



Station d'épuration intercommunale de Pardigon

Communes de Cavalaire-sur-Mer et de la Croix-Valmer

Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent de la station d'épuration

Rapport d'étude

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

SIVOM DU LITTORAL DES MAURES

COORDONNEES	145 chemin des Essarts 83240 Cavalaire-sur-Mer
INTERLOCUTEUR	Monsieur Gérard JACOMET Tél. : 04.94.00.46.25 E-mail : gerard.jacomet@sivom-littoraldesmaures.org

CREOCEAN

COORDONNEES	Valparc – Bâtiment B 230 avenue de Rome 83500 La Seyne-sur-Mer Tél. : 04.98.00.25.80 - Fax 04.94.94.95.29 E-mail : pacacorse@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	Madame Elina DELORD Tél. 04 98 00 25 80 E-mail : delord@creocean.fr

RAPPORT D'ETUDE

TITRE	Station d'épuration intercommunale de Pardigon Communes de Cavalaire-sur-Mer et de la Croix-Valmer Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent Campagne 2019
NOMBRE DE PAGES	119
NOMBRE D'ANNEXES	4
REFERENCE DE LA CONSULTATION	1190379-135-DCE-RC-A-001

SIGNATAIRES

VERSION	DATE	REDACTEUR(S)	CONTROLE QUALITE
V0	17/12/2019	EDE / LMA	EDE

Sommaire

Contexte	14
Caractérisation biologique et chimique de la matière vivante	16
1. Responsable de la tâche.....	16
2. Objectif	16
3. Méthodologie	16
3.1. Stratégie d'échantillonnage.....	16
3.2. Biomonitoring à l'aide de stations artificielles de moules.....	18
3.3. Variables et méthodes de mesures et d'analyse.....	20
4. Résultats	25
4.1. Biométrie.....	25
4.2. Contamination bactériologique	25
4.3. Contamination chimique.....	25
Caractérisation de la matrice sédimentaire.....	30
1. Responsable de la tâche.....	30
2. Introduction.....	30
3. Méthodologie	30
3.1. Stratégie d'échantillonnage.....	30
3.2. Collecte et conditionnement des échantillons	34
3.3. Variables et méthodes de mesures et d'analyse.....	34
3.4. Interprétation des données.....	37
4. Résultats et interprétations	43
4.1. Observations générales.....	43
4.2. Granulométrie.....	44
4.3. Nutriments	45
4.4. Contaminants	52
5. Conclusions	67

Caractérisation des peuplements benthiques de substrat meuble	69
1. Contexte et objectifs de l'étude.....	69
2. Méthodologie	70
2.1. Protocole de prélèvement et de conservation des échantillons (réalisé par CREOCEAN)	70
2.2. Identification, dénombrement et biomasses par le laboratoire Benth.id.....	70
2.3. Analyse des données	72
3. Résultats	76
3.1. Caractérisation des peuplements.....	76
3.2. Qualification des peuplements.....	82
4. Synthèse et conclusion.....	85
Caractérisation de l'herbier à <i>Posidonia oceanica</i>	88
1. Responsable de la tâche.....	88
2. Objectifs	88
3. Méthodologie	88
3.1. Localisation des sites d'études	88
3.2. Méthodes ponctuelles d'observations et de suivis.....	90
3.3. Traitement des données	94
3.4. Résultats	100
Synthèse et perspectives.....	113
1. Rappel des objectifs et du contenu du suivi.....	113
2. Synthèse du suivi des compartiments intégrateurs.....	113
2.1. Qualité chimique de la matière vivante.....	113
2.2. Qualité chimique du sédiment.....	114
2.3. Qualité biologique de peuplements benthiques de substrat meuble	114
2.4. Vitalité de l'herbier à <i>Posidonia oceanica</i>.....	115
3. Perspectives	115

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

Bibliographie.....	119
Annexes.....	123

Table des figures

Figure 1 : Plan d'échantillonnage - Prélèvements de moules.	17
Figure 2 : Dispositif d'immersion des pochons de moules.	19
Figure 4 : Localisation des stations de prélèvements de sédiment (1/2).	32
Figure 5 : Localisation des stations de prélèvements de sédiment (2/2).	33
Figure 6 : Illustration de prélèvement de sédiments.	35
Figure 7 : Code couleur utilisé pour l'interprétation des données de sédiment marin.	42
Figure 8 : Classes granulométriques des sédiments superficiels.	44
Figure 9 : Proportion de la fraction fine (<63 µm) dans les sédiments marins.....	45
Figure 10 : Proportion de la matière organique dans les sédiments (en %).	46
Figure 11 : Proportion du carbone organique total dans les sédiments marins (en %).	48
Figure 12 : Proportion de l'azote ammoniacal, des nitrates et de l'azote Kjeldahl dans les sédiments marins (en %).	50
Figure 13 : Proportion du phosphore dans les sédiments marins (en mg/kg/ MS).....	51
Figure 14 : Indice d'Enrichissement Organique des stations.....	52
Figure 15 : Teneurs en aluminium dans les sédiments marins.....	54
Figure 16 : Concentration en aluminium en fonction de la proportion de fraction fine.....	54
Figure 17 : Teneurs en mercure dans les sédiments marins.....	55
Figure 18 : Concentration en mercure en fonction de la proportion de fraction fine.	55
Figure 19 : Teneurs en cuivre dans les sédiments marins.	56
Figure 20 : Concentration en cuivre en fonction de la proportion de fraction fine.....	56
Figure 21 : Teneurs en chrome dans les sédiments marins.....	57
Figure 22 : Concentration en chrome en fonction de la proportion de fraction fine.....	57
Figure 23 : Teneurs en fer dans les sédiments marins.	58
Figure 24 : Concentration en fer en fonction de la proportion de fraction fine.	58
Figure 25 : Teneurs en plomb dans les sédiments marins.	59
Figure 26 : Concentration de plomb en fonction de la proportion de fraction fine.....	59

Figure 27 : Teneurs en zinc dans les sédiments marins.....	60
Figure 28 : Concentration de zinc en fonction de la proportion de fraction fine.....	60
Figure 29 : Indice de pollution cumulé pour les éléments traces métalliques sur les stations..	61
Figure 30 : Somme des 16 HAP dans les sédiments marins.	62
Figure 31 : Concentration des différents HAP dans les sédiments marins.	64
Figure 32 : Indice de pollution relative cumulée pour les HAP dans les sédiments marins.	65
Figure 33 : Localisation de l'émissaire de Pardigon	69
Figure 34 : Localisation des points de prélèvements du benthos de substrats meubles effectués par Créocéan Juillet 2019 (Créocéan, 2019).	71
Figure 35 : Aspect théorique des courbes de k-dominance (abondances et biomasses hypothétiques) en fonction des perturbations (d'après Warwick 1988).....	72
<i>Figure 36 : Modèle des indices biotiques, groupes écologiques en chiffre romain (d'après Glémarec et Hily, 1981).....</i>	<i>74</i>
Figure 37 : Modèle SAB de Pearson et Rosenberg (1978).	74
Figure 38 : Proportions des différentes fractions granulométriques le long des transects (Tr.) d'échantillonnage - Emissaire de Pardigon Juillet 2019.	76
Figure 39 : Analyse de Clustering - Emissaire de Pardigon Juillet 2019.....	76
Figure 40 : Proportions des différents phylums des peuplements benthiques échantillonnés pour chaque station le long des transects (Tr.).	77
Figure 41 : Biomasses moyennes des différentes stations le long des transects (Tr.) d'échantillonnage.	78
Figure 42 : Proportions moyennes (écart-type) toutes stations confondues des espèces inféodées à différents habitats.....	78
Figure 43 : Valeurs moyennes (écart-type) de la Richesse spécifique totale, la densité, la diversité spécifique de Shannon (H') et l'indice d'Equitabilité de Pielou des stations échantillonnées le long des transects (Tr.).	79
Figure 44 : Proportions par Cluster (CL) d'espèces inféodées à différents habitats - Emissaire de Pardigon Juillet 2019.....	80
Figure 45 : MDS réalisée sur les abondances (transformées en racine carrée) des différents peuplements échantillonnés – Répartition correspondante des particules sédimentaires >2mm.	81
Figure 46 : Valeur moyenne de l'indice trophique par station le long des transects (Tr.) d'échantillonnage.	82

Figure 47 : Courbes ABC des peuplements benthiques.	83
Figure 48 : Proportions des 4 groupes de polluo-sensibilité par station le long des transects (Tr.) d'échantillonnage.	84
Figure 49 : Localisation des stations de suivi de la vitalité de l'herbier à <i>Posidonia oceanica</i>.	89
Figure 50 : Représentation des différents rhizomes et représentation du déchaussement (Boudouresque, CF, Giraud, G, Panayotidis, 1980).	92
Figure 51 : Méthode de mesure du recouvrement, les carrés rouges (1m²) représentent les échantillons sur lesquels la mesure est effectuée et les points rouges représentent la position de la borne étudiée.	93
Figure 52 : Photographies des sites étudiés dans la baie de Cavalaire (Andromède 2019).	99
Figure 53 : Classification de la densité de l'herbier de <i>Posidonies</i> en 'Zone A'.	100
Figure 54 : Densité de l'herbier de <i>Posidonies</i> en 'Zone A'.	101
Figure 55 : Déchaussement de l'herbier de <i>Posidonies</i> en 'Zone A'.	101
Figure 56 : Photomosaïque de l'herbier à <i>Posidonia oceanica</i> présent en 'Zone A'.	102
Figure 57 : Classification de la densité de l'herbier de <i>Posidonies</i> en 'Zone B'.	103
Figure 58 : Densité de l'herbier de <i>Posidonies</i> en 'Zone B'.	104
Figure 59 : Déchaussement de l'herbier de <i>Posidonies</i> en 'Zone B'.	104
Figure 60 : Photomosaïque de l'herbier à <i>Posidonia oceanica</i> présent en 'Zone B'.	105
Figure 61 : pourcentage de rhizomes plagiotropes en 'Zone B'.	106
Figure 62 : Classification de la densité de l'herbier de <i>Posidonies</i> en 'Zone C'.	107
Figure 63 : Déchaussement de l'herbier de <i>Posidonies</i> en 'Zone C'.	108
Figure 64 : Caractérisation du taux de recouvrement de l'herbier à <i>Posidonia oceanica</i> en 'Zone D'.	109
Figure 66 : Déchaussement de l'herbier de <i>Posidonies</i> en 'Zone D'.	109
Figure 65 : Caractérisation du taux de recouvrement de l'herbier à <i>Posidonia oceanica</i> en 'Zone D'.	110

Table des tableaux

Tableau I : Qualité de la matière vivante - Caractéristiques des stations d'échantillonnage.	16
Tableau II : Analyse chimique de la chair des moules – Méthodes analytiques.	21
Tableau III : Limites supérieures des classes de qualité calculées par le réseau RINBIO 2015 (concentrations ajustées en mg/kg PS).	22
Tableau IV : Classement des zones conchylicoles dans le cadre du règlement Européen CE/854/2004.....	23
Tableau V : Bactériologie dans le biote (Créocéan, 2019).	25
Tableau VI : Concentrations des éléments métalliques traces dans le biote (Créocéan, 2019).	25
Tableau VII : Concentrations des pesticides dans le biote (Créocéan, 2019).....	26
Tableau VIII : Concentrations des hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le biote (Créocéan, 2019).....	26
Tableau IX : Concentrations des polychlorobiphényles dans le biote (Créocéan, 2019).	27
Tableau X : Concentrations des détergents et du PFOS dans le biote (Créocéan, 2019).	27
Tableau XI : Coordonnées géographiques des stations de prélèvement de sédiment marin. ...	31
Tableau XII : Variables et méthodes de mesures et d'analyse sur la matrice sédimentaire.	36
Tableau XIII : Indices de contamination pour les trois polluants exprimant la pollution organique (Alzieu C. 2003).	37
Tableau XIV : Indice d'Enrichissement Organique (Alzieu, 2003).	38
Tableau XV : Tableau de référence pour les contaminants.	41
Tableau XVI : Caractéristiques visuelles du sédiment superficiel.	43
Tableau XVII : Résultats des analyses en nutriments dans les sédiments.....	47
Tableau XVIII : Résultats des analyses en éléments traces métalliques effectués sur les sédiments.	53
Tableau XIX : Résultats des analyses pour les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques exprimés en µg/kg de MS.	63
Tableau XX : Résultats des analyses pour les PCB dans les sédiments (en mg/kg MS).	66
Tableau XXI : Résultats des analyses pour les détergents dans les sédiments (en mg/kg).....	66
Tableau XXII : Résultats des analyses pour le sulfonate de perfluorooctane dans les sédiments (en µg/kg MS).	66

Tableau XXIII : Correspondance entre les valeurs de l'indice AMBI et celles de l'indice biotique IB d'après Borja et al. 2000.....	74
Tableau XXIV : Proportions moyennes des espèces indicatrices de perturbations des peuplements.....	77
Tableau XXV : Analyse de Simper réalisées sur les données transformées (racine carrée) – Principales espèces responsables des dissimilarités - entre les deux sous-groupes CLI et CLII .	80
Tableau XXVI : Indice de Clarke (W) pour chaque peuplement échantillonné le long des transects (Tr.).....	82
Tableau XXVII : Valeur du M-AMBI pour chaque peuplement échantillonné.	84
Tableau XXVIII : Valeur Des EQR pour chaque peuplement échantillonné.....	85
Tableau XXIX : Tableau synthétique reprenant les résultats d'analyse de la macrofaune benthique pour chaque peuplement échantillonné : Richesse spécifique totale (S), Densité, Diversité des Shannon (H'), Equitabilité de Pielou (J'), Biomasse, Indice trophique (IT), Indice de Clark (W), AMBI, M-AMBI et Qualité écologique selon la DCE (EQR).	85
Tableau XXX : Herbier à Posidonia oceanica – Caractéristiques des sites étudiés.....	88
Tableau XXXI : Etude de l'herbier à Posidonia oceanica – Récapitulatif des méthodologies mises en œuvre.....	91
Tableau XXXII : Classification des densités des herbiers de Posidonies d'après Pergent et al., 2008 ; Pergent-Martini et al., 2010.....	95
Tableau XXXIII : Classification de la vitalité de l'herbier de Posidonies en fonction du taux de recouvrement (Charbonnel et al., 2000).	96
Tableau XXXIV : Classification de la vitalité de l'herbier de Posidonies en fonction du taux de recouvrement (Pergent et al. 1995).....	96
Tableau XXXV : Interprétation de la vitalité de l'herbier de Posidonies en fonction du pourcentage de rhizomes plagiotropes (Charbonnel et al. 2000).	96
Tableau XXXVI : Grille d'évaluation du déchaussement des rhizomes (Charbonnel et al. 2000).	97
Tableau XXXVII : Herbier à Posidonia oceanica – Caractéristiques des sites de référence.	98
Tableau XXXVIII : Synthèse de quelques descripteurs caractérisant la vitalité de l'herbier de Posidonie au niveau de la baie de Cavalaire.	98
Tableau XXXIX : Synthèses des données brutes.	100

Table des annexes

Annexe 1 : Rapports d'analyses dans le biote (Alpa Chimies, 2019)

Annexe 2 : Rapports d'analyses sur les sédiments marins (Alpa Chimies, 2019)

Annexe 3 : Benthos – Liste des espèces (Benth.Id, 2019)

Annexe 4 : Benthos – Biomasse (Benth.Id, 2019)

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

Contexte

Contexte

La station d'épuration intercommunale de Pardigon traite les eaux usées des communes de Cavalaire-sur-Mer et de La Croix-Valmer. Elle se situe sur la commune de Cavalaire-sur-Mer, au centre d'un bassin versant comportant la plaine de Pardigon, le ruisseau de la Carrade faisant limite entre les communes de Cavalaire-sur-Mer et La Croix-Valmer. La station d'épuration est exploitée par le SIVOM du littoral des Maures.

De 1977 à 2001 l'effluent était rejeté dans le milieu marin récepteur au travers d'une canalisation PVC de diamètre 400 mm sur un fond de 32 mètres. En 2001 un nouvel émissaire a été construit et rallongé en 2006 afin de permettre le rejet des effluents par -38 m de profondeur, soit au-delà de l'historique limite inférieure de l'herbier à *Posidonia oceanica*. Ce nouvel émissaire de 2400 m est en béton âme tôle de diamètre 600 mm pour sa partie marine.


Jusqu'en 2006, un traitement physico-chimique était réalisé. Depuis, cette station d'épuration comprend un traitement physico-chimique avec adjonction de réactifs (traitement primaire) et un traitement biologique avec nitrification (traitement secondaire). Les caractéristiques principales de la station d'épuration sont actuellement les suivantes :

- une capacité nominale de 68 000 EH ;
- un débit de référence de 10 200 m³/j ;
- une charge organique nominale de 4080 kg DBO₅/j.

Selon l'article 3 de l'Arrêté Préfectoral du 29 juin 2018 portant autorisation complémentaire, au titre de l'article L.181-14 du code de l'environnement, du système d'assainissement relatif à la station d'épuration de Pardigon située à Cavalaire-sur-Mer, le pétitionnaire propose la mise en place d'un programme de suivi du milieu récepteur en prenant appui sur le guide méthodologique « Surveillance des rejets urbains et des systèmes d'assainissement en Méditerranée » édité en 2011 par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse :

- Tâche 1 : Coordination
- Tâche 2 : Flux à la mer
- Tâche 6 : Qualité des sédiments
- Tâche 7 : Qualité de la matière vivante
- Tâche 8 : Peuplements benthiques
- Tâche 9 : Suivi des herbiers de Posidonie
- Tâche 13 : Bancarisation des données

Le programme de surveillance doit également prendre en compte le suivi des micropolluants significatifs au titre de la note technique du 12 août 2016. Le suivi de ces molécules se limite au dosage du sulfonate de perfluorooctane (PFOS) dans le sédiment, le biote et l'eau. Cette molécule a été identifiée dans le cadre du suivi RSDE réalisé en 2018.



Caractérisation biologique et chimique de la matière vivante

Caractérisation biologique et chimique de la matière vivante

1. Responsable de la tâche

Mme Elina DELORD

2. Objectif

L'étude de la qualité de la matière vivante, correspondant à la Tâche 7 du guide méthodologique « Surveillance des rejets urbains et des systèmes d'assainissement en Méditerranée – 2de édition 2011 » (Andral et al. 2011), a pour objectif d'évaluer l'état de contamination chronique du milieu soumis aux rejets de station d'épuration des eaux usées.

Les moules, organismes filtreurs capables de concentrer dans leurs tissus des contaminants chimiques parfois présents à l'état de trace dans le milieu, sont communément utilisées comme indicateur de la contamination du milieu marin. Les moules sont donc étudiées ici en tant que biointégrateur de manière à évaluer la contamination du milieu au droit des stations d'épuration.

Ce suivi s'attache à apprécier l'effet du rejet de la station d'épuration sur le milieu marin et à surveiller l'évolution de sa qualité. Ainsi les niveaux de contamination sont comparés aux valeurs de références disponibles ou en vigueur.

3. Méthodologie

3.1. Stratégie d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage comprend cinq stations de prélèvement réparties à des distances croissantes autour de l'émissaire.

Tableau I : Qualité de la matière vivante - Caractéristiques des stations d'échantillonnage.

Stations	Coordonnées géographiques (WGS 84)	Distance au rejet (m)
M1	N43 10.559 / E06 33.570	14
M2	N43 10.616 / E06 33.536	100
M3	N43 10.684 / E06 33.510	250
M4	N43 10.582 / E06 33.641	100
M5	N43 10.533 / E06 33.510	100

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

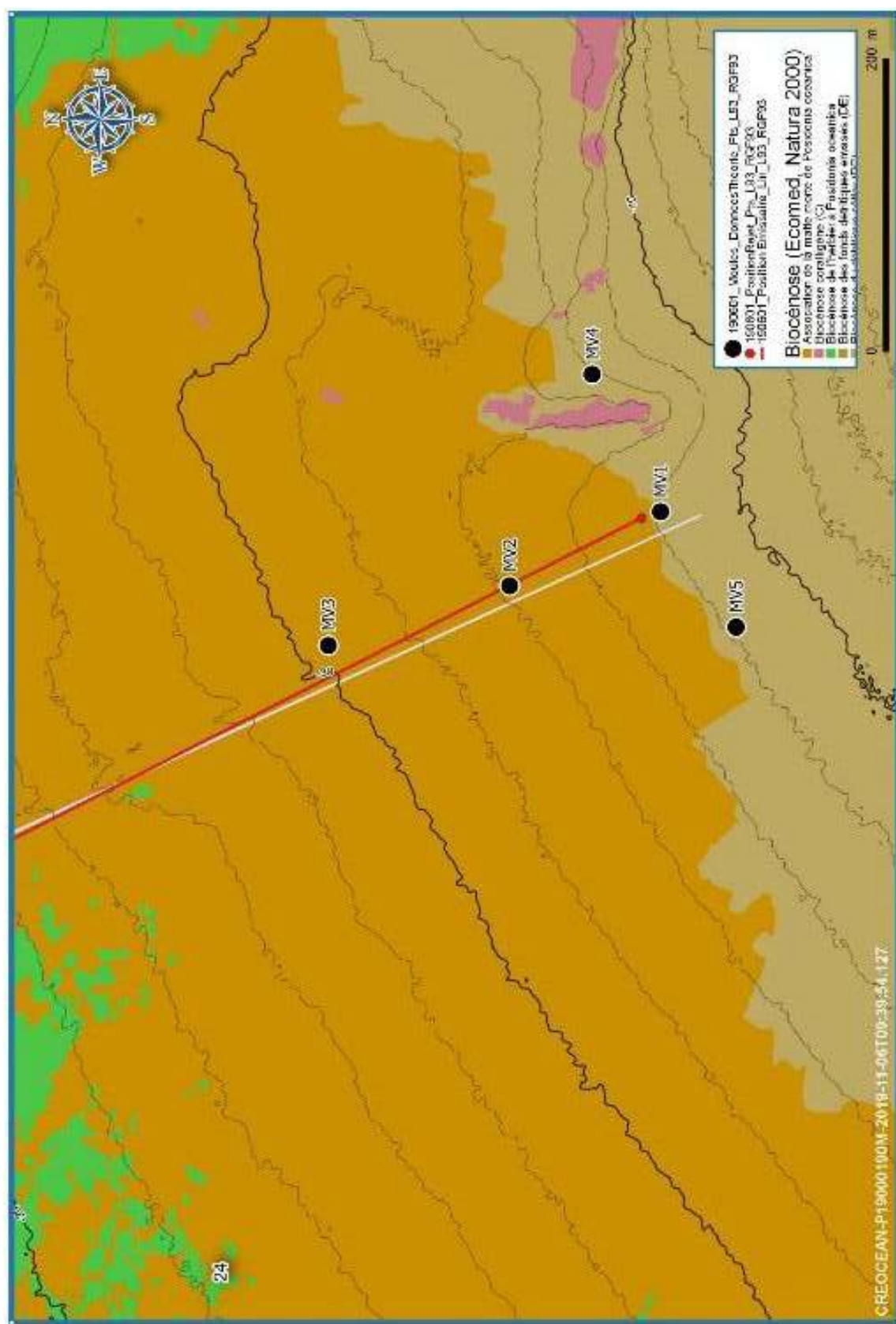


Figure 1 : Plan d'échantillonnage - Prélèvements de moules.

3.2. Biomonitoring à l'aide de stations artificielles de moules

Cette méthode repose sur la mise en place des stations artificielles sous la forme de mouillage de poches de moules de Méditerranée selon le protocole RINBIO standard défini par l'IFREMER.

Les moules de Méditerranée (*Mytilus galloprovincialis*) proviennent de Port St Louis du Rhône, en bordure de la Camargue, à l'embouchure du grand Rhône. Cette souche de moules est également utilisée en tant que référence dans le cadre du RINBIO et des suivis de la Directive Cadre Eau (DCE). Le grossissement des moules a lieu dans l'anse de Carteau depuis de nombreuses années. Les moules sont ensuite placées dans des bassins en stabulation, épurés et dégorgés remplis d'une eau de forage de bonne qualité sanitaire et chimique.

Le dispositif est composé d'un pochon de moules lesté par des maillons de chaîne. Sa flottaison, à environ 6 m sous la surface de la mer, est assurée par une bouée (Figure 2). Chaque échantillon est composé d'un lot de 2,5 kg de moules calibrées, stockées dans une poche ostréicole.

Afin de minimiser le risque de perte d'échantillon du fait de l'activité qui peut avoir lieu sur zone ou de la courantologie, deux poches sont immergées sur des lignes de mouillage différenciées à chaque station, distantes les unes des autres d'une dizaine de mètres. La position des poches est repérée grâce à un système GPS. De plus, nos coordonnées téléphoniques sont indiquées sur chaque poche de moules afin de pouvoir être prévenus dans l'éventualité où une poche serait retrouvée par un tiers. Selon les recommandations de l'IFREMER et sur la base de notre expérience dans ce domaine, le doublement des lignes de mouillage est suffisant pour assurer la complétude de l'échantillonnage.

Les poches de moules ont été immergées entre le 3 juillet et le 2 septembre 2019. Elles sont récupérées 2,5 à 3 mois après leur mise en place, selon les recommandations du protocole RINBIO.

Le protocole de récupération des lignes mouillées est le suivant :

- retour sur la position du mouillage grâce aux coordonnées du positionnement par satellite ;
- balisage de l'emplacement avec une bouée (en cas de mauvaise visibilité) ;
- envoi de plongeurs avec une bouée à fixer sur la chaîne pour en alléger le poids ;
- récupération du mouillage et des poches à bord du bateau ;
- ouverture des poches et conditionnement immédiat des moules en glacière.

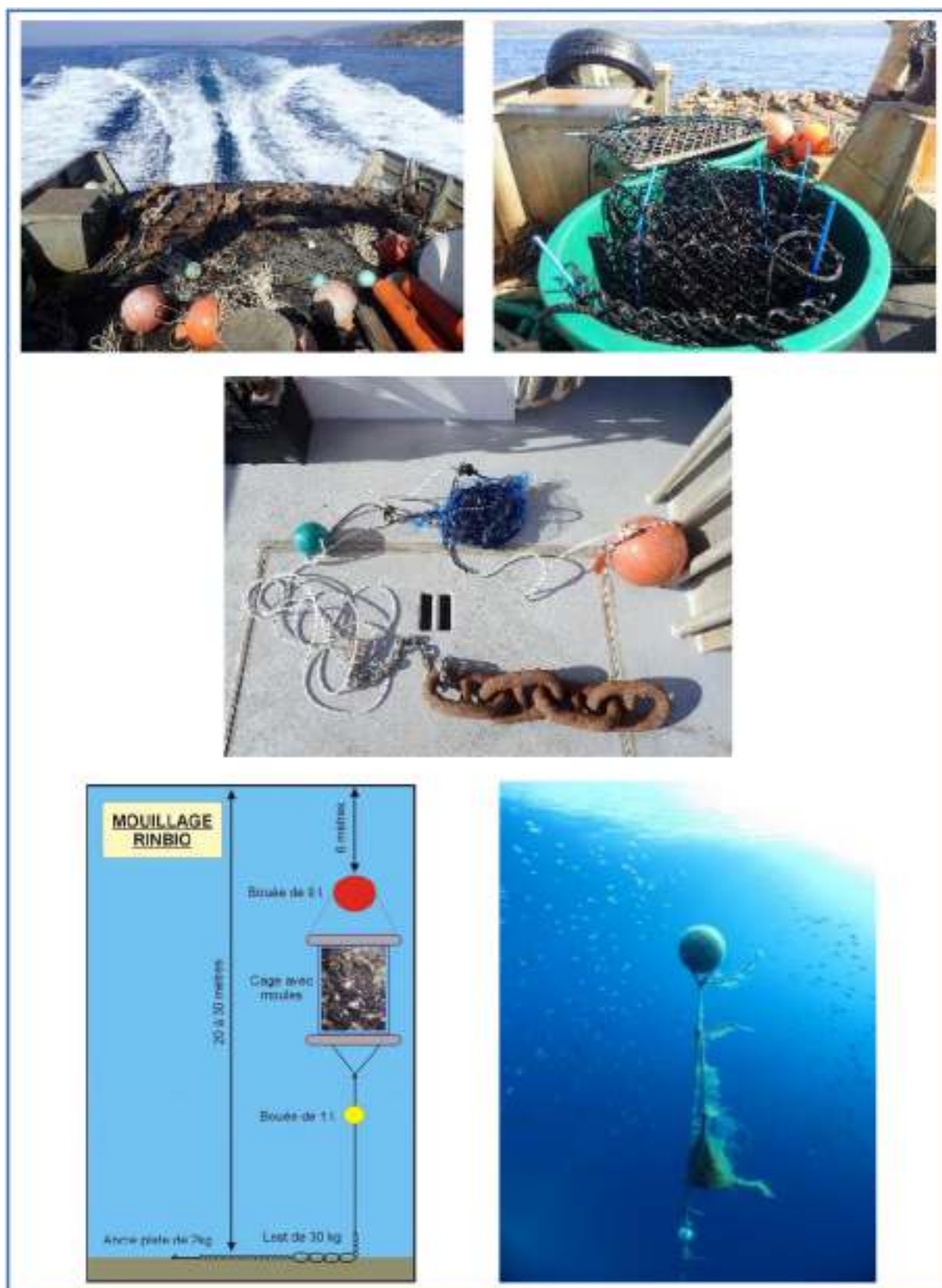


Figure 2 : Dispositif d'immersion des pochons de moules.

3.3. Variables et méthodes de mesures et d'analyse

Sur chaque lot de moules, une analyse chimique, une analyse bactériologique et la biométrie sont réalisées. Les analyses ont été confiées au laboratoire Alpa Chimies Micropolluants du groupe Eurofins au démarrage du contrat. Le laboratoire Alpa Chimies Micropolluants en liquidation judiciaire officialisée le 3 novembre 2019 n'a pas été en mesure de réaliser l'ensemble de la prestation confiée. Le dosage sur les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sur le lot témoin a été réalisé par le laboratoire Alpa Chimies Micropolluants mais celui sur les lots immergés a été effectué par Eurofins. Cette évolution dans les prestataires induit des biais dans le traitement de la donnée lesquels, peuvent avoir une incidence sur la mesure. Aussi, il convient d'être prudent sur l'interprétation des résultats d'analyses communiqués.

Les paramètres recherchés dans la chair des moules et les méthodes mises en œuvre pour cela sont indiqués dans le tableau suivant.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Tableau II : Analyse chimique de la chair des moules – Méthodes analytiques.

Paramètres	Méthodes	Seuils de quantification
Indice de condition	Méthode interne	/
Coliformes thermotolérants	Méthode interne	03/10 g
Entérocoques	Méthode interne	100 UFC/g
Salmonelles	Méthode interne	5
Matières sèches	NF ISO 11465	0,01 % m/m
Détergents anioniques	Méthode interne par colorimétrie	2 mg/kg
Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	3 mg/kg
Indice hydrocarbure	ISO 16703	10 mg/kg/brut
Argent	ICP	0,1 mg/kg/sec
Cadmium	ICP-MS	0,05 mg/kg/sec
Chrome	ICP-MS	0,1 mg/kg/sec
Cuivre	ICP-MS	0,1 mg/kg/sec
Fer	ICP	0,5 mg/kg/sec
Mercure	Vapeurs froides-fluo atomique	0,01 mg/kg/sec
Nickel	ICP-MS	0,1 mg/kg/sec
Plomb	ICP-MS	0,1 mg/kg/sec
Zinc	ICP-MS	0,5 mg/kg/sec
Longueur moyenne des individus	Méthode interne	mm
Poids sec moyen de chair par individu	Méthode interne	g
Poids sec moyen des coquilles	Méthode interne	g
Acénaphène	GC/MS	1 µg/kg/sec
Acénaphthylène	GC/MS	1 µg/kg/sec
Anthracène	GC/MS	1 µg/kg/sec
Benzo(a)anthracène	GC/MS	1 µg/kg/sec
Benzo(a)pyrène	GC/MS	1 µg/kg/sec
Benzo(b)fluoranthène	GC/MS	1 µg/kg/sec
Benzo(g,h,i)perilène	GC/MS	5 µg/kg/sec
Benzo(k)fluoranthène	GC/MS	1 µg/kg/sec
Chrysène	GC/MS	1 µg/kg/sec
Dibenzo(a,h)anthracène	GC/MS	5 µg/kg/sec
Fluoranthène	GC/MS	1 µg/kg/sec
Fluorène	GC/MS	1 µg/kg/sec
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	GC/MS	5 µg/kg/sec
Naphtalène	GC/MS	1 µg/kg/sec
Phénanthrène	GC/MS	1 µg/kg/sec
Pyrène	GC/MS	1 µg/kg/sec
24'DDD	GC/MS/MS	1 µg/kg/sec
24'DDE	GC/MS/MS	1 µg/kg/sec
24'DDT	GC/MS/MS	1 µg/kg/sec
44'DDD	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
44'DDE	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
44'DDT	GC/MS/MS	1 µg/kg/sec
PCB101	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
PCB118	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
PCB138	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
PCB153	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
PCB180	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
PCB28	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
PCB52	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
Sulfonate de perfluorooctane	LC/MS/MS	20 µg/kg/sec

3.3.1. Traitement des données

3.3.1.1. Normalisation des données

Les travaux de recherche effectués autour du Réseau Intégrateur Biologique (RINBIO) ont montré que les paramètres physiologiques de la moule, et notamment la croissance des individus, avaient une influence sur la concentration tissulaire de certains contaminants. Pour comparer les résultats de plusieurs sites potentiellement soumis à des conditions trophiques différentes, il devient donc nécessaire de pondérer les concentrations obtenues en fonction de la croissance des individus. Dans ce but un indice de condition est proposé par l'Ifremer (RINBIO 2009). Cet indice constitue un bon indicateur de l'état physiologique et de la croissance des moules qui résultent de l'effet milieu et est utilisé dès lors qu'il est très différent entre les sites.

3.3.1.2. Valeurs guides

3.3.1.2.1. Contamination chimique

Critère de qualité RINBIO

L'interprétation des divers résultats repose sur une comparaison avec les critères de qualité établis dans le cadre du RINBIO. Bien que ce réseau ne porte pas spécifiquement sur l'étude des peuplements de moules immergés en zone portuaire, les données acquises dans le cas de la présente étude sont incluses dans la gamme des valeurs définies pour chaque paramètre d'où l'utilisation de celle-ci.

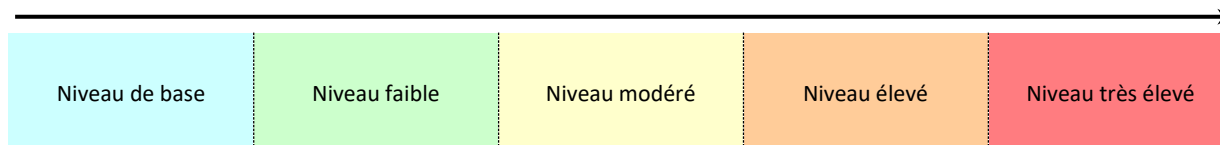
Un code couleur, dont une version simplifiée est donnée ci-dessous, a été utilisé afin de faciliter la lecture des données.

Tableau III : Limites supérieures des classes de qualité calculées par le réseau RINBIO 2015 (concentrations ajustées en mg/kg PS).

	Type de données	Niveau de base	Niveau faible	Niveau modéré	Niveau élevé	Niveau très élevé	24B Cavalaire
Arsenic	ajustées	25,79	39,65	53,50	67,35	> 67,35	0,04
Cadmium	ajustées	1,00	1,49	1,97	2,46	> 2,46	1,23
Chrome	brutes	2,35	5,72	9,08	12,45	> 12,45	1,70
Cuivre	brutes	5,37	8,18	10,98	13,79	> 13,79	4,90
Mercurure	ajustées	0,11	0,19	0,26	0,33	> 0,33	0,128
Nickel	ajustées	1,72	3,12	4,51	5,90	> 5,90	1,70
Plomb	ajustées	1,30	2,20	3,11	4,01	> 4,01	1,27
Zinc	ajustées	163,48	250,63	337,77	424,91	> 424,91	216,00
Σ DDT	ajustées	4,88	15,82	26,77	37,72	> 37,72	
Σ HCH	brutes	1,50	-	-	-	-	
Σ PCB	ajustées	8,21	34,28	60,35	86,42	> 86,42	
Σ 16 HAP	brutes	27,65	53,24	78,84	104,44	> 104,44	

Les unités sont en mg/kg de MS pour les métaux lourds et en µg/kg de MS pour les composés organiques

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019



La donnée obtenue dans le cadre du RINBIO au point « 24B - Cavalaire » situé à proximité de la zone d'étude est représentée sur les graphiques de concentrations par un trait rouge pointillé.

Seuils réglementaires pour les denrées alimentaires

Les seuils réglementaires pour les denrées alimentaires ont également été pris en compte. Ils sont issus du **Règlement Européen 466/2001** de la commission du 8 mars 2001, applicable à compter du 5 avril 2002 :

- 1,5 mg/kg poids humide (p.h.) ou 7,5 mg.kg⁻¹ de matière sèche (MS) pour le plomb ;
- 1,0 mg/kg p.h. ou 5 mg.kg⁻¹ de MS pour le cadmium ;
- 0,5 mg/kg p.h. ou 2,5 mg.kg⁻¹ de MS pour le mercure.

De tels seuils réglementaires n'existent pas actuellement pour les autres paramètres. Nous avons donc pris les valeurs seuils données par la littérature (elles sont éditées majoritairement par l'IFREMER dans le cadre des programmes d'études RINBIO et ROCCH). Le code couleur utilisé dans les graphiques illustrant l'évolution spatio-temporelle des teneurs est celui du RINBIO (Tableau III).

Enfin, les teneurs sont comparées à celles mesurées dans un échantillon témoin (moules du même lot directement analysées en juillet 2019 en laboratoire sans avoir été immergées).

3.3.1.2.2. Contamination bactériologique

Les analyses bactériologiques ont été comparées aux références sanitaires fournies par le réseau de contrôle microbiologique des zones de production de coquillages (REMI) mis en place par IFREMER, ainsi qu'à l'Arrêté du 21 mai 1999 relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production, des zones de reparcage des coquillages vivants et au règlement européen CE/854/2004 qui n'autorise aucune tolérance à partir du 1er janvier 2006 (Tableau IV).

Tableau IV : Classement des zones conchyliques dans le cadre du règlement Européen CE/854/2004.

Qualité	<i>Escherichia coli</i> / 100 ml de chair et liquide intervalvaire				
	0	230	1 000	4 600	46 000
À = Élevage et consommation directe autorisés	100%				
B = Élevage et consommation autorisée après purification		100%			
C = Élevage et consommation interdits			100%		

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

Il n'existe pas de valeur seuil pour les Entérocoques, que ce soit pour un suivi environnemental ou un suivi de la qualité alimentaire, les Entérocoques ne faisant pas l'objet d'un suivi particulier.

L'Arrêté de 1999 reprend le principe de classement des zones conchylicoles, basé notamment sur les germes témoins de la contamination fécale, et, établit quatre statuts possibles en fonction de la nature et du niveau de contamination :

- | | |
|---|---|
| A : 100% des résultats < 230 E. coli / 100g C.L.I. | ⇒ Aucune mesure de gestion |
| B : 90% des résultats > 4 600 et 100% < 46 000 E. coli / 100g C.L.I. | ⇒ Purification ou reparcage nécessaire |
| C : 100% des résultats < 46 000 E. coli / 100g C.L.I. | ⇒ Purification de longue durée |
| D : si non-respect des critères du C | ⇒ Exploitation de coquillage interdite. |

4. Résultats

4.1. Biométrie

L'étude du grossissement des individus à travers la longueur et la largeur des coquilles met en évidence une homogénéité entre les individus des différentes stations. La longueur moyenne des coquilles de moules est comprise entre 57,70 cm (MV1) et 60,60 cm (moules témoins), et la largeur moyenne est comprise entre 31,20 cm (MV4) et 32,4 cm (MV2).

Concernant le poids sec moyen de chair, une même tendance à l'homogénéisation est observable (entre 1,02 g en MV5 et 1,13 g en MV1 et MV2), hormis les moules témoins qui se différencient par un poids bien inférieur, égal à 0,46 g.

De ce fait, l'indice de condition est hétérogène entre les stations. Deux groupes de stations se distinguent : les lots des stations MV2, MV5 et MT avec un indice de condition de 0,16 et les stations MV3 et MV4 avec un indice de condition respectivement de 0,26 et 0,28.

4.2. Contamination bactériologique

Bien que des coliformes thermotolérants aient été retrouvés dans le lot témoin, les lots de moules immergés en sont exempts. Il en est de même pour les entérocoques et les salmonelles.

Tableau V : Bactériologie dans le biote (Créocéan, 2019).

Paramètres	Unités	MV1	MV2	MV3	MV4	MV5	Témoin
Coliformes thermotolérants	/100g	<3	<3	<3	<3	<3	40
Entérocoques	UFC/g brut	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Salmonelles	/25g	0	0	0	0	0	0

4.3. Contamination chimique

4.3.1. Eléments Métalliques Traces (ETM)

Les teneurs en éléments métalliques traces dans le biote immergés correspondent toutes au « niveau de base » de la grille RINBIO. Pour rappel, il s'agit de données inférieures au bruit de fond. Par ailleurs, les teneurs en cadmium, plomb et mercure sont inférieures aux seuils réglementaires pour les denrées alimentaires du Règlement Européen 466/2001. Il est donc possible d'indiquer que le rejet de la station d'épuration de Pardigon n'a pas d'impact sur la contamination en éléments métalliques traces du milieu.

Tableau VI : Concentrations des éléments métalliques traces dans le biote (Créocéan, 2019).

Paramètres	Unités	MV1	MV2	MV3	MV4	MV5	Témoin
Argent	mg/kg MS	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
Cadmium	mg/kg MS	<0,44	<0,4	<0,4	<0,4	<0,41	0,63
Chrome	mg/kg MS	0,5	0,6	0,7	0,4	0,7	0,4

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Paramètres	Unités	MV1	MV2	MV3	MV4	MV5	Témoin
Cuivre	mg/kg MS	3,7	4,2	4,0	4,1	3,8	5,4
Fer	mg/kg MS	67,9	181,0	80,9	55,6	90,7	171,0
Mercure	mg/kg MS	0,02	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,1
Nickel	mg/kg MS	0,7	1,2	0,8	0,7	1,1	1,7
Plomb	mg/kg MS	0,5	0,7	0,7	0,4	0,7	0,6
Zinc	mg/kg MS	101,0	125,0	85,7	73,9	117,0	123

4.3.2. Pesticides

La somme des pesticides dans l'échantillon témoin sont caractéristiques d'un niveau élevé de pollution selon la classification RINBIO. On assiste à la dépollution des moules immergées puisque les teneurs dosées dans les chairs sont caractéristiques du niveau de base ou du niveau faible de la grille RINBIO.

Tableau VII : Concentrations des pesticides dans le biote (Créocéan, 2019).

Paramètres	Unités	MV1	MV2	MV3	MV4	MV5	Témoin
24' DDD	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	<1	12,2
24' DDE	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	<1	<1
24' DDT	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	<1	12,7
44' DDD	µg/kg MS	2,1	<1	<1	<1	<1	8,0
44' DDE	µg/kg MS	5,0	2,5	1,6	1,6	1,4	7,7
44' DDT	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Σ16 DDT min	µg/kg MS	7,1	2,5	1,6	1,6	2,4	40,6
Σ16 DDT max	µg/kg MS	11,1	7,5	6,6	6,6	6,4	42,6

4.3.3. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

La somme des 16 HAP est extrêmement élevée dans l'échantillon témoin et dans une moindre mesure au sein des lots qui ont été immergés. Les teneurs sont très supérieures au « niveau très élevé » de la grille RINBIO. Aussi, il a été demandé que le laboratoire d'analyses effectue un contrôle qualité interne, en vain. Par ailleurs, ces très fortes concentrations initiales ne permettent pas de dire si les teneurs dosées dans les lots immergés sont le fait de l'effluent de la station d'épuration de Pardigon.

Tableau VIII : Concentrations des hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le biote (Créocéan, 2019).

Paramètres	Unités	MV1	MV2	MV3	MV4	MV5	Témoin
Acénaphène	µg/kg MS	<2,4	<6,5	<6,3	<6,5	<6,5	2,1
Acénaphthylène	µg/kg MS	<2,4	<6,5	<6,6	<6,5	<6,5	2,6
Anthracène	µg/kg MS	<2,4	64,0	<6,3	<6,5	29,0	12,9
Benzo (a) anthracène	µg/kg MS	3,7	<6,5	8,8	<6,5	<6,5	18,5
Benzo (a) pyrène	µg/kg MS	<2,4	<6,5	6,3	<6,5	<6,5	4,1
Benzo (b) fluoranthène	µg/kg MS	2,4	6,5	7,5	6,5	6,5	22,3
Benzo (g,h,i) perylène	µg/kg MS	2,4	6,5	6,3	6,5	6,5	20,0
Benzo (k) fluoranthène	µg/kg MS	<2,4	<6,5	6,3	<6,5	<6,5	7,7

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Paramètres	Unités	MV1	MV2	MV3	MV4	MV5	Témoin
Chrysène	mg/kg MS	<2,4	<6,5	6,6	<6,5	<6,5	38,2
Dibenzo (a,h) anthracène	µg/kg MS	<2,4	7,1	<6,3	<6,5	<6,5	<5,0
Fluoranthène	µg/kg MS	13,0	18,0	20,0	<6,5	10,0	74,2
Fluorène	µg/kg MS	4,5	<6,5	6,6	<6,5	<6,5	5,9
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	µg/kg MS	<2,4	<6,5	<6,3	<6,5	<6,5	<5
Indice hydrocarbure	µg/kg MS	32,0	71,0	57,0	35,0	100,0	590,0
Naphtalène	µg/kg MS	24,0	24,0	31,0	27,0	30,0	11,6
Phénanthrène	µg/kg MS	47	62	57	15	31	105
Pyrène	µg/kg MS	16	29	26	<6,5	12	76,6
Σ16 HAP min	µg/kg MS	108,2	204,1	182,7	42,0	112,0	381,7
Σ16 HAP max	µg/kg MS	132,2	269,1	214,2	133,0	183,5	411,7

4.3.4. Polychlorobiphényles (PCB)

La somme des polychlorobiphényles dans l'échantillon témoin sont caractéristiques d'un niveau élevé de pollution selon la classification RINBIO. On assiste à la dépollution des moules immergées puisque les teneurs dosées dans les chairs sont caractéristiques du niveau faible de la grille RINBIO.

Tableau IX : Concentrations des polychlorobiphényles dans le biote (Créocéan, 2019).

Paramètres	Unités	MV1	MV2	MV3	MV4	MV5	Témoin
PCB 101	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	<1	13,8
PCB 118	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	<1	10
PCB 138	µg/kg MS	9,8	8,1	4,1	4,0	1,9	36,0
PCB 153	µg/kg MS	14,2	8,4	5,4	6,4	6,2	39,7
PCB 180	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	<1	1,9
PCB 28	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 52	µg/kg MS	<1	<1	<1	<1	<1	2,5
ΣPCB min	µg/kg MS	24	16,5	9,5	10,4	8,1	103,9
ΣPCB max	µg/kg MS	29	21,5	14,5	15,4	13,1	104,9

4.3.5. Autres

Les détergents anioniques ont été dosés uniquement en MV3, les détergents non ioniques ont été dosés en MV3 et MS4.

Les concentrations en PFOS sont toutes inférieures à la limite de quantification que ce soit dans le lot témoin que dans les lots immergés.

Tableau X : Concentrations des détergents et du PFOS dans le biote (Créocéan, 2019).

Paramètres	Unités	MV1	MV2	MV3	MV4	MV5	Témoin
Détergents anioniques	µg/kg MS	<5	<5	19	<5	<5	<2
Détergents non ioniques	µg/kg MS	<30	<40	70	90	<30	<30

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

Paramètres	Unités	MV1	MV2	MV3	MV4	MV5	Témoin
Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	µg/kg MS	<21	<26	<24	<21	<23	<20

4.3.6. Synthèse

Les concentrations en Eléments Métalliques Traces, en hydrocarbures aromatiques polycycliques, en PCB et en pesticides dans l'échantillon témoin sont toutes supérieures à celles dosées dans les moules immergées en baie de Cavalaire.

Il y a donc eu une décontamination des moules lors de leur immersion dans le milieu étudié. Il n'est donc pas possible d'effectuer une analyse spatiale de la contamination chimique dans le biote et d'évaluer une plausible signature de l'effluent urbain.

Néanmoins, les teneurs dosées au sein des individus immergées sont caractéristiques du niveau faible de la grille RINBIO. Il est donc possible d'indiquer que l'effluent de la station d'épuration ne participe pas de façon notable à la présence des ETM, des PCB, des détergents et du PFOS dans le biote.

En revanche, il n'est pas possible d'indiquer si l'effluent participe à la présence des HAP dans le biote. En effet, les taux dosés dans le lot témoin et dans les lots immergés sont toutes caractéristiques du niveau très élevé de la grille RINBIO.



Caractérisation de la matrice sédimentaire

Caractérisation de la matrice sédimentaire

1. Responsable de la tâche

Mme Elina DELORD

2. Introduction

L'étude de la qualité des sédiments, qui correspond à la Tâche 6 du guide méthodologique «Surveillance des rejets urbains et des systèmes d'assainissement en Méditerranée – 2de édition 2011» (Andral et al. 2011) a pour objectif d'évaluer l'état des sédiments sous influence des rejets de stations d'épuration des eaux usées.

Ce suivi s'attache à décrire les caractéristiques physico-chimiques du sédiment (granulométrie, matière organique, nutriments, micropolluants organiques et métalliques, substances prioritaires et dangereuses au sens de l'arrêté du 7/09/2015). Il vise à définir la nature et l'origine des sédiments, les niveaux de contamination en prenant en compte les valeurs de références disponibles ou en vigueur ainsi qu'à préciser l'évolution spatio-temporelle des contaminations éventuelles sur la zone étudiée au regard des données précédemment acquises.

3. Méthodologie

3.1. Stratégie d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage comprend 15 stations de prélèvements de sédiments meubles superficiels :

- cinq stations de prélèvement à l'ouest de l'exutoire (S1, S2, S3, S4 et S5), sur un transect allant de 50 m (S1) à 2000m (S5) vers le sud-ouest de l'émissaire ;
- six stations à l'est de l'exutoire (S9, S10, S11, S12, S13, et S14), situées dans un axe sud-est et distantes de 50m (S9) à 3000m (S14) de l'émissaire ;
- une station (S15) située en amont de l'exutoire, à 50m au sud ;
- trois stations situées le long de la canalisation (S6, S7, S8), à une distance respectivement de 50, 300 et 800m au nord de l'exutoire.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Tableau XI : Coordonnées géographiques des stations de prélèvement de sédiment marin.

Stations	Coordonnées géographiques (en WGS84)		Hauteur d'eau m	Distance au rejet (m) et direction
	X	Y		
S1	N43 10.546	E6 33.542	38 m	50 m au sud-ouest
S2	N43 10.486	E6 33.468	40 m	200 m au sud-ouest
S3	N43 10.435	E6 33.383	40 m	350 m au sud-ouest
S4	N43 10.168	E6 33.069	38 m	1000 m au sud-ouest
S5	N43 09.708	E6 32.683	38 m	2000 m au sud-ouest
S6	N43 10.591	E6 33.552	36 m	50 m au nord-ouest
S7	N43 10.714	E6 33.476	28 m	300 m au nord-ouest
S8	N43 10.959	E6 33.323	15 m	800 m au nord-ouest
S9	N43 10.571	E6 33.604	36 m	50m à l'est
S10	N43 10.581	E6 33.714	37 m	200 m à l'est
S11	N43 10.596	E6 33.822	36 m	350 m à l'est
S12	N43 10.656	E6 34.295	39 m	1000 m à l'est
S13	N43 10.657	E6 35.033	38 m	2000 m à l'est
S14	N43 10.315	E6 35.603	38 m	3000 m au sud-est
S15	N43 10.542	E6 33.583	39 m	50 m au sud

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

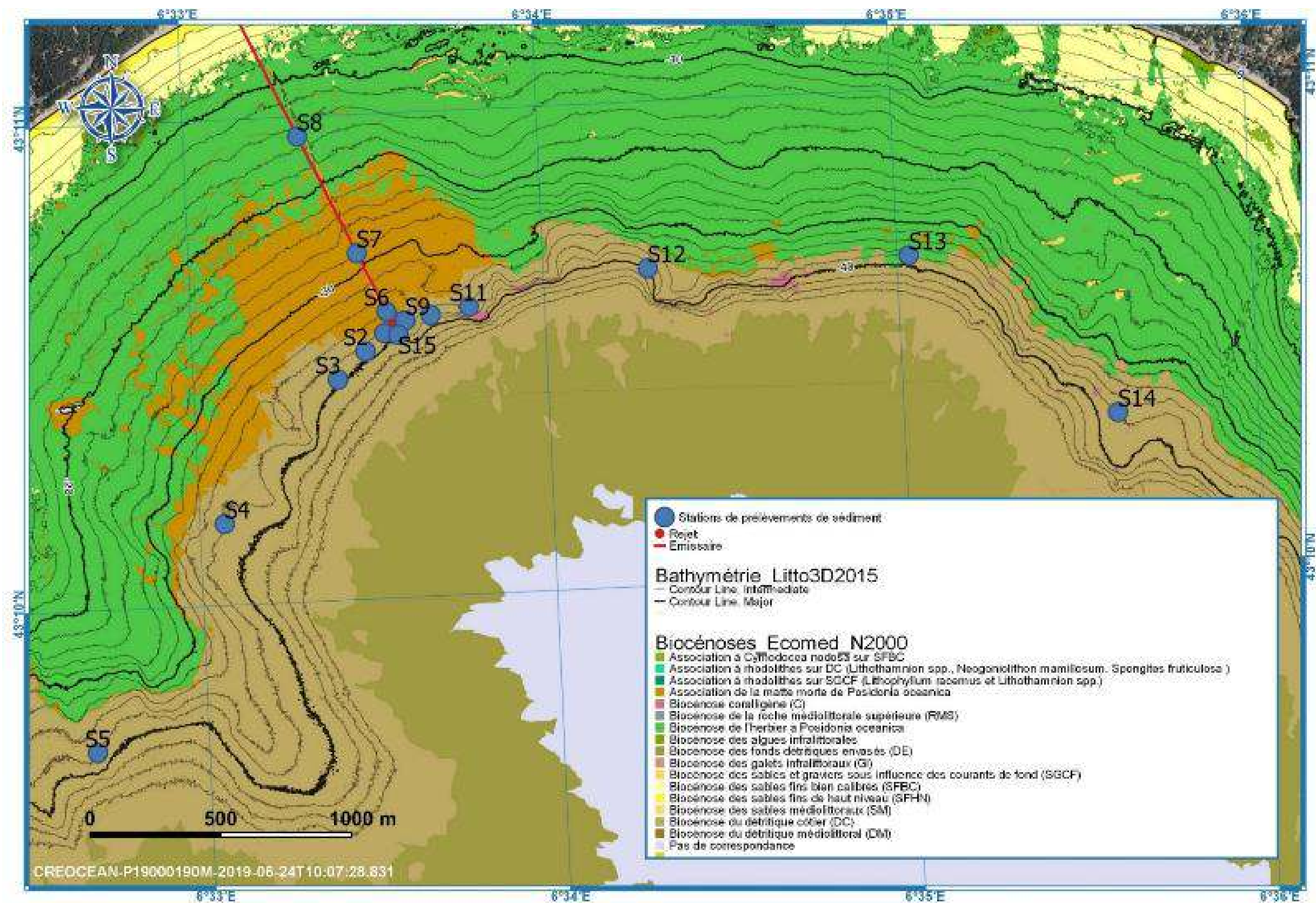


Figure 3 : Localisation des stations de prélèvements de sédiment (1/2).

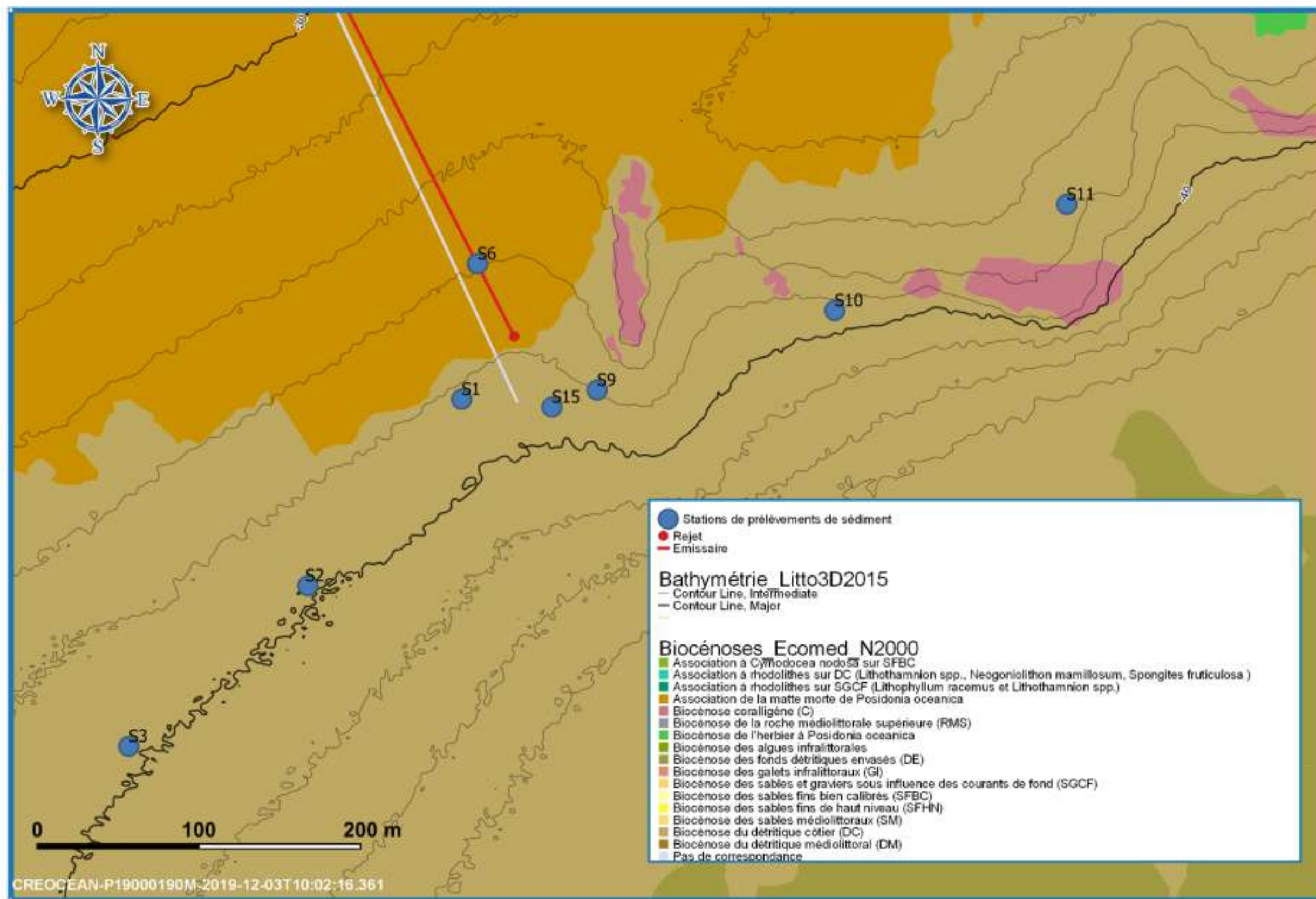


Figure 4 : Localisation des stations de prélèvements de sédiment (2/2).

3.2. Collecte et conditionnement des échantillons

3.2.1. Collecte

Les prélèvements de sédiments pour les analyses physico-chimiques sont réalisés à l'aide d'une benne preneuse Van Veen étanche (Figure 6). Ses caractéristiques sont : 35 x 42 x 90 cm, en acier inoxydable et un poids à vide de 25 kg, une surface de prélèvement de 0,1 m². Elle permet l'échantillonnage des 15 à 20 premiers centimètres de sédiment, sans perturbation de l'échantillon prélevé.

Cette benne est déployée de la surface à partir d'un navire équipé d'une potence et d'un treuil. La benne armée en surface descend dans l'eau mâchoire ouverte. Sa fermeture est déclenchée au contact du substrat. La traction sur le câble à la remontée ferme les mâchoires étanches de la benne.

Pour chaque station, trois prélèvements élémentaires sont collectés dans un bac en PEHD afin de constituer un échantillon moyen représentatif de la station échantillonnée. C'est cet échantillon moyen qui a été analysé par le laboratoire.

3.2.2. Conditionnement

Les sédiments sont conditionnés sur demande du laboratoire dans un flacon de 180 mL en plastique polyéthylène et dans un flacon de 500 mL en verre. Les échantillons conditionnés sont conservés réfrigérés dès le bateau dans des glacières isothermes, et acheminés sans délai (sous 24h) vers le laboratoire.

3.3. Variables et méthodes de mesures et d'analyse

Sur chaque échantillon moyen de sédiment, une analyse chimique et une analyse granulométrique ont été réalisées. Les analyses ont été confiées au laboratoire Alpa Chimies (Rouen), agréé par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (Agréments 9 et 10) et accrédité COFRAC.

Les paramètres, méthodes d'analyse et seuils de quantification sont rapportés dans le Tableau XII ci-après.

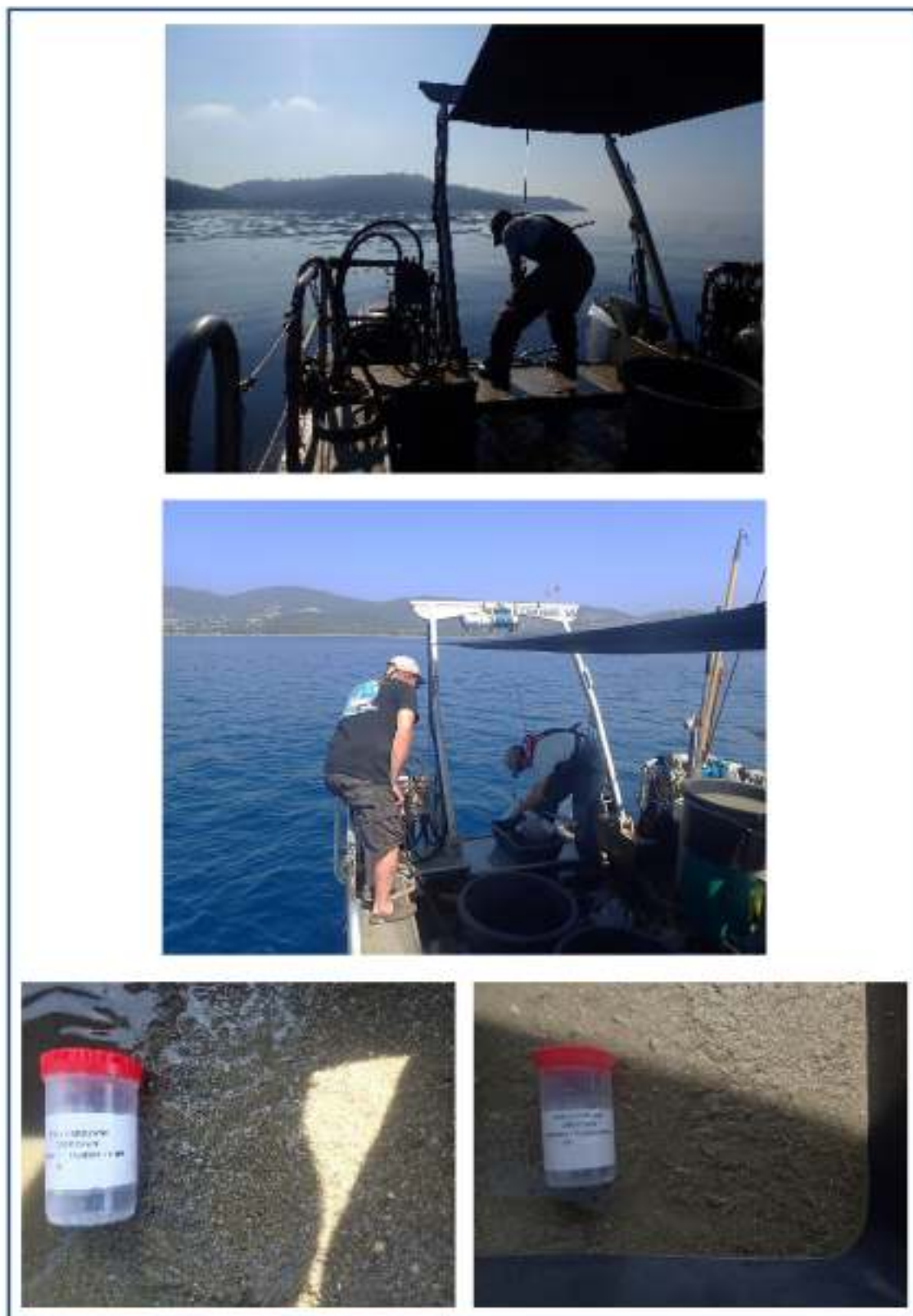


Figure 5 : Illustration de prélèvement de sédiments.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Tableau XII : Variables et méthodes de mesures et d'analyse sur la matrice sédimentaire.

Paramètre	Méthode	LQ Unité
Granulométrie	Laser	
Ammonium	Méth. interne	1 mg/kg/brut
Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0,05 % m/m/sec
Carbone organique	NF ISO 14235	0,1 % m/m/sec
Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	10 mg/kg/brut
Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	0,01 % m/m
Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	6 mg(NO3)/kg/brut
Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	1 mg(NO2)/kg/brut
Orthophosphates	Méth. interne	5 mg(PO4)/kg
Perte au feu	NF EN 15169	1000 mg/kg
Phosphore	NF EN ISO 11885	50 mg/kg/sec
Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	20 µg/kg/sec
Aluminium	NF EN ISO 11885	0,005 %
Argent	NF EN ISO 17294-2	5 mg/kg/sec
Cadmium	NF EN ISO 11885	1 mg/kg/sec
Chrome	NF EN ISO 11885	2 mg/kg/sec
Cuivre	NF EN ISO 11885	3 mg/kg/sec
Fer	NF EN ISO 11885	0,002 %
Mercure	NF EN ISO 17852	0,02 mg/kg/sec
Plomb	NF EN ISO 11885	1 mg/kg/sec
Zinc	NF EN ISO 11885	5 mg/kg/sec
Acénaphthène	XP X 33-012	2,5 µg/kg/sec
Acénaphthylène	XP X 33-012	50 µg/kg/sec
Anthracène	XP X 33-012	2,5 µg/kg/sec
Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	2,5 µg/kg/sec
Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	2 µg/kg/sec
Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	2,5 µg/kg/sec
Benzo (g,h,i) péricène	XP X 33-012	1 µg/kg/sec
Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	2,5 µg/kg/sec
Chrysène	XP X 33-012	2,5 µg/kg/sec
Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	5 µg/kg/sec
Fluoranthène	XP X 33-012	5 µg/kg/sec
Fluorène	XP X 33-012	5 µg/kg/sec
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	2,5 µg/kg/sec
Naphtalène	XP X 33-012	20 µg/kg/sec
Phénanthrène	XP X 33-012	5 µg/kg/sec
Pyrène	XP X 33-012	4 µg/kg/sec
PCB 101	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
PCB 118	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
PCB 138	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
PCB 153	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
PCB 180	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
PCB 28	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
PCB 52	GC/MS/MS	0,1 µg/kg/sec
Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	0,5 mg/kg/brut
Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	3 mg/kg

3.4. Interprétation des données

3.4.1. Granulométrie

La composition granulométrique du sédiment est interprétée au regard de la proportion en fraction fine (fraction pélitique, c'est-à-dire $< 63 \mu\text{m}$) et de la classification établie par Ibouily (1981).

3.4.2. Matière organique et nutriments

La matière organique représente une source potentielle de nourriture pour les écosystèmes, mais peut aussi être responsable d'un déséquilibre trophique du milieu. La matière organique est principalement constituée par le Carbone Organique Total (COT), mais sous ce terme se trouvent également les formes organiques des nutriments.

Les concentrations en matière organique totale (MOT) sont interprétées au regard des seuils d'enrichissement du milieu marin définis en fonction de la proportion de la fraction pélitique (Licari 1998). Le carbone organique total (COT), l'azote total et le phosphore total du sédiment sont quant à eux interprétés selon l'indice de contamination qui expriment la pollution organique (Alzieu C. 2003).

Tableau XIII : Indices de contamination pour les trois polluants exprimant la pollution organique (Alzieu C. 2003).

Carbone Organique Total (COT)		Azote (NTK)		Phosphore	
Valeur (% MS)	Indice	Valeur (mg/kg MS)	Indice	Valeur (mg/kg MS)	Indice
$< 0,6$	0	< 600	0	< 500	0
$[0,6 - 2,3[$	1	$[600 - 1200[$	1	$[500 - 800[$	1
$[2,4 - 4,0[$	2	$[1200 - 2400[$	2	$[800 - 1200[$	2
$[4,1 - 5,8[$	3	$[2400 - 3600[$	3	≥ 1200	3
$\geq 5,8$	4	≥ 3600	4		

L'étude des formes dissoutes des composés azotés et phosphorés renseigne également sur la mobilisation de la matière organique dans le milieu. Celles-ci sont donc recherchées dans l'eau interstitielle du sédiment.

3.4.3. Spéciation de l'azote

Les différentes formes d'azote apportées au milieu sont généralement dissoutes dans l'eau. Leur répartition dans le milieu n'est pas directement liée aux sources d'apport, mais plutôt au taux de renouvellement des eaux. Ainsi les concentrations les plus élevées dans le sédiment sont généralement mesurées dans les secteurs de faible circulation des eaux et dans les zones profondes où la sédimentation est plus importante. L'azote dosé dans les sédiments est essentiellement organique et provient en grande partie de la sédimentation de la biomasse morte.

- L'azote ammoniacal est la première forme de rejet d'azote dans le milieu marin. L'ammonium ne doit pas s'accumuler et son oxydation en azote nitreux puis nitrique doit permettre de maintenir sa concentration dans l'eau de mer à un niveau assez bas (Bentley, 1997). La présence de l'azote ammoniacal en quantité importante est donc l'indice d'une contamination par des rejets d'origine humaine ou industrielle. Les urines humaines ou animales contiennent en effet de grandes quantités d'urée qui se transforment rapidement en ammoniaque. Ce paramètre est donc souvent utilisé comme traceur des eaux usées domestiques.
- Les nitrites constituent le stade intermédiaire entre les ions ammonium (NH_4^+) et les nitrates.
- Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Leur présence dans l'eau, si la source est organique, atteste que l'auto-épuration a joué. Ils proviennent du lessivage des engrais et des rejets urbains et industriels. Les nitrates sont l'un des éléments nutritifs majeurs des végétaux. Leur présence associée aux autres éléments nutritifs, stimule le développement de la flore aquatique.

3.4.4. Spéciation du phosphore

Le phosphore total est un descripteur privilégié de l'impact de rejet urbain. Les valeurs en phosphore total sont généralement plus élevées dans les secteurs recevant des apports de type effluents domestiques (en majorité détergents phosphatés, urines et selles), ce qui est essentiellement dû au phénomène d'absorption sur les matières en suspension et les hydroxydes de fer, ainsi qu'au phénomène de précipitation des phosphates en présence de calcium.

3.4.5. Indice d'Enrichissement Organique (IEO)

La matière organique et les nutriments viennent enrichir en partie le sédiment. Un indice synthétique de pollution organique peut être calculé à partir de teneurs en Carbone Organique Total, azote et phosphore (Alzieu 2003). Des classes de contamination ont été établies d'après les teneurs mesurées par Créocéan. Les notes relatives à chaque classe de contamination pour les 3 éléments considérés sont ensuite sommées pour obtenir un indice synthétique d'enrichissement organique, compris entre 0 et 11 (Tableau XIV).

Afin de caractériser l'enrichissement organique des sédiments aux stations échantillonnées, l'Indice d'Enrichissement Organique (IEO), basé sur les l'ouvrage d'Alzieu (2003) est utilisé. Cette classification comporte quatre classes indicatrices d'un enrichissement organique nul à fort.

Tableau XIV : Indice d'Enrichissement Organique (Alzieu, 2003).

IEO	Enrichissement organique
0	Nul
$0 < X \leq 3$	Faible
$3 < X \leq 6$	Moyen
$X > 6$	Fort

3.4.6. Contaminants

3.4.6.1. Eléments métalliques

L'interprétation des concentrations en métaux dans le sédiment s'appuie sur :

- Les valeurs de bruit de fond proposées dans le cadre du Réseau Littoral Méditerranéen (RLM), (Andral et al. 2002) et par la convention OSPAR (OSPAR 2009a, b) lorsque celles-ci ne sont pas disponibles dans le RLM. Ces valeurs ont été préférées au bruit de fond défini par le groupe de travail GEODE, qui a établi essentiellement à partir de sédiments portuaires (GEODE 2011).
- Dans l'attente de la publication des Normes de Qualité Environnementales (NQE), les critères de qualité issues des méthodologies utilisées par l'US EPA et préconisées par OSPAR (OSPAR 2009a, b), qui sont les concentrations de faible gamme d'effets (Effect Range Low (ERL), en anglais).
- Les **PNECsédiment** (Predicted No Effect Concentration in sediment), critères de qualité de l'Union Européenne. C'est la plus forte concentration de la substance sans risque pour l'environnement. Elle définit donc la toxicité de la substance vis-à-vis de l'environnement (Ospar & Eac 2010).

3.4.6.2. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

L'interprétation des concentrations en HAP dans le sédiment s'appuie sur :

- Les valeurs de bruit de fond proposées dans le cadre du Réseau Littoral Méditerranéen (RLM), (Andral et al. 2002) et par la convention OSPAR (OSPAR 2009a, b) lorsque celles-ci ne sont pas disponibles dans le RLM.
- Les critères de qualité définis par l'US EPA et préconisées par OSPAR (OSPAR 2009a, b) repris comme niveaux de référence (N1 et N2) réglementaires par l'Arrêté du 8 février 2013 pour les HAP relatifs aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins. Pour une concentration inférieure à N1, le sédiment est considéré comme non-toxique ; comprise entre N1 et N2, le sédiment nécessite des investigations écotoxicologiques ; et supérieure à N2, le sédiment est considéré comme toxique.

3.4.6.3. PolyChloroBiphényles (PCB)

L'interprétation des concentrations en PCB dans le sédiment s'appuie sur :

- Les valeurs de bruit de fond proposées dans le cadre du Réseau Littoral Méditerranéen (RLM), (Andral et al. 2002).
- Les niveaux de référence (N1 et N2) définis réglementairement par l'Arrêté du 17 juillet 2014 pour les PCB. Bien qu'ils s'agissent de niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets de sédiments marins, ce sont à notre connaissance, les valeurs de référence les plus robustes disponibles pour avoir une estimation de la potentielle toxicité du sédiment, sachant que les données OSPAR sont plus difficilement comparables, car normalisées à 2,5% de COT (OSPAR 2009a, b).

3.4.6.4. Détergents

À notre connaissance, il n'existe pas de valeurs de référence pour les mesures de détergents dans les sédiments.

3.4.6.5. Indice de pollution

L'indice de pollution relative cumulé a été calculé pour les métaux et les HAP :

- l'indice de pollution cumulé pour les métaux est calculé comme suit : $\sum ([\text{métaux}] / [\text{métaux}]_{\text{max}})$ où $[\text{métaux}]$, sont les concentrations en cadmium, chrome, etc. mesurées à la station donnée, et $[\text{métaux}]_{\text{max}}$, sont les concentrations maximales en cadmium, cuivre, etc. mesurées sur l'ensemble des stations. Cet indice, dont la valeur maximale potentielle est de 9 (car 9 métaux sont pris en compte), a été converti en pourcentage. Cet indice relatif permet d'identifier la ou les stations les plus contaminées en métaux.
- l'indice de pollution relative cumulée par les HAP, est calculé de manière identique à celle des métaux : $\sum ([\text{HAP}] / [\text{HAP}]_{\text{max}})$ où $[\text{HAP}]$, sont les concentrations en Fluoranthène, Benzo (b) fluoranthène, etc. mesurées à la station donnée, et $[\text{HAP}]_{\text{max}}$, sont les concentrations maximales en Fluoranthène, Benzo (b) fluoranthène, etc. mesurées sur l'ensemble des 4 stations. Cet indice, dont la valeur maximale potentielle est de 16 (car seize molécules de HAP ont été prises en compte), a été ramené en pourcentage.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

3.4.6.6. Tableau de référence pour les contaminants

Tableau XV : Tableau de référence pour les contaminants.

		Geode	RLM	BC	BAC	EAC	ERL	PNEC
Arsenic	mg/kg/sec	4,4	-	15	25	-	-	-
Cadmium	mg/kg/sec	0,5	0,15	0,2	0,31	-	1,2	-
Chrome	mg/kg/sec	45	-	60	81	-	81	-
Cuivre	mg/kg/sec	35	15	20	27	-	34	338
Mercure	mg/kg/sec	0,2	0,05	0,05	0,07	-	0,15	-
Fer	mg/kg/sec	-	-	-	-	-	-	-
Nickel	mg/kg/sec	20	-	30	36	-	-	-
Plomb	mg/kg/sec	47	25	25	38	-	47	81
Zinc	mg/kg/sec	115	90	90	122	-	150	-
PCB totaux	µg/kg/sec	-	-	-	-	-	-	-
PCB 28	µg/kg/sec	-	-	0/0,5	0,22	1,7	-	-
PCB 52	µg/kg/sec	-	-	0/0,5	0,12	2,7	-	-
PCB 101	µg/kg/sec	-	-	0/0,5	0,14	3	-	-
PCB 118	µg/kg/sec	-	-	0/0,5	0,17	0,6	-	-
PCB 138	µg/kg/sec	-	0,5	0/0,5	0,15	7,9	-	-
PCB 153	µg/kg/sec	-	0,2	0/0,5	0,19	40	-	-
PCB 180	µg/kg/sec	-	-	0/0,5	0,1	12	-	-
Naphtalène	µg/kg/sec	-	-	5	8	-	160	-
Acénaphène	µg/kg/sec	-	-	-	-	-	-	-
Acénaphthylène	µg/kg/sec	-	-	-	-	-	-	-
Fluorène	µg/kg/sec	-	-	-	-	-	-	-
Anthracène	µg/kg/sec	-	-	3	5	-	85	-
Phénanthrène	µg/kg/sec	-	-	17	32	-	240	-
Fluoranthène	µg/kg/sec	-	40	20	39	-	600	-
Pyrène	µg/kg/sec	-	-	13	24	-	665	-
Benzo(a)anthracène	µg/kg/sec	-	-	-	-	-	-	-
Chrysène	µg/kg/sec	-	-	11	20	-	384	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/kg/sec	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène	µg/kg/sec	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(a)pyrène	µg/kg/sec	-	100	15	30	-	430	-
Di Benzo (ah)anthracène	µg/kg/sec	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(ghi) pérylène	µg/kg/sec	-	100	45	80	-	85	-
Indeno(123cd)pyrène	µg/kg/sec	-	-	-	-	-	-	-

Les valeurs en italique font référence au document OSPAR 2009/390 et ne sont pas reprises dans le document plus récent OSPAR 2009/461.

3.4.7. Code couleur

Pour chacun des paramètres mesurés dans les sédiments marins, un graphique de répartition des concentrations a été tracé de façon à mieux observer la dispersion éventuelle des polluants. Par ailleurs,

un code couleur a été utilisé pour la réalisation des graphiques ou tableaux relatifs aux paramètres suivis afin d'en faciliter la lecture. Le code couleur est présenté ci-dessous.

Interprétation de la proportion en fraction fine (< 63 µm) dans le sédiment marin (Iboully G. 1981)					
0%	10%	20%	40%	60%	80%
Sable pur	Sable peu envasé	Sable moyennement envasé	Sédiment très envasé	Sédiment très envasé à dominante de vases	Vase pure

Interprétation de la proportion en Matières Organiques dans le sédiment marin (Licari M.-L. 1998)			
Enrichissement faible	moyen	fort	Très fort

Interprétation de l'Indice d'Enrichissement Organique (Créocéan, ND)			
0	3	6	
Enrichissement nul	Faible	Moyen	Fort

Figure 6 : Code couleur utilisé pour l'interprétation des données de sédiment marin.

3.4.8. Techniques de normalisation

Les techniques de normalisation « [...] mettent à profit les relations fortes existant entre la richesse en particules fines du sédiment et sa concentration en contaminants. Cette affinité est attribuée principalement à l'argile (< 2µm), car les feuillets dont elle est constituée contiennent des sites capables de fixer les métaux dissous dans l'eau. D'autres supports présents à l'état de revêtement sur les particules, peuvent jouer ce rôle (oxyhydroxydes de fer et de manganèse, matière organique). Plus la granulométrie est fine plus la surface spécifique est grande, entraînant, pour une concentration en contaminant donnée dans l'eau, une concentration dans le sédiment plus forte. On peut utiliser comme variable indicatrice de la capacité d'absorption du sédiment la proportion d'argiles, mais sa détermination est délicate. L'aluminium, présent en fortes proportions dans les argiles, est un bon indicateur de ces minéraux. [...] » (Ifremer, RNO 2005). « [...] La conclusion attenante à une contamination anthropique (par les métaux lourds) doit être précédée par une étude des teneurs en argiles et en matière organique, ou d'une normalisation à un indicateur de matériel terrigène non contaminé tel que l'aluminium. Ce dernier, exclusivement lié aux argiles et aux silicates, a pratiquement toujours une provenance naturelle. [...] » (Licari, 1998). Aussi, l'aluminium est utilisé préférentiellement comme paramètre de normalisation pour les métaux lourds. Celui-ci n'a pas été dosé dans le cadre de la présente étude, on se référera donc à la fraction pélitique et/ou au carbone organique total.

Les résultats de la normalisation des concentrations ne sera présenté que lorsque les teneurs du polluant sont notables et qu'un lien avec la distance au rejet est mis en évidence.

4. Résultats et interprétations

4.1. Observations générales

Les observations en mer effectuées durant l'échantillonnage et le conditionnement permettent une première évaluation de la qualité du sédiment. L'ensemble des informations relevé sur le terrain lors des prélèvements de sédiments a été consigné dans le Tableau XVI.

La granulométrie diffère seulement pour les stations S6 et S7 qui semblent légèrement plus dominées par des débris coquilliers.

Tableau XVI : Caractéristiques visuelles du sédiment superficiel.

STATIONS	OBSERVATIONS 2019	PROF (m)
S1	Sable vaseux gris, homogène	38
S2	Sédiment sableux vaseux coquillier, quelque débris d'herbier de posidonies, hétérogène	39
S3	Sable vaseux, homogène, fluide, sans odeur	40
S4	Sable vaseux gris, homogène	38
S5	Sédiment sableux vaseux coquillier, relativement homogène	38
S6	Sédiment sableux vaseux coquillier, inclusion de vase grise. Hétérogène. Beaucoup de débris d'herbier de posidonies, forte odeur de dégradation	36
S7	Sédiment sableux vaseux coquillier, inclusion de vase grise. Hétérogène. Beaucoup de débris d'herbier de posidonies, forte odeur de dégradation	28
S8	Vase sableuse grise homogène. Forte odeur de dégradation. Beaucoup de débris d'herbier de posidonies, très fragmenté	15
S9	Sédiment sableux vaseux coquillier, inclusion de vase grise. Hétérogène	38
S10	Sédiment sableux vaseux coquillier, inclusion de vase grise. Hétérogène	39
S11	Sédiment sableux vaseux coquillier, inclusion de vase grise. Hétérogène. Nombreux débris de coralligènes et d'algues	35
S12	Sédiment sableux vaseux coquillier, inclusion de vase grise. Hétérogène	39
S13	Sédiment sableux vaseux coquillier	38
S14	Sédiment sableux vaseux coquillier, quelque débris d'herbier de posidonies, sans odeur	38
S15	Sédiment sableux vaseux coquillier, inclusion de vase grise. Hétérogène	39

4.2. Granulométrie

La granulométrie est un facteur important dans l'évaluation de la contamination des sédiments marins. En effet, la taille des particules dont est composé le sédiment va jouer un rôle dans la fixation des polluants sur le sédiment. Plus les particules sont fines, plus les liaisons entre elles sont fortes, le processus d'adsorption physique est donc facilité (Licari, 1998).

Les sédiments sont classés en fonction de la taille de leurs particules (Bellair et Pomerol, 1977) : les particules d'un diamètre supérieur à 63 μ m caractérisent les sédiments grossiers qui sont principalement constitués de sable et matériau inorganique silicaté. On distingue généralement les graviers (diamètre supérieur à 2 mm) et les sables (diamètre compris entre 63 μ m et 2 mm). Les particules d'une taille inférieure à 63 μ m sont constituées de minéraux argileux ayant un diamètre compris entre 0,2 et 2 μ m et de limons ayant un diamètre compris entre 2 μ m et 63 μ m.

Sur l'ensemble des stations étudiées, trois groupes de stations se différencient :

- Les stations dont le sédiment est dominé par les sables grossiers (200 μ m - 2000 μ m) (S5, S1, S15, S9, S10, S12, S13, S14 et S6) ;
- Les stations dont le sédiment est dominé par les sables fins (S4, S3, S2, S7 et S8) ;
- Et les stations dont le sédiment est dominé par la fraction fine (<63 μ m) (S11).

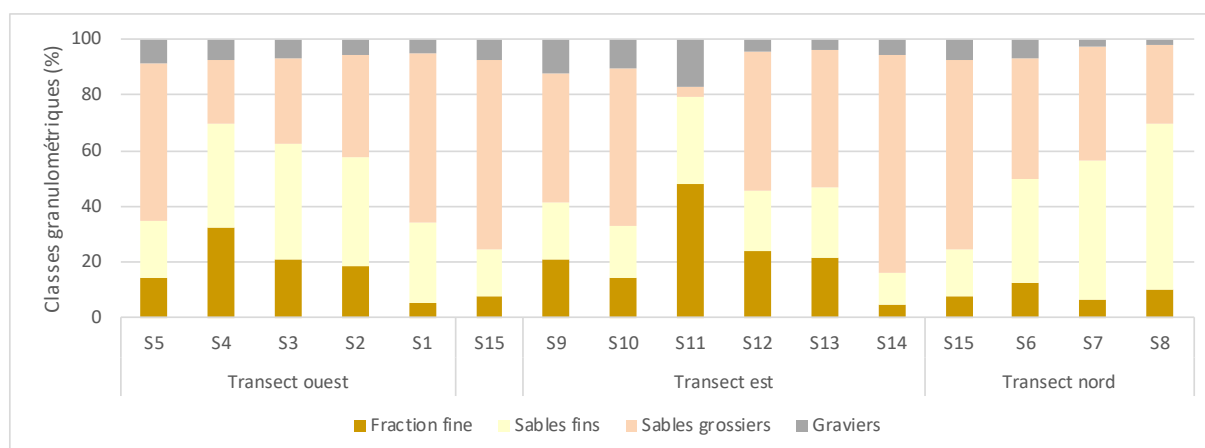


Figure 7 : Classes granulométriques des sédiments superficiels.

Selon la classification d'Ibouily (1998) qui prend en compte la part de fraction fine dans la granulométrie, la zone d'étude comporte :

- des sables purs au niveau de l'exutoire (S1 et S15), le long de la canalisation (S7 et S8) et à l'extrémité est de la zone d'étude (S14) ;
- des sables peu envasés (S5, S2, S10 et S6) ;
- des sables moyennement envasés (S4, S3, S9, S12 et S13) ;
- des sédiments très envasés à dominance de sables (S11 à l'est de l'exutoire).



Figure 8 : Proportion de la fraction fine (<63 µm) dans les sédiments marins.

4.3. Nutriments

L'ensemble des données acquises en 2019 sont synthétisées dans le Tableau XVII.

4.3.1. Matière Organique Totale (MOT)

La matière organique sédimentaire, caractérisée par le carbone organique et les matières volatiles, est un indicateur de la capacité d'adsorption des contaminants métalliques et organiques par le sédiment. La matière organique est un des descripteurs de l'impact des rejets urbains.

Les taux de matière organique est compris entre 2,32% (S7) et 5,03% (S11).

Pour le 'transect ouest', les valeurs sont comprises entre 2,91% (S3) et 4,31% (S5). Un léger gradient croissant est observable de l'exutoire vers l'ouest, avec des valeurs sensiblement identiques entre les trois premières stations situées dans le champ proche et moyen de l'exutoire (S1, S2 et S3).

Concernant le 'transect est', un gradient inverse est observable, avec des valeurs de matière organique sensiblement plus élevée dans le champ proche de l'exutoire (S9 : 4,67%, S10 : 4,90%, S11 : 5,03%) avec une décroissance vers l'est (S14 : 3,88%).

Un gradient décroissant est également visible pour le 'transect nord' S15 (4,09%) à S7 (2,32%). En S8, la station la plus au nord et dans l'herbier dense, le taux de MOT est de 3,17%.

Selon l'échelle de Licari (1998), l'ensemble des résultats est caractéristique d'un enrichissement en matière organique faible à moyen. Les stations proches de l'exutoire et celles présentes sur le 'transect est' ont un enrichissement en matière organique supérieur aux autres transects.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

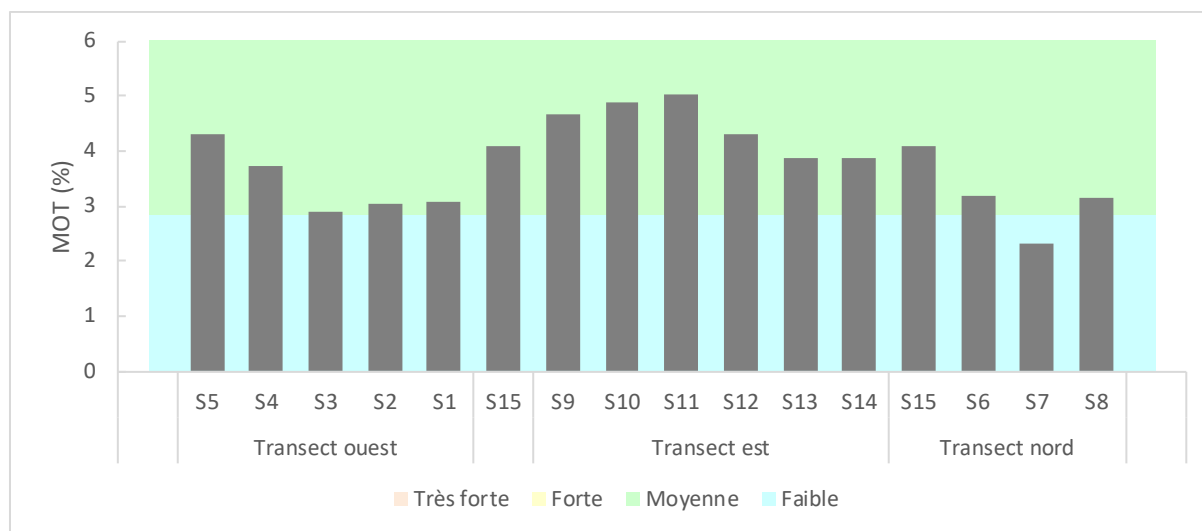


Figure 9 : Proportion de la matière organique dans les sédiments (en %).

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Tableau XVII : Résultats des analyses en nutriments dans les sédiments.

		<i>Transect ouest</i>						<i>Transect est</i>						<i>Transect nord</i>			
		S5	S4	S3	S2	S1	S15	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S6	S7	S8
Matière sèche à 105°C	%	62,3	66,2	68,6	68,4	67,1	64,3	59,5	59,5	61,6	61,9	63,9	62,7	64,3	68,5	64,2	64
Matières organiques	% MS	4,31	3,74	2,91	3,06	3,09	4,09	4,67	4,9	5,03	4,3	3,89	3,88	4,09	3,2	2,32	3,17
Carbone Organique Total	% MS	0,59	0,68	0,46	0,59	0,52	0,73	1,1	1,46	1,33	0,89	0,7	0,59	0,73	0,55	0,18	0,42
Nitrates	mg(NO3)/kg/brut	89,4	85,7	205	94	96,1	96,7	85,6	84,6	90	94,7	87,5	97,6	96,7	103	86	165
Nitrites	mg(NO2)/kg/brut	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Azote ammoniacal	mg/kg/brut	31,6	7,19	11,2	6,25	9,31	7,53	6,2	19,4	11,1	6,99	7,69	10,3	7,53	31,7	10,6	9,74
Azote Kjeldahl	% MS	0,07	< 0,05	< 0,05	0,12	0,26	0,06	0,09	0,11	0,11	0,07	0,07	0,06	0,06	0,09	0,06	0,09
Azote Kjeldahl	mg/kg MS	700	500	500	1200	2600	600	900	1100	1100	700	700	600	600	900	600	900
Ortophosphates	mg(PO4)/kg	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Phosphore	mg/kg MS	3630	2990	2610	2810	2680	3390	3560	3520	3790	3660	3420	3440	3390	2930	1830	2640

Les codes couleurs correspondent aux seuils de qualité listés au chapitre 3.4.7.

4.3.2. Carbone Organique Total (COT)

Les proportions en Carbone Organique Total sont corrélées aux taux de matière organique (Figure 10) bien que les disparités entre station soient plus nettes.

Les concentrations les plus importantes en COT sont dosées dans le champ proche et moyen de l'exutoire, avec un maximum en S10 (1,46%) (Figure 11). Un gradient croissant puis décroissant en s'éloignant vers l'Est est observable. A contrario, les concentrations sont relativement homogènes pour les stations présentes sur le 'transect ouest', avec des valeurs allant de 0,46% (S3) à 0,68% (S4).

En cohérence avec la MOT, un gradient décroissant est visible sur le 'transect nord' de S15 (0,73%) à S7 (0,18%), soit de l'exutoire vers la côte. La concentration est ensuite relativement plus importante en S8 (0,42%).

Selon l'indice de pollution organique défini par Alzieu C. (2003), les concentrations appartiennent à l'indice 0 et 1 et sont donc considérées comme faibles.

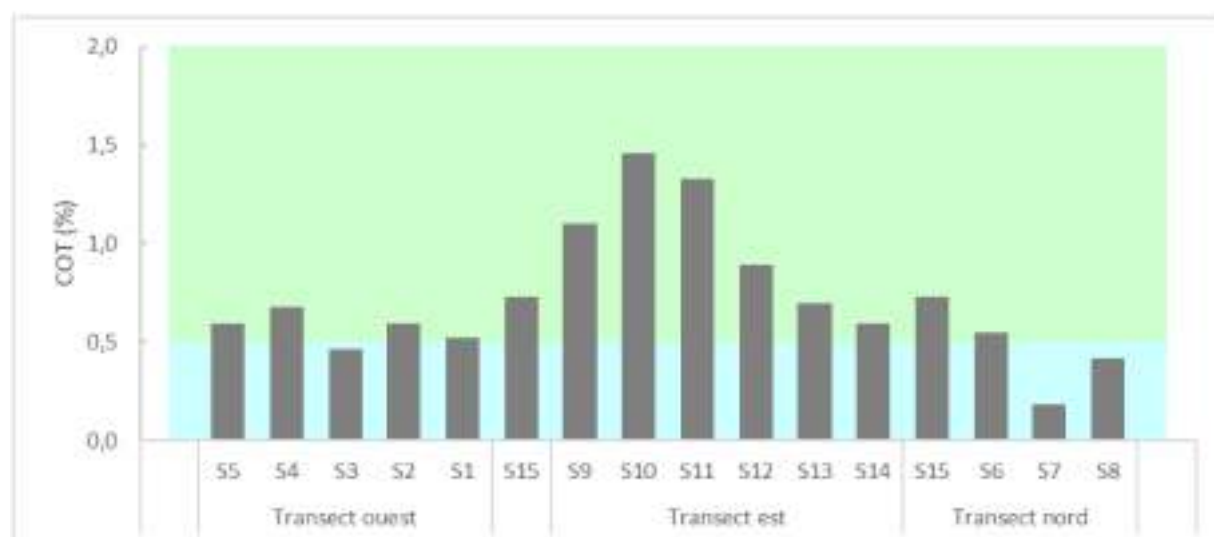


Figure 10 : Proportion du carbone organique total dans les sédiments marins (en %).

4.3.3. Azote

Les différentes formes d'azote apportées au milieu sont généralement dissoutes dans l'eau. Leur répartition dans le milieu est liée aux sources d'apport, mais également au taux de renouvellement des eaux. L'azote dosé dans le sédiment est essentiellement organique et provient en grande partie de la sédimentation et de la biomasse morte.

En ce qui concerne l'azote ammoniacal, trois stations se distinguent par des concentrations plus élevées avec 31,60 mg/kg brut (S5), 19,40 mg/kg brut (S10) et 31,70 mg/kg brut (S6). L'ensemble des autres concentrations sont sensiblement homogènes entre les stations, avec des valeurs comprises entre 6,20 (S9) et 11,20 mg/kg brut (S3).

Les nitrites n'ont pas été détectés dans le sédiment marin superficiel. L'ensemble des valeurs obtenues se trouvent en dessous du seuil de quantification de 1,00 mg/kg brut.

Les concentrations de nitrates sont comprises, pour la majorité des stations, entre 86,00 mg/kg brut (S7) et 103 mg/kg brut (S6). Deux stations, S3 et S8, se distinguent par des concentrations plus élevées, avec 205,00 et 165,00 mg/kg brut respectivement.

Enfin, concernant les concentrations en azote Kjeldahl, quatre groupes de stations se différencient :

- les stations au niveau desquelles l'enrichissement en azote Kjeldahl est de niveau 0 : S4 et S3 ;
- les stations au niveau desquelles l'enrichissement en azote Kjeldahl est de niveau 1 : S5, S6 à S15 ;
- la station S2 au niveau de laquelle l'enrichissement en azote Kjeldahl est de niveau 2 (1200 mg/kg MS) ;
- la station S1 au niveau de laquelle l'enrichissement en azote Kjeldahl est de niveau 3 (2600 mg/kg MS).

Les taux les plus élevés sont donc dosés dans le champ proche de l'exutoire en S1 (2600 mg/kg MS), en S2 (1200 mg/kg MS) et en S10 et S11 (1100 mg/kg MS).

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

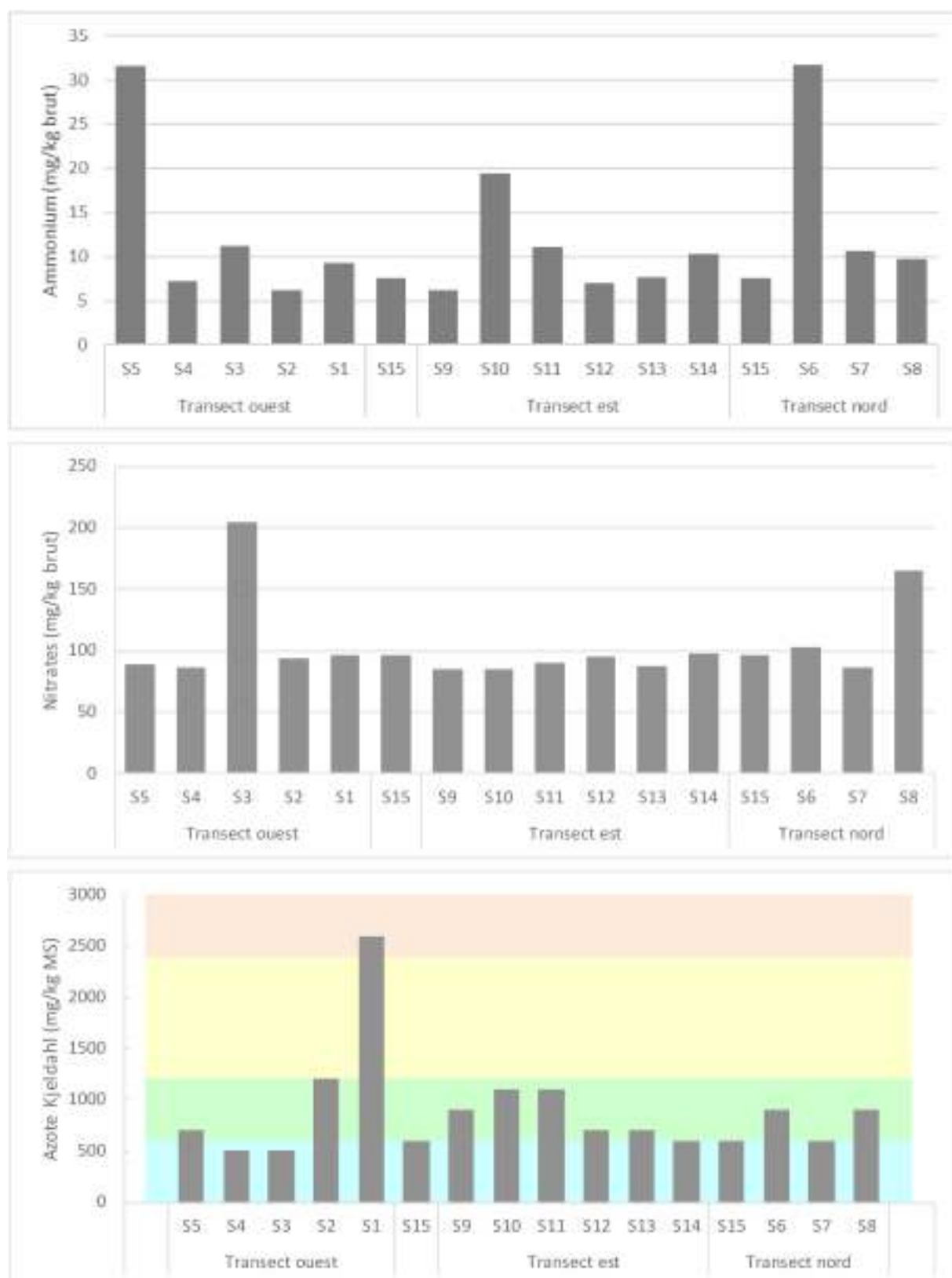


Figure 11 : Proportion de l'azote ammoniacal, des nitrates et de l'azote Kjeldahl dans les sédiments marins (en %).

4.3.4. Phosphore

Contrairement à l'azote, les valeurs de phosphore sont plus élevées dans les secteurs recevant un apport anthropique, ce qui est essentiellement dû au phénomène d'adsorption sur les matières en suspension et de précipitation des phosphates en présence de calcium. Le phosphore est également un bon descripteur de l'impact des rejets urbains.

Les concentrations en phosphore sont globalement très élevées pour l'ensemble des stations, avec des teneurs comprises entre 1830 mg/kg MS (S7) et 3790 mg/kg MS (S11).

Selon l'indice de pollution organique défini par Alzieu (2003), les concentrations en phosphore appartiennent à la classe de contamination maximale, l'ensemble des concentrations étant supérieures à 1200 mg/kg MS.

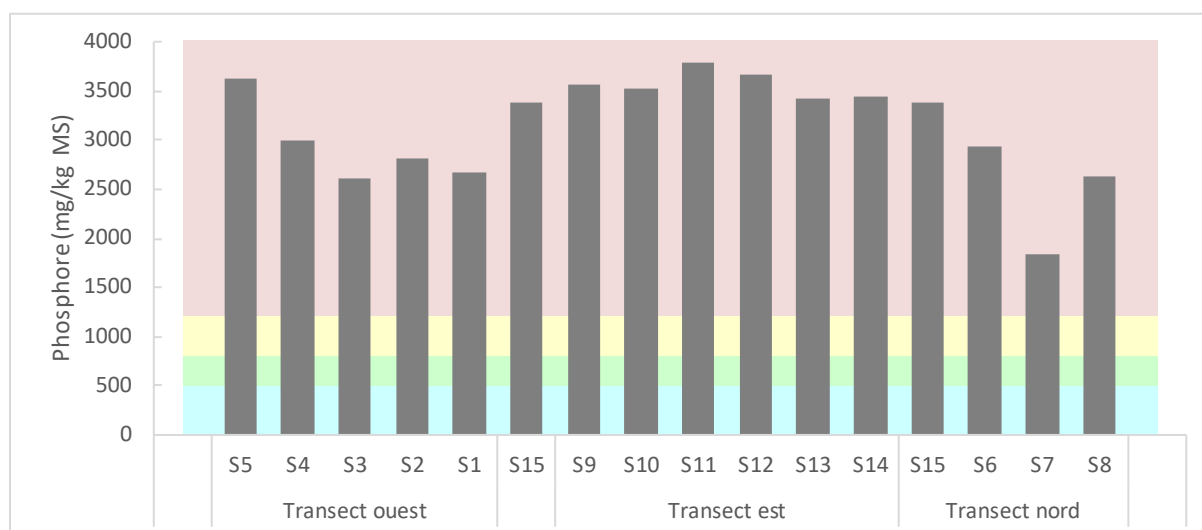


Figure 12 : Proportion du phosphore dans les sédiments marins (en mg/kg/ MS).

4.3.5. Indice d'Enrichissement Organique (IEO)

L'Indice synthétique d'Enrichissement Organique est obtenu à partir de la somme des notes relatives à chaque classe de contamination définies par Alzieu (2003) pour le Carbone Organique Total, l'azote Kjeldahl et le phosphore.

Hormis la station S3, située à 350 mètres à l'ouest de l'exutoire où la pollution organique est faible ($IEO \leq 3$), l'ensemble des autres stations est considéré comme moyennement pollué ($3 \leq IEO \leq 6$). La station S1, située à 50 mètres à l'ouest de l'exutoire, présente l'indice le plus élevé, à la limite de la classification supérieure indiquant une pollution organique forte.

De façon générale, l'IEO est homogène sur le 'transect est' (IEO de 5 sauf en S14 où il est égal à 4) et le 'transect nord' (IEO de 4 en S6, S7 et S8). Au niveau du 'transect ouest', l'hétérogénéité entre station est notable et l'IEO révèle un enrichissement plus fort à proximité de l'exutoire et similaire à celui du 'transect est'.

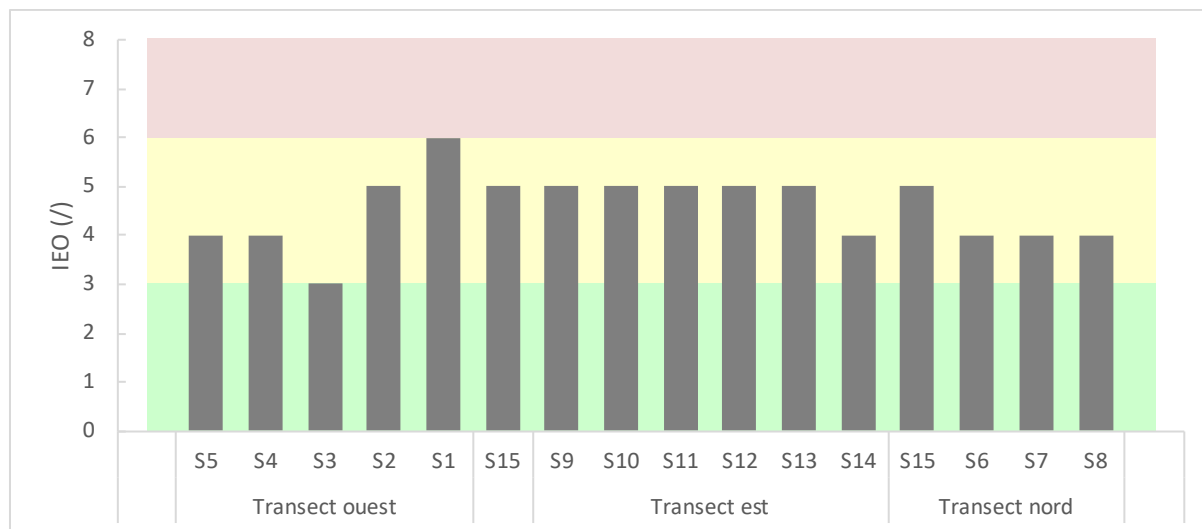


Figure 13 : Indice d'Enrichissement Organique des stations.

4.3.6. Synthèse

L'enrichissement organique est moyen sur l'ensemble de l'aire d'étude quel que soit la distance des stations à l'exutoire. Néanmoins, les taux en matière organique, Carbone Organique Total et azote Kjeldahl sont plus importants dans le champ proche et moyen de l'exutoire ainsi que l'IEO qui en découle (S1, S15, S9, S10, S11 et S6).

4.4. Contaminants

4.4.1. Eléments métalliques

Les résultats des analyses chimiques concernant les composés métalliques sont synthétisés dans le tableau suivant. Seuls les éléments avec des concentrations supérieures à la limite de quantification sont présentés ci-après.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Tableau XVIII : Résultats des analyses en éléments traces métalliques effectués sur les sédiments.

		<i>Transect ouest</i>						<i>Transect est</i>						<i>Transect nord</i>			
		S5	S4	S3	S2	S1	S15	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S6	S7	S8
Aluminium	%	1,67	2,8	3	2,98	2,53	1,88	1,67	2,22	2,03	1,8	2,62	2,65	1,88	2,82	3,08	4,92
Argent	mg/kg MS	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Cadmium	mg/kg MS	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Chrome	mg/kg MS	21	25	22	22	23	18	23	30	30	21	23	22	18	22	21	37
Cuivre	mg/kg MS	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	6	7	8	4	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Fer	%	1,19	1,33	1,11	1,11	1,03	0,91	0,977	1,21	1,22	1,11	1,29	1,39	0,91	1,08	0,858	2,01
Mercure	mg/kg MS	< 0,02	< 0,02	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,08	0,03	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Plomb	mg/kg MS	13	12	10	12	10	13	15	20	17	15	13	14	13	14	7	7
Zinc	mg/kg MS	28	30	27	28	25	27	32	42	41	31	35	35	27	30	22	47

4.4.1.1. Aluminium

Les concentrations en aluminium sont comprises entre 1,67% (S5 et S9) et 4,92% (S8).

Les teneurs mesurées le long du 'transect est' sont inférieures à celles du 'transect ouest'. Par ailleurs, les teneurs les plus faibles sont dosées dans les champs proche et moyen du rejet. Sur le 'transect nord', un gradient croissant de l'exutoire (S15) vers la côte (S8) est visible.

La signature du rejet n'est pas visible au travers de l'étude de la répartition de l'aluminium. Cependant, la station S8, présente une forte teneur en aluminium confirmé par la normalisation des concentrations par la fraction inférieure à 63 µm (Figure 15).

Il n'existe pas de référence permettant de connaître le degré d'enrichissement des stations en aluminium.

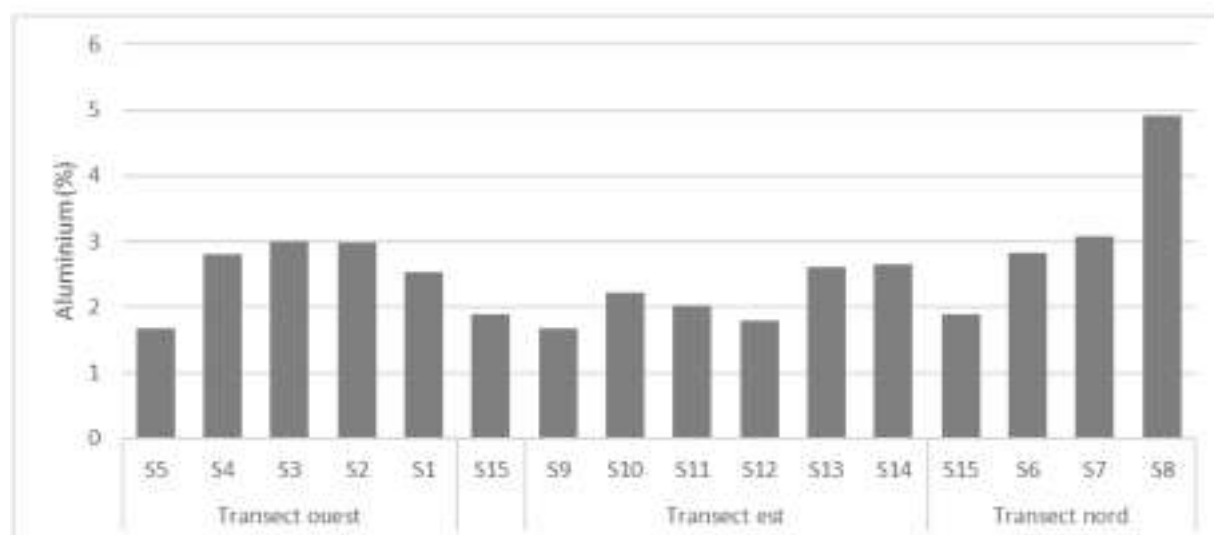


Figure 14 : Teneurs en aluminium dans les sédiments marins.

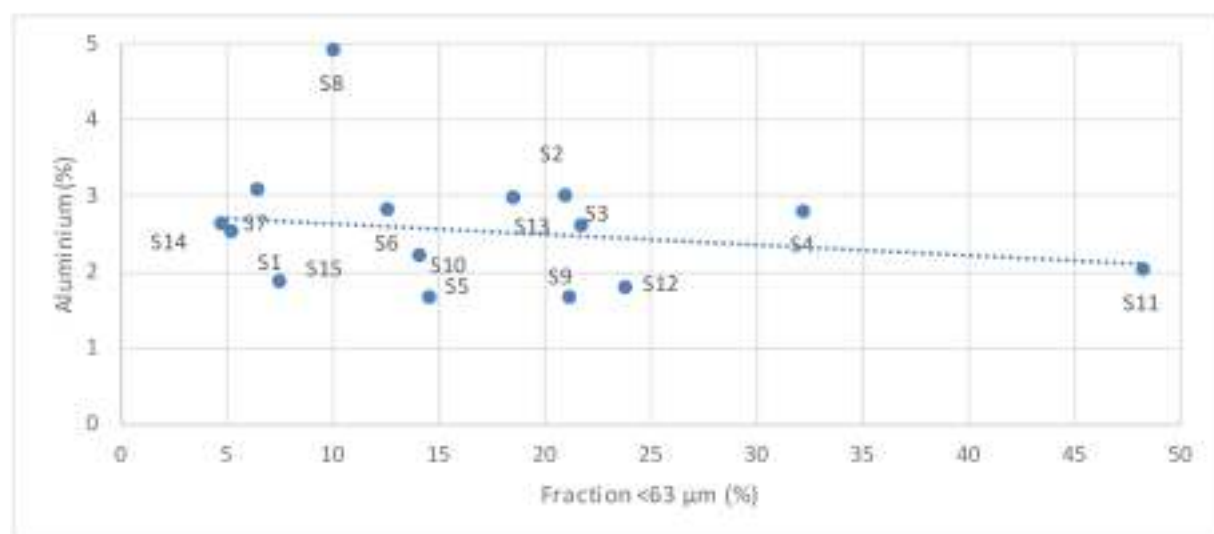


Figure 15 : Concentration en aluminium en fonction de la proportion de fraction fine.

4.4.1.2. Mercure

Seules les concentrations en mercure aux stations S3, S9, S10 et S11 sont supérieures à la limite de quantification de l'appareil (0,02 mg/kg MS) :

- Aux stations S3, S10 et S11, les teneurs sont de 0,03 mg/kg MS et sont inférieures au bruit de fond BC (< 0,05 mg/kg MS) défini par OSPAR.
- En S9, la concentration dosée est plus importante (0,08 mg/kg MS) et supérieure au bruit de fond BC et BAC défini par OSPAR. Cette teneur met en évidence un apport de mercure au niveau du rejet, confirmé par la normalisation des concentrations par la fraction inférieure à 63 µm (Figure 18 Figure 15).

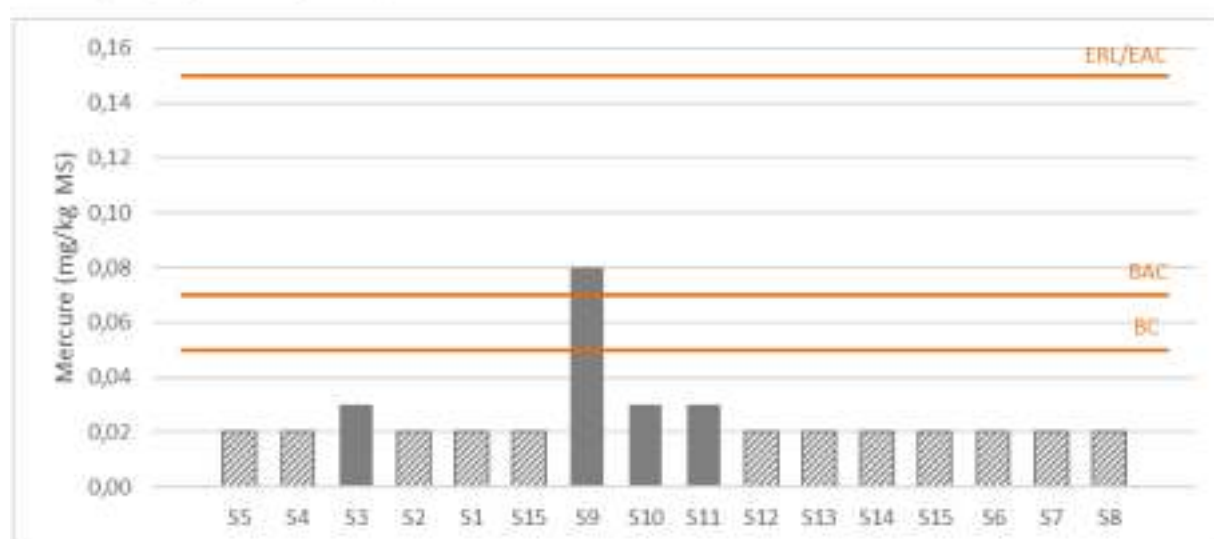


Figure 16 : Teneurs en mercure dans les sédiments marins.

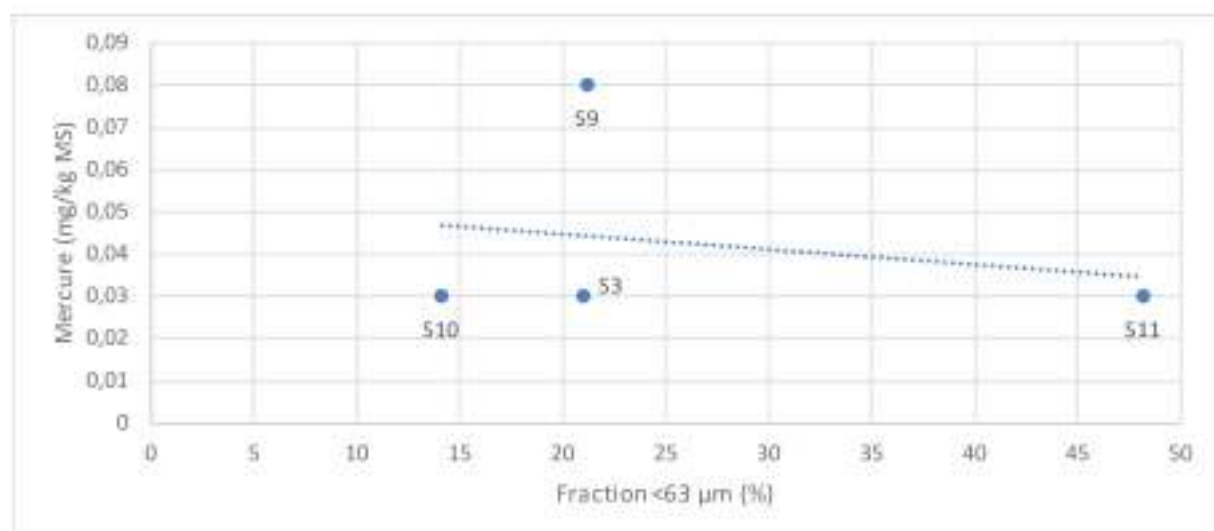


Figure 17 : Concentration en mercure en fonction de la proportion de fraction fine.

4.4.1.3. Cuivre

Le cuivre a été détecté uniquement au niveau de 4 stations. Il s'agit des stations situées dans le champ proche et moyen de l'exutoire principal du 'trsect est'. Les concentrations en cuivre y sont comprises entre 4 mg/kg MS (S12) et 8 mg/kg MS (S11). Bien qu'un gradient croissant des teneurs soit observé entre S9 et S11, l'ensemble des concentrations sont inférieures au bruit de fond BC de la convention OSPAR.

Les concentrations obtenues aux autres stations se trouvent en dessous de la limite de quantification de l'appareil (< 3mg/kg MS).

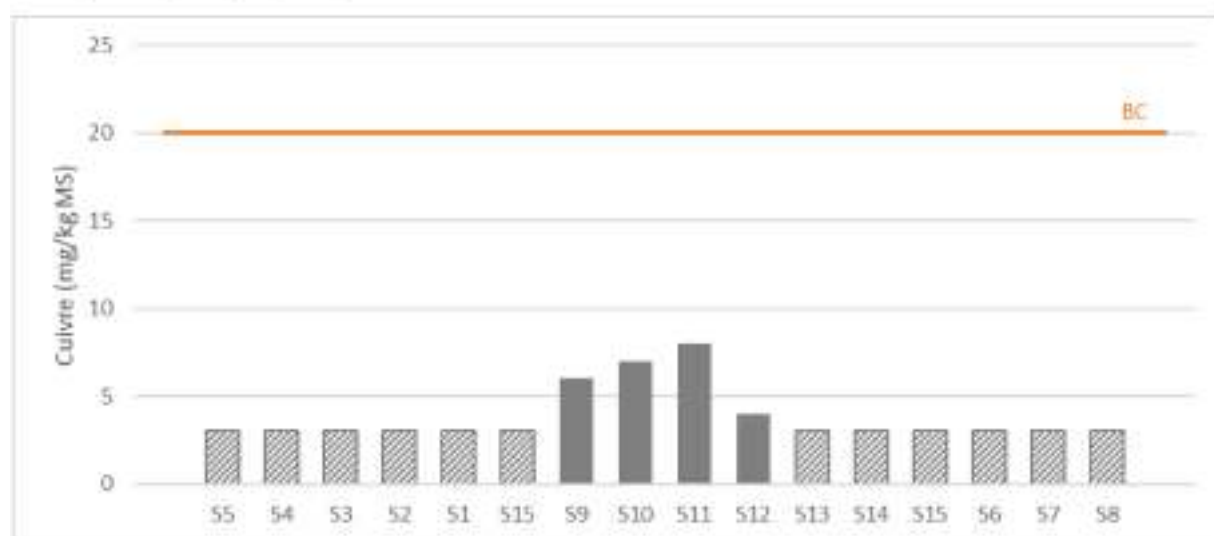


Figure 18 : Teneurs en cuivre dans les sédiments marins.

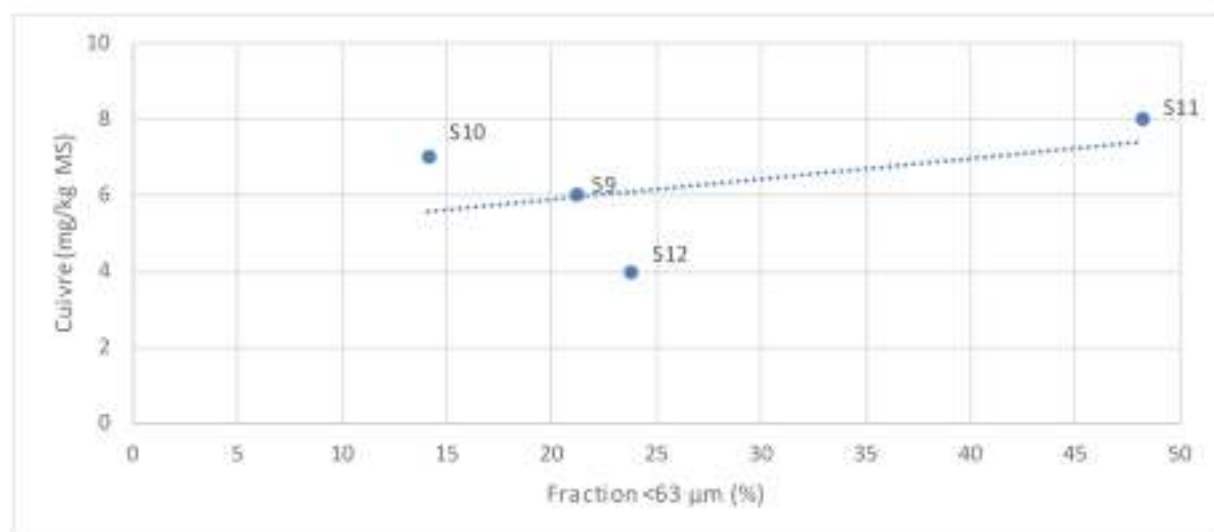


Figure 19 : Concentration en cuivre en fonction de la proportion de fraction fine.

4.4.1.4. Chrome

Les teneurs en chrome sont homogènes et comprises entre 18 mg/kg MS (S15) et 37 mg/kg MS (S8). Elles sont donc toutes inférieures aux bruits de fond Géode et BC de la convention OSPAR. Cependant, la station S8 présente une plus forte teneur en chrome, comme le confirme la normalisation des concentrations par la fraction inférieure à 63 µm (Figure 22). Figure 15

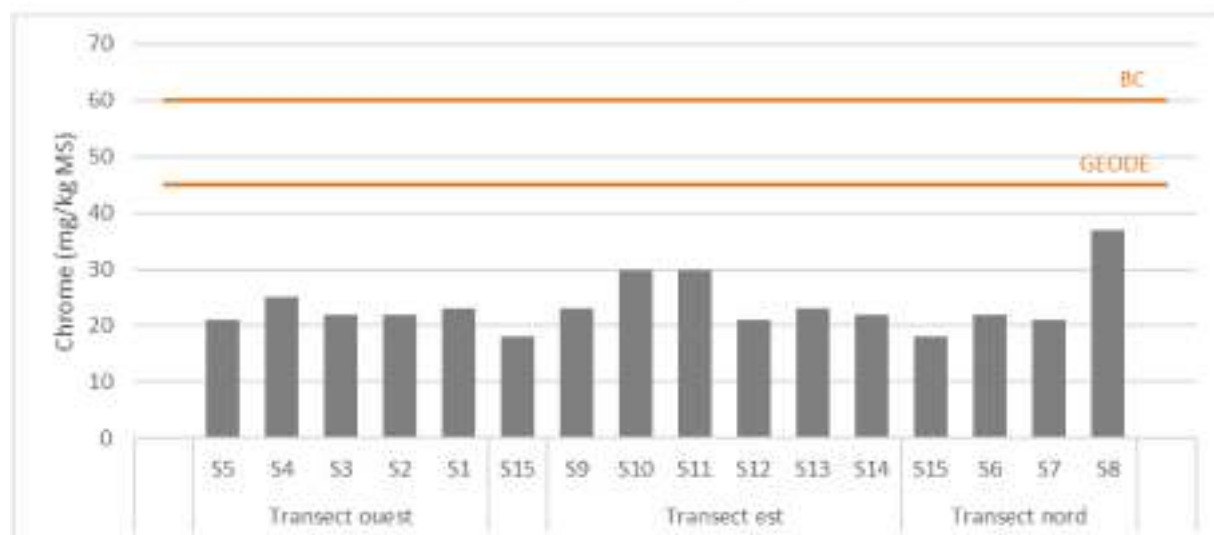


Figure 20 : Teneurs en chrome dans les sédiments marins.

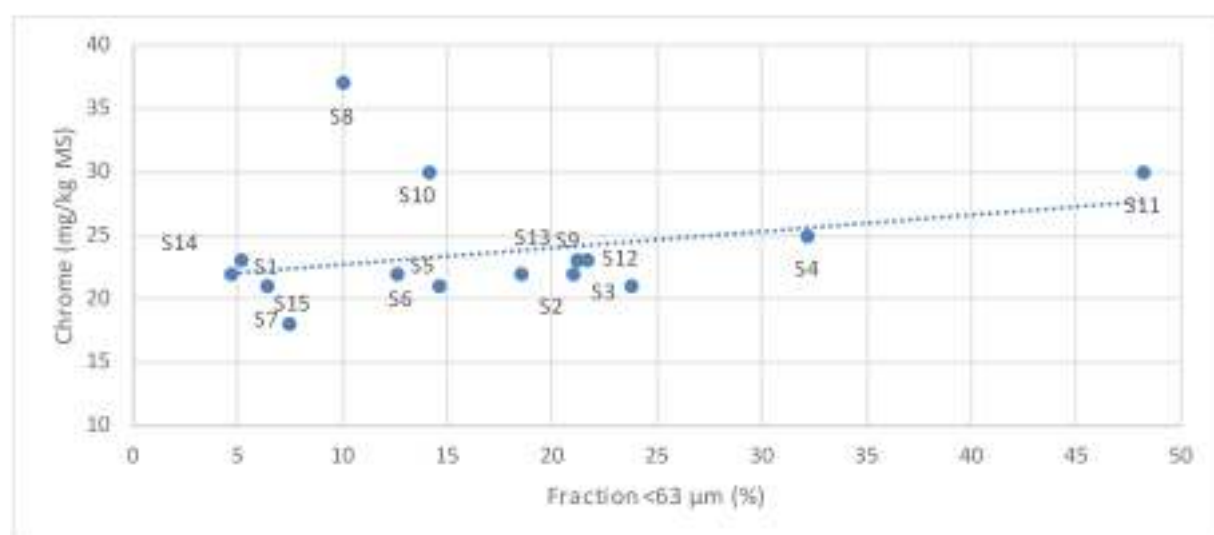


Figure 21 : Concentration en chrome en fonction de la proportion de fraction fine.

4.4.1.5. Fer

Il n'existe pas de référence permettant de qualifier l'enrichissement en fer des stations. Toutefois, de même que pour le chrome, les concentrations sont globalement homogènes entre les stations, excepté en la station S8 qui se distingue par une concentration en fer plus élevée (x1,5 à x2).

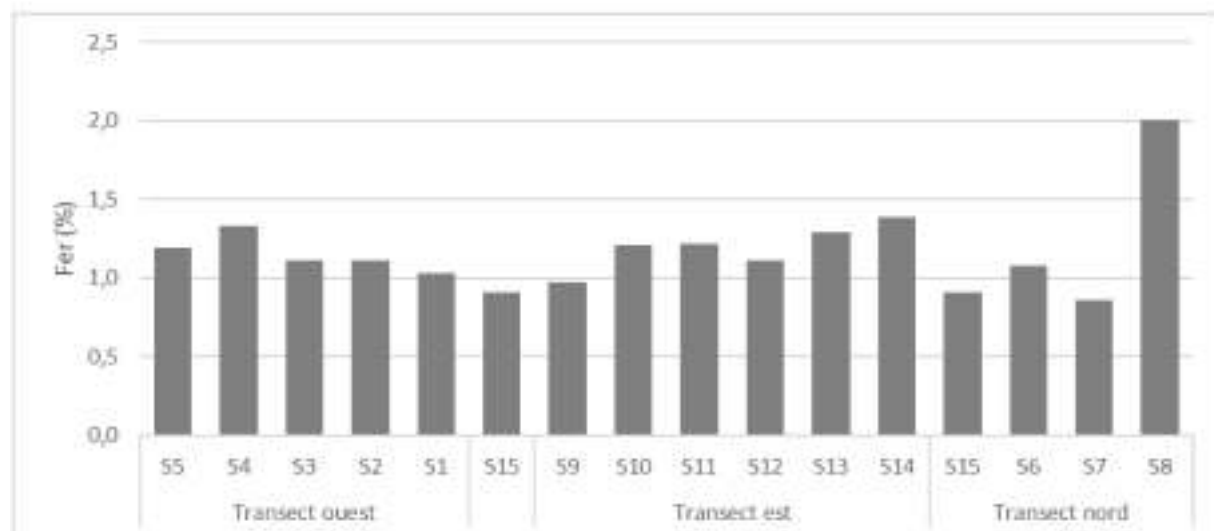


Figure 22 : Teneurs en fer dans les sédiments marins.

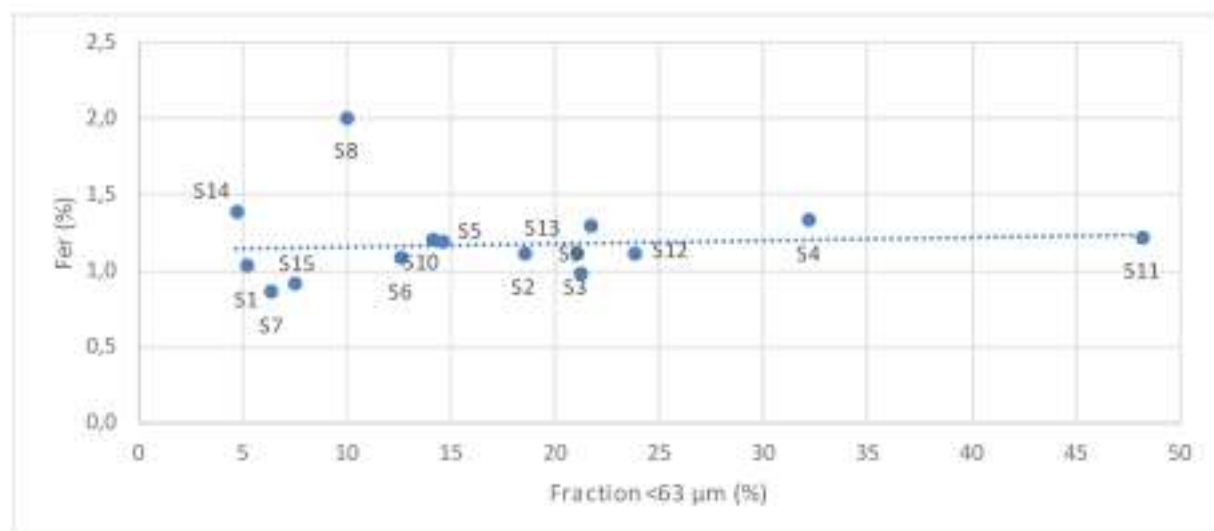


Figure 23 : Concentration en fer en fonction de la proportion de fraction fine.

4.4.1.6. Plomb

Les concentrations en plomb mesurées sur l'ensemble des stations sont inférieures au bruit de fond BC de la convention OSPAR (< 25 mg/kg MS). Elles sont comprises entre 7 mg/kg MS (S7 et S8) et 20 mg/kg MS (S10). Les plus faibles concentrations sont dosées sur le 'transect nord'.

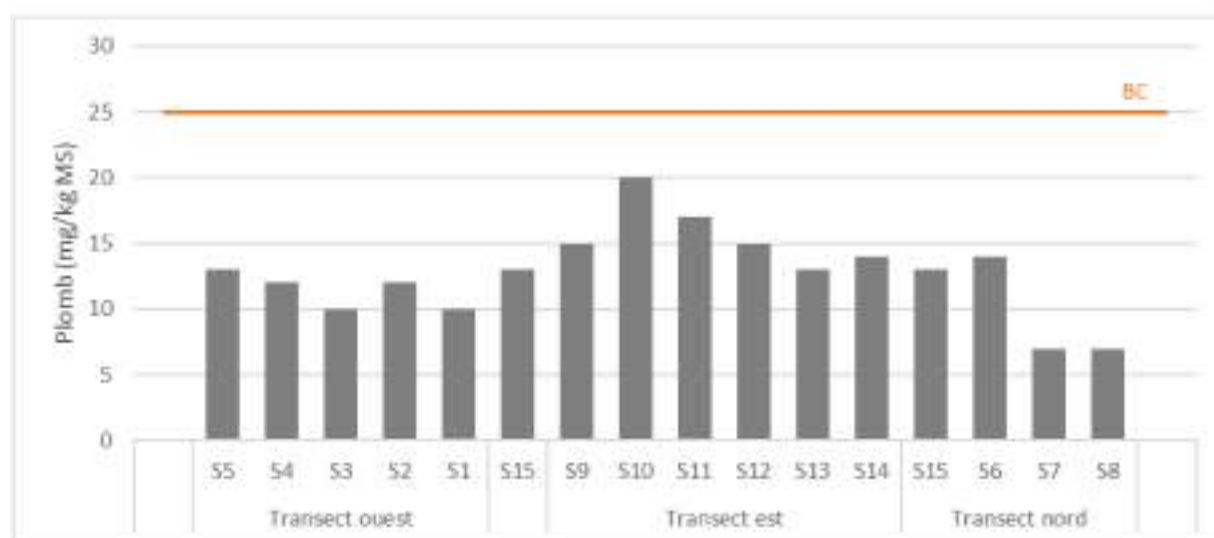


Figure 24 : Teneurs en plomb dans les sédiments marins.

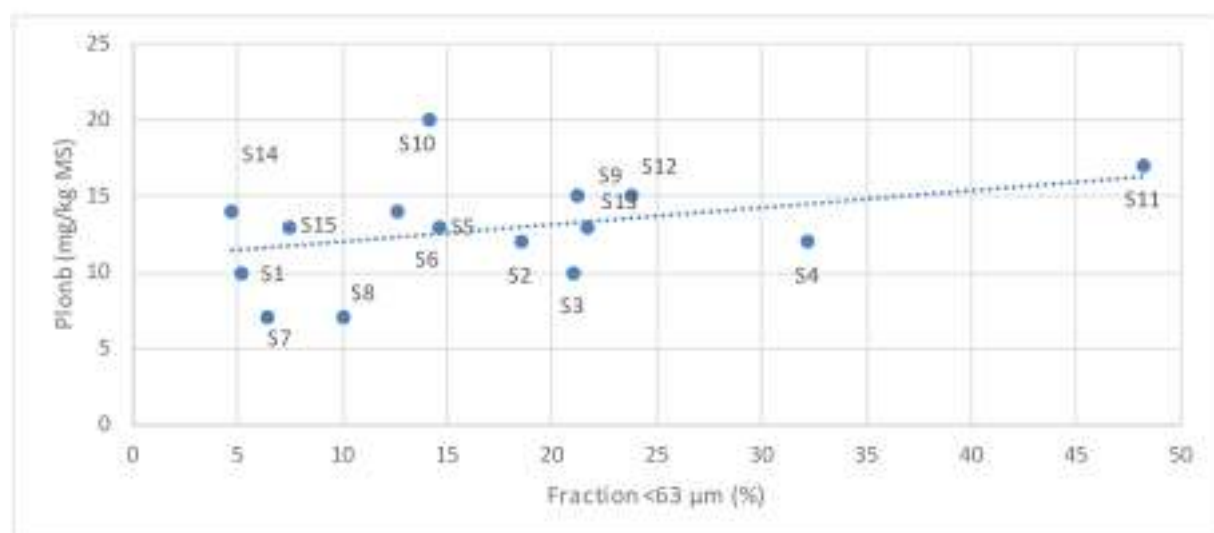


Figure 25 : Concentration de plomb en fonction de la proportion de fraction fine.

4.4.1.7. Zinc

Les concentrations en zinc sont toutes inférieures au bruit de fond BC de la convention OSPAR (90 mg/kg MS). Elles sont comprises entre 22 mg/kg MS (S7) et 47 mg/kg MS (S8). De même, la station S8 se distingue par une concentration plus importante, comme le confirme l'écart à la droite de régression mise en évidence sur la Figure 28.

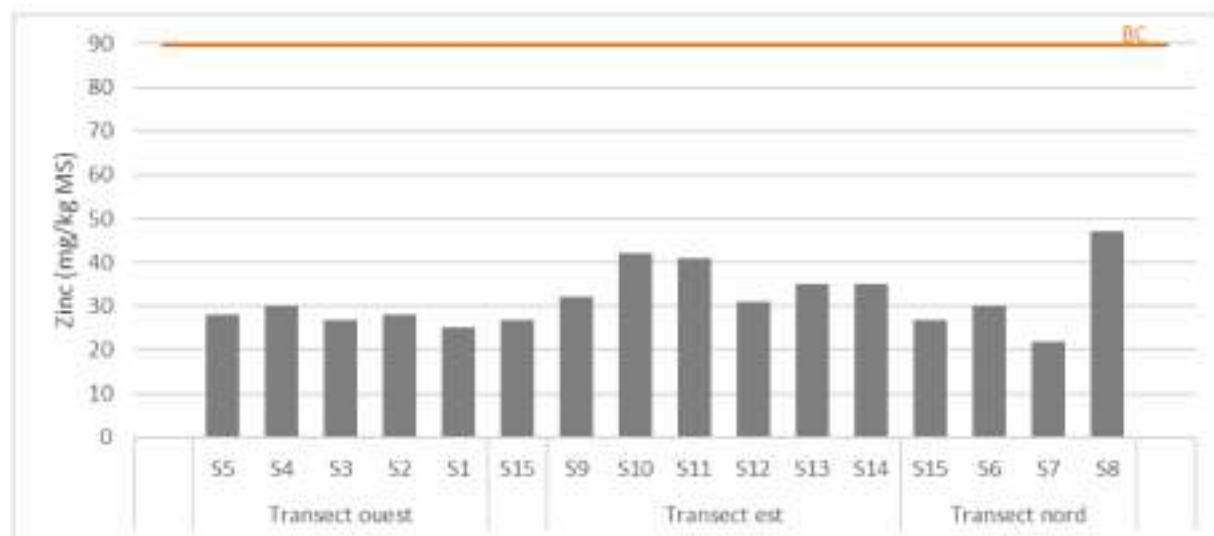


Figure 26 : Teneurs en zinc dans les sédiments marins.

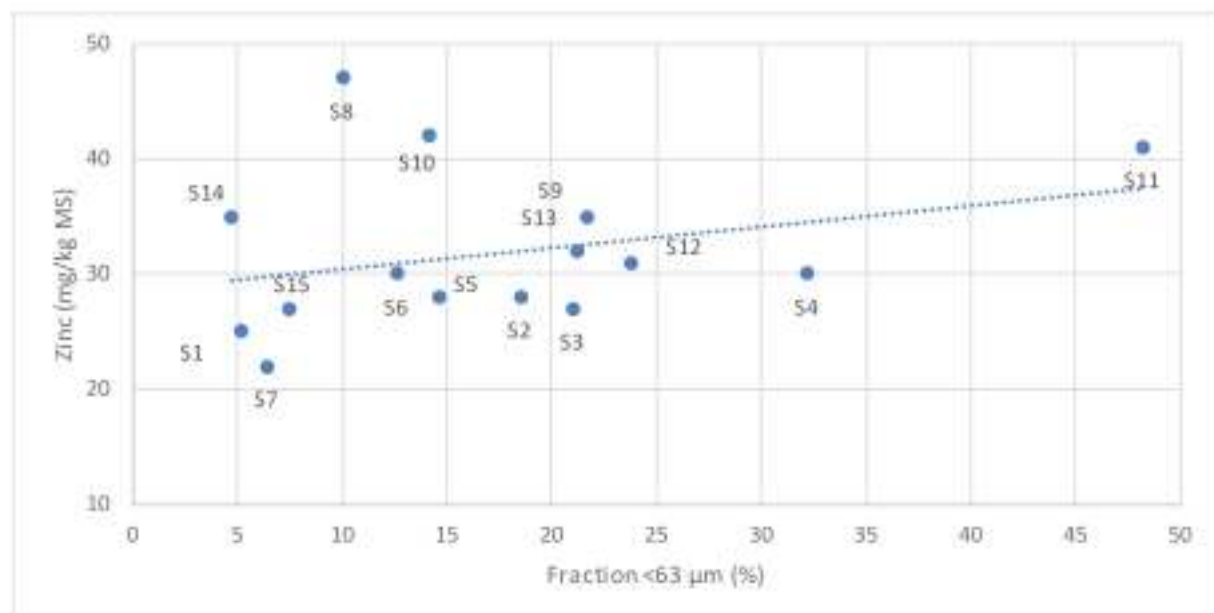


Figure 27 : Concentration de zinc en fonction de la proportion de fraction fine.

4.4.1.8. Indice de pollution

L'indice de pollution cumulé a été calculé en réalisant la somme des concentrations en éléments métalliques mesurées sur l'ensemble des stations divisée par leurs concentrations maximales. Cet indice, dont la valeur maximale potentielle est égale au nombre de métaux pris en compte dans le calcul, est ensuite converti en pourcentage. Cet indice relatif permet d'identifier les potentielles stations les plus contaminées en métaux.

L'indice de pollution organique permet de distinguer deux groupes de stations :

- Les stations au niveau desquelles l'indice est supérieur à 70 % : les stations S9, S10 et S11 situées dans le champ proche de l'exutoire ; la station S8 distante de 800m (sur le 'transect nord') ;
- Les stations au niveau desquels l'indice est compris entre 56,26% (S7) et 65,50% (S14).

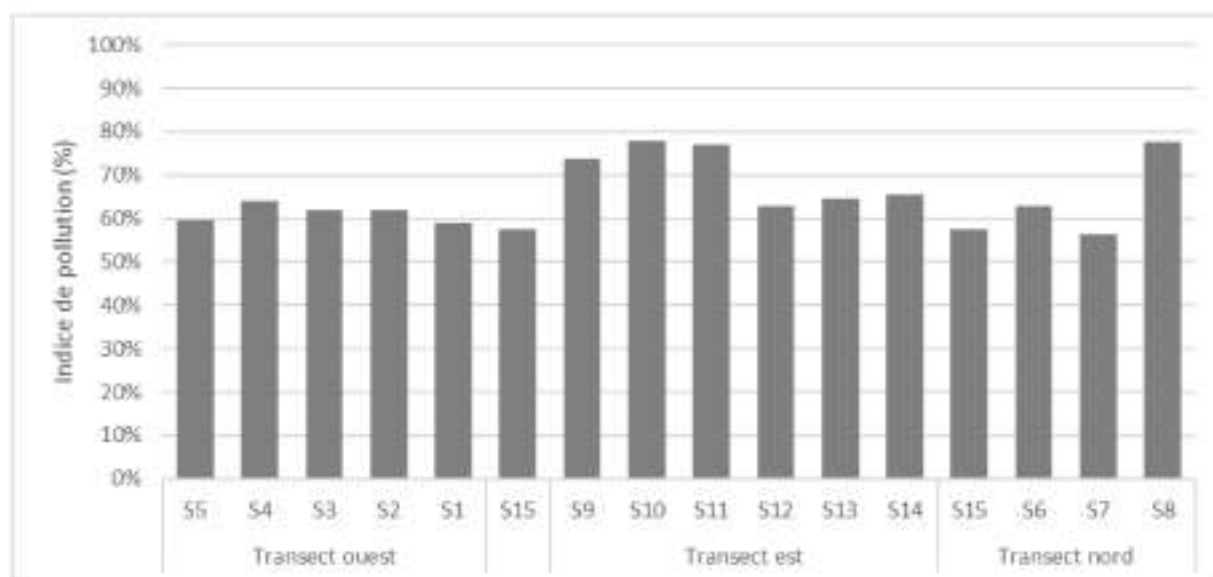


Figure 28 : Indice de pollution cumulé pour les éléments traces métalliques sur les stations.

4.4.1.9. Synthèse

Les teneurs en éléments métalliques dosées sur l'ensemble de l'aire d'étude sont toutes inférieures ou très proches des bruits de fond connus (convention OSPAR, GEODE) lorsque ceux-ci établis, ce qui est le cas pour les paramètres mercure, cuivre, chrome, plomb et zinc. La variabilité des teneurs des autres éléments métalliques (aluminium, fer) est modérée et les teneurs faibles.

Les teneurs en éléments métalliques et le calcul de l'indice de pollution cumulé mettent en exergue le sédiment de la station S8. Celui-ci comprend les plus fortes teneurs en aluminium, fer, chrome et zinc indépendamment de la proportion de fraction fine. La normalisation des concentrations par la fraction inférieure à 63 µm confirme le caractère particulier de cette station qui se situe dans l'herbier dense de *Posidonia oceanica*. Les autres stations étudiées se trouvent soit dans la biocénose du détritique côtier soit au niveau de la matte morte de l'herbier.

La signature du rejet est visible à travers l'étude du cuivre, du plomb et du mercure. Ce dernier a été dosé qu'en peu de station. Ce fut le cas dans les stations situées dans le champ proche du rejet et à

l'est de celui-ci (S9, S10 et S11). La station S9 se caractérise par la plus forte teneur en mercure (indépendamment de la fraction fine) laquelle demeure toutefois très proche du bruit de fond BAC défini par la convention OSPAR.

4.4.2. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont des hydrocarbures dont la molécule est constituée par la fusion d'un nombre variable de cycles benzéniques : le plus simple des HAP analysés est le Naphtalène (C₁₀H₈) et le plus complexe est le Benzo(ghi)Pérylène (C₂₂H₁₂). Il s'agit de produits d'origine à la fois naturelle et anthropogénique, qui se rencontrent tant dans les biotopes terrestres qu'aquatiques, aussi bien continentaux qu'océaniques. La cause principale de contamination des milieux continentaux par les hydrocarbures est liée à la combustion incomplète des charbons et fiouls. Les moteurs diesels notamment constituent une cause majeure de pollution atmosphérique par ces HAP. L'extraction et le transport du pétrole ainsi que les activités des raffineries sont une autre cause importante de pollution des eaux continentales et marines par les HAP.

4.4.2.1. Sommes des 16 HAP

Les concentrations en HAP, ainsi que la somme des teneurs des 16 HAP sont présentées dans le Tableau XIX pour l'ensemble des stations étudiées.

Par convention, lorsque la teneur mesurée était inférieure au seuil de détection, la valeur de celui-ci a été prise en compte dans la somme des HAP, ce qui majore le résultat.

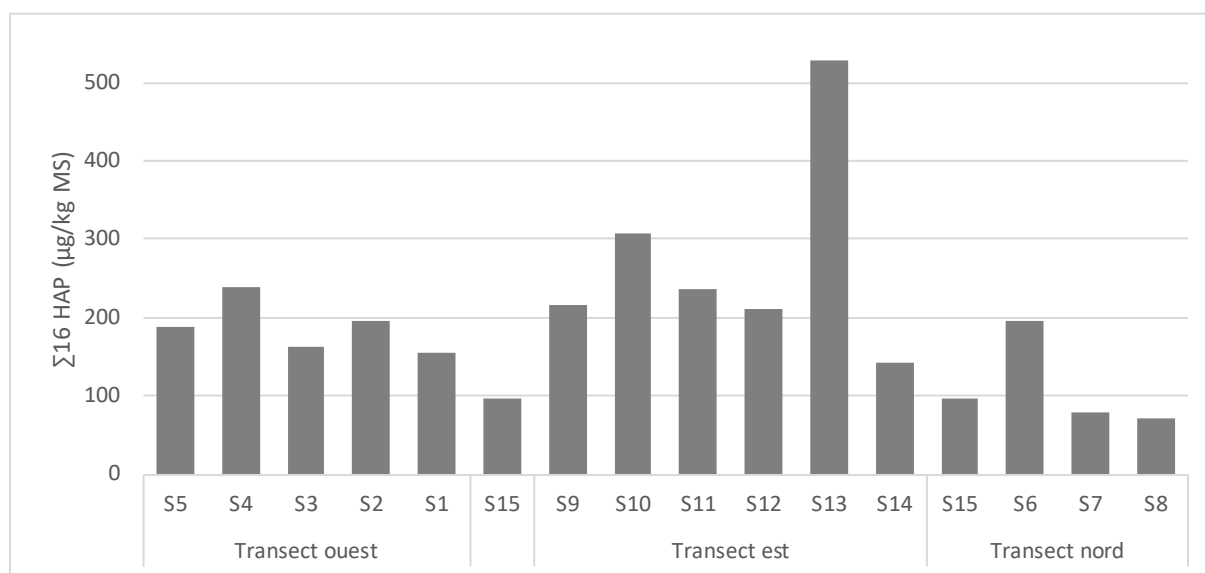


Figure 29 : Somme des 16 HAP dans les sédiments marins.

La somme des 16 HAP dosés met en évidence une concentration beaucoup plus élevée en S13 que pour les autres stations (528,53 μg/kg MS). La somme des 16 HAP est comprise entre 72,38 μg/kg MS (S8) et 306,80 μg/kg MS (S10) pour les autres stations.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Tableau XIX : Résultats des analyses pour les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques exprimés en µg/kg de MS.

	Transect ouest						Transect est						Transect nord			
	S5	S4	S3	S2	S1		S15	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S6	S7
Acénaphène	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Acénaphthylène	< 50	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 10,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 50,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Anthracène	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 1,0	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	3,8	< 2,5	< 1,0	1,46	< 1,0	< 1,0
Benzo (a) anthracène	< 2,5	11,8	4,1	5,7	< 2,5	4,6	7,8	17,4	2,6	< 2,5	39,4	< 2,5	4,6	10,1	< 1,0	< 1,0
Benzo (a) pyrène	< 2,0	11,2	3,8	6,6	3,3	3,9	7,1	16,1	4,6	< 2,0	40,9	< 2,0	3,9	11,6	< 2,0	< 2,0
Benzo (b) fluoranthène	< 2,5	7,5	2,8	4,7	< 2,5	4,4	3,0	11,2	4,6	2,8	35,4	< 2,5	4,4	8,4	< 1,0	2,8
Benzo (g,h,i) périlène	< 2,5	9,0	3,4	5,6	3,1	5,0	6,0	16,0	6,2	3,3	33,6	3,4	5,0	10,0	1,1	1,6
Benzo (k) fluoranthène	1,21	6,5	2,2	3,5	2,2	2,5	3,6	9,37	3,0	1,2	22,5	1,3	2,5	6,4	< 1,0	1,1
Chrysène	< 2,5	13,7	4,4	4,4	3,6	4,05	8,8	17,5	3,8	< 2,5	44,4	< 2,5	4,1	11,5	< 1,0	1,1
Dibenzo (a,h) anthracène	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 1,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	2,8	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Fluoranthène	17,2	33,6	13,7	22,0	13,7	14,2	25,7	40,4	22,7	20,9	77,1	11,0	14,2	28,1	7,5	< s2,0
Fluorène	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5	< 5,0
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	3,1	8,8	3,5	5,2	3,1	4,8	7,4	18,2	6,3	3,8	34,9	3,6	4,8	9,55	1,1	1,2
Naphtalène	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 1,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 20,0	< 1,0	2,9	2,08	2,0
Phénanthrène	62,6	32,0	30,6	40,3	28,3	21,9	46,9	48,6	83,3	73,1	61,4	24,8	21,9	55,6	32,5	31,8
Pyrène	11,3	24,0	12,2	16,9	9,8	11,1	17,1	30,0	16,6	15,9	54,8	7,6	11,1	22,8	10,8	6,7
Somme des 16 HAP min (1)	95,4	158,0	80,8	114,8	67,0	76,4	133,4	224,8	153,7	121,0	451,0	51,7	76,4	178,4	55,0	48,4
Somme des 16 HAP max (2)	107,4	160,5	83,3	117,3	72,0	77,4	136,0	227,3	156,2	130,5	451,0	61,2	77,4	178,4	60,0	54,4

(1) La somme des 16 HAP min est obtenu en sommant uniquement les HAP avec une concentration supérieure au seuil de détection.

(2) La somme des 16 HAP max est obtenu en sommant l'ensemble des concentrations des HAP. La valeur équivalente au seuil de quantification est alors considérée pour les polluants dont la concentration est inférieure à celui-ci.

4.4.2.2. Spéciation des HAP

La Figure 31 présente les concentrations de chaque molécule d'Hydrocarbure Aromatique Polycyclique dosée en chaque station. Seuls 11 polluants quantifiés y sont représentés. Les molécules acénaphthène, acénaphthylène et fluorène n'ont pas été quantifiées ; l'anthracène et le dibenzo(a,h)anthracène ont été dosés qu'en une seule station (respectivement en S6 et S13).

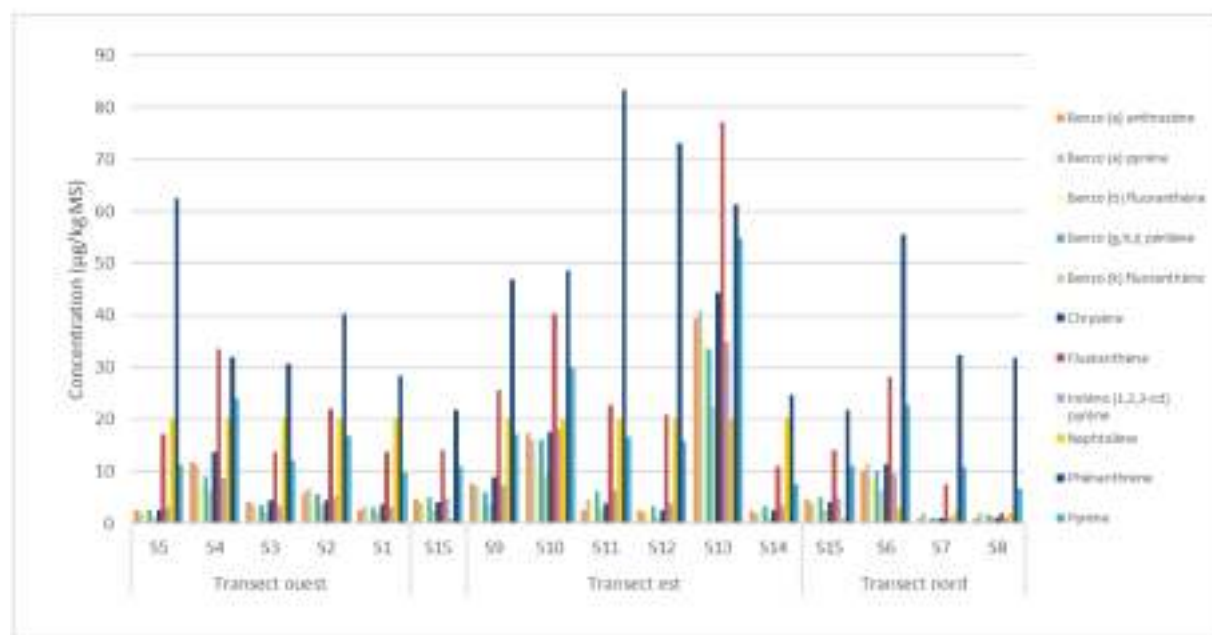


Figure 30 : Concentration des différents HAP dans les sédiments marins.

Les stations S10 et S13 se distinguent par les concentrations les plus importantes pour certaines molécules. Pour rappel, ces stations se situent sur le 'transect est', respectivement à 200 et 2000 mètres de l'exutoire.

Les concentrations maximales sont quasiment toutes dosées en S13 (pour 7/16 HAP : anthracène, benzo(a) anthracène, benzo(a) anthracène, chrysène, fluoranthène, phénanthrène, pyrène). Les molécules pour lesquelles des valeurs de bruits de fond ou de seuils de contamination ont été définis, il ressort que :

- Les teneurs en benzo(a) anthracène (excepté la station S13), benzo(g,h,i) périlène, et Indéno (1,2,3-cd) pyrène sont inférieures au bruit de fond BC de la convention OSPAR ;
- Les teneurs en pyrène (S4, S2, S9, S10, S11, S12, S13 et S6), fluoranthène (S4, S2, S9 à S13 et S6), benzo(a) anthracène (S4, S10, S13, S6), benzo (a) pyrène (S10 et S13), chrysène (S4, S2, S9 à S13 et S6), ainsi que l'ensemble des teneurs en phénanthrène sont comprises entre le bruit de fond et le niveau de contamination ERL.

A la station S10, six molécules (benzo(a) anthracène, benzo(a) anthracène, chrysène, fluoranthène, phénanthrène, pyrène) ont des teneurs supérieures au bruit de fond mais inférieures au niveau de contamination ERL. Par ailleurs, c'est en cette station que la plus importante concentration d'indéno(1,2,3-cd) pyrène a été dosée.

4.4.2.3. Indice de pollution relative cumulé

À l'image de ce qui a été fait pour les éléments métalliques, l'indice de pollution relative cumulée des HPA a été calculé pour l'ensemble des stations (Figure 32).

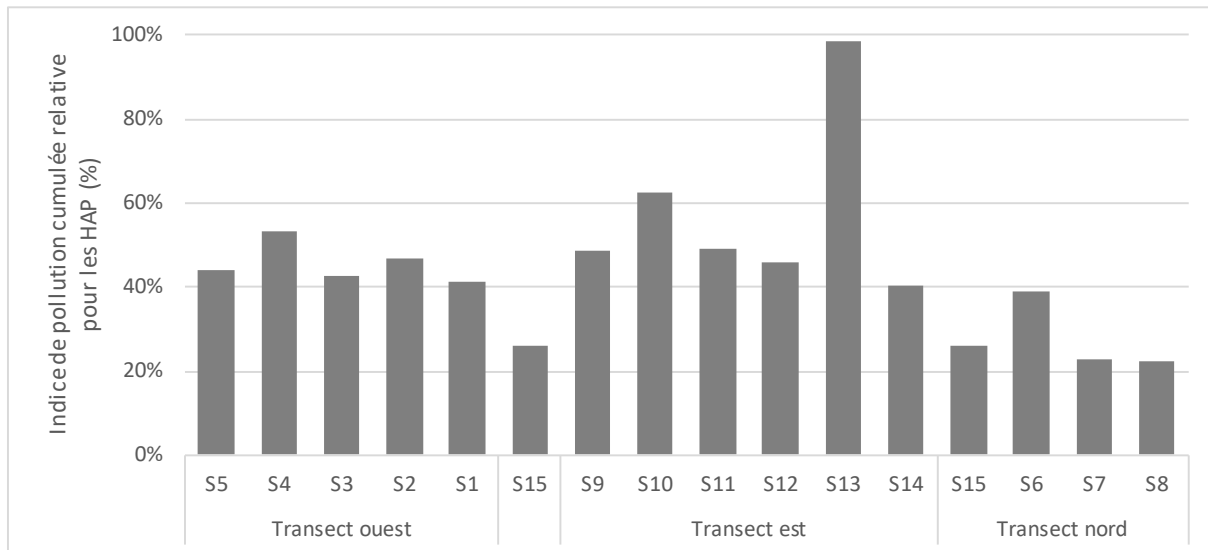


Figure 31 : Indice de pollution relative cumulée pour les HAP dans les sédiments marins.

L'indice de pollution relative cumulée pour les HAP dans les sédiments est compris entre 25,80% (S15) et 98,36% (S13). Tel que déjà révélé par la Figure 31, la station S13 se distingue par un indice de pollution très élevé. Dans une moindre mesure, la station S10 se démarque également des autres stations avec un indice supérieur à 50%.

4.4.3. PolyChloroBiphényles (PCB)

Les résultats des analyses des PCB dans le sédiment marin sont donnés dans le Tableau XX. Toutes les teneurs sont inférieures au seuil de détection du laboratoire (<0,2 µg/kg MS).

4.4.4. Détergents

Les résultats des analyses des détergents dans les sédiments marins sont donnés dans le Tableau XX. De même que pour les PCB, l'ensemble des teneurs est inférieur aux seuils de détection du laboratoire (<0,5 mg/kg pour les détergents anioniques et <30 mg/kg pour les détergents non ionique).

4.4.5. Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)

Les résultats des dosages du PFOS dans les sédiments marins sont donnés dans le Tableau XXII. Les teneurs sont également inférieures au seuil de détection du laboratoire. Celui-ci varie en fonction des propriétés des échantillons.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Tableau XX : Résultats des analyses pour les PCB dans les sédiments (en mg/kg MS).

	transect ouest						transect est						transect nord			
	S5	S4	S3	S2	S1	S15	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S6	S7	S8
PCB 101	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
PCB 118	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
PCB 138	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
PCB 153	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
PCB 180	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
PCB 28	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
PCB 52	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2

Tableau XXI : Résultats des analyses pour les détergents dans les sédiments (en mg/kg).

	transect ouest						transect est						transect nord			
	S5	S4	S3	S2	S1	S15	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S6	S7	S8
Détergents anioniques	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Détergents non ioniques	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30

Tableau XXII : Résultats des analyses pour le sulfonate de perfluorooctane dans les sédiments (en µg/kg MS).

	transect ouest						transect est						transect nord			
	S5	S4	S3	S2	S1	S15	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S6	S7	S8
Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 10	< 5	< 8,6	< 5	< 5	< 6,7	< 5	-	-	-

5. Conclusions

Les sédiments superficiels de la zone d'étude sont caractéristiques des sables fins à grossiers et sont, selon leur pourcentage de fraction fine, considéré comme des sables purs au niveau de l'exutoire, des sables peu à moyennement envasés pour les autres stations. Seule S11 se différencie par des sédiments très envasés à dominance de sables.


Concernant les **nutriments**, les stations proches de l'exutoire et celles présentes sur le '*transect est*' sont caractéristiques d'un enrichissement moyen en matière organique. L'indice d'Enrichissement Organique (IEO) permet de confirmer ces observations, étant plus fort dans le champ proche et moyen situé à l'est de l'exutoire.

L'étude des **éléments traces métalliques** dosés dans les sédiments superficiels révèle un sédiment de bonne qualité. **Les teneurs sont majoritairement faibles, inférieures ou très proches des bruits de fond** (convention OSPAR et GEODE). On note toutefois que :

- la station S8, située entre la côte et l'exutoire et dans l'herbier dense, se différencie par des plus fortes concentrations en aluminium, fer, chrome et zinc. La normalisation corrobore ce constat issu de l'interprétation des données brutes. Historiquement, le rejet de la station d'épuration avait lieu à proximité de la station S8. Il est plausible que l'effluent historique ait participé à un enrichissement du milieu environnement en ces polluants.
- la station S9, située sur le '*transect est*' à 50 mètres de l'exutoire, se distingue par une teneur en mercure bien plus élevée que celle dosée sur l'ensemble de l'aire d'étude. Pour rappel, cette concentration reste faible et proche du bruit de fond BAC de la convention OSPAR.
- la signature du rejet est visible à travers l'étude du plomb, du cuivre et du mercure.

Concernant les **hydrocarbures aromatiques polycycliques** dans les sédiments marins superficiels, les stations S10 et S13 se distinguent par des concentrations globalement plus importantes pour certaines molécules. On retiendra que sept molécules ont été dosées à des taux supérieurs au bruit de fond BC de la convention OSPAR mais en dessous du seuil de qualité ERL (benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, chrysène, fluoranthène, phénanthène et pyrène).

Les détergents ioniques et non ioniques, les PCB (7 congénères) et le sulfonate de perfluorooctane ne sont pas quantifiés dans le sédiment marin superficiel de l'aire d'étude.



Caractérisation des peuplements benthiques de substrat meuble

Caractérisation des peuplements benthiques de substrat meuble

1. Contexte et objectifs de l'étude

La communauté européenne a lancé depuis plusieurs années une politique communautaire dans le domaine de l'eau avec pour objectif général « l'atteinte d'un bon état écologique et chimique des masses d'eau souterraines et de surface dont les masses d'eau côtières et de transition ». Globalement cette politique européenne s'appuie sur la mise en place de différents réseaux de surveillance dont la DCE et la DCSMM.

Le macrobenthos de substrats meubles fait partie des nombreux descripteurs retenus dans le cadre de ces réseaux.

La macrofaune benthique de substrats meubles bien que connue pour être largement influencée par des facteurs physiques tels que la granulométrie liée à l'hydrodynamisme et la profondeur de la zone (Pearson T. H et al. 1985, Rosenberg R. et al. 1987, Snelgrove P.V.R. & Butman C.A. 1994, Ramey P.A. & Snelgrove P.V.R. 2003) est également largement utilisée en tant qu'indicateur de la qualité du milieu.

En effet, de par la faible mobilité et la sensibilité de certaines espèces, la composition des communautés benthiques de substrats meubles fournit des informations aussi bien sur la situation présente que sur les événements passés (pollution par exemple) ayant affectés la zone à plus ou moins long terme. Diverses études ont ainsi mis en évidence des réponses relativement rapides de cette faune à différentes perturbations, qu'elles soient anthropiques ou naturelles (Pearson T. & Rosenberg R. 1978, Glémarec M. & Hily C. 1981, Dauer D.M. 1993, Dauvin J.-C. 1993).

Actuellement plusieurs indices biotiques basés sur la polluo-sensibilité des espèces indicatrices sont proposés et largement utilisés (Grall J. & Glémarec M. 1997, Weisberg S.B. et al. 1997, Borja et al. 2000a, Simboura N. & Zenetos A. 2002, Labruno C. et al. 2006, Croot & Heller 2011).

L'amélioration de la qualité des eaux côtières passe par une amélioration et un suivi des stations d'épuration.

Les peuplements benthiques font ainsi partis des indicateurs de qualité utilisés dans le cadre du suivi des milieux récepteurs. Aussi pour le suivi de l'émissaire en mer de la STEU de Pardigon, « Benth.Id » a été chargée par Créocéan de réaliser sur 13 stations échantillonnées en triplicat (soit 39 échantillons) :

- le tri et la détermination du macrobenthos de substrats meubles,
- les biomasses,
- ainsi qu'une analyse des résultats obtenus.

Ce rapport comprend l'ensemble de ces résultats.

2. Méthodologie

2.1. Protocole de prélèvement et de conservation des échantillons (réalisé par CREOCEAN)

Dans le cadre de cette étude, 15 stations de prélèvement (Figure 34) devaient être échantillonnées par le personnel de Créocéan le long de 3 transects (transect ouest, est et nord) ; mais les stations 7 et 8, situées dans l'herbier de posidonie, n'ont pu être échantillonnées.

Au final pour chacune des 13 stations échantillonnées, le personnel de Créocéan a procédé à l'aide d'une benne Van Veen aux prélèvements, fin juin début juillet 2019 de 3 échantillons de 0,1m² par station, soit 39 échantillons.

Chaque échantillon a été trié par passage sur un tamis de maille 1 mm et le refus de tamis fixé au formol (7 à 10%) et conservé dans des bocaux, avant d'être envoyés au laboratoire Benth.Id.

2.2. Identification, dénombrement et biomasses par le laboratoire Benth.id.

Au laboratoire, chaque refus de tamis reçu, a été trié sous loupe afin d'extraire les espèces présentes dans le sédiment (Conservation dans l'éthanol 70%). Puis les différents individus récoltés ont été identifiés au niveau taxonomique le plus bas possible (recherche d'une identification à l'espèce) et les individus dénombrés pour chaque échantillon.

La détermination a été réalisée en se basant sur le World Register of Marine Species (WORMS) comme liste de référence des espèces.

Parallèlement aux prélèvements de biocénoses et pour chacune des stations, un prélèvement supplémentaire de sédiment, prélevé dans des conditions similaires, a été effectué par le personnel de CREOCEAN afin de procéder aux analyses de répartitions granulométriques et teneurs en matière organique ; indispensables à l'interprétation des biocénoses benthiques de substrats meubles, les résultats de ces analyses ont été envoyés au laboratoire Benth.Id.

Suite à l'identification, les biomasses spécifiques (Poids sec libres de cendre) ont été réalisées après 24 à 48h à l'étuve à 60°C.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
 COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

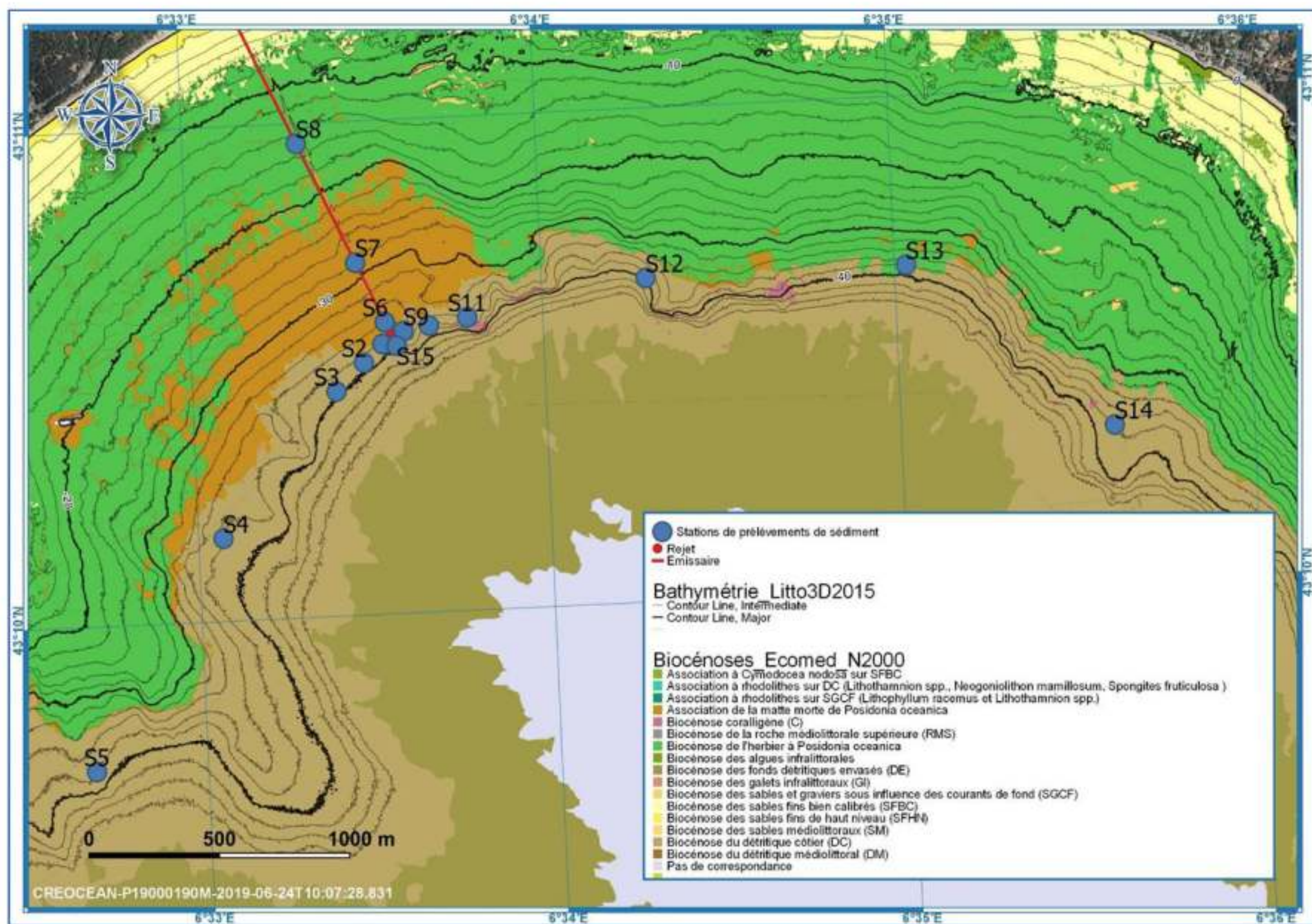


Figure 33 : Localisation des points de prélèvements du benthos de substrats meubles effectués par Créocéan Juillet 2019 (Créocéan, 2019).

2.3. Analyse des données

2.3.1. Caractérisation des peuplements

Les communautés benthiques ont été recherchées grâce à une analyse de Cluster basée sur l'abondance des espèces après transformation en racine carrée.

Les espèces majoritairement responsables des similarités intra-cluster et des dissimilarités inter cluster ont été estimées en utilisant la procédure SIMPER du logiciel PRIMER®.

Par la suite dans chacun des clusters et pour chacune des stations, les paramètres suivants ont été calculés :

- Richesse S qui correspond au nombre d'espèces présentes sur un site donné ;
- Indice de Shannon-Wiener H' (\log_2) ;
- L'équitabilité indice de diversité synthétique de Pielou J'.

Les facteurs principalement responsables de la distribution des populations ont été recherchés grâce à la réalisation d'une MDS (Non-metric multi-dimensional scaling).

Les biomasses moyennes par station ont été calculées.

2.3.2. Qualification des peuplements

Des courbes ABC (Abondance- Biomasse Comparaison) basées sur l'utilisation des courbes de k-dominance et le calcul de l'indice W de Clarke (1990), qui quantifie les différences entre les courbes de k dominance basées sur la biomasse et l'abondance, ont été réalisées (Figure 35)

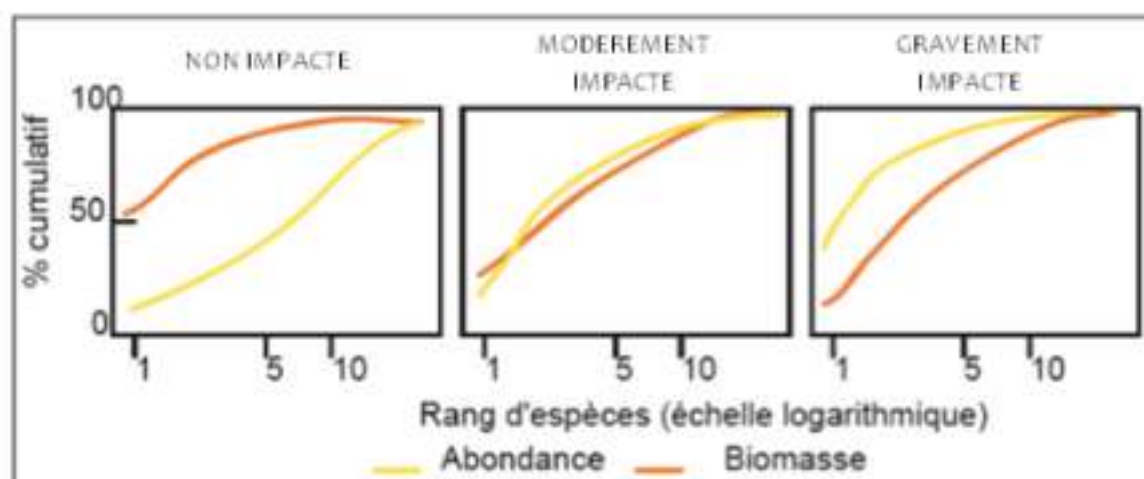


Figure 34 : Aspect théorique des courbes de k-dominance (abondances et biomasses hypothétiques) en fonction des perturbations (d'après Warwick 1988).

Dans un deuxième temps, certains indices largement utilisés dans la littérature et retenus dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau ont été calculés, comparés et analysés :

- L'indice trophique IT,
- L'AMBI et M-AMBI.

Calcul d'un indice trophique (IT)

Ce calcul, basé sur le principe de successions écologiques, permet de mettre en évidence le régime alimentaire des espèces présentes dans l'échantillon (Word, 1990). A partir d'une valeur variant entre 0 et 100 il permet d'évaluer la qualité des communautés marines benthiques. Les différentes espèces sont classées en fonction des différents groupes trophiques suivants.

- Groupe 1 – suspensivores qui se nourrissent dans la colonne d'eau
- Groupe 2 – détritivores qui se nourrissent à l'interface eau-sédiments
- Groupe 3 – dépositivores
- Groupe 4 – espèces de substrats anaérobies.

Comme cela a déjà été mentionné (Grall & Coïc 2006) le manque de connaissance sur le mode alimentaire de certaines espèces et la multiplicité des modes alimentaires d'une même espèce, font que la pertinence de cet indice reste discutable.

Calcul de l'indice trophique

$$IT = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (IT_i \cdot n_i)}{\sum_{i=1}^n n_i}$$

n : abondance de chacun des groupes

IT > 60 : Le peuplement est qualifié de normal, non affecté par un enrichissement en matière organique du sédiment

30 < IT < 60 : Le peuplement est déséquilibré par un apport en matière organique qui l'affecte légèrement.

IT < 30 : Le peuplement est perturbé en relation avec une dégradation importante du sédiment par un important apport de matière organique.

Calcul d'un indice biotique (AMBI)

Cet indice repose sur les proportions d'abondance que représentent 5 groupes écologiques (Figure 36, Figure 37 et Tableau XXIII) correspondant au classement des espèces en fonction de leur sensibilité/tolérance face à un gradient de stress environnemental (Borja et al. 2000b) (Borja et al., 2000). L'indice calculé permet de qualifier le milieu sur une échelle de 0 à 7 en allant d'un milieu normal à un milieu azoïque en passant par des degrés de dégradation progressifs (Tableau XXIII).

Utilisation du M-AMBI

Cet indice est calculé à partir d'une analyse factorielle incluant, l'AMBI, la Richesse spécifique (R) et la diversité (H') appelée « Multivariate AMBI » ou M-AMBI (Muxika I. et al. 2007). Particulièrement adapté pour mettre en évidence les peuplements influencés par des enrichissements en matière organique, il permettra dans le cadre de cette étude une comparaison de qualité entre les différentes stations.

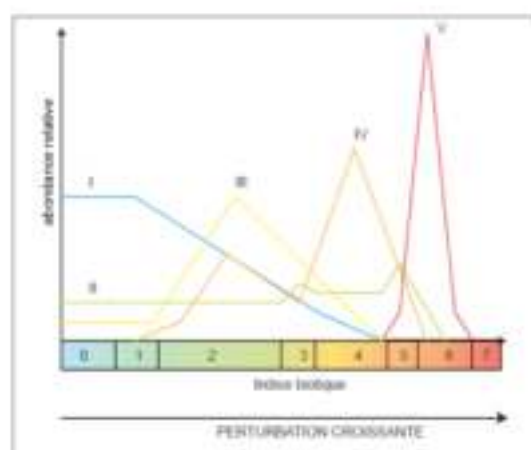


Figure 35 : Modèle des indices biotiques, groupes écologiques en chiffre romain (d'après Glémarec et Hily, 1981).

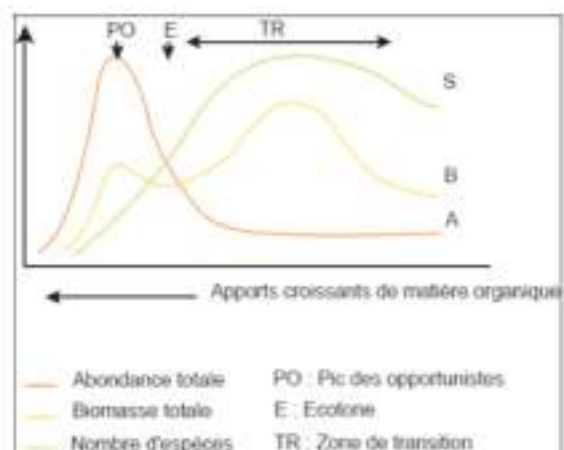


Figure 36 : Modèle SAB de Pearson et Rosenberg (1978).

Tableau XXIII : Correspondance entre les valeurs de l'indice AMBI et celles de l'indice biotique IB d'après Borja et al. 2000.

Etat du milieu	AMBI	IB	Groupe écologique dominant	Etat de santé des communautés benthiques
Non pollué	$0,0 < \text{AMBI} \leq 0,2$	0	I	Normal
Non pollué	$0,2 < \text{AMBI} \leq 1,2$	1	II	Appauvrie
Pollution légère	$1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$	2	III	Déséquilibré
Moyennement pollué	$3,3 < \text{AMBI} \leq 4,5$	3		Etape de transition vers la pollution
Moyennement pollué	$4,5 < \text{AMBI} \leq 5,0$	4	IV (V)	Pollué
Fortement pollué	$5,0 < \text{AMBI} \leq 5,5$	5		Etape de transition vers une forte pollution
Fortement pollué	$5,5 < \text{AMBI} \leq 6,0$	6	V	Forte pollution
Pollution majeure	Azoïque	7	Azoïque	Azoïque

Les calculs de l'AMBI et du M-AMBI sont établis à partir du logiciel (<http://www.azti.es>) mis au point par le laboratoire AZTI créateur de ces indices.

Comparaison avec les valeurs de la DCE

Dans le cadre de la DCE, les côtes françaises méditerranéennes ont été découpées en 3 secteurs (PACA, Languedoc-Roussillon, Corse) avec un site de référence pour chaque (Pelaprat C. et al. 2018). A l'aide du procédé établi dans le cadre de la DCE ci-contre un état écologique ou EQR a été calculé pour les peuplements de chacune des stations de cette étude.

Les sites de références correspondent à des zones de faible activité anthropique avec des peuplements représentés majoritairement par des espèces sensibles.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

Lors de chaque campagne les valeurs de référence sont réévaluées et pour l'année concernée ce sont les valeurs d'AMBI les plus basses qui sont conservées (Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales en vue de la mise à jour des états des lieux 2019).

Cavalaire est concerné par le secteur PACA, en 2018 (dernière campagne DCE) l'AMBI de référence de cette région correspondait à la Station DCE d'Antibes Nord avec un AMBI de 0,81.

Cet indicateur répond principalement à un enrichissement en matière organique des sédiments pouvant résulter d'un rejet ponctuel ou de l'accumulation progressive par sédimentation de la colonne d'eau.

Calcul de l'EQR et grille d'interprétation dans le cadre de la DCE

L'EQR est calculé pour chacun des sites échantillonnés selon la formule ci-dessous :

$$EQR_{\text{site}} = \text{AMBI}_{\text{ref}} / \text{AMBI}_{\text{site}}$$

La grille d'interprétation retenue est celle proposée après inter-calibration (Cf. ci-dessous) :

Statut écologique	EQR
Très bon	[1-0,83[
Bon	[0,83-0,58[
Moyen	[0,58-0,39[
Médiocre	[0,39-0,21[
Mauvais	[0,21-0]

3. Résultats

3.1. Caractérisation des peuplements

Pour les 13 stations échantillonnées, 4614 individus ont été dénombrés, répartis dans 387 taxons.

Les analyses granulométriques (Figure 38) ont montré sur la majorité des stations la présence de sédiments hétérogènes avec des sédiments grossiers (en moyenne 50,1%), des sables fins (24,9%), des vases (pélites 17,1%) mais aussi des sédiments supérieurs à 2mm en proportion non négligeable (7,8%).

Pour de tels sédiments, la comparaison des peuplements montre une similarité relativement élevée de 39,9% (Cluster, Figure 39).

Ainsi, dans une première analyse, il est possible de considérer que l'on retrouve un seul et même type de peuplement sur l'ensemble des stations.

Ce peuplement moyen est largement dominé (Figure 40) par des annélides polychètes (76,3%), des crustacés (14,9%), des échinodermes (3,5%) et des mollusques (3,0%).

Influencé par l'hétérogénéité sédimentaire ce peuplement moyen se caractérise par :

- une composition hétérogène (Figure 42) avec des espèces à large répartition écologique, des espèces caractéristiques des sables grossiers plus ou moins envasés comme *Euchone anceps*, des espèces caractéristiques du détritique côtier comme *Laetmonice hystrix*, *Moerella donacina*, des espèces caractéristiques des sables fins bien calibrés comme *Peresiella clymenoides* mais également des espèces caractéristiques des milieux envasés comme *Kirkegaardia heterochaeta*. Enfin il paraît également important de noter la présence d'espèces en lien avec celle d'algues (Des Caprellidés comme *Phytistica marina*, et de nombreuses espèces d'amphipodes), de coralligène et/ou de pralines (*Leodice torquata*, *Haplosyllis spongicola*, *Glycera tessellata*) ;

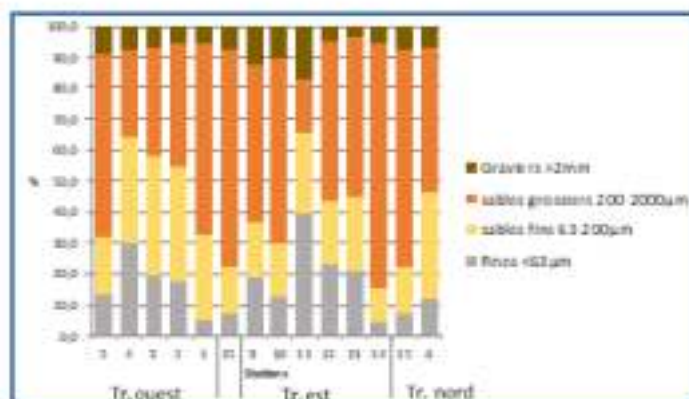


Figure 37 : Proportions des différentes fractions granulométriques le long des transects (Tr.) d'échantillonnage - Emissaire de Pardigon Juillet 2019.

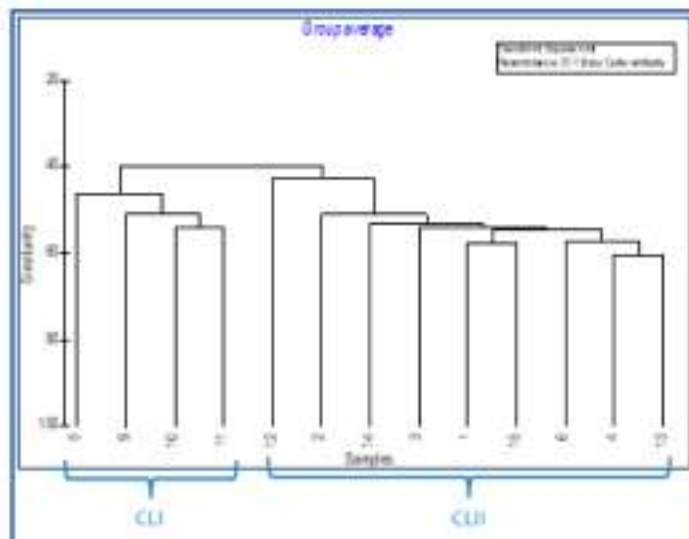


Figure 38 : Analyse de Clustering - Emissaire de Pardigon Juillet 2019.

- une diversité, une richesse spécifique et une équitabilité élevées (Figure 43), avec des valeurs moyennes de $H'=5,9\pm0,4$, $S=105,2\pm23,5$ et $J'=0,88\pm0,03$. Les valeurs maximales ayant été observées à la station 5 ($H'=5,9\pm0,3$; $S=155$; $J'=0,95$) et les valeurs minimales à la station 12 ($H'=4,7\pm0,3$; $S=68$; $J'=0,91\pm0,04$) ;
- une densité moyenne de $1175,4\pm233,3$ ind./m². La valeur maximale ayant été observée pour la station 1 ($1396,5\pm396,8$ ind./m²) et minimale pour la station 12 ($733,3\pm155,0$ ind./m²) ;
- une biomasse moyenne de $1,65\pm2,10$ g/m². La biomasse maximale ayant été observée à la station 9 (mollusques de grande taille) et la minimale à la station 1 (Figure 41).

Si 5 espèces indicatrices exclusives de perturbation du peuplement ont été répertoriées, leur présence reste extrêmement faible (<5% ; valeur dite seuil) pour chacune des stations (Tableau XXIV).

Tableau XXIV : Proportions moyennes des espèces indicatrices de perturbations des peuplements.

	Transect ouest						Transect est						Transect Nord	
	1	4	1	2	1	10	9	10	11	12	13	14	15	8
Espèces indicatrices d'instabilité sédimentaire														
<i>Lysoleptolabata</i>	0,3	1,7	1,3	0,0	1,0	2,7	0,3	0,3	1,0	0,0	1,0	1,7	2,7	0,7
<i>Anapagurus petit</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Espèces indicatrices d'enrichissement en MO														
<i>Paralacynonix paradoxa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0
<i>Myrtea spinifera</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Corbula gibba</i>	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0
espèces indicatrices d'un fort enrichissement en NH														
<i>Nebolie strosali</i>	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0

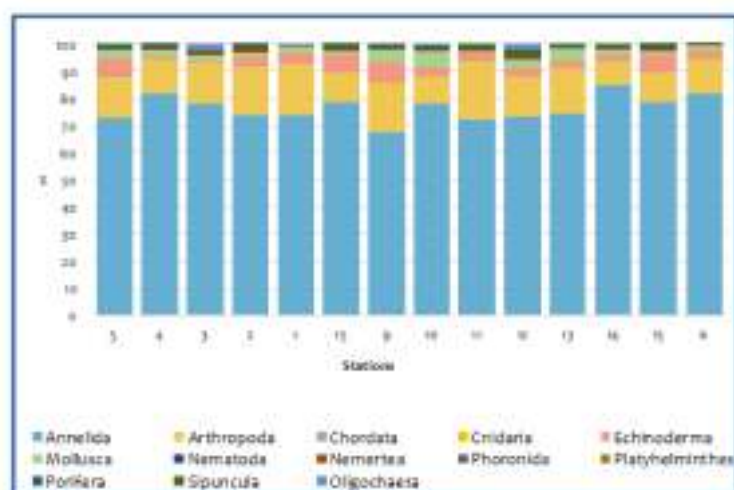


Figure 39 : Proportions des différents phylums des peuplements benthiques échantillonnés pour chaque station le long des transects (Tr.).

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

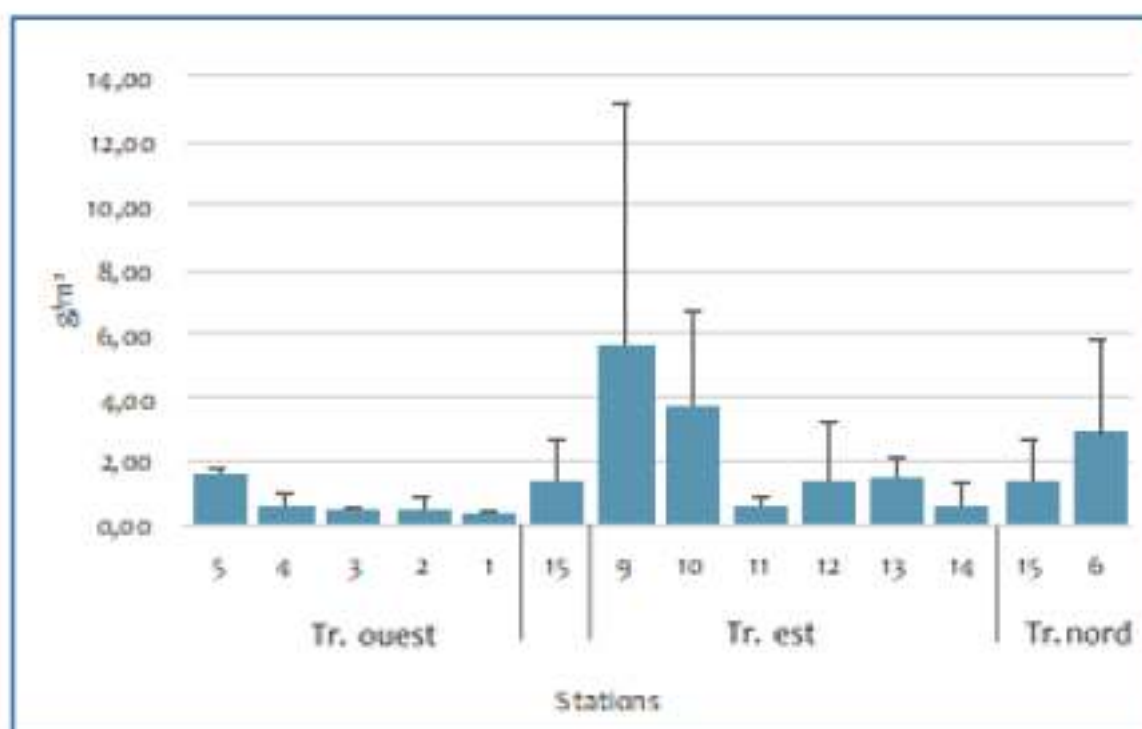


Figure 40 : Biomasses moyennes des différentes stations le long des transects (Tr.) d'échantillonnage.

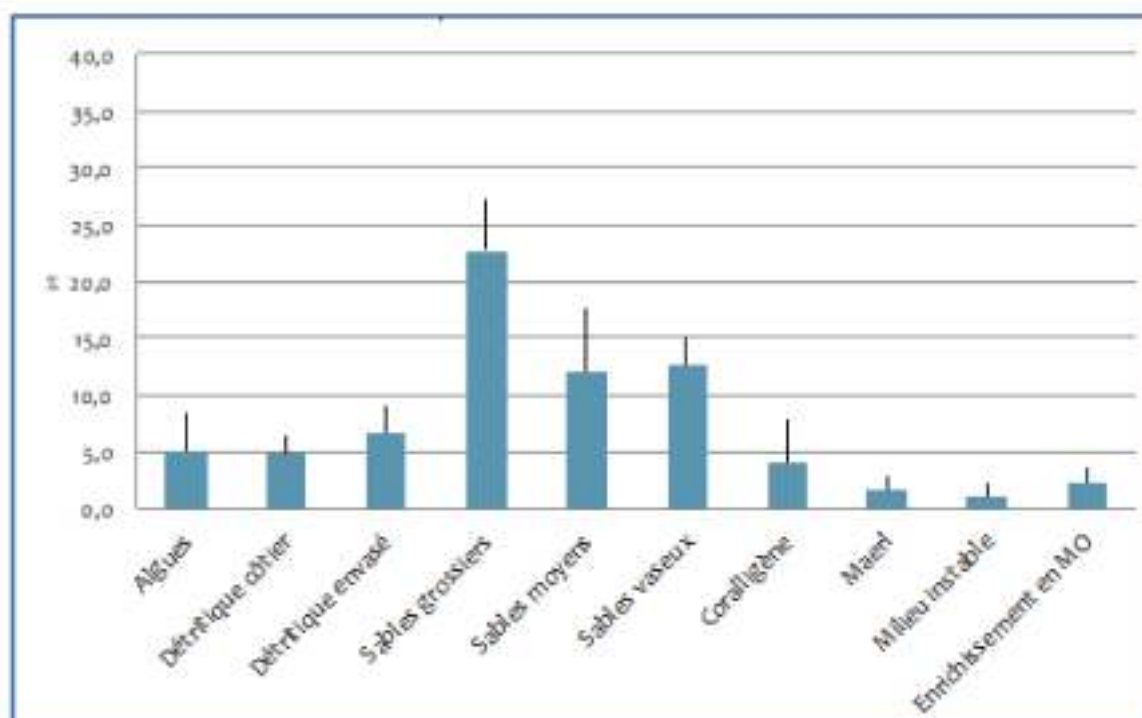


Figure 41 : Proportions moyennes (écart-type) toutes stations confondues des espèces inféodées à différents habitats.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019



Figure 42 : Valeurs moyennes (écart-type) de la Richesse spécifique totale, la densité, la diversité spécifique de Shannon (H') et l'indice d'Equitabilité de Pielou des stations échantillonnées le long des transects (Tr.).

Si comme cela a été mentionné précédemment, la comparaison des peuplements échantillonnés (Analyse de cluster, figure ci-dessous) montre une similarité assez forte entre les peuplements des différentes stations, elle permet également en entrant plus dans le détail de distinguer 2 sous-peuplements (ou Cluster, CI I et CI II- Figure 39).

Le sous-peuplement du Cluster I qui correspond aux peuplements des stations 5, 9 10 et 11 avec une similarité de 49% (Analyse de Simper).

Le sous-peuplement du Cluster II qui correspond aux peuplements des stations 1, 2, 3, 4, 6, 12, 13, 14 et 15 avec une similarité de 51,2%.

Les dissimilarités (60,4%) entre ces deux sous peuplements reposent sur un grand nombre d'espèces (20 espèces expliquent seulement 20% de cette dissimilarité). Les différences portent principalement sur (Figure 44 et Tableau XXV) :

- Une richesse spécifique (S), une diversité (H'), une équitabilité (J') et une densité moyenne plus élevées dans CLI que dans CLII ;

	S (esp/station)	H'	J'	Densité (ind/m ²)
CLI	128,5±20,3	6,4±0,2	0,91±0,01	1278,5± 203,2
CLII	95,2±18,5	5,7±0,3	0,87±0,03	1144,4± 261,1

- des proportions plus importantes dans le sous-groupe CLI d'espèces liées à la présence d'algues photophiles ou calcaires (comme *Lysianassa costae*, *Orchomene humilis*, différentes espèces de Caprellidés) ou celle de coralligène et de maerl telles *Glycera tessellata* ;

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

- des proportions plus importantes également dans CLI d'espèces inféodées aux sédiments grossiers comme *Echinocyamus pusillus* ou *Spatangus purpureus* ;
- des proportions plus importantes d'espèces des sables dans le type de peuplement CLII (*Glycera alba*, *Myriochele heeri*) ;
- des proportions plus importantes d'espèces en liaison avec un envasement des sédiments dans le sous-groupe CLII (*Chaetozone gibber*, *Kirkegaardia heterochaeta*, *Melina palmata* etc.).

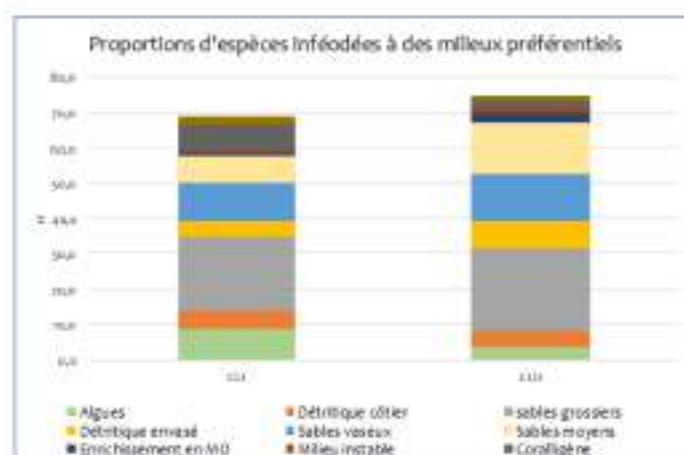


Figure 43 : Proportions par Cluster (CL) d'espèces inféodées à différents habitats - Emissaire de Pardigon Juillet 2019.

Tableau XXV : Analyse de Simper réalisées sur les données transformées (racine carrée) – Principales espèces responsables des dissimilarités - entre les deux sous-groupes CLI et CLII .

Species	Group CLII	Group CLI	Contrib. (%)	Cum. (%)
	Av.Abund	Av.Abund		
<i>Glycera tessellata</i>	0,32	1,73	1,17	1,17
<i>Spio symphyta</i>	0,06	1,28	0,99	2,16
<i>Myriochele heeri</i>	1,32	0,25	0,94	3,11
<i>Glycera alba</i>	1,15	0,00	0,93	4,03
<i>Lysidice unicornis</i>	1,44	0,47	0,92	4,96
<i>Galathowenia oculata</i>	3,11	2,18	0,92	5,88
<i>Pseudoleiocardia fauveli</i>	1,01	1,59	0,86	6,74
<i>Autonoe rubromaculatus</i>	0,00	1,03	0,86	7,60
<i>Apseudopsis latreillii</i>	1,16	0,14	0,85	8,45
<i>Chondrochelia savignyi</i>	1,35	0,61	0,85	9,29
<i>Paradoneis lyra</i>	1,2	0,25	0,79	10,08
<i>Laonice bahusiensis</i>	0,13	1,07	0,77	10,85
<i>Chaetozone gibber</i>	1,28	0,43	0,74	11,59
<i>Echinocyamus pusillus</i>	0,19	1,10	0,73	12,33

Species	Group CLII	Group CLI	Contrib. (%)	Cum. (%)
	Av.Abund	Av.Abund		
<i>Auospio banyulensis</i>	0,28	1,19	0,73	13,06
<i>Lysianassa costae</i>	0,13	0,93	0,72	13,78
<i>Hesiospina aurantiaca</i>	0,48	1,28	0,71	14,49
<i>Phisidia oculata</i>	0,06	0,91	0,71	15,2
<i>Magelona Cf. minuta</i>	0,99	0,29	0,69	15,89
<i>Lumbrineris lucillae</i>	2,37	2,31	0,68	16,57
<i>Euchone anceps</i>	2,83	2,50	0,68	17,25
<i>Ampelisca typica</i>	1,1	0,39	0,67	17,91
<i>Nebalia strausi</i>	0,13	0,86	0,66	18,58
<i>Euclymene</i>	0,66	0,91	0,66	19,24
<i>Nereis rava</i>	0,72	1,47	0,64	19,88

La recherche d'un lien entre l'existence de ces deux sous-groupes de peuplements et les facteurs environnementaux susceptibles de les influencer (granulométrie, enrichissement en MO, COT, teneur en azote, phosphore) a été réalisée à l'aide d'une MDS (Figure 45).

Il ressort de cette analyse que, parmi tous les facteurs testés (les différentes fractions sédimentaires, teneurs en MO, COT, Azote, phosphore, Cuivre), le seul qui influence la composition des deux sous-peuplements, avec des valeurs plus élevées dans les stations de CLI, est la fraction de sédiments très grossiers (>2mm).

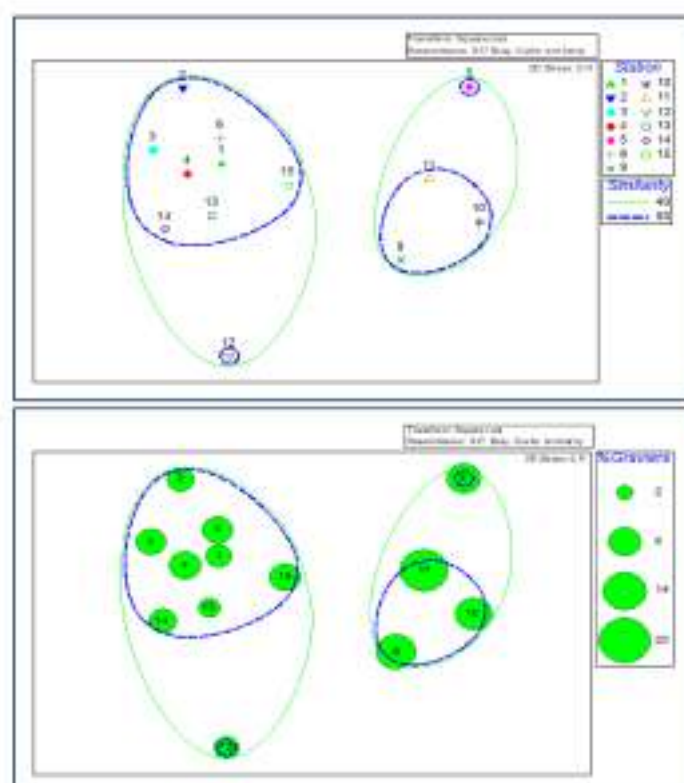


Figure 44 : MDS réalisée sur les abondances (transformées en racine carrée) des différents peuplements échantonnés – Répartition correspondante des particules sédimentaires >2mm.

3.2. Qualification des peuplements

Courbes ABC et indice de Clarke (W)

Le calcul de l'indice de Clarke (W) et la réalisation des courbes ABC (Abondance Biomasse Comparaison – Figure 47) pour déterminer le niveau de perturbation mettent en évidence des populations moyennement perturbées à non perturbées (tab.5 et annexes) avec des valeurs comprises entre 0,094 (St1) et 0,462 (St10) (Rappelons que cet indice varie entre -1 et 1 du plus pollué au moins pollué). Les valeurs de l'indice W le long du « transect ouest » tendent à mettre en évidence un gradient de perturbation décroissant de la station 1 à la station 5.

Tableau XXVI : Indice de Clarke (W) pour chaque peuplement échantillonné le long des transects (Tr.).

+	Transect Ouest					Transect Nord	
Station	5	4	3	2	1	15	6
W	0,311	0,16	0,246	0,138	0,094	0,288	0,367
	Transect est						
Station	15	9	10	11	12	13	14
W	0,288	0,452	0,462	0,149	0,414	0,336	0,258

Indice trophique IT

Le calcul de l'indice trophique IT pour chaque station, met en avant des peuplements normaux pour la majorité des stations avec des valeurs >60. Seuls les peuplements des stations 5, 11 et 12 montrent une valeur légèrement inférieure (Figure 46). En effet, la présence d'algues et de coralligène au début du « transect est » favorise la présence d'espèces carnivores.

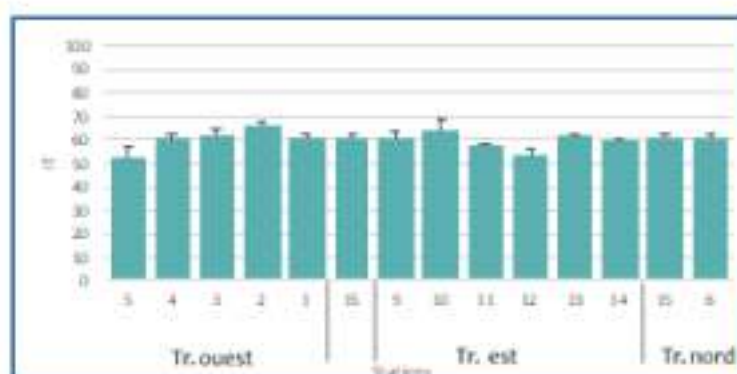


Figure 45 : Valeur moyenne de l'indice trophique par station le long des transects (Tr.) d'échantillonnage.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

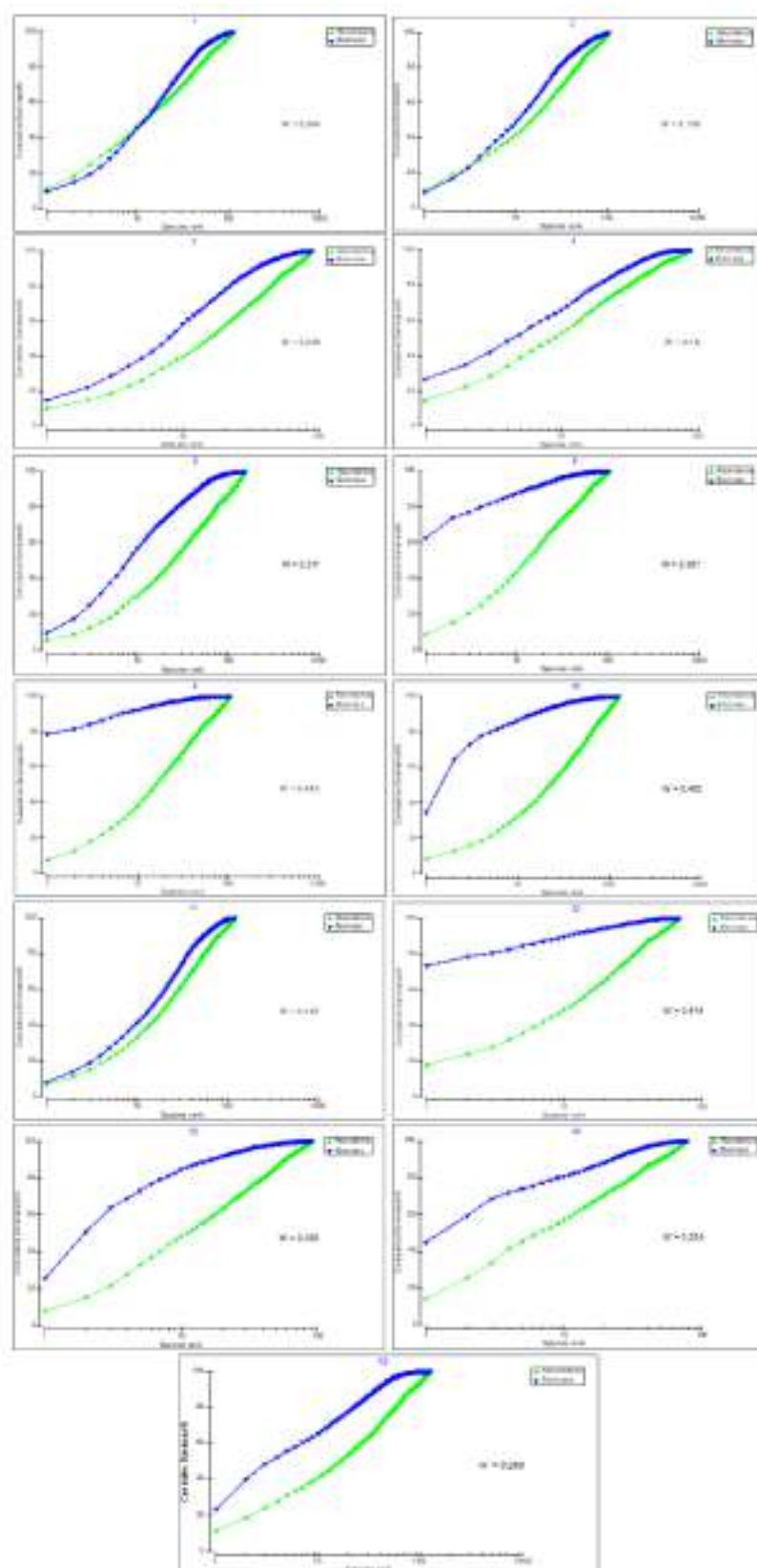


Figure 46 : Courbes ABC des peuplements benthiques.

AMBI et du M-AMBI

Si le calcul de l'AMBI et du M-AMBI ont montré des limites pour faire ressortir l'impact des perturbations physiques sur les peuplements benthiques (Muxika et al., 2005), ils restent particulièrement adaptés pour faire ressortir les perturbations dues à des enrichissements en matière organique et donc le suivi des émissaires en mer.

Tous les peuplements échantillonnés sont dominés par des espèces appartenant aux groupes I et II. Puis suivant les stations, les proportions d'espèces tolérantes (Groupe III) et d'espèces opportunistes (Groupes IV et V) varient (fig.13). Malgré ces variations toutes les stations ont une valeur de l'AMBI comprise entre 1,5 et 2,2 pour un indice biotique de 2 révélant des peuplements légèrement déséquilibrés (fig. 13) : **le peuplement qui apparaît le plus déséquilibré, avec des proportions d'espèces opportunistes (groupe IV et V) proches de 20%, est celui de la station 6.**

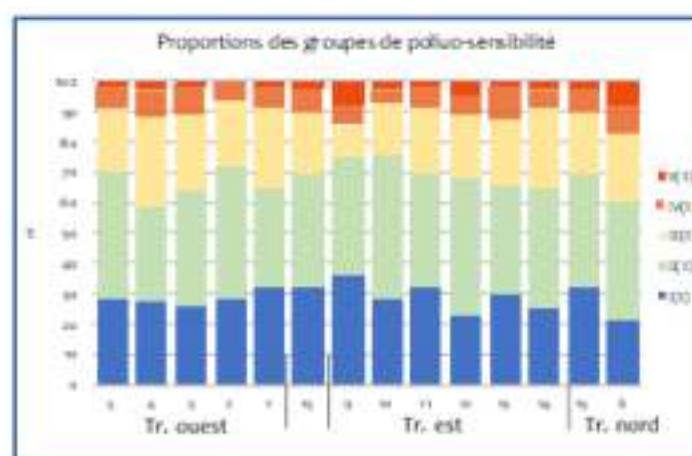


Figure 47 : Proportions des 4 groupes de polluo-sensibilité par station le long des transects (Tr.) d'échantillonnage.

La comparaison des peuplements entre eux par le calcul du M-AMBI qui traite plusieurs paramètres (AMBI, H', S) à travers une analyse factorielle multivariée (Borja et al. 2007, Muxika et al., 2007) fait apparaître (tab. 21) un statut écologique proche entre les différentes stations ; seules les stations 4, 12 et 14 ont une qualité plus faible (le peuplement de la station 12 ayant la valeur la plus basse). Ce sont les stations du Cluster I (les stations 5, 10 et 11) qui ont les qualités les plus élevées.

Tableau XXVII : Valeur du M-AMBI pour chaque peuplement échantillonné.

	Transect Ouest					Transect Nord	
Station	5	4	3	2	1	15	6
M-AMBI	0,99	0,76	0,80	0,85	0,87	0,90	0,81
	Transect est						
Station	15	9	10	11	12	13	14
M-AMBI	0,90	0,87	0,92	0,92	0,73	0,80	0,75

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Calcul d'un EQR et comparaison avec les données DCE

Le calcul d'un EQR (tab.22) en employant la référence DCE de 2018, donne une qualité moyenne de peuplement pour l'ensemble des stations et une qualité pauvre pour le peuplement de la station 6. Rappelons que ce prélèvement est celui situé à proximité de l'embouchure de l'émissaire (probablement au niveau des premiers diffuseurs).

Tableau XXVIII : Valeur Des EQR pour chaque peuplement échantillonné.

	Transect Ouest					Transect Nord	
Station	5	4	3	2	1	15	6
EQR	0,48	0,42	0,44	0,51	0,48	0,48	0,37

Transect est							
Station	15	9	10	11	12	13	14
EQR	0,48	0,51	0,50	0,50	0,43	0,46	0,45

4. Synthèse et conclusion

Le tableau 23 reprend les principaux résultats d'analyse pour les peuplements situés aux environs de l'émissaire de Pardigon.

Tableau XXIX : Tableau synthétique reprenant les résultats d'analyse de la macrofaune benthique pour chaque peuplement échantillonné : Richesse spécifique totale (S), Densité, Diversité des Shannon (H'), Equitabilité de Pielou (J'), Biomasse, Indice trophique (IT), Indice de Clark (W), AMBI, M-AMBI et Qualité écologique selon la DCE (EQR).

	Transect ouest						Transect est							Transect nord	
	5	4	3	2	1	15	9	10	11	12	13	14	15	6	
S (espèces/station)	155	87	89	103	114	124	106	127	123	68	91	78	124	103	
Densité (ind/m²)	1386,7 ±400,6	1390,0 ±147,3	866,7 ±140,1	1193,3 ±405,1	1396,7 ±396,8	1346,7 ±660,3	1063,3 ±622,9	1170,0 ±390,5	1390,0 ±410,7	733,3 ±155,0	1126,7 ±487,5	926,7 ±30,6	1346,7 ±660,3	1393,3 ±145,0	
H'	6,6	5,4	5,9	5,9	5,9	6,1	6,1	6,4	6,3	5,3	5,7	5,2	6,1	5,9	
J'	0,91	0,83	0,91	0,88	0,86	0,88	0,90	0,92	0,91	0,87	0,87	0,83	0,88	0,88	
Biomasse (g/m²)	1,57 ±0,23	0,63 ±0,36	0,49 ±0,05	0,49 ±0,39	0,38 ±0,10	1,42 ±1,30	5,60 ±7,56	3,71 ±2,99	0,66 ±0,14	1,44 ±1,72	1,48 ±0,57	0,66 ±0,64	1,42 ±1,30	2,87 ±2,89	
IT	52,9	60,6	62,2	66,3	61,0	61,3	61,2	64,4	57,2	53,9	61,8	60,1	61,3	61,2	
W	0,311	0,16	0,246	0,138	0,094	0,288	0,452	0,462	0,149	0,414	0,336	0,258	0,288	0,367	
AMBI	1,69	1,92	1,86	1,59	1,67	1,68	1,59	1,64	1,61	1,87	1,76	1,81	1,68	2,17	
BI	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
M-AMBI	0,99	0,76	0,80	0,85	0,87	0,90	0,87	0,92	0,92	0,73	0,80	0,75	0,90	0,81	
EQR	0,48	0,42	0,44	0,51	0,48	0,48	0,51	0,50	0,50	0,43	0,46	0,45	0,48	0,37	

Dans l'ensemble, les peuplements de macrofaune benthique échantillonnés dans le cadre de cette étude correspondent à des peuplements des sables grossiers et du détritique côtier plus ou moins envasés. Cet habitat correspond à des granulométries hétérogènes d'origines diverses (terrigènes et/ou organogènes) dont les variations influencent les peuplements. Ainsi la présence de praline et de coralligène, stations 5, 9, 10 et 11 (Cluster I), entraîne une augmentation de la diversité et une augmentation des carnivores (baisse de l'IT). Un phénomène accentué par la présence d'algues

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

(envahissante *Caulerpa racemosa* , ou non) qui se fixent et se développent plus facilement sur les pralines et qui, par complexification de l'habitat, engendre une augmentation de la diversité et donc une hausse du M-AMBI (apparition de Caprellidae, d'amphipodes et de certaines espèces de Syllidae).

Ainsi, si sur l'ensemble du secteur les peuplements originels sont proches (peuplement du détritique côtier et sable grossier), ils apparaissent tous perturbés de façon modérée avec la présence d'espèces opportunistes inféodées aux vases. Des observations qui sont :

- nettement renforcées au niveau de la station 6 à proximité de l'embouchure de l'émissaire,
- atténuées au niveau des stations situées à proximité de structures coralligène (hausse de la diversité –stations 5, 9, 10 et 11).

Ces perturbations en relation avec un envasement du secteur peuvent avoir deux origines :

- la présence du rejet ; si cette origine est certaine pour la station 6, le lien n'est pas aussi évident pour les autres stations (absence de gradient des différents indices le long des transects d'échantillonnage et de relation directe avec le taux de MO),
- la profondeur ; les sédiments sont naturellement plus envasés en profondeur (variations en fonction de la courantologie) entraînant des modifications progressives (état transitoire et déséquilibre des peuplements) vers les peuplements établis plus en profondeur, peuplements dits du détritique envasés.



Caractérisation de l'herbier à *Posidonia oceanica*

Caractérisation de l'herbier à *Posidonia oceanica*

1. Responsable de la tâche

Mme Elina DELORD

2. Objectifs

Le suivi des herbiers de Posidonies, qui correspond à la Tâche 9 du guide méthodologique «Surveillance des rejets urbains et des systèmes d'assainissement en Méditerranée – 2de édition 2011» (Andral et al. 2011) a pour objectif d'évaluer l'état de santé de l'herbier prochainement sous l'influence

Cinq paramètres classiques permettant de comparer l'état de vitalité de l'herbier entre les suivis sont relevés en plongée sous-marine sur l'ensemble des stations étudiées :

- Densité de faisceaux ;
- Recouvrement ;
- Déchaussement ;
- Ratio rhizomes orthotropes/plagiotropes.

3. Méthodologie

3.1. Localisation des sites d'études

L'étude de la vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica* porte sur :

- trois sites situés en limite inférieure de l'herbier. La zone A est située 1000 mètres à l'ouest de l'exutoire. La zone B est située à 500 mètres de l'exutoire vers l'est, et enfin, la zone D est à 650 mètres de l'exutoire vers le nord-est ;
- un site positionné dans l'herbier dense, la zone C, à une distance de 800 mètres de l'exutoire vers le nord.

Tableau XXX : Herbier à *Posidonia oceanica* – Caractéristiques des sites étudiés.

2019	Coordonnées géographiques (WGS 84)	Profondeur (m)
Zone A	43°10'11.30"N / 6°32'55.30"E	31,6
Zone B	43°10'41.10"N / 6°33'53.49"E	31,0
Zone C	43°10'58.11"N / 6°33'21.72"E	15,2
Zone D	43°10'55.30"N / 6°33'35.50"E	20,0

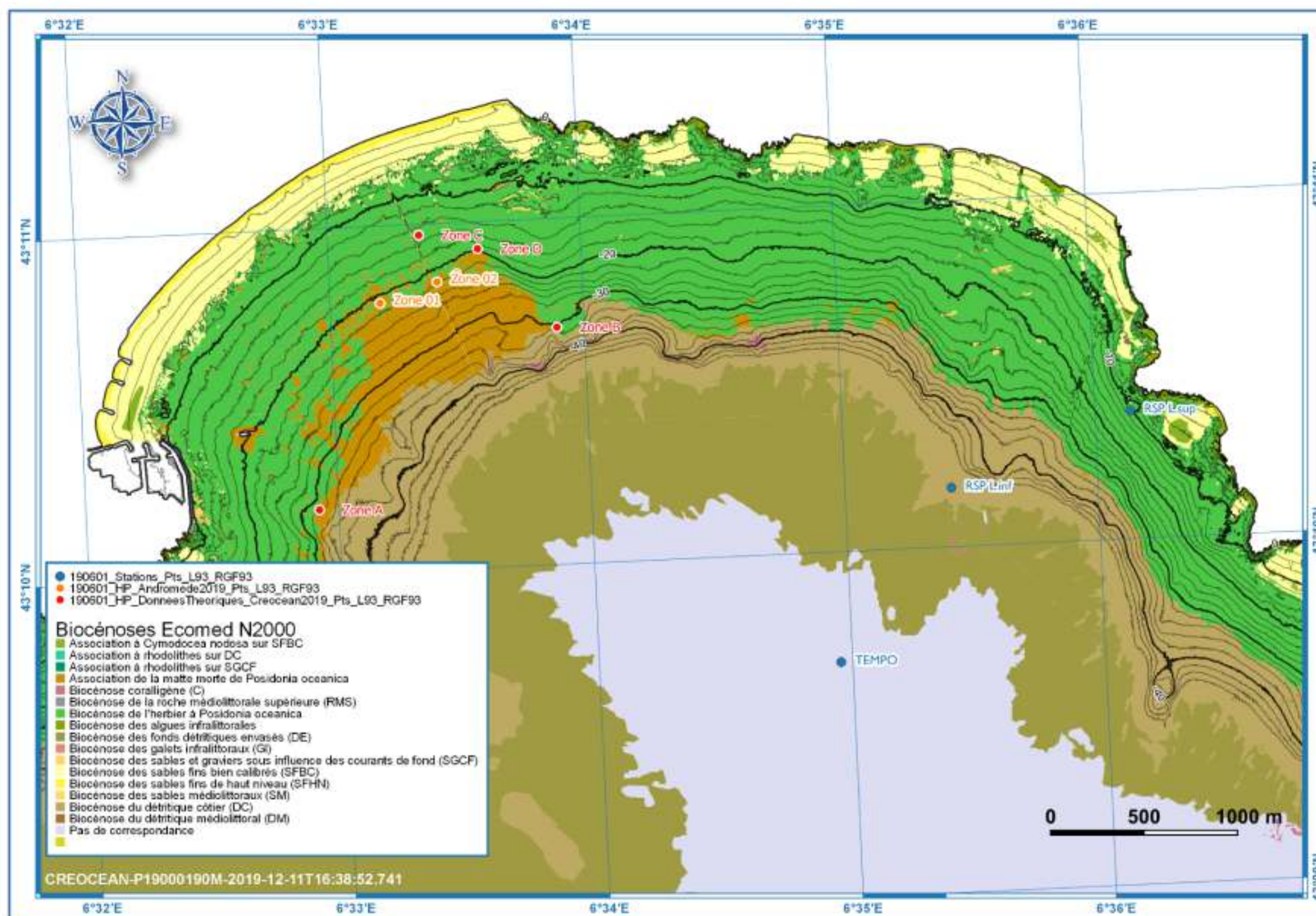


Figure 48 : Localisation des stations de suivi de la vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica*.

3.2. Méthodes ponctuelles d'observations et de suivis

3.2.1. Caractérisation de la structure de l'herbier

Afin d'estimer la vitalité de l'herbier étudié, quatre paramètres, utilisés dans le cadre des études en Méditerranée telles que la DCE en 2005, le Réseau de Surveillance des Posidonies (RSP) et TEMPO (Surveillance des herbiers de Posidonies par télémétrie acoustique) en PACA, ont été retenus :

- ▶ la densité des faisceaux ;
- ▶ le taux de recouvrement ;
- ▶ la proportion de rhizomes plagiotropes (traçants) ;
- ▶ le déchaussement.

Les méthodes pour l'acquisition de ces quatre paramètres sont détaillées ci-après et résumées dans le Tableau XXXI.

Préalablement à toutes mesures de vitalité et prises de photographies, les limites de l'herbier ont été bornées grâce à des bornes de géomètres. Les limites ont été bornées sur un linéaire de 50 m tous les 5 mètres : Zone A, Zone B et Zone D. Au total, 11 bornes ont été mises en place en chaque zone.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Tableau XXXI : Etude de l'herbier à *Posidonia oceanica* – Récapitulatif des méthodologies mises en œuvre.

BORNAGE		2019
Zone A		B01 à B10
Zone B		B01 à B10
Zone C	Profondeur intermédiaire / Pas de bornage	
Zone D		B01 à B10

DENSITE		2019
Support		Quadrat de 20 cm x 20 cm
Zone A		33 mesures (3 quadrats / balise [11])
Zone B		33 mesures (3 quadrats / balise [11])
Zone C		19 mesures
Zone D		33 mesures (3 quadrats / balise [11])

RECOUVREMENT		2019
Support		Quadrat de 1 m x 1 m
Zone A		33 mesures (3 quadrats / balise [11])
Zone B		33 mesures (3 quadrats / balise [11])
Zone C		/
Zone D		33 mesures (3 quadrats / balise [11])

RHIZOMES PLAGIOTROPES		2019
Support		Quadrat de 20 cm*20 cm
Zone A		33 mesures (3 quadrats / balise [11])
Zone B		33 mesures (3 quadrats / balise [11])
Zone C		19 mesures
Zone D		33 mesures (3 quadrats / balise [11])

DECHAUSSEMENT		2019
Support		Quadrat de 20 cm*20 cm
Zone A		33 mesures (3 quadrats / balise [11])
Zone B		33 mesures (3 quadrats / balise [11])
Zone C		19 mesures
Zone D		33 mesures (3 quadrats / balise [11])

PHOTOMOSAÏQUE		2019
Zone A		✓
Zone B		✓
Zone C		-
Zone D		✓ (photographies non exploitables)

3.2.1.1. Mesures dans le quadrat de 20 cm x 20 cm

Densité

La densité représente le nombre de faisceaux par unité de surface (généralement par m²). Elle est déterminée par des comptages *in situ* à l'intérieur de quadrats de dimension donnée (**20 cm x 20 cm**). La densité est déterminée, au niveau de chaque balise, au sein de **deux quadrats**.

Le premier quadrat est placé dans l'herbier, au contact de la balise ou du faisceau le plus proche si celui-ci est non accolé à la balise. Les autres quadrats sont placés dans une bande d'un mètre à gauche et à droite de la balise. Lorsque l'herbier est discontinu, les comptages sont réalisés à l'intérieur des tâches d'herbier.



Proportion des rhizomes plagiotropes

Les rhizomes plagiotropes sont caractérisés par une croissance selon un axe horizontal, parallèle au substrat. Le pourcentage de rhizomes plagiotropes informe sur la vitalité de l'herbier et sur sa capacité à coloniser de nouveaux espaces.

Le pourcentage de rhizomes plagiotropes est évalué au niveau de la limite de l'herbier, lors des mesures de densité, en dénombrant les rhizomes plagiotropes dans les quadrats.



Déchaussement

Le déchaussement traduit le déficit sédimentaire qui entraîne une mise à nue des racines et des rhizomes et fragilise l'herbier. À l'inverse une augmentation des apports sédimentaires peut entraîner des phénomènes d'enfouissement de l'apex des rhizomes et éventuellement leur mortalité. Pour les rhizomes plagiotropes, le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la partie inférieure des rhizomes. Pour les rhizomes orthotropes, caractérisés par une croissance verticale, le déchaussement est la distance qui sépare le sédiment de la base du faisceau foliaire (Figure 5). Le déchaussement est mesuré au centimètre près. **Trois mesures sont faites au sein de chaque quadrat.**

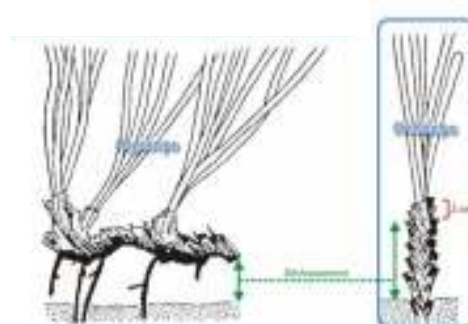


Figure 49 : Représentation des différents rhizomes et représentation du déchaussement (Boudouresque, CF, Giraud, G, Panayotidis, 1980).

Afin que les données de déchaussement soient plus précises, le type de rhizome sur lequel la mesure a été effectuée est précisé (rhizome orthotrope ou rhizome plagiotrope), car ceci complète l'information sur la dynamique hydrosédimentaire du site et par conséquent la stabilité de l'herbier. De la même

façon, lorsque le rhizome orthotrope est enfoui, l'information est notée et la mesure réalisée de la surface du substrat au rhizome.

Nature du substrat

La nature du substrat (sable grossier, sable fin, sable vaseux, sable coquillier, matie morte y compris sous-jacente, algues en épave) et la présence de ripple-marks, peuvent apporter des informations sur les conditions hydrodynamiques du site.

3.2.1.2. Mesures dans le carré de 1 m x 1 m

Taux de recouvrement

Le recouvrement donne une indication sur la proportion de substrat occupé par l'herbier ; il varie selon la vitalité de l'herbier. Généralement le recouvrement s'exprime en pourcentage (taux). Historiquement, celui-ci s'évalue directement à l'aide d'un quadrat de dimension 1 m x 1 m posé sur le fond et photographié. Le recouvrement est déterminé ultérieurement au laboratoire à partir de photographies, prises verticalement, à une hauteur fixe par rapport au substrat. La valeur est donnée à 10 % près. La mesure de recouvrement est effectuée à **3 reprises au niveau de chaque balise** (Figure 51).

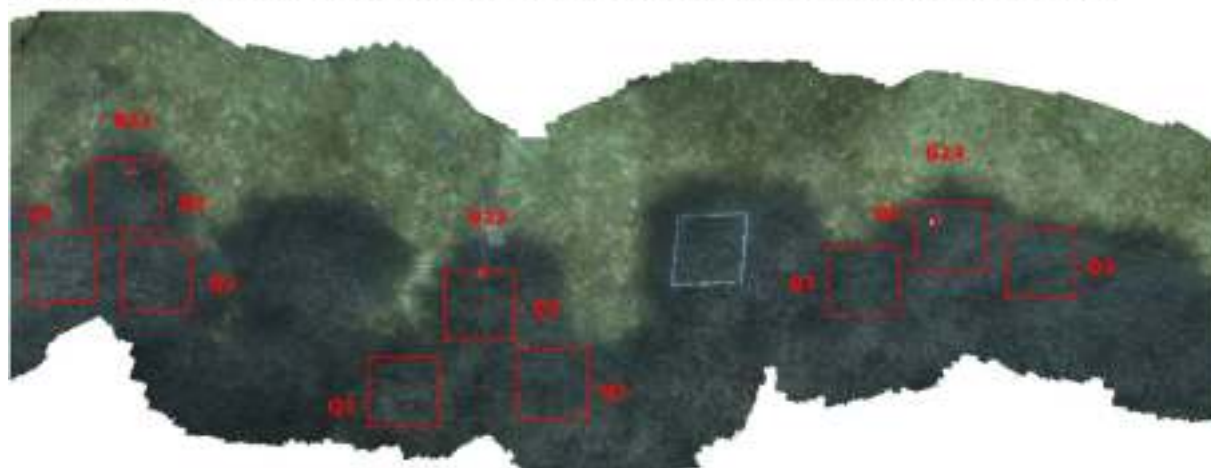


Figure 50 : Méthode de mesure du recouvrement, les carrés rouges (1m²) représentent les échantillons sur lesquels la mesure est effectuée et les points rouges représentent la position de la borne étudiée.

Dans le cas de la présente étude, et lorsque cela est possible, le recouvrement est estimé à partir de l'analyse des photomosaïques des limites de l'herbier à *Posidonia oceanica*.

Les résultats obtenus sont comparés à des valeurs de référence indiquant le niveau de recouvrement de l'herbier.

3.2.2. Cartographie de l'herbier par photomosaïque

La méthodologie par photogrammétrie permet de créer à instant t un modèle très précis de la limite étudiée. Il peut également être envisagé d'utiliser cette méthode sur le très court terme afin de visualiser dans son ensemble l'évolution de celle-ci et d'estimer les taux de recouvrement.

L'évolution de l'herbier est cartographiée et mesurée par analyse de surfaces (herbier, matie).

3.3. Traitement des données

3.3.1. Grilles de classification

Pour rendre la comparaison possible entre les sites de hauteurs d'eau différentes, plusieurs classifications ont été mises au point selon le descripteur étudié. Chacune d'entre elle est développée dans la suite du présent chapitre.

3.3.1.1. Densité de faisceaux

Classification de Pergent et al., 1995

La classification de Giraud, 1977, ne prend pas en compte la hauteur d'eau de l'herbier, alors que la densité de faisceaux est un paramètre corrélé significativement avec la hauteur d'eau, ne variant pas saisonnièrement (Rico-Raimondino & Pergent 1995). (Pergent et al. 1995) a ainsi montré que la densité de faisceaux foliaires suit un modèle logarithmique en fonction de la hauteur d'eau.

Cette classification (Pergent et al., 1995), a été utilisée dans le cadre de la DCE pour les évaluations des densités de faisceaux, est résumée par le **Erreur ! Source du renvoi introuvable..**

Classification de Pergent et al., 2008 ; Pergent-Martini et al., 2010

Enfin, une grille de lecture simplifiée intégrant la profondeur a été proposée (Pergent et al., 2008 ; Pergent-Martini et al., 2010) et classe l'herbier en quatre catégories selon les valeurs de densité mesurées en fonction de la profondeur : excellent état, bon état, état normal, état médiocre et mauvais état. Elle est résumée par le Tableau XXXII.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Tableau XXXII : Classification des densités des herbiers de Posidonies d'après Pergent et al., 2008 ; Pergent-Martini et al., 2010.

Profondeur (m)	Excellent	Bon	Normal	Médiocre	Mauvais
1	> 1133	1133 à 930	930 à 727	727 à 524	< 524
2	> 1067	1067 à 863	863 à 659	659 à 456	< 456
3	> 1005	1005 à 808	808 à 612	612 à 415	< 415
4	> 947	947 à 757	757 à 567	567 à 377	< 377
5	> 892	892 à 709	709 à 526	526 à 343	< 343
6	> 841	841 à 665	665 à 489	489 à 312	< 312
7	> 792	792 à 623	623 à 454	454 à 284	< 284
8	> 746	746 à 584	584 à 421	421 à 259	< 259
9	> 703	703 à 547	547 à 391	391 à 235	< 235
10	> 662	662 à 513	513 à 364	364 à 214	< 214
11	> 624	624 à 481	481 à 338	338 à 195	< 195
12	> 588	588 à 451	451 à 314	314 à 177	< 177
13	> 554	554 à 423	423 à 292	292 à 161	< 161
14	> 522	522 à 397	397 à 272	272 à 147	< 147
15	> 492	492 à 372	372 à 253	253 à 134	< 134
16	> 463	463 à 349	349 à 236	236 à 122	< 122
17	> 436	436 à 328	328 à 219	219 à 111	< 111
18	> 411	411 à 308	308 à 204	204 à 101	< 101
19	> 387	387 à 289	289 à 190	190 à 92	< 92
20	> 365	365 à 271	271 à 177	177 à 83	< 83
21	> 344	344 à 255	255 à 165	165 à 76	< 76
22	> 324	324 à 239	239 à 154	154 à 69	< 69
23	> 305	305 à 224	224 à 144	144 à 63	< 63
24	> 288	288 à 211	211 à 134	134 à 57	< 57
25	> 271	271 à 198	198 à 125	125 à 52	< 52
26	> 255	255 à 186	186 à 117	117 à 47	< 47
27	> 240	240 à 175	175 à 109	109 à 43	< 43
28	> 227	227 à 164	164 à 102	102 à 39	< 39
29	> 213	213 à 154	154 à 95	95 à 36	< 36
30	> 201	201 à 145	145 à 89	89 à 32	< 32
31	> 189	189 à 136	136 à 83	83 à 30	< 30
32	> 179	179 à 128	128 à 77	77 à 27	< 27
33	> 168	168 à 120	120 à 72	72 à 24	< 24
34	> 158	158 à 113	113 à 68	68 à 22	< 22
35	> 149	149 à 106	106 à 63	63 à 20	< 20
36	> 141	141 à 100	100 à 59	59 à 18	< 18
37	> 133	133 à 94	94 à 55	55 à 17	< 17
38	> 125	125 à 88	88 à 52	52 à 15	< 15
39	> 118	118 à 83	83 à 48	48 à 14	< 14
40	> 111	111 à 78	78 à 45	45 à 13	< 13

3.3.1.2. Recouvrement

Les classifications de Charbonnel (Charbonnel et al. 2000) (Tableau XXXIII) et de Pergent (Pergent et al. 1995) (Tableau XXXIV) permettent d'interpréter la vitalité de l'herbier en fonction du taux de recouvrement.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

Tableau XXXIII : Classification de la vitalité de l'herbier de Posidonies en fonction du taux de recouvrement (Charbonnel et al., 2000).

Limite supérieure (% de recouvrement)	Interprétation vitalité	Limite inférieure (% de recouvrement)
Supérieur à 80%	Fort recouvrement	Supérieur à 50%
Compris entre 40% et 80%	Recouvrement moyen	Compris entre 20% et 50%
Inférieur à 40%	Faible recouvrement	Inférieur à 20%

Tableau XXXIV : Classification de la vitalité de l'herbier de Posidonies en fonction du taux de recouvrement (Pergent et al. 1995).

Limite supérieure (% de recouvrement)	Interprétation vitalité	Limite inférieure (% de recouvrement)
> 90 %	Très bonne	> 35 %
80 % < x ≤ 90 %	Bonne	25 % < x ≤ 35 %
70 % ≤ x ≤ 80 %	Normale	15 % ≤ x ≤ 25 %
60 % ≤ x < 70 %	Médiocre	5 % ≤ x < 15 %
< 60 %	Mauvaise	< 5 %

3.3.1.3. Pourcentage de rhizomes plagiotropes

Le Tableau XXXVI donne l'interprétation de la vitalité de l'herbier en fonction du pourcentage de rhizomes plagiotropes.

Tableau XXXV : Interprétation de la vitalité de l'herbier de Posidonies en fonction du pourcentage de rhizomes plagiotropes (Charbonnel et al. 2000).

Pourcentage de rhizomes plagiotropes	Interprétation
> 70%	Nette tendance à la progression
Entre 30% et 70%	Légère tendance à la progression
< 30%	Herbier généralement stable, avec peu ou pas de progression

3.3.1.4. Déchaussement

Pour l'interprétation des mesures de déchaussement, l'échelle proposée dans le cadre du Réseau de Surveillance Posidonies en PACA est utilisée. Cette grille est présentée dans le Tableau XXXVI.

Tableau XXXVI : Grille d'évaluation du déchaussement des rhizomes (Charbonnel et al. 2000).

Déchaussement (cm)	Interprétation
< 5 cm	Faible
5 < x < 15 cm	Moyen
> 15 cm	Important

3.3.2. Comparaison aux données existantes

Les données sont traitées au regard des référentiels évoqués dans le chapitre précédent, mais également au regard de données acquises à proximité de la zone d'étude dans le cadre de programmes d'études et/ou de recherche :

La *limite inférieure* de l'herbier de Cavalaire a été étudiée dans le cadre du Réseau de Surveillance de la Posidonie (RSP) jusqu'en 2003, et du Réseau de surveillance des herbiers de Posidonies par télémétrie acoustique (TEMPO), dont l'objectif est le recueil de données descriptives sur la dynamique des herbiers à Posidonie et de suivre leurs évolutions dans le temps et dans l'espace.

Ces études couvrent deux secteurs :

- le secteur 1 a été étudié dans le cadre du RSP en la station « Cavalaire » (Cadiou et al. 2004a b).
- le secteur 2, dans le cadre du réseau TEMPO, à la station « Pointe Andati » située à l'est de la baie de Cavalaire, entre les pointes du Brouis et Andati. Cette station est suivie tous les 3 ans depuis 2013. La dernière année d'observation a été effectuée en 2016.

La *limite supérieure* de l'herbier de Cavalaire a également été étudiée dans le cadre du Réseau de Surveillance de la Posidonie jusqu'en 2002 (Charbonnel et al. 2003).

L'ensemble de ces données complète l'estimation de la qualité écologique des masses d'eau côtières. Ces données permettent également de répondre aux objectifs environnementaux de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM, 2008/56/CE).

Cependant, la comparaison des données de recouvrement acquises dans le cadre du suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent de la station d'épuration de Pardigon avec les données de référence est délicate car la méthodologie déployée a évolué. En effet, l'estimation du recouvrement de l'herbier à *Posidonia oceanica* tend à être réalisée à partir de photomosaïque depuis quelques années sur un linéaire de 50 mètres (surface d'herbier couverte > 100 m²). La photomosaïque offre une bonne représentation de la limite étudiée au contraire de la méthodologie appliquée jusqu'alors axée sur l'évaluation du recouvrement dans des quadrats de 1m².

Ces deux techniques ne couvrent pas la même surface, la comparaison de ces deux types de résultats peut être source de biais d'interprétation non négligeables. De plus, l'analyse des photomosaïques n'est

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

pas encore standardisée, la surface de travail et son emprise non définies, ce qui rend la comparaison des données entre sites délicate.

A titre informatif, les données historiques sont reportées dans le Tableau XXX mais ne serviront pas d'éléments de comparaison pour les données de recouvrement.

Tableau XXXVII : Herbier à *Posidonia oceanica* – Caractéristiques des sites de référence.

Structure / Programme	Station	Année	Site	Coordonnées géographiques (WGS 84)	Profondeur (m)
Limite inférieure					
Réseau RSP	RSP L.inf	2003	Cavalaire	43° 10,170' N / 6° 35,420' E	35,7
Réseau TEMPO	TEMPO	2016	Pointe Andati	43° 9,681' N / 6° 34,954' E	34,0
Andromède	Zone 01	2019	Pardigon – Ouest émissaire	43°10,775' N / 6°33,192' E	21,2
Andromède	Zone 02	2019	Pardigon - Emissaire	43°10,830' N / 6°33,426' E	22,0
Andromède	Zone 03	2019	Pardigon – Est émissaire	43°10,846' N / 6°33,499' E	22,0
Limite supérieure					
Réseau RSP	RSP L.sup	2002	Cavalaire	43° 10,370' N / 06° 36,140' E	13,5

Tableau XXXVIII : Synthèse de quelques descripteurs caractérisant la vitalité de l'herbier de *Posidonie* au niveau de la baie de Cavalaire.

		Densité (nb. faisceaux/m ²) ⁽¹⁾	Recouvrement (%) ⁽²⁾	Déchaussement (cm) ⁽³⁾	Taux de rhizomes plagiotropes (%)	Profondeur (m)	Etat de l'herbier
2003	RSP L.inf	75,0 ± 30	ND	3,3 ± 2,6	ND	37,5	Normal
2002	RSP L.sup	563,0 ± 115	59	ND ± ND	ND	13,5	Herbier dense, clairsemé par endroit
2016	TEMPO	26,0 ± 29	15	ND ± ND	ND	34,0	Régression importante
2019	Zone 01	165,0 ± 19	94,5	5,8 ± 1,4	ND	21,2	Bon, léger déchaussement
2019	Zone 02	159,9 ± 9,2	99	6,2 ± 1,6	ND	22	En progression, algues filamenteuses et légère sédimentation sur les feuilles de posidonie
2019	Zone 03	150,5 ± 20,4	95	6,7 ± 1,8	ND	22	Bon, algues filamenteuses sur les feuilles de posidonies

(1) Représentation des données d'après la classification de Pergent-Martini et al. (2010) (Tableau XXXII)

(2) Représentation des données d'après la classification de Charbonnel et al. (2000) (Tableau XXXIII)

(3) Représentation des données d'après la classification de Charbonnel et al. (2000) (Tableau XXXVI)

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

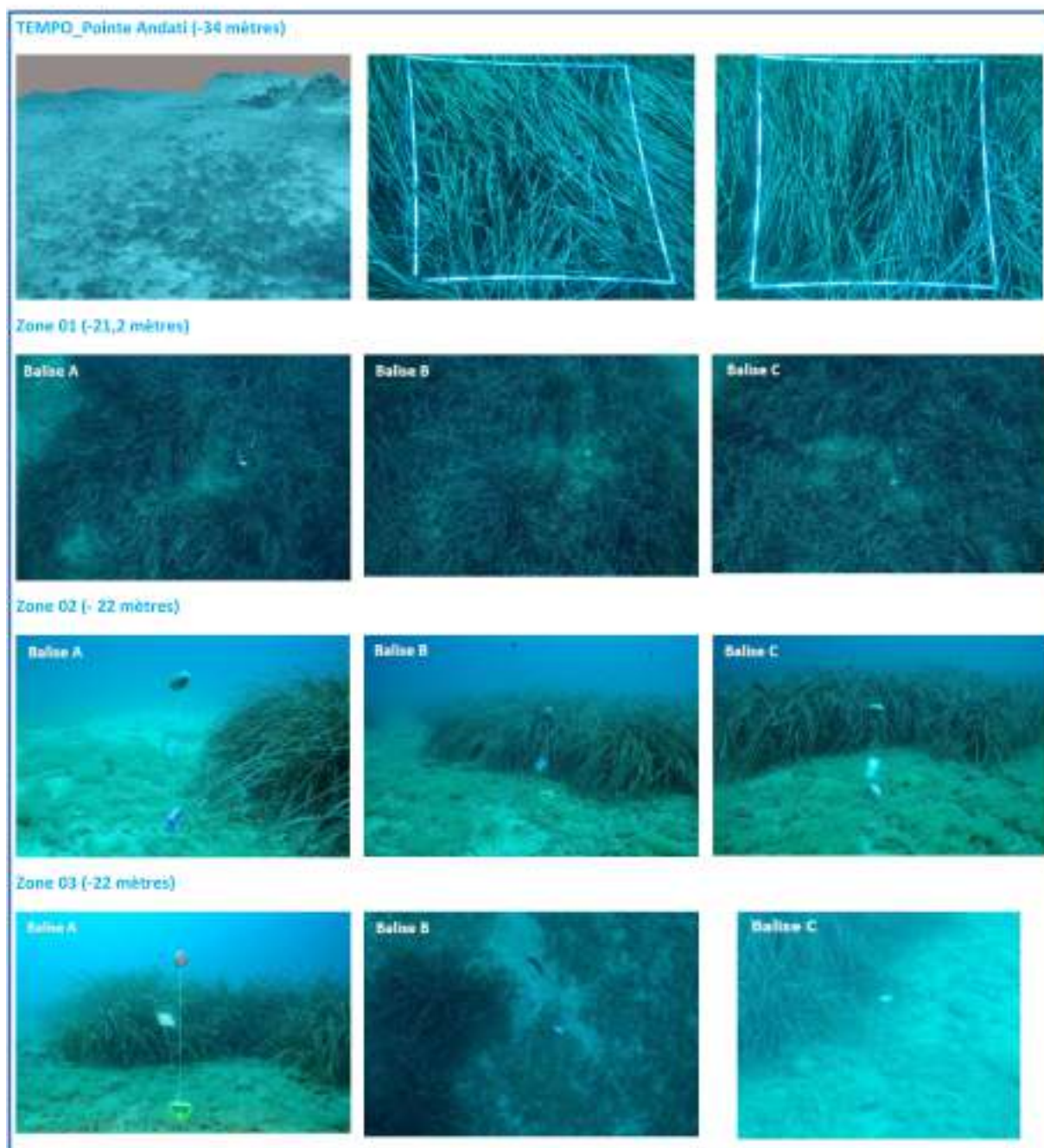


Figure 51 : Photographies des sites étudiés dans la baie de Cavalaire (Andromède 2019).

3.4. Résultats

3.4.1. Synthèse des données brutes

Tableau XXXIX : Synthèses des données brutes.

2019	Profondeur des mesures (m)	Densité (nb. faisceaux/m ²)	Recouvrement (%)	Déchaussement (cm)	Taux de rhizomes plagiotropes (%)
Zone A	31,6	189,4 ± 30,0	93,3	0,1 ± 0,6	0,0 ± 0,0
Zone B	31,0	228,0 ± 33,6	99,3	0,6 ± 0,5	4,7 ± 5,7
Zone C	15,2	252,3 ± 131,6	100,0	6,6 ± 3,1	1,4 ± 0,0
Zone D	20,0	263,6 ± 33,2	100,0	6,1 ± 2,2	0,6 ± 2,5

3.4.2. Évolution spatio-temporelle de la 'zone A'

L'étude de la limite inférieure de l'herbier à l'ouest se fait au point nommé 'Zone A'. Il se situe à 1000 mètres de l'exutoire et à une profondeur moyenne de 31,6 mètres. Parallèlement, cette limite a été étudiée dans le cadre du RSP et du réseau TEMPO.

Le recul de l'herbier à *Posidonia oceanica* en baie de Cavalaire est important. Ce point 'Zone A' se trouve à la limite de celui-ci sur l'ouest.

3.4.2.1. Densité

La densité moyenne de l'herbier à *Posidonia oceanica* à l'ouest de l'exutoire est de $189,4 \pm 47,6$ faisceaux/m². D'après la classification de Pergent et al. (2008), l'herbier est en excellent état (> 179 faisceaux/m²).

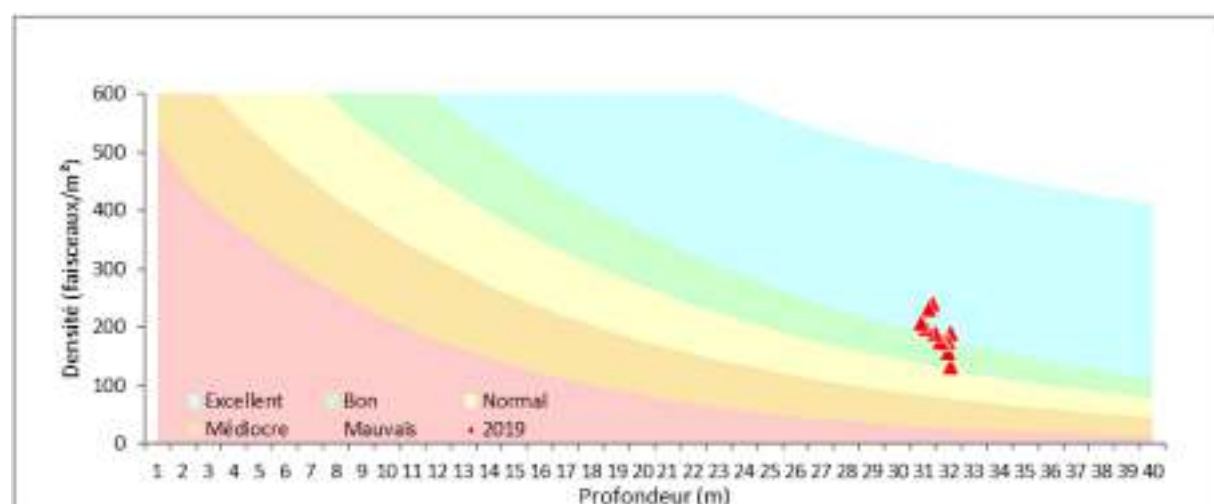


Figure 52 : Classification de la densité de l'herbier de Posidonies en 'Zone A'.

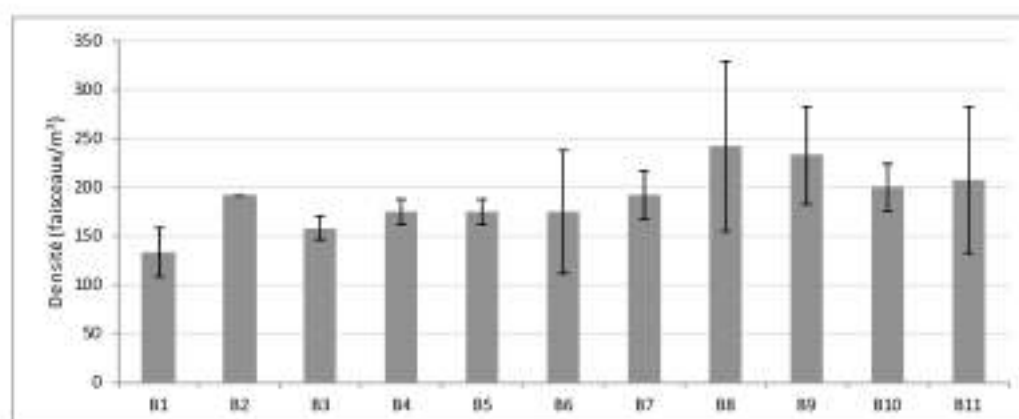


Figure 53 : Densité de l'herbier de Posidonies en 'Zone A'.

3.4.2.2. Recouvrement

Afin de suivre précisément le taux de recouvrement de l'herbier, une cartographie par photomosaïque a été réalisée sur cette zone. Le taux de recouvrement a été calculé en soustrayant la surface de substrat et matte morte à la surface totale de l'herbier cartographié. Le recouvrement moyen le long de la limite est d'environ 62 %. D'après la classification de Charbonnel et al. (2000), le recouvrement est moyen.

L'herbier en 'zone A' est morcelé et forme des patches d'ordre décimétrique à métrique (Figure 56). Cette zone semble avoir été fragilisée notamment par l'activité de plaisance prépondérante dans la baie de Cavalaire. La présence de certains patches pourrait être liée à la fragmentation de l'herbier par l'ancrage.

3.4.2.3. Déchaussement

Les mesures de déchaussement indiquent un faible déchaussement de l'herbier, compris entre 0 cm (B2) et 1,2 (± 0,6 cm) (B1). Un faible enfouissement est également visible en certaines bornes, compris entre -0,2 (± 0,4 cm) (B6) à -0,9 (± 0,3 cm) (B4). L'herbier apparaît peu fragilisé. Le déficit sédimentaire n'apparaît donc pas présent sur ce secteur.

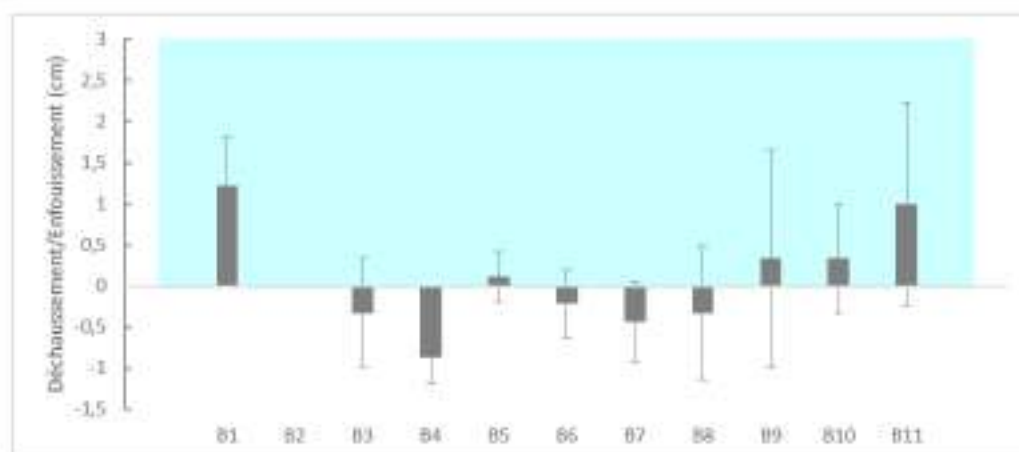


Figure 54 : Déchaussement de l'herbier de Posidonies en 'Zone A'.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

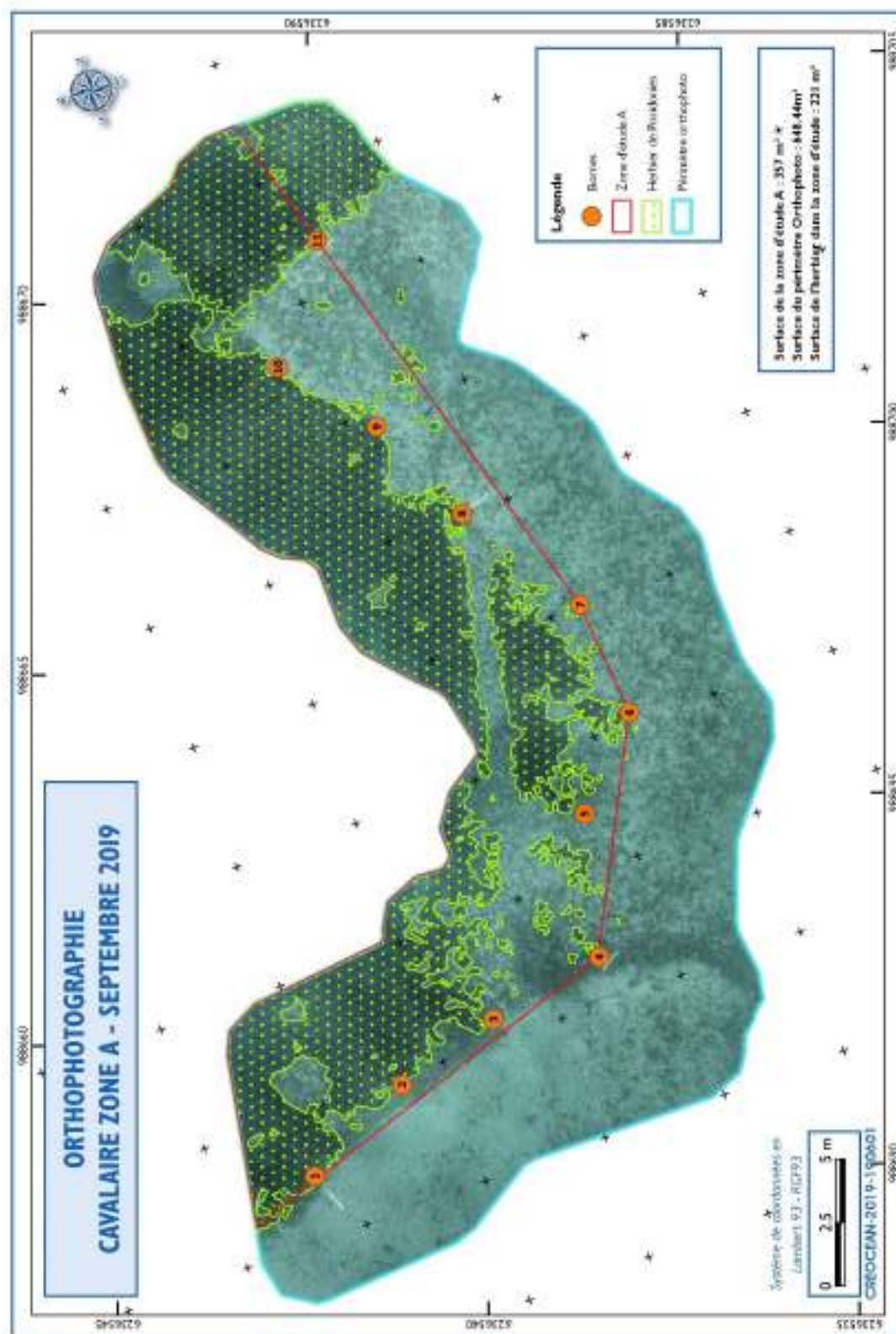


Figure 55 : Photomosaïque de l'herbier à *Posidonia oceanica* présent en 'Zone A'.

3.4.2.4. Ratio rhizomes orthotropes / plagiotropes

Le taux de rhizomes plagiotropes est exprimé grâce à une donnée numérique acquise par le dénombrement des rhizomes plagiotropes dans les quadrats pour les 11 balises. Cependant, aucun rhizome plagiotrope n'y a été dénombré. Le ratio nul indique que la limite de l'herbier de Posidonies est stable, avec peu ou pas de progression.

3.4.2.5. Synthèse

La limite inférieure de l'herbier en 'Zone A' est morcelée néanmoins la présence de rhizomes essentiellement orthotropes traduit une relative stabilité de celui-ci. Néanmoins, juste en arrière de la limite, les descripteurs métriques étudiés révèlent un herbier en bon état (B1, B3, B4, B5 et B6) voir en excellent état (B2, B7, B8, B9, B10 et B11) avec une très bonne vitalité.

Les données de densité sont supérieures à celles calculées dans le cadre du réseau TEMPO en 2016 ainsi que celles du RSP en 2003. Les densités qui y sont mesurées sont médiocres à bonnes.

3.4.3. Évolution spatio-temporelle de la 'Zone B'

L'étude de la 'Zone B' permet de caractériser l'herbier de Posidonies à l'est de l'exutoire, à une distance de 500 mètres de celui-ci. Il se trouve par 31,0 mètres de profondeur à la limite orientale du recul de l'herbier (Figure 49).

3.4.3.1. Densité

La densité moyenne de l'herbier à *Posidonia oceanica* à l'est de l'exutoire est de $228,0 \pm 33,6$ faisceaux/m². Il s'agit d'une densité élevée qualifiée de très bonne par Pergent et al. (2008). Seules deux bornes caractérisent un herbier en bon état avec des densités un peu plus faibles, B1 ($183,3 \pm 50,0$ faisceaux/m²) et B3 ($175,0 \pm 12,5$ faisceaux/m²).

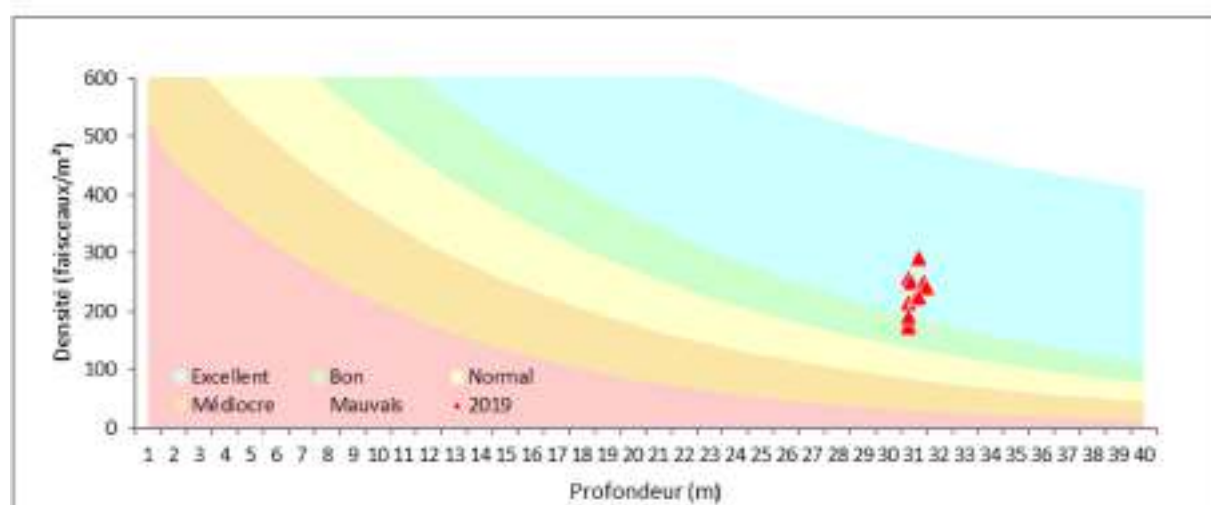


Figure 56 : Classification de la densité de l'herbier de Posidonies en 'Zone B'.

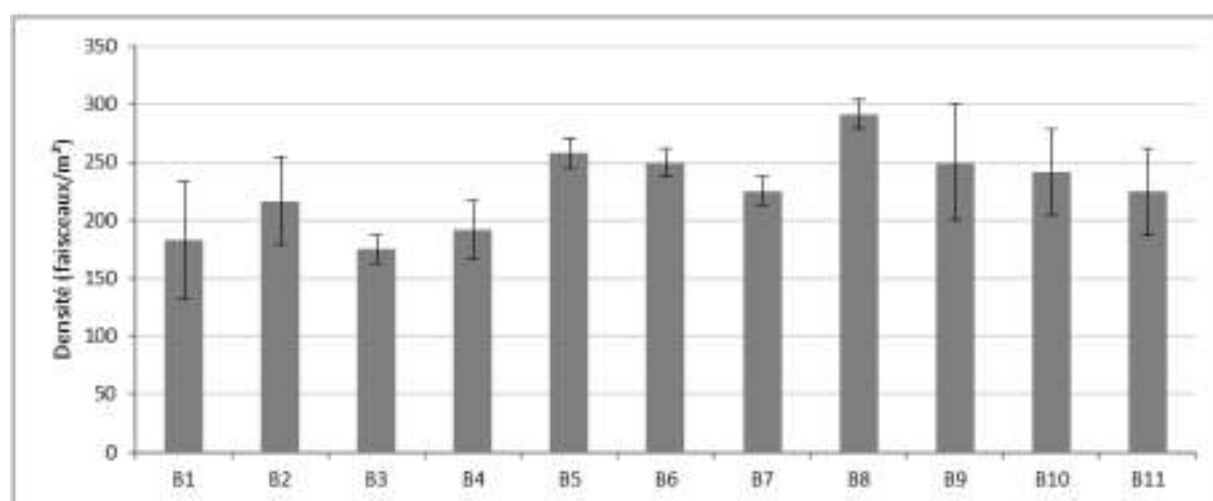


Figure 57 : Densité de l'herbier de Posidonies en 'Zone B'.

3.4.3.2. Recouvrement

De même que pour l'étude de la 'Zone A', le taux de recouvrement a été calculé à partir de la cartographie des photomosaïques pour le calcul de l'aire totale de l'herbier de Posidonies. Le recouvrement moyen de l'herbier est d'environ 49 %, et est donc caractérisé de moyen selon la classification de Charbonnel et *al.* (2000).

3.4.3.3. Déchaussements

Les mesures effectuées indiquent un déchaussement faible sur l'ensemble de la limite étudiée. Les mesures sont comprises entre 0,1 ($\pm 1,6$ cm) en B1 et 1,6 ($\pm 1,2$) cm en B6, avec une moyenne de 0,6 ($\pm 0,5$ cm). Seul l'herbier de posidonies au niveau de la balise B4 présente un léger enfouissement de 0,3 ($\pm 0,7$ cm). Le déficit sédimentaire reste donc léger et l'herbier apparaît très peu fragilisé.

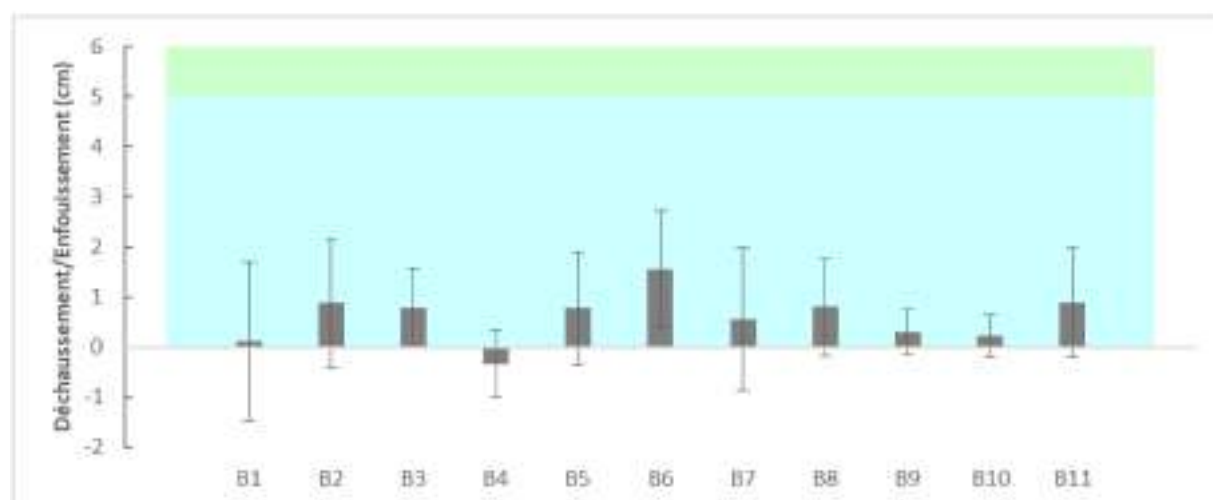


Figure 58 : Déchaussement de l'herbier de Posidonies en 'Zone B'.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
 Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
 Campagne 2019

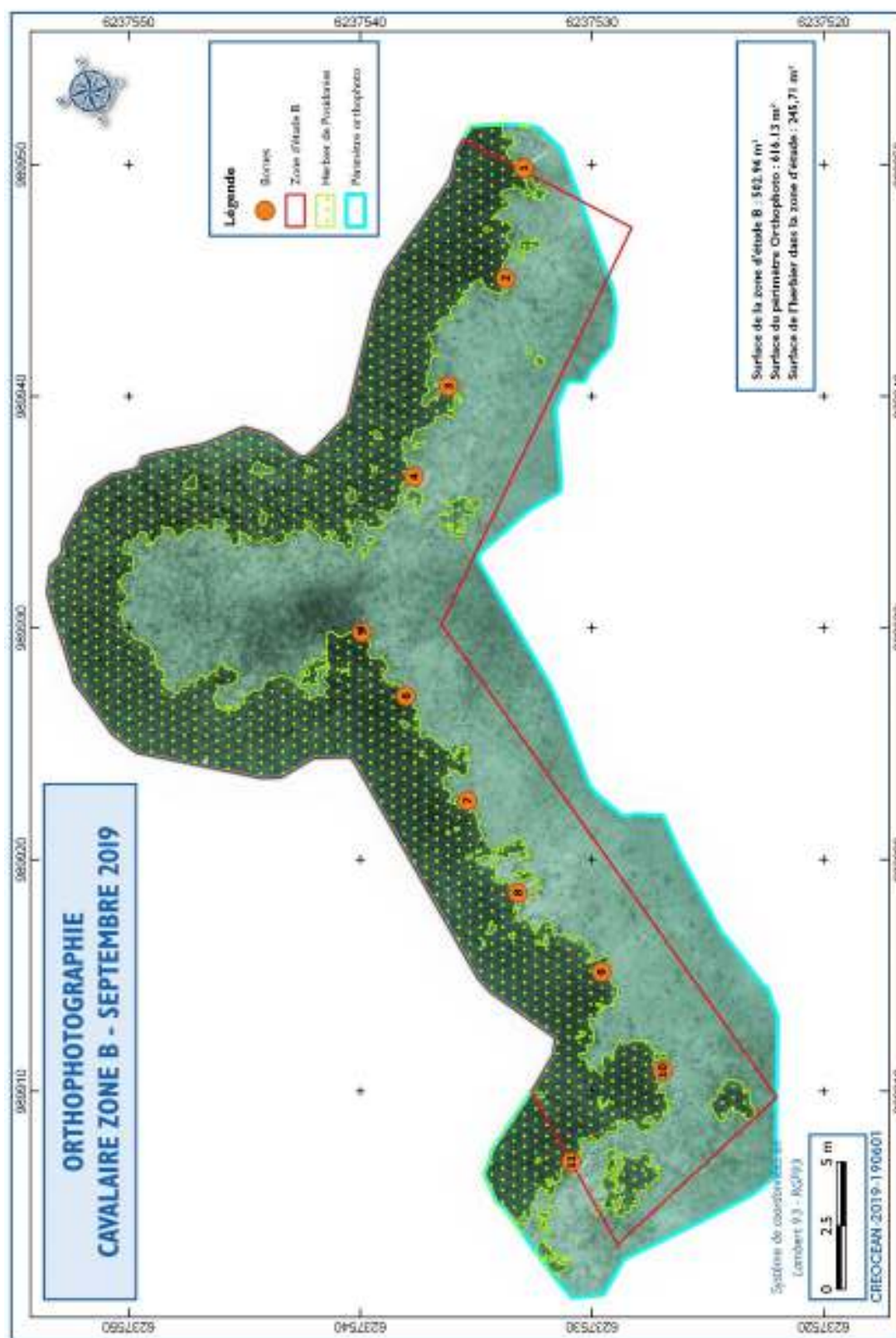


Figure 59 : Photomosaïque de l'herbier à *Posidonia oceanica* présent en 'Zone B'.

3.4.3.4. Ratio rhizomes orthotropes / plagiotropes

Le pourcentage moyen de rhizomes plagiotropes est de 4,7 ($\pm 5,7\%$). Ce pourcentage est cependant très hétérogène entre les stations, étant compris entre 2,8 ($\pm 3,9 \%$) en B5 et B9, et 21,7 ($\pm 16,5\%$) en B1. Aux balises B6, B8, B10 et B11, aucun rhizome plagiotrope n'a été observé.

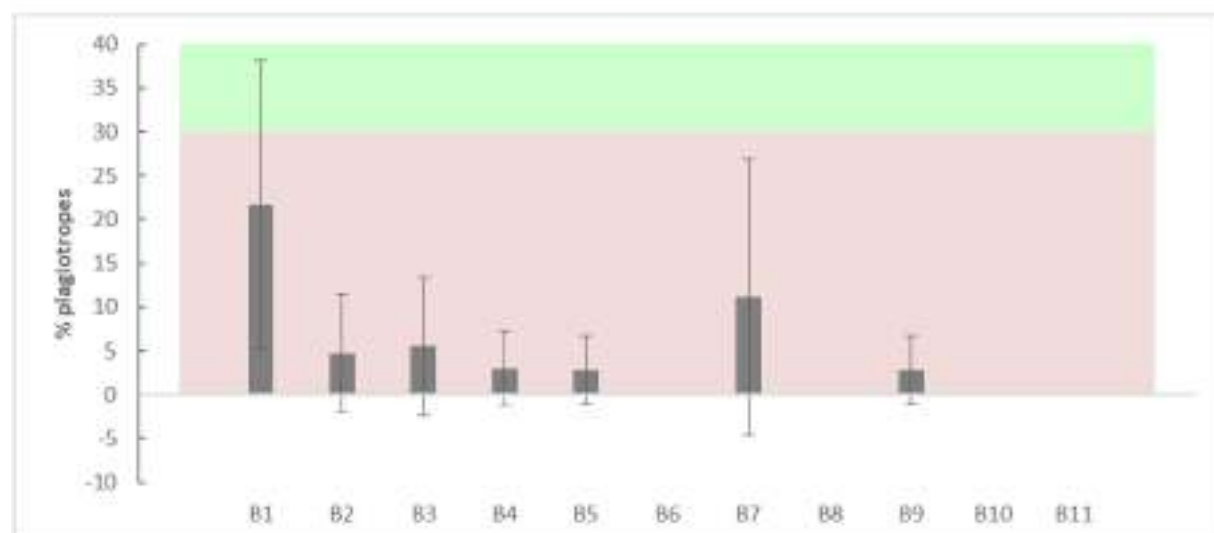


Figure 60 : pourcentage de rhizomes plagiotropes en 'Zone B'.

3.4.3.5. Synthèse

De même que la limite située à l'ouest de l'exutoire ('Zone A'), la limite inférieure de l'herbier en 'Zone B' est franche et l'herbier est en très bon état avec une densité bonne à très bonne. La vitalité et le recouvrement sont très forts (pourcentage proche de 100%). La limite est caractérisée par un faible pourcentage de rhizomes plagiotropes, ce qui traduit une stabilité de l'écosystème avec peu de progression.

De même que pour la 'Zone A', les données de densité sont supérieures à celles calculées en 'Pointe Andati' en 2016 via le réseau TEMPO, ainsi qu'en 2003 dans le cadre du RSP. Une amélioration générale de la vitalité de l'herbier de Posidonies en limite inférieure dans la baie de Cavalaire semble observée.

3.4.4. Évolution spatio-temporelle de la 'zone C'

Contrairement aux autres zones de suivi, la 'Zone C' se situe dans l'herbier dense, à une distance de 500 mètres au nord de l'émissaire, et à une profondeur moyenne de 15,2 mètres. 19 quadrats ont été positionnés aléatoirement dans l'herbier de Posidonies afin d'étudier les paramètres de densité, recouvrement, déchaussement et pourcentage de rhizomes plagiotropes, sans positionnement de balises au préalable.

Aucune référence n'existe pour l'herbier dense en baie de Cavalaire.

3.4.4.1. Densité

La densité moyenne de l'herbier à *Posidonia oceanica* en 'Zone C' est de 252,3 ($\pm 131,6$ faisceaux/m²). Elle est considérée comme médiocre d'après la classification de Pergent et al. (2008).

Cependant, la densité est très hétérogène entre les stations. Les valeurs sont comprises entre 100 faisceaux/m² (Q3 et Q8) et 575 faisceaux/m² (Q10).

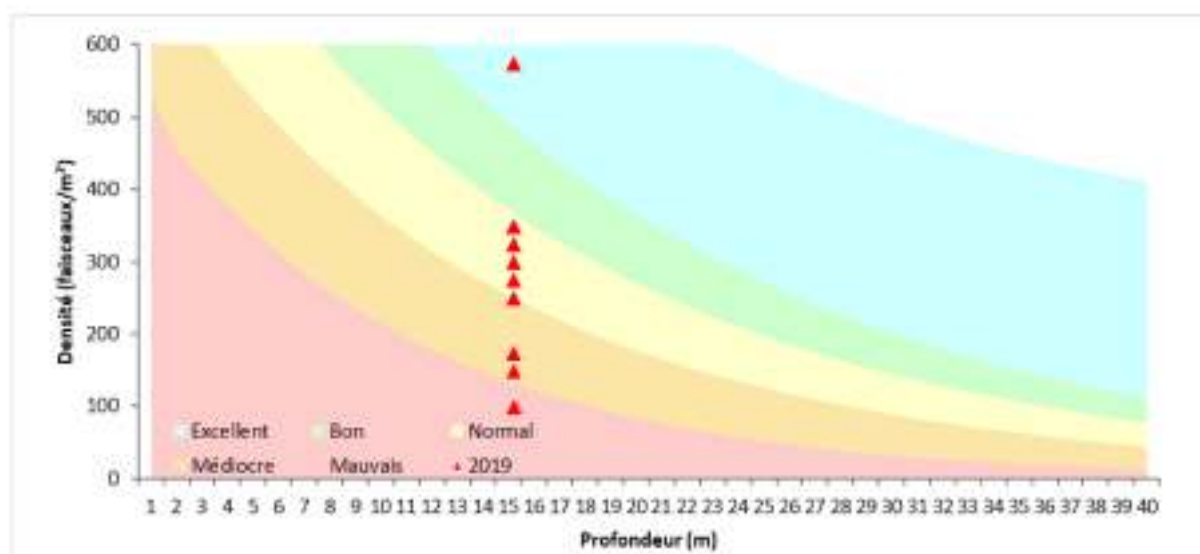


Figure 61 : Classification de la densité de l'herbier de Posidonies en 'Zone C'.

3.4.4.2. Recouvrement

Le recouvrement moyen de l'herbier de Posidonies en 'Zone C' est de 100%.

3.4.4.3. Déchaussement

Les mesures effectuées au sein des 19 quadrats indiquent un déchaussement moyen de l'herbier à *Posidonia oceanica* ($6,6 \pm 3,1$ cm). Les mesures sont comprises entre 2,3 ($\pm 0,5$ cm) en Q15 et 13,3 ($\pm 2,6$ cm) en Q5.

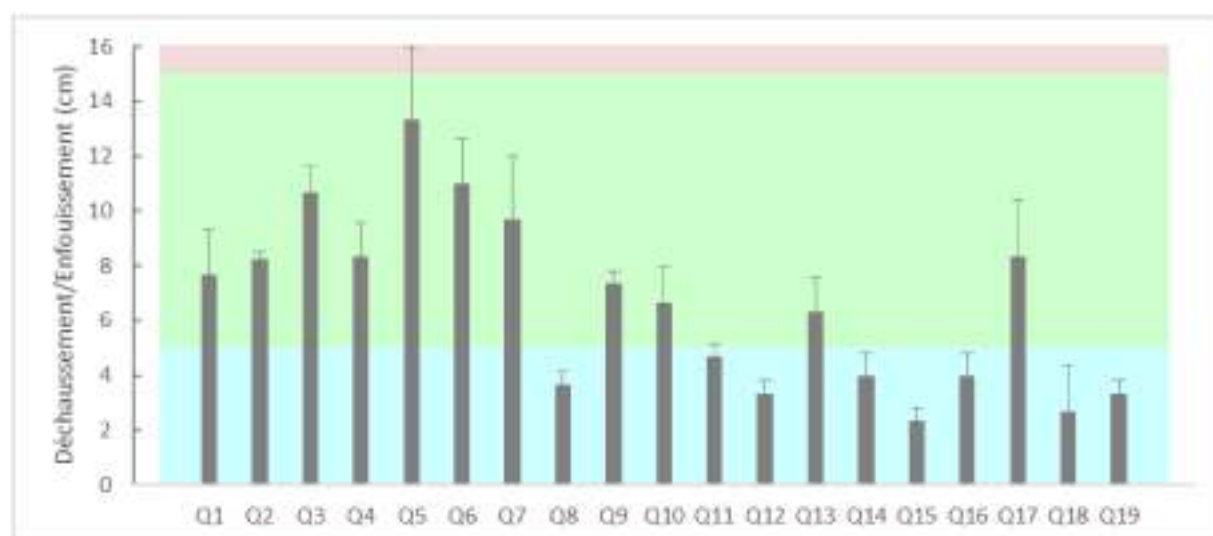


Figure 62 : Déchaussement de l'herbier de Posidonies en 'Zone C'.

3.4.4.4. Ratio rhizomes orthotropes / plagiotropes

L'herbier dense est majoritairement composé de rhizomes orthotropes. Les rhizomes plagiotropes ont uniquement été dénombrés au sein des quadrats 12 et 17, dont la proportion respective est de 16,7% et 10,0%. L'herbier de Posidonies est donc sable et présente peu ou pas de progression.

3.4.4.5. Synthèse

La vitalité au sein de l'herbier dense présent à proximité de la canalisation, à 800 mètres au nord de l'exutoire est très hétérogène. Néanmoins, l'herbier présent en profondeur intermédiaire semble être en bon état avec un recouvrement total. L'herbier apparaît peu fragilisé.

3.4.5. Évolution spatio-temporelle de la 'zone D'

L'étude de la limite inférieure de l'herbier au nord-est de l'exutoire se fait au point intitulé 'Zone D.' Cette limite est située à 650 mètres de l'exutoire, à une profondeur moyenne de 20 mètres. Les données acquises par Créocéan en 2019 seront rapprochées de celles acquises par Andromède Océanologie qui a étudiée l'herbier à proximité du 'point D' à l'été 2019 (Figure 49). Ces données seront donc comparées à celles présentées ci-dessous.

Cette zone marque la limite septentrionale du recul de l'herbier (Figure 49). Dans l'axe sud-nord, l'herbier a reculé de plus de 500 mètres.

3.4.5.1. Densité

La densité moyenne de l'herbier à *Posidonia oceanica* en 'Zone D' est de 263,6 ($\pm 33,2$ faisceaux/m²). Il s'agit d'une densité normale à bonne (en B1, B2 et B9) d'après la classification de Pergent et al. 2008. La densité est plus élevée (263 \pm 33 nb. faisceaux/m²) que celles mesurées plus à l'ouest par Andromède Océanologie (2019). Elles y sont comprises entre 150 \pm 20 et 165 \pm 16 faisceaux/m².

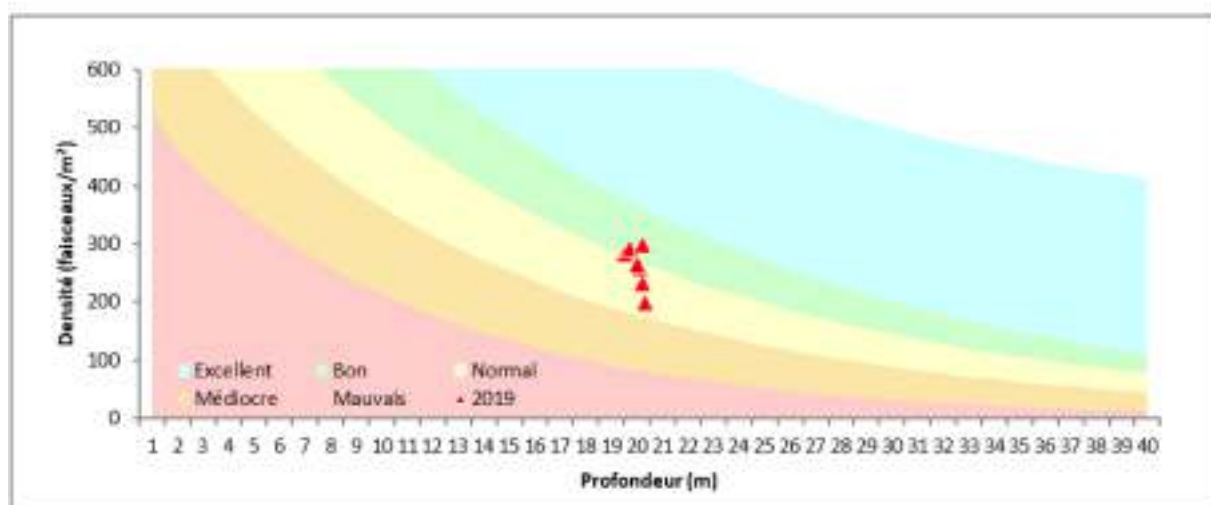


Figure 63 : Caractérisation du taux de recouvrement de l'herbier à *Posidonia oceanica* en 'Zone D'.

3.4.5.2. Recouvrement

Le taux de recouvrement en 'Zone D' a été obtenu à partir de l'analyse des photographies des quadrats de 1 m x 1 m posés aléatoirement au niveau des 11 bornes. 3 réplicats ont été effectués derrière chaque balise. La Figure 65 illustre le recouvrement de l'herbier au niveau des 11 balises de suivi. Le recouvrement est homogène le long de la limite suivie et de 100%.

3.4.5.3. Déchaussement

Les mesures de déchaussement effectuées en 'Zone D' mettent en évidence une hétérogénéité entre les balises. Les données sont comprises entre 2,7 ($\pm 1,4$ cm) en B5 et 9,2 ($\pm 3,7$ cm) en B3. D'après la classification de Charbonnel et al. (2000), le déchaussement est considéré comme faible (B2, B4, B5 et B6) ou moyen (B1, B3, B6, B7, B9, B10 et B11).

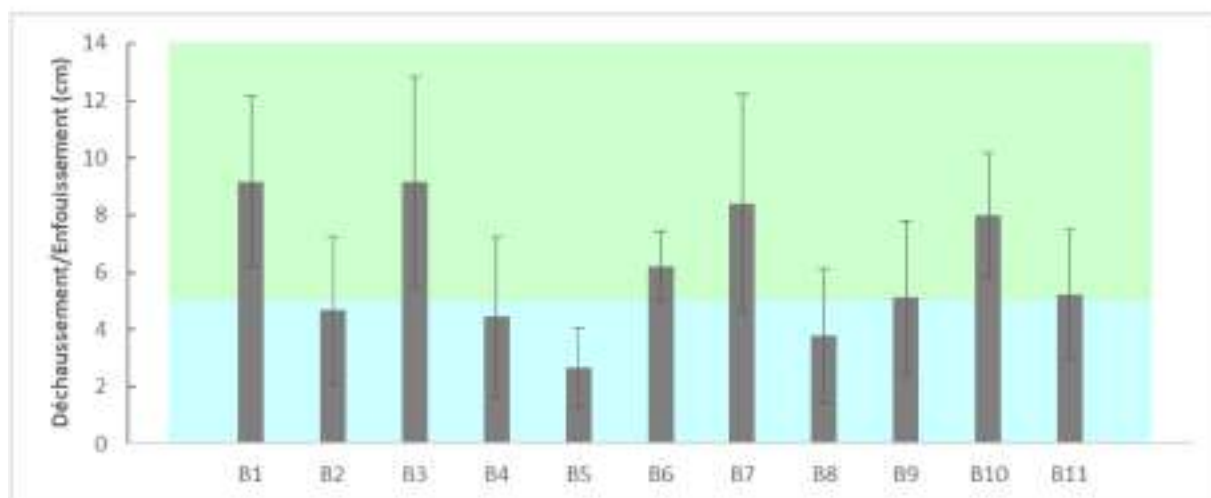


Figure 64 : Déchaussement de l'herbier de *Posidonies* en 'Zone D'.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

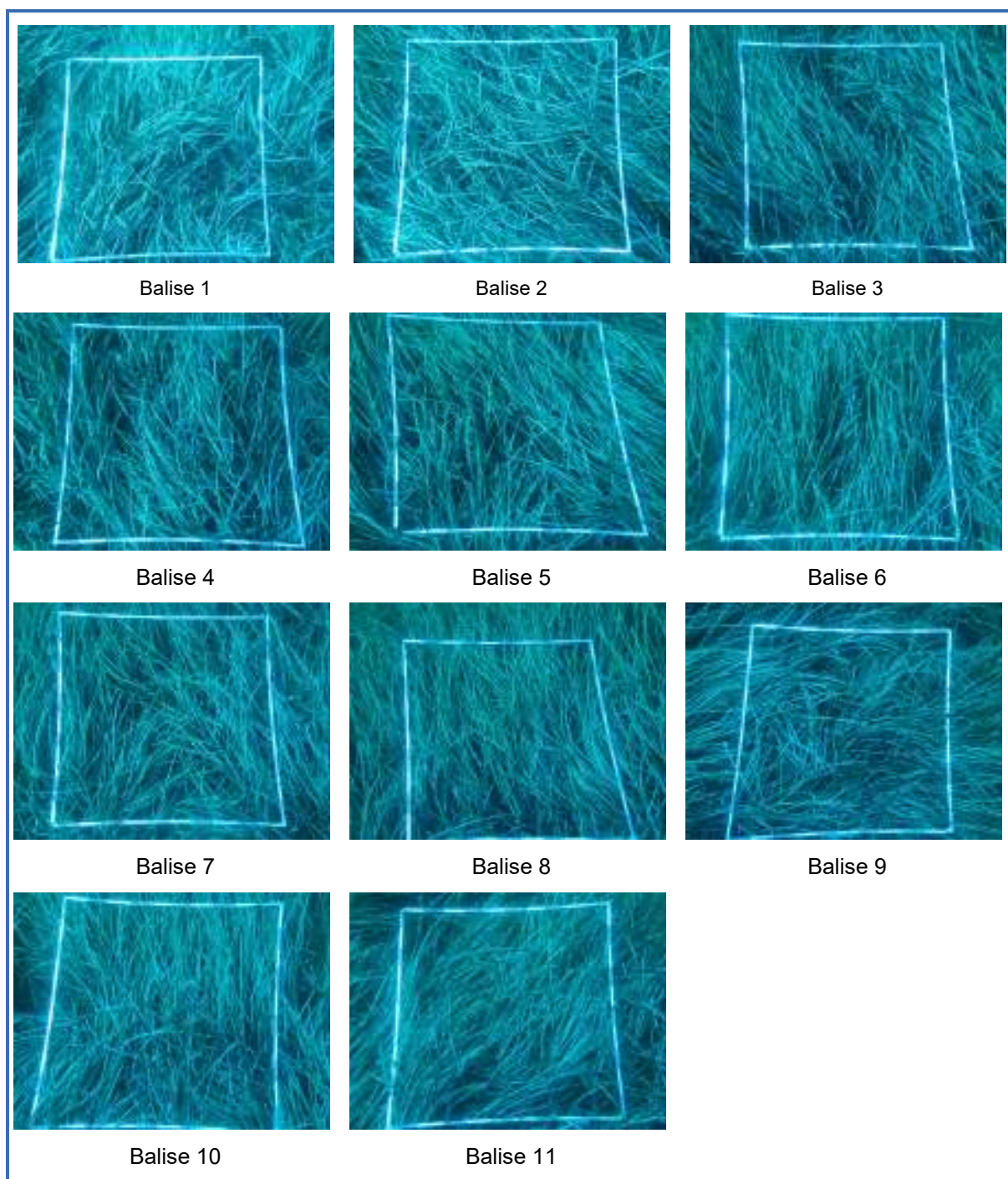


Figure 65 : Caractérisation du taux de recouvrement de l'herbier à *Posidonia oceanica* en 'Zone D'.

3.4.5.4. Ratio rhizomes orthotropes / plagiotropes

Lors du dénombrement, seule la balise 3 présentait des rhizomes plagiotropes à hauteur de 6,1 (\pm 8,6 %). L'herbier de posidonies présent en limite inférieure au nord-est de l'exutoire est essentiellement composé de rhizomes orthotropes ce qui met en évidence un herbier stable.

3.4.5.5. Synthèse

L'herbier est globalement en bon état avec un très fort recouvrement. Il est stable avec peu ou pas de régression, et présente un déchaussement moyen à faible.

Si les données de déchaussement et de recouvrement sont équivalentes à celles obtenues plus à l'ouest par Andromède Océanologie (2019), la densité est meilleure en 'Zone D'.

3.4.6. Synthèse sur la vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica* en baie de Cavalaire

La limite inférieure de l'herbier se situe à 550 mètres de la limite historique (Figure 49). Néanmoins, au vu des présents résultats, ce fort recul, que l'on ne sait pas dater, semble s'être stabilisé. En effet, le faible pourcentage de rhizomes plagiotropes traduit la stabilité de l'herbier lequel est peu contraint par l'hydrodynamisme local ou une hypersédimentation (déchaussement faible à moyen). Par ailleurs, la vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica* en limite inférieure est bonne (densité bonne à excellente, fort recouvrement).

A 15 mètres de profondeur ('Zone C') la vitalité de l'herbier est très hétérogène et le recouvrement total (100%). De façon générale, l'herbier semble être en bon état et stable, avec des rhizomes essentiellement orthotropes présentant un déchaussement moyen qui met en exergue une faible sensibilité de l'herbier à l'hydrodynamisme local.

La signature du rejet n'est donc pas visible à travers la caractérisation de l'herbier à *Posidonia oceanica*.

Synthèse et perspectives

Synthèse et perspectives

1. Rappel des objectifs et du contenu du suivi

La station d'épuration intercommunale de Pardigon traite les eaux usées des communes de Cavalaire-sur-Mer et de La Croix-Valmer. Jusqu'en 2006, un traitement physico-chimique était réalisé. Depuis, cette station d'épuration comprend un traitement physico-chimique avec adjonction de réactifs (traitement primaire) et un traitement biologique avec nitrification (traitement secondaire).

Selon l'article 3 de l'Arrêté Préfectoral du 29 juin 2018 portant autorisation complémentaire, au titre de l'article L.181-14 du code de l'environnement, du système d'assainissement relatif à la station d'épuration de Pardigon située à Cavalaire-sur-Mer, le suivi de l'impact de l'effluent sur le milieu récepteur doit être évalué à travers l'étude du compartiment sédimentaire (analyse physico-chimique, étude des peuplements benthiques de substrat meuble), étude de la qualité chimique de la matière vivante et le suivi des herbiers de Posidonies.

Le programme de surveillance prend également en compte le suivi des micropolluants significatifs au titre de la note technique du 12 août 2016. Le suivi de ces molécules se limite au dosage du sulfonate de perfluorooctane (PFOS) dans le sédiment, le biote et l'eau car identifiée dans le cadre du suivi RSDE réalisé en 2018. Le dosage dans les eaux marines n'a pu être réalisé car le laboratoire d'analyse placé en liquidation judiciaire avant que les échantillons soient traités. Aucune analyse sur les eaux marines n'a donc été réalisées.

2. Synthèse du suivi des compartiments intégrateurs

2.1. Qualité chimique de la matière vivante

Les concentrations en Eléments Métalliques Traces, en hydrocarbures aromatiques polycycliques, en PCB et en pesticides dans l'échantillon témoin sont toutes supérieures à celles dosées dans les moules immergées en baie de Cavalaire.

Il y a donc eu une décontamination des moules lors de leur immersion dans le milieu étudié. Il n'est donc pas possible d'effectuer une analyse spatiale de la contamination chimique dans le biote et d'évaluer une plausible signature de l'effluent urbain.

Néanmoins, les teneurs dosées au sein des individus immergées sont caractéristiques du niveau faible de la grille RINBIO. Il est donc possible d'indiquer que l'effluent de la station d'épuration ne participe pas de façon notable à la présence des ETM, des PCB, des détergents et du PFOS dans le biote.

En revanche, il n'est pas possible d'indiquer si l'effluent participe à la présence des HAP dans le biote. En effet, les taux dosés dans le lot témoin et dans les lots immergés sont toutes caractéristiques du niveau très élevé de la grille RINBIO.

2.2. Qualité chimique du sédiment

Les sédiments superficiels de la zone d'étude sont caractéristiques des sables fins à grossiers et sont, selon leur pourcentage de fraction fine, considéré comme des sables purs au niveau de l'exutoire, des sables peu à moyennement envasés pour les autres stations. Seule S11 se différencie par des sédiments très envasés à dominance de sables.

Concernant les nutriments, les stations proches de l'exutoire et celles présentes sur le '*transect est*' sont caractéristiques d'un enrichissement moyen en matière organique. L'indice d'Enrichissement Organique (IEO) permet de confirmer ces observations, étant plus fort dans le champ proche et moyen situé à l'est de l'exutoire.

L'étude des éléments traces métalliques dosés dans les sédiments superficiels révèle un sédiment de bonne qualité. Les teneurs sont majoritairement faibles, inférieures ou très proches des bruits de fond (convention OSPAR et GEODE). On note toutefois que :

- la station S8, située entre la côte et l'exutoire et dans l'herbier dense, se différencie par des plus fortes concentrations en aluminium, fer, chrome et zinc. La normalisation corrobore ce constat issu de l'interprétation des données brutes. Historiquement, le rejet de la station d'épuration avait lieu à proximité de la station S8. Il est plausible que l'effluent historique ait participé à un enrichissement du milieu environnement en ces polluants.
- la station S9, située sur le '*transect est*' à 50 mètres de l'exutoire, se distingue par une teneur en mercure bien plus élevée que celle dosée sur l'ensemble de l'aire d'étude. Pour rappel, cette concentration reste faible et proche du bruit de fond BAC de la convention OSPAR.
- la signature du rejet est visible à travers l'étude du plomb, du cuivre et du mercure.

Concernant les **hydrocarbures aromatiques polycycliques** dans les sédiments marins superficiels, les stations S10 et S13 se distinguent par des concentrations globalement plus importantes pour certaines molécules. On retiendra que sept molécules ont été dosées à des taux supérieurs au bruit de fond BC de la convention OSPAR mais en dessous du seuil de qualité ERL (benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, chrysène, fluoranthène, phénanthène et pyrène).

Les détergents ioniques et non ioniques, les PCB (7 congénères) et le sulfonate de perfluorooctane ne sont pas quantifiés dans le sédiment marin superficiel de l'aire d'étude.

2.3. Qualité biologique de peuplements benthiques de substrat meuble

Dans l'ensemble, les peuplements de macrofaune benthique échantillonnés dans le cadre de cette étude correspondent à des peuplements des sables grossiers et du détritique côtier plus ou moins envasés. Cet habitat correspond à des granulométries hétérogènes d'origines diverses (terrigènes et/ou organogènes) dont les variations influencent les peuplements. Ainsi la présence de praline et de coralligène, stations 5, 9, 10 et 11 (Cluster I), entraîne une augmentation de la diversité et une augmentation des carnivores (baisse de l'IT). Un phénomène accentué par la présence d'algues (envahissante *Caulerpa racemosa*, ou non) qui se fixent et se développent plus facilement sur les pralines et qui, par complexification de l'habitat, engendre une augmentation de la diversité et donc une hausse du M-AMBI (apparition de Caprellidae, d'amphipodes et de certaines espèces de Syllidae).

Ainsi, si sur l'ensemble du secteur les peuplements originels sont proches (peuplement du détritique côtier et sable grossier), ils apparaissent tous perturbés de façon modérée avec la présence d'espèces opportunistes inféodées aux vases. Des observations qui sont :

- nettement renforcées au niveau de la station 6 à proximité de l'embouchure de l'émissaire,
- atténuées au niveau des stations situées à proximité de structures coralligène (hausse de la diversité –stations 5, 9, 10 et 11).

Ces perturbations en relation avec un envasement du secteur peuvent avoir deux origines :

- la présence du rejet ; si cette origine est certaine pour la station 6, le lien n'est pas aussi évident pour les autres stations (absence de gradient des différents indices le long des transects d'échantillonnage et de relation directe avec le taux de MO),
- la profondeur ; les sédiments sont naturellement plus envasés en profondeur (variations en fonction de la courantologie) entraînant des modifications progressives (état transitoire et déséquilibre des peuplements) vers les peuplements établis plus en profondeur, peuplements dits du détritique envasés.

2.4. Vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica*

La limite inférieure de l'herbier se situe à 550 mètres de la limite historique (Figure 49). Néanmoins, au vu des présents résultats, ce fort recul, que l'on ne sait pas dater, semble s'être stabilisé. En effet, le faible pourcentage de rhizomes plagiotropes traduit la stabilité de l'herbier lequel est peu contraint par l'hydrodynamisme local ou une hypersédimentation (déchaussement faible à moyen). Par ailleurs, la vitalité de l'herbier à *Posidonia oceanica* en limite inférieure est bonne (densité bonne à excellente, fort recouvrement).

A 15 mètres de profondeur ('Zone C') la vitalité de l'herbier est très hétérogène et le recouvrement total (100%). De façon générale, l'herbier semble être en bon état et stable, avec des rhizomes essentiellement orthotropes présentant un déchaussement moyen qui met en exergue une faible sensibilité de l'herbier à l'hydrodynamisme local.

La signature du rejet n'est donc pas visible à travers la caractérisation de l'herbier à *Posidonia oceanica*.

3. Perspectives

Compartiments à suivre et fréquence

Le guide méthodologique « Surveillance des rejets urbains et des systèmes d'assainissement en Méditerranée » édité en 2011 par l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse préconise :

- un suivi tous les trois ans du compartiment sédimentaire (paramètres physico-chimiques et peuplements benthiques de substrat meuble) et du biote,
- un suivi annuel pour l'herbier à *Posidonia oceanica*.

Compte tenu des résultats de la présente étude, lesquels révèle une relative bonne qualité du milieu, il est conseillé de suivre ces préconisations en termes de fréquence du suivi.

Créocéan tient toutefois à souligner que l'étude du biote est délicate, à cela plusieurs raisons : les moules immergées sont déjà contaminées, décalage temporel du développement physiologique des

organismes en raison du réchauffement global (difficulté à déterminer la période idéale pour l'immersion des pochons), Il est donc préconisé de compléter voire de remplacer le suivi du biote par le suivi de la colonne d'eau au travers de la pose de **capteurs passifs intégratifs**, intégrateurs de moyen terme tel que le biote.

Effort d'échantillonnage / Effort du suivi

Il est proposé de maintenir l'effort d'échantillonnage du biote (ou capteurs passifs intégratifs) et de faire évoluer celui du compartiment sédimentaire et de l'herbier à *Posidonia oceanica* :

- L'étude de la contamination chimique et bactériologique du biote sera poursuivie au niveau des 5 stations MV1, MV2, MV3, MV4 et MV5.
- L'étude du compartiment sédimentaire en vue de la caractérisation physico-chimique du sédiment et des peuplements benthiques de substrat meuble sera réduite au suivi de 12 stations (contre 15 stations en 2019). Les stations retenues sont S1, S2, S3, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13 et S15.
- L'étude de l'herbier à *Posidonia oceanica* (étude de la vitalité, microcartographie) sera maintenu aux 3 stations : zones A, B et D. La station située à 15 mètres, au sein de l'herbier dense, sera ôtée.

Variables et méthodes de mesures et d'analyses

Les molécules qui seront recherchées dans la matrice sédimentaire seront à minima identiques à celles recherchées en 2019.

Les molécules qui seront recherchées dans le biote (ou capteurs passifs intégratifs) seront à *minima* à celles recherchées en 2019.

Le suivi de l'herbier à *Posidonia oceanica* portera à *minima* sur les mêmes descripteurs que ceux étudiés en 2019.

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

Bibliographie

Bibliographie

Alzieu C. (2003) Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion, Editions QUAE GIE.

Andral B, Alzieu C, Bertrand M-C, Boissery P, Daure S, Patrone J, Rebouillon P, Thebault H (2002) Les guides méthodologiques du RLM. Evaluation de la contamination chimique et radiologique du sédiment.

Andral B, Boissery P, Descamp P, Guilbert A (2011) Surveillance des rejets urbains et des systèmes d'assainissement en Méditerranée. Guide méthodologique. 2^{de} édition.

Bentley D, Mear Y, Miramand P, Murat A, Guary JC (1997) Impact trophique d'un élevage intensif de salmonidés sur le milieu marin (rade de Cherbourg). Rapport Intechmer n°14, Décembre 1997.

Borja A, Franco J, Pérez V (2000a) A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Mar Poll* 40:1100-1114.

Borja A, Franco J, Pérez V (2000b) A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Mar Pollut Bull* 40:1100–1114.

CADIOU G, CHARBONNEL E, BOUDOURESQUE CF, MEINESZ A, BONHOMME P, BERNARD G, COTTALORDA JM, GARCIA F, KRUCZEK R, BERTRANDY MC, FORET P, BRICOUT P, MARRO C (2004a) Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur : résultats du suivi 2003. Région PACA/GIS Posidonie/SM 13/DDE 83/Conseil Général 06. Le Brusc. Limite inférieure. GIS Posidonie publ., Marseille.

CADIOU G, CHARBONNEL E, BOUDOURESQUE CF, MEINESZ A, BONHOMME P, BERNARD G, COTTALORDA JM, GARCIA F, KRUCZEK R, BERTRANDY MC, FORET P, BRICOUT P, MARRO C (2004b) Le Réseau de Surveillance Posidonies de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur : résultats du suivi 2003. Région PACA/GIS Posidonie/SM 13/DDE 83/Conseil Général 06. Le Brusc. Limite supérieure. GIS Posidonie publ., Marseille.

Charbonnel E, Boudouresque C, Meinesz A, Bernard G, Bonhomme P, Patrone J, Kruczek R, Cottalorda J, Bertrand M, Ragazzi M, Le Direac'h L (2000) Le réseau de surveillance Posidonies de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Première partie: présentation et guide méthodologique. Année 2000. Région PACA/Agence de l'eau RMC/GIS Posidonie/CQEL13/CQEK83/Conseil Général 06. Posidonie publ. Marseille, France.

Croot PL, Heller MI (2011) Utilizing Radioisotopes for Trace Metal Speciation Measurements in Seawater Utilizing Radioisotopes for Trace Metal Speciation Measurements in Seawater.

Dauer D.M. (1993) Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure. *Mar Pollut Bull* 26:249–257.

Dauvin J.-C. (1993) Le benthos : témoin des variations de l'environnement. 19:25:53.

GEODE (2011) Proposition de détermination des niveaux de référence des HAP pour la gestion des opérations de dragages et d'immersion en milieu marin ou estuarien.

Glémarec M., Hily C. (1981) Perturbations apportées à la macrofaune benthique de la baie de Concarneau par les effluents urbains et portuaires. *Acta Oecologica Oecologia Appl* 2:139–150.

Grall J., Glemarec M. (1997) Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Estuar Coast Shelf Sci* 44 (suppl. A):43–53.

Grall J, Coïc N (2006) Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Brest.

Ibouily G (1981) Etude sédimentologique de la rade de Marseille (Bouches-du-Rhône). Université Aix-Marseille. Thèse de doctorat

Ibouly G. (1981) Etude sédimentologique de la rade de Marseille (Bouches du Rhône). Université de Provence

Labruno C., Amouroux J.M., Dutrieux E., Thorin S., Rosenberg R., Gremare A. (2006) Characterisation of the ecological quality of the coastal Gulf of Lions (NW Mediterranean). A comparative approach based on three biotic indices. *Mar Pollut Bull* 52:34–47.

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

Licari ML (1998) Mise au point d'un système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire. Thèse de Doctorat, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Perpignan.

Muxika I., Borja A., Bald J. (2007) Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Mar Pollut Bull* 55:16–29.

OSPAR (2009a) Background Document on CEMP Assessment Criteria for QSR 2010.

OSPAR (2009b) CEMP Assessment report 2008/2009. Assessment of trends and concentrations of selected hazardous substances in sediment and biota.

Ospar C, Eac L (2010) Accord sur les critères d'évaluation CEMP pour le QSR 2010 Accord : 2009-2. 1–7.

Pearson T. H, Josefson A.B., Rosenberg R. (1985) Petersen's benthic stations revisited. I. Is the Kattegat becoming eutrophic? *J Exp Mar Bio Ecol* 92:157–206.

Pearson T., Rosenberg R. (1978) Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Annu Review* 16:229–311.

Pelaprat C., Donnay A., Lejeune P. (2018) Mise en œuvre du contrôle de surveillance au titre de la directive cadre eau pour l'indicateur benthos de substrats meubles (Eaux côtières) 2018 - Convention STARESO/Agence de l'eau 2018 0646.

Pergent G, Pergent-Martini C, Boudouresque C (1995) Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée* 54:3–27.

Ramey P.A., Snelgrove P.V.R. (2003) Spatial patterns in sedimentary macrofaunal communities on the south coast of Newfoundland in relation to surface oceanography and sediment characteristics. *Mar Ecol Prog Ser* 262:215–277.

Rico-Raimondino V, Pergent G (1995) Contribution à l'étude des stocks et flux d'éléments dans les herbiers à *Posidonia oceanica* = Contribution to the study of elements stocks and fluxes in *Posidonia oceanica* beds.

Rosenberg R., Gray J.S., Josefson A.B., Pearson T.H. (1987) Petersen's benthic stations revisited. II. Is the Oslofjord and eastern Skagerrak enriched? *J Exp Mar Bio Ecol* 105:219–251.

Simboura N., Zenetos A. (2002) Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft-bottom marine ecosystems, including a new biotic index. *Mediterr Mar Sci* 3:77–111.

Snelgrove P.V.R., Butman C.A. (1994) Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. *Oceanogr Mar Biol an Annu Rev* 32:111–177.

Weisberg S.B., Ranasinghe J.A., Dauer D.M., Schaffner L.C., Diaz R.J., Frithsen J.B. (1997) An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. *Estuaries* 20:149–158.

Annexes

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019



Rapports d'analyses dans le biote (Alpa Chimies, 2019)

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

**Rapport d'analyse N°916313-001**

N° Client : 6073-LRO

Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ

ROUEN, le 13/11/2019

Page : 1 / 2

CREOCEAN

230 Avenue de Rome

VALPARC Bat B

83500 LA SEYNE SUR MER

Nos références : 2019C030081Vos références : N°19_238 - Etude 190601B Mail de Mme DE**Remplace le rapport partiel du : 15/10/2019**

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à analyse. La reproduction du rapport n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Le rapport comporte 2 page(s) et 0 annexe(s).

Les essais du présent rapport ne sont pas couverts par l'accréditation COFRAC.

Echantillon N° : 916313-001

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 01/07/2019

Date de mise en analyse de l'échantillon : 09/07/2019

Référence échantillon : Moules témoin Cavalaire

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) Indice de conditionnement	Méth. interne	0.16/	
(a) nombre de coquille vide	Méth. interne	16/	
(a) longueur moyenne des individus (sur 15 individus)	Méth. interne	60.6 mm	
(a) poids sec moyen des coquilles	Méth. interne	2.9 g	
(a) poids sec moyen de chair par individu	Méth. interne	0.46 g	
(a) Coliformes thermotolérants (NPP)	Méth. interne	40/100 g	
(a) Salmonelles (recherche)	Méth. interne	Absence/25 g	
(a) Entérocoques	Méth. interne	<100 UFC/g brut	
(a) Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	12.8 % m/m	
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30 mg/kg	
(e) Détergents anioniques	Méthode interne par colorimétrie	<2 mg/kg	
(b) Indice hydrocarbure	ISO 16703	590 mg/kg/brut	
METAUX			
(b) Argent	ICP-MS	0.2 mg/kg	
(b) Cadmium	GFAAS	0.63 mg/kg	
(b) Chrome	ICP-MS	0.4 mg/kg	
(b) Cuivre	ICP-MS	5.4 mg/kg	
(b) Fer	ICP	171 mg/kg	
(b) Mercure	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.10 mg/kg	
(b) Nickel	ICP-MS	1.7 mg/kg	
(b) Plomb	ICP-MS	0.6 mg/kg	
(b) Zinc	ICP-MS	123 mg/kg	
ORGANOCHLORES			
(b) 24' DDD	GC/MS/MS	12.2 µg/kg/sec	
(b) 24' DDE	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 24' DDT	GC/MS/MS	12.7 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°916313-001

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 2 / 2

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 916313-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
ORGANOCHLORES			
(b) 44' DDD	GC/MS/MS	8.00	µg/kg/sec
(b) 44' DDE	GC/MS/MS	7.70	µg/kg/sec
(b) 44' DDT	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	13.8	µg/kg/sec
(b) PCB 118	GC/MS/MS	10.0	µg/kg/sec
(b) PCB 138	GC/MS/MS	36.0	µg/kg/sec
(b) PCB 153	GC/MS/MS	39.7	µg/kg/sec
(b) PCB 180	GC/MS/MS	1.90	µg/kg/sec
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<1.0	µg/kg/sec
(b) PCB 52	GC/MS/MS	2.50	µg/kg/sec
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<20	µg/kg/sec
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	GC/MS	11.6	µg/kg/sec
(b) Acénaphthylène	GC/MS	2.6	µg/kg/sec
(b) Acénaphthène	GC/MS	2.1	µg/kg/sec
(b) Fluorène	GC/MS	5.9	µg/kg/sec
(b) Phénanthrène	GC/MS	105	µg/kg/sec
(b) Anthracène	GC/MS	12.9	µg/kg/sec
(b) Fluoranthène	GC/MS	74.2	µg/kg/sec
(b) Pyrène	GC/MS	76.6	µg/kg/sec
(b) Benzo (a) anthracène	GC/MS	18.5	µg/kg/sec
(b) Chrysène	GC/MS	38.2	µg/kg/sec
(b) Benzo (b) fluoranthène	GC/MS	22.3	µg/kg/sec
(b) Benzo (k) fluoranthène	GC/MS	7.7	µg/kg/sec
(b) Benzo (a) pyrène	GC/MS	4.1	µg/kg/sec
(b) Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS	<5.0	µg/kg/sec
(b) Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS	<5.0	µg/kg/sec
(b) Benzo (g,h,i) périlène	GC/MS	<20	µg/kg/sec

Observation(s) : Analyses des détergents non ioniques et des détergents anioniques sous traitées.

(a) : Analyse réalisée par ALPA CHIMIES HYDROLOGIE (portée d'accréditation N°1-6695)

(b) : Analyse réalisée en sous-traitance par ALPA CHIMIES MICROPOLLUANTS (portée d'accréditation N°1-6693)

(c) : Analyse réalisée en sous-traitance par un laboratoire partenaire

Rapport approuvé par Laurence DOROBISZ Chargée validation technique



Rapport d'analyse N°921250

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 28/11/2019
Page : 1 / 10

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Nos références : 2019C030081

Vos références : N°19_238 - Etude 190601B - Mail de Mme D

Remplace le rapport partiel du : 28/10/2019

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à analyse. La reproduction du rapport n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.
Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Le rapport comporte 10 page(s) et 0 annexe(s).
Les essais du présent rapport ne sont pas couverts par l'accréditation COFRAC.

Echantillon N° : 921250-001

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 03/09/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 20/09/2019
Référence échantillon : Moules MV1

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) Indice de conditionnement	Méth. interne	0.18/	
(a) nombre de coquille vide	Méth. interne	15/	
(a) longueur moyenne des individus (sur 15 individus)	Méth. interne	57.7mm	
(a) poids sec moyen des coquilles	Méth. interne	6.3g	
(a) poids sec moyen de chair par individu	Méth. interne	1.13g	
(a) Matière sèche	Lyophilisation	11.6% m/m	
(a) Coliformes thermotolérants (NPP)	Méth. interne	<3/10 g	
(a) Salmonelles (recherche)	Méth. interne	Absence/25 g	
(a) Entérocoques	Méth. interne	<100 UFC/g brut	
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30mg/kg	
(e) Détergents anioniques	Méthode interne par colorimétrie	<5mg/kg	
(b) Indice hydrocarbure	ISO 16703	32mg/kg/brut	
METAUX			
(b) Argent	ICP-MS	0.4mg/kg	
(e) Cadmium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	<0.44mg/kg	
(b) Chrome	ICP-MS	0.5mg/kg	
(b) Cuivre	ICP-MS	3.7mg/kg	
(b) Fer	ICP	67.9mg/kg	
(b) Mercure	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.02mg/kg	
(b) Nickel	ICP-MS	0.7mg/kg	
(b) Plomb	ICP-MS	0.5mg/kg	
(b) Zinc	ICP-MS	101mg/kg	
ORGANOCHLORES			
(b) 24' DDD	GC/MS/MS	<1.0µg/kg/sec	
(b) 24' DDE	GC/MS/MS	<1.0µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°921250

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 28/11/2019
Page : 2 / 10

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 921250-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
ORGANOCHLORES			
(b) 24' DDT	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 44' DDD	GC/MS/MS	2.10 µg/kg/sec	
(b) 44' DDE	GC/MS/MS	5.00 µg/kg/sec	
(b) 44' DDT	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	9.80 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	14.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<21 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Naphtalène	GC/MS/MS	24.0 µg/kg/sec	
(e) Acénaphthylène	GC/MS/MS	<2.4 µg/kg/sec	
(e) Acénaphène	GC/MS/MS	<2.4 µg/kg/sec	
(e) Fluorène	GC/MS/MS	4.5 µg/kg/sec	
(e) Phénanthrène	GC/MS/MS	47.0 µg/kg/sec	
(e) Anthracène	GC/MS/MS	<2.4 µg/kg/sec	
(e) Fluoranthène	GC/MS/MS	13.0 µg/kg/sec	
(e) Pyrène	GC/MS/MS	16.0 µg/kg/sec	
(e) Benzo (a) anthracène	GC/MS/MS	3.7 µg/kg/sec	
(e) Chrysène	GC/MS/MS	<2.4 µg/kg/sec	
(e) Benzo (b) fluoranthène	GC/MS/MS	<2.4 µg/kg/sec	
(e) Benzo (k) fluoranthène	GC/MS/MS	<2.4 µg/kg/sec	
(e) Benzo (a) pyrène	GC/MS/MS	<2.4 µg/kg/sec	
(e) Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS/MS	<2.4 µg/kg/sec	
(e) Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS/MS	<2.4 µg/kg/sec	
(e) Benzo (g,h,i) périlène	GC/MS/MS	<2.4 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°921250

N° Client : 6073-LRO

Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ

ROUEN, le 28/11/2019

Page : 3 / 10

CREOCEAN

230 Avenue de Rome

VALPARC Bat B

83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 921250-002

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 03/09/2019

Date de mise en analyse de l'échantillon : 20/09/2019

Référence échantillon : Moules MV2

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) Indice de conditionnement	Méth. interne	0.16/	
(a) nombre de coquille vide	Méth. interne	15/	
(a) longueur moyenne des individus (sur 15 individus)	Méth. interne	59.6mm	
(a) poids sec moyen des coquilles	Méth. interne	6.8g	
(a) poids sec moyen de chair par individu	Méth. interne	1.13g	
(a) Matière sèche	Lyophilisation	9.57% m/m	
(a) Coliformes thermotolérants (NPP)	Méth. interne	<3/10 g	
(a) Salmonelles (recherche)	Méth. interne	Absence/25 g	
(a) Entérocoques	Méth. interne	<100 UFC/g brut	
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	40.0mg/kg	
(e) Détergents anioniques	Méthode interne par colorimétrie	<5 mg/kg	
(b) Indice hydrocarbure	ISO 16703	71 mg/kg/brut	
METAUX			
(b) Argent	ICP-MS	0.1 mg/kg	
(e) Cadmium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	<0.40 mg/kg	
(b) Chrome	ICP-MS	0.6 mg/kg	
(b) Cuivre	ICP-MS	4.2 mg/kg	
(b) Fer	ICP	181 mg/kg	
(b) Mercure	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.02 mg/kg	
(b) Nickel	ICP-MS	1.2 mg/kg	
(b) Plomb	ICP-MS	0.7 mg/kg	
(b) Zinc	ICP-MS	125 mg/kg	
ORGANOCHLORES			
(b) 24' DDD	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 24' DDE	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 24' DDT	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 44' DDD	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 44' DDE	GC/MS/MS	2.50 µg/kg/sec	
(b) 44' DDT	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	8.10 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°921250

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 28/11/2019
Page : 4 / 10

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 921250-002

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 153	GC/MS/MS	8.40 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<26 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Naphtalène	GC/MS/MS	24.0 µg/kg/sec	
(e) Acénaphthylène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Acénaphène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Fluorène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Phénanthrène	GC/MS/MS	62.0 µg/kg/sec	
(e) Anthracène	GC/MS/MS	64.0 µg/kg/sec	
(e) Fluoranthène	GC/MS/MS	18.0 µg/kg/sec	
(e) Pyrène	GC/MS/MS	29.0 µg/kg/sec	
(e) Benzo (a) anthracène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Chrysène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (b) fluoranthène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (k) fluoranthène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (a) pyrène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS/MS	7.1 µg/kg/sec	
(e) Benzo (g,h,i) périlène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°921250

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 28/11/2019
Page : 5 / 10

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 921250-003

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 03/09/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 20/09/2019
Référence échantillon : Moules MV3

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) Indice de conditionnement	Méth. interne	0.26/	
(a) nombre de coquille vide	Méth. interne	15/	
(a) longueur moyenne des individus (sur 15 individus)	Méth. interne	58.1 mm	
(a) poids sec moyen des coquilles	Méth. interne	4.8g	
(a) poids sec moyen de chair par individu	Méth. interne	1.11g	
(a) Matière sèche	Lyophilisation	10.8% m/m	
(a) Coliformes thermotolérants (NPP)	Méth. interne	<3/10 g	
(a) Salmonelles (recherche)	Méth. interne	Absence/25 g	
(a) Entérocoques	Méth. interne	<100 UFC/g brut	
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	70.0mg/kg	
(e) Détergents anioniques	Méthode interne par colorimétrie	19.0mg/kg	
(b) Indice hydrocarbure	ISO 16703	57mg/kg/brut	
METAUX			
(b) Argent	ICP-MS	<0.1 mg/kg	
(e) Cadmium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	<0.40 mg/kg	
(b) Chrome	ICP-MS	0.7 mg/kg	
(b) Cuivre	ICP-MS	4.0 mg/kg	
(b) Fer	ICP	80.9 mg/kg	
(b) Mercure	Vapeurs froides - fluorescence atomique	<0.01 mg/kg	
(b) Nickel	ICP-MS	0.8 mg/kg	
(b) Plomb	ICP-MS	0.7 mg/kg	
(b) Zinc	ICP-MS	85.7 mg/kg	
ORGANOCHLORES			
(b) 24' DDD	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 24' DDE	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 24' DDT	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 44' DDD	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 44' DDE	GC/MS/MS	1.60 µg/kg/sec	
(b) 44' DDT	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	4.10 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°921250

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 28/11/2019
Page : 6 / 10

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 921250-003

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 153	GC/MS/MS	5.40 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<24 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Naphtalène	GC/MS/MS	31.0 µg/kg/sec	
(e) Acénaphthylène	GC/MS/MS	6.6 µg/kg/sec	
(e) Acénaphthène	GC/MS/MS	<6.3 µg/kg/sec	
(e) Fluorène	GC/MS/MS	6.6 µg/kg/sec	
(e) Phénanthrène	GC/MS/MS	57.0 µg/kg/sec	
(e) Anthracène	GC/MS/MS	<6.3 µg/kg/sec	
(e) Fluoranthène	GC/MS/MS	20.0 µg/kg/sec	
(e) Pyrène	GC/MS/MS	26.0 µg/kg/sec	
(e) Benzo (a) anthracène	GC/MS/MS	8.8 µg/kg/sec	
(e) Chrysène	GC/MS/MS	6.6 µg/kg/sec	
(e) Benzo (b) fluoranthène	GC/MS/MS	7.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (k) fluoranthène	GC/MS/MS	6.3 µg/kg/sec	
(e) Benzo (a) pyrène	GC/MS/MS	6.3 µg/kg/sec	
(e) Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS/MS	<6.3 µg/kg/sec	
(e) Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS/MS	<6.3 µg/kg/sec	
(e) Benzo (g,h,i) périlène	GC/MS/MS	<6.3 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°921250

N° Client : 6073-LRO

Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ

ROUEN, le 28/11/2019

Page : 7 / 10

CREOCEAN

230 Avenue de Rome

VALPARC Bat B

83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 921250-004

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 03/09/2019

Date de mise en analyse de l'échantillon : 20/09/2019

Référence échantillon : Moules MV4

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) Indice de conditionnement	Méth. interne	0.28/	
(a) nombre de coquille vide	Méth. interne	15/	
(a) longueur moyenne des individus (sur 15 individus)	Méth. interne	57.3 mm	
(a) poids sec moyen des coquilles	Méth. interne	4.5 g	
(a) poids sec moyen de chair par individu	Méth. interne	1.11 g	
(a) Matière sèche	Lyophilisation	9.90 % m/m	
(a) Coliformes thermotolérants (NPP)	Méth. interne	<3/10 g	
(a) Salmonelles (recherche)	Méth. interne	Absence/25 g	
(a) Entérocoques	Méth. interne	<100 UFC/g brut	
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	90.0 mg/kg	
(e) Détergents anioniques	Méthode interne par colorimétrie	<5 mg/kg	
(b) Indice hydrocarbure	ISO 16703	35 mg/kg/brut	
METAUX			
(b) Argent	ICP-MS	<0.1 mg/kg	
(e) Cadmium	NF EN ISO 11885 (Miné. eau régale)	<0.40 mg/kg	
(b) Chrome	ICP-MS	0.4 mg/kg	
(b) Cuivre	ICP-MS	4.1 mg/kg	
(b) Fer	ICP	55.6 mg/kg	
(b) Mercure	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.01 mg/kg	
(b) Nickel	ICP-MS	0.7 mg/kg	
(b) Plomb	ICP-MS	0.4 mg/kg	
(b) Zinc	ICP-MS	73.9 mg/kg	
ORGANOCHLORES			
(b) 24' DDD	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 24' DDE	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 24' DDT	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 44' DDD	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 44' DDE	GC/MS/MS	1.60 µg/kg/sec	
(b) 44' DDT	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	4.00 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°921250

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 28/11/2019
Page : 8 / 10

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 921250-004

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 153	GC/MS/MS	6.40 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<21 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Naphtalène	GC/MS/MS	27.0 µg/kg/sec	
(e) Acénaphthylène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Acénaphène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Fluorène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Phénanthrène	GC/MS/MS	15.0 µg/kg/sec	
(e) Anthracène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Fluoranthène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Pyrène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (a) anthracène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Chrysène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (b) fluoranthène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (k) fluoranthène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (a) pyrène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (g,h,i) périlène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°921250

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 28/11/2019
Page : 9 / 10

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 921250-005

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 03/09/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 20/09/2019
Référence échantillon : Moules MV5

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) Indice de conditionnement	Méth. interne	0.16/	
(a) nombre de coquille vide	Méth. interne	15/	
(a) longueur moyenne des individus (sur 15 individus)	Méth. interne	58.7mm	
(a) poids sec moyen des coquilles	Méth. interne	6.4g	
(a) poids sec moyen de chair par individu	Méth. interne	1.02g	
(a) Matière sèche	Lyophilisation	9.11% m/m	
(a) Coliformes thermotolérants (NPP)	Méth. interne	<3/10 g	
(a) Salmonelles (recherche)	Méth. interne	Absence/25 g	
(a) Entérocoques	Méth. interne	<100 UFC/g brut	
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30mg/kg	
(e) Détergents anioniques	Méthode interne par colorimétrie	<5mg/kg	
(b) Indice hydrocarbure	ISO 16703	100mg/kg/brut	
METAUX			
(b) Argent	ICP-MS	<0.1 mg/kg	
(e) Cadmium	NF EN ISO 11885	<0.41 mg/kg	
(b) Chrome	ICP-MS	0.7mg/kg	
(b) Cuivre	ICP-MS	3.8mg/kg	
(b) Fer	ICP	90.7mg/kg	
(b) Mercure	Vapeurs froides - fluorescence atomique	0.02mg/kg	
(b) Nickel	ICP-MS	1.1 mg/kg	
(b) Plomb	ICP-MS	0.7mg/kg	
(b) Zinc	ICP-MS	117mg/kg	
ORGANOCHLORES			
(b) 24' DDD	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 24' DDE	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 24' DDT	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) 44' DDD	GC/MS/MS	1.00 µg/kg/sec	
(b) 44' DDE	GC/MS/MS	1.40 µg/kg/sec	
(b) 44' DDT	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	1.90 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	6.20 µg/kg/sec	



Rapport d'analyse N°921250

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 28/11/2019
Page : 10 / 10

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 921250-005

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<1.0 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<23 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(e) Naphtalène	GC/MS/MS	30.0 µg/kg/sec	
(e) Acénaphthylène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Acénaphthène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Fluorène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Phénanthrène	GC/MS/MS	31.0 µg/kg/sec	
(e) Anthracène	GC/MS/MS	29.0 µg/kg/sec	
(e) Fluoranthène	GC/MS/MS	10.0 µg/kg/sec	
(e) Pyrène	GC/MS/MS	12.0 µg/kg/sec	
(e) Benzo (a) anthracène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Chrysène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (b) fluoranthène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (k) fluoranthène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (a) pyrène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Indéno (1,2,3-cd) pyrène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Dibenzo (a,h) anthracène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	
(e) Benzo (g,h,i) périlène	GC/MS/MS	<6.5 µg/kg/sec	

(a) : Analyse réalisée par ALPA CHIMIES HYDROLOGIE (portée d'accréditation N°1-6695)

(b) : Analyse réalisée en sous-traitance par ALPA CHIMIES MICROPOLLUANTS (portée d'accréditation N°1-6693)

(c) : Analyse réalisée en sous-traitance par un laboratoire partenaire

Rapport approuvé par Elise ADAM Responsable validation technique


ref Echantillon		Masse sèche-Tare	MS	Masse sèche-Tare	MS	IND. Cond	largeur coquille	Longueur coquille
916313-001	1	2,91	83,5%	0,50	12,1%	0,17	29,0	65,0
	2	2,89	81,2%	0,40	8,9%	0,14	32,0	67,0
	3	2,87	76,5%	0,42	11,3%	0,15	33,0	60,0
	4	2,75	85,1%	0,35	9,7%	0,13	30,0	61,0
	5	2,91	72,6%	0,53	8,1%	0,18	30,0	56,0
	6	2,85	80,1%	0,51	11,0%	0,18	31,0	53,0
	7	2,84	87,4%	0,52	12,5%	0,18	42,0	63,0
	8	2,86	80,3%	0,49	11,8%	0,17	30,0	66,0
	9	2,88	77,0%	0,50	10,9%	0,17	31,0	60,0
	10	2,95	65,7%	0,48	10,5%	0,16	35,0	64,0
	11	2,90	80,9%	0,46	9,4%	0,16	29,0	56,0
	12	2,91	81,8%	0,47	11,2%	0,16	31,0	56,0
	13	2,89	78,0%	0,48	10,8%	0,17	28,0	62,0
	14	2,95	79,3%	0,45	11,8%	0,15	30,0	62,0
	16	2,88	89,1%	0,44	9,9%	0,15	29,0	58,0
	15	2,85	84,5%	0,43	11,1%	0,15	28,0	61,0
MOYENNE		2,88	80,2%	0,46	10,7%	0,16	31,1	60,6

		COQUILLES		CHAIRS		Biométrie		
ref Echantillon		Poids sec (g)	Matières sèches (%)	Poids sec (g)	Matières sèches (%)	Indice Condition	largeur coquille (mm)	Longueur coquille (mm)
921250-001	1	5,64	84,5%	1,12	12,9%	0,20	28	54
	2	5,22	89,3%	0,59	8,1%	0,11	32	57
	3	5,99	76,5%	0,87	10,3%	0,15	32	58
	4	7,07	87,1%	0,96	8,7%	0,14	32	58
	5	5,77	91,3%	0,95	9,4%	0,16	30	61
	6	6,13	79,5%	1,10	11,0%	0,18	32	55
	7	7,36	72,0%	1,48	11,3%	0,20	46	64
	8	6,84	79,3%	1,34	16,9%	0,20	31	60
	9	6,86	87,7%	1,44	12,4%	0,21	31	60
	10	7,35	80,2%	1,30	11,8%	0,18	35	60
	11	4,71	80,3%	0,82	11,0%	0,17	28	53
	12	5,97	66,7%	1,53	10,5%	0,26	32	63
	13	6,12	77,0%	1,16	12,0%	0,19	29	54
	14	6,35	82,5%	1,20	10,8%	0,19	37	52
	15	6,65	82,5%	1,06	11,2%	0,16	30	57
MOYENNE 921250-001		6,27	81,1%	1,13	11,2%	0,18	32,3	57,7
921250-002	1	9,54	87,0%	2,20	16,1%	0,23	36	63
	2	5,85	70,8%	1,17	10,8%	0,20	31	57
	3	6,98	85,7%	1,12	11,2%	0,16	34	61
	4	9,24	88,6%	1,42	8,9%	0,15	37	68
	5	6,04	88,0%	1,06	9,2%	0,18	32	58
	6	5,39	78,0%	0,89	9,4%	0,17	31	55
	7	6,00	71,0%	0,55	6,8%	0,09	28	55
	8	6,26	78,4%	0,88	8,8%	0,14	33	57
	9	7,34	79,3%	1,08	10,7%	0,15	33	60
	10	5,55	66,3%	0,69	7,6%	0,13	28	55
	11	8,04	89,5%	1,46	10,4%	0,18	35	65
	12	6,70	85,8%	1,38	10,7%	0,21	30	62
	13	3,94	85,2%	0,56	8,2%	0,14	28	50
	14	7,89	79,3%	0,99	8,4%	0,13	32	60
	15	7,84	81,6%	1,51	10,1%	0,19	38	68
MOYENNE 921250-002		6,84	81,0%	1,13	9,8%	0,16	32,4	59,6

921250-003	1	11,39	92,4%	1,82	9,3%	0,16	38	72
	2	5,86	83,1%	1,05	9,6%	0,18	30	56
	3	4,74	86,2%	0,91	9,6%	0,19	27	52
	4	5,95	81,1%	0,89	9,0%	0,15	30	53
	5	9,14	81,9%	1,27	10,1%	0,14	35	60
	6	3,54	83,0%	0,44	8,7%	0,13	24	47
	7	4,04	86,1%	1,20	11,2%	0,30	31	62
	8	4,01	91,8%	0,93	7,6%	0,23	33	58
	9	2,23	85,9%	0,68	8,6%	0,30	28	50
	10	4,04	81,7%	1,53	9,2%	0,38	33	66
	11	2,81	90,3%	1,03	8,5%	0,37	33	61
	12	3,05	72,4%	0,73	8,6%	0,24	30	55
	13	3,32	89,8%	1,06	14,5%	0,32	34	60
	14	3,74	82,9%	1,13	14,0%	0,30	34	59
	15	4,04	87,9%	1,99	13,6%	0,49	36	60
MOYENNE 921250-003		4,79	85,1%	1,11	10,1%	0,26	31,7	58,1
921250-004	1	3,66	79,9%	1,41	15,7%	0,39	32	56
	2	4,03	84,3%	1,58	10,7%	0,39	33	64
	3	3,35	79,8%	1,33	11,9%	0,40	32	58
	4	2,74	89,0%	1,37	15,3%	0,50	34	55
	5	2,83	86,7%	1,14	9,1%	0,40	35	58
	6	3,83	91,5%	1,26	9,8%	0,33	36	59
	7	2,98	75,6%	0,81	8,5%	0,27	32	57
	8	2,86	83,4%	0,95	9,5%	0,33	31	57
	9	4,05	86,5%	1,15	14,3%	0,28	31	56
	10	6,64	82,1%	1,20	9,2%	0,18	32	61
	11	7,15	89,9%	1,02	9,1%	0,14	29	58
	12	7,16	81,4%	1,07	10,6%	0,15	28	58
	13	6,27	79,3%	0,96	8,8%	0,15	27	58
	14	4,82	94,1%	0,74	20,6%	0,15	25	52
	15	4,36	85,2%	0,62	10,5%	0,14	31	52
MOYENNE 921250-004		4,45	84,6%	1,11	11,6%	0,28	31,2	57,3
921250-005	1	6,56	68,4%	0,94	8,0%	0,14	33	62
	2	5,31	85,8%	0,79	8,3%	0,15	30	52
	3	7,92	85,2%	2,10	13,0%	0,27	35	69

	4	5,20	84,9%	1,00	9,7%	0,19	31	55
	5	5,40	86,6%	0,85	9,0%	0,16	30	54
	6	4,79	81,2%	0,69	10,3%	0,14	26	51
	7	4,63	86,3%	0,61	7,7%	0,13	28	50
	8	8,35	79,7%	1,22	9,4%	0,15	34	62
	9	5,68	85,6%	0,80	12,9%	0,14	29	58
	10	8,04	81,3%	1,21	9,7%	0,15	35	63
	11	6,33	86,1%	0,99	8,4%	0,16	30	60
	12	6,24	79,1%	0,79	8,6%	0,13	33	55
	13	9,24	81,3%	0,98	8,9%	0,11	35	70
	14	5,97	79,6%	1,24	11,0%	0,21	30	61
	15	6,65	77,5%	1,05	10,2%	0,16	30	58
MOYENNE 921250-005		6,42	81,9%	1,02	9,7%	0,16	31,3	58,7

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019



Rapports d'analyses dans les sédiments marins

(Alpa Chimies, 2019)

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

Rapport d'analyses de GRANULOMETRIE LASER

N° Client : 6073-LRO

Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

ROUEN, le : 08/08/2019



ALPA CHIMIES MICROPOLLUANTS



Accréditation
1-6693
Portée
disponible sur
www.cofrac.fr

Rapport N°917008

Page : 1 / 4

Nos références : 2019C030081

Vos références : N°19_238 - Etude 190601B - STEU PARDIGON

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à analyse. La reproduction du rapport n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Le nombre d'annexes est indiqué en fin de rapport. L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par le symbole (*).

La responsabilité du laboratoire se limite à l'analyse et les résultats figurant sur ce rapport ne sont représentatifs que des échantillons transmis au laboratoire.

1) Traitement des échantillons

La préparation et l'analyse des échantillons sont effectuées selon le mode opératoire MOA59 (ISO 13320)

- Echantillonnage : Homogénéisation manuelle
- Prétraitement : Tamisage à 2mm
- Les échantillons bruts tamisés à 2mm sont conservés en chambre froide.

2) Dispersion

Les paramètres de dispersion utilisés pour la réalisation des analyses sont les suivants :

- Milieu de dispersion liquide à l'eau
- Mode de dispersion : mécanique (agitation)
- Dispersant chimique : hexamétaphosphate de sodium
- Dispersant mécanique : Aucun
- Vitesse maximale de la pompe : 16 l/min - Réglage de la pompe 75%.

3) Mesure de la distribution granulométrique volumétrique

Les caractéristiques techniques utilisées pour la réalisation de la diffraction laser sont précisées ci-dessous :

- Instrument : Granulomètre laser LS 13320
- Logiciel : LS 13320 sw
- Technique de mesure : Diffraction laser
- Plage de tailles réelles utilisées pour la mesure : 2µm-2mm
- Motif de diffusion : théorie de Mie
- Modèle optique : Sédiment (indice de réfraction : partie réelle : 1.57 partie imaginaire : 0.1)
- Echantillon de contrôle : Control Garnet G15

4) Résultats

L'ensemble des courbes granulométriques correspondant aux échantillons ci-dessous est repris sur les rapports informatiques fournis par le logiciel Coulter.

Rapport N°917008

Page : 2 / 4

Echantillon N° 917008-001

Référence échantillon : Sédiment station S1

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 05/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
917008-001	* Granulométrie Laser	06/08/2019	MD	06/08/2019

Echantillon N° 917008-002

Référence échantillon : Sédiment station S2

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 05/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
917008-002	* Granulométrie Laser	07/08/2019	MD	06/08/2019

Echantillon N° 917008-003

Référence échantillon : Sédiment station S3

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 05/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
917008-003	* Granulométrie Laser	07/08/2019	MD	06/08/2019

Echantillon N° 917008-004

Référence échantillon : Sédiment station S4

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 05/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
917008-004	* Granulométrie Laser	07/08/2019	MD	06/08/2019

Echantillon N° 917008-005

Référence échantillon : Sédiment station S5

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 05/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
917008-005	* Granulométrie Laser	07/08/2019	MD	06/08/2019

Rapport N°917008

Page : 3 / 4

Echantillon N° 917008-006

Référence échantillon : Sédiment station S9

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 05/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
917008-006	* Granulométrie Laser	06/08/2019	MD	06/08/2019

Echantillon N° 917008-007

Référence échantillon : Sédiment station S10

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 05/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
917008-007	* Granulométrie Laser	07/08/2019	MD	06/08/2019

Echantillon N° 917008-008

Référence échantillon : Sédiment station S11

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 05/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
917008-008	* Granulométrie Laser	07/08/2019	MD	06/08/2019

Echantillon N° 917008-009

Référence échantillon : Sédiment station S12

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 05/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
917008-009	* Granulométrie Laser	07/08/2019	MD	06/08/2019

Echantillon N° 917008-010

Référence échantillon : Sédiment station S13

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 05/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
917008-010	* Granulométrie Laser	07/08/2019	MD	06/08/2019

Rapport N°917008

Page : 4 / 4

Echantillon N° 917008-011

Référence échantillon : Sédiment station S14

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 05/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
917008-011	* Granulométrie Laser	06/08/2019	MD	06/08/2019

Echantillon N° 917008-012

Référence échantillon : Sédiment station S15

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 05/07/2019

Prelevé par :

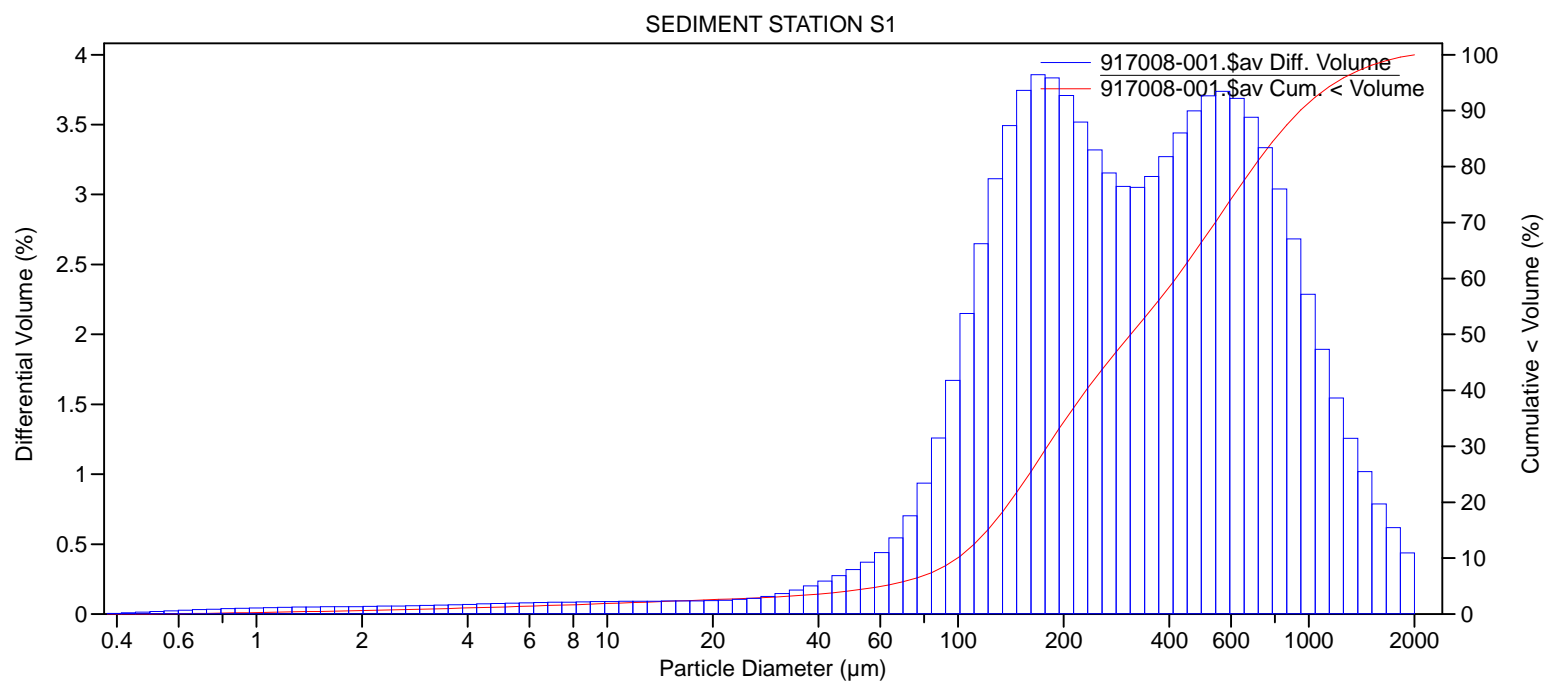
Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
917008-012	* Granulométrie Laser	07/08/2019	MD	06/08/2019

Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Le rapport comporte 4 page(s) et 12 annexe(s).

Rapport validé électroniquement par Caroline DESENCLOS, Responsable adjointe Chimie Instrumentale

ALPA CHIMIES

File name: C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-001.\$av
917008-001.\$av
File ID: 917008-001
Sample ID: SEDIMENT STATION S1
Comment 1: CREOCEAN
Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
Optical model: sédiment.rf780z
LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
Pump speed: 75
Fluid: eau de ville
Average of 2 files
917008-001_17-33_28.\$ls
917008-001_17-41_30.\$ls



Volume Statistics (Geometric) 917008-001.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2,000 μm

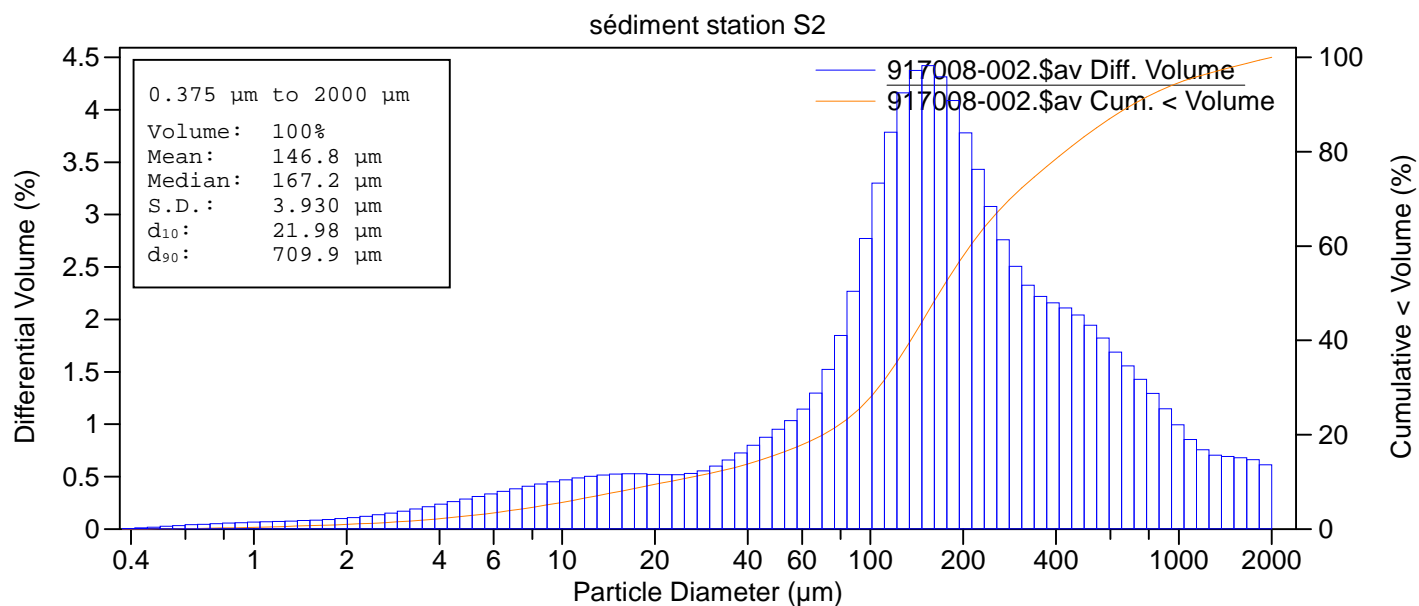
Volume:	100%	S.D.:	2.973
Mean:	285.1 μm	Variance:	8.839
Median:	310.4 μm	Skewness:	-1.604 Left skewed
D(3,3):	285.1 μm	Kurtosis:	5.521 Leptokurtic
Mode:	168.9 μm		

d₁₀: 99.35 μm d₉₀: 943.3 μm

917008-001.\$av

Particle Diameter μm	Volume % <
2	0.64
10	1.88
63	5.18
125	16.0
250	42.7
500	66.9
1,000	91.4
2,000	100

File name: C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-002.\$av
 917008-002.\$av
 File ID: 917008-002
 Sample ID: sédiment station S2
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-002_11-30_17.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-002_11-44_20.\$ls



917008-002.\$av

Particle Diameter μm	Volume % <	Volume %
2	1.01	4.67
10	5.68	3.79
20	9.47	6.41
50	15.9	2.63
63	18.5	3.79
80	22.3	2.65
90	25.0	3.01
100	28.0	8.53
125	36.5	11.5
160	48.0	0.86
163	48.8	9.05
200	57.9	8.21
250	66.1	5.32
300	71.4	7.01
400	78.4	4.98
500	83.4	4.53
630	87.9	3.87
800	91.8	1.56
900	93.4	1.21
1000	94.6	2.02
1250	96.6	1.84
1600	98.4	1.55
2000	100	



Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

7 Aug 2019

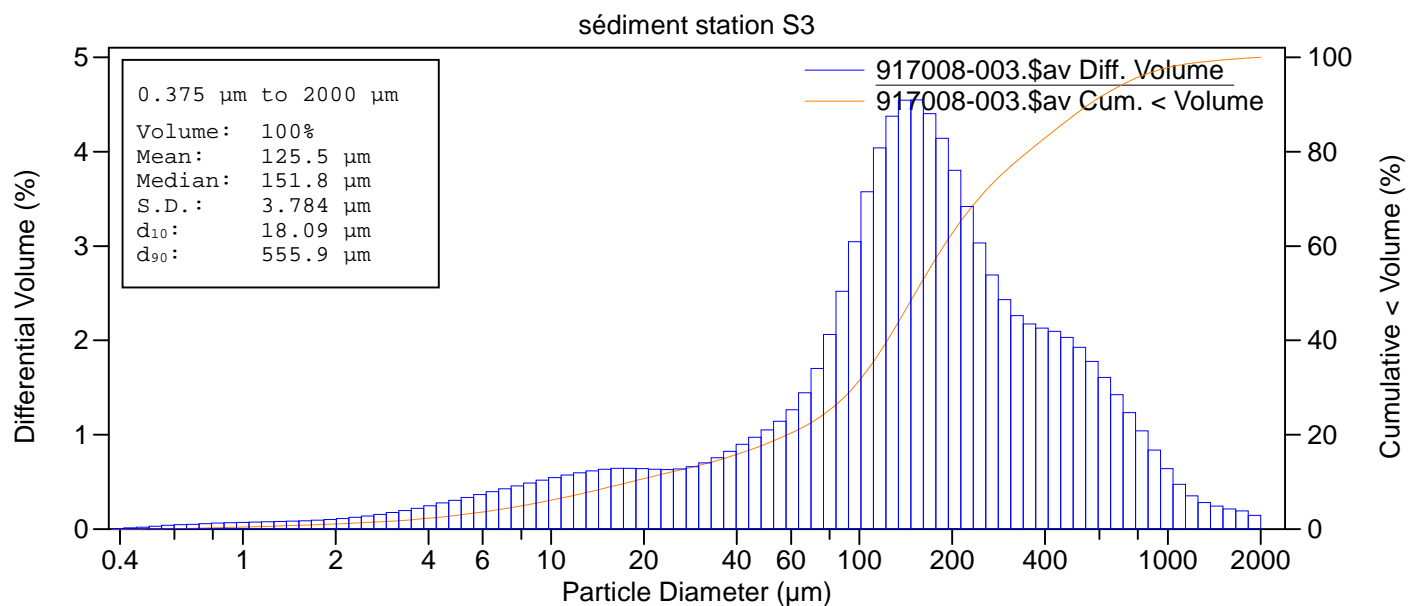
ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 917008-002.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	147.1 μm	14.07
Median:	167.3 μm	10.15
D(3,3):	147.1 μm	14.07
S.D.:	3.924	0.058
Variance:	15.40	0.458
Skewness:	-1.009	0.031
Kurtosis:	1.578	0.013
d ₁₀ :	22.24 μm	3.073
d ₉₀ :	715.1 μm	100.2

File name: C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-003.\$av
 917008-003.\$av
 File ID: 917008-003
 Sample ID: sédiment station S3
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-003_09-04_01.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-003_09-12_03.\$ls



917008-003.\$av

Particle Diameter μm	Volume % <	Volume %
2	1.08	5.06
10	6.14	4.55
20	10.7	7.43
50	18.1	2.91
63	21.0	4.23
80	25.3	2.95
90	28.2	3.32
100	31.5	9.15
125	40.7	11.9
160	52.6	0.88
163	53.5	9.19
200	62.7	8.18
250	70.9	5.20
300	76.1	6.85
400	82.9	4.95
500	87.9	4.42
630	92.3	3.47
800	95.8	1.22
900	97.0	0.84
1000	97.8	1.10
1250	98.9	0.67
1600	99.6	0.43
2000	100	



Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

7 Aug 2019

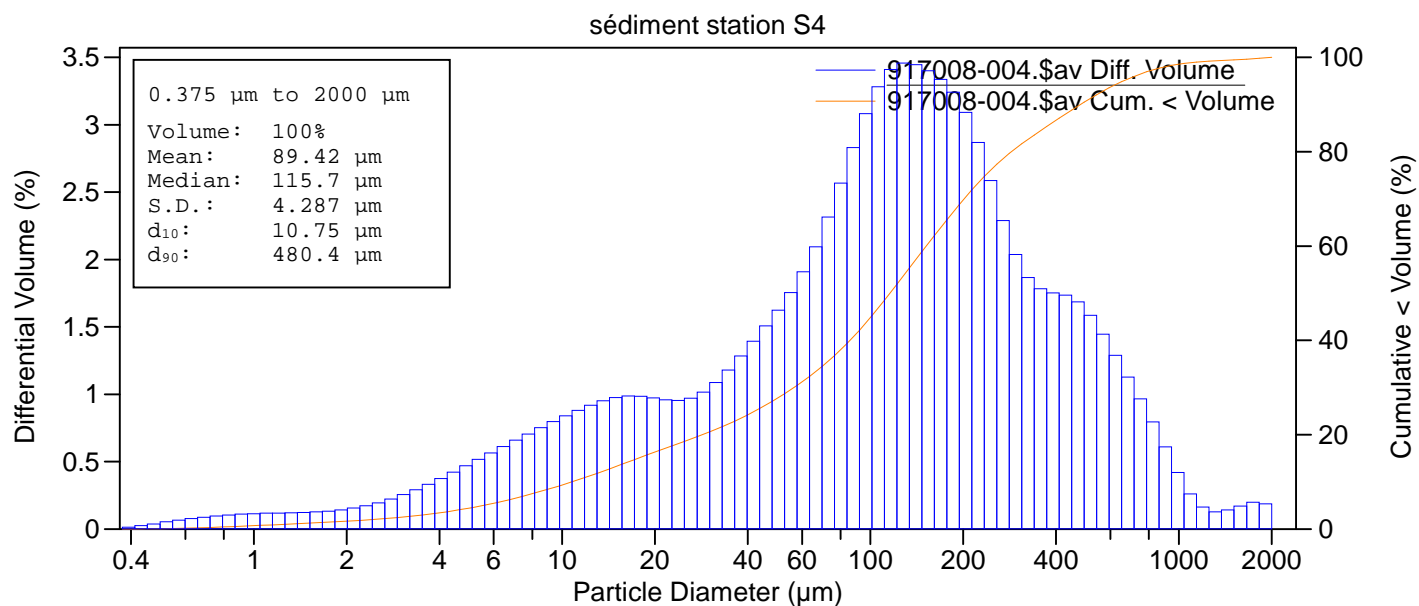
ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 917008-003.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	125.6 μm	3.940
Median:	152.1 μm	7.350
D(3,3):	125.6 μm	3.940
S.D.:	3.784	0.142
Variance:	14.33	1.071
Skewness:	-1.081	0.047
Kurtosis:	1.585	0.194
d ₁₀ :	18.11 μm	1.325
d ₉₀ :	552.5 μm	33.41

File name: C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-004.\$av
 917008-004.\$av
 File ID: 917008-004
 Sample ID: sédiment station S4
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-004_09-41_06.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-004_09-58_08.\$ls



917008-004.\$av

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	1.67	7.67
10	9.34	6.99
20	16.3	11.4
50	27.8	4.43
63	32.2	5.78
80	38.0	3.45
90	41.4	3.43
100	44.9	7.99
125	52.8	9.11
160	62.0	0.66
163	62.6	7.13
200	69.7	6.82
250	76.6	4.40
300	81.0	5.65
400	86.6	4.09
500	90.7	3.60
630	94.3	2.74
800	97.1	0.92
900	98.0	0.58
1000	98.6	0.60
1250	99.2	0.38
1600	99.5	0.45
2000	100	



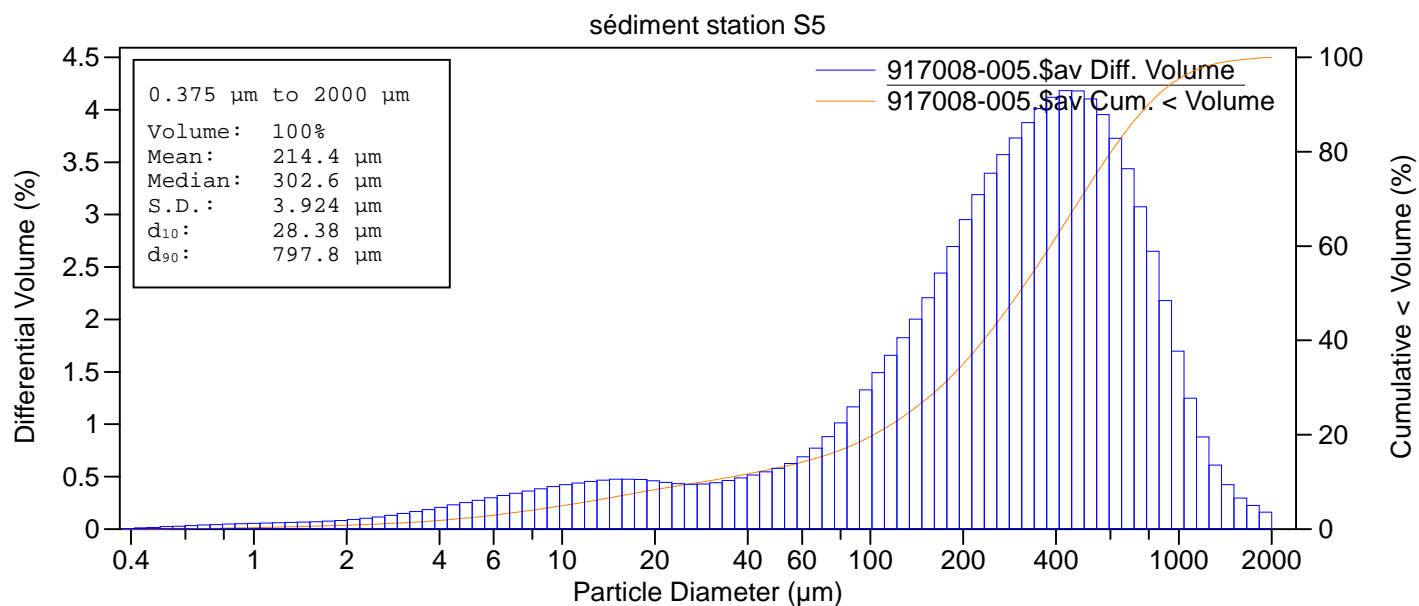
ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 917008-004.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	89.43 μm	1.450
Median:	115.7 μm	1.358
D(3,3):	89.43 μm	1.451
S.D.:	4.287	0.080
Variance:	18.38	0.684
Skewness:	-0.799	0.052
Kurtosis:	0.546	0.046
d ₁₀ :	10.75 μm	0.083
d ₉₀ :	480.9 μm	31.60

File name: C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-005.\$av
 917008-005.\$av
 File ID: 917008-005
 Sample ID: sédiment station S5
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-005_10-18_09.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-005_10-30_11.\$ls



917008-005.\$av

Particle Diameter μm	Volume % <	Volume %
2	0.83	4.11
10	4.94	3.42
20	8.36	4.63
50	13.0	1.59
63	14.6	2.19
80	16.8	1.40
90	18.2	1.46
100	19.6	3.80
125	23.4	5.37
160	28.8	0.46
163	29.3	5.75
200	35.0	7.61
250	42.6	7.03
300	49.7	12.2
400	61.9	9.99
500	71.9	9.77
630	81.6	8.44
800	90.1	3.13
900	93.2	2.19
1000	95.4	2.84
1250	98.2	1.25
1600	99.5	0.51
2000	100	



ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 917008-005.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	214.7 μm	15.52
Median:	303.2 μm	26.45
D(3,3):	214.7 μm	15.52
S.D.:	3.921	0.070
Variance:	15.37	0.553
Skewness:	-1.490	0.098
Kurtosis:	2.302	0.289
d ₁₀ :	28.68 μm	4.085
d ₉₀ :	796.6 μm	27.47

Rapport d'analyses de GRANULOMETRIE LASER

N° Client : 6073-LRO

Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

ROUEN, le : 08/08/2019



ALPA CHIMIES MICROPOLLUANTS



Accréditation
1-6693
Portée
disponible sur
www.cofrac.fr

Rapport N°916628

Page : 1 / 2

Nos références : 2019C030081

Vos références : N°19_238 - Etude 190601B

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à analyse. La reproduction du rapport n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Le nombre d'annexes est indiqué en fin de rapport. L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par le symbole (*).

La responsabilité du laboratoire se limite à l'analyse et les résultats figurant sur ce rapport ne sont représentatifs que des échantillons transmis au laboratoire.

1) Traitement des échantillons

La préparation et l'analyse des échantillons sont effectuées selon le mode opératoire MOA59 (ISO 13320)

- Echantillonnage : Homogénéisation manuelle
- Prétraitement : Tamisage à 2mm
- Les échantillons bruts tamisés à 2mm sont conservés en chambre froide.

2) Dispersion

Les paramètres de dispersion utilisés pour la réalisation des analyses sont les suivants :

- Milieu de dispersion liquide à l'eau
- Mode de dispersion : mécanique (agitation)
- Dispersant chimique : hexamétaphosphate de sodium
- Dispersant mécanique : Aucun
- Vitesse maximale de la pompe : 16 l/min - Réglage de la pompe 75%.

3) Mesure de la distribution granulométrique volumétrique

Les caractéristiques techniques utilisées pour la réalisation de la diffraction laser sont précisées ci-dessous :

- Instrument : Granulomètre laser LS 13320
- Logiciel : LS 13320 sw
- Technique de mesure : Diffraction laser
- Plage de tailles réelles utilisées pour la mesure : 2µm-2mm
- Motif de diffusion : théorie de Mie
- Modèle optique : Sédiment (indice de réfraction : partie réelle : 1.57 partie imaginaire : 0.1)
- Echantillon de contrôle : Control Garnet G15

4) Résultats

L'ensemble des courbes granulométriques correspondant aux échantillons ci-dessous est repris sur les rapports informatiques fournis par le logiciel Coulter.

Rapport N°916628

Page : 2 / 2

Echantillon N° 916628-001

Référence échantillon : Sédiment station S6

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 03/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
916628-001	* Granulométrie Laser	06/08/2019	MD	06/08/2019

Echantillon N° 916628-002

Référence échantillon : Sédiment station S7

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 03/07/2019

Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
916628-002	* Granulométrie Laser	07/08/2019	MD	06/08/2019

Echantillon N° 916628-003

Référence échantillon : Sédiment station S8

Remis par : Client

Date de remise au laboratoire : 03/07/2019

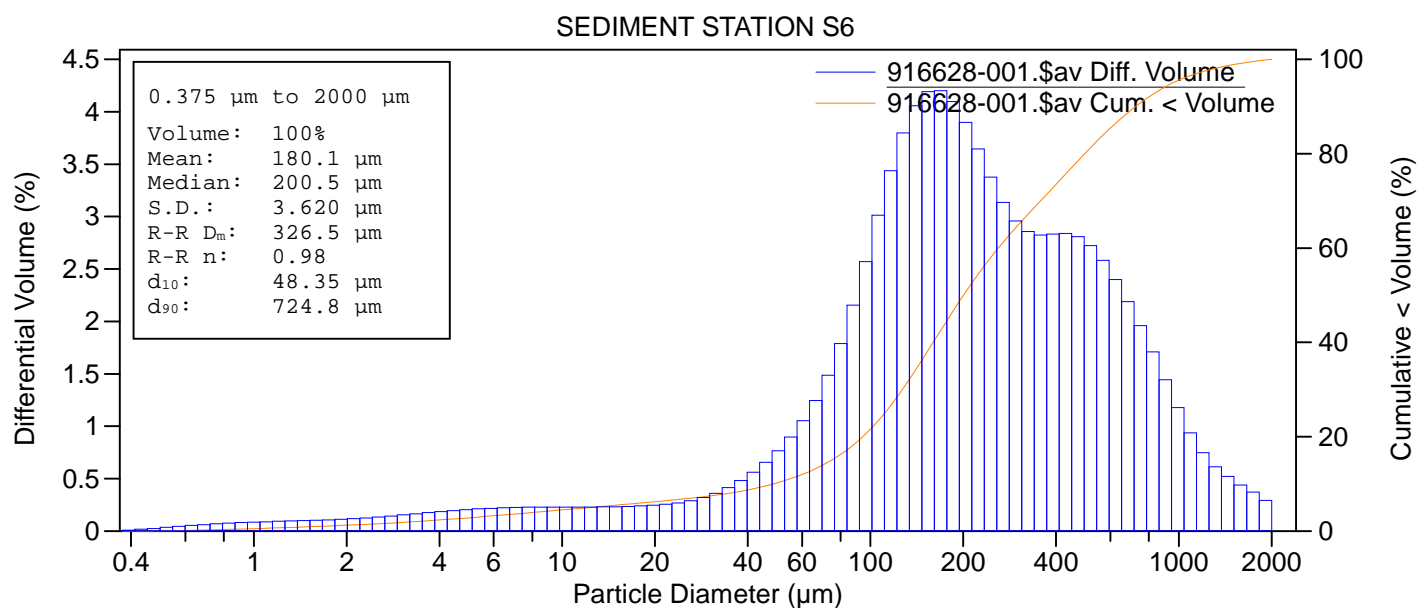
Prelevé par :

Echantillon	Paramètre	Date d'analyse	Opérateur	Date du dernier contrôle mensuel
916628-003	* Granulométrie Laser	06/08/2019	MD	06/08/2019

Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Le rapport comporte 2 page(s) et 3 annexe(s).

Rapport validé électroniquement par Caroline DESENCLOS, Responsable adjointe Chimie Instrumentale

File name: C:\LS13320\Samples\2019\916628\916628-001.\$av
 916628-001.\$av
 File ID: 916628-001
 Sample ID: SEDIMENT STATION S6
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\916628\916628-001_16-59_21.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\916628\916628-001_17-08_23.\$ls



916628-001.\$av

Particle Diameter μm	Volume % <	Volume %
2	1.26	3.23
10	4.49	1.74
20	6.23	4.04
50	10.3	2.30
63	12.6	3.67
80	16.2	2.54
90	18.8	2.81
100	21.6	7.78
125	29.4	10.7
160	40.1	0.83
163	40.9	9.00
200	49.9	8.71
250	58.6	6.08
300	64.7	8.80
400	73.5	6.76
500	80.2	6.40
630	86.6	5.39
800	92.0	2.04
900	94.1	1.48
1000	95.6	2.18
1250	97.7	1.43
1600	99.2	0.84
2000	100	



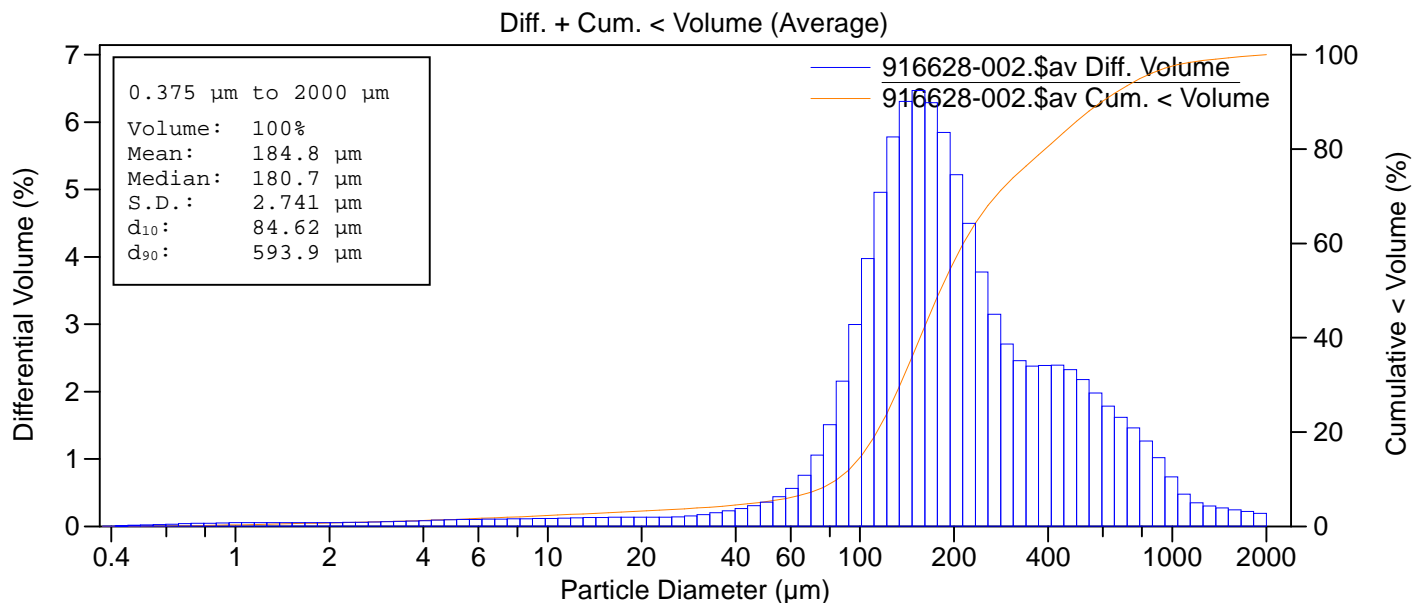
ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 916628-001.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	180.5 μm	16.25
Median:	201.9 μm	18.76
D(3,3):	180.5 μm	16.25
S.D.:	3.615	0.185
Variance:	13.09	1.340
Skewness:	-1.463	0.049
Kurtosis:	3.440	0.354
d ₁₀ :	48.38 μm	0.593
d ₉₀ :	724.0 μm	104.3

File name: C:\LS13320\Samples\2019\916628\916628-002.\$av
 916628-002.\$av
 File ID: 916628-002
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\916628\916628-002_11-03_13.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\916628\916628-002_20-27_71.\$ls



916628-002.\$av

Particle Diameter μm	Volume % <	Volume %
2	0.77	1.56
10	2.32	0.97
20	3.29	1.98
50	5.27	1.17
63	6.44	2.58
80	9.02	2.39
90	11.4	3.18
100	14.6	10.8
125	25.4	16.5
160	41.9	1.26
163	43.2	13.0
200	56.2	10.8
250	66.9	6.06
300	73.0	7.55
400	80.5	5.63
500	86.2	4.95
630	91.1	4.00
800	95.1	1.49
900	96.6	0.99
1000	97.6	1.15
1250	98.7	0.74
1600	99.5	0.52
2000	100	



Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

7 Aug 2019

ALPA CHIMIES

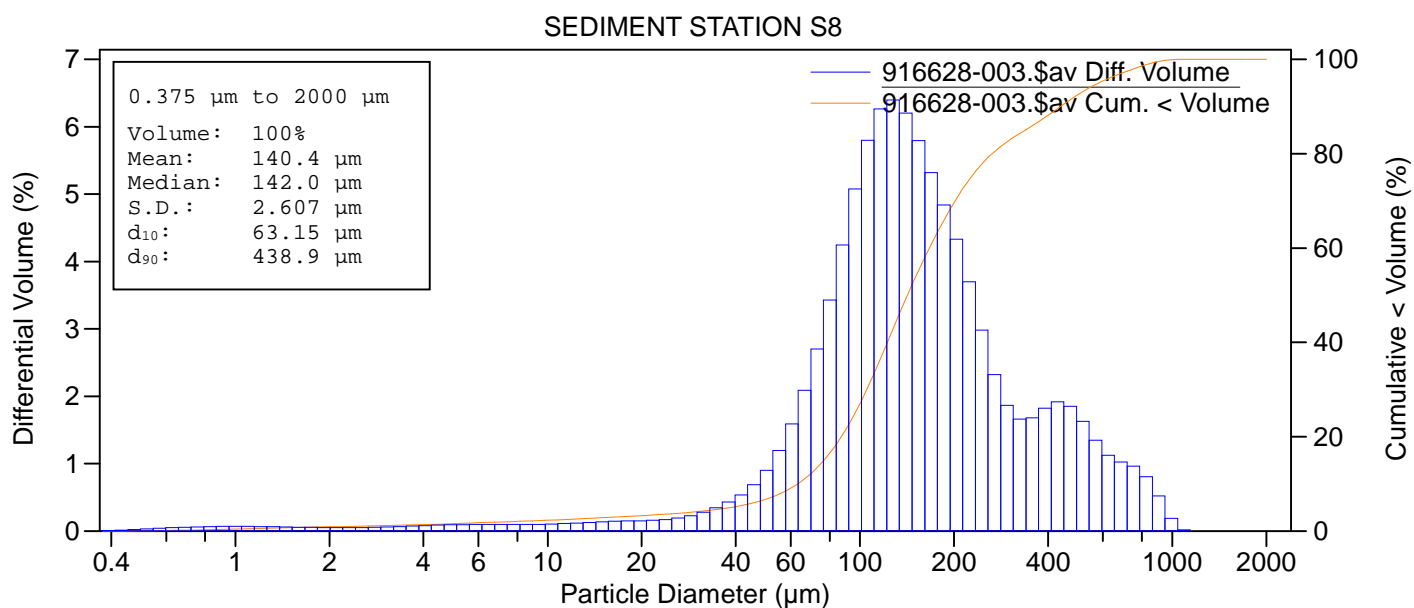
Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 916628-002.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	184.9 μm	10.05
Median:	180.9 μm	7.845
D(3,3):	184.9 μm	10.05
S.D.:	2.739	0.222
Variance:	7.527	1.217
Skewness:	-1.687	0.232
Kurtosis:	6.872	1.137
d ₁₀ :	84.63 μm	0.390
d ₉₀ :	604.7 μm	94.90

ALPA CHIMIES

File name: C:\LS13320\Samples\2019\916628\916628-003.\$av
 916628-003.\$av
 File ID: 916628-003
 Sample ID: SEDIMENT STATION S8
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\916628\916628-003_08-12_74.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\916628\916628-003_17-25_26.\$ls



916628-003.\$av

Particle Diameter μm	Volume % <	Volume %
2	0.93	1.39
10	2.31	0.98
20	3.29	3.49
50	6.78	3.17
63	9.96	6.55
80	16.5	4.95
90	21.5	5.54
100	27.0	14.4
125	41.4	16.2
160	57.6	1.09
163	58.7	10.9
200	69.6	8.79
250	78.3	4.44
300	82.8	5.34
400	88.1	4.46
500	92.6	3.44
630	96.0	2.57
800	98.6	0.90
900	99.5	0.41
1000	99.9	0.10
1250	100	0
1600	100	0
2000	100	



ALPA CHIMIES

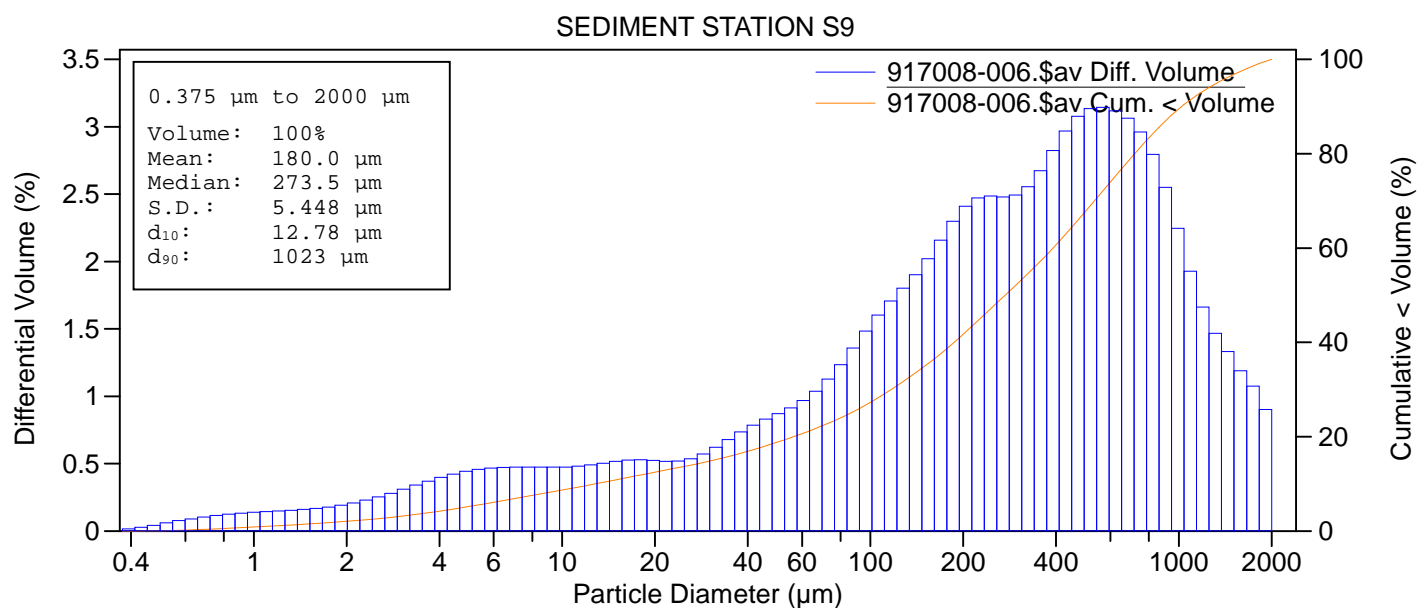
Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 916628-003.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	140.4 μm	1.457
Median:	142.0 μm	1.222
D(3,3):	140.4 μm	1.455
S.D.:	2.607	0.022
Variance:	6.796	0.113
Skewness:	-1.759	0.046
Kurtosis:	7.453	0.270
d ₁₀ :	63.11 μm	1.281
d ₉₀ :	438.8 μm	2.657

ALPA CHIMIES

File name: C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-006.\$av
 File ID: 917008-006
 Sample ID: SEDIMENT STATION S9
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-006_18-49_47.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-006_18-58_49.\$ls



917008-006.\$av

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	2.07	6.66
10	8.73	3.76
20	12.5	6.39
50	18.9	2.30
63	21.2	2.83
80	24.0	1.66
90	25.7	1.65
100	27.3	3.97
125	31.3	5.08
160	36.4	0.42
163	36.8	4.94
200	41.7	5.88
250	47.6	4.85
300	52.5	8.18
400	60.6	7.20
500	67.8	7.75
630	75.6	7.73
800	83.3	3.41
900	86.7	2.71
1000	89.4	4.52
1250	94.0	3.58
1600	97.5	2.46
2000	100	



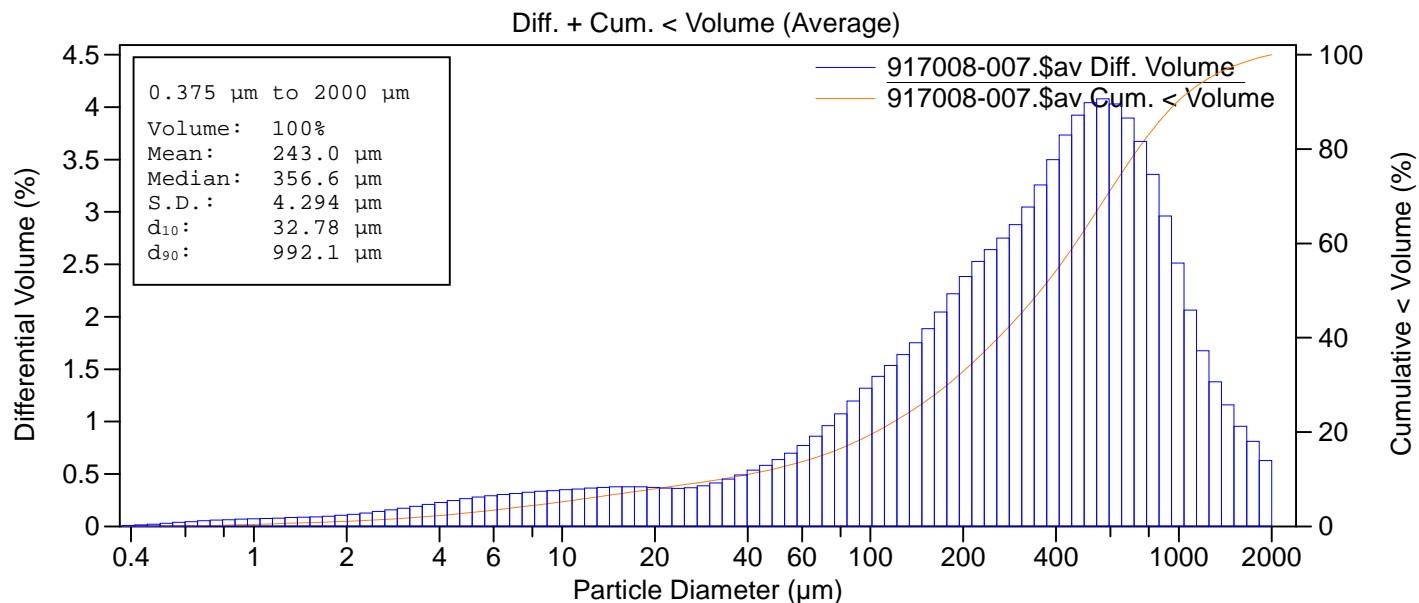
ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 917008-006.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	180.3 μm	14.13
Median:	273.7 μm	21.86
D(3,3):	180.3 μm	14.13
S.D.:	5.443	0.080
Variance:	29.63	0.874
Skewness:	-1.145	0.042
Kurtosis:	0.875	0.169
d ₁₀ :	12.88 μm	1.706
d ₉₀ :	1027 μm	71.26

File name: C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-007.\$av
 917008-007.\$av
 File ID: 917008-007
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-007_17-08_31.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-007_19-12_52.\$ls



917008-007.\$av

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	1.11	4.14
10	5.25	2.75
20	7.99	4.39
50	12.4	1.77
63	14.1	2.39
80	16.5	1.45
90	18.0	1.46
100	19.5	3.57
125	23.0	4.69
160	27.7	0.39
163	28.1	4.75
200	32.9	6.03
250	38.9	5.42
300	44.3	9.89
400	54.2	9.11
500	63.3	10.0
630	73.3	9.73
800	83.1	4.05
900	87.1	3.09
1000	90.2	4.78
1250	95.0	3.18
1600	98.2	1.83
2000	100	



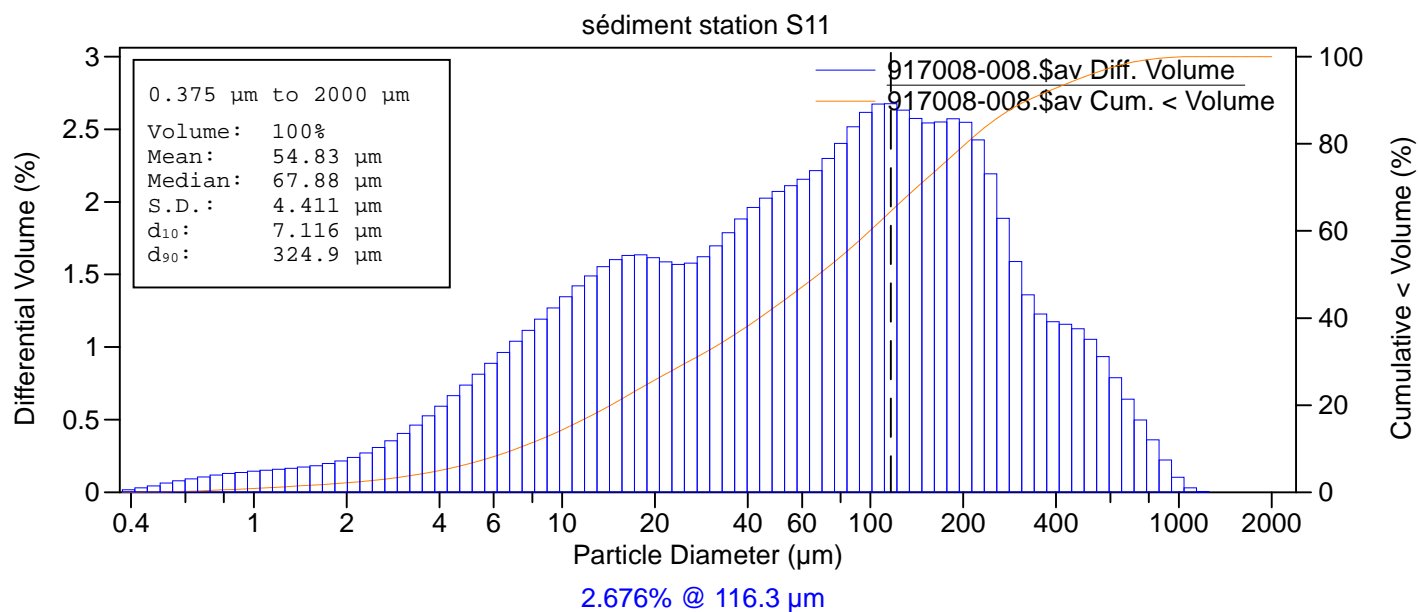
ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 917008-007.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	243.1 μm	9.517
Median:	356.2 μm	6.595
D(3,3):	243.1 μm	9.516
S.D.:	4.297	0.504
Variance:	18.59	4.328
Skewness:	-1.470	0.059
Kurtosis:	2.230	0.258
d ₁₀ :	33.02 μm	6.387
d ₉₀ :	996.8 μm	106.2

File name: C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-008.\$av
 917008-008.\$av
 File ID: 917008-008
 Sample ID: sédiment station S11
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-008_16-47_27.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-008_16-55_29.\$ls



917008-008.\$av

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	2.20	12.1
10	14.3	11.4
20	25.7	17.2
50	43.0	5.27
63	48.2	5.82
80	54.1	3.13
90	57.2	2.94
100	60.1	6.37
125	66.5	6.84
160	73.3	0.50
163	73.8	5.60
200	79.4	5.73
250	85.2	3.59
300	88.8	4.01
400	92.8	2.73
500	95.5	2.33
630	97.8	1.51
800	99.3	0.40
900	99.7	0.19
1000	99.9	0.080
1250	100	0.00042
1600	100	0
2000	100	



Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

7 Aug 2019

ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 917008-008.\$av

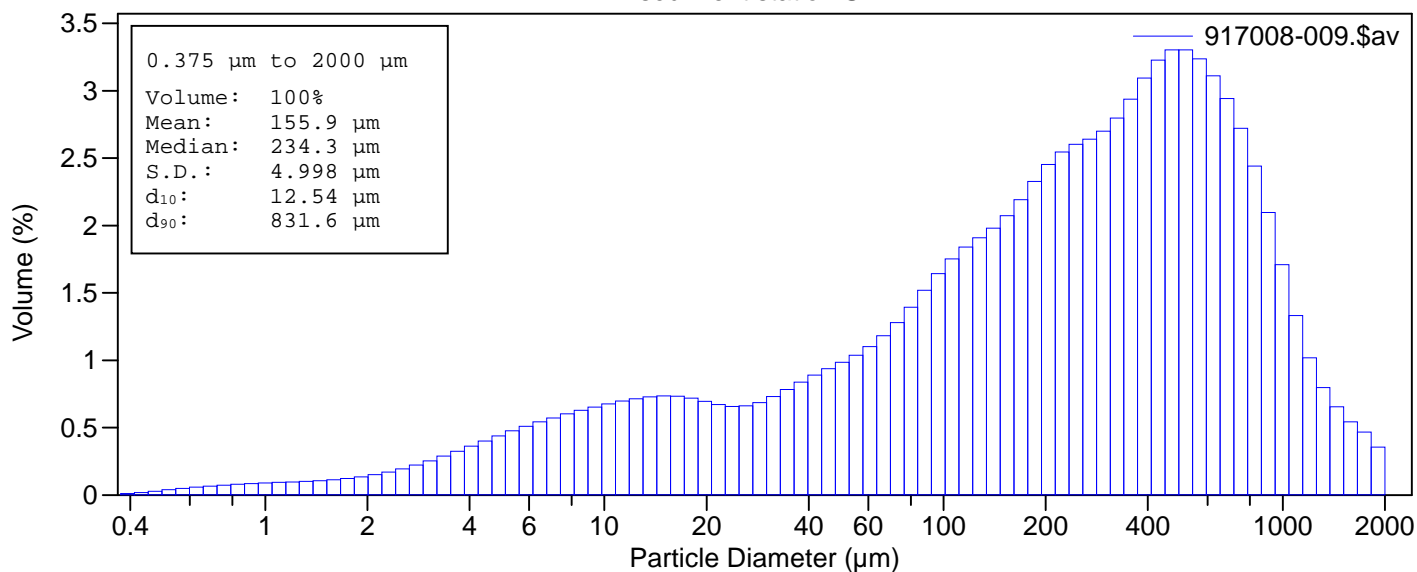
Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	54.84 μm	1.320
Median:	67.90 μm	1.581
D(3,3):	54.84 μm	1.320
S.D.:	4.410	0.034
Variance:	19.45	0.304
Skewness:	-0.500	0.0080
Kurtosis:	-0.226	0.027
d ₁₀ :	7.117 μm	0.084
d ₉₀ :	324.3 μm	16.33

ALPA CHIMIES

File name: C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-009.\$av
 917008-009.\$av
 File ID: 917008-009
 Sample ID: sédiment station S12
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-009_17-34_35.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-009_17-54_40.\$ls

sédiment station S12



917008-009.\$av

Particle Diameter μm	Volume % <	Volume %
2	1.37	6.94
10	8.31	5.31
20	13.6	7.56
50	21.2	2.61
63	23.8	3.21
80	27.0	1.86
90	28.9	1.83
100	30.7	4.30
125	35.0	5.29
160	40.3	0.42
163	40.7	5.01
200	45.7	6.07
250	51.8	5.19
300	57.0	8.96
400	65.9	7.78
500	73.7	7.98
630	81.7	7.31
800	89.0	2.92
900	91.9	2.15
1000	94.1	3.07
1250	97.1	1.82
1600	99.0	1.04
2000	100	



Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

7 Aug 2019

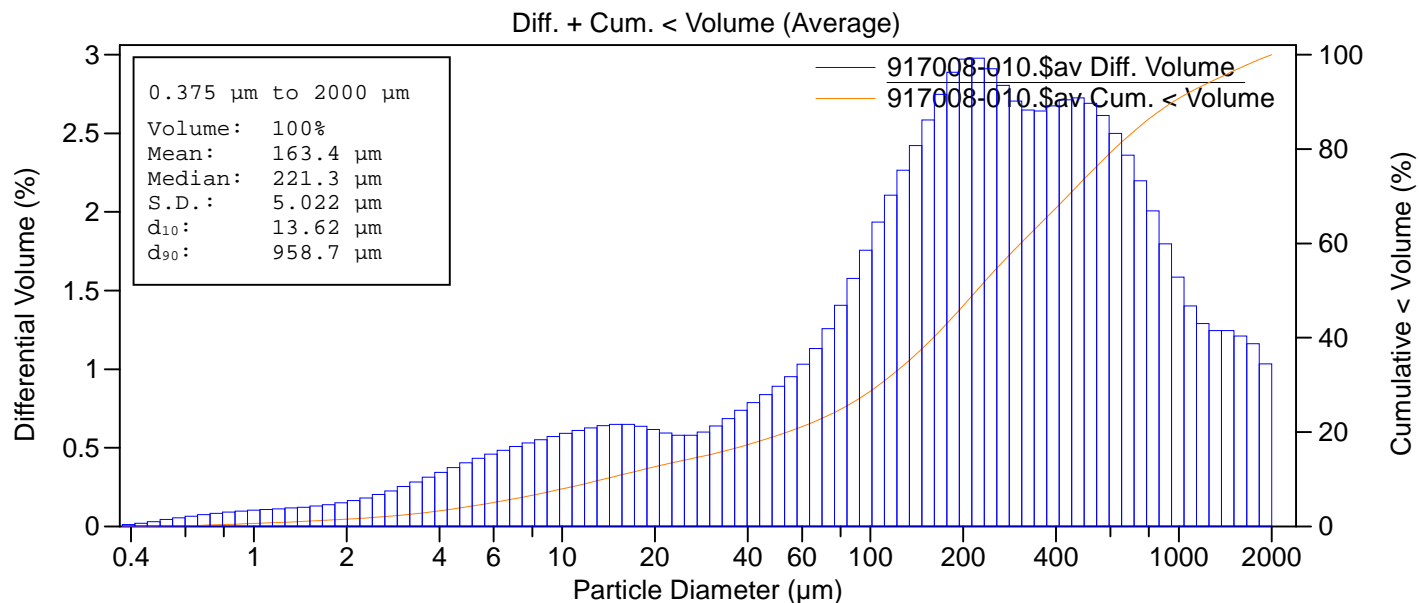
ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 917008-009.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	155.9 μm	3.857
Median:	234.4 μm	0.811
D(3,3):	155.9 μm	3.857
S.D.:	4.997	0.015
Variance:	24.97	0.154
Skewness:	-1.006	0.012
Kurtosis:	0.486	0.036
d ₁₀ :	12.55 μm	0.423
d ₉₀ :	832.6 μm	41.80

File name: C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-010.\$av
 917008-010.\$av
 File ID: 917008-010
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-010_18-07_42.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-010_18-30_01.\$ls



917008-010.\$av

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	1.55	6.41
10	7.96	4.67
20	12.6	6.67
50	19.3	2.41
63	21.7	3.14
80	24.9	1.91
90	26.8	1.95
100	28.7	4.86
125	33.6	6.46
160	40.0	0.53
163	40.6	6.22
200	46.8	7.07
250	53.9	5.45
300	59.3	8.21
400	67.5	6.50
500	74.0	6.46
630	80.5	5.89
800	86.4	2.44
900	88.8	1.91
1000	90.7	3.34
1250	94.0	3.27
1600	97.3	2.68
2000	100	



Beckman Coulter LS Particle Size Analyzer

8 Aug 2019

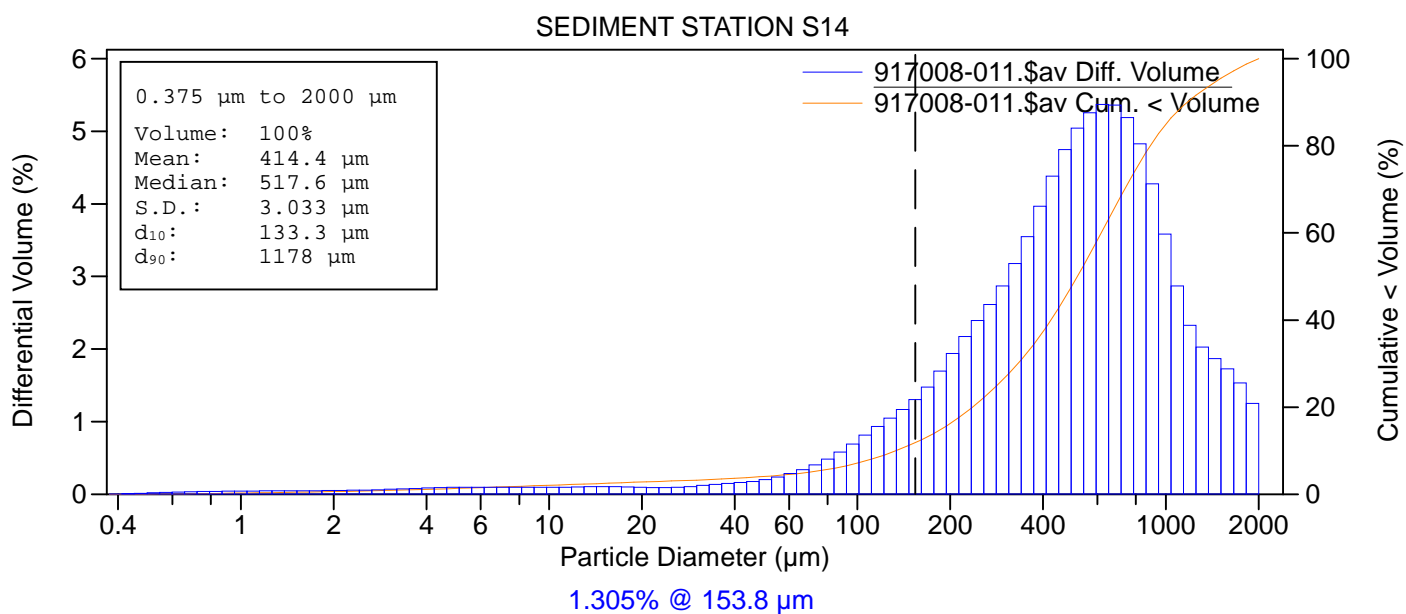
ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 917008-010.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	163.4 μm	4.909
Median:	221.6 μm	8.121
D(3,3):	163.4 μm	4.909
S.D.:	5.023	0.326
Variance:	25.28	3.278
Skewness:	-0.999	0.069
Kurtosis:	0.713	0.116
d ₁₀ :	13.56 μm	0.982
d ₉₀ :	959.4 μm	81.66

File name: C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-011.\$av
 917008-011.\$av
 File ID: 917008-011
 Sample ID: SEDIMENT STATION S14
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-011_20-11_67.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-011_20-19_69.\$ls



917008-011.\$av

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	0.64	1.44
10	2.07	0.76
20	2.83	1.27
50	4.10	0.61
63	4.71	1.00
80	5.71	0.69
90	6.39	0.76
100	7.15	2.11
125	9.26	3.14
160	12.4	0.28
163	12.7	3.59
200	16.3	5.19
250	21.5	5.21
300	26.7	10.7
400	37.3	10.8
500	48.2	12.9
630	61.0	13.5
800	74.5	5.83
900	80.4	4.44
1000	84.8	6.69
1250	91.5	5.03
1600	96.5	3.48
2000	100	



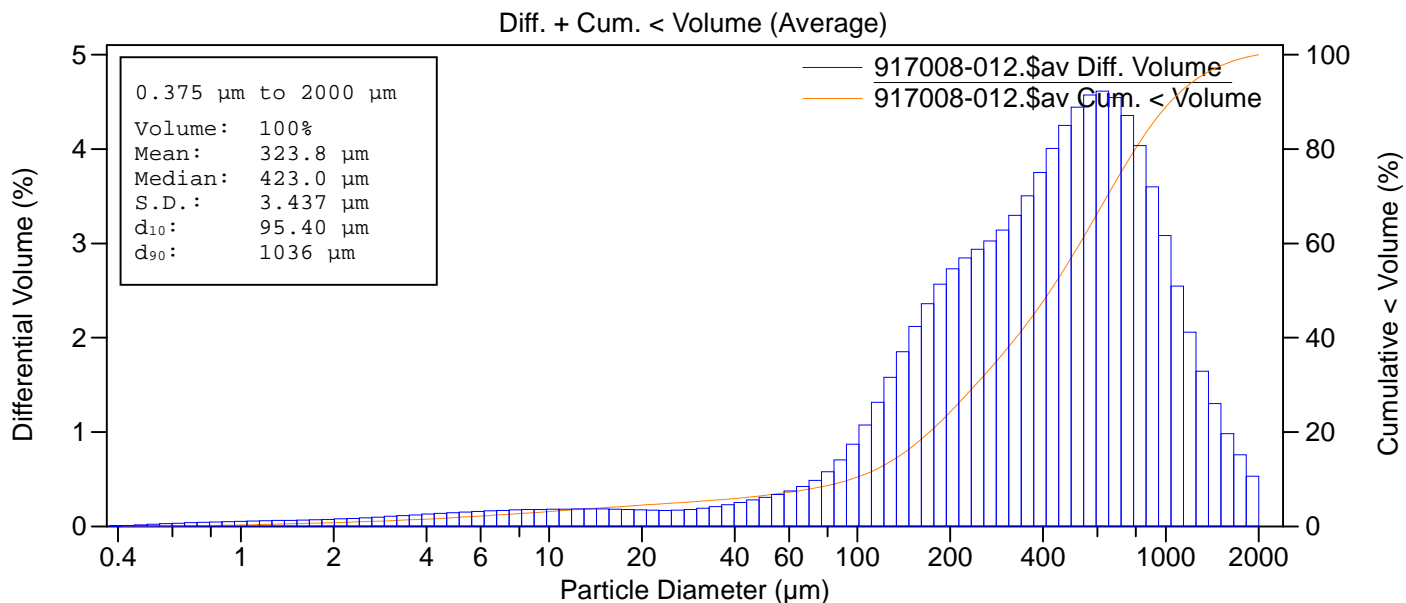
ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 917008-011.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	414.4 μm	2.053
Median:	517.6 μm	4.503
D(3,3):	414.4 μm	2.042
S.D.:	3.033	0.036
Variance:	9.198	0.220
Skewness:	-2.293	0.098
Kurtosis:	8.019	0.480
d ₁₀ :	133.5 μm	3.451
d ₉₀ :	1177 μm	13.16

File name: C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-012.\$av
 917008-012.\$av
 File ID: 917008-012
 Comment 1: CREOCEAN
 Comment 2: prise d'essai de l'échantillon 10g(+/-1g)
 Optical model: sédiment.rf780z
 LS 13 320 SW Aqueous Liquid Module
 Fluid: eau de ville
 Average of 2 files
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-012_18-40_03.\$ls
 C:\LS13320\Samples\2019\917008\917008-012_18-50_06.\$ls



917008-012.\$av

Particle Diameter µm	Volume % <	Volume %
2	0.81	2.35
10	3.16	1.36
20	4.52	2.07
50	6.60	0.86
63	7.46	1.22
80	8.67	0.83
90	9.50	0.94
100	10.4	2.92
125	13.4	4.96
160	18.3	0.45
163	18.8	5.49
200	24.3	6.79
250	31.1	5.96
300	37.0	10.7
400	47.7	9.83
500	57.5	11.2
630	68.7	11.4
800	80.1	4.89
900	85.0	3.78
1000	88.8	5.89
1250	94.7	3.62
1600	98.3	1.69
2000	100	



ALPA CHIMIES

Volume Statistics (Geometric) Average of 2 files 917008-012.\$av

Calculations from 0.375 μm to 2000 μm

	Mean	S.D.
Mean:	324.1 μm	20.95
Median:	424.4 μm	41.12
D(3,3):	324.1 μm	20.95
S.D.:	3.434	0.133
Variance:	11.80	0.915
Skewness:	-1.977	0.024
Kurtosis:	5.339	0.327
d ₁₀ :	95.34 μm	1.870
d ₉₀ :	1036 μm	95.44

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 1 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Nos références : 2019C030081

Vos références : N°19_238 - Etude 190601B - STEU
PARDIGON

Remplace le rapport partiel du : 15/10/2019

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à analyse. La reproduction du rapport n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.
Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Le rapport comporte 26 page(s) et 1 annexe(s).
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par le symbole (*).

Echantillon N° : 917008-001

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 05/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 05/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S1

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.52 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	30900	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	67.1 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	9.31	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.26 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	96.1	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	15	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	94.9 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	285	µm
(b) * d10	ISO 13320	99.4	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	310	µm
(b) * d90	ISO 13320	943	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	0.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	1.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	2.570 %	
(b) * Fraction inférieure à 50µm	ISO 13320	4.220 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	5.2 %	
(b) * Fraction entre 63µm et 163µm	ISO 13320	20.75 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	16.0 %	
(b) * Fraction inférieure à 163µm	ISO 13320	25.90 %	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 2 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Fraction entre 163µm et 250µm	ISO 13320	16.79 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	34.30 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	42.7 %	
(b) * Fraction entre 250µm et 500µm	ISO 13320	24.81 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	66.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	91.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02 mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	2.53 %	
(b) * Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	23 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	1.03 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	2680 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	10 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	25 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<5.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphthène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	28.3 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	13.7 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 3 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) * Pyrène	XP X 33-012	9.77 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	3.63 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	2.17 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	3.27 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	3.07 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	3.06 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 4 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-002

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 05/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 05/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S2

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.59 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	30600	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	68.4 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	6.25	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.12 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	94.0	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	94.4 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	147	µm
(b) * d10	ISO 13320	22.0	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	167	µm
(b) * d90	ISO 13320	710	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	1.0 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	5.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	9.5 %	
(b) * Fraction inférieure à 50 µm	ISO 13320	15.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	18.5 %	
(b) * Fraction entre 63 µm et 163 µm	ISO 13320	30.34 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	36.5 %	
(b) * Fraction inférieure à 163 µm	ISO 13320	48.8 %	
(b) * Fraction entre 163 µm et 250 µm	ISO 13320	17.25 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	57.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	66.1 %	
(b) * Fraction entre 250 µm et 500 µm	ISO 13320	17.31 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	83.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	94.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02	mg/kg/sec

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 5 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-002

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	2.98 %	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	22 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	1.11 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	2810 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	12 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	28 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<5.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	40.3 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	22.0 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	16.9 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	5.72 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	4.38 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	4.70 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	3.47 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	6.58 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	5.57 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	5.15 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 6 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-003

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 05/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 05/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S3

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.46 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	29100	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	68.6 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	11.2	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	<0.05 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	205	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	93.2 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	126	µm
(b) * d10	ISO 13320	18.1	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	152	µm
(b) * d90	ISO 13320	556	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	1.1 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	6.1 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	10.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 50 µm	ISO 13320	18.1 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	21.0 %	
(b) * Fraction entre 63 µm et 163 µm	ISO 13320	32.43 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	40.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 163 µm	ISO 13320	53.5 %	
(b) * Fraction entre 163 µm et 250 µm	ISO 13320	17.37 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	62.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	70.9 %	
(b) * Fraction entre 250 µm et 500 µm	ISO 13320	17.00 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	87.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	97.8 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	0.03	mg/kg/sec

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 7 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-003

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	3.00 %	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	22 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	1.11 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	2610 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	10 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	27 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<5.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.00 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	30.6 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	13.7 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	12.2 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	4.08 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	4.40 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	2.79 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	2.21 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	3.85 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	3.43 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	3.51 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 8 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-004

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 05/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 05/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S4

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.68 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	37400	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	66.2 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	7.19	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	<0.05 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	85.7	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	92.4 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	89.4	µm
(b) * d10	ISO 13320	10.7	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	116	µm
(b) * d90	ISO 13320	480	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	1.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	9.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	16.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 50µm	ISO 13320	27.8 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	32.2 %	
(b) * Fraction entre 63µm et 163µm	ISO 13320	30.42 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	52.8 %	
(b) * Fraction inférieure à 163µm	ISO 13320	62.6 %	
(b) * Fraction entre 163µm et 250µm	ISO 13320	13.95 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	69.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	76.6 %	
(b) * Fraction entre 250µm et 500µm	ISO 13320	14.14 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	90.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	98.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02	mg/kg/sec

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 9 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-004

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	2.80 %	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	25 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	1.33 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	2990 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	12 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	30 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<5.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.00 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	32.0 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	33.6 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	24.0 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	11.8 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	13.7 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	7.46 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	6.46 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	11.2 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	9.03 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	8.75 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 10 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-005

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 05/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 05/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S5

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.59 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	43100	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	62.3 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	31.6	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.07 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	89.4	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	91.1 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	214	µm
(b) * d10	ISO 13320	28.4	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	303	µm
(b) * d90	ISO 13320	798	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	0.8 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	4.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	8.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 50 µm	ISO 13320	13.0 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	14.6 %	
(b) * Fraction entre 63 µm et 163 µm	ISO 13320	14.68 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	23.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 163 µm	ISO 13320	29.3 %	
(b) * Fraction entre 163 µm et 250 µm	ISO 13320	13.36 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	35.0 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	42.6 %	
(b) * Fraction entre 250 µm et 500 µm	ISO 13320	29.22 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	71.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	95.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02	mg/kg/sec

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 11 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-005

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	1.67%	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	21 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	1.19%	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	3630 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	13 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	28 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<5.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphthène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.00 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	62.6 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	17.2 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	11.3 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	1.21 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	3.13 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°916628

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 1 / 9

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Nos références : 2019C030081

Vos références : N°19_238 - Etude 190601B

Remplace le rapport partiel du : 15/10/2019

Le rapport d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à analyse. La reproduction du rapport n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.
Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire. Le rapport comporte 9 page(s) et 1 annexe(s).
L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par le symbole (*).

Echantillon N° : 916628-001

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 03/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 03/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S6

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.55 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	32000	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	68.5 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	31.7	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.09 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	103	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	93.0 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	180	µm
(b) * d10	ISO 13320	48.4	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	201	µm
(b) * d90	ISO 13320	725	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	1.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	4.5 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	6.2 %	
(b) * Fraction inférieure à 50µm	ISO 13320	10.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	12.6 %	
(b) * Fraction entre 63µm et 163µm	ISO 13320	9.498 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	29.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 163µm	ISO 13320	40.9 %	
(b) * Fraction entre 163µm et 250µm	ISO 13320	3.252 %	

Rapport d'analyse N°916628

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 2 / 9

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 916628-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	49.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	58.6 %	
(b) * Fraction entre 250µm et 500µm	ISO 13320	2.294 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	80.2 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	95.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	0.02mg/kg/sec	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	2.82 %	
(b) * Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	22 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	1.08 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	2930 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	14 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	30 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) * PCB 101	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 118	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 138	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 153	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 180	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 28	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 52	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<5.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphthène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	55.6 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	28.1 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	22.8 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°916628

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 3 / 9

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 916628-001

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	10.1 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	11.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	8.40 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	6.35 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	11.6 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	10.0 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	9.55 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50.0 µg/kg/sec	
Observation(s) : Analyse des détergents non ioniques sous traitée.			

Rapport d'analyse N°916628

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 4 / 9

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 916628-002

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 03/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 03/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S7

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.18 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	23200	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	64.2 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	10.6	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.06 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	86.0	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	97.3 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	185	µm
(b) * d10	ISO 13320	84.6	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	181	µm
(b) * d90	ISO 13320	594	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	0.8 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	2.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	3.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 50µm	ISO 13320	5.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	6.4 %	
(b) * Fraction entre 63µm et 163µm	ISO 13320	36.71 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	25.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 163µm	ISO 13320	43.2 %	
(b) * Fraction entre 163µm et 250µm	ISO 13320	23.76 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	56.2 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	66.9 %	
(b) * Fraction entre 250µm et 500µm	ISO 13320	19.25 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	86.2 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	97.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02	mg/kg/sec

Rapport d'analyse N°916628

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 5 / 9

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 916628-002

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	3.08 %	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	21 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	0.858 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	1830 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	7 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	22 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) * PCB 101	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 118	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 138	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 153	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 180	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 28	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<5.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphthène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	32.5 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	7.46 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	10.8 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	<1.0 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Observation(s) : Analyse des détergents non ioniques sous traitée.

Rapport d'analyse N°916628

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 6 / 9

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 916628-002

Rapport d'analyse N°916628

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 7 / 9

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 916628-003

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 03/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 03/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S8

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.42 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	31700	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	64.0 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	9.74	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.09 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	165	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	97.8 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	140	µm
(b) * d10	ISO 13320	63.2	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	142	µm
(b) * d90	ISO 13320	439	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	0.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	2.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	3.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 50 µm	ISO 13320	6.8 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	10.0 %	
(b) * Fraction entre 63 µm et 163 µm	ISO 13320	48.73 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	41.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 163 µm	ISO 13320	58.7 %	
(b) * Fraction entre 163 µm et 250 µm	ISO 13320	19.69 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	69.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	78.3 %	
(b) * Fraction entre 250 µm et 500 µm	ISO 13320	11.24 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	92.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	99.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02	mg/kg/sec

Rapport d'analyse N°916628

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 8 / 9

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 916628-003

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	4.92 %	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	37 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	2.01 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	2640 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	7 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	47 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) * PCB 101	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 118	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 138	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 153	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 180	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) * PCB 28	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.20 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<5.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphthène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	31.8 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	6.74 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	1.10 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Observation(s) : Analyse des détergents non ioniques sous traitée.

Rapport d'analyse N°916628

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 9 / 9

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 916628-003

- (a) : Analyse réalisée par ALPA CHIMIES HYDROLOGIE (portée d'accréditation N°1-6695)
(b) : Analyse réalisée en sous-traitance par ALPA CHIMIES MICROPOLLUANTS (portée d'accréditation N°1-6693)
(c) : Analyse réalisée en sous-traitance par un laboratoire partenaire

Rapport approuvé par Laurence DOROBISZ Chargée validation technique



Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 12 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-006

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 05/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 05/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S9

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	1.10 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	46700	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	59.5 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	6.20	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.09 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	85.6	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	88.0 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	180	µm
(b) * d10	ISO 13320	12.8	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	274	µm
(b) * d90	ISO 13320	1020	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	2.1 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	8.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	12.5 %	
(b) * Fraction inférieure à 50 µm	ISO 13320	18.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	21.2 %	
(b) * Fraction entre 63 µm et 163 µm	ISO 13320	15.61 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	31.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 163 µm	ISO 13320	36.8 %	
(b) * Fraction entre 163 µm et 250 µm	ISO 13320	10.82 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	41.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	47.6 %	
(b) * Fraction entre 250 µm et 500 µm	ISO 13320	20.24 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	67.8 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	89.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	0.08	mg/kg/sec

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 13 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-006

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	1.67%	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	23 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	6 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	0.977%	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	3560 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	15 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	32 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<10 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	46.9 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	25.7 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	17.1 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	7.77 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	8.84 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	3.00 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	3.62 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	7.14 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	5.95 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	7.42 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 14 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-007

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 05/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 05/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S10

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	1.46 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	49000	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	59.5 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	19.4	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.11 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	84.6	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	89.7 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	243	µm
(b) * d10	ISO 13320	32.8	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	357	µm
(b) * d90	ISO 13320	992	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	1.1 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	5.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	8.0 %	
(b) * Fraction inférieure à 50µm	ISO 13320	12.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	14.1 %	
(b) * Fraction entre 63µm et 163µm	ISO 13320	13.95 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	23.0 %	
(b) * Fraction inférieure à 163µm	ISO 13320	28.1 %	
(b) * Fraction entre 163µm et 250µm	ISO 13320	10.78 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	32.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	38.9 %	
(b) * Fraction entre 250µm et 500µm	ISO 13320	24.42 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	63.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	90.2 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	0.03	mg/kg/sec

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 15 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-007

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	2.22 %	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	30 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	7 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	1.21 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	3520 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	20 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	42 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<5.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	48.6 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	40.4 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	30.0 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	17.4 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	17.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	11.2 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	9.37 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	16.1 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	16.0 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	18.2 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 16 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-008

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 05/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 05/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S11

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	1.33 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	50300	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	61.6 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	11.1	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.11 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	90.0	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	82.8 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	54.8	µm
(b) * d10	ISO 13320	7.1	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	67.9	µm
(b) * d90	ISO 13320	325	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	2.2 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	14.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	25.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 50µm	ISO 13320	43.0 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	48.2 %	
(b) * Fraction entre 63µm et 163µm	ISO 13320	25.60 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	66.5 %	
(b) * Fraction inférieure à 163µm	ISO 13320	73.8 %	
(b) * Fraction entre 163µm et 250µm	ISO 13320	11.33 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	79.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	85.2 %	
(b) * Fraction entre 250µm et 500µm	ISO 13320	10.33 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	95.5 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	99.9 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	0.03	mg/kg/sec

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 17 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-008

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	2.03 %	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	30 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	8 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	1.22 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	3790 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	17 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	41 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<8.6 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	83.3 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	22.7 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	16.6 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	2.58 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	3.82 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	4.57 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	2.96 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	4.62 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	6.21 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	6.30 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 18 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-009

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 05/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 05/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S12

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.89 % m/m/sec	
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	43000mg/kg	
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	61.9 % m/m	
(a) Ammonium	Méth. interne	6.99mg/kg/brut	
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.07 % m/m/sec	
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	94.7mg(NO3)/kg/brut	
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0mg(NO2)/kg/brut	
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0mg(PO4)/kg	
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5mg/kg/brut	
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30mg/kg	
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10mg/kg/brut	
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	95.3 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	156µm	
(b) * d10	ISO 13320	12.5µm	
(b) * d50	ISO 13320	/%	
(b) * d50	ISO 13320	234µm	
(b) * d90	ISO 13320	832µm	
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	1.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	8.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	13.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 50µm	ISO 13320	21.2 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	23.8 %	
(b) * Fraction entre 63µm et 163µm	ISO 13320	16.91 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	35.0 %	
(b) * Fraction inférieure à 163µm	ISO 13320	40.7 %	
(b) * Fraction entre 163µm et 250µm	ISO 13320	11.07 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	45.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	51.8 %	
(b) * Fraction entre 250µm et 500µm	ISO 13320	21.30 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	73.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	94.1 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02mg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 19 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-009

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	1.80 %	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	21 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	4 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	1.11 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	3660 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	15 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	31 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<5.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	73.1 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	20.9 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	15.9 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	2.80 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	1.20 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	3.29 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	3.81 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 20 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-010

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 05/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 05/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S13

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.70 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	38900	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	63.9 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	7.69	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.07 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	87.5	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	96.4 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	163	µm
(b) * d10	ISO 13320	13.6	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	221	µm
(b) * d90	ISO 13320	959	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	1.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	8.0 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	12.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 50µm	ISO 13320	19.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	21.7 %	
(b) * Fraction entre 63µm et 163µm	ISO 13320	18.85 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	33.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 163µm	ISO 13320	40.6 %	
(b) * Fraction entre 163µm et 250µm	ISO 13320	13.30 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	46.8 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	53.9 %	
(b) * Fraction entre 250µm et 500µm	ISO 13320	20.16 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	74.0 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	90.7 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02	mg/kg/sec

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 21 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-010

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	2.62 %	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	23 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	1.29 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	3420 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	13 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	35 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<5.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	61.4 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	3.83 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	77.1 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	54.8 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	39.4 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	44.4 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	35.4 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	22.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	40.9 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	2.80 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	33.6 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	34.9 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 22 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-011

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 05/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 05/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S14

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.59 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	38800	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	62.7 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	10.3	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.06 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	97.6	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	94.3 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	414	µm
(b) * d10	ISO 13320	133	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	518	µm
(b) * d90	ISO 13320	1180	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	0.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	2.1 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	2.8 %	
(b) * Fraction inférieure à 50µm	ISO 13320	4.1 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	4.7 %	
(b) * Fraction entre 63µm et 163µm	ISO 13320	7.974 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	9.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 163µm	ISO 13320	12.7 %	
(b) * Fraction entre 163µm et 250µm	ISO 13320	8.780 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	16.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	21.5 %	
(b) * Fraction entre 250µm et 500µm	ISO 13320	26.71 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	48.2 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	84.8 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02	mg/kg/sec

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 23 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-011

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	2.65 %	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	22 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	1.39 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	3440 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	14 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	35 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) PCB 101	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 118	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 138	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 153	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 180	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 28	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<6.7 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphthène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	24.8 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	11.0 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	7.61 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	1.27 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	3.40 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	3.59 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 24 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-012

Remis par : Client
Date de remise au laboratoire : 05/07/2019
Date de mise en analyse de l'échantillon : 05/07/2019
Référence échantillon : Sédiment station S15

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
(a) * Carbone organique	NF ISO 14235	0.73 %	m/m/sec
(a) * Perte au feu	NF EN 15169	40900	mg/kg
(a) * Matières sèches (105°C)	NF ISO 11465	64.3 %	m/m
(a) Ammonium	Méth. interne	7.53	mg/kg/brut
(a) * Azote Kjeldahl	NF ISO 11261	0.06 %	m/m/sec
(a) Nitrates	NF EN ISO 13395 (CFA)	96.7	mg(NO3)/kg/brut
(a) Nitrites	NF EN ISO 13395 (CFA)	<1.0	mg(NO2)/kg/brut
(a) Orthophosphates	Méth. interne	<5.0	mg(PO4)/kg
(a) Détergents anioniques	NF EN 903 mod.	<0.5	mg/kg/brut
(e) Détergents non ioniques	Méthode interne par colorimétrie	<30	mg/kg
(b) * Hydrocarbures C10-C40	ISO 16703	<10	mg/kg/brut
(a) Fraction inférieure à 2 mm	Tamassage	92.7 %	
GRANULOMETRIE LASER (sur fraction brute <2 mm)			
(b) * Granulométrie laser	ISO 13320	Rapport/	
(b) * Moyenne	ISO 13320	324	µm
(b) * d10	ISO 13320	95.4	µm
(b) * d50	ISO 13320	/	%
(b) * d50	ISO 13320	423	µm
(b) * d90	ISO 13320	1040	µm
(b) * Fraction inférieure à 2 µm	ISO 13320	0.8 %	
(b) * Fraction inférieure à 10 µm	ISO 13320	3.2 %	
(b) * Fraction inférieure à 20 µm	ISO 13320	4.5 %	
(b) * Fraction inférieure à 50µm	ISO 13320	6.6 %	
(b) * Fraction inférieure à 63 µm	ISO 13320	7.5 %	
(b) * Fraction entre 63µm et 163µm	ISO 13320	11.32 %	
(b) * Fraction inférieure à 125 µm	ISO 13320	13.4 %	
(b) * Fraction inférieure à 163µm	ISO 13320	18.8 %	
(b) * Fraction entre 163µm et 250µm	ISO 13320	12.28 %	
(b) * Fraction inférieure à 200 µm	ISO 13320	24.3 %	
(b) * Fraction inférieure à 250 µm	ISO 13320	31.1 %	
(b) * Fraction entre 250µm et 500µm	ISO 13320	26.49 %	
(b) * Fraction inférieure à 500 µm	ISO 13320	57.5 %	
(b) * Fraction inférieure à 1000 µm	ISO 13320	88.8 %	
(b) * Fraction inférieure à 2000 µm	ISO 13320	100 %	
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF EN 13346)			
(b) * Mercure	NF EN ISO 17852	<0.02	mg/kg/sec

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO
Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ
ROUEN, le 13/11/2019
Page : 25 / 26

CREOCEAN
230 Avenue de Rome
VALPARC Bat B
83500 LA SEYNE SUR MER

Echantillon N° : 917008-012

PARAMETRES	METHODES	RESULTATS	UNITE
METAUX (Sur fraction <2mm Minéralisation selon NF X 31-147)			
(b) * Aluminium	NF EN ISO 11885	1.88 %	
(b) Argent	NF EN ISO 17294-2	<5 mg/kg/sec	
(b) * Cadmium	NF EN ISO 11885	<1 mg/kg/sec	
(b) * Chrome	NF EN ISO 11885	18 mg/kg/sec	
(b) * Cuivre	NF EN ISO 11885	<3 mg/kg/sec	
(b) * Fer	NF EN ISO 11885	0.910 %	
(b) * Phosphore	NF EN ISO 11885	3390 mg/kg/sec	
(b) * Plomb	NF EN ISO 11885	13 mg/kg/sec	
(b) * Zinc	NF EN ISO 11885	27 mg/kg/sec	
POLYCHLOROBIPHENYLS			
(b) * PCB 101	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) * PCB 118	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) * PCB 138	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) * PCB 153	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) * PCB 180	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) * PCB 28	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
(b) PCB 52	GC/MS/MS	<0.2 µg/kg/sec	
COMPOSES PERFLUORES			
(e) Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	LC/MS/MS	<5.0 µg/kg/sec	
HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES			
(b) Naphtalène	XP X 33-012	<20 µg/kg/sec	
(b) * Acénaphène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluorène	XP X 33-012	<5.0 µg/kg/sec	
(b) * Phénanthrène	XP X 33-012	21.9 µg/kg/sec	
(b) * Anthracène	XP X 33-012	<2.5 µg/kg/sec	
(b) * Fluoranthène	XP X 33-012	14.2 µg/kg/sec	
(b) * Pyrène	XP X 33-012	11.1 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) anthracène	XP X 33-012	4.60 µg/kg/sec	
(b) * Chrysène	XP X 33-012	4.05 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (b) fluoranthène	XP X 33-012	4.37 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (k) fluoranthène	XP X 33-012	2.49 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (a) pyrène	XP X 33-012	3.91 µg/kg/sec	
(b) * Dibenzo (a,h) anthracène	XP X 33-012	<2.0 µg/kg/sec	
(b) * Benzo (g,h,i) périlène	XP X 33-012	4.96 µg/kg/sec	
(b) * Indéno (1,2,3-cd) pyrène	XP X 33-012	4.80 µg/kg/sec	
(b) Acénaphthylène	XP X 33-012	<50 µg/kg/sec	



ALPA CHIMIES HYDROLOGIE



Accréditation
n° 1-6695
Portée
disponible sur
www.cofrac.fr

Rapport d'analyse N°917008

N° Client : 6073-LRO

Affaire suivie par : Laurence DOROBISZ

ROUEN, le 13/11/2019

Page : 26 / 26

CREOCEAN

230 Avenue de Rome

VALPARC Bat B

83500 LA SEYNE SUR MER

(a) : Analyse réalisée par ALPA CHIMIES HYDROLOGIE (portée d'accréditation N°1-6695)

(b) : Analyse réalisée en sous-traitance par ALPA CHIMIES MICROPOLLUANTS (portée d'accréditation N°1-6693)

(c) : Analyse réalisée en sous-traitance par un laboratoire partenaire

Rapport approuvé par Elise ADAM Responsable validation technique

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

Benthos

Liste des espèces (Benth.Id, 2019)

Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

IT	align	Phylum	Class	Family	scientificName_accepted	3A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	5A	5B	5C	6A	6B	6C
2	118520	Arthropoda	Malacostraca	Parachanna	Parachanna nigropunctata								1										
2	147320	Arthropoda	Malacostraca	Parachanna	Parachanna nigropunctata														1				
2	162954	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans			1				3	2					2		3			
2	162968	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	162981	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	162984	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	162987	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	162990	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	162993	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	162996	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	162999	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163002	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163005	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163008	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163011	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163014	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163017	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163020	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163023	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163026	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163029	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163032	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163035	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163038	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163041	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163044	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163047	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163050	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163053	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163056	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163059	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163062	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163065	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163068	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163071	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163074	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163077	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163080	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163083	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163086	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163089	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163092	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163095	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163098	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163101	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163104	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163107	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163110	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163113	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163116	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163119	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163122	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163125	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163128	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163131	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163134	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163137	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163140	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163143	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163146	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163149	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163152	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163155	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163158	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163161	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163164	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163167	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163170	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163173	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163176	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163179	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163182	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163185	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163188	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163191	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163194	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163197	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163200	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163203	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163206	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163209	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163212	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163215	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163218	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163221	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163224	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163227	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163230	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163233	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163236	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163239	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163242	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		
2	163245	Arthropoda	Malacostraca	Phlebotomidae	Phlebotomus irritans																		

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

ID	Accession	Species	Class	Family	ScientificName_accepted	9A	9B	9C	10A	10B	10C	11A	11B	11C	12A	12B	12C	13A	13B	13C	14A	14B	14C	15A	15B	15C
2	32347	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Accipiter (Accipiter) collaris		2					2			1	2		1	5					3		
2	50490	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Accipiter (Accipiter) collaris	3			3						2	4	3		4	5					3	
2	75125	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Accipiter (Accipiter) collaris							1	3					2							3	
2	130526	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Circus (Circus) hudsonius										1	3									2	
2	130527	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Circus (Circus) hudsonius							2													2	
2	130528	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Accipiter (Accipiter) collaris			1	5	1	2	3	3						1						3	
2	130529	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius												1	3							3	
2	130530	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius	2											1	2			2	1				5
2	252498	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Accipiter (Accipiter) collaris							1														
2	252507	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Accipiter (Accipiter) collaris							1														
2	132603	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																				1	
2	252418	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	132643	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	132644	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	130675	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	132658	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	130667	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	130668	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	130669	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	130670	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	130671	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	130672	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	130673	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	130674	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	130675	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	130676	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
2	130677	Anas ibis	Prophanta	Falconidae	Falco (Falco) sparverius																					
1	994078	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis			1																		
1	994079	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis adalutensis							1														
1	994114	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis (lapponicus)																					1
1	994080	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	994113	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris										1											
1	994120	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					1
1	994123	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	130889	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	130710	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris	3		3	3	4	3	1	3											1	2	
1	130711	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris	3	3	1	3			2	3												1	3
1	802440	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris												2									
1	802441	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802442	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802443	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris	2			4			1	1	1		2	2								1	1
1	802444	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802445	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802446	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802447	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802448	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802449	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802450	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802451	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802452	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802453	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802454	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802455	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802456	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802457	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802458	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802459	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802460	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802461	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802462	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802463	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802464	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802465	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802466	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802467	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802468	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802469	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802470	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802471	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802472	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802473	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802474	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802475	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802476	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802477	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802478	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802479	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802480	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802481	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802482	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802483	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802484	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802485	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802486	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					
1	802487	Anas ibis	Prophanta	Gabidae	Accipiter gentilis longirostris																					

[illegible]

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019



Benthos

Biomasse (Benth.Id, 2019)

[illegible]

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

[illegible]

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

2016	Region	Class	Family	Genus	Species	1A	1B	1C	1D	1E	1F	1G	1H	1I	1J	1K	1L	1M	1N	1O	1P	1Q	1R	1S	1T	1U	1V	1W	1X	1Y	1Z	1AA	1AB	1AC	1AD	1AE	1AF	1AG	1AH	1AI	1AJ	1AK	1AL	1AM	1AN	1AO	1AP	1AQ	1AR	1AS	1AT	1AU	1AV	1AW	1AX	1AY	1AZ	1BA	1BB	1BC	1BD	1BE	1BF	1BG	1BH	1BI	1BJ	1BK	1BL	1BM	1BN	1BO	1BP	1BQ	1BR	1BS	1BT	1BU	1BV	1BW	1BX	1BY	1BZ	1CA	1CB	1CC	1CD	1CE	1CF	1CG	1CH	1CI	1CJ	1CK	1CL	1CM	1CN	1CO	1CP	1CQ	1CR	1CS	1CT	1CU	1CV	1CW	1CX	1CY	1CZ	1DA	1DB	1DC	1DD	1DE	1DF	1DG	1DH	1DI	1DJ	1DK	1DL	1DM	1DN	1DO	1DP	1DQ	1EA	1EB	1EC	1ED	1EE	1EF	1EG	1EH	1EI	1EJ	1EK	1EL	1EM	1EN	1EO	1EP	1EQ	1ER	1ES	1ET	1EU	1EV	1EW	1EX	1EY	1EZ	1FA	1FB	1FC	1FD	1FE	1FF	1FG	1FH	1FI	1FJ	1FK	1FL	1FM	1FN	1FO	1FP	1FQ	1FR	1FS	1FT	1FU	1FV	1FW	1FX	1FY	1FZ	1GA	1GB	1GC	1GD	1GE	1GF	1GG	1GH	1GI	1GJ	1GK	1GL	1GM	1GN	1GO	1GP	1GQ	1GR	1GS	1GT	1GU	1GV	1GW	1GX	1GY	1GZ	1HA	1HB	1HC	1HD	1HE	1HF	1HG	1HH	1HI	1HJ	1HK	1HL	1HM	1HN	1HO	1HP	1HQ	1HR	1HS	1HT	1HU	1HV	1HW	1HX	1HY	1HZ	1IA	1IB	1IC	1ID	1IE	1IF	1IG	1IH	1II	1IJ	1IK	1IL	1IM	1IN	1IO	1IP	1IQ	1IR	1IS	1IT	1IU	1IV	1IW	1IX	1IY	1IZ	1JA	1JB	1JC	1JD	1JE	1JF	1JG	1JH	1JI	1JJ	1JK	1JL	1JM	1JN	1JO	1JP	1JQ	1JR	1JS	1JT	1JU	1JV	1JW	1JX	1JY	1JZ	1KA	1KB	1KC	1KD	1KE	1KF	1KG	1KH	1KI	1KJ	1KK	1KL	1KM	1KN	1KO	1KP	1KQ	1KR	1KS	1KT	1KU	1KV	1KW	1KX	1KY	1KZ	1LA	1LB	1LC	1LD	1LE	1LF	1LG	1LH	1LI	1LJ	1LK	1LM	1LN	1LO	1LP	1LQ	1LR	1LS	1LT	1LU	1LV	1LW	1LX	1LY	1LZ	1MA	1MB	1MC	1MD	1ME	1MF	1MG	1MH	1MI	1MJ	1MK	1ML	1MM	1MN	1MO	1MP	1MQ	1MR	1MS	1MT	1MU	1MV	1MW	1MX	1MY	1MZ	1NA	1NB	1NC	1ND	1NE	1NF	1NG	1NH	1NI	1NJ	1NK	1NL	1NM	1NN	1NO	1NP	1NQ	1NR	1NS	1NT	1NU	1NV	1NW	1NX	1NY	1NZ	1OA	1OB	1OC	1OD	1OE	1OF	1OG	1OH	1OI	1OJ	1OK	1OL	1OM	1ON	1OO	1OP	1OQ	1OR	1OS	1OT	1OU	1OV	1OW	1OX	1OY	1OZ	1PA	1PB	1PC	1PD	1PE	1PF	1PG	1PH	1PI	1PJ	1PK	1PL	1PM	1PN	1PO	1PP	1PQ	1PR	1PS	1PT	1PU	1PV	1PW	1PX	1PY	1PZ	1QA	1QB	1QC	1QD	1QE	1QF	1QG	1QH	1QI	1QJ	1QK	1QL	1QM	1QN	1QO	1QP	1QQ	1QR	1QS	1QT	1QU	1QV	1QW	1QX	1QY	1QZ	1RA	1RB	1RC	1RD	1RE	1RF	1RG	1RH	1RI	1RJ	1RK	1RL	1RM	1RN	1RO	1RP	1RQ	1RR	1RS	1RT	1RU	1RV	1RW	1RX	1RY	1RZ	1SA	1SB	1SC	1SD	1SE	1SF	1SG	1SH	1SI	1SJ	1SK	1SL	1SM	1SN	1SO	1SP	1SQ	1SR	1SS	1ST	1SU	1SV	1SW	1SX	1SY	1SZ	1TA	1TB	1TC	1TD	1TE	1TF	1TG	1TH	1TI	1TJ	1TK	1TL	1TM	1TN	1TO	1TP	1TQ	1TR	1TS	1TT	1TU	1TV	1TW	1TX	1TY	1TZ	1UA	1UB	1UC	1UD	1UE	1UF	1UG	1UH	1UI	1UJ	1UK	1UL	1UM	1UN	1UO	1UP	1UQ	1UR	1US	1UT	1UU	1UV	1UW	1UX	1UY	1UZ	1VA	1VB	1VC	1VD	1VE	1VF	1VG	1VH	1VI	1VJ	1VK	1VL	1VM	1VN	1VO	1VP	1VQ	1VR	1VS	1VT	1VU	1VV	1VW	1VX	1VY	1VZ	1WA	1WB	1WC	1WD	1WE	1WF	1WG	1WH	1WI	1WJ	1WK	1WL	1WM	1WN	1WO	1WP	1WQ	1WR	1WS	1WT	1WU	1WV	1WW	1WX	1WY	1WZ	1XA	1XB	1XC	1XD	1XE	1XF	1XG	1XH	1XI	1XJ	1XK	1XL	1XM	1XN	1XO	1XP	1XQ	1XR	1XS	1XT	1XU	1XV	1XW	1XX	1XY	1XZ	1YA	1YB	1YC	1YD	1YE	1YF	1YG	1YH	1YI	1YJ	1YK	1YL	1YM	1YN	1YO	1YP	1YQ	1YR	1YS	1YT	1YU	1YV	1YW	1YX	1YY	1YZ	1ZA	1ZB	1ZC	1ZD	1ZE	1ZF	1ZG	1ZH	1ZI	1ZJ	1ZK	1ZL	1ZM	1ZN	1ZO	1ZP	1ZQ	1ZR	1ZS	1ZT	1ZU	1ZV	1ZW	1ZX	1ZY	1ZZ
------	--------	-------	--------	-------	---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

[illegible]

[illegible]

STATION D'EPURATION INTERCOMMUNALE DE PARDIGON
COMMUNES DE CAVALAIRE-SUR-MER ET DE LA CROIX-VALMER
Suivi du milieu récepteur situé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent
Campagne 2019

[illegible]