

**CONSEIL
GENERAL**
BOUCHES-DU-RHÔNE

Direction des Transports et des ports
Service des Ports

PRELEVEMENTS ET ANALYSES DE SEDIMENTS DANS LE MILIEU MARITIME

PORT DEPARTEMENTAL ET BAIE DE CASSIS

CARACTERISATION DES SEDIMENTS

RAPPORT FINAL

Avril 2010

TABLE DES MATIERES

I. INTRODUCTION	4
II. METHODOLOGIE	4
II.1. Prélèvements.....	4
II.1.1. Prélèvement des sédiments.....	4
II.1.2. Prélèvement de la faune benthique.....	5
II.2. Stations échantillonnées.....	5
II.3. Paramètres mesurés.....	7
II.3.1. Physico-chimie sur matériaux bruts : Caractérisation des sédiments.....	7
II.3.2. Test de toxicité : Évaluation de la toxicité des sédiments.....	8
II.3.3. Étude des peuplements benthiques.....	9
II.3.4. Physico-chimie sur lixiviats : Gestion à terre des déblais de dragage.....	9
II.4. Interprétation des résultats.....	10
II.4.1. Qualité physico-chimique des sédiments.....	10
II.4.2. Calcul du score de risque Géodrisk.....	11
II.4.3. Toxicité des sédiments à draguer.....	11
II.4.4. État des peuplements benthiques.....	11
III. RESULTATS	12
III.1. Qualité physico-chimique des sédiments.....	12
III.1.1. Caractérisation des sédiments.....	13
III.1.2. Matières organiques.....	14
III.1.3. Microbiologie.....	15
III.1.4. Teneurs en métaux.....	15
III.1.5. Teneurs en PCB.....	17
III.1.6. Teneurs en HAP et hydrocarbures totaux.....	17
III.1.7. Teneurs en TBT.....	18
III.1.8. Teneurs en dioxines et furanes.....	19
III.1.9. Calcul du score de risque Géodrisk.....	19
III.2. Toxicité des matériaux à draguer.....	20
III.3. État des peuplements benthiques.....	21
IV. CONCLUSIONS	23
V. BIBLIOGRAPHIE	24
VI. ANNEXES	25

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableaux

Tableau I: Coordonnées des stations échantillonnées.	5
Tableau II: Paramètres mesurés et normes analytiques sur matériaux bruts pour la caractérisation des sédiments.	8
Tableau III: Paramètres mesurés et normes analytiques sur lixiviats pour le devenir des sédiments.	9
Tableau IV : Niveaux seuils relatifs aux éléments métalliques en traces, PCB, HAP et TBT utilisés pour l'analyse des données en rapport avec la problématique "Caractérisation des sédiments à draguer".	10
Tableau V : Classes de contamination pour les 3 micropolluants exprimant la pollution organique.	10
Tableau VI : Classes de toxicité établies par GEODE.	11
Tableau VII: Résumé des résultats d'analyses physico-chimiques réalisées sur les sédiments bruts. En vert : dépassement des seuils N1 ; en rouge : dépassement des seuils N2.	12
Tableau VIII: Indices de pollution organique	15
Tableau IX: Scores de risques (Géodrisk)	19
Tableau X: Résultats des tests de toxicité des sédiments	20

Figures

Figure 1: Carte de situation des stations de prélèvements dans le port de Cassis.	6
Figure 2: Carte de situation des stations de prélèvements dans la baie de Cassis.	7
Figure 3: Photographies des sédiments prélevés dans la baie de Cassis a) Site 2 ; b) Site 3.	13
Figure 4: Répartitions granulométriques des sédiments dans la fraction inférieure à 2 mm.	13
Figure 5: Teneurs en matières organiques dans les sédiments.	14
Figure 6: Teneurs en métaux dans les sédiments (en mg/kg MS).	16
Figure 7: Teneurs en a) HAP (somme des 16 molécules) et b) hydrocarbures totaux, dans les sédiments (en mg/kg MS).	18
Figure 8: Teneurs en organostanniques dans les sédiments (en µg/kg MS).	18
Figure 9: Teneurs en dioxines et furanes dans les sédiments, exprimées en ng de TEQ / kg MS.	19
Figure 10: Pourcentages de larves anormales en fonction de la concentration en sédiments a) dans l'échantillon C1 b) dans l'échantillon Cmoyen.	20
Figure 11: Caractéristiques générales des peuplements : a) densité totale (ind/m ²) et richesse spécifique ; (nb esp/éch.) b) indice de Shannon et équitabilité, en fonction des stations.	21
Figure 12: Répartition des différents embranchements dans les 2 stations échantillonnées.	22

I. INTRODUCTION

Le Conseil Général des Bouches du Rhône projette de réaliser des dragages d'entretien dans plusieurs ports départementaux. Afin de connaître la qualité des matériaux à extraire et d'envisager leurs devenir, il est nécessaire de caractériser les matériaux des zones à draguer et d'immersion éventuelle. Dans ce but, une campagne d'échantillonnage et d'analyse de la qualité physico-chimique des sédiments a été réalisée dans chacun des ports concernés.

Dans le cadre du projet de dragage du port de Cassis et du devenir des matériaux, le volume de sédiments à extraire était initialement estimé à 22 000 m³. L'objectif de dragage a été réévalué, d'après les derniers relevés bathymétriques réalisés en 2008 et en fonction de besoins réels de dragage, à environ 10 000 m³ de matériaux en place. Les zones à draguer, présentant une bathymétrie inférieure à 2 m, correspondent essentiellement aux pourtours du port en bordures de quais. Des analyses ont été effectuées sur cinq échantillons moyens, représentatifs des différentes zones concernées, ainsi que sur deux échantillons représentatifs des zones pressenties pour l'immersion des produits de dragages dans la baie de Cassis. Aucune donnée sur les sédiments de ces deux zones n'étant disponible, une étude de la qualité des sédiments et des peuplements benthiques a été menée.

Ce chapitre concerne la caractérisation des sédiments concernés par le projet de dragage et comprend le compte rendu des prélèvements, les méthodes utilisées pour l'interprétation des résultats et les préconisations quant au devenir en mer de ces matériaux.

II. METHODOLOGIE

II.1. PRELEVEMENTS

La campagne de prélèvements s'est déroulée le 25 février 2010, par temps calme.

Les sédiments ont été prélevés au niveau de deux zones :

- les zones à draguer du port, en bordures de quais (analyse de la qualité des sédiments) ;
- les zones envisagées pour le dépôt des sédiments dragués dans la baie de Cassis (analyse des sédiments et peuplements benthiques).

À chaque station de prélèvement, les coordonnées GPS et la profondeur ont été relevées.

II.1.1. Prélèvement des sédiments

Les prélèvements d'échantillons de sédiments ont été effectués sur l'ensemble des stations, à l'aide d'une benne « Van Veen ». Ce moyen de prélèvements permet d'échantillonner les 10 à 15 cm superficiels de sédiments. Chaque échantillon représentatif de sédiments (échantillon moyen) a été confectionné à partir de plusieurs prélèvements (échantillons élémentaires) suivant le plan d'échantillonnage. Les échantillons élémentaires ont été mélangés, afin de réaliser un échantillon moyen homogène, puis immédiatement conditionnés dans les flacons fournis par le laboratoire.

Ils ont ensuite été conservés au frais et à l'obscurité dans une glacière isotherme, puis transportés auprès du laboratoire d'analyses.

II.1.2. Prélèvement de la faune benthique

Pour l'étude des peuplements benthiques, des sédiments ont été prélevés à l'aide d'une benne Van-Veen (surface échantillonnée 0,05 m²) aux stations situées dans la baie de Cassis (Site 2 et Site 3). À chaque station, 5 coups de benne ont été effectués pour constituer un échantillon, afin de couvrir une surface totale échantillonnée de 0,25 m² (surface minimale recommandée pour un échantillonnage de ce type (Peres and Picard 1964)). Les sédiments ont été tamisés sur site (tamis à maille carrée de 1 mm de côté). Les refus de tamis ont ensuite été plongés dans de l'éthanol (70%).

II.2. STATIONS ECHANTILLONNEES

Dans le port de Cassis, cinq échantillons moyens de sédiments (C1 à C5), constitués de 3 à 5 échantillons élémentaires, ont été prélevés dans les principales zones à draguer. Dans la baie de Cassis, un échantillon moyen de sédiments a été effectué pour chacun des 2 sites (Site 2 et Site 3) envisagés pour l'immersion des déblais de dragage (Tableau I, Figure 1 et Figure 2). Ce plan d'échantillonnage a été soumis et validé par la DDTM13.

Tableau I: Coordonnées des stations échantillonnées.

Échantillon moyen	Station	Latitude N	Longitude E	Prof. (m)	Observations
C1	C1.1	43°12,825	5°32,231	1,6	Vases gris-noir
	C1.2	43°12,844	5°32,239	2,6	
	C1.3	43°12,822	5°32,246	1,6	
	C1.4	43°12,831	5°32,262	2,7	
C2	C2.1	43°12,855	5°32,263	2,4	Vases gris-noir présence de déchets
	C2.2	43°12,838	5°32,270	2,4	
	C2.3	43°12,844	5°32,285	1,6	
C3	C3.1	43°12,877	5°32,220	2,1	Vases grises
	C3.2	43°12,873	5°32,205	2,0	
	C3.3	43°12,875	5°32,184	1,8	
	C3.4	43°12,870	5°32,168	2,6	
	C3.5	43°12,867	5°32,154	2,0	
C4	C4.1	43°12,825	5°32,202	2,0	Vases grises et sables
	C4.2	43°12,819	5°32,177	2,1	
	C4.3	43°12,811	5°32,154	2,0	
	C4.4	43°12,801	5°32,118	1,8	
	C4.5	43°12,800	5°32,107	1,4	
C5	C5.1	43°12,861	5°32,136	2,6	Sables vaseux sur substrat rocheux
	C5.2	43°12,854	5°32,127	2,1	
	C5.3	43°12,843	5°32,118	2,3	
SITE 3	SITE 3	43°10,867	5°31,883	80	Sables marron débris
SITE 2	SITE 2	43°10,650	5°32,967	79	coquillier

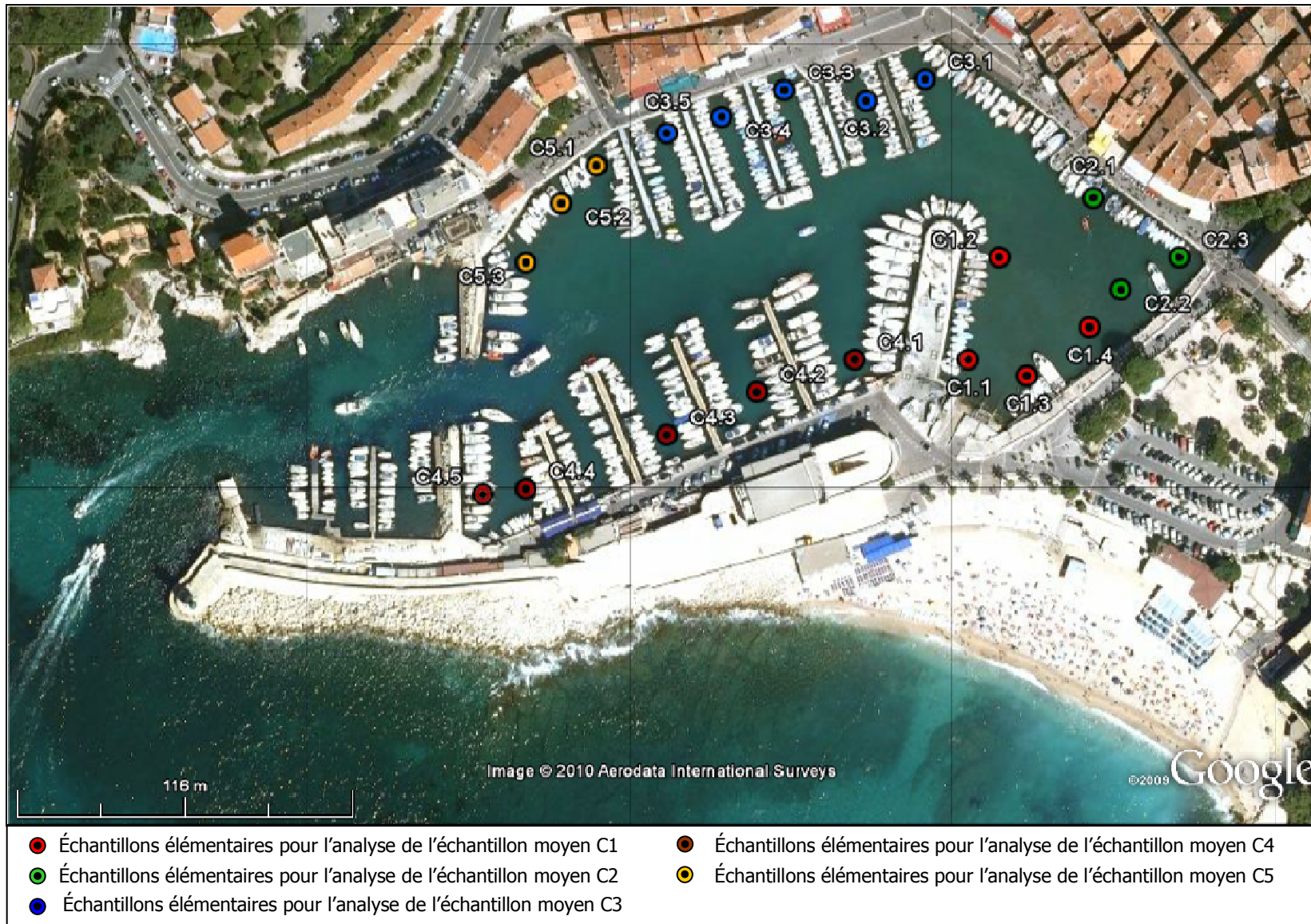


Figure 1: Carte de situation des stations de prélèvements dans le port de Cassis.

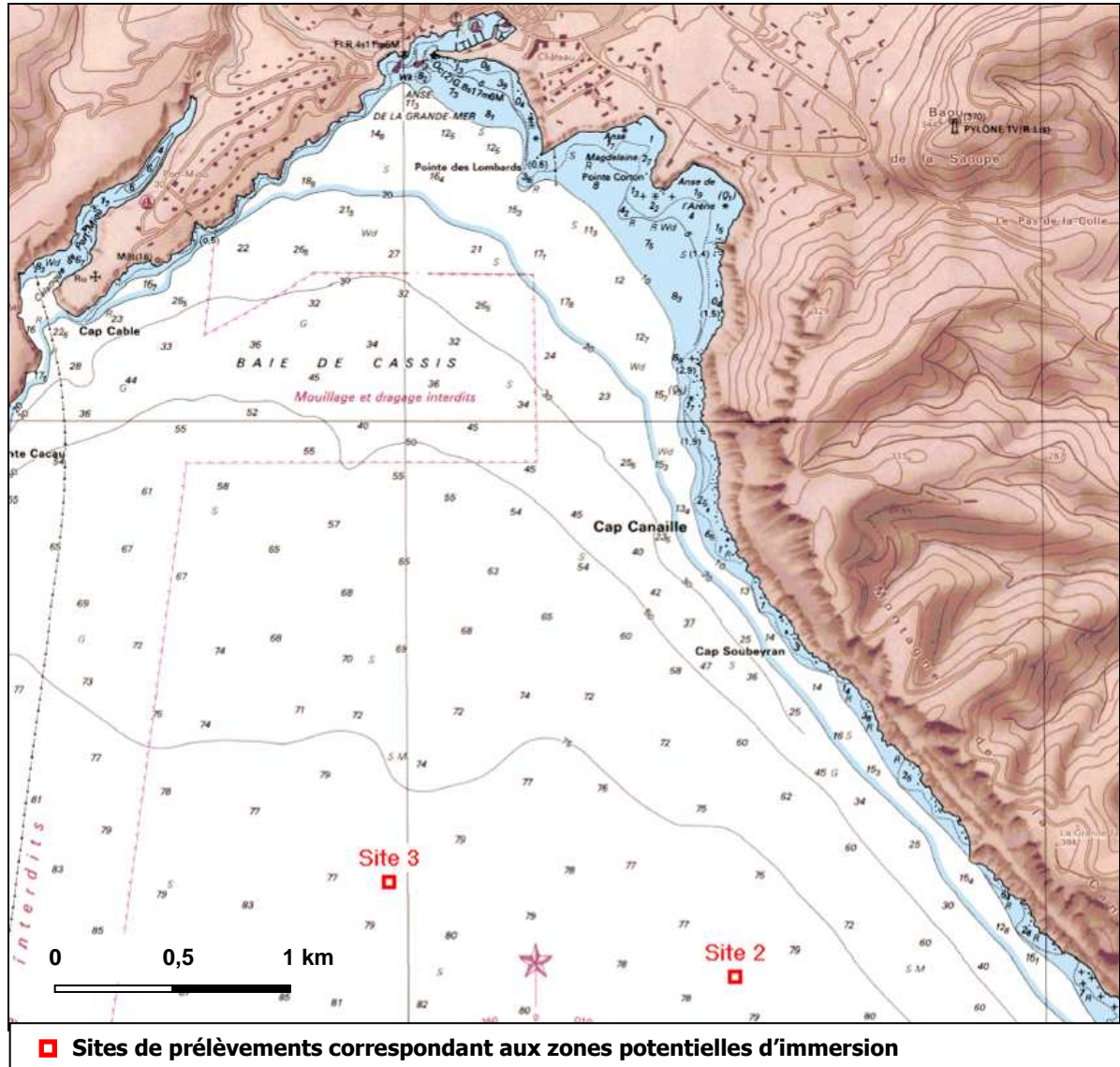


Figure 2: Carte de situation des stations de prélèvements dans la baie de Cassis.

II.3. PARAMETRES MESURES

II.3.1. Physico-chimie sur matériaux bruts : Caractérisation des sédiments

Les analyses physico-chimiques sur sédiments bruts ont été réalisées par le personnel du laboratoire Eurofins Environnement, accrédité COFRAC et agréé (9 et 10) par le Ministère du Développement Durable (Tableau II).

Suivant les exigences réglementaires fixées par l'arrêté du 9 août 2006, relatif aux niveaux de référence à prendre en compte lors d'une analyses de sédiments, et la circulaire n°2000-62 du 14 juin 2000, relative aux conditions d'utilisation du référentiel de qualité des sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire, les analyses suivantes ont été réalisées :

- Propriétés physiques des sédiments : granulométrie, matière sèche, matière organique, teneur en aluminium.
- Nutriments : Phosphore total, Azote Kjeldahl.

- Bactériologie : *Escherichia coli*
- Éléments traces inorganiques : cadmium, chrome, cuivre, nickel, plomb, zinc, arsenic et mercure
- Composés organiques : les polychlorobiphényles (PCB – 7 congénères) et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP - 16 molécules).

De plus, conformément au cahier des charges, les hydrocarbures totaux, organostanniques, dioxines et furanes ont été dosés.

Ces analyses ont été effectuées sur les 5 échantillons du port et les 2 échantillons prélevés au large dans la baie de Cassis.

Tableau II: Paramètres mesurés et normes analytiques sur matériaux bruts pour la caractérisation des sédiments.

	Paramètre	Norme
Propriétés physiques des sédiments	Granulométrie	Méthode interne
	Matière sèche	NF EN 12880
	Masse volumique	Méthode interne
	COT	NF ISO 10694
	Perte au feu à 550°C	NF EN 12879
	Aluminium	NF EN ISO 11885
Nutriments	Phosphore total	NF EN ISO 11885
	Azote Kjeldahl	NF EN 13342
Microbiologie	<i>Escherichia coli</i>	Méthode interne
Éléments métalliques traces	Arsenic	NF EN ISO 11885
	Cadmium	NF EN ISO 11885
	Chrome	NF EN ISO 11885
	Cuivre	NF EN ISO 11885
	Mercure	MO/ENV/MPI/22 selon NF ISO 16772
	Nickel	NF EN ISO 11885
	Plomb	NF EN ISO 11885
	Zinc	NF EN ISO 11885
Composés organiques	PCB (7 congénères)	XP X 33-012
	HAP (16 molécules)	Adaptée de XP X 33-012 – GC/MS
	Indice hydrocarbure (HCT C10-C40)	NF EN 14039
	Dioxines et furanes	SOP QMA504-341 par HRMS
Organostanniques	TBT, MBT, DBT	DIN EN ISO 23161:2007 par LRMS

II.3.2. Test de toxicité : Évaluation de la toxicité des sédiments

Afin d'évaluer les impacts des opérations de dragage et du devenir des matériaux, une étude de la toxicité des sédiments à draguer a été mise en œuvre suivant les recommandations de Géode.

Ces analyses ont été réalisées par l'Institut Pasteur de Lille (groupe IPL), accrédité COFRAC et agréé (9 et 10) par le Ministère du Développement Durable.

Le test de toxicité réalisé porte sur le développement embryonnaire d'œufs fécondés de bivalves, larves "D" de *Crassostrea gigas* (huitre creuse). Ce test est reconnu pour sa sensibilité et sa bonne discrimination des sédiments marins. Il est basé sur l'étude de la croissance de ces larves, mises en contact avec différentes concentrations de sédiments (0 à 10 g/l), dans une solution d'eau de mer. Le pourcentage d'individus présentant une croissance anormale, voire un blocage dans leur développement, permet d'évaluer la toxicité des sédiments.

Ces analyses ont été effectuées sur l'échantillon C1, situé en fond de port et le plus contaminé, et sur un échantillon moyen « Cmoyen » constitué à partir du mélange des 5 échantillons du port.

II.3.3. Étude des peuplements benthiques

Au laboratoire, les échantillons ont été rincés à l'eau douce et la macrofaune a été triée sous la loupe binoculaire. À l'aide de la loupe binoculaire et du microscope, les animaux ont été identifiés jusqu'à l'espèce. Les animaux non identifiables (juvéniles ou abimés) ont été comptabilisés et identifiés jusqu'au niveau taxonomique le plus fin possible (famille ou genre). Le nom et l'autorité des espèces en vigueur ont été vérifiés à partir des données bibliographiques et des bases de données telles que l'European et le World Register of Marine Species (ERMS ou WoRMS).

Après l'analyse de la moitié du refus de tamis de la station 1 (masse totale : 2.5 kg), le nombre d'individus trouvés s'est révélé très faible. De ce fait, il a été décidé de procéder à un sous échantillonnage pour les deux stations. Ainsi, l'ensemble du refus de tamis à 1 mm de chaque station a été mélangé, pesé et tamisé sur 2 fractions (5mm << 1mm et >5mm). La moitié de la masse de chaque fraction a été ensuite triée sous la loupe. Des règles de proportionnalité ont ensuite été appliquées pour rétablir la densité au niveau du m².

II.3.4. Physico-chimie sur lixiviats : Gestion à terre des déblais de dragage

En complément des analyses physico-chimiques réalisées sur les sédiments bruts, des analyses dans les eaux de lixiviation ont été réalisées pour connaître la compatibilité des ces matériaux avec une mise en dépôt à terre.

Les analyses physico-chimiques sur lixiviats ont été réalisées par le personnel du laboratoire Eurofins Environnement, accrédité COFRAC et agréé (9 et 10) par le Ministère du Développement Durable (Tableau III).

Afin d'estimer les possibilités de destination à terre des déblais de dragage, un test d'acceptabilité en Centre de Stockage des Déchets agréé (classe 3, 2 ou 1) a été réalisé sur les lixiviats. La réglementation relative au stockage de déchets inertes (circulaire du 15 mars 2006) s'appuie sur un test normalisé portant sur la recherche des contaminants suivants :

- sur les matériaux bruts : COT, hydrocarbures totaux, HAP, PCB
- sur les lixiviats 24h (éluât) : 12 métaux (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sn, Se, Zn), fluorures, chlorures, sulfates, indice phénols, COT, fraction soluble.

Ces analyses ont été effectuées sur l'échantillon moyen « Cmoyen » constitué à partir du mélange des 5 échantillons du port. Les résultats sont utilisés dans le chapitre 2, concernant la gestion à terre des sédiments, réalisé par ERG.

Tableau III: Paramètres mesurés et normes analytiques sur lixiviats pour le devenir des sédiments.

Paramètre	Norme
Lixiviation 1x24h	NF EN 12457-2
Fraction soluble	NF T 90-029
COT	NF EN 1484
Chlorures	Méthode interne selon NF EN ISO 15682
Fluorures	NF T 90-004
Sulfates	Méthode interne selon NF T 90-040
Indice phénol	NF EN ISO 14402
Métaux par ICP/AES (As, Ba, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb,	NF EN ISO 11885
Métaux par ICP/MS (Cd, Hg, Se, Sn)	NF EN ISO 17294-2

II.4.INTERPRETATION DES RESULTATS

Les résultats présentés dans ce rapport seront comparés aux référentiels et valeurs seuils retenus et présentés ci-dessous.

II.4.1. Qualité physico-chimique des sédiments

Les résultats analytiques ont été comparés aux seuils réglementaires en vigueur, relatifs à l'appréciation de la qualité des sédiments (Valeurs seuils de l'arrêté du 9 août 2006). Pour l'évaluation de l'altération par les hydrocarbures poly aromatiques (HAP) et les organométalliques (TBT), les niveaux retenus ne sont pas réglementaires (Tableau IV).

Tableau IV : Niveaux seuils relatifs aux éléments métalliques en traces, PCB, HAP et TBT utilisés pour l'analyse des données en rapport avec la problématique "Caractérisation des sédiments à draguer".

Source et réglementation	Paramètres (sur la fraction < 2 mm, en mg/kg de sédiment sec)	Valeurs seuils			
		S1*	N1**	N2**	
Arrêté du 9 août 2006	Métaux	Arsenic	30	25	50
		Cadmium	2	1,2	2,4
		Chrome	150	90	180
		Cuivre	100	45	90
		Mercure	1,0	0,4	0,8
		Nickel	50	37	74
		Plomb	100	100	200
		Zinc	300	276	552
	PCB	Congénère 28		0,025	0,05
		Congénère 52		0,025	0,05
Congénère 101			0,05	0,10	
Congénère 118			0,025	0,05	
Congénère 138			0,05	0,10	
Congénère 153			0,05	0,10	
Congénère 180			0,025	0,05	
Totaux		0,68	0,50	1,00	
Arrêté du 9 août 2006 et critères OSPAR	HAP	Fluoranthène		0,40	5
		Benzo(b)fluoranthène		0,30	3
		Benzo(k)fluoranthène		0,15	2
		Benzo(a)pyrène		0,20	1
		Benzo(g,h,i)pérylène		0,15	1
		Indéno(1,2,3 cd)pyrène		0,20	1
		Totaux	22,80		
GEODE	Organostanniques	TBT	100	400	

* en eau douce, ** en eau saumâtre ou salée

De plus, la pollution organique peut être évaluée à partir de trois paramètres : l'azote Kjeldahl, le phosphore et le carbone organique total. Un indice synthétique de la contamination organique, constitué de ces 3 paramètres a été élaboré dans le cadre de la Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersions (IFREMER) (Tableau V).

Tableau V : Classes de contamination pour les 3 micropolluants exprimant la pollution organique.

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

Ces 3 indices peuvent ensuite être cumulés pour obtenir un indice de pollution organique compris entre 0 et 11.

II.4.2. Calcul du score de risque Géodrisk

Les risques environnementaux que représentent les sédiments contaminés lors des opérations de dragage et d'immersion ont été évalués. Un outil d'aide à la décision en matière de gestion des sédiments dans le cadre de ce type d'opérations a été élaboré par le groupe de travail interministériel Géode (Groupe d'Étude et d'Observation sur le Dragage et l'Environnement). Cet outil, qui s'appelle GEODRISK, est applicable dans le cadre de la circulaire du 14 juin 2000 et permet de calculer un score de risque à partir des données de contamination chimique (métaux et PCB). Il est basé sur les valeurs guides de l'arrêté du 9 août 2006 et sur la circulaire relative aux conditions d'utilisation de ce référentiel. Le score de risque est compris entre 0 (négligeable) et 3 (fort).

II.4.3. Toxicité des sédiments à draguer

La phase finale du développement embryonnaire des bivalves est constituée par le stade de larve «D», qui correspond au début du stade larvaire. La toxicité des sédiments est alors évaluée par le pourcentage d'anomalies du développement embryonnaire pour des expositions à des concentrations en sédiment comprises entre 0 et 10 g/l. Plus la toxicité est forte, moins il faudra de matériau pour engendrer des anomalies dans le développement des embryons. L'effet sur les larves de mollusques est évalué en recherchant la CE50, c'est-à-dire la concentration en produit potentiellement toxique à laquelle on observe 50% d'anomalies.

En fonction du pourcentage d'anomalies correspondant à une concentration de 5 g/l de sédiment sec, une note de risque, indiquant le niveau de toxicité, peut être attribuée (Tableau VI)

Tableau VI : Classes de toxicité établies par GEODE.

Note	Toxicité	% larves « D » anormales
0	Négligeable	< 10%
1	Faible	10 à 30 %
2	Moyenne	30 à 50 %
3	Forte	> 50%
	Très forte	Blocage du développement au stade embryon

II.4.4. État des peuplements benthiques

Les peuplements ont, dans un premier temps, été décrits à l'aide de paramètres généraux qui permettent de considérer le peuplement dans sa globalité. Ces paramètres sont la densité totale (ind/m²), le nombre de taxa ou richesse taxonomique (S) (taxa/échantillon) et les indices de diversité. L'indice de diversité le plus couramment utilisé en écologie est l'indice de Shannon (H') (Shannon and Weaver 1949). Sa valeur dépend directement de la proportion représentée par chaque taxa au sein du peuplement. Elle est égale à 0 si un seul taxon ou un très petit nombre de taxa domine et est maximale et égale à $\log_2 S$ si les individus sont répartis équitablement entre les taxa. Conventionnellement, les peuplements sont considérés comme en "très bon état écologique" lorsque la valeur de l'indice de Shannon dépasse 4 (Andral et al., 2007).

Les peuplements ont, dans un second temps été décrits, en fonction de leur composition taxonomique, au niveau de l'embranchement puis au niveau "Genre espèce". La ressemblance entre les 2 stations a été estimée, en termes de composition spécifique, à l'aide de l'indice de Jaccard. Les espèces dominantes (fréquences relatives dans le peuplement les plus élevées) ont été comparées entre les stations.

La qualité du milieu a été discutée à partir de ces paramètres, en fonction de l'écologie des espèces et de leur sensibilité aux stress environnementaux. Les indices AMBI et M-AMBI, recommandés par la Directive Cadre Eau ne permettant pas de qualifier de façon fiable l'état de santé d'un peuplement dans les cas où la richesse taxonomique est faible ne seront pas utilisés dans cette étude pour qualifier le statut écologique des peuplements (Borja and Muxika, 2005; Pinto et al., 2009).

III.RESULTATS

III.1.QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES SEDIMENTS

La synthèse des résultats est présentée dans le Tableau VII, en page suivante. Les rapports d'analyses du laboratoire sont fournis dans leur intégralité en Annexe 1.

Tableau VII: Résumé des résultats d'analyses physico-chimiques réalisées sur les sédiments bruts. En vert : dépassement des seuils N1 ; en rouge : dépassement des seuils N2.

Zone	PORT					BAIE	
	C1	C2	C3	C4	C5	SITE2	SITE3
Echantillons moyens							
Matière sèche (% PB)	58.4	58.9	66.0	62.5	55.5	67.1	73.2
Masse volumique (g/cm ³)	1.22	1.26	1.21	1.20	1.18	1.14	1.24
Perte au feu à 550°C (% MS)	9.1	29.1	6.0	7.2	5.3	4.7	4.3
C.O.T. (% MS)	1.78	2.22	2.45	2.01	1.80	0.68	0.64
Aluminium (g/kg MS)	11.50	11.10	13.00	10.40	7.48	4.79	8.36
Azote Kjeldahl (mg/kg MS)	1500	1900	1500	1400	1300	<500	500
Phosphore (mg/kg MS)	430	460	507	420	431	249	256
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	0	0	0	0	0	nd	nd
Granulométrie (%)							
Fraction supérieure à 2 mm	<1.0	25.4	28.7	6.1	30.9	3.0	3.5
Dans la fraction inférieure à 2 mm :							
Fraction supérieure à 500 µm	0.2	6.4	3.5	12.9	6.8	32.0	29.2
Fraction de 500 à 250 µm	1.0	5.3	5.2	10.1	6.8	16.6	13.9
Fraction de 250 à 125 µm	7.7	10.9	7.3	10.8	12.3	17.2	15.5
Fraction de 125 à 63 µm	17.2	19.6	12.7	16.5	21.4	16.0	17.8
Fraction inférieure à 63 µm	73.9	57.8	71.3	49.8	52.7	18.2	23.6
Fraction inférieure à 2 µm	9.3	7.7	8.5	5.4	5.6	2.2	2.8
Métaux (mg/kg MS)							
Arsenic	9.0	5.7	8.4	10.3	9.8	6.8	6.2
Cadmium	0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Chrome	18.0	12.5	16.2	15.1	12.3	9.9	10.4
Cuivre	224.0	106.0	144.0	126.0	99.3	5.1	5.5
Mercurure	0.52	0.12	0.15	0.30	0.11	0.12	0.12
Nickel	10.6	8.6	9.8	8.3	6.5	6.8	7.2
Plomb	64.5	44.9	49.0	45.8	44.6	14.2	15.2
Zinc	162.0	125.0	134.0	132.0	120.0	23.4	24.2
Etain	6.2	<5.0	6.1	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
PCB (µg/kg MS)							
congénère 28	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
congénère 52	20	<10	<10	<10	<10	<10	<10
congénère 101	70	<10	<10	20	<10	<10	<10
congénère 118	60	<10	<10	20	<10	<10	<10
congénère 138	60	<10	<10	30	<10	<10	<10
congénère 153	60	<10	<10	30	<10	<10	<10
congénère 180	20	<10	<10	<10	<10	<10	<10
somme des 7 PCB	290	-	-	100	-	-	-
HAP (µg/kg MS)							
Naphtalène	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Acénaphthylène	<50	<50	<50	<50	80	<50	<50
Acénaphthène	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Fluorène	<50	<50	<50	<50	70	<50	<50
Phénanthrène	110	100	50	280	580	<50	<50
Anthracène	60	<50	<50	100	180	<50	<50
Fluoranthène	340	200	140	450	1000	<50	<50
Pyrène	350	210	150	410	920	<50	<50
Benzo(a)anthracène	230	110	60	370	640	<50	<50
Chrysène	210	100	80	320	600	<50	<50
Benzo(b)fluoranthène	390	180	130	420	860	<50	<50
Benzo(k)fluoranthène	140	60	<50	160	290	<50	<50
Benzo(a)pyrène	330	160	100	390	640	<50	<50
Dibenzo(a,h)anthracène	<50	<50	<50	<50	120	<50	<50
Benzo(g,h,i)pérylène	160	100	60	180	400	<50	<50
Indéno(1,2,3 cd)pyrène	240	140	90	270	560	<50	<50
somme des 16 HAP	2560	1360	860	3350	6940	-	-
Organostanniques (µg/kg MS)							
T.B.T.	2810	282	99	423	85	<2	<2
D.B.T.	666	51	31	101	37	<2	<2
M.B.T.	292	17	16	105	18	<2	<2
Hydrocarbures totaux (mg/kg MS)							
HCT C10-C40	609	789	488	357	447	32	26
Dioxines et furanes (ng/kg MS)							
TEQ de PCDD/F (WHO, 1998)	9.4	3.6	3.3	4.1	1.5	0.9	0.7

III.1.1. Caractérisation des sédiments

▪ Sédiments à draguer

Le taux de matière sèche dans les sédiments prélevés est compris entre 55 et 66%. Les masses volumiques (densité) sont relativement homogènes et comprises entre 1,18 et 1,26 g/cm³.

Les matériaux de tailles supérieures à 2 mm représentent 25 à 30 % dans les échantillons C2, C3 et C5 et moins de 10% dans les deux autres échantillons. Les fractions grossières importantes étaient essentiellement composées de cailloux, débris végétaux et de déchets. Dans la fraction inférieure à 2 mm, les granulométries des échantillons prélevés dans le port sont caractéristiques de sédiments très envasés à dominance de limons. Les proportions de fractions fines, inférieures à 63µm, représentent au moins 50% de ces matériaux dans les 5 échantillons, mais les zones C1 et C3 se distinguent avec un taux de fines supérieur à 70% (Figure 4).

L'aluminium, présent naturellement en quantités importantes dans les sédiments, est le signe d'apports terrigènes et ne reflète pas de contamination du milieu. Étant exclusivement lié aux argiles, il est fréquemment utilisé en tant que paramètre de normalisation pour l'analyse de la contamination métallique. Dans les sédiments du port, les teneurs sont comprises entre 7.5 et 13 g/kg et ne semblent uniquement corrélées avec les fractions fines.

▪ Sédiments des sites potentiels d'immersion

La granulométrie des sites 2 et 3 est caractéristique de sables relativement peu envasés, à dominance de sables grossiers (Figure 3, Figure 4).

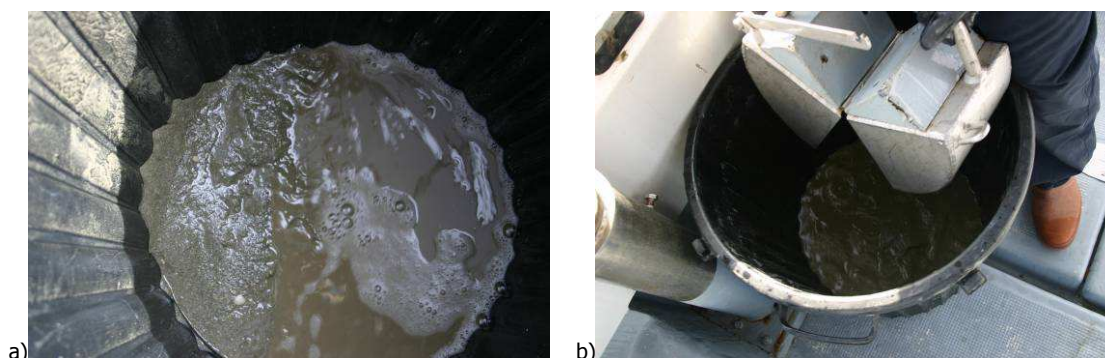


Figure 3: Photographies des sédiments prélevés dans la baie de Cassis a) Site 2 ; b) Site 3.

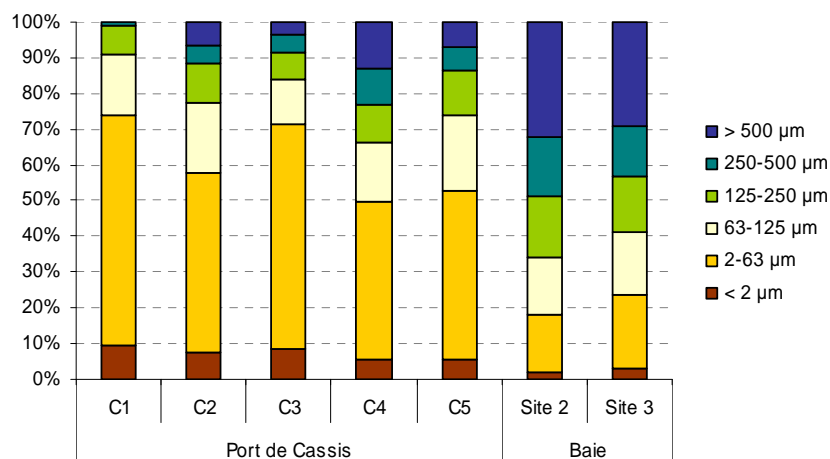


Figure 4: Répartitions granulométriques des sédiments dans la fraction inférieure à 2 mm.

III.1.2. Matières organiques

▪ Sédiments à draguer

Les teneurs en perte au feu à 550°C sont très variables, avec une valeur excessivement élevée dans l'échantillon C2 situé à proximité de l'exutoire qui débouche au fond du port. Cette teneur peut s'expliquer par la présence de débris de macro-déchets non organiques dans les sédiments. Les autres teneurs ne dépassent pas 10% et semblent diminuer avec l'éloignement de l'exutoire (Figure 5, Tableau VIII).

Les teneurs en carbone organique total sont plus homogènes (comprises entre 1.8 et 2.5%), relativement faibles et ne suivent pas la même répartition spatiale que la perte au feu.

Les concentrations en azote sont légèrement élevées et particulièrement dans l'échantillon C2, situé en fond de port.

Les concentrations en phosphore sont faibles dans l'ensemble et seuls les sédiments C3 dépassent très légèrement 500 mg/kg.

Les sédiments à draguer sont caractéristiques d'un milieu enrichi par les matières organiques et par l'azote.

▪ Sédiments des sites potentiels d'immersion

En cohérence avec la faible part de fractions fines, les teneurs en matières organiques, azote et phosphore sont faibles et n'indiquent pas d'enrichissement particulier des sédiments.

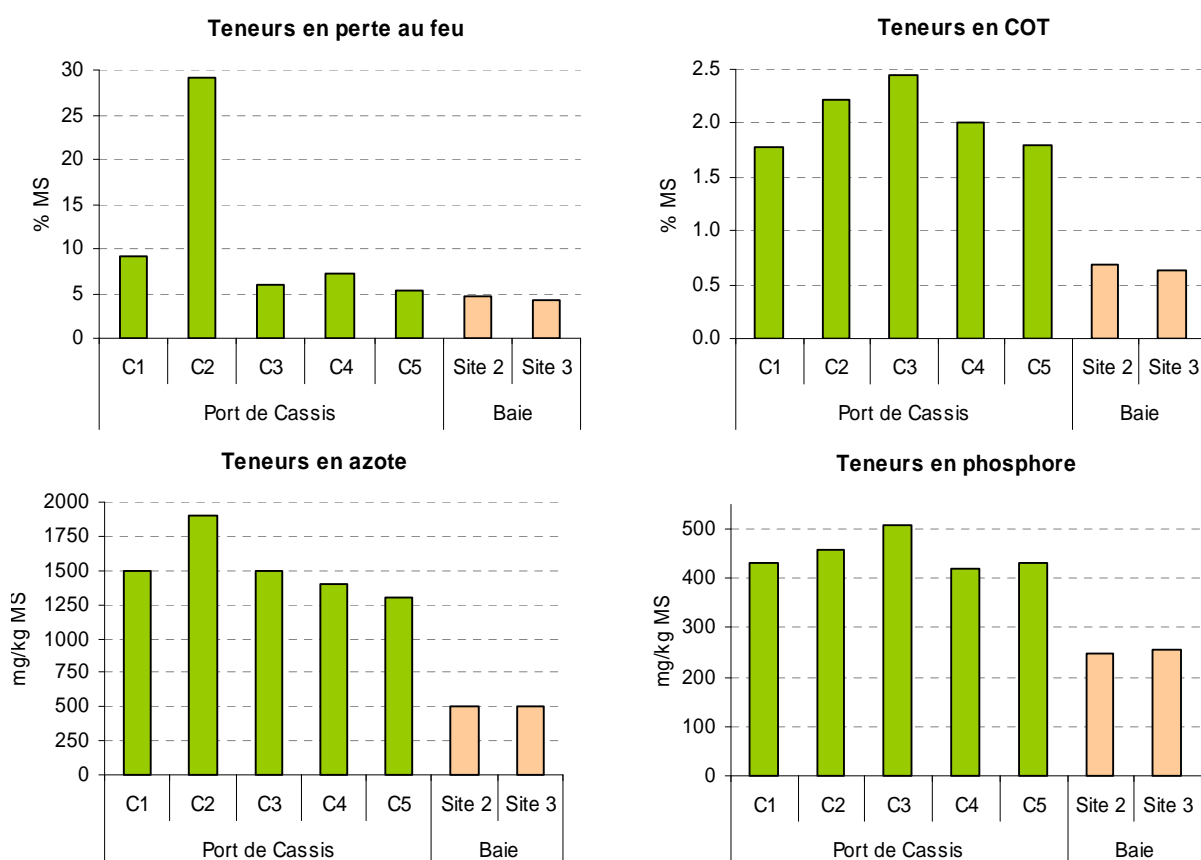


Figure 5: Teneurs en matières organiques dans les sédiments.

Tableau VIII: Indices de pollution organique

Station	C1	C2	C3	C4	C5	Site 2	Site 3
Perte au feu à 550°C	moyenne	très élevée	moyenne	moyenne	moyenne	faible	faible
C.O.T.	1	1	2	1	1	1	1
Azote Kjeldahl	2	2	2	2	2	0	0
Phosphore	0	0	1	0	0	0	0
Indice de pollution organique	3	3	5	3	3	1	1

III.1.3. Microbiologie

Les sédiments du port ne présentent pas de trace d'une contamination bactériologique. La présence d'*Escherichia coli* n'a été détectée dans aucun des 5 échantillons.

III.1.4. Teneurs en métaux

▪ Sédiments à draguer

La première observation concernant la présence de métaux dans les sédiments est que l'ensemble du port est contaminé par le cuivre, puisque les teneurs dosées sont supérieures à N2 de l'arrêté du 9 août 2006 dans tous les échantillons (Figure 6). La présence de ce métal dans de telles quantités est le signe d'un apport anthropique non négligeable. Dans les zones portuaires, ces teneurs sont courantes et proviennent en partie des peintures antisalissures à base de cuivre utilisées sur les coques des bateaux.

Une quantité importante de mercure a également été relevée dans l'échantillon C1, où la concentration est supérieure au seuil N1, et dans l'échantillon C4 dans une moindre mesure.

Les concentrations en arsenic, cadmium, chrome, nickel, plomb et zinc sont dans l'ensemble relativement faibles et homogènes. Toutes les concentrations sont inférieures au seuil N1 de l'arrêté du 9 août 2006.

La zone C1, sous l'influence de l'aire technique, comporte les teneurs en métaux (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sn, Zn) les plus élevées. Les concentrations en métaux les plus faibles ont dans l'ensemble été mesurées dans les échantillons C5 et C2.

▪ Sédiments des sites potentiels d'immersion

Les teneurs en métaux sont toutes faibles, comparables entre les deux sites et de l'ordre du bruit de fond naturel.

Les apports de la zone urbaine et portuaire se font sentir sur le chrome, cuivre, plomb et zinc. En effet, les concentrations pour ces paramètres sont les plus élevées dans la zone C1, où se trouve l'aire technique. De plus, elles sont toutes supérieures à celles dosées au large dans la baie de Cassis, alors qu'elles sont d'un même ordre de grandeur pour les autres métaux.

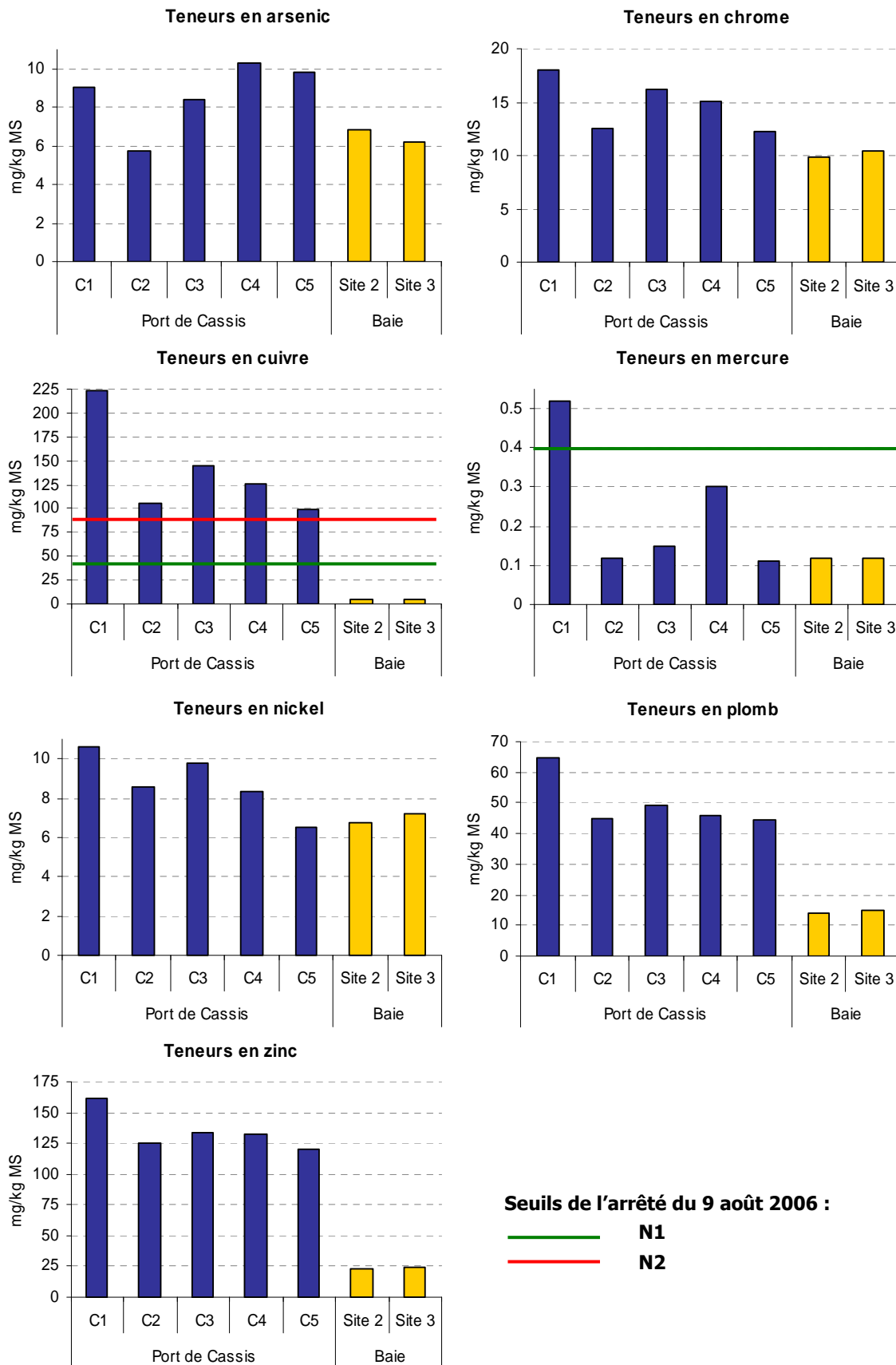


Figure 6: Teneurs en métaux dans les sédiments (en mg/kg MS).

III.1.5. Teneurs en PCB

▪ Sédiments à draguer

Les résultats d'analyses indiquent une contamination avérée des sédiments de la zone C1, qui présente des concentrations supérieures à N1 pour 3 congénères (101, 138 et 153) et une concentration supérieures à N2 pour le congénère 118. La présence de ces composés peut être liée à la présence actuelle ou passée de condensateur ou transformateur sur le port. Elle peut représenter un risque pour l'environnement en cas de remise en suspension des sédiments lors du dragage et en cas d'immersion des déblais.

L'échantillon C4, prélevé le long du quai des Moulins, contient également des PCB dans des proportions quantifiables mais qui sont inférieures aux niveaux de l'arrêté du 9 août 2006.

Les concentrations en PCB sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire dans les autres échantillons et donc inférieures aux niveaux N1.

▪ Sédiments des sites potentiels d'immersion

Les concentrations en PCB sont toutes inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

III.1.6. Teneurs en HAP et hydrocarbures totaux

▪ Sédiments à draguer

Les teneurs en HAP sont élevées dans l'ensemble mais très variables entre les 5 zones étudiées (Figure 7). Les zones C2 et C3 sont les moins contaminées par ces molécules et comportent des valeurs inférieures aux niveaux N1 établis par OSPAR. Les 3 autres stations présentent des teneurs supérieures aux niveaux N1 pour toutes ou la majorité des six molécules concernées par la convention OSPAR.

Les sommes des 16 HAP dosés vont de 0,86 mg/kg dans l'échantillon C3 à 6,94 mg/kg dans l'échantillon C5. Contrairement aux autres paramètres, les concentrations les plus élevées ont été relevées dans les 2 zones en sortie de port (C4 et surtout C5), comportant des valeurs supérieures aux seuils N1 pour toutes les molécules. Par le passé, il semblerait que la station d'avitaillement du port ait été située dans la zone C5, ce qui pourrait expliquer ces résultats. Celle-ci se trouve aujourd'hui dans la zone C4, où les teneurs en HAP totaux sont toutefois 2 fois moins élevées.

Le dosage des hydrocarbures totaux ne fait pas ressortir les mêmes sources de contamination que les HAP, puisque les 2 échantillons qui présentaient les concentrations les plus importantes ont les teneurs en hydrocarbures totaux les moins élevées (Figure 7). Les teneurs en HCT sont comprises entre 357 mg/kg à C4 et 789 mg/kg à C2. Les hydrocarbures présents dans les sédiments sont majoritairement constitués d'huiles lourdes (C20 à C40) et semblent provenir du bassin versant et de la zone technique en fond de port.

▪ Sédiments des sites potentiels d'immersion

Les concentrations en HAP sont toutes inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

Les teneurs en hydrocarbures totaux sont quantifiées mais très faibles.

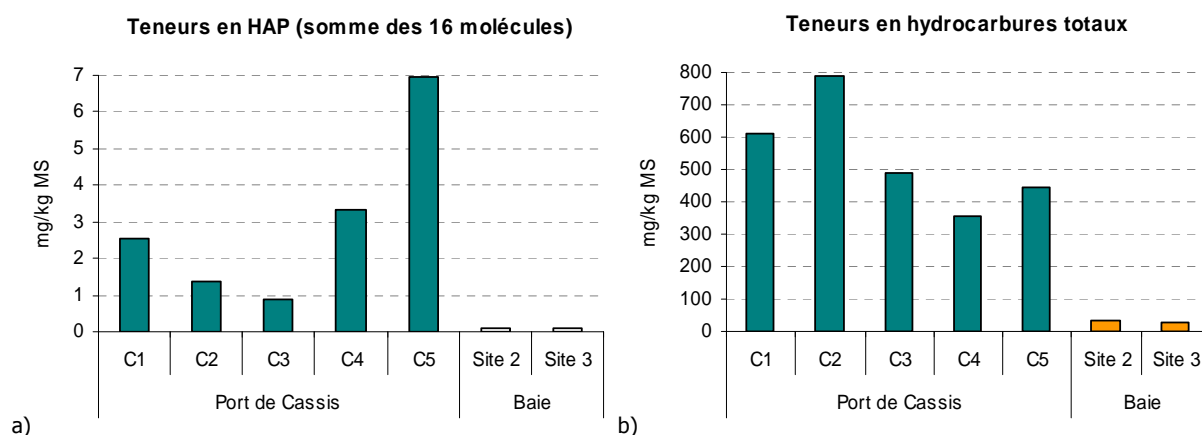


Figure 7: Teneurs en a) HAP (somme des 16 molécules) et b) hydrocarbures totaux, dans les sédiments (en mg/kg MS).

III.1.7. Teneurs en TBT

▪ Sédiments à draguer

La présence de TBT (contenu dans les peintures antisalissure à base d'étain) a été détectée dans des quantités importantes dans les 5 échantillons du port (Figure 8). Ces concentrations, et celles de ses produits de dégradation, indiquent qu'il y a des apports continus et encore actuels en organostanniques alors que l'utilisation de peintures antisalissures de ce type est interdite en France depuis 1982 pour les bateaux de moins de 25 m. L'échantillon C1 indique une concentration en TBT excessivement élevée, de près de 3 mg/kg de TBT, qui est relativement localisée puisque l'échantillon C2 a une concentration 10 fois inférieure. Une deuxième source d'apport semble exister dans la zone C4 où la concentration dépasse 400 mg/kg.

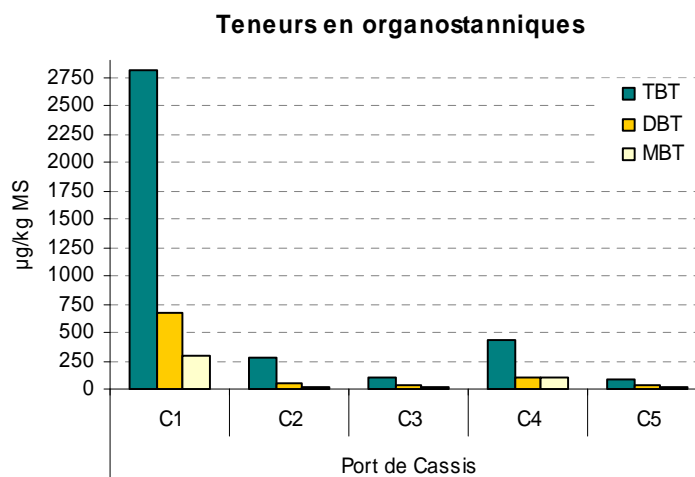


Figure 8: Teneurs en organostanniques dans les sédiments (en µg/kg MS).

▪ Sédiments des sites potentiels d'immersion

La présence d'organostanniques, sous la forme de TBT ou de ces produits de dégradation, n'a pas été détectée par le laboratoire d'analyses.

III.1.8. Teneurs en dioxines et furanes

▪ Sédiments à draguer

Parmi les 210 molécules regroupées sous le nom de dioxines, 17 congénères ont une très forte capacité de bioaccumulation dans les organismes vivants et sont donc considérés comme les plus toxiques. Ces 17 congénères ont été dosés par le laboratoire et ont permis de calculer la quantité équivalente toxique (TEQ), à partir du facteur de potentiel toxique de chaque molécule.

Les teneurs dosées, suivant la quantité équivalente toxique (TEQ) établie par l'OMS, sont comprises 1.5 et 9.4 ng/kg MS dans le port de Cassis (Figure 9). Bien que ces valeurs semblent faibles, elles indiquent que les apports proviennent de la zone portuaire ou urbaine en amont. Ces résultats indiquent que les apports proviendraient du fond du port.

▪ Sédiments des sites potentiels d'immersion

Les teneurs en dioxines et furanes dans les sédiments de la baie de Cassis sont à l'état de traces (<1 ng/kg MS) et à peu près équivalentes dans les sédiments des sites 2 et 3.

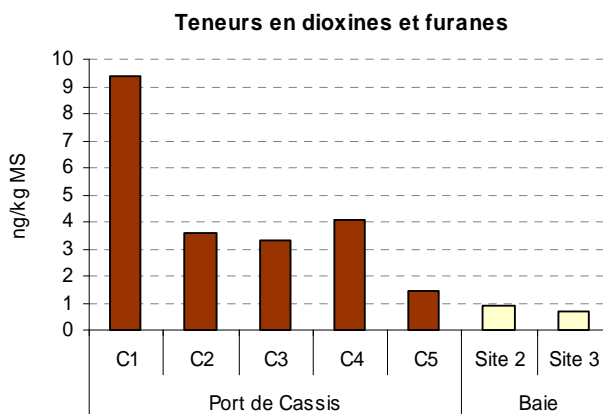


Figure 9: Teneurs en dioxines et furanes dans les sédiments, exprimées en ng de TEQ / kg MS.

III.1.9. Calcul du score de risque Géodrisk

Les scores de risque des sédiments à draguer, présentés en Annexe 2, sont compris entre 0,3 et 1,1 (Tableau IX).

Tableau IX: Scores de risques (Géodrisk)

Échantillon	C1	C2	C3	C4	C5
Score de risque	1.1	0.3	0.3	0.6	0.3

Dans le cas d'un score de risque inférieur à 1, il est souhaitable de connaître la toxicité du sédiment, en particulier pour prendre en considération les effets des contaminants qui dépassent le niveau 1 de l'arrêté du 9 août 2006 (le cuivre dans le cas présent). La réalisation d'un seul type de test de toxicité est considérée comme suffisante. Si la toxicité des sédiments est négligeable ou faible, le rejet ou l'immersion en mer peuvent être envisagés.

Dans le cas de l'échantillon C1, le score de risque est élevé et légèrement supérieur à 1. Cette valeur traduit une contamination des sédiments par les métaux et les PCB qui pourraient engendrer des impacts sur la flore et la faune marine en cas d'immersion, voire lors de la remise en suspension des sédiments due aux travaux de dragage. En cas d'absence d'alternatives à l'immersion de ces sédiments, plusieurs tests de toxicité devraient être réalisés pour connaître la dangerosité de ces matériaux vis-à-vis de l'environnement marin.

III.2.TOXICITE DES MATERIAUX A DRAGUER

Les résultats du test de toxicité effectué sur les échantillons C1 et Cmoyen sont synthétisés dans le Tableau X et présentés en intégralité en Annexe 3.

Tableau X: Résultats des tests de toxicité des sédiments

Échantillon	C1	C moyen
CE 50 (g/l)	0.12	1.2
Intervalle de confiance à 95% (g/l)	0.09 < CE50 < 0.14	0.79 < CE50 < 1.6
% larves anormales à 5 g/l	100 %	97.7 %
% de larves ayant atteint le stade D à 5 g/l	0 %	58.1 %
% larves anormales dans le test témoin	11.3 %	11.3 %
Concentration sans effets avérés (g/l)	0.032	0.180
Classe de toxicité GEODE	3 – Très forte	3 – Très forte

Dans l'échantillon C1, la CE50 est atteinte pour une concentration 10 fois inférieure à celle de l'échantillon Cmoyen (Figure 10). De plus, le blocage du développement au stade embryon dans cet échantillon indique que la toxicité de ces sédiments est maximale. Dans l'échantillon Cmoyen, le pourcentage de larves ayant atteints le stade "D" pour une concentration de 5 g/l de sédiment sec est de 58.1%. La toxicité moyenne des sédiments sur l'ensemble des zones à draguer, bien qu'inférieure à celle de la zone C1, reste très élevée. Ces résultats mettent en évidence que les sédiments prélevés, dans la zone C1 comme dans l'ensemble du port, présentent de très fortes toxicités (% de larves anormales à 5 g/l proche ou égal à 100%).

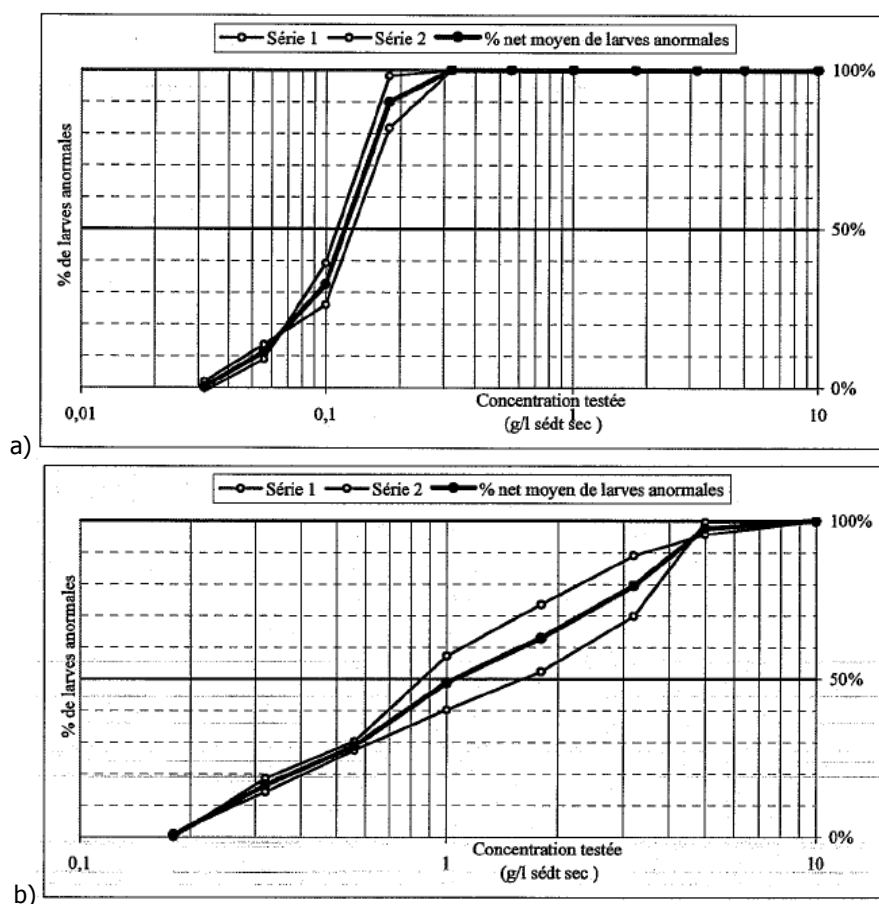


Figure 10: Pourcentages de larves anormales en fonction de la concentration en sédiments : a) dans l'échantillon C1 ; b) dans l'échantillon Cmoyen

L'étude des courbes doses-réponses permet de définir un seuil de concentration en deçà duquel les sédiments ne présentent pas d'effet toxique avéré sur le développement des larves. Ces concentrations sont respectivement de 32 et 180 mg/l pour les échantillons C1 et Cmoyen.

Ces tests permettent de conclure que la solution d'une immersion des sédiments du port de Cassis est déconseillée. De plus, lors des opérations de dragage et dans le cas de rejet d'eaux d'exhaure dans le milieu naturel, la zone de travaux devra être confinée afin de limiter la dispersion de matériaux fins remis en suspension. Toutefois, le contrôle des concentrations en matières en suspension dans les eaux proches des travaux, fréquemment préconisées en dessous de 30 mg/l et donc inférieures au niveau d'apparition de la toxicité, devrait permettre de supprimer le risque de contamination de l'environnement marin proche.

III.3. ÉTAT DES PEUPEMENTS BENTHIQUES

Les peuplements des sites 2 et 3, dans la baie de Cassis, ont globalement montré des caractéristiques très semblables.

En effet, quelle que soit la station échantillonnée, la densité totale est inférieure à 100 ind/m² (Figure 11a). Cette densité, bien que très faible, ne semble pas en contre-indication avec la nature du sédiment (sableux) et la profondeur des stations (environ 80 m). Par ailleurs, les deux peuplements présentent la même richesse spécifique (9 esp/éch) (Figure 11a) mais leur similarité en termes de présence/absence des espèces (indice de Jaccard) n'est que de 20%.

Malgré ces faibles densités et richesse spécifique, la répartition des individus entre les espèces est telle que la diversité dans ces deux stations est relativement élevée. L'indice de Shannon indique des valeurs voisines de 3 dans les deux stations et l'équitabilité, des valeurs de 0,94 et 0,95 (Figure 11b). En termes d'équilibre du peuplement, ces indices tendent à traduire un état écologique "moyen" à "bon" (Andral *et al.*, 2007).

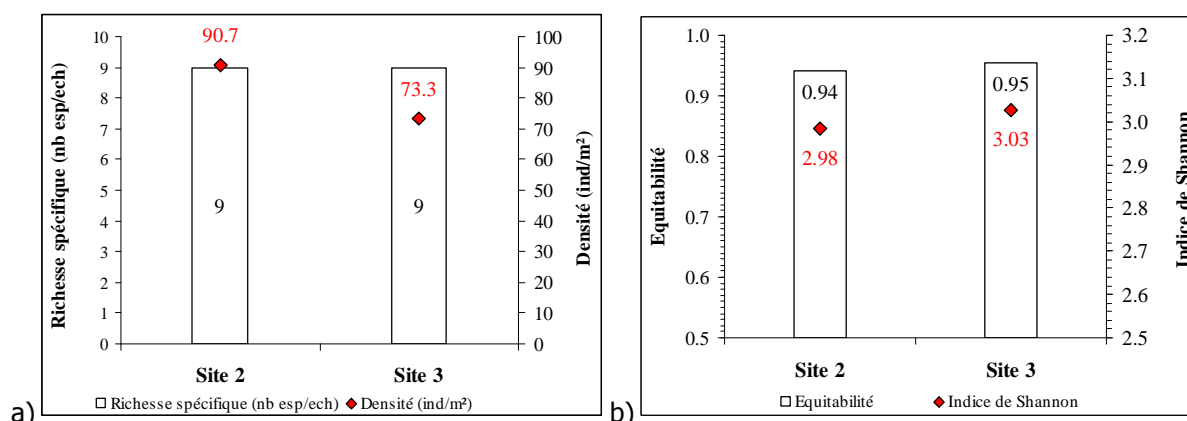


Figure 11: Caractéristiques générales des peuplements : a) densité totale (ind/m²) et richesse spécifique : (nb esp/éch.) b) indice de Shannon et équitabilité, en fonction des stations.

En termes de composition des peuplements, les Annélides étaient les plus nombreux représentant jusqu'à 53% des individus dans la station Site 2 (Figure 12). Cette caractéristique tendrait à montrer que le milieu présente des teneurs élevées en matière organique. Toutefois, la faible densité du peuplement rend difficile toute interprétation de ce type. La pauvreté du milieu tendrait plutôt, à l'inverse, à signifier qu'un manque de nourriture, donc de matière organique, n'est pas favorable à l'installation d'un peuplement dense.

Au niveau plus spécifique, les individus, souvent de petites tailles ou abimés n'ont pas tous pu être déterminés correctement. Toutefois, il apparaît que les annélides présents dans les deux stations sont

généralement reconnus comme carnivores (Glyceridae, Nereidae, Onuphidae, Syllidae et Lacydonidae). Ceci traduit plutôt un niveau trophique élevé avec une faible proportion d'animaux dépositivores ou détritivores et tend à confirmer que le taux de sédimentation et les teneurs en matière organique sont faibles. Par ailleurs, aucune espèce indicatrice d'un enrichissement en matière organique (par rapport au classement établi par Borja *et al.*, 2000 pour le calcul de l'indice AMBI) n'a été observée dans ces échantillons.

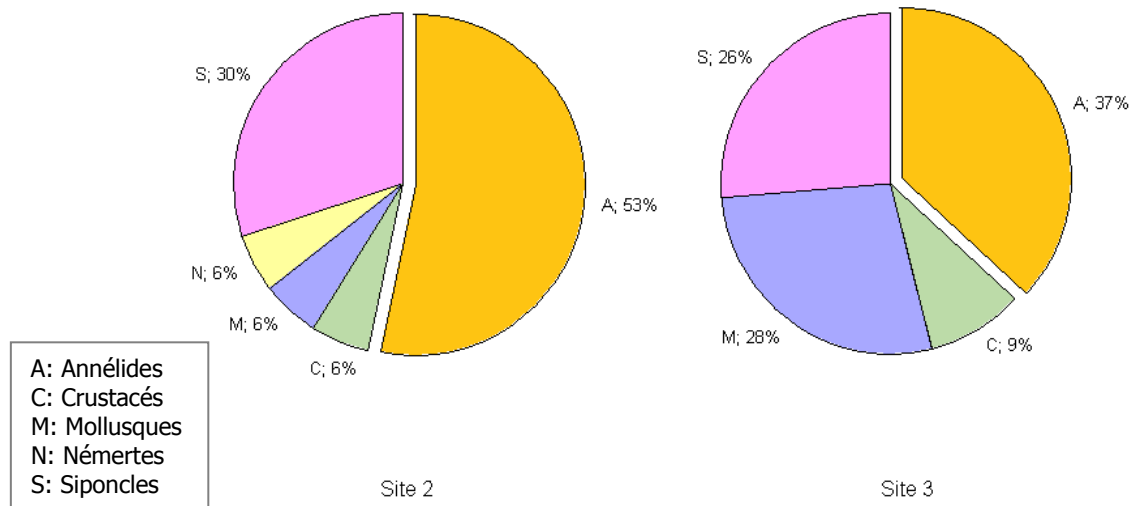


Figure 12: Répartition des différents embranchements dans les 2 stations échantillonnées.

En résumé, les peuplements des sites 2 et 3 sont caractéristiques d'un milieu sableux, non enrichi en matière organique, et où la sédimentation est faible.

IV. CONCLUSIONS

Dans l'ensemble des zones à draguer du port de Cassis, l'étude des sédiments a mis en évidence les caractéristiques et problématiques suivantes :

- les sédiments sont très envasés et composés d'au moins 50% d'argiles et limons ;
- les teneurs en cuivre sont supérieures au niveau N2 de l'arrêté du 9 août 2006 ;
- les concentrations en HAP sont relativement importantes ;
- la présence de TBT a été détectée dans des concentrations non négligeables.

Plus particulièrement, la zone C1 est fortement contaminée par les métaux (principalement cuivre et mercure), les PCB et les organostanniques. Cette contamination est confirmée par une très forte toxicité des sédiments, et particulièrement de cet échantillon.

Ces résultats indiquent une dégradation significative de la qualité des sédiments du port de Cassis depuis 2004, date des dernières analyses réalisées. En effet, lors de cette campagne seules les teneurs en cuivre étaient élevées, mais inférieures à celles dosées en 2010 dans les échantillons C1 et C2 comparables. Les autres métaux, les PCB, les HAP et le TBT étaient, en 2004, inférieurs aux niveaux N1 réglementaires ou provisoires.

Les sites 2 et 3 potentiellement choisis comme site d'immersion, sont caractérisés d'une part, par des fonds sableux non contaminés et d'autre part, par un taux de sédimentation faible. En effet, la faune installée, bien que peu dense, est caractéristique et témoigne de ces paramètres environnementaux. De plus, les qualités physico-chimiques, y compris la granulométrie, des sédiments de ces deux sites sont similaires et ne sont pas comparables avec les matériaux à draguer du port de Cassis. Par ailleurs, étant donnée la bathymétrie (environ 80 m) et l'hydrodynamisme de la zone, l'immersion de sédiments vaseux risquerait d'entraîner une propagation des fractions fines au delà des zones de réception prévues pour le clapage (Alzieu, 1999).

En conclusion, l'état des sédiments à draguer et les caractéristiques des zones envisagées pour l'immersion semblent incompatibles et de ce fait peu adaptées pour accueillir des déblais de dragage du port de Cassis, même provenant des zones les moins contaminées du port.

V. BIBLIOGRAPHIE

Andral B., 2007. Aide à la définition des conditions de référence pour le contrôle de surveillance au titre de la Directive Cadre Eau pour les bassins Rhône Méditerranée & Corse Mise en œuvre de l'exercice d'intercalibration. RST.DOP/LER-PAC-07-09.

Alzieu C., 1999. Dragages et environnement marin : état des connaissances. Comportements des polluants. Ifremer Brest, 223 p.

Alzieu C. (coord.), 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion. Ed. Ifremer, 248 p.

Borja A. & Muxika I., 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine pollution bulletin*, 50(7), 787-9.

Pérès J. & Picard J., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Recueil des travaux de la station marine d'Endoume*, 31(47), 129.

Pielou EC, 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.

Pinto R., Patricio J., Baeta A., Fath B. D., Neto J. M., Marques J. C., et al., 2009. Review and evaluation of estuarine biotic indices to assess benthic condition. *Ecological indicators*, 9, 1-25.

SAFEGE, 2006. Dragage du port de Cassis – Dossier de demande d'autorisation de dragage et rejet y afférent - Conseil Général des Bouches du Rhône - Décembre 2006. 133 p.

SAFEGE, 2007. Recherche d'un site d'immersion des produits de dragage du port de Cassis - Conseil Général des Bouches du Rhône - Janvier 2007. 20 p.

Shannon CE, Weaver W, 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois, Press, Urbana, IL.

VI. ANNEXES

ANNEXE 1 : RAPPORT D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUES
(LABORATOIRE EUROFINIS ENVIRONNEMENT)

ANNEXE 2 : SCORES DE RISQUE GEODRISK (GEODE)

ANNEXE 3 : RÉSULTATS DES TESTS DE TOXICITÉ
(INSTITUT PASTEUR DE LILLE)

ANNEXE 4 : PEUPLEMENTS BENTHIQUES

ANNEXE 1 : RAPPORT D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUES
(LABORATOIRE EUROFINS ENVIRONNEMENT)

COPRAMEX
 Mme VALETTE
 Enceinte Portuaire - Porte 4 Forme 9
 BP 40159
 13318 MARSEILLE CEDEX 15

RAPPORT D'ANALYSE

Version du : 19/03/2010 17:08 Page 1 sur 11
 N° dossier : 10E004181 Date de réception du dossier : 26/02/2010
 Référence dossier : Projet Port CG13 N° 090807 - Commande N° C100218-01M selon devis FJB12009018802

Référence(s) client :

001	C1	002	C2
003	C3	004	C4
005	C5	006	Cmoyen

N° Echantillon :	001	002	003	004	005	006
Matrice :	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments

Hydrocarbures par CPG- NF EN 14039

Indice hydrocarbure (HCT C10-C40)	mg/kg M.S.	*	609	*	789	*	488	*	357	*	447

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)- Méthode interne adaptée de XP X 33-012 - GC/MS

	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05
Naphtalène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05
Acénaphtylène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	0.08
Acénaphthène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05
Fluorène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	0.07
Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.11	*	0.10	*	0.05	*	0.28	*	0.58
Anthracène	mg/kg M.S.	*	0.06	*	<0.05	*	<0.05	*	0.10	*	0.18
Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.34	*	0.20	*	0.14	*	0.45	*	1.0
Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.35	*	0.21	*	0.15	*	0.41	*	0.92
Benzo(a)anthracène	mg/kg M.S.	*	0.23	*	0.11	*	0.06	*	0.37	*	0.64
Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.21	*	0.10	*	0.08	*	0.32	*	0.60
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.39	*	0.18	*	0.13	*	0.42	*	0.86
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	0.14	*	0.06	*	<0.05	*	0.16	*	0.29
Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.33	*	0.16	*	0.10	*	0.39	*	0.64
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	0.12
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg M.S.	*	0.16	*	0.10	*	0.06	*	0.18	*	0.40
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	mg/kg M.S.	*	0.24	*	0.14	*	0.09	*	0.27	*	0.56

Matière sèche après tamisage- Adaptée de NF EN 12880

Matière sèche après tamisage	% P.B.	*		*		*		*		*	98.5

Analyses sous-traitées-

Sous traitance spécifique	-	Voir ci-dessous	Voir ci-dessous	Voir ci-dessous	Voir ci-dessous	Voir ci-dessous

Matière sèche- NF EN 12880

Matière sèche	% P.B.	*	58.4	*	58.9	*	66.0	*	62.5	*	55.5

Perte au feu à 550°C- NF EN 12879

		*		*		*		*		*	

RAPPORT D'ANALYSE

Version du : 19/03/2010 17:08 Page 2 sur 11
 N° dossier : 10E004181 Date de réception du dossier : 26/02/2010
 Référence dossier : Projet Port CG13 N° 090807 - Commande N° C100218-01M selon devis FJB12009018802

Référence(s) client :

001 C1	002 C2
003 C3	004 C4
005 C5	006 Cmoyen

N° Echantillon :		001	002	003	004	005	006
Matrice :		Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments
Perte au feu à 550°C	% M.S.	9.10	29.1	6.00	7.20	5.30	

Masse volumique- Méthode interne

Masse volumique	g/cm³	1.22	1.26	1.21	1.20	1.18	
-----------------	-------	------	------	------	------	------	--

Préparation pour analyses physico-chimiques- Adaptée de NF ISO 11464

Préparation physico-chimique (séchage à 40°C)	-	-	-	-	-	-	
Refus pondéral à 2 mm	% P.B.	<1.0	25.4	28.7	6.1	30.9	

Mesure du pH- NF EN 12176

pH	-	9.1	8.6	8.6	8.8	8.8	
Température de mesure du pH	°C	20	21	21	20	20	

Azote Kjeldahl- NF EN 13342

Azote Kjeldahl	g/kg M.S.	1.5	1.9	1.5	1.4	* 1.3	
----------------	-----------	-----	-----	-----	-----	-------	--

Découpage HCT par tranche- Méthode interne

Hydrocarbures C10-C12	%	1.33	1.30	1.19	0.65	0.64	
Hydrocarbures C12-C16	%	5.45	4.39	3.88	4.44	5.21	
Hydrocarbures C16-C20	%	11.34	7.73	8.48	10.22	12.25	
Hydrocarbures C20-C24	%	16.16	14.60	12.74	17.09	17.25	
Hydrocarbures C24-C28	%	20.12	21.06	18.22	18.47	18.21	
Hydrocarbures C28-C32	%	19.44	21.40	21.09	19.37	19.22	
Hydrocarbures C32-C36	%	17.66	20.62	21.75	19.56	17.89	
Hydrocarbures C36-C40	%	8.51	8.89	12.65	10.20	9.32	

Granulométrie- Méthode interne

Analyse sous-traitée : Granulometrie à pas variable	-	Voir ci-joint	Voir ci-joint	Voir ci-joint	Voir ci-joint	Voir ci-joint	
---	---	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	--

Analyse sous-traitée: Matière sèche 105°C- DIN 38414-S2

Analyse sous-traitée: Matière sèche à 105°C	%	* 57.2	* 63.2	* 62.5	* 61.2	* 72.8	
---	---	--------	--------	--------	--------	--------	--

Analyses sous-traitées: Organotin ~ 8 compounds- DIN EN ISO 23161:2007 par LRMS

Monobutyltin (MBT)	µg/kg dw	* 292	* 17.4	* 16.4	* 105	* 18.2	
Monobutyltin (MBT) - Sn	µg/kg dw	* 197	* 11.8	* 11.1	* 71.1	* 12.3	
Dibutyltin (DBT)	µg/kg dw	* 666	* 51.2	* 30.9	* 101	* 37.4	
Dibutyltin (DBT) - Sn	µg/kg dw	* 339	* 26.1	* 15.8	* 51.2	* 19.1	
Tributyltin (TBT)	µg/kg dw	* 2810	* 282	* 98.8	* 423	* 85.0	
Tributyltin (TBT) - Sn	µg/kg dw	* 1150	* 115	* 40.4	* 173	* 34.8	

RAPPORT D'ANALYSE

Version du : 19/03/2010 17:08

Page 3 sur 11

N° dossier : 10E004181

Date de réception du dossier :

26/02/2010

Référence dossier : Projet Port CG13 N° 090807 - Commande N° C100218-01M selon devis FJB12009018802

Référence(s) client :

001	C1	002	C2
003	C3	004	C4
005	C5	006	Cmoyen

N° Echantillon :		001	002	003	004	005	006
Matrice :		Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments
Tetrabutyltin (TTBT)	µg/kg dw	* 19.4	* 3.10	* 1.60	* 6.70	* 1.70	
Tetrabutyltin (TTBT) - Sn	µg/kg dw	* 6.60	* 1.10	* 0.50	* 2.30	* 0.60	
Monooctyltin (MOT)	µg/kg dw	* <5.7	* 8.80	* 2.30	* 1.90	* 1.50	
Monooctyltin (MOT) - Sn	µg/kg dw	* <2.9	* 4.50	* 1.20	* 1.00	* 0.80	
Diocetyltn (DOT)	µg/kg dw	* <5.7	* 11.2	* 2.40	* <1.5	* 1.20	
Diocetyltn (DOT) - Sn	µg/kg dw	* <2.0	* 3.90	* 0.80	* <0.5	* 0.40	
Triphenyltin (TPHT)	µg/kg dw	* 60.1	* 2.20	* <1.2	* 4.40	* <1.1	
Triphenyltin (TPHT) - Sn	µg/kg dw	* 20.4	* 0.80	* <0.4	* 1.50	* <0.4	
Tricyclohexyltin (TCHT)	µg/kg dw	* <5.7	* <1.2	* <1.2	* <1.5	* <1.1	
Tricyclohexyltin (TCHT) - Sn	µg/kg dw	* <1.9	* <0.4	* <0.4	* <0.5	* <0.4	

Analyse sous-traitée : dioxines et furannes PCDD/F- SOP QMA504-341 par HRMS

2,3,7,8-TCDD	ng/kg dw	* 0.39	* 0.33	* <0.23	* <0.18	* <0.17	
1,2,3,7,8-PeCDD	ng/kg dw	* 1.15	* 0.80	* 0.50	* 0.44	* <0.23	
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg dw	* 1.66	* 0.78	* 0.78	* 0.87	* <0.47	
1,2,3,6,7,8-HxCDD	ng/kg dw	* 6.79	* 2.39	* 2.45	* 2.50	* 0.99	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg dw	* 3.21	* 1.41	* 1.29	* 1.45	* 0.63	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	ng/kg dw	* 219	* 62.6	* 70.0	* 77.2	* 25.5	
OCDD	ng/kg dw	* 2220	* 629	* 620	* 777	* 224	
2,3,7,8-TCDF	ng/kg dw	* 8.77	* 2.04	* 2.25	* 3.41	* 1.66	
1,2,3,7,8-PeCDF	ng/kg dw	* 2.58	* 0.90	* 0.90	* 1.28	* 0.65	
2,3,4,7,8-PeCDF	ng/kg dw	* 4.60	* 1.58	* 2.16	* 2.93	* 1.57	
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg dw	* 7.28	* 1.76	* 1.80	* 3.84	* 1.27	
1,2,3,6,7,8-HxCDF	ng/kg dw	* 2.03	* 0.90	* 1.00	* 1.24	* 0.56	
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg dw	* <0.41	* <0.40	* <0.40	* <0.39	* <0.39	
2,3,4,6,7,8-HxCDF	ng/kg dw	* 2.64	* 1.30	* 1.59	* 2.12	* 0.94	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	ng/kg dw	* 24.7	* 7.13	* 9.54	* 12.7	* 4.30	
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg dw	* 2.68	* 0.81	* 0.80	* 1.24	* 0.46	
OCDF	ng/kg dw	* 77.4	* 15.5	* 18.2	* 26.1	* 9.03	
WHO(1998)-PCDD/F TEQ excl. LOQ	ng/kg dw	9.89	3.79	3.61	4.51	1.75	
WHO(1998)-PCDD/F TEQ incl. LOQ	ng/kg dw	9.93	3.83	3.88	4.73	2.24	
WHO(2005)-PCDD/F TEQ excl. LOQ	ng/kg dw	9.38	3.58	3.29	4.06	1.47	

RAPPORT D'ANALYSE

Version du : 19/03/2010 17:08 Page 4 sur 11
 N° dossier : 10E004181 Date de réception du dossier : 26/02/2010
 Référence dossier : Projet Port CG13 N° 090807 - Commande N° C100218-01M selon devis FJB12009018802

Référence(s) client :

001	C1	002	C2
003	C3	004	C4
005	C5	006	Cmoyen

N° Echantillon :		001	002	003	004	005	006
Matrice :		Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments
WHO(2005)-PCDD/F TEQ incl. LOQ	ng/kg dw	9.42	3.62	3.56	4.27	1.96	
I-TEQ (NATO/CCMS) excl. LOQ	ng/kg dw	11.4	3.97	3.93	5.01	1.96	
I-TEQ (NATO/CCMS) incl. LOQ	ng/kg dw	11.4	4.01	4.21	5.23	2.34	

PCB- XP X 33-012

PCB 28	mg/kg M.S.	* <0.01	* <0.01	* <0.01	* <0.01	* <0.01	
PCB 52	mg/kg M.S.	* 0.02	* <0.01	* <0.01	* <0.01	* <0.01	
PCB 101	mg/kg M.S.	* 0.07	* <0.01	* <0.01	* 0.02	* <0.01	
PCB 118	mg/kg M.S.	* 0.06	* <0.01	* <0.01	* 0.02	* <0.01	
PCB 153	mg/kg M.S.	* 0.06	* <0.01	* <0.01	* 0.03	* <0.01	
PCB 138	mg/kg M.S.	* 0.06	* <0.01	* <0.01	* 0.03	* <0.01	
PCB 180	mg/kg M.S.	* 0.02	* <0.01	* <0.01	* <0.01	* <0.01	

Carbone organique total (méthode directe)- NF ISO 10694 (après élimination des carbonates)

Carbone organique total	mg/kg M.S.	17800	22200	24500	20100	18000	
-------------------------	------------	-------	-------	-------	-------	-------	--

Minéralisation Eau Régale - Bloc chauffant- NF EN 13346

Minéralisation Eau Régale - Bloc chauffant après préparation	-	*	-	*	-	*	-	*	-
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Métaux par ICP/AES après minéralisation- NF EN ISO 11885

Arsenic	mg/kg M.S.	* 9.01	* 5.70	* 8.39	* 10.3	* 9.81	
Cadmium	mg/kg M.S.	* 0.40	* <0.40	* <0.40	* <0.40	* <0.40	
Chrome	mg/kg M.S.	* 18.0	* 12.5	* 16.2	* 15.1	* 12.3	
Cuivre	mg/kg M.S.	* 224	* 106	* 144	* 126	* 99.3	
Nickel	mg/kg M.S.	* 10.6	* 8.60	* 9.78	* 8.34	* 6.54	
Plomb	mg/kg M.S.	* 64.5	* 44.9	* 49.0	* 45.8	* 44.6	
Zinc	mg/kg M.S.	* 162	* 125	* 134	* 132	* 120	
Aluminium	mg/kg M.S.	* 7990	* 4110	* 4810	* 3910	* 3100	
Etain	mg/kg M.S.	6.23	<5.00	6.09	<5.00	<5.00	
Phosphore	mg/kg M.S.	* 430	* 460	* 507	* 420	* 431	

Mercure par SFA- MO/ENV/MPI/22 selon NF ISO 16772

Mercure après minéralisation	mg/kg M.S.	* 0.52	* 0.12	* 0.15	* 0.30	* 0.11	
------------------------------	------------	--------	--------	--------	--------	--------	--

Lixiviation (broyage par concasseur à mâchoires)- NF EN 12457-2

Lixiviation 1*24H	-						-
Refus pondéral à 4 mm	% P.B.						29.9

RAPPORT D'ANALYSE

Version du : 19/03/2010 17:08 Page 5 sur 11
 N° dossier : 10E004181 Date de réception du dossier : 26/02/2010
 Référence dossier : Projet Port CG13 N° 090807 - Commande N° C100218-01M selon devis FJB12009018802

Référence(s) client :

001	C1	002	C2
003	C3	004	C4
005	C5	006	Cmoyen

N° Echantillon :	001	002	003	004	005	006
Matrice :	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments
Volume de l'éluat	ml					240
Masse	g P.B.					24.8

Mesure du pH sur éluat- NFT 90-008

pH sur éluat	-					8.40
Température de mesure du pH	°C					19

Conductivité sur éluat- NF EN 27888

Conductivité corrigée automatiquement à 25 °C sur éluat	µS/cm					5150
Température de mesure de la conductivité	°C					17.0

Fraction soluble sur éluat- NF T 90-029

Fraction soluble	mg/kg M.S.					28900
Fraction soluble	% M.S.					2.9

Carbone organique total sur éluat- NF EN 1484

Carbone organique total sur éluat	mg/kg M.S.					230
-----------------------------------	------------	--	--	--	--	-----

Chlorure sur éluat- Méthode interne selon NF EN ISO 15682

Chlorure sur éluat	mg/kg M.S.					15100
--------------------	------------	--	--	--	--	-------

Fluorure sur éluat- NF T 90-004

Fluorure sur éluat	mg/kg M.S.					6.99
--------------------	------------	--	--	--	--	------

Sulfate sur éluat- Méthode interne selon NF T 90-040

Sulfate sur éluat	mg/kg M.S.					2750
-------------------	------------	--	--	--	--	------

Indice phénol sur éluat- NF EN ISO 14402

Indice phénol sur éluat	mg/kg M.S.					<0.10
-------------------------	------------	--	--	--	--	-------

Métaux par ICP/AES sur éluat- NF EN ISO 11885

Arsenic sur éluat	mg/kg M.S.					<0.20
Baryum sur éluat	mg/kg M.S.					3.08
Chrome sur éluat	mg/kg M.S.					<0.10
Cuivre sur éluat	mg/kg M.S.					0.23
Molybdène sur éluat	mg/kg M.S.					0.31
Nickel sur éluat	mg/kg M.S.					<0.10
Plomb sur éluat	mg/kg M.S.					<0.10
Zinc sur éluat	mg/kg M.S.					0.92

RAPPORT D'ANALYSE

Version du : 19/03/2010 17:08 Page 6 sur 11
 N° dossier : 10E004181 Date de réception du dossier : 26/02/2010
 Référence dossier : Projet Port CG13 N° 090807 - Commande N° C100218-01M selon devis FJB12009018802

Référence(s) client :

001	C1	002	C2
003	C3	004	C4
005	C5	006	Cmoyen

N° Echantillon :	001	002	003	004	005	006
Matrice :	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments	Sédiments

Métaux par ICP/MS sur éluat- NF EN ISO 17294-2

		001	002	003	004	005	006
Cadmium sur éluat	mg/kg M.S.						<0.002
Mercure sur éluat	mg/kg M.S.						<0.001
Antimoine sur éluat	mg/kg M.S.						0.048
Selenium sur éluat	mg/kg M.S.						<0.020

E. coli- Méthode interne

	UFC/g	001	002	003	004	005	006
Escherichia coli		0	0	0	0	0	

Observations :

- | | |
|--|---|
| 001 Analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité DAR portée DAC-PL-0540-07-05
analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité DAR portée DAC-PL-0540-07-05
Al après minéramisation totale: 11500 mg/kgMS
analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité DAR portée DAC-PL-0540-07-05 | 002 Analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité DAR portée DAC-PL-0540-07-05
analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité DAR portée DAC-PL-0540-07-05
Al après minéramisation totale: 11100 mg/kgMS |
| 003 Analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité DAR portée DAC-PL-0540-07-05
analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité DAR portée DAC-PL-0540-07-05
Al après minéramisation totale: 13000 mg/kgMS | 004 Analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité DAR portée DAC-PL-0540-07-05
analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité DAR portée DAC-PL-0540-07-05
Al après minéramisation totale: 10400 mg/kgMS |
| 005 Analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité DAR portée DAC-PL-0540-07-05
analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité DAR portée DAC-PL-0540-07-05
Al après minéramisation totale: 7480 mg/kgMS
analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité DAR portée DAC-PL-0540-07-05 | |

RAPPORT D'ANALYSE

Version du : 19/03/2010 17:08 Page 7 sur 11
 N° dossier : 10E004181 Date de réception du dossier : 26/02/2010
 Référence dossier : Projet Port CG13 N° 090807 - Commande N° C100218-01M selon devis FJB12009018802

Référence(s) client :
 007 Site 2 008 Site 3

N° Echantillon :	007	008			
Matrice :	Sédiments	Sédiments			

Hydrocarbures par CPG- NF EN 14039

Indice hydrocarbure (HCT C10-C40)	mg/kg M.S.	*	32.0	*	26.0			
-----------------------------------	------------	---	------	---	------	--	--	--

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)- Méthode interne adaptée de XP X 33-012 - GC/MS

Naphtalène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Acénaphylène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Acénaphène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Fluorène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Anthracène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Fluoranthène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Pyrène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Benzo(a)anthracène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Chrysène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			
Indeno(1,2,3-c,d)pyrène	mg/kg M.S.	*	<0.05	*	<0.05			

Analyses sous-traitées-

Sous traitance spécifique	-		Voir ci-dessous		Voir ci-dessous			
---------------------------	---	--	-----------------	--	-----------------	--	--	--

Matière sèche- NF EN 12880

Matière sèche	% P.B.	*	67.1	*	73.2			
---------------	--------	---	------	---	------	--	--	--

Perte au feu à 550°C- NF EN 12879

Perte au feu à 550°C	% M.S.		4.70		4.30			
----------------------	--------	--	------	--	------	--	--	--

Masse volumique- Méthode interne

Masse volumique	g/cm ³		1.14		1.24			
-----------------	-------------------	--	------	--	------	--	--	--

Préparation pour analyses physico-chimiques- Adaptée de NF ISO 11464

Préparation physico-chimique (séchage à 40°C)	-		-		-			
Refus pondéral à 2 mm	% P.B.		3.0		3.5			

Mesure du pH- NF EN 12176

pH	-		8.9		9.0			
----	---	--	-----	--	-----	--	--	--

RAPPORT D'ANALYSE

Version du : 19/03/2010 17:08 Page 8 sur 11
 N° dossier : 10E004181 Date de réception du dossier : 26/02/2010
 Référence dossier : Projet Port CG13 N° 090807 - Commande N° C100218-01M selon devis FJB12009018802

Référence(s) client :

 007 Site 2 008 Site 3

N° Echantillon :	007	008			
Matrice :	Sédiments	Sédiments			
Température de mesure du pH	°C	20	20		

Azote Kjeldahl- NF EN 13342

Azote Kjeldahl	g/kg M.S.	*	<0.5	*	0.5			

Découpage HCT par tranche- Méthode interne

Hydrocarbures C10-C12	%	2.58	2.53				
Hydrocarbures C12-C16	%	3.71	3.70				
Hydrocarbures C16-C20	%	3.95	4.23				
Hydrocarbures C20-C24	%	10.01	11.91				
Hydrocarbures C24-C28	%	14.50	17.21				
Hydrocarbures C28-C32	%	21.20	24.50				
Hydrocarbures C32-C36	%	24.13	22.29				
Hydrocarbures C36-C40	%	19.91	13.62				

Granulométrie- Méthode interne

Analyse sous-traitée : Granulometrie à pas variable	-	Voir ci-joint	Voir ci-joint				

Analyse sous-traitée: Matière sèche 105°C- DIN 38414-S2

Analyse sous-traitée: Matière sèche à 105°C	%	*	72.1	*	64.9			

Analyses sous-traitées: Organotin ~ 8 compounds- DIN EN ISO 23161:2007 par LRMS

Monobutyltin (MBT)	µg/kg dw	*	<1.1	*	<1.2			
Monobutyltin (MBT) - Sn	µg/kg dw	*	<0.8	*	<0.8			
Dibutyltin (DBT)	µg/kg dw	*	<1.1	*	<1.2			
Dibutyltin (DBT) - Sn	µg/kg dw	*	<0.6	*	<0.6			
Tributyltin (TBT)	µg/kg dw	*	<1.1	*	<1.2			
Tributyltin (TBT) - Sn	µg/kg dw	*	<0.5	*	<0.5			
Tetrabutyltin (TTBT)	µg/kg dw	*	<0.4	*	<1.2			
Tetrabutyltin (TTBT) - Sn	µg/kg dw	*	<0.1	*	<0.4			
Monooctyltin (MOT)	µg/kg dw	*	<1.1	*	<1.2			
Monooctyltin (MOT) - Sn	µg/kg dw	*	<0.6	*	<0.6			
Diocetyltn (DOT)	µg/kg dw	*	<1.1	*	<1.2			
Diocetyltn (DOT) - Sn	µg/kg dw	*	<0.4	*	<0.4			
Triphenyltin (TPhT)	µg/kg dw	*	<1.1	*	<1.2			
Triphenyltin (TPhT) - Sn	µg/kg dw	*	<0.4	*	<0.4			
Tricyclohexyltin (TCHT)	µg/kg dw	*	<1.1	*	<1.2			

RAPPORT D'ANALYSE

Version du : 19/03/2010 17:08

Page 9 sur 11

N° dossier : 10E004181

Date de réception du dossier :

26/02/2010

Référence dossier : Projet Port CG13 N° 090807 - Commande N° C100218-01M selon devis FJB12009018802

Référence(s) client :

007 Site 2

008 Site 3

N° Echantillon :

007
008

Matrice :

Sédiments

Sédiments

 Tricyclohexyltin (TCHT) - Sn $\mu\text{g/kg dw}$ * <0.4 * <0.4

Analyse sous-traitée : dioxines et furannes PCDD/F- SOP QMA504-341 par HRMS

2,3,7,8-TCDD	ng/kg dw	*	<0.18	*	<0.18		
1,2,3,7,8-PeCDD	ng/kg dw	*	<0.24	*	<0.24		
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg dw	*	<0.47	*	<0.47		
1,2,3,6,7,8-HxCDD	ng/kg dw	*	0.60	*	<0.47		
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg dw	*	<0.47	*	<0.47		
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	ng/kg dw	*	9.12	*	7.36		
OCDD	ng/kg dw	*	60.1	*	55.2		
2,3,7,8-TCDF	ng/kg dw	*	0.68	*	0.71		
1,2,3,7,8-PeCDF	ng/kg dw	*	0.50	*	0.51		
2,3,4,7,8-PeCDF	ng/kg dw	*	0.93	*	0.69		
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg dw	*	1.50	*	1.19		
1,2,3,6,7,8-HxCDF	ng/kg dw	*	0.61	*	0.52		
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg dw	*	<0.39	*	<0.39		
2,3,4,6,7,8-HxCDF	ng/kg dw	*	0.90	*	0.66		
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	ng/kg dw	*	4.00	*	3.27		
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg dw	*	0.67	*	0.55		
OCDF	ng/kg dw	*	7.70	*	6.83		
WHO(1998)-PCDD/F TEQ excl. LOQ	ng/kg dw		1.07		0.80		
WHO(1998)-PCDD/F TEQ incl. LOQ	ng/kg dw		1.61		1.39		
WHO(2005)-PCDD/F TEQ excl. LOQ	ng/kg dw		0.88		0.66		
WHO(2005)-PCDD/F TEQ incl. LOQ	ng/kg dw		1.43		1.26		
I-TEQ (NATO/CCMS) excl. LOQ	ng/kg dw		1.13		0.85		
I-TEQ (NATO/CCMS) incl. LOQ	ng/kg dw		1.55		1.33		

PCB- XP X 33-012

PCB 28	mg/kg M.S.	*	<0.01	*	<0.01		
PCB 52	mg/kg M.S.	*	<0.01	*	<0.01		
PCB 101	mg/kg M.S.	*	<0.01	*	<0.01		
PCB 118	mg/kg M.S.	*	<0.01	*	<0.01		
PCB 153	mg/kg M.S.	*	<0.01	*	<0.01		
PCB 138	mg/kg M.S.	*	<0.01	*	<0.01		

RAPPORT D'ANALYSE

Version du : 19/03/2010 17:08 Page 10 sur 11
 N° dossier : 10E004181 Date de réception du dossier : 26/02/2010
 Référence dossier : Projet Port CG13 N° 090807 - Commande N° C100218-01M selon devis FJB12009018802

Référence(s) client :

 007 Site 2 008 Site 3

N° Echantillon :	007	008			
Matrice :	Sédiments	Sédiments			
PCB 180	mg/kg M.S. * <0.01	* <0.01			

Carbone organique total (méthode directe)- NF ISO 10694 (après élimination des carbonates)

Carbone organique total	mg/kg M.S.	6780	6380		
-------------------------	------------	------	------	--	--

Minéralisation Eau Régale - Bloc chauffant- NF EN 13346

Minéralisation Eau Régale - Bloc chauffant après préparation	-	*	-	*	-
--	---	---	---	---	---

Métaux par ICP/AES après minéralisation- NF EN ISO 11885

Arsenic	mg/kg M.S.	* 6.84	* 6.18		
Cadmium	mg/kg M.S.	* <0.40	* <0.40		
Chrome	mg/kg M.S.	* 9.92	* 10.4		
Cuivre	mg/kg M.S.	* 5.12	* 5.48		
Nickel	mg/kg M.S.	* 6.75	* 7.23		
Plomb	mg/kg M.S.	* 14.2	* 15.2		
Zinc	mg/kg M.S.	* 23.4	* 24.2		
Aluminium	mg/kg M.S.	* 3140	* 3230		
Etain	mg/kg M.S.	<5.00	<5.00		
Phosphore	mg/kg M.S.	* 249	* 256		

Mercure par SFA- MO/ENV/MPI/22 selon NF ISO 16772

Mercure après minéralisation	mg/kg M.S.	* 0.12	* 0.12		
------------------------------	------------	--------	--------	--	--

Observations :

007 Analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité
 DAR portée DAC-PL-0540-07-05
 analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité
 DAR portée DAC-PL-0540-07-05
 Al après minéramisation totale: 4790 mg/kgMS

008 Analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité
 DAR portée DAC-PL-0540-07-05
 analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité
 DAR portée DAC-PL-0540-07-05
 Al après minéramisation totale: 8360 mg/kgMS
 analyses sous-traitées réalisées par Eurofins GFA, accrédité
 DAR portée DAC-PL-0540-07-05

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 11 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par *.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande

Laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement : portée disponible sur <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

RAPPORT D'ANALYSE

Version du : 19/03/2010 17:08

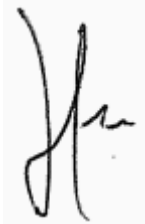
Page 11 sur 11

N° dossier : 10E004181

Date de réception du dossier :

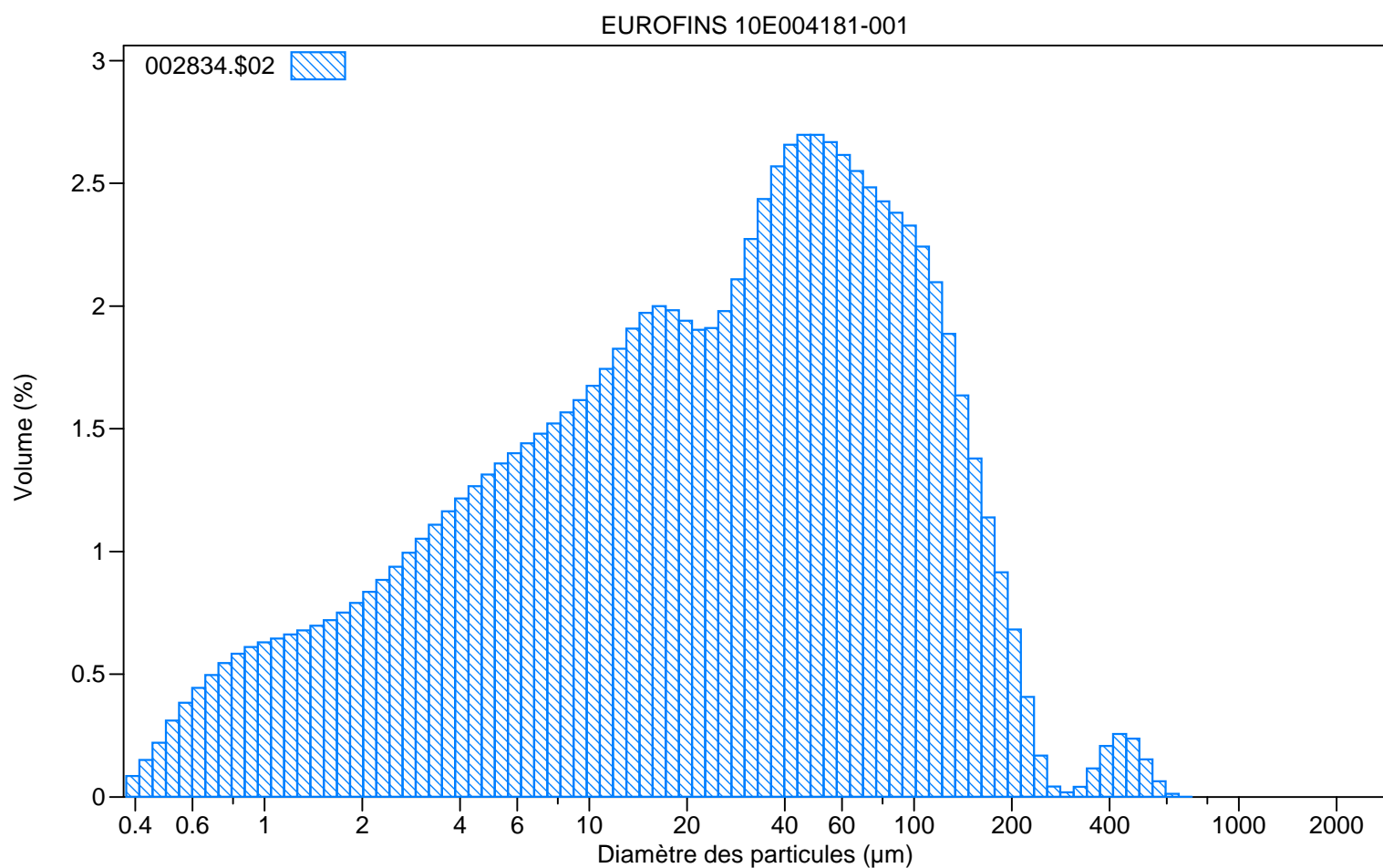
26/02/2010

Référence dossier :Projet Port CG13 N° 090807 - Commande N° C100218-01M selon devis FJB12009018802

Mathieu Hubner
Coordinateur de Projets

Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

Nom du fichier:	002834.\$02	Nom de sauvegarde:	002834
Réf. échantillon:	EUROFINS 10E004181-001		
Analyse N°:	2	Opérateur:	SLG
Commentaire:	60"US		
Modèle optique:	Fraunhofer.rfz		
LS 200	VSM+		
Date de l'analyse:	10:14 3 Mar 2010	Durée d'analyse:	60 secondes
Vitesse de la pompe:	100		
Obscurisation:	13%		
Liquide:	Water		
Software:	3.01	Firmware:	2.02 0



Volume Statistiques (Arithmétique) 002834.\$02

Calculs de 0.375 µm à 2000 µm

Volume:	100%	Ecart-type:	63.34 µm
Moyenne:	47.46 µm	Variance:	4011 µm ²
Médiane:	25.66 µm	Skewness:	3.390 Dissymétrie à droite
Rapport Moyenne/Médiane:	1.850	Kurtosis:	17.68 Leptokurtique
Mode:	50.22 µm		
Surface spécifique:	10093 cm ² /mL		

µm	2	20	63	200	2000
% <	9.36	44.9	73.9	97.8	100

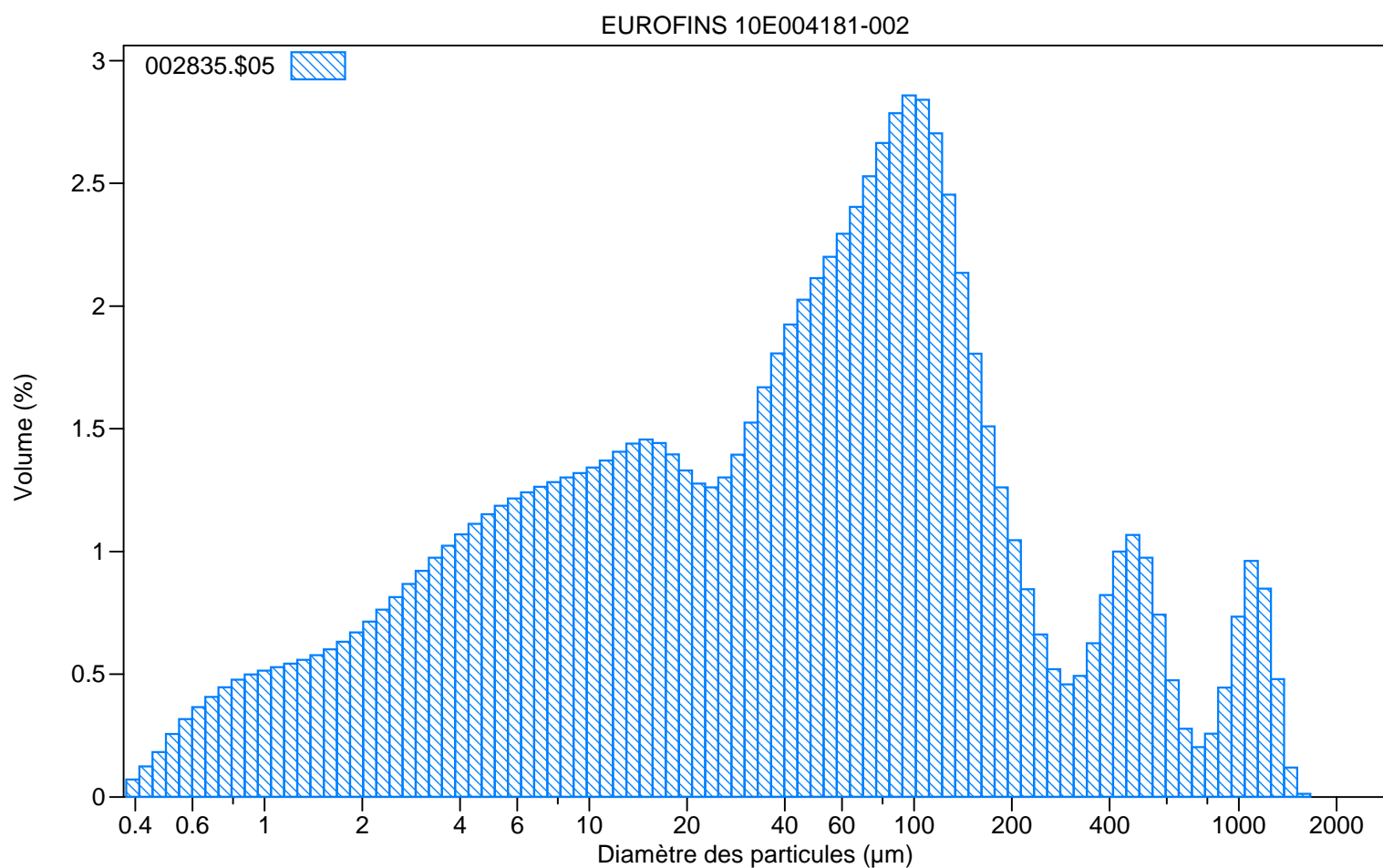
Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

002834.\$02

N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %	N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %
1	0.375	0.085	64	133.7	1.64
2	0.412	0.15	65	146.8	1.38
3	0.452	0.22	66	161.2	1.14
4	0.496	0.31	67	176.9	0.91
5	0.545	0.38	68	194.2	0.68
6	0.598	0.44	69	213.2	0.41
7	0.656	0.50	70	234.0	0.17
8	0.721	0.54	71	256.9	0.043
9	0.791	0.58	72	282.1	0.019
10	0.868	0.61	73	309.6	0.041
11	0.953	0.63	74	339.9	0.12
12	1.047	0.65	75	373.1	0.21
13	1.149	0.66	76	409.6	0.26
14	1.261	0.68	77	449.7	0.24
15	1.384	0.70	78	493.6	0.15
16	1.520	0.72	79	541.9	0.063
17	1.668	0.75	80	594.8	0.012
18	1.832	0.79	81	653.0	0.00095
19	2.011	0.84	82	716.8	0
20	2.207	0.88	83	786.9	0
21	2.423	0.94	84	863.9	0
22	2.660	0.99	85	948.3	0
23	2.920	1.05	86	1041	0
24	3.205	1.11	87	1143	0
25	3.519	1.16	88	1255	0
26	3.863	1.22	89	1377	0
27	4.240	1.27	90	1512	0
28	4.655	1.31	91	1660	0
29	5.110	1.36	92	1822	0
30	5.610	1.40		2000	
31	6.158	1.44			
32	6.760	1.48			
33	7.421	1.52			
34	8.147	1.57			
35	8.943	1.62			
36	9.818	1.67			
37	10.78	1.74			
38	11.83	1.83			
39	12.99	1.91			
40	14.26	1.97			
41	15.65	2.00			
42	17.18	1.98			
43	18.86	1.94			
44	20.71	1.90			
45	22.73	1.91			
46	24.95	1.98			
47	27.39	2.11			
48	30.07	2.27			
49	33.01	2.44			
50	36.24	2.57			
51	39.78	2.66			
52	43.67	2.70			
53	47.94	2.70			
54	52.62	2.67			
55	57.77	2.62			
56	63.41	2.55			
57	69.61	2.48			
58	76.42	2.43			
59	83.89	2.38			
60	92.09	2.33			
61	101.1	2.24			
62	111.0	2.10			
63	121.8	1.89			

Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

Nom du fichier:	002835.\$05	Nom de sauvegarde:	002835
Réf. échantillon:	EUROFINS 10E004181-002		
Analyse N°:	5	Opérateur:	SLG
Commentaire:	60"US		
Modèle optique:	Fraunhofer.rfz		
LS 200	VSM+		
Date de l'analyse:	10:27 3 Mar 2010	Durée d'analyse:	60 secondes
Vitesse de la pompe:	100		
Obscurisation:	14%		
Liquide:	Water		
Software:	3.01	Firmware:	2.02 0



Volume Statistiques (Arithmétique) 002835.\$05

Calculs de 0.375 µm à 2000 µm

Volume:	100%	Ecart-type:	232.4 µm
Moyenne:	124.6 µm	Variance:	54024 µm ²
Médiane:	45.06 µm	Skewness:	3.290 Dissymétrie à droite
Rapport Moyenne/Médiane:	2.765	Kurtosis:	11.28 Leptokurtique
Mode:	96.49 µm		
Surface spécifique:	8403 cm ² /mL		

µm	2	20	63	200	2000
% <	7.73	36.7	57.8	86.2	100

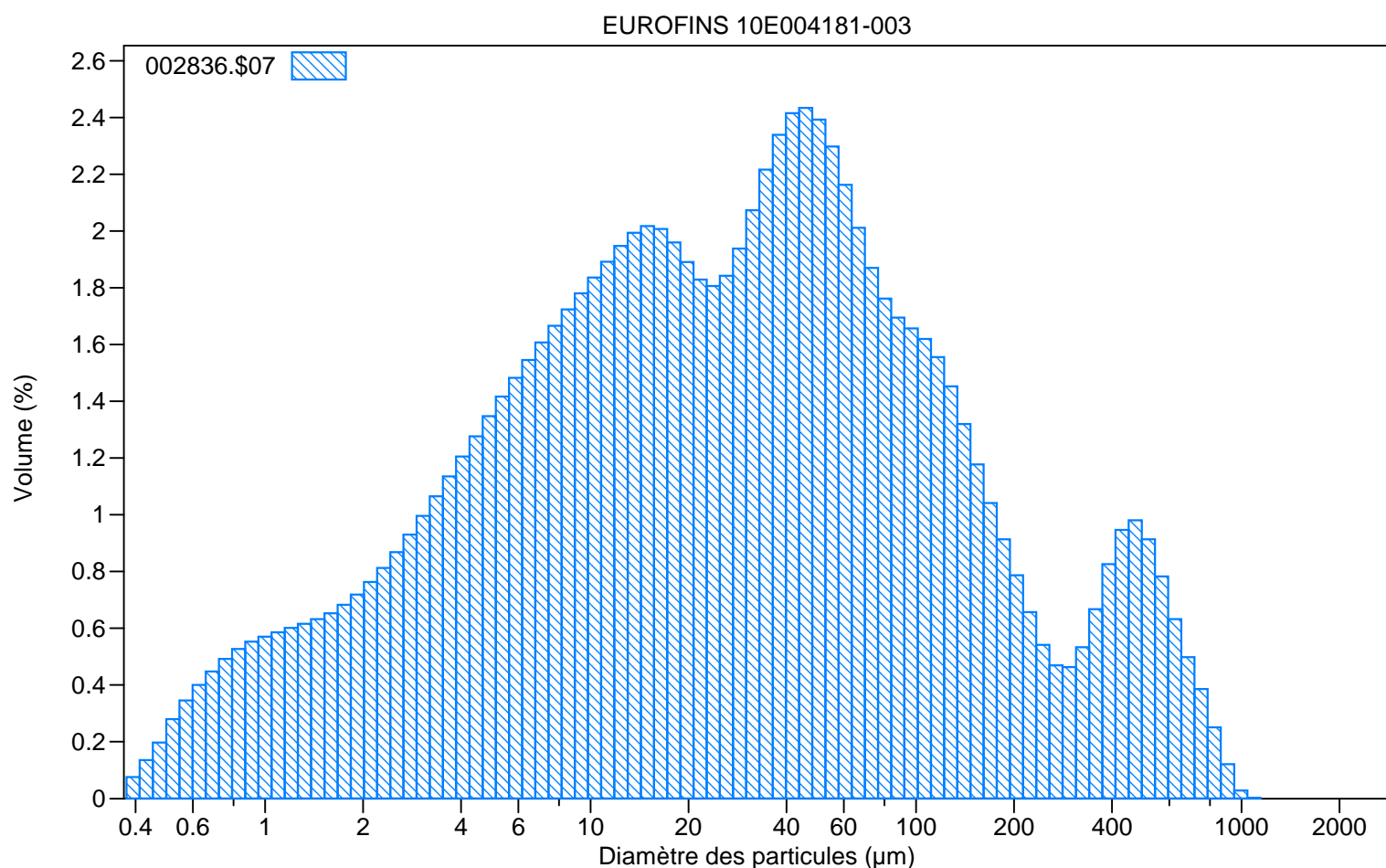
Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

002835.\$05

N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %	N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %
1	0.375	0.070	64	133.7	2.14
2	0.412	0.12	65	146.8	1.81
3	0.452	0.18	66	161.2	1.51
4	0.496	0.26	67	176.9	1.26
5	0.545	0.32	68	194.2	1.05
6	0.598	0.37	69	213.2	0.85
7	0.656	0.41	70	234.0	0.66
8	0.721	0.45	71	256.9	0.52
9	0.791	0.48	72	282.1	0.46
10	0.868	0.50	73	309.6	0.49
11	0.953	0.51	74	339.9	0.63
12	1.047	0.53	75	373.1	0.82
13	1.149	0.54	76	409.6	1.00
14	1.261	0.56	77	449.7	1.07
15	1.384	0.58	78	493.6	0.97
16	1.520	0.60	79	541.9	0.74
17	1.668	0.63	80	594.8	0.48
18	1.832	0.67	81	653.0	0.28
19	2.011	0.71	82	716.8	0.20
20	2.207	0.76	83	786.9	0.26
21	2.423	0.81	84	863.9	0.45
22	2.660	0.87	85	948.3	0.73
23	2.920	0.92	86	1041	0.96
24	3.205	0.97	87	1143	0.85
25	3.519	1.02	88	1255	0.48
26	3.863	1.07	89	1377	0.12
27	4.240	1.11	90	1512	0.013
28	4.655	1.15	91	1660	0
29	5.110	1.19	92	1822	0
30	5.610	1.22		2000	
31	6.158	1.24			
32	6.760	1.26			
33	7.421	1.28			
34	8.147	1.30			
35	8.943	1.32			
36	9.818	1.34			
37	10.78	1.37			
38	11.83	1.41			
39	12.99	1.44			
40	14.26	1.46			
41	15.65	1.44			
42	17.18	1.40			
43	18.86	1.33			
44	20.71	1.28			
45	22.73	1.26			
46	24.95	1.30			
47	27.39	1.39			
48	30.07	1.53			
49	33.01	1.67			
50	36.24	1.81			
51	39.78	1.93			
52	43.67	2.03			
53	47.94	2.11			
54	52.62	2.20			
55	57.77	2.29			
56	63.41	2.40			
57	69.61	2.53			
58	76.42	2.66			
59	83.89	2.79			
60	92.09	2.86			
61	101.1	2.84			
62	111.0	2.70			
63	121.8	2.45			

Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

Nom du fichier:	002836.\$07	Nom de sauvegarde:	002836
Réf. échantillon:	EUROFINS 10E004181-003		
Analyse N°:	7	Opérateur:	SLG
Commentaire:	60"US		
Modèle optique:	Fraunhofer.rfz		
LS 200	VSM+		
Date de l'analyse:	10:38 3 Mar 2010	Durée d'analyse:	60 secondes
Vitesse de la pompe:	100		
Obscurisation:	14%		
Liquide:	Water		
Software:	3.01	Firmware:	2.02 0



Volume Statistiques (Arithmétique) 002836.\$07

Calculs de 0.375 µm à 2000 µm

Volume:	100%	Ecart-type:	140.8 µm
Moyenne:	79.26 µm	Variance:	19812 µm ²
Médiane:	25.85 µm	Skewness:	3.004 Dissymétrie à droite
Rapport Moyenne/Médiane:	3.066	Kurtosis:	9.488 Leptokurtique
Mode:	45.75 µm		
Surface spécifique:	9465 cm ² /mL		

µm	2	20	63	200	2000
% <	8.47	45.0	71.3	89.8	100

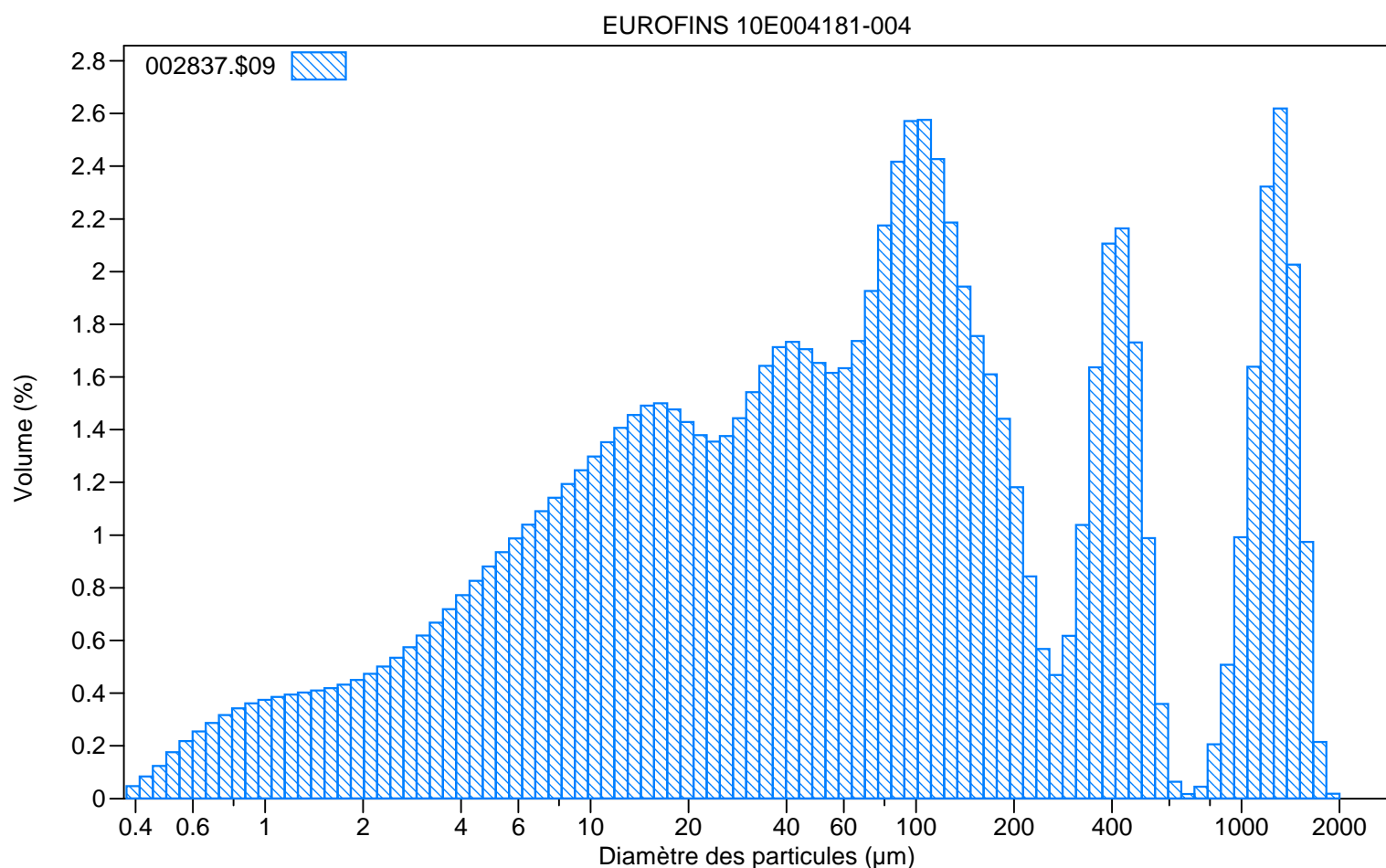
Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

002836.\$07

N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %	N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %
1	0.375	0.076	64	133.7	1.32
2	0.412	0.14	65	146.8	1.18
3	0.452	0.20	66	161.2	1.04
4	0.496	0.28	67	176.9	0.91
5	0.545	0.35	68	194.2	0.79
6	0.598	0.40	69	213.2	0.66
7	0.656	0.45	70	234.0	0.54
8	0.721	0.49	71	256.9	0.47
9	0.791	0.53	72	282.1	0.46
10	0.868	0.55	73	309.6	0.53
11	0.953	0.57	74	339.9	0.67
12	1.047	0.59	75	373.1	0.83
13	1.149	0.60	76	409.6	0.95
14	1.261	0.62	77	449.7	0.98
15	1.384	0.63	78	493.6	0.91
16	1.520	0.65	79	541.9	0.78
17	1.668	0.68	80	594.8	0.63
18	1.832	0.72	81	653.0	0.50
19	2.011	0.76	82	716.8	0.39
20	2.207	0.81	83	786.9	0.25
21	2.423	0.87	84	863.9	0.12
22	2.660	0.93	85	948.3	0.028
23	2.920	1.00	86	1041	0.0029
24	3.205	1.07	87	1143	0
25	3.519	1.14	88	1255	0
26	3.863	1.21	89	1377	0
27	4.240	1.28	90	1512	0
28	4.655	1.35	91	1660	0
29	5.110	1.42	92	1822	0
30	5.610	1.48		2000	
31	6.158	1.55			
32	6.760	1.61			
33	7.421	1.67			
34	8.147	1.72			
35	8.943	1.78			
36	9.818	1.84			
37	10.78	1.89			
38	11.83	1.95			
39	12.99	1.99			
40	14.26	2.02			
41	15.65	2.01			
42	17.18	1.96			
43	18.86	1.89			
44	20.71	1.83			
45	22.73	1.81			
46	24.95	1.84			
47	27.39	1.94			
48	30.07	2.07			
49	33.01	2.22			
50	36.24	2.34			
51	39.78	2.42			
52	43.67	2.43			
53	47.94	2.39			
54	52.62	2.30			
55	57.77	2.16			
56	63.41	2.01			
57	69.61	1.87			
58	76.42	1.76			
59	83.89	1.70			
60	92.09	1.66			
61	101.1	1.62			
62	111.0	1.56			
63	121.8	1.45			

Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

Nom du fichier:	002837.\$09	Nom de sauvegarde:	002837
Réf. échantillon:	EUROFINS 10E004181-004	Opérateur:	SLG
Analyse N°:	9		
Commentaire:	60"US		
Modèle optique:	Fraunhofer.rfz		
LS 200	VSM+		
Date de l'analyse:	11:16 3 Mar 2010	Durée d'analyse:	60 secondes
Vitesse de la pompe:	100		
Obscurisation:	13%		
Liquide:	Water		
Software:	3.01	Firmware:	2.02 0



Volume Statistiques (Arithmétique) 002837.\$09

Calculs de 0.375 µm à 2000 µm

Volume:	100%	Ecart-type:	395.8 µm
Moyenne:	234.6 µm	Variance:	156.7e3 µm ²
Médiane:	63.82 µm	Skewness:	2.152 Dissymétrie à droite
Rapport Moyenne/Médiane:	3.675	Kurtosis:	3.446 Leptokurtique
Mode:	1314 µm		
Surface spécifique:	6275 cm ² /mL		

µm	2	20	63	200	2000
% <	5.45	30.6	49.8	75.0	100

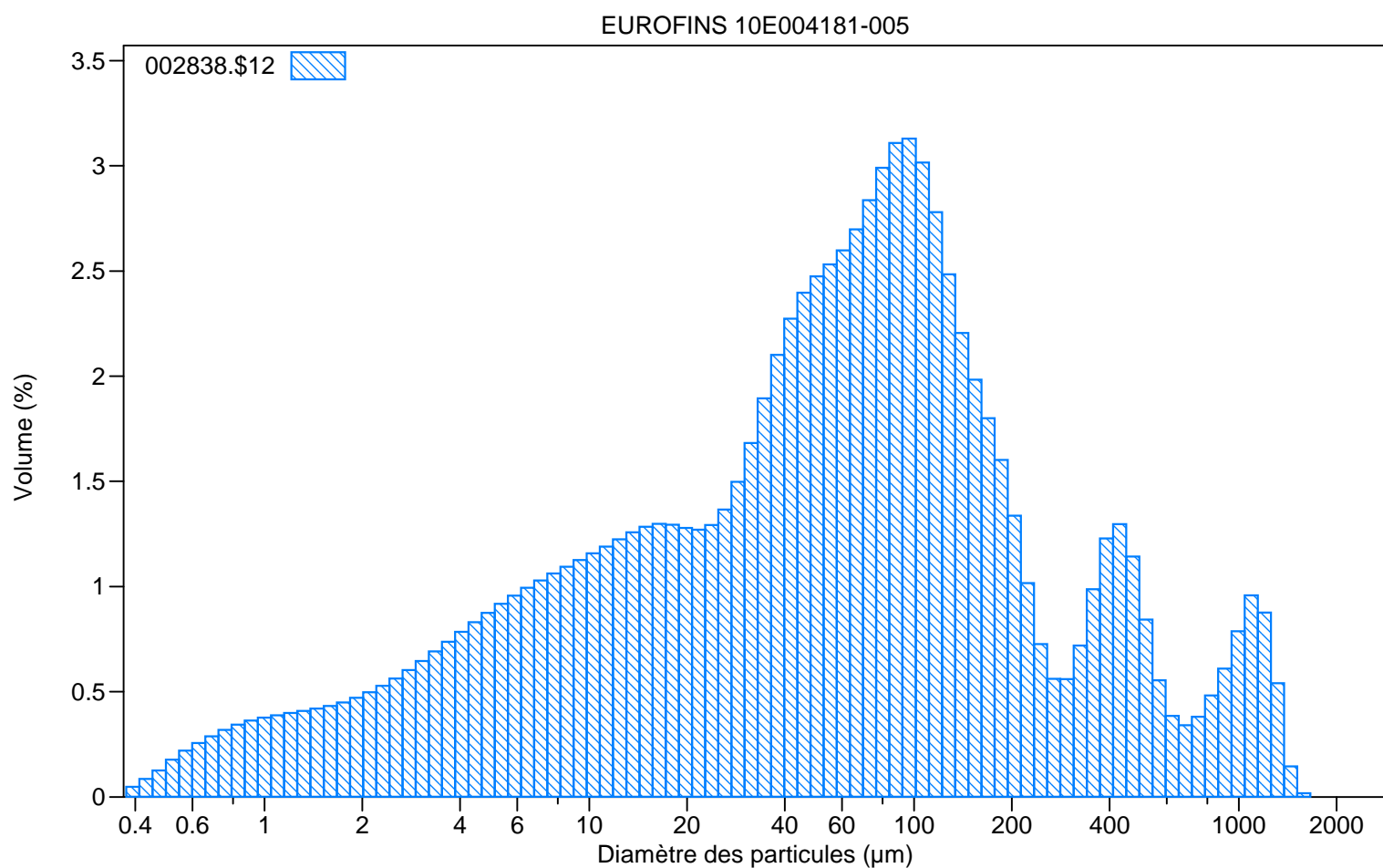
Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

002837.\$09

N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %	N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %
1	0.375	0.047	64	133.7	1.94
2	0.412	0.084	65	146.8	1.76
3	0.452	0.12	66	161.2	1.61
4	0.496	0.18	67	176.9	1.44
5	0.545	0.22	68	194.2	1.18
6	0.598	0.25	69	213.2	0.84
7	0.656	0.29	70	234.0	0.57
8	0.721	0.32	71	256.9	0.47
9	0.791	0.34	72	282.1	0.62
10	0.868	0.36	73	309.6	1.04
11	0.953	0.37	74	339.9	1.64
12	1.047	0.39	75	373.1	2.11
13	1.149	0.39	76	409.6	2.16
14	1.261	0.40	77	449.7	1.73
15	1.384	0.41	78	493.6	0.99
16	1.520	0.42	79	541.9	0.36
17	1.668	0.43	80	594.8	0.064
18	1.832	0.45	81	653.0	0.017
19	2.011	0.47	82	716.8	0.045
20	2.207	0.50	83	786.9	0.21
21	2.423	0.53	84	863.9	0.51
22	2.660	0.57	85	948.3	0.99
23	2.920	0.62	86	1041	1.64
24	3.205	0.67	87	1143	2.32
25	3.519	0.72	88	1255	2.62
26	3.863	0.77	89	1377	2.03
27	4.240	0.83	90	1512	0.97
28	4.655	0.88	91	1660	0.22
29	5.110	0.93	92	1822	0.018
30	5.610	0.99		2000	
31	6.158	1.04			
32	6.760	1.09			
33	7.421	1.14			
34	8.147	1.19			
35	8.943	1.25			
36	9.818	1.30			
37	10.78	1.35			
38	11.83	1.41			
39	12.99	1.46			
40	14.26	1.49			
41	15.65	1.50			
42	17.18	1.48			
43	18.86	1.43			
44	20.71	1.38			
45	22.73	1.36			
46	24.95	1.38			
47	27.39	1.44			
48	30.07	1.54			
49	33.01	1.64			
50	36.24	1.71			
51	39.78	1.73			
52	43.67	1.71			
53	47.94	1.65			
54	52.62	1.62			
55	57.77	1.63			
56	63.41	1.74			
57	69.61	1.93			
58	76.42	2.17			
59	83.89	2.42			
60	92.09	2.57			
61	101.1	2.58			
62	111.0	2.43			
63	121.8	2.19			

Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

Nom du fichier:	002838.\$12	Nom de sauvegarde:	002838
Réf. échantillon:	EUROFINS 10E004181-005		
Analyse N°:	12	Opérateur:	SLG
Commentaire:	90"US		
Modèle optique:	Fraunhofer.rfz		
LS 200	VSM+		
Date de l'analyse:	11:35 3 Mar 2010	Durée d'analyse:	60 secondes
Vitesse de la pompe:	100		
Obscuration:	15%		
Liquide:	Water		
Software:	3.01	Firmware:	2.02 0



Volume Statistiques (Arithmétique) 002838.\$12

Calculs de 0.375 µm à 2000 µm

Volume:	100%	Ecart-type:	241.3 µm
Moyenne:	140.0 µm	Variance:	58217 µm ²
Médiane:	57.22 µm	Skewness:	3.072 Dissymétrie à droite
Rapport Moyenne/Médiane:	2.447	Kurtosis:	9.730 Leptokurtique
Mode:	96.49 µm		
Surface spécifique:	6353 cm ² /mL		

µm	2	20	63	200	2000
% <	5.54	29.0	52.7	83.9	100

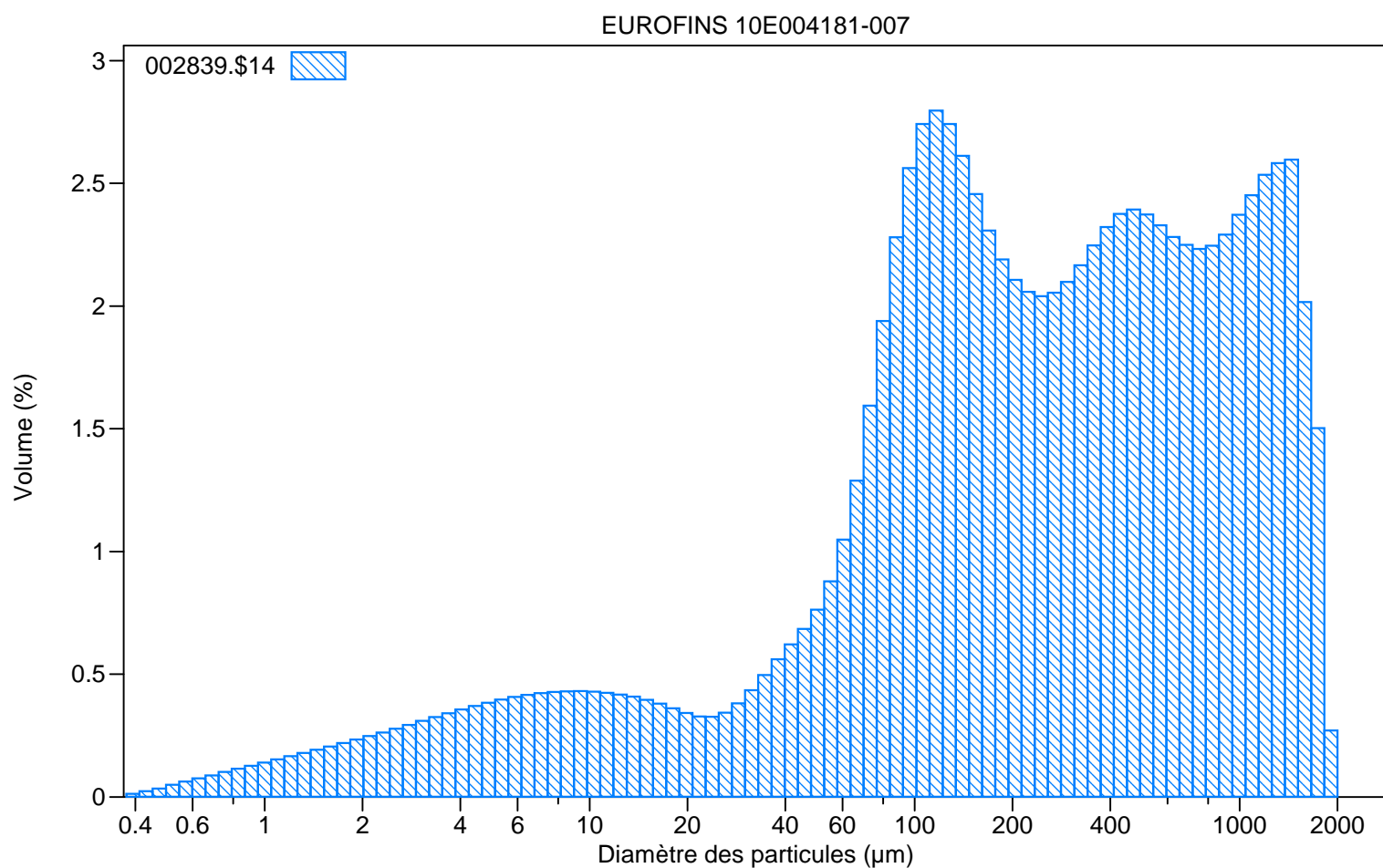
Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

002838.\$12

N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %	N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %
1	0.375	0.048	64	133.7	2.21
2	0.412	0.085	65	146.8	1.98
3	0.452	0.13	66	161.2	1.80
4	0.496	0.18	67	176.9	1.60
5	0.545	0.22	68	194.2	1.34
6	0.598	0.26	69	213.2	1.02
7	0.656	0.29	70	234.0	0.73
8	0.721	0.32	71	256.9	0.56
9	0.791	0.34	72	282.1	0.56
10	0.868	0.36	73	309.6	0.72
11	0.953	0.38	74	339.9	0.99
12	1.047	0.39	75	373.1	1.23
13	1.149	0.40	76	409.6	1.30
14	1.261	0.41	77	449.7	1.14
15	1.384	0.42	78	493.6	0.84
16	1.520	0.43	79	541.9	0.55
17	1.668	0.45	80	594.8	0.38
18	1.832	0.47	81	653.0	0.34
19	2.011	0.50	82	716.8	0.38
20	2.207	0.53	83	786.9	0.48
21	2.423	0.56	84	863.9	0.61
22	2.660	0.60	85	948.3	0.79
23	2.920	0.65	86	1041	0.96
24	3.205	0.69	87	1143	0.88
25	3.519	0.74	88	1255	0.54
26	3.863	0.78	89	1377	0.14
27	4.240	0.83	90	1512	0.017
28	4.655	0.88	91	1660	0
29	5.110	0.92	92	1822	0
30	5.610	0.96		2000	
31	6.158	0.99			
32	6.760	1.03			
33	7.421	1.06			
34	8.147	1.09			
35	8.943	1.13			
36	9.818	1.16			
37	10.78	1.19			
38	11.83	1.22			
39	12.99	1.26			
40	14.26	1.28			
41	15.65	1.30			
42	17.18	1.29			
43	18.86	1.28			
44	20.71	1.27			
45	22.73	1.29			
46	24.95	1.37			
47	27.39	1.50			
48	30.07	1.68			
49	33.01	1.89			
50	36.24	2.10			
51	39.78	2.27			
52	43.67	2.40			
53	47.94	2.47			
54	52.62	2.53			
55	57.77	2.60			
56	63.41	2.70			
57	69.61	2.84			
58	76.42	2.99			
59	83.89	3.11			
60	92.09	3.13			
61	101.1	3.02			
62	111.0	2.78			
63	121.8	2.48			

Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

Nom du fichier:	002839.\$14	Nom de sauvegarde:	002839
Réf. échantillon:	EUROFINS 10E004181-007		
Analyse N°:	14	Opérateur:	SLG
Commentaire:	60"US		
Modèle optique:	Fraunhofer.rfz		
LS 200	VSM+		
Date de l'analyse:	11:50 3 Mar 2010	Durée d'analyse:	60 secondes
Vitesse de la pompe:	100		
Obscuration:	15%		
Liquide:	Water		
Software:	3.01	Firmware:	2.02 0



Volume Statistiques (Arithmétique) 002839.\$14

Calculs de 0.375 µm à 2000 µm

Volume:	100%	Ecart-type:	462.5 µm
Moyenne:	434.5 µm	Variance:	213.9e3 µm ²
Médiane:	234.4 µm	Skewness:	1.229 Dissymétrie à droite
Rapport Moyenne/Médiane:	1.854	Kurtosis:	0.492 Leptokurtique
Mode:	116.3 µm		
Surface spécifique:	2552 cm ² /mL		

µm	2	20	63	200	2000
% <	2.17	11.3	18.3	46.6	100

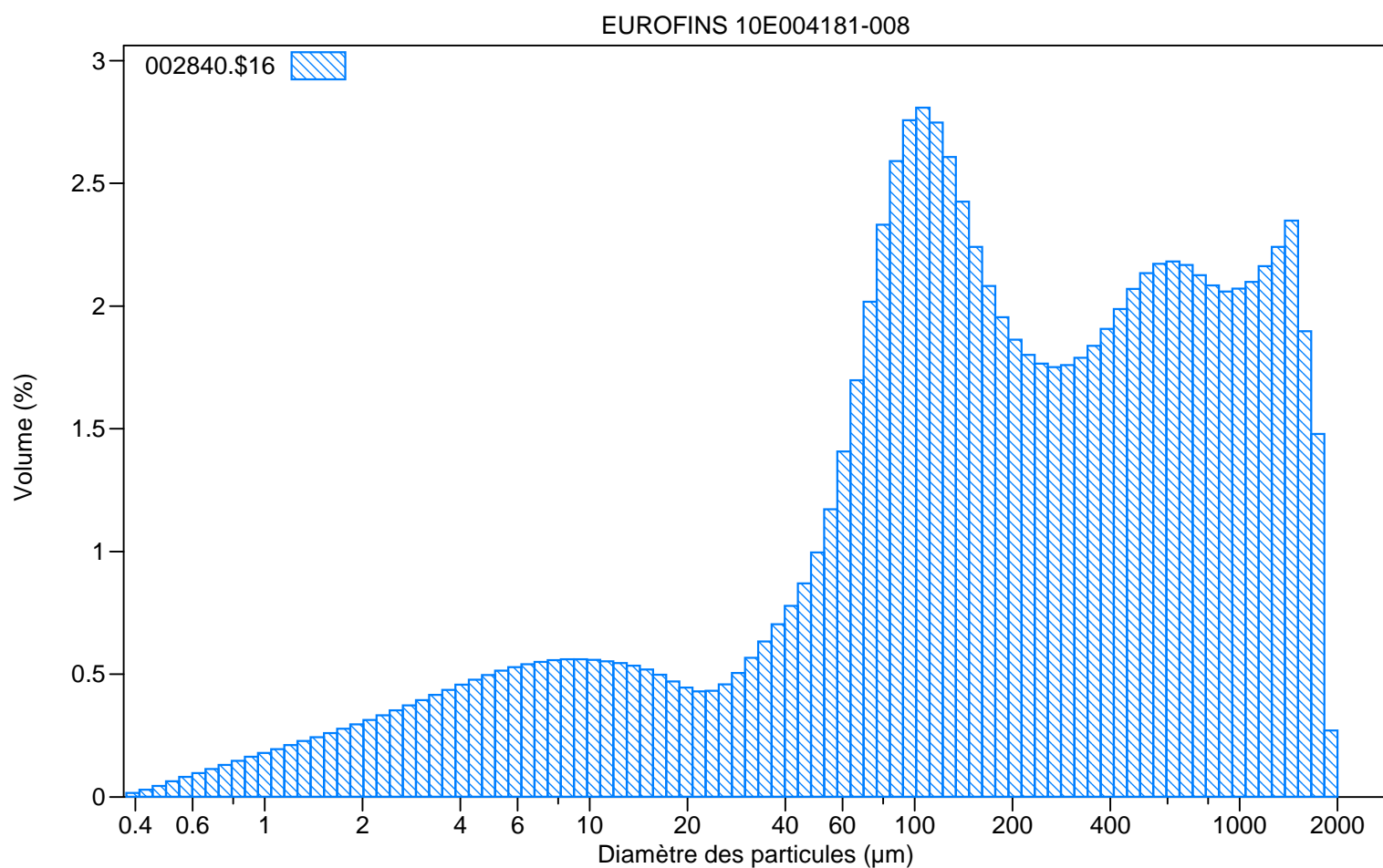
Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

002839.\$14

N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %	N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %
1	0.375	0.013	64	133.7	2.61
2	0.412	0.023	65	146.8	2.46
3	0.452	0.034	66	161.2	2.31
4	0.496	0.049	67	176.9	2.19
5	0.545	0.062	68	194.2	2.11
6	0.598	0.075	69	213.2	2.06
7	0.656	0.088	70	234.0	2.04
8	0.721	0.10	71	256.9	2.05
9	0.791	0.11	72	282.1	2.10
10	0.868	0.13	73	309.6	2.17
11	0.953	0.14	74	339.9	2.25
12	1.047	0.15	75	373.1	2.32
13	1.149	0.17	76	409.6	2.38
14	1.261	0.18	77	449.7	2.39
15	1.384	0.19	78	493.6	2.37
16	1.520	0.21	79	541.9	2.33
17	1.668	0.22	80	594.8	2.28
18	1.832	0.23	81	653.0	2.25
19	2.011	0.25	82	716.8	2.23
20	2.207	0.26	83	786.9	2.25
21	2.423	0.28	84	863.9	2.29
22	2.660	0.29	85	948.3	2.37
23	2.920	0.31	86	1041	2.45
24	3.205	0.32	87	1143	2.54
25	3.519	0.34	88	1255	2.58
26	3.863	0.36	89	1377	2.60
27	4.240	0.37	90	1512	2.02
28	4.655	0.38	91	1660	1.50
29	5.110	0.40	92	1822	0.27
30	5.610	0.41		2000	
31	6.158	0.42			
32	6.760	0.42			
33	7.421	0.43			
34	8.147	0.43			
35	8.943	0.43			
36	9.818	0.43			
37	10.78	0.42			
38	11.83	0.42			
39	12.99	0.41			
40	14.26	0.40			
41	15.65	0.38			
42	17.18	0.36			
43	18.86	0.34			
44	20.71	0.33			
45	22.73	0.33			
46	24.95	0.34			
47	27.39	0.38			
48	30.07	0.43			
49	33.01	0.50			
50	36.24	0.56			
51	39.78	0.62			
52	43.67	0.68			
53	47.94	0.76			
54	52.62	0.88			
55	57.77	1.05			
56	63.41	1.29			
57	69.61	1.59			
58	76.42	1.94			
59	83.89	2.28			
60	92.09	2.56			
61	101.1	2.74			
62	111.0	2.80			
63	121.8	2.74			

Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

Nom du fichier:	002840.\$16	Nom de sauvegarde:	002840
Réf. échantillon:	EUROFINS 10E004181-008		
Analyse N°:	16	Opérateur:	SLG
Commentaire:	60"US		
Modèle optique:	Fraunhofer.rfz		
LS 200	VSM+		
Date de l'analyse:	12:05 3 Mar 2010	Durée d'analyse:	60 secondes
Vitesse de la pompe:	100		
Obscurisation:	16%		
Liquide:	Water		
Software:	3.01	Firmware:	2.02 0



Volume Statistiques (Arithmétique) 002840.\$16

Calculs de 0.375 µm à 2000 µm

Volume:	100%	Ecart-type:	458.0 µm
Moyenne:	395.2 µm	Variance:	209.7e3 µm ²
Médiane:	176.8 µm	Skewness:	1.366 Dissymétrie à droite
Rapport Moyenne/Médiane:	2.235	Kurtosis:	0.876 Leptokurtique
Mode:	105.9 µm		
Surface spécifique:	3216 cm ² /mL		

µm	2	20	63	200	2000
% <	2.77	14.6	23.7	52.7	100

Laboratoire d'Analyses Brest-Océan

002840.\$16

N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %	N° de classe	Diamètre de classe (Gauche) µm	Diff. Volume %
1	0.375	0.017	64	133.7	2.43
2	0.412	0.030	65	146.8	2.24
3	0.452	0.044	66	161.2	2.08
4	0.496	0.064	67	176.9	1.95
5	0.545	0.081	68	194.2	1.86
6	0.598	0.097	69	213.2	1.80
7	0.656	0.11	70	234.1	1.76
8	0.721	0.13	71	256.9	1.75
9	0.791	0.15	72	282.1	1.76
10	0.868	0.16	73	309.6	1.79
11	0.953	0.18	74	339.9	1.84
12	1.047	0.19	75	373.1	1.91
13	1.149	0.21	76	409.6	1.99
14	1.261	0.23	77	449.7	2.07
15	1.385	0.24	78	493.6	2.13
16	1.520	0.26	79	541.9	2.17
17	1.668	0.28	80	594.9	2.18
18	1.832	0.30	81	653.0	2.17
19	2.011	0.31	82	716.8	2.13
20	2.207	0.33	83	786.9	2.08
21	2.423	0.35	84	863.9	2.06
22	2.660	0.37	85	948.3	2.07
23	2.920	0.39	86	1041	2.10
24	3.205	0.42	87	1143	2.16
25	3.519	0.44	88	1255	2.24
26	3.863	0.46	89	1377	2.35
27	4.240	0.48	90	1512	1.90
28	4.655	0.50	91	1660	1.48
29	5.110	0.51	92	1822	0.27
30	5.610	0.53		2000	
31	6.158	0.54			
32	6.760	0.55			
33	7.421	0.56			
34	8.147	0.56			
35	8.943	0.56			
36	9.817	0.56			
37	10.78	0.55			
38	11.83	0.54			
39	12.99	0.53			
40	14.26	0.52			
41	15.65	0.50			
42	17.18	0.47			
43	18.86	0.45			
44	20.70	0.43			
45	22.73	0.43			
46	24.95	0.46			
47	27.39	0.50			
48	30.07	0.57			
49	33.01	0.63			
50	36.24	0.70			
51	39.78	0.78			
52	43.67	0.87			
53	47.94	1.00			
54	52.62	1.17			
55	57.77	1.41			
56	63.41	1.70			
57	69.61	2.02			
58	76.42	2.33			
59	83.89	2.59			
60	92.09	2.76			
61	101.1	2.81			
62	111.0	2.75			
63	121.8	2.61			

ANNEXE 2 : SCORES DE RISQUE GEODRISK (GEODE)

Intervenant

COPRAMEX

Enceinte portuaire - Porte 4 Forme 9 - BP 40159

13318 MARSEILLE cedex 15

contact Pierre REBOUILLON
 téléphone 0491917947 fax 0491917948
 email copramex@copramex.com

Prélèvement

référence C1
 localisation Port de Cassis
 date 25/02/2010
 laboratoire Eurofins Environnement
 plaisance

Analyse

Contaminants

Arsenic As	9,01	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,4	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	18	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	224	Cu > N2	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,52	N1 < Hg < N2	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	10,6	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	64,5	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	162	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,01	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,02	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,07	N1 < CB 101 < N2	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,06	CB 118 > N2	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,06	N1 < CB 138 < N2	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,06	N1 < CB 153 < N2	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,02	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,3		

Autres paramètres

TBT	2810	µg/kg poids sec
Fluoranthène	340	µg/kg poids sec
B(k)Fluoranthène	140	µg/kg poids sec
B(b)Fluoranthène	390	µg/kg poids sec
B(a)Pyrène	330	µg/kg poids sec
B(ghi)Pérylène	160	µg/kg poids sec
Indéno-Pyrène	240	µg/kg poids sec

Score de risque

ATTENTION, 1 élément(s) autre(s) que Hg,Cd et PCB dépassent le niveau 2.
Le score de risque est de 1,1

Intervenant

COPRAMEX

Enceinte portuaire - Porte 4 Forme 9 - BP 40159

13318 MARSEILLE cedex 15

contact Pierre REBOUILLON
 téléphone 0491917947 fax 0491917948
 email copramex@copramex.com

Prélèvement

référence C2
 localisation Port de Cassis
 date 25/02/2010
 laboratoire Eurofins Environnement
 plaisance

Analyse

Contaminants

Arsenic As	5,7	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,4	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	12,5	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	106	Cu > N2	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,12	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	8,6	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	44,9	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	125	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,01	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,01	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,01	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,01	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,01	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,01	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,01	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,07		

Autres paramètres

TBT	282	µg/kg poids sec
Fluoranthène	200	µg/kg poids sec
B(k)Fluoranthène	60	µg/kg poids sec
B(b)Fluoranthène	180	µg/kg poids sec
B(a)Pyrène	160	µg/kg poids sec
B(ghi)Pérylène	100	µg/kg poids sec
Indéno-Pyrène	140	µg/kg poids sec

Score de risque

Attention, 1 élément(s) autre(s) que Hg,Cd et PCB dépasse(nt) le Niveau 2.
Le score de risque est de 0,3

Intervenant

COPRAMEX

Enceinte portuaire - Porte 4 Forme 9 - BP 40159

13318 MARSEILLE cedex 15

contact Pierre REBOUILLON
 téléphone 0491917947 fax 0491917948
 email copramex@copramex.com

Prélèvement

référence C3
 localisation Port de Cassis
 date 25/02/2010
 laboratoire Eurofins Environnement
 plaisance

Analyse

Contaminants

Arsenic As	8,39	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,4	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	16,2	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	144	Cu > N2	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,15	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	9,78	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	49	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	134	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,01	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,01	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,01	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,01	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,01	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,01	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,01	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,07		

Autres paramètres

TBT	99	µg/kg poids sec
Fluoranthène	140	µg/kg poids sec
B(k)Fluoranthène	50	µg/kg poids sec
B(b)Fluoranthène	130	µg/kg poids sec
B(a)Pyrène	100	µg/kg poids sec
B(ghi)Pérylène	60	µg/kg poids sec
Indéno-Pyrène	90	µg/kg poids sec

Score de risque

Attention, 1 élément(s) autre(s) que Hg,Cd et PCB dépasse(nt) le Niveau 2.
Le score de risque est de 0,3

Intervenant

COPRAMEX

Enceinte portuaire - Porte 4 Forme 9 - BP 40159

13318 MARSEILLE cedex 15

contact Pierre REBOUILLON
 téléphone 0491917947 fax 0491917948
 email copramex@copramex.com

Prélèvement

référence C4
 localisation Port de Cassis
 date 25/02/2010
 laboratoire Eurofins Environnement
 plaisance

Analyse

Contaminants

Arsenic As	10,3	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,4	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	15,1	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	126	Cu > N2	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,30	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	8,34	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	45,8	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	132	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,01	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,01	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,02	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,02	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,03	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,03	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,01	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,13		

Autres paramètres

TBT	423	µg/kg poids sec
Fluoranthène	450	µg/kg poids sec
B(k)Fluoranthène	160	µg/kg poids sec
B(b)Fluoranthène	420	µg/kg poids sec
B(a)Pyrène	390	µg/kg poids sec
B(ghi)Pérylène	180	µg/kg poids sec
Indéno-Pyrène	270	µg/kg poids sec

Score de risque

Attention, 1 élément(s) autre(s) que Hg,Cd et PCB dépasse(nt) le Niveau 2.
Le score de risque est de 0,6

Intervenant

COPRAMEX

Enceinte portuaire - Porte 4 Forme 9 - BP 40159

13318 MARSEILLE cedex 15

contact Pierre REBOUILLON
 téléphone 0491917947 fax 0491917948
 email copramex@copramex.com

Prélèvement

référence C5
 localisation Port de Cassis
 date 25/02/2010
 laboratoire Eurofins Environnement
 plaisance

Analyse

Contaminants

Arsenic As	9,81	As < N1	N1 = 25 N2 = 50
Cadmium Cd	0,4	Cd < N1	N1 = 1.2 N2 = 2.4
Chrome Cr	12,3	Cr < N1	N1 = 90 N2 = 180
Cuivre Cu	99,3	Cu > N2	N1 = 45 N2 = 90
Mercure Hg	0,11	Hg < N1	N1 = 0.4 N2 = 0.8
Nickel Ni	6,54	Ni < N1	N1 = 37 N2 = 74
Plomb Pb	44,6	Pb < N1	N1 = 100 N2 = 200
Zinc Zn	120	Zn < N1	N1 = 276 N2 = 552
PCB congénère 28	0,01	CB 28 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 52	0,01	CB 52 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 101	0,01	CB 101 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 118	0,01	CB 118 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
PCB congénère 138	0,01	CB 138 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 153	0,01	CB 153 < N1	N1 = 0.05 N2 = 0.10
PCB congénère 180	0,01	CB 180 < N1	N1 = 0.025 N2 = 0.05
Somme des congénères	0,07		

Autres paramètres

TBT	85	µg/kg poids sec
Fluoranthène	1000	µg/kg poids sec
B(k)Fluoranthène	290	µg/kg poids sec
B(b)Fluoranthène	860	µg/kg poids sec
B(a)Pyrène	640	µg/kg poids sec
B(ghi)Pérylène	400	µg/kg poids sec
Indéno-Pyrène	560	µg/kg poids sec

Score de risque

Attention, 1 élément(s) autre(s) que Hg,Cd et PCB dépasse(nt) le Niveau 2.
Le score de risque est de 0,3

ANNEXE 3 : RÉSULTATS DES TESTS DE TOXICITÉ
(INSTITUT PASTEUR DE LILLE)

COPRAMEX
 Mme VALETTE
 Enceinte Portuaire - Porte 4 Forme 9
 BP 40159
 13318 MARSEILLE CEDEX 15

RAPPORT D'ANALYSE

Version du : 06/04/2010 13:00 Page 1 sur 1
 N° dossier : 10E006236 Date de réception du dossier : 20/03/2010
 Référence dossier : Projet Port CG13 N° 090807 - Commande N° C100218-01M selon devis FJB12009018802

Référence(s) client :
 001 C1 002 C moyen

N° Echantillon :	001	002			
Matrice :	Sédiments	Sédiments			

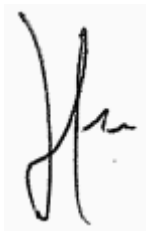
Analyse sous-traitée : microbiologie- EPA - 850 - 1055

Analyse sous-traitée :	g/l	Ci-joint	Ci-joint		
Développement embryon de bivalves CE50					

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 1 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seuls essais couverts par l'accréditation qui sont identifiés par *.

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande

Laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement : portée disponible sur <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>



Mathieu Hubner
 Coordinateur de Projets



ipi santé,
environnement
durables
Nord
filiale de l'Institut Pasteur de Lille

Laboratoire littoral
Route du Grand Colombier
59820 Gravelines

tél. 03 28 24 55 44
fax. 03 28 23 09 47
e-mail: lab.gravelines@ipi-groupe.fr
www.ipi-groupe.fr

EUROFINS
A l'attention de Mme Sabine MEYER
5 Rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

Gravelines, le 01/04/2010

**Test de toxicité sur le développement embryonnaire d'œufs fécondés de bivalves
Larves "D" de *Crassostrea gigas***

Votre dossier :

Échantillon : 10E00-6236-00A

Analyse N° : 10371

Reçu le : 02/03/2010

Analysé le : 26/03/2010

Prélevé le :

Résultats :

$CE_{50} = 0,12$ g/l de sédiment sec

Intervalle de confiance à 95% : 0,09 g sec < CE_{50} < 0,14 g sec

CE_{50} = Concentration en sédiment sec provoquant la formation de 50% de larves anormales)

Pourcentage net de larves anormales à 5 g/l sédiment sec: 100,0%

Pourcentage net de larves ayant atteint le stade D à 5 g/l sédiment sec: 0,0%

Conditions de l'analyse :

- Test sur sédiment tamisé à 2 mm
- Pourcentage de matières sèches : 54,5%
- Milieu de développement larvaire : eau de mer de synthèse
- Mollusques en provenance de : Guernesey
- Méthode de calcul : Probits
- Pourcentage de larves anormales dans le test témoin : 11,3%
- Contrôle qualité : satisfaisant
- Sensibilité à un toxique de référence (Cuivre II sous forme de sulfate) :
 $CE_{50} = 6,6 \mu\text{g/l}$
(intervalle de confiance à 95% : $4,2 \mu\text{g/l} < CE_{50} < 8,7 \mu\text{g/l}$)

Comptage des larves "D" :

Échantillon : 10E00-4181-001
Analyse N° : 10371

Analysé le : 26/03/10

Témoins

1	89	11		11,0%
2	89	11		11,0%
3	86	14		14,0%
Moyenne	88,0	12,0		12,0%

1	88	12		12,0%
2	89	11		11,0%
3	91	9		9,0%
Moyenne	89,3	10,7		10,7%

Sédiment :

g/l	Larves D normales	Larves D anormales	% brut de larves anormales	% net de larves anormales
10	0	100	100,0%	100,0%
10	0	100	100,0%	100,0%
10	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

g/l	Larves D normales	Larves D anormales	% brut de larves anormales	% net de larves anormales
10	0	100	100,0%	100,0%
10	0	100	100,0%	100,0%
10	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

5	0	100	100,0%	100,0%
5	0	100	100,0%	100,0%
5	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

5	0	100	100,0%	100,0%
5	0	100	100,0%	100,0%
5	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

3,2	0	100	100,0%	100,0%
3,2	0	100	100,0%	100,0%
3,2	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

3,2	0	100	100,0%	100,0%
3,2	0	100	100,0%	100,0%
3,2	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

1,8	0	100	100,0%	100,0%
1,8	0	100	100,0%	100,0%
1,8	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

1,8	0	100	100,0%	100,0%
1,8	0	100	100,0%	100,0%
1,8	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

1	0	100	100,0%	100,0%
1	0	100	100,0%	100,0%
1	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

1	0	100	100,0%	100,0%
1	0	100	100,0%	100,0%
1	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

0,56	0	100	100,0%	100,0%
0,56	0	100	100,0%	100,0%
0,56	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

0,56	0	100	100,0%	100,0%
0,56	0	100	100,0%	100,0%
0,56	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

0,32	0	100	100,0%	100,0%
0,32	0	100	100,0%	100,0%
0,32	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

0,32	0	100	100,0%	100,0%
0,32	0	100	100,0%	100,0%
0,32	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

0,18	0	100	100,0%	100,0%
0,18	2	98	98,0%	97,7%
0,18	3	97	97,0%	96,5%
Moyenne	1,7	98,3	98,3%	98,1%

0,18	15	85	85,0%	83,5%
0,18	18	82	82,0%	80,2%
0,18	17	83	83,0%	81,3%
Moyenne	16,7	83,3	83,3%	81,7%

0,1	56	44	44,0%	34,9%
0,1	49	51	51,0%	43,0%
0,1	52	48	48,0%	39,5%
Moyenne	52,3	47,7	47,7%	39,1%

0,1	65	35	35,0%	28,6%
0,1	69	31	31,0%	24,2%
0,1	68	32	32,0%	25,3%
Moyenne	67,3	32,7	32,7%	26,0%

0,056	77	23	23,0%	10,5%
0,056	78	22	22,0%	9,3%
0,056	80	20	20,0%	7,0%
Moyenne	78,3	21,7	21,7%	8,9%

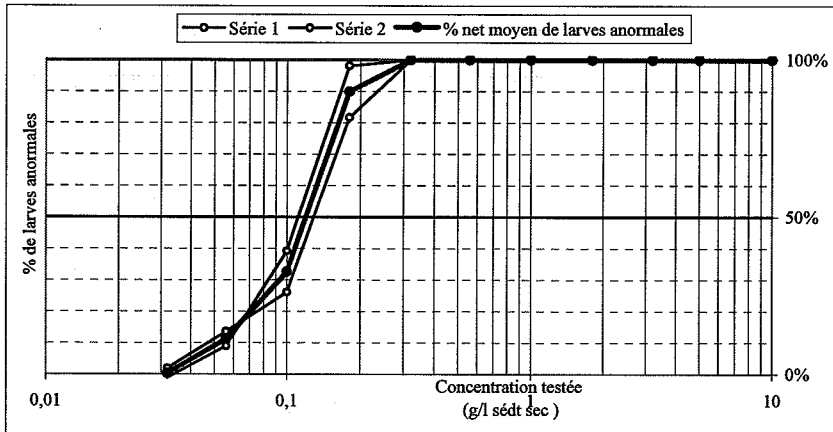
0,056	81	19	19,0%	11,0%
0,056	75	25	25,0%	17,6%
0,056	80	20	20,0%	12,1%
Moyenne	78,7	21,3	21,3%	13,6%

0,032	91	9	9,0%	-5,8%
0,032	84	16	16,0%	2,3%
0,032	86	14	14,0%	0,0%
Moyenne	87,0	13,0	13,0%	-1,2%

0,032	85	15	15,0%	6,6%
0,032	92	8	8,0%	-1,1%
0,032	91	9	9,0%	0,0%
Moyenne	89,3	10,7	10,7%	1,8%

Échantillon : 10E00-4181-001
Analyse N° : 10371

Analysé le : 26/3/10





ipi santé,
environnement
durables

Nord
filiale de l'Institut Pasteur de Lille

Laboratoire littoral
Route du Grand Colombier
59820 Gravelines

tél. 03 28 24 55 44
fax. 03 28 23 08 47
e-mail: lab.gravelines@ipi-groupe.fr
www.ipi-groupe.fr

EUROFINS
A l'attention de Mme Sabine MEYER
5 Rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

Gravelines, le 01/04/2010

**Test de toxicité sur le développement embryonnaire d'œufs fécondés de bivalves
Larves "D" de *Crassostrea gigas***

Votre dossier :

Échantillon : 10E00-006236-006

Analyse N° : 10372

Reçu le : 02/03/2010

Analysé le : 26/03/2010

Prélevé le :

Résultats :

$CE_{50} = 1,2$ g/l de sédiment sec

Intervalle de confiance à 95% : 0,79 g sec < CE_{50} < 1,6 g sec

CE_{50} = Concentration en sédiment sec provoquant la formation de 50% de larves anormales)

Pourcentage net de larves anormales à 5 g/l sédiment sec: 97,7%

Pourcentage net de larves ayant atteint le stade D à 5 g/l sédiment sec: 58,1%

Conditions de l'analyse :

- Test sur sédiment tamisé à 2 mm
- Pourcentage de matières sèches : 53,5%
- Milieu de développement larvaire : eau de mer de synthèse
- Mollusques en provenance de : Guernesey
- Méthode de calcul : Probits
- Pourcentage de larves anormales dans le test témoin : 11,3%
- Contrôle qualité : satisfaisant
- Sensibilité à un toxique de référence (Cuivre II sous forme de sulfate) :
 $CE_{50} = 6,6 \mu\text{g/l}$
(intervalle de confiance à 95% : $4,2 \mu\text{g/l} < CE_{50} < 8,7 \mu\text{g/l}$)

Comptage des larves "D" :

Échantillon : 10E00-4181-006
Analyse N° : 10372

Analysé le : 26/03/10

Témoins

1	89	11	11,0%
2	89	11	11,0%
3	86	14	14,0%
Moyenne	88,0	12,0	12,0%

1	88	12	12,0%
2	89	11	11,0%
3	91	9	9,0%
Moyenne	89,3	10,7	10,7%

Sédiment :

g/l	Larves D normales	Larves D anormales	% brut de larves anormales	% net de larves anormales
10	0	100	100,0%	100,0%
10	0	100	100,0%	100,0%
10	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

g/l	Larves D normales	Larves D anormales	% brut de larves anormales	% net de larves anormales
10	0	100	100,0%	100,0%
10	0	100	100,0%	100,0%
10	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,0	100,0	100,0%	100,0%

5	8	92	92,0%	90,7%
5	2	98	98,0%	97,7%
5	1	99	99,0%	98,8%
Moyenne	3,7	96,3	96,3%	95,7%

5	1	99	99,0%	98,9%
5	0	100	100,0%	100,0%
5	0	100	100,0%	100,0%
Moyenne	0,3	99,7	99,7%	99,6%

3,2	10	90	90,0%	88,4%
3,2	11	89	89,0%	87,2%
3,2	7	93	93,0%	91,9%
Moyenne	9,3	90,7	90,7%	89,1%

3,2	31	69	69,0%	65,9%
3,2	27	73	73,0%	70,3%
3,2	24	76	76,0%	73,6%
Moyenne	27,3	72,7	72,7%	70,0%

1,8	17	83	83,0%	80,2%
1,8	25	75	75,0%	70,9%
1,8	26	74	74,0%	69,8%
Moyenne	22,7	77,3	77,3%	73,6%

1,8	48	52	52,0%	47,3%
1,8	41	59	59,0%	54,9%
1,8	41	59	59,0%	54,9%
Moyenne	43,3	56,7	56,7%	52,4%

1	35	65	65,0%	59,3%
1	38	62	62,0%	55,8%
1	37	63	63,0%	57,0%
Moyenne	36,7	63,3	63,3%	57,4%

1	54	46	46,0%	40,7%
1	51	49	49,0%	44,0%
1	58	42	42,0%	36,3%
Moyenne	54,3	45,7	45,7%	40,3%

0,56	59	41	41,0%	31,4%
0,56	63	37	37,0%	26,7%
0,56	58	42	42,0%	32,6%
Moyenne	60,0	40,0	40,0%	30,2%

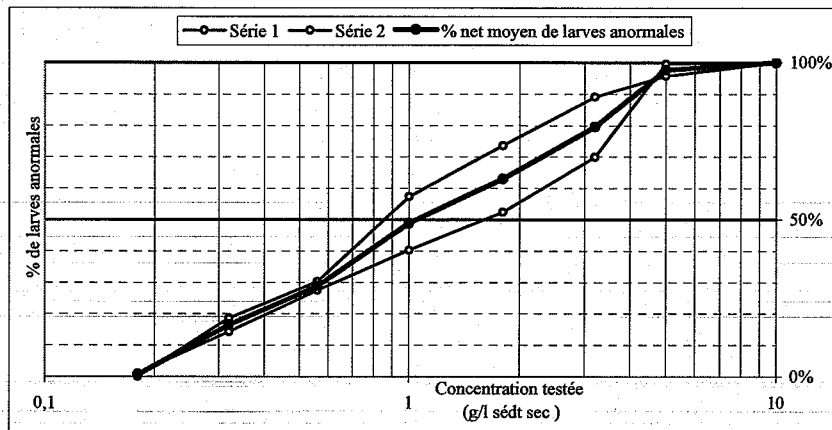
0,56	67	33	33,0%	26,4%
0,56	69	31	31,0%	24,2%
0,56	62	38	38,0%	31,9%
Moyenne	66,0	34,0	34,0%	27,5%

0,32	67	33	33,0%	22,1%
0,32	71	29	29,0%	17,4%
0,32	72	28	28,0%	16,3%
Moyenne	70,0	30,0	30,0%	18,6%

0,32	75	25	25,0%	17,6%
0,32	78	22	22,0%	14,3%
0,32	81	19	19,0%	11,0%
Moyenne	78,0	22,0	22,0%	14,3%

0,18	83	17	17,0%	3,5%
0,18	88	12	12,0%	-2,3%
0,18	87	13	13,0%	-1,2%
Moyenne	86,0	14,0	14,0%	0,0%

0,18	88	12	12,0%	3,3%
0,18	90	10	10,0%	1,1%
0,18	92	8	8,0%	-1,1%
Moyenne	90,0	10,0	10,0%	1,1%



ANNEXE 4 : PEUPLEMENTS BENTHIQUES

LISTE FAUNISTIQUE

Embranchement	Espèces	Site 2	Site 3
Annélides	<i>Glycera</i> juv ind	2	1
	<i>Hyalinoecia bilineata</i>	4	
	<i>Hyalinoecia fauveli</i>		1
	Nereidae ind	2	1
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	1	
	<i>Syllis cf. cornuta</i>		1
Crustacés	<i>Ebalia tumefacta</i>		1
	Lysiannassidae ind	1	
Mollusques	<i>Barbatia barbata</i>		1
	Fasciolariidae juv ind		1
	<i>Spisula subtruncata</i>		1
	<i>Venus (timoclea) ovata</i>	1	
Némertes	Némertes	1	
Siponcles	<i>Aspidosiphon muelleri</i>	2	3
	<i>Siponcula</i> ind	3	

Masse triée (en rapport du refus de tamis à 1mm)	3/4	3/5
Équivalent surface échantillonnée (m ²)	0.19	0.15
Abondance (ind/éch)	17	11
Densité (ind/m ²)	90.7	73.3
Indice de Shannon	2.98	3.03
Richesse spécifique (nb esp/éch)	9	9
Équitabilité	0.94	0.95