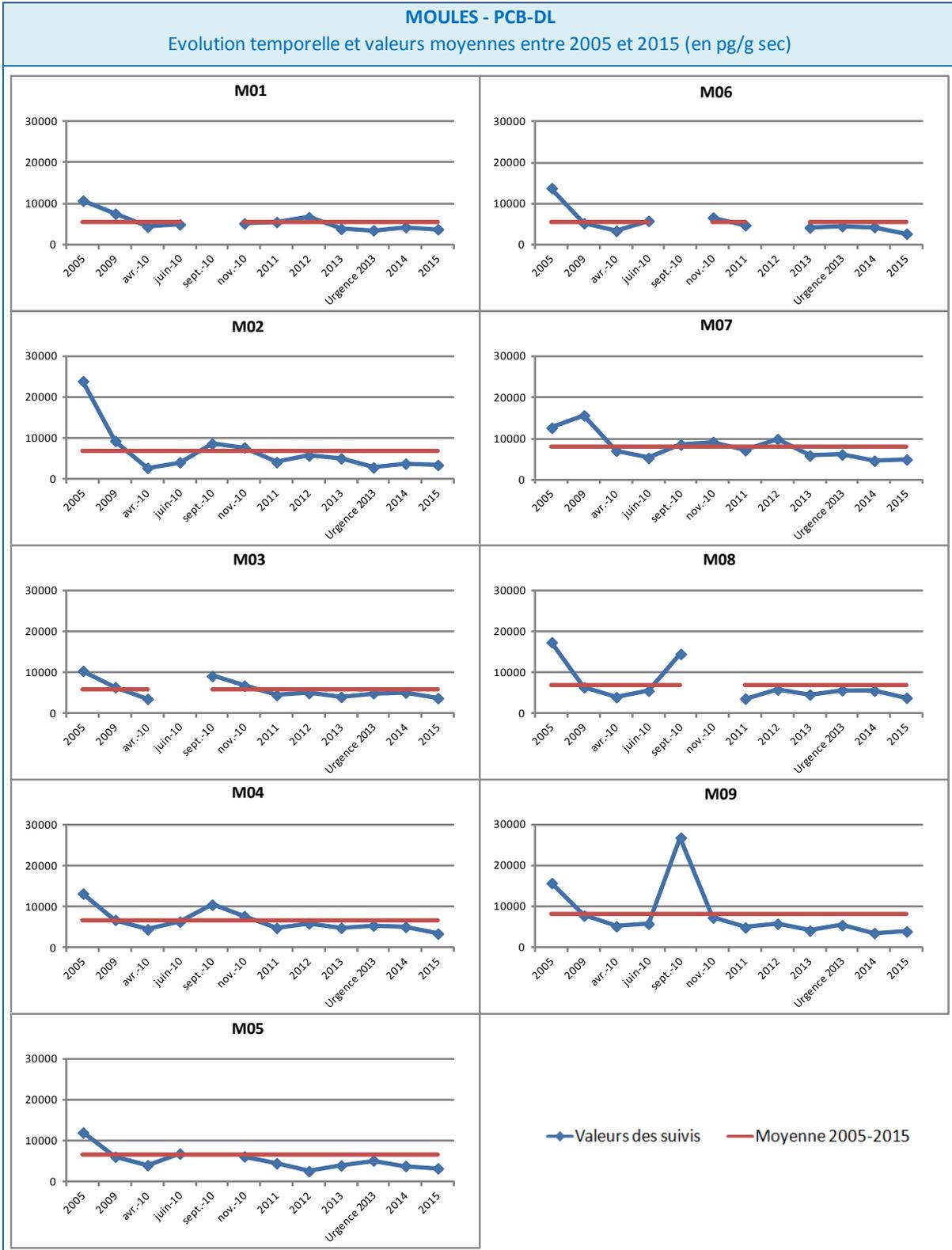
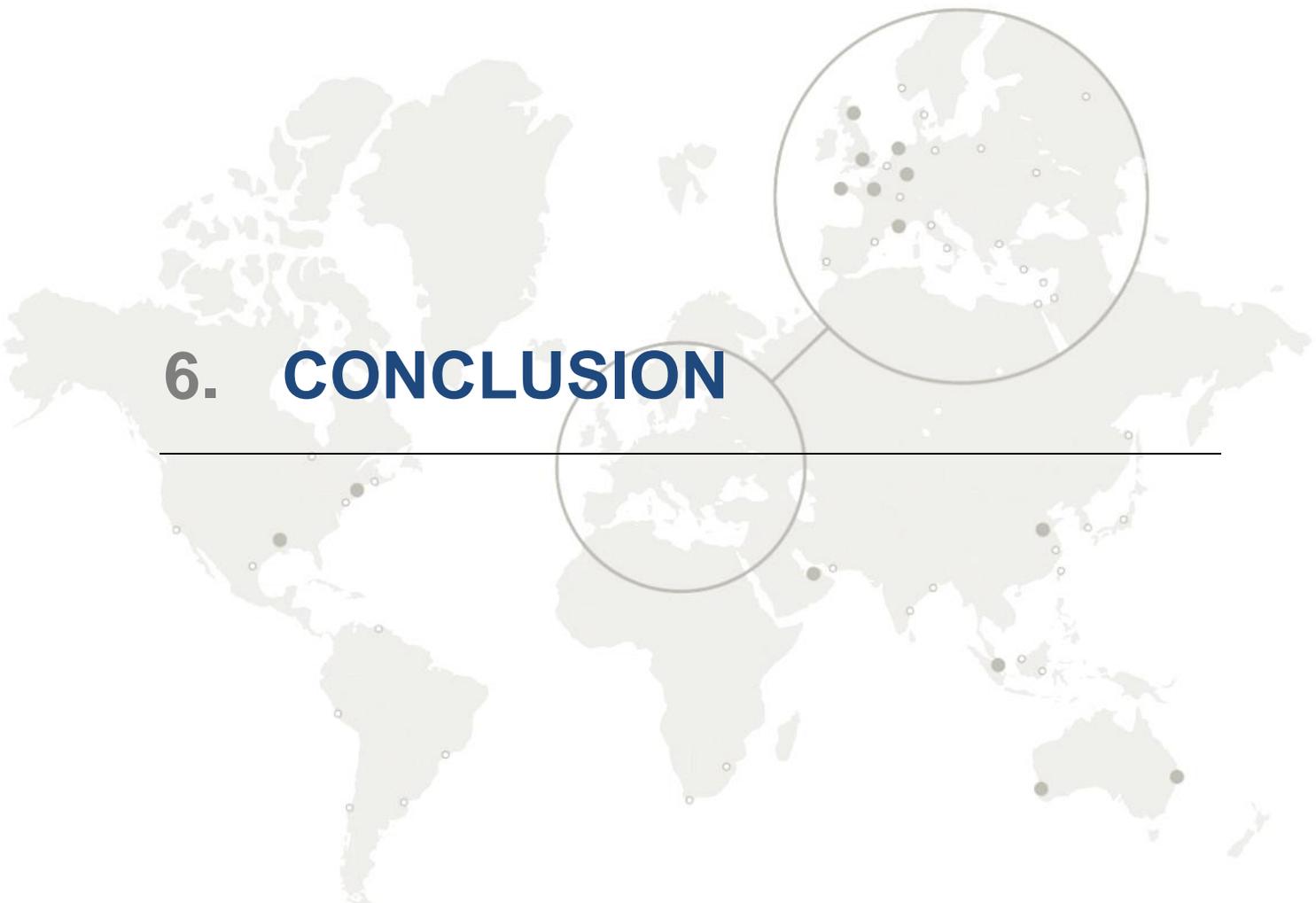


Figure 99 : Résultat des données issues depuis l'ensemble du suivi (2005-2015) pour les PCB-DL dans les moules.



A world map showing survey locations. The map is light gray with dark gray dots indicating survey sites. A large circle highlights the European region, and a smaller circle highlights a specific area in Europe. The text '6. CONCLUSION' is overlaid on the map.

## 6. CONCLUSION

---

L'analyse granulométrique des sédiments marins superficiels a permis d'identifier deux groupes de stations :

- celles ayant un pourcentage en fraction fine supérieur à 50 % et dont le taux d'envasement est le plus important (d'après Ibouily, 1981). Ce groupe se compose de 9 stations parmi les 12 étudiées (les stations des deux darses et les stations ES7, ES9 et ES12) ;
- celles ayant un pourcentage en fraction fine inférieure à 50 %, à savoir les trois stations restantes ES8, ES10 et ES11.

Il est important de préciser que le pourcentage de fraction fine dans les sédiments de l'ensemble des stations a beaucoup fluctué au cours du temps, comme le démontre le changement de niveau dans la classification d'Ibouily.

Les résultats du suivi de 2015 révèlent des teneurs en contaminants métalliques et organiques plus élevées au niveau de la darse 1 et cela pour douze (12) contaminants étudiés sur quatorze. Pour la première fois depuis le début de ce suivi, la station ES9, localisée au niveau des tables mytilicoles, affiche également des valeurs en contaminants métalliques et organiques relativement importantes comparé aux autres stations de la zone d'étude. Par ailleurs, il n'y a pas de station particulière qui se dégage dans l'ensemble de la zone d'étude, où la concentration globale en contaminant serait la plus faible. Le cadmium se distingue des autres paramètres avec des teneurs très faibles, régulièrement inférieures à la limite de quantification.

L'ensemble des données depuis le début des campagnes de suivis indique une contamination davantage marquée au niveau des stations de la darse 1 pour l'ensemble des paramètres étudiés, excepté le cadmium dont les teneurs semblent homogènes au regard de l'échelle temporelle sur l'intégralité de la zone d'étude.

D'autre part, il est important de préciser que les teneurs de l'ensemble des paramètres mesurées lors de la campagne de 2015, dans la totalité des stations de la zone d'étude, sont similaires avec les données issues des suivis REPOM.

☞ ***La qualité des sédiments marins superficiels dans l'environnement du centre de traitement multifilière des déchets ménagers de Fos-sur-Mer ne montre aucune évolution significative qui puisse être en lien direct avec les activités du centre.***

Au regard des données issues de la campagne de 2015, les teneurs des différents contaminants métalliques et organiques dans la chair des moules de l'ensemble des stations sont restées relativement stables pour chacun des paramètres étudiés.

Contrairement aux teneurs en sédiments qui dévoilent un gradient spatial assez marqué, il est plus difficile de déterminer les zones où la contamination dans la chair des moules est la plus importante. En effet, les teneurs les plus fortes s'observent au niveau des stations de l'anse de Carteau, à savoir les stations M07, M08 et M09, notamment pour l'arsenic, cuivre, nickel, PCBi et PCB-DL ; mais également au niveau de la darse 1, principalement pour l'aluminium, le cadmium, le chrome et les PCDD'F.

Le mercure est le seul paramètre dont les valeurs relevées lors du suivi de 2015 présentent une homogénéité plus marquée sur l'intégralité de la zone d'étude avec des valeurs inférieures à la limite de quantification.

D'une façon générale, en se basant sur l'ensemble des données depuis le début des campagnes de suivis, les moules se développant dans la darse 1, principalement au Nord au niveau de la station M01, ont des concentrations plus élevées aussi bien en métaux lourds qu'en PCB. La station M08 localisée au niveau du canal Saint-Antoine se distingue également des autres stations, avec des valeurs en cuivre, en mercure et en PCB-DL plus importantes. Trois paramètres, l'arsenic, le zinc et les PCDD'F semblent avoir des teneurs relativement constantes depuis le début du suivi indiquant une contamination dans la chair des moules stable au cours du temps.

D'autre part, il est important de préciser que les teneurs de l'ensemble des contaminants mesurées dans la chair des moules lors de la campagne de 2015, dans la totalité des stations de la zone d'étude, coïncident avec les valeurs relevées dans le cadre du suivi ROCCH de l'Ifremer.

☞ *Au regard des données de l'ensemble des suivis et des valeurs de comparaison d'Ifremer, la qualité de la matière vivante dans l'environnement du centre de traitement multifilière des déchets ménagers de Fos-sur-Mer ne montre aucune évolution significative qui puisse être en lien direct avec les activités du centre.*

A light gray world map is centered on the page. Two circular callouts are overlaid on the map: one over Europe and one over North America. The text '7. BIBLIOGRAPHIE' is superimposed on the map, centered horizontally and partially overlapping the callouts.

## 7. BIBLIOGRAPHIE

---

CABINET RAMADE GERIM, Juin 2013. Centre de traitement multifilière de déchets ménagers de Fos-sur-Mer EVERE – Suivi du milieu marin année – Rapport année 2012. P144.

CABINET RAMADE GERIM, Mai 2011. Centre de traitement multifilière de déchets ménagers de Fos-sur-Mer EVERE – Suivi du milieu marin année – Rapport année 2010. P138.

CABINET RAMADE GERIM, Mai 2013. Centre de traitement multifilière des déchets ménagers de Fos-sur-Mer EVERE – Suivi du milieu marin année – Rapport et annexes année 2011. P104.

CREOCEAN, Mars 2014. Suivi d'urgence suite à l'incendie du 02/11/2013 sur le centre de traitement multifilière des déchets ménagers de Marseille Provence Métropole à Fos-sur-Mer. P184.

IBOULY G., 1981. Etude sédimentologique de la rade de Marseille (Bouches du Rhône). Thèse de spécialité, Université de Provence. P130.

Licari M.-L., 1998. Mise au point d'un Système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire. P317.

Bulletin de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral 2013. Résultats acquis jusqu'en 2013. Ifremer/ODE/LITTORAL/LER-PAC/14-07/Laboratoire Environnement Ressources Provence Azur Corse, 81 p.