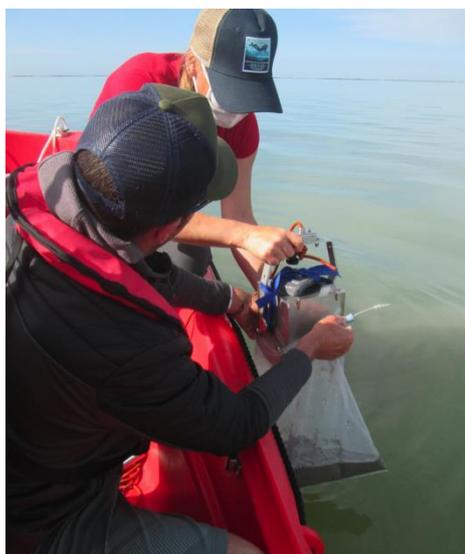




STATION STARESO
Capital 317 900 € – R.C.S. 805 408 275 00016,
Pte de la Revellata – BP 33
20260 Calvi (Corse) - FRANCE
Tel : +00 33 (0)6 86 22 32 61

Email : basemarine@stareso.com
Sit web : www.stareso.com

Octobre 2022



Source photographies : Stareso-

Mise en œuvre du contrôle de surveillance au titre de la Directive Cadre Eau pour l'indicateur Benthos de substrats meubles des eaux de transition / Année 2021

Campagne de prélèvement et identification des espèces





Mise en œuvre du contrôle de surveillance au titre de la Directive Cadre Eau pour l'indicateur Benthos de substrats meubles des eaux de transition / Année 2021

Campagne de prélèvement et identification des espèces

Ce travail a été réalisé de la manière suivante :

Campagne de prélèvement

Continent : Leduc M. – STARESO

Steibel C. – STARESO

Corse : Donnay A. – STARESO

Patrissi M. – STARESO

Fulgrade L. – STARESO

En collaboration avec le personnel d'IFREMER (Cimitera N. ; <http://dx.doi.org/10.17600/18001619>), des Agents de la Réserve Naturelle de l'Étang de Biguglia et des agents de la Réserve Naturelle de Camargue pour l'étang de Vaccarès, ainsi que certains pêcheurs.

Tri et Identification

Donnay A. – STARESO

Pelaprat C. - STARESO

Ce rapport doit être cité dans la littérature comme suit :

PELAPRAT C., DONNAY A. & P. LEJEUNE, 2022. Mise en œuvre du contrôle de surveillance au titre de la directive cadre eau pour l'indicateur benthos de substrats meubles pour les eaux de transition. Année 2021 - Convention STARESO/Agence de l'eau 2021 0022 : 27p+Annexes

Table des matières

Contexte et objectif de l'étude	5
Campagne de prélèvement	6
Conditionnement des échantillons	8
Analyse et traitement des échantillons	11
Extraction et identification de la macrofaune benthique.....	13
Résultats 2021 – Analyses granulométriques	17
Résultats 2021 – macrofaune benthique.....	21
Caractérisation des peuplements 2021	22
Qualification des peuplements 2021	24
Conclusion	29
Bibliographie	30
Annexes	31



CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

4

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

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

La macrofaune benthique de substrats meubles bien que connue pour être largement influencée par des facteurs physiques tels que la granulométrie liée à l'hydrodynamisme et la profondeur de la zone (Pearson et al., 1985 ; Rosenberg et al., 1987 ; Snelgrove & Butman, 1994 ; Ramey & Snelgrove, 2003) est également largement utilisée en tant qu'indicateur de la qualité du milieu.

En effet, de par la faible mobilité et sensibilité de certaines espèces, la composition des communautés benthiques de substrats meubles fournit des informations aussi bien sur la situation présente que sur les événements passés (pollution par exemple) ayant affecté la zone à plus ou moins long terme. Diverses études ont ainsi mis en évidence des réponses relativement rapides de cette faune à différentes perturbations, qu'elles soient anthropiques ou naturelles (Pearson & Rosenberg, 1978 ; Dauer 1993).

Actuellement plusieurs indices biotiques basés sur la polluo-sensibilité des espèces indicatrices sont proposés et largement utilisés (Grall & Glémarec, 1997 ; Weisberg et al. ; Borja et al. 2000 ; Simboura & Znetos 2002 ; Labruno et al., 2006).

Dans ce contexte, STARESO a été chargée par l'Agence de l'Eau RMC de réaliser pour l'ensemble des eaux de transition françaises de Méditerranée :

- les prélèvements de sédiments destinés aux différentes analyses suivant un plan d'échantillonnage prédéfini,
- d'effectuer le tri et la détermination du macrobenthos de substrats meubles,
- d'effectuer les analyses granulométriques et de teneur en MO des sédiments aux différents points de prélèvement,
- d'analyser les résultats obtenus.

Dans ce cadre, STARESO a sous-traité au laboratoire LECOB les analyses granulométriques et teneurs en MO et au laboratoire LOMIC l'Azote et la COT des échantillons correspondants.

Cette campagne du réseau de surveillance des lagunes méditerranéennes françaises constitue la 4^{ème} campagne. Les deux premières ayant été réalisées en 2006 et 2009 par CREOCEAN pour les lagunes continentales et STARESO pour la Corse, la troisième en 2015 par STARESO (Continent et Corse).

CAMPAGNE DE PRELEVEMENT



La campagne de prélèvement s'est déroulée en deux campagnes du 03/05/21 au 06/05/2021 pour la partie continentale et le 21 et le 26/05/2021 pour la Corse.

Les fiches détaillées de chaque prélèvement ont été fournies à l'Agence de l'eau, les coordonnées, dates et profondeur de prélèvement sont reprises dans le tableau synthétique ci-dessous.

Tableau 1 - Liste, profondeur, coordonnées GPS et domaine de salinité (Creocean, 2010) des stations échantillonnées en mai 2021 dans le cadre de la surveillance des biocénoses benthiques de substrats meubles des masses d'eaux de transition – DCE 2021

Masse d'eau	Site	Profondeur (m)	Coordonnées GPS (WGS84)		Domaine de salinité
FRDT02	Etang Salses Leucate Sud	3,6	42.823605816811323	2.99252207390964	Euryhalin
	Etang de Salses Leucate Nord	2,6	42.88291784003377	3.016666397452354	Euryhalin
FRDT03	Etang La Palme	1	42.967110201716423	3.005646541714668	Euryhalin
FRDT04	Etangs Bages Sigean Sud	1,3	43.050763104110956	3.015664173290134	Euryhalin
	Etangs Bages Sigean Nord	2,3	43.127378728240728	3.002135613933206	Polyhalin
FRDT10	Etang Thau Ouest	5,6	43.375937612727284	3.586996989324689	Euryhalin
	Etang Thau Est	7,5	43.416913887485862	3.638510657474399	Euryhalin
FRDT11a	Etang de Or Est	1,3	43.581582577899098	4.04174767434597	Polyhalin
	Etang de Or Ouest	1,2	43.573613232001662	4.001192841678858	Polyhalin
FRDT11b	Etang Palavasiens Est - Prévost	1	43.528986973688006	3.917302982881665	Euryhalin
FRDT14a	Complexe de Vaccarès	2	43.535487810149789	4.603021619841456	Mesohalin
FRDT15a	Etang de Berre Sud	9,7	43.41652580536902	5.112712662667036	Polyhalin
	Etang de Méjean	1	43.544343709945679	3.92291952855885	Polyhalin
FRET01	Etang Biguglia intermédiaire	1,4	42.615048978477716	9.46907096542418	Polyhalin
	Etang Biguglia Nord	1,5	42.635263027623296	9.454469019547105	Polyhalin
FRET04	Etang de Palo	0,5	41.946600498631597	9.409500863403082	Euryhalin

Il paraît important de noter les difficultés rencontrées lors de l'échantillonnage de Biguglia Sud qui ont conduit à un échantillonnage sur un point intermédiaire. En effet au point des coordonnées GPS des années précédentes (Biguglia Sud), un substrat dur a empêché tout prélèvement. Après plusieurs tentatives sans résultat dans la zone et la présence d'un vent très fort, un point intermédiaire entre le point Nord et Sud a été échantillonné (Biguglia intermédiaire). L'emplacement de cette station a été choisi de manière à correspondre au point où Ifremer a positionné une sonde.

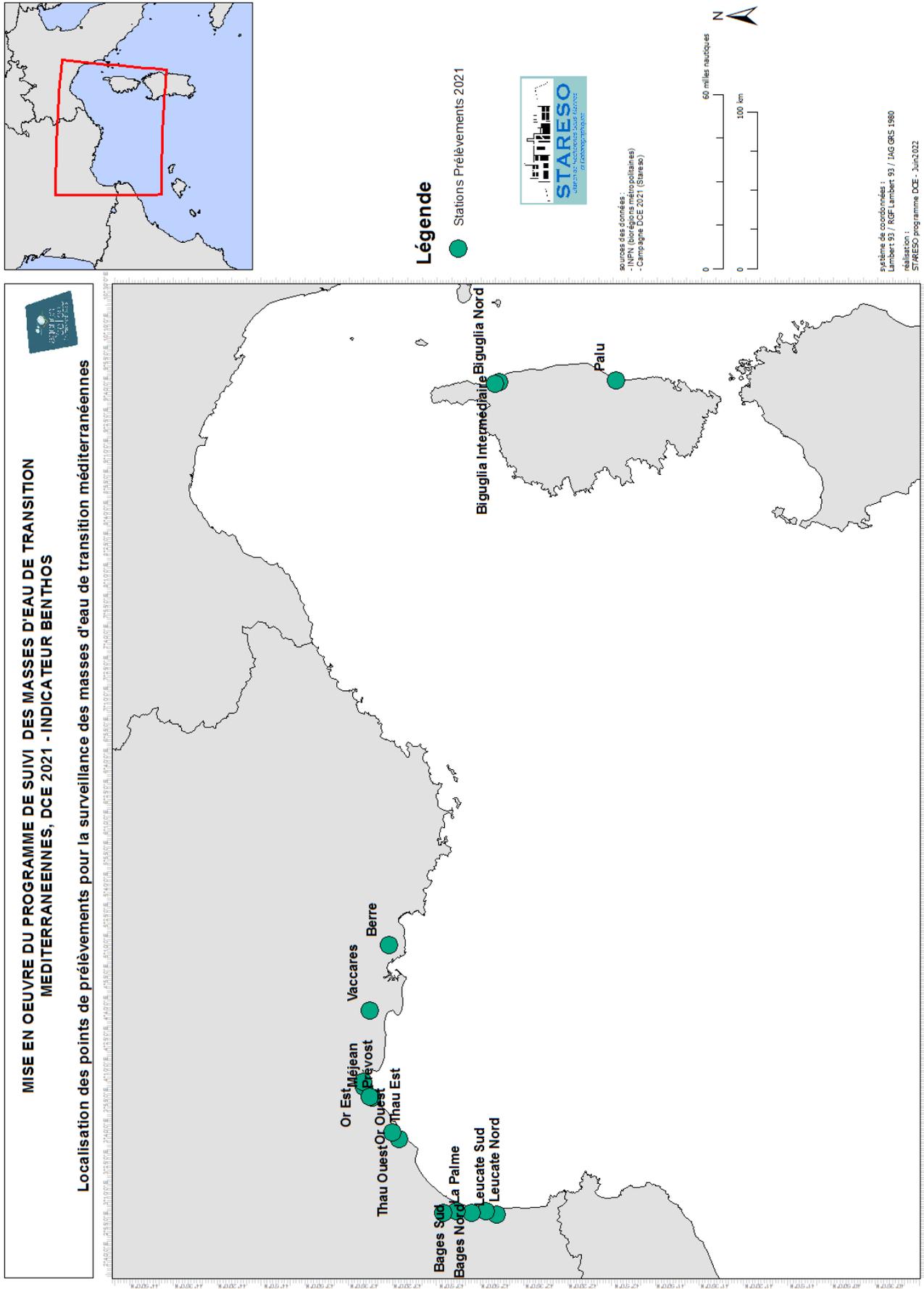


Figure 1 – Localisation des stations de substrats meubles échantillonnées dans le cadre de la DCE pour les eaux de transition – Année 2021



Figure 2 – Étang de Bages - Localisation des stations de substrats meubles échantillonnées dans le cadre de la DCE pour les eaux de transition – Année 2021



Figure 3 – Etang de Leucate et La Palme - Localisation des stations de substrats meubles échantillonnées dans le cadre de la DCE pour les eaux de transition – Année 2021



Figure 4 – Étang de Thau, Prévost, Mejean et Or - Localisation des stations de substrats meubles échantillonnées dans le cadre de la DCE pour les eaux de transition – Année 2021

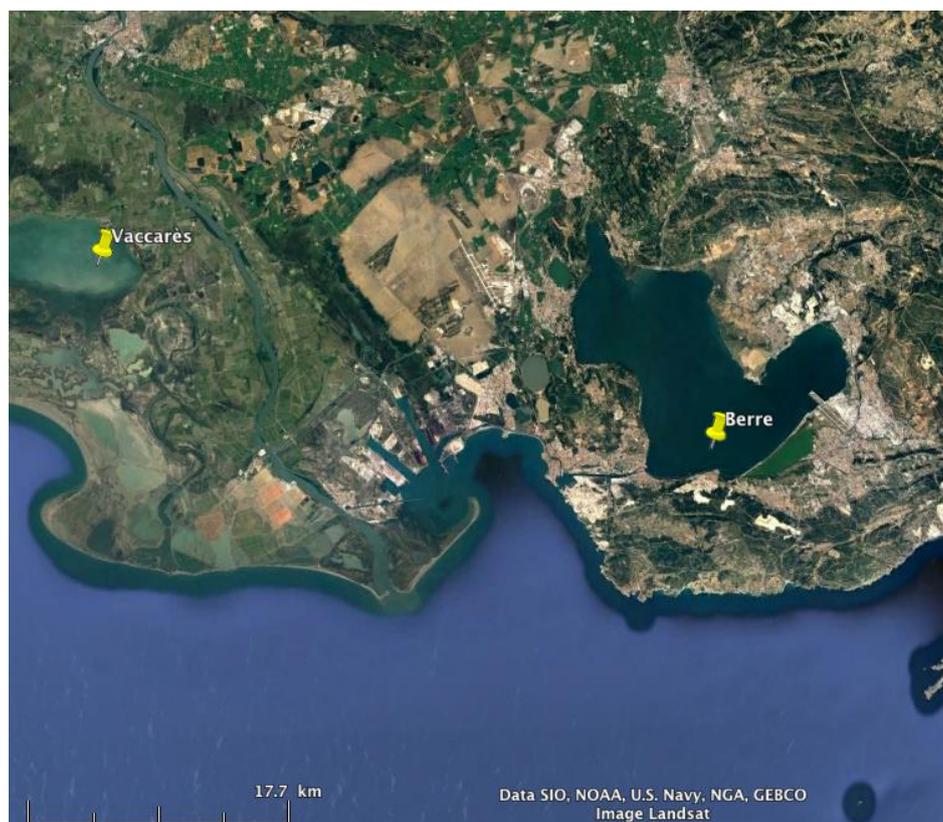


Figure 5 – Étang Vaccarès et Berre - Localisation des stations de substrats meubles échantillonnées dans le cadre de la DCE pour les eaux de transition – Année 2021



Figure 6 – Étang Biguglia - Localisation des stations de substrats meubles échantillonnées dans le cadre de la DCE pour les eaux de transition, Biguglia Nord et Biguglia Intermédiaire – Année 2021



Figure 7 – Étang de Palo - Localisation de la station de substrats meubles échantillonnée dans le cadre de la DCE pour les eaux de transition – Année 2021

CAMPAGNE DE PRELEVEMENT

Pour chacune des 16 stations et de manière à respecter les consignes de prélèvement établies lors des réunions d'experts, 3 répliques de 0,09 m² (4bennes/ech) ont été réalisés à l'aide d'une benne Ekman-Birge.

Chaque prélèvement a par la suite été passé sur un tamis de maille 1 mm, puis les échantillons ont été traités (fixation et conservation).

Parallèlement à ces prélèvements, un échantillon de sédiment a été prélevé dans des conditions similaires pour chacune des stations, afin de procéder aux analyses de répartition granulométrique et de teneur en Matière Organique COT et azote des sédiments.



10

ANALYSE ET TRAITEMENT DES ECHANTILLONS

Analyses granulométriques dosage de la matière organique, teneurs en COT et en Azote

Les analyses ont été réalisées par les laboratoires LECOB et LOMIC de Banyuls.

Conformément aux recommandations d'IFREMER l'analyse des teneurs en matière organique (Guillaumont & Gautier, 2005) a été réalisée après séchage à l'étuve durant 24 h à 48 h, puis pesée après passage au four à 450 °C durant 4 h.

Les résultats ont été présentés sous formes de tableaux et de courbes semi-logarithmiques et interprétés grâce aux principaux indices sédimentologiques décrits ci-après.



Classification du sédiment en fonction du pourcentage de fraction fine (<63 µm) d'après Ibouily (1981)

% de Fraction fine	Qualification
<10 %	Sables purs
10 à 20 %	Sables peu envasés
20 à 40 %	Sables moyennement envasés
40 à 60 %	Sédiments très envasés à dominance de sables
60 à 80 %	Sédiments très envasés à dominance de vases
> 80 %	Vases purs

Classification du sédiment en fonction de la valeur de l'indice de Trask (So) repris d'après Blott et Pye (2001)

Indice de Trask	Qualification
<1,27	Très bien trié
1,27<So<1,41	Bien trié
1,41<So<1,63	Modérément bien trié
1,63<So<2,00	Moyennement trié
2,00<So<4,00	Pauvrement trié
4,00<So<16,00	Très pauvrement trié
So>16	Extrêmement pauvrement trié

Classification du sédiment en fonction de la valeur de l'indice de Skewness (Sk) repris d'après Blott et Pye (2001)

Indice de Skewness	Classement
-1,0 à -0,3	Asymétrie du côté très fin
-0,3 à -0,1	Asymétrie du côté fin
-0,1 à 0,1	Symétrie
+0,1 à +0,3	Asymétrie du côté grossier
+0,3 à +1	Asymétrie du côté grossier

Classification de l'homogénéité du sédiment par l'indice de Kurtosis (K) repris d'après Blott et Pye (2001)

Indice Kurtosis	Interprétation
<0,67	Très platicurtique
0,67-0,90	Platicurtique
0,90-1,11	Mésocurtique
1,11-1,50	Leptocurtique
>1,50	Très leptocurtique

Enrichissement	Matière organique (% p.s.)	Azote Kjeldahl (% p.s.)
Faible		<0,3
Moyen	<13,5	0,3-0,4
Fort	13,5 - 18,0	0,4-0,5
Très fort	≥ 18,0	≥ 0,5

Fraction fine

La quantité de fraction fine (particules inférieures à 63 µm) permet de déterminer le type de sédiment selon la classification reportée dans le tableau ci-contre (Ibouily 1981).

Médiane (Md)

La médiane représente la valeur granulométrique de l'échantillon à 50 % du poids total.

Indice de Trask (So)

A partir des courbes semi-logarithmiques cumulatives, le quartile 1 (Q1), qui représente la valeur granulométrique de l'échantillon à 25 % du poids total, la médiane (Md), la valeur granulométrique de l'échantillon à 50 % du poids total, et le quartile 3 (Q3), la valeur granulométrique à 75 % du poids total, peuvent être calculés.

Ainsi l'indice So (Sorting index Trask) permet d'apprécier le degré de classement d'un sédiment selon 6 catégories (tab.ci-contre).

$$So = \sqrt{(Q3/Q1)}$$

Indice de Skewness (Sk)

Pour les échantillons dont l'histogramme des fréquences relatives est uni-modal, l'indice (ou coefficient) d'asymétrie Sk (Skewness) peut être calculé :

$$Sk = (Q1 * Q3) / Md^2$$

Cet indice exprime la symétrie du mode de l'histogramme par rapport à la médiane suivant la classification reprise dans le tableau ci-contre.

Indice de Kurtosis (K)

L'indice de Kurtosis permet d'apprécier l'homogénéité ou l'hétérogénéité des sédiments.

$$K = \log(Q1) - \log(Q3) / 2,44(\log(P90) - \log(P5))$$

Enrichissement des sédiments

Les teneurs en matière organique et en azote total des sédiments ont été mesurées par le laboratoire de Banyuls.

Les valeurs obtenues ont été comparées à des valeurs seuils de qualité pour les milieux lagunaires (Licari 1998).

Pour se conformer aux résultats obtenus par CREOCEAN en 2009, la même méthodologie a été appliquée. Ainsi pour simplifier la démarche, cette classification a été appliquée à l'ensemble des lagunes indépendamment de leur teneur en fraction fine.

Extraction et identification de la macrofaune benthique

En laboratoire, la faune de chaque prélèvement a été extraite des débris et particules sédimentaires.

A l'exception de certains taxons, chaque espèce a été identifiée, et les individus dénombrés.

Enfin la biomasse par station a été calculée (poids sec libre de cendre).

Analyse des données

Caractérisation des peuplements

Pour chaque station, les paramètres suivants ont été calculés :

- La Richesse S qui correspond au nombre d'espèces présentes sur un site donné
- L'Indice de Shannon-Wiener H' (\log_2)
- L'équitabilité, indice de diversité synthétique de Piérou J'
- La densité qui correspond au nombre d'individus par unité de surface
- La biomasse qui correspond au poids de matière sèche prélevée par groupe trophique.

Qualification des peuplements 2021

Une comparaison des différents indices potentiellement utilisables sur le benthos de substrats meubles pour les lagunes méditerranéennes réalisée par CREOCEAN sur les données DCE 2006 et 2009 montrait que seuls 3 indices étaient corrélés aux dires d'experts (CREOCEAN, 2010) :

- L'indice de diversité de Shannon H'
- La potentialité biologique
- Le M-AMBI qui servira à déterminer l'EQR

Les deux premiers indices, H' et la potentialité biologique, seront calculés pour apporter une information complémentaire, mais la qualité écologique (EQR) sera déterminée selon les préconisations du Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales dans le cadre de la DCE de 2018, uniquement à partir du M-AMBI (Arrêté du 27 Juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010).

L'indice de Shannon-Weaver (H')

Cet indice de diversité (Shannon, 1948) prend en compte la richesse spécifique et l'abondance relative de chaque espèce. Des classes de qualité allant de très bon à mauvais peuvent alors être attribuées (Molvaer et al., 1997)

Tableau 2 – Valeur des classes de qualité attribuée au peuplement benthique à partir de H' (Molvaer et al., 1997)

H'	Classe de qualité du peuplement
$H' > 4$	Très bonne
$3 < H' \leq 4$	Bonne
$2 < H' \leq 3$	Moyen
$1 < H' \leq 2$	Pauvre
$H' \leq 1$	Mauvais

La potentialité biologique

Cet indice représente la version réduite de l'indice IGBL (Indice Benthique Global Lagunaire) développé par CREOCEAN depuis 1990.

La potentialité biologique est évaluée à partir de la richesse spécifique et de la densité totale. A chacun de ces paramètres une classe de qualité est attribuée (CREOCEAN) en fonction des valeurs seuil reprises dans le tableau ci-dessous.

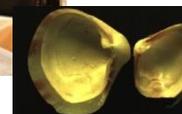
Tableau 3 – Valeurs seuil de référence et classes de qualité pour la richesse spécifique et la densité totale pour le calcul de la Potentialité biologique (CREOCEAN)

	Valeurs seuils	Classe de qualité
Richesses spécifique (S)	$S > 30$ espèces	Très satisfaisante
	$21 < S < 30$ espèces	Satisfaisante
	$11 < S < 20$ espèces	Réduite
	$1 < S < 10$ espèces	Très faible
Densité totale	0 ind./m ²	Nulle
	1 à 200 ind./m ²	Très faible
	201 à 1500 ind./m ²	Faible
	1501 à 6000 ind./m ²	Normale
	6001 à 8000 ind./m ²	Forte
	>8000 ind./m ²	Très forte

L'utilisation de la grille de lecture ci-dessous permet d'attribuer un code couleur de qualité. Parallèlement la présence et/ou la prolifération des espèces indicatrices de matière organique sont observées pour les plus fortes densités.

Tableau 4 - Grille de lecture de la potentialité biologique en fonction des classes de richesse et de densité, et de l'abondance relative des espèces indicatrices de perturbation – La zone encadrée par un double trait correspond à l'échelle spécifique à l'enrichissement trophique (CREOCEAN, 2010)

		Richesse spécifique				
		Très satisfaisante	Satisfaisante	Réduite	Très faible	
Espèces indicatrices de MO	MO	Densité	Nulle			
			Très faible			
			Faible			
			Normale			
			Forte			
		Présence				
		Prolifération				



L'interprétation des couleurs obtenues dans la grille (Tab.4) est reprise dans le tableau ci-dessous

Tableau 5 – Potentialité biologique : classes de qualité et codes couleur du niveau trophique (CREOCEAN, 2010)

Niveau trophique	Potentialité biologique : classe de qualité du niveau trophique
Normal	Hébergement d'un grand nombre de taxons exigeants, représentés par un nombre d'individus suffisant
Peu élevé	Disparition des espèces d'origine marine les plus sensibles à la variation des facteurs physico-chimiques
Moyen	Réduction de manière importante du nombre d'espèces exigeantes (et/ou d'origine marine), certaines espèces restantes pouvant faire l'objet de proliférations
Elevé	Disparition de toutes les espèces exigeantes, aboutissant à une forte réduction de la diversité spécifique : les densités ne sont jamais normales (plus ou moins élevées que la normale)
Très élevé	Maintien uniquement des taxons les plus résistants, avec dans les cas extrêmes disparition totale de la faune benthique : les densités sont soit très fortes soit très faibles

Le M-AMBI et la mise en place d'un EQR

(Arrêté du 27 Juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010)

Le M-AMBI est calculé à partir d'une analyse factorielle incluant, l'AMBI, la Richesse spécifique (R) et la diversité (H') (Muxika *et al.*, 2007).

Les valeurs de l'AMBI et du M-AMBI sont établies ou calculées à partir du logiciel (<http://www.azti.es> – En version 6) mis au point par le laboratoire AZTI, créateur de ces indices.

L'AMBI (tab. 7) repose sur les proportions d'abondance que représentent 5 groupes écologiques (fig. 7, 8 et tab.6) correspondant au classement des espèces en fonction de leur sensibilité/tolérance face à un gradient de stress environnemental (Borja *et al.*, 2000).

L'indice calculé permet de qualifier le milieu sur une échelle de 0 à 7 en allant d'un milieu normal à un milieu azoïque en passant par des degrés de dégradation progressifs (tab.6).

Le calcul du M-AMBI nécessite l'utilisation de peuplement de référence de qualité haute et basse qui ont été définies en fonction des premières analyses dans le guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales dans le cadre de la DCE de 2018 (Arrêté du 27 Juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010). Selon ce guide « Les valeurs de la borne haute ont été établies à partir de sites peu impactés par les activités humaines et dans lesquelles les teneurs en chlorophylle a et en azote sont faibles (Chl a $\leq 0,6 \mu\text{M/L}$ en moyenne estivale ; Azote Total $\leq 25 \mu\text{M/L}$ en moyenne estivale) et où la

saturation en oxygénation dissous est bonne (O_2 sat (écart à la saturation) ≤ 30 % en moyenne estivale) ».

Deux lagunes: Thau (FRDT10) et Leucate (FRDT02) correspondent à ces définitions; les meilleures valeurs de chacune des 3 métriques observées sont sélectionnées comme valeurs de Référence. Pour les valeurs de référence basse, c'est un peuplement théorique correspondant aux pires valeurs que l'on puisse obtenir.

Valeurs des bornes du M-AMBI	H'	S	AMBI	M-AMBI
Basse	0	0	7	0
Haute	4,23	46	0,6	1

Les seuils des classes d'EQR du guide définis à dire d'expert et après intercalibration sont repris dans le tableau ci-contre.

Tableau 6 – Seuils de référence du M-AMBI pour attribuer la qualité écologique des peuplements

Qualité écologique	M-AMBI
Très bon	M-AMBI $> 0,84$
Bon	$0,63 < M-AMBI \leq 0,84$
Moyen	$0,40 < M-AMBI \leq 0,63$
Pauvre	$0,20 < M-AMBI \leq 0,40$
Mauvais	M-AMBI $\leq 0,20$

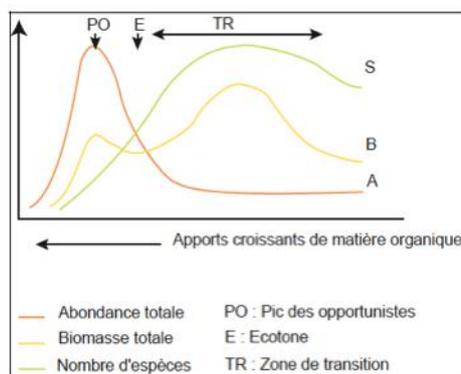


Figure 7- Modèle SAB de Pearson et Rosenberg (1978)

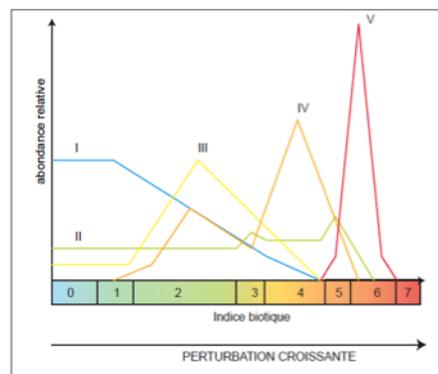


Figure 8 - Modèle des indices biotiques, groupes écologiques en chiffre romain (d'après Glémarec et Hily, 1981)

Tableau 7 - Correspondance des valeurs de l'indice AMBI

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

RESULTATS 2021

ANALYSES GRANULOMETRIQUES

Résultats 2021

Les principaux résultats des analyses granulométriques des stations utilisées dans le cadre du contrôle de surveillance de la DCE 2021 des eaux de transition sont repris dans le tableau ci-dessous (tab.9).

A noter que les débris coquillers macroscopiques (coquilles ou morceaux de taille variée), les restes végétaux ou les débris filamenteux, ne sont pas pris en compte.

Les résultats granulométriques montrent que la majorité des stations sont composées de sédiments faiblement triés essentiellement constitués de vases.

Certaines stations se démarquent :

- les stations de Leucate Nord, Bages Sud et Palo possèdent un sédiment certes envasé mais à dominance de sables,
- la station de Thau Ouest possède des sables moyennement envasés,
- la station de Vaccarès possède de la vase pure.

L'enrichissement des sédiments mesuré par les valeurs de matière organique et d'Azote Kjeldahl est repris dans le tableau ci-contre (tab. 8).

Tableau 8 - Médiane, teneur en MO et profondeur moyennes des différentes des stations échantillonnées/région- Campagne DCE 2015

Station	% COT	% MO	% Azote Kjeldahl
Leucate Nord	1,5	6,6	0,2
Leucate Sud	1,0	6,2	0,1
Thau Est	0,9	4,7	0,1
Thau Ouest	3,1	13,7	0,5
Berre Sud	2,0	8,0	0,2
Bages Sud	1,5	5,0	0,2
Bages Nord	1,8	7,7	0,2
Or Est	3,3	11,9	0,4
Or Ouest	1,0	10,8	0,2
La Palme	2,3	7,6	0,3
Vaccarès	1,6	7,9	0,2
Prévoist	1,8	8,2	0,2
Méjean	2,9	10,9	0,4
Biguglia nord	4,4	9,3	0,4
Biguglia intermédiaire	3,9	9,1	0,5
Palo	6,2	14,9	0,7

Tableau 9 - Synthèse des principaux résultats granulométriques – Campagne DCE contrôle de surveillance des eaux de transition méditerranéennes, 2021

Station	Fraction >2 000 µm (%)	Médiane (µm)	Mode	Fraction fine (%)	Grain Moy (µm)	Indice de Trask	Indice de Kurtosis
Leucate Nord	0,87	69,12	Polymodale	48,3 Sédiments très envasés à dominance de sables	119,22	2,63 Très pauvrement trié	0,81 Platikurtique
Leucate Sud	0,07	25,22	Trimodale	74,1 Sédiments très envasés à dominance de vases	37,38	2,00 Très pauvrement trié	0,93 Mésokurtique
Thau Est	0,06	21,34	Polymodale	65,7 Sédiments très envasés à dominance de vases	81,75	2,69 Très pauvrement trié	0,75 Platikurtique
Thau Ouest	0,42	143,20	Polymodale	33,6 Sables moyennement envasés	137,02	2,05 Très pauvrement trié	0,86 Platikurtique
Berre Sud	0,00	29,49	Polymodale	62,7 Sédiments très envasés à dominance de vases	69,1	2,33 Très pauvrement trié	0,71 Platikurtique
Bages Sud	1,78	71,48	Polymodale	47,0 Sédiments très envasés à dominance de sables	165,76	2,47 Très pauvrement trié	1,01 Mésokurtique
Bages Nord	0,01	28,16	Polymodale	66,8 Sédiments très envasés à dominance de vases	51,76	2,28 Très pauvrement trié	0,84 Platikurtique
Or Est	0,05	28,62	Polymodale	64,5 Sédiments très envasés à dominance de vases	65,08	2,20 Très pauvrement trié	0,76 Platikurtique
Or Ouest	0,00	27,80	Polymodale	66,2 Sédiments très envasés à dominance de vases	57,98	2,20 Très pauvrement trié	0,79 Platikurtique
La Palme	0,00	40,39	Polymodale	60,7 Sédiments très envasés à dominance de vases	68,25	2,08 Très pauvrement trié	0,84 Platikurtique
Vaccarès	0,00	7,58	Unimodale	92,9 Vases pures	10,57	1,64 Pauvrement trié	1,09 Mésokurtique
Prévoist	0,00	25,70	Polymodale	68,8 Sédiments très envasés à dominance de vases	49,74	2,26 Très pauvrement trié	0,86 Platikurtique
Méjean	0,00	29,35	Polymodale	61,0 Sédiments très envasés à dominance de vases	79,75	2,31 Très pauvrement trié	0,68 Platikurtique
Biguglia Nord	0,18	23,74	Polymodale	68,1 Sédiments très envasés à dominance de vases	59,28	2,44 Très pauvrement trié	0,86 Platikurtique
Biguglia intermédiaire	0,18	29,00	Polymodale	69,5 Sédiments très envasés à dominance de vases	47,88	2,01 Très pauvrement trié	0,93 Mésokurtique
Palo	0,00	70,51	Polymodale	47,9 Sédiments très envasés à dominance de sables	123,81	2,10 Très pauvrement trié	0,75 Platikurtique

De manière générale les sédiments sont moyennement enrichis en MO selon la classification de Licari (1998) avec des teneurs en azote faibles.

Les stations qui ont les sédiments les plus enrichis sont par ordre croissant :

- Or Est, Thau Ouest
- Les deux stations de l'étang de Biguglia
- et surtout Palo.

Comparaison avec les données antérieures

Après une diminution importante en 2015 des teneurs en particules fines (<63 µm), la majorité des lagunes retrouvent en 2021 un envasement plus important.

Les teneurs en matière organique et en azote ont peu évolué. A noter que la station de Thau Ouest retrouve en 2021 l'enrichissement en azote moyen des années 2006 et 2009.

Tableau 10 – Evolution des taux de particules fines, des teneurs en MO et d'azote des sédiments échantillonnés dans le cadre du suivi DCE des eaux de transition

Stations	% particules <63 µm				MO (%)				Azote (%)			
	2006	2009	2015	2021	2006	2009	2015	2021	2006	2009	2015	2021
Leucate Nord	74,1	58,7	56,6	48,3	6,4	8,2	5,6	6,6	0,39	0,23	0,21	0,15
Leucate Sud	49,7	63,4	49,1	74,1	2,52	7,2	4,1	6,2	0,04	0,18	0,16	0,12
Thau Est	51,8	52,1	1	65,7	3,87	18,7	7,4	4,7	0,28	0,44	0,43	0,12
Thau Ouest	93,5	52,6	52,6	33,6	4,41	17,4	13	13,7	0,44	0,49	0,68	0,47
Berre Sud	93,8	88,6	77,6	62,7	7,41	14,5	5,6	8,0	0,17	0,2	0,21	0,22
Bages Sud	/	71,2	57,4	47,0	/	7,1	6,2	5,0	/	0,16	0,19	0,15
Bages Nord	/	74,1	70,5	66,8	/	11,5	6,1	7,7	/	0,21	0,22	0,24
Or Est	/	61,8	55,5	64,5	/	10,9	7,4	11,9	/	0,42	0,43	0,40
Or Ouest	/	65,2	57,2	66,2	/	12,5	7,2	10,8	/	0,43	0,45	0,25
La Palme Nord	37,9	63	53,8	60,7	2,43	17,1	5,2	7,6	0,18	0,41	0,19	0,28
Vaccarès	83,2	83,2	54	92,9	9,56	5,8	2,1	7,9	0,15	0,09	0,1	0,21
Prévoist Est	86,7	68,9	67,1	68,8	4,45	11,9	5,9	8,2	0,39	0,33	0,28	0,24
Méjean Ouest	89,2	88	57,2	61,0	3,42	16,7	9,5	10,9	0,43	0,45	0,45	0,35
Biguglia Nord	80,7		56	68,1	9,7	/	9,7	9,3	/	/	0,34	0,44
Biguglia Intermédiaire				69,5				9,1				0,49
Biguglia Sud	76,6	77,6	61,7		8,4	7,9	10,3		/	/	0,6	
Palo	46,6	56,8	30,7	47,9	10,7	12,5	14,2	14,9	/	/	0,77	0,66



RESULTATS 2021

MACROFAUNE BENTHIQUE

19

Au total **14 167 individus** ont été dénombrés pour **224 taxons**. Le tableau ci-dessous reprend cette répartition pour chacune des stations.

Tableau 11 – Nombre d'individus et d'espèces totales comptabilisés pour chacune des stations (3 répliques/station) dans le cadre de la DCE 2021

Site	Nombre d'individus total/station	Taxons total/station
Leucate Nord	938	57
Leucate Sud	830	61
Thau Est	1452	66
Thau Ouest	181	27
Berre Sud	390	7
Bages Sud	3465	53
Bages Nord	480	30
Or Est	411	12
Or Ouest	351	20
La Palme Nord	697	16
Vaccarès	378	11
Prévost Est	1355	29
Méjean Ouest	728	12
Biguglia Nord	875	15
Biguglia Sud/Inter. 2021	1206	14
Palo	597	20

Caractérisation des peuplements

Sur les 224 taxons répertoriés la majorité correspond à des Polychètes (104 taxons), des crustacés (60 taxons), des mollusques (41 taxons) et des échinodermes (5 taxons).

La richesse spécifique

Le tableau ci-contre reprend les valeurs de richesse spécifique totale, soit le nombre d'espèces observées pour une station donnée, en 2006, 2009, 2015 et 2021.

Tableau 12 - Valeurs seuils de référence pour la richesse spécifique dans les milieux lagunaires d'après Licari 1998.

Intervalles S	Interprétation
S<10	Milieu très perturbé
10≤S<20	Milieu instable
20≤S<30	Milieu stable et marinisé
30≤S<40	Milieu sous forte influence marine
S≥40	

Résultats 2021

Si l'on se refait aux seuils établis par CREOCEAN en se basant sur ceux établis pour la potentialité biologique et Licari 1998 sur les milieux lagunaires (tab. ci-dessus), en 2021 :

⇒ Une seule station avec une richesse spécifique très faible **apparaît comme très perturbée** :

- Berre. Le peuplement de cette station est essentiellement constitué de l'espèce de bivalve invasive tolérante aux variations de salinité et de température *Arcuatula senhousia*.

⇒ **La majorité des stations sont représentatives de milieux instables** ; En effet classiquement la faible inertie des plans d'eau lagunaires entraîne de fortes variations des paramètres physiques et chimiques ;

⇒ **Thau Ouest, Or Ouest, Prévost Est et Palo apparaissent comme des milieux stables marinisés**

⇒ Les stations de **Leucate Nord, Leucate Sud, Thau Est et Bages Sud** montrent des **richesses spécifiques élevées indicatrices de milieux sous forte influence marine**.

Comparaison avec les données antérieures

Seule la station de l'étang de Berre montre une baisse continue de la richesse spécifique depuis 2009.

Si Thau Ouest montre une constance, **toutes les autres stations montrent une augmentation**. On remarquera la forte augmentation de Leucate Sud et Thau Est.

Tableau 13 - Richesse spécifique des peuplements échantillonnés dans les lagunes méditerranéennes dans le cadre du suivi DCE 2006, 2009, 2015 et 2021.

Stations	Richesse Spécifique Totale			
	2006	2009	2015	2021
Leucate Nord	50	49	62	57
Leucate Sud	35	40	18	61
Thau Est	30	39	37	66
Thau Ouest	16	33	27	27
Berre Sud	16	30	11	7
Bages Sud	/	45	27	53
Bages Nord	/	26	10	30
Or Est	/	10	9	12
Or Ouest	/	10	10	20
La Palme Nord	18	7	13	16
Vaccarès	12	14	6	11
Prévost Est	16	12	20	29
Méjean Ouest	8	12	14	12
Biguglia Nord	15	/	5	15
Biguglia Sud/Inter. 2021	6	6	12	14
Palo	18	11	12	20

Il paraît par ailleurs intéressant de noter à Or Ouest et Biguglia Intermédiaire l'observation de l'espèce de polychète invasive et opportuniste *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923). Cette espèce de serpulidae, tolérante aux variations de salinité avec un taux de fécondité important et une croissance rapide est capable de créer de véritables récifs qui peuvent occasionner des désagréments. L'impossibilité de prélever à la station habituelle de Biguglia Sud pourrait être due à la présence importante de tels récifs, mais cette hypothèse reste à vérifier par des observations en plongée sous-marine.

La Densité

Le tableau ci-dessous reprend les valeurs de densité moyenne, des stations échantillonnées en 2021 avec une reprise des valeurs obtenues en 2006, 2009 et 2015.

Tableau 14 - Densité moyenne des peuplements échantillonnés dans les lagunes méditerranéennes dans le cadre du suivi DCE 2006, 2009, 2015 et 2021.

Stations	Densité moyenne (ind./m ²)			
	2006	2009	2015	2021
Leucate Nord	2 119	6 767	4 656	3126
Leucate Sud	752	2 844	467	2766
Thau Est	996	7 433	1 237	4840
Thau Ouest	570	2 167	1 878	603
Berre Sud	967	8 630	1 445	743
Bages Sud		6 385	2 589	11 550
Bages Nord		13 926	122	1600
Or Est		2 015	4 278	1370
Or Ouest		3 322	1 778	1170
La Palme Nord	3 526	5 567	482	2323
Vaccarès	8 867	16 515	1 767	1260
Prévost Est	448	5 033	1 744	4516
Méjean Ouest	1 622	2 767	5 556	2426
Biguglia Nord	1 922		2 856	2916
Biguglia Sud/Interm. 2021	8 756	1 100	922	4020
Palo	13 344	3 256	1 078	1990

Résultats 2021

Si l'on se refait aux seuils établis par CREOCEAN en se basant sur ceux établis pour la potentialité biologique et Licari (1998) sur les milieux lagunaires (tab. 15), en 2021 **seule la station de Bages Sud apparaît comme fortement déséquilibrée** avec des densités très fortes de *Galatowenia* très certainement en rapport avec une influence marine plus importante (teneurs en sables plus importantes tab.9 et 10) et une proportion moyenne d'espèces opportunistes de 43,4 % (essentiellement des Oligochètes et le polychète *Heteromastus filiformis*).

Tableau 15 - Valeurs seuils de référence pour la densité moyenne

Intervalle de densité (ind./m ²)	Interprétation
d=0	Nulle
1<d<200	Très faible
201<d<1500	Faible
1501<d<6000	Normale
6001<d<8000	Forte
d>8000	Très forte

De même **des peuplements de faibles densités et dominés par des espèces indicatrices d'enrichissement en matière organique ont été observés pour :**

- **Or Est et Or Ouest** principalement dominés par le polychète *Heteromastus filiformis*.
- **Vaccarès dominé par *Heteromastus filiformis* et des mollusques du genre *Hydrobia*.**

Comparaison avec les données antérieures

Trois stations montrent **d'importantes baisses de densité :**

- **Berre Sud et Thau Ouest** avec une baisse continue depuis 2009. Pour Berre Sud, la baisse de densité correspond à une forte diminution d'abondance de l'espèce dominante de 2009, à savoir le bivalve *Arcuatula senhousia*. Pour Thau Ouest, c'est le peuplement important du bivalve *Musculus costulatus* observé en 2015 qui disparaît en 2021 pour revenir à un peuplement plus proche de celui de 2009 avec des proportions plus importantes du peuplement de bivalve *Loripes orbiculatus*.
- **Or Est**, après une forte augmentation des densités du bivalve *Cerastoderma glaucum* et du polychète *Heteromastus filiformis* en 2015, les densités de ces deux espèces diminuent et redeviennent proches de celles observées en 2009.

Quatre stations montrent **une augmentation de densité qui devient « normale » :**

- **Leucate Sud**
- **Thau Est**
- **Bages Nord**
- **Biguglia intermédiaire**, pour cette station le point d'échantillonnage s'étant déplacé et rapproché du Grau, l'influence marine plus importante entraîne une augmentation des densités et de la richesse Spécifique.

La biomasse

Résultats 2021

Les biomasses sont extrêmement variables d'une station à l'autre en fonction principalement de la présence des mollusques bivalves tels que *Cerastoderma glaucum* ou des espèces appartenant à la famille des Mytilidae ou des Semelidae.

Comparaison avec les données antérieures

Les variations d'une année à l'autre sont étroitement liées aux variations de densités des bivalves évoqués précédemment (tab.16).

Tableau 16 – Biomasses moyenne des peuplements échantillonnés dans les lagunes méditerranéennes dans le cadre du suivi DCE 2009, 2015 et 2021.

Stations	Biomasse moyenne (g/m ²)		
	2009	2015	2021
Leucate Nord	13,80	7,00	4,23
Leucate Sud	7,02	0,20	8,29
Thau Est	24,50	4,12	7,24
Thau Ouest	10,87	10,52	2,57
Berre Sud	113,03	5,11	2,18
Bages Sud	34,99	1,66	4,55
Bages Nord	3947,06	0,90	13,48
Or Est	9,13	12,87	2,57
Or Ouest	19,72	4,36	3,64
La Palme nord	26,37	0,81	12,56
Vaccarès	195,70	2,99	8,80
Prévost Est	4,74	2,05	4,94
Méjean Ouest	14,08	13,28	10,94
Biguglia Nord	/	5,41	8,41
Biguglia Sud/Interm 2021	/	0,47	6,50
Palo	/	2,17	8,42

Qualification des peuplements de 2021

L'indice de Diversité H'

Résultat 2021

Les valeurs de l'indice de diversité H' des peuplements des stations échantillonnées en 2021 sont reprises dans le tableau ci-contre.

Quatre stations ont une diversité **qualifiée de pauvre** :

- Berre Sud,
- Or Est,
- La Palme Nord,
- Méjean Ouest.

La valeur la plus basse étant observée pour Méjean (H' =1,10).

Ces faibles valeurs sont à mettre en relation avec les faibles richesses spécifiques observées pour les peuplements de ces différentes stations (tab. 13, p.22).

Six stations ont des peuplements avec des diversités **qualifiées de bonnes** :

- Leucate Nord,
- Thau Est et Ouest,
- Bages Nord,
- Prévost Est,
- Palo.

La Station de Leucate Sud possède une diversité **qualifiée de très bonne** (H'=4,71).

Comparaison avec les données antérieures

Quatre stations montrent **une baisse de classe de qualité** :

- **Berre et Bages Sud** en baisse constante depuis 2006,
- **La Palme Nord** qui retrouve le niveau de 2009 après une forte hausse en 2015,
- **Méjean Ouest** qui après une hausse en 2009 et 2015 se retrouve déclassé en pauvre comme en 2006.

Six stations montrent **des hausses de qualité** :

- Leucate Sud,
- Thau Ouest,
- Bage Nord,
- Or Ouest,
- Prévost
- Palo.

Tableau 17 – indice de diversité de Shannon Weaver (H') des peuplements échantillonnés dans les lagunes méditerranéennes dans le cadre du suivi DCE 2006, 2009, 2015 et 2021.

Stations	H'			
	2006	2009	2015	2021
Leucate Nord	4,62	3,52	3,91	4,00
Leucate Sud	4,05	3,40	2,34	4,71
Thau Est	3,79	3,46	3,96	3,54
Thau Ouest	2,36	4,22	2,60	3,09
Berre Sud	2,26	2,45	2,14	1,70
Bages Sud		3,21	3,12	2,47
Bages Nord		1,62	2,86	3,41
Or Est		1,88	1,52	1,84
Or Ouest		2,17	1,55	2,65
La Palme Nord	2,24	1,53	2,93	1,37
Vaccarès	1,25	2,15	1,64	2,12
Prévost Est	3,20	1,13	3,38	3,16
Méjean Ouest	1,67	2,63	2,67	1,10
Biguglia Nord	2,83		1,47	2,46
Biguglia Sud/Interm 2021	0,44	1,60	1,29	2,48
Palo	2,53	2,27	2,77	3,06

La potentialité biologique

Résultat 2021

Le tableau ci-dessous (tab. 19) positionne les différentes stations dans la grille de lecture de la potentialité biologique et permet de voir pour chacun des peuplements quel est l'élément déclassant, la densité ou la richesse spécifique.

En 2021, les stations de :

- **Leucate Nord et Sud, Thau Est, Bages Sud et Nord et Prévost** ont **des niveaux trophiques normaux** (code couleur bleu).
- **La Palme Nord, Méjean**, les deux stations de **Biguglia** et **Palo** ont des niveaux trophiques **peu élevés** en raison d'une richesse spécifique réduite ; tandis que **Thau Ouest** a une richesse spécifique satisfaisante mais de faibles densités.
- **Or Est et Ouest** ainsi que **Vaccarès** ont un **niveau trophique moyen** en raison d'une richesse spécifique réduite et d'une faible densité.
- **Berre** a un **niveau trophique élevé** (code couleur orange) témoignant d'une grande perturbation du milieu avec un impact fort sur la macrofaune benthique et la persistance de seulement 7 espèces.

Comparaison avec les données antérieures

La majorité des stations a vu le niveau trophique des peuplements baisser et se rapprocher de la Normale.

L'amélioration la plus marquante étant celle de la Station de Bages Nord qui après une forte baisse en 2015 a vu sa richesse spécifique et ses densités augmenter.

Si la majorité des stations ont maintenu ou fait baisser leur niveau trophique, d'autres ont vu ce dernier augmenter par la disparition d'un certain nombre d'espèces sensibles au profit d'espèces indicatrice d'enrichissement en matière organique : Berre Sud et dans une moindre mesure Thau Ouest.

Tableau 18 – Classe de qualité des niveaux trophiques obtenus durant les années de suivi des eaux de transition DCE 2006, 2009, 2015 et 2021

Stations	2006	2009	2015	2021
Leucate Nord	Normal	Normal	Normal	Normal
Leucate Sud	Normal	Normal	Moyen	Normal
Thau Est	Peu élevé	Normal	Normal	Normal
Thau Ouest	Moyen	Normal	Normal	Peu élevé
Berre Sud	Moyen	Moyen	Moyen	Elevé
Bages Sud	/	Normal	Normal	Normal
Bages Nord	/	Moyen	Très élevé	Normal
Or Est	/	Moyen	Elevé	Moyen
Or Ouest	/	Moyen	Moyen	Moyen
La Palme Nord	Peu élevé	Moyen	Moyen	Peu élevé
Vaccarès	Moyen	Elevé	Moyen	Moyen
Prévost Est	Moyen	Peu élevé	Peu élevé	Normal
Méjean Ouest	Moyen	Peu élevé	Moyen	Peu élevé
Biguglia Nord	Moyen	/	Moyen	Peu élevé
Biguglia Sud/Int	Très élevé	Elevé	Moyen	Peu élevé
Palo	Elevé	Peu élevé	Moyen	Peu élevé

Tableau 19 – Potentiel biologique en fonction des classes de qualité de la richesse spécifique et de la densité des peuplements échantillonnés dans le cadre du suivi des eaux de transition – DCE 2015

Espèces indicatrices d'enrichissement en MO	Densité	Richesse spécifique			
		Très satisfaisante (>30 espèces)	Satisfaisante (21 à 30 espèces)	Réduite (11 à 20 espèces)	Très faible (≤à 10 espèces)
	Nulle (0 ind./m²)				
	Très faible (1 à 200 ind./ m²)				
	Faible (200 à 1500 ind./ m²)		Thau Ouest	Vaccarès Or Ouest et Est	Berre
	Normale (1500 à 6000 ind./ m²)	Leucate Nord et Sud Thau Est	Bages Nord Prévost	La Palme Méjean Biguglia Nord Palo Biguglia Sud	
Présence	Forte (6000 à 80000 ind./ m²)	Bages Sud			
Prolifération	Très forte (> 80000 ind./ m²)				

Rappelons que les deux premiers indices, H' et la potentialité biologique, ont été calculés pour apporter une information complémentaire, mais la qualité écologique sera déterminée uniquement à partir du M-AMBI qui apparaît comme le plus corrélé avec les avis d'experts (Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales dans le cadre de la DCE de 2018).

Le M-AMBI et la détermination de l'état écologique des peuplements

Résultat 2021

Rappelons que le calcul du M-AMBI nécessite l'utilisation de condition de référence haute et basse.

24

Le tableau ci-dessous reprend les valeurs de références retenues dans le **Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales dans le cadre de la DCE de 2018**.

Tableau 20– Valeurs références retenues pour le calcul du M-AMBI

Qualité écologique	AMBI	H'	S
Minimale (mauvais état)	7	0	0
Maximale (très bon état)	0	4,23	46

Le tableau 21 reprend les valeurs du M-AMBI et des différents indices qui interviennent dans son calcul ainsi que le statut écologique qui en découle pour l'année 2021.

Les résultats du M-AMBI de 2021 montrent :

- des peuplements de **qualité écologique élevée** pour les deux stations de Leucate et Thau Est ;
- des peuplements de **bonne qualité écologique** pour Thau Ouest, les deux stations de Bages, Prévost et Palo;
- des peuplements de **qualité écologique moyenne** pour Berre Sud, Or Ouest, La Palme, Vaccarès, Méjean Ouest et Biguglia Nord et intermédiaire ;
- des peuplements de **qualité écologique pauvre** pour Or Est.
- En 2021 aucun peuplement n'apparaît en mauvais état.

Tableau 21 – Valeurs du M-AMBI et des indices qui interviennent dans son calcul (AMBI, indice de diversité de Shannon H' et la richesse spécifique S) dans le cadre de la DCE des eaux de transition –Année 2021

Stations	AMBI	H'	S	M-AMBI	Statut écologique
Leucate Nord	2,1	4,00	57	0,92	Elevé
Leucate Sud	1,2	4,71	61	1,06	Elevé
Thau Est	2,8	3,54	66	0,87	Elevé
Thau Ouest	2,4	3,09	27	0,70	Bon
Berre Sud	2,7	1,70	7	0,47	Moyen
Bages Sud	2,9	2,47	53	0,72	Bon
Bages Nord	1,0	3,41	30	0,84	Bon
Or Est	4,4	1,84	12	0,39	Pauvre
Or Ouest	3,6	2,65	20	0,55	Moyen
La Palme Nord	2,9	1,37	16	0,47	Moyen
Vaccarès	2,9	2,12	11	0,51	Moyen
Prévost Est	2,8	3,16	29	0,69	Bon
Méjean Ouest	3,2	1,10	12	0,40	Moyen
Biguglia Nord	2,9	2,46	15	0,56	Moyen
Biguglia Intermédiaire	1,9	2,48	14	0,62	Moyen
Palo	2,9	3,06	20	0,63	Bon

Comparaison avec les données antérieures

Le M-AMBI a été recalculé pour chacune des années DCE antérieures (2006, 2009, 2015) en fonction des valeurs seuils établis après l'intercalibration retenues dans le Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales dans le cadre de la DCE de 2018. Les valeurs obtenues sont reprises dans le tableau ci-contre.

La comparaison des valeurs obtenues à celles de 2021 montre :

- **une baisse de qualité** en rapport avec la disparition d'espèces sensibles et une baisse de diversité (tab.17, p.24) pour la station de La Palme Nord qui avait vu sa qualité augmenter en 2015,
- **une stabilité avec**
 - une qualité pauvre pour Or Est
 - une qualité moyenne pour Berre sud, Méjean Ouest et Biguglia Nord
 - une qualité bonne pour Bages Sud
 - une qualité élevée pour Leucate Nord
- **une hausse de qualité** pour toutes les autres stations avec de manière générale une augmentation de la Richesse spécifique et de la diversité. L'exemple le plus marquant étant celui de Leucate Sud.

Cas particulier de Biguglia intermédiaire : le point d'échantillonnage étant différent des autres années (Biguglia Sud), les valeurs ne sont pas comparables dans l'absolu. Le point intermédiaire situé plus près du bassin nord de l'étang et donc du Grau est davantage

Tableau 22 – Evolution des valeurs du **M-AMBI** dans le cadre de la DCE des eaux de transition –Année 2006- 2009-2015 et 2021

	M-AMBI			
	2006	2009	2015	2021
Leucate Nord	0,91	0,76	0,87	0,92
Leucate Sud	0,81	0,79	0,52	1,06
Thau Est	0,83	0,79	0,83	0,87
Thau Ouest	0,69	0,87	0,72	0,70
Berre Sud	0,59	0,59	0,44	0,47
Bages Sud	/	0,72	0,66	0,72
Bages Nord	/	0,65	0,59	0,84
Or Est	/	0,35	0,38	0,39
Or Ouest	/	0,47	0,35	0,55
La Palme Nord	0,53	0,44	0,68	0,47
Vaccarès	0,43	0,52	0,37	0,51
Prévost Est	0,63	0,40	0,58	0,69
Méjean Ouest	0,41	0,49	0,45	0,40
Biguglia Nord	0,53	/	0,43	0,56
Biguglia Sud/interm	0,33	0,35	0,35	0,62
Palo	/	0,47	0,54	0,63

influencé par l'eau de mer, tout comme la station de Biguglia Nord.

L'analyse par masse d'eau (tab. 23) montre :

- **une hausse de qualité** pour la majorité d'entre elles,
- **une stabilité** avec un peuplement de bonne qualité pour la masse d'eau FRDT10,
- **une baisse de qualité** pour FRDT03 qui après une hausse en 2015, retrouve une qualité moyenne comme en 2009 et 2006.

Tableau 23 – Evolution du M-AMBI par masse d'eau dans le cadre de la DCE des eaux de transition –Année 2006- 2009 -2015 et 2021

Masse d'eau	Site	2006	2009	2015	2021
FRDT02	Etang Salses_ Leucate	0,86	0,78	0,70	0,99
FRDT03	Etang La Palme	0,53	0,44	0,68	0,47
FRDT04	Etangs Bages_ Sigean	/	0,69	0,63	0,78
FRDT10	Etang Thau	0,76	0,83	0,78	0,79
FRDT11a	Etang de Or	/	0,41	0,37	0,47
FRDT11b	Etang Palavasiens Est – Prévost/ Méjean	0,52	0,45	0,52	0,55
FRDT14a	Complexe de Vaccarès	0,43	0,52	0,37	0,51
FRDT15a	Etang de Berre	0,59	0,59	0,44	0,47
FRET01	Etang Biguglia	0,43	0,35	0,39	0,59
FRET04	Etang de Palo	/	0,47	0,54	0,63



CONCLUSION

Les biocénoses des stations étudiées dans le cadre du contrôle de surveillance 2021 des eaux de transition méditerranéennes apparaissent élevées à pauvres

- Leucate Nord, Leucate Sud et Thau Est montrent des qualités élevées ;
- Thau Ouest, les deux stations de Bages, Prévost et Palo montrent une bonne qualité ;
- Berre Sud, Or Ouest, La Palme, Vaccarès, Méjean Ouest et Biguglia Nord et intermédiaire montrent une qualité moyenne ;
- Or Est une qualité pauvre.

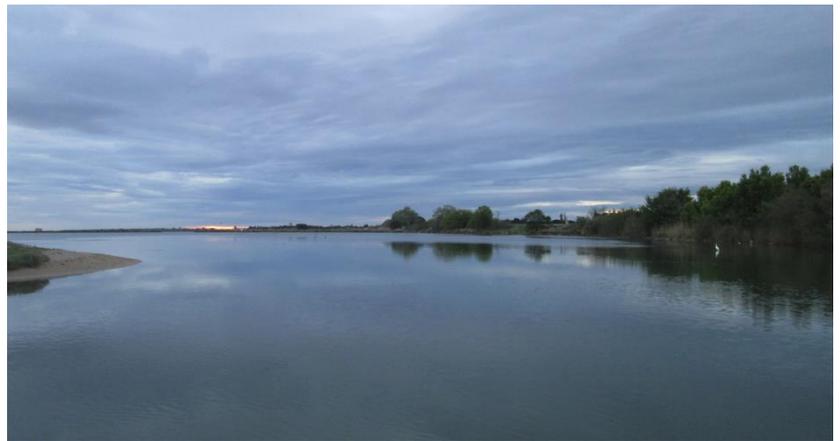
La comparaison de l'évolution des peuplements depuis 2015 montre une baisse de qualité pour une seule station (La Palme Nord), tandis que sept autres (Leucate sud, Thau Est, Bages nord, Or Ouest, Vaccarès, Prévost, Et Palo) montrent une augmentation.

Bibliographie

- Blott, S. J. and Pye, K. (2001).** GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments.
- Borja A., Franco J. et V. Perez (2000).** A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* **40**, 1100-1114
- Borja A., Franco J., Valencia V., Bald J., Muxika I., Belzunce M.J. & O. Solaun, (2004).** Implementation of the European Water Framework Directive from the Basque country (northern Spain) : a methodological approach. *Marine Pollution Bulletin* **48**(3-4), 209-218.
- Borja A., Muxika I. & J. Franco (2007).** An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* **55**, 42-52.
- CREOCEAN (2010).** DCE : Eaux de Transition. Évaluation de la qualité écologique de la macrofaune benthique - Suivi des lagunes méditerranéennes en région Languedoc-Roussillon et PACA, campagne 2009. 122p.+ annexes
- Dauer D.M. (1993).** Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure. *Marine Pollution Bulletin* **26** (5), 249-257
- Guillaumont B. & E. Gautier (2005)** – Recommandation pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE – IFREMER – DYNECO/MIGIES 2005-0511
- Grall J. & M. Glemarec (1997).** Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **44** (suppl.A), 43-53
- Iboully G. (1981).** Etude sédimentologique de la rade de Marseille. Thèse 3^{ème} cycle, Aix-Marseille II. 130p.
- Labruno C., Amouroux J.M., Dutrieux E., Thorin S., Rosenberg R. & A. Gremare (2006).** Characterisation of the ecological quality of the coastal Gulf of Lions (NW Mediterranean). A comparative approach based on three biotic indices. *Marine Pollution Bulletin* **52**, 34-47.
- Licari M.L. (1998).** Mise au point d'un système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire. Thèse de doctorat. Ecole Pratique des Hautes Etudes, section océanologie. 318p.
- Muxika I., Borja A. & J. Bald (2007).** Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* **55**, 16-29
- Pearson T. & R. Rosenberg (1978).** Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* **16**, 229-311
- Pearson T. H, Josefson A.B. & R. Rosenberg (1985).** Petersen's benthic stations revisited. I. Is the Kattegat becoming eutrophic? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **92**, 157-206
- Rosenberg R. Gray J.S., Josefson A.B. & T.H. Pearson (1987).** Petersen's benthic stations revisited. II. Is the Oslofjord and eastern Skagerrak enriched? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **105**, 219-251.
- Ramey P.A. & P.V.R. Snelgrove (2003).** Spatial patterns in sedimentary macrofaunal communities on the south coast of Newfoundland in relation to surface oceanography and sediment characteristics. *Marine Ecology progress series* **262**, 215-277.
- Simboura N. & A. Zenetos (2002).** Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft-bottom marine ecosystems, including a new biotic index. *Mediterranean Marine Sciences* **3**, 77-111
- Snelgrove P.V.R. & C.A. Butman (1994).** Animal-sediment relationships revisited : cause versus effect. *Oceanography and Marine Biology : an Annual Review* **32**, 111-177.
- Weisberg S.B., Ranasinghe J.A., Dauer D.M., Schaffner L.C., Diaz R.J. et J.B. Frithsen (1997).** An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. *Estuaries* **20**, 149-158
- Word J.Q. (1990)**- the infaunal trophic index, a functional approach to benthic community analyses. Phd Thesis. University of Washington. 297p.
- Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition) dans le cadre de la DCE 2018 (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, 2018)



Annexes



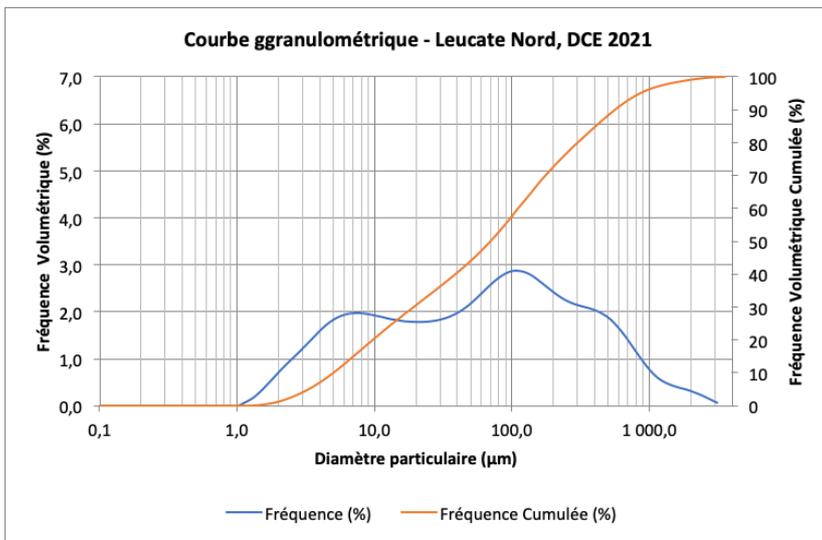
Analyses granulométriques

-Les analyses granulométriques des stations échantillonnées dans le cadre du contrôle de surveillance de la DCE 2021 des eaux de transition ont été réalisées par le laboratoire LECOB à Banyuls.

A noter que les débris coquillers macroscopiques (coquilles ou morceaux de taille variée), les restes végétaux ou les débris filamenteux, ne sont pas prises en compte.

Les résultats ont été présentés dans les pages qui suivent sous formes de tableaux et de courbes semi-logarithmiques

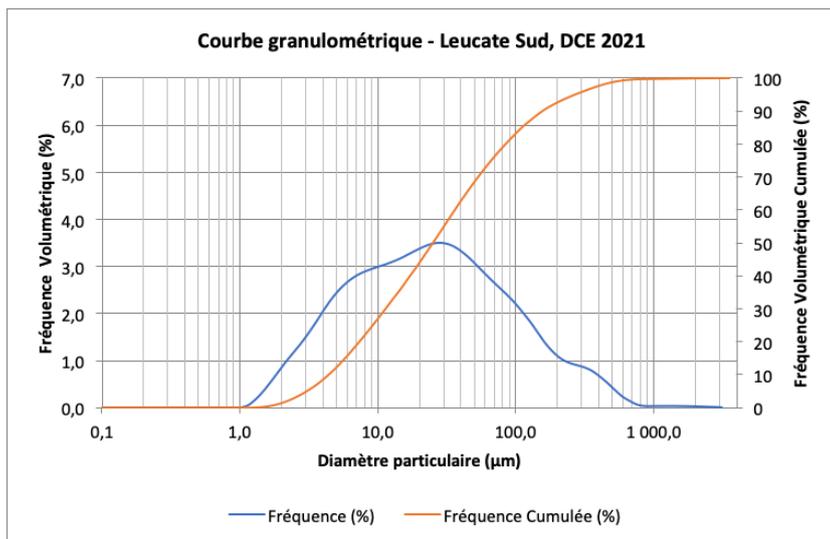
Granulométrie – Leucate Nord 2021



Les sédiments de la station de Leucate Nord sont constitués de sédiments très envasés à dominance de sable fins ; A noter également la présence de nombreux débris coquillers et de végétaux.

	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	40,64	40,64
63 µm	7,64	48,28
80 µm	4,74	53,02
100 µm	4,84	57,86
125 µm	5,02	62,88
160 µm	5,41	68,29
200 µm	4,52	72,81
250 µm	4,15	76,96
315 µm	4,00	80,97
500 µm	7,45	88,42
630 µm	3,27	91,69
800 µm	2,74	94,43
1000 µm	1,86	96,28
1250 µm	1,23	97,52
1600 µm	0,95	98,46
2000 µm	0,66	99,13
2500 µm	0,51	99,64
3500 µm	0,36	100,00

Granulométrie – Leucate Sud 2021

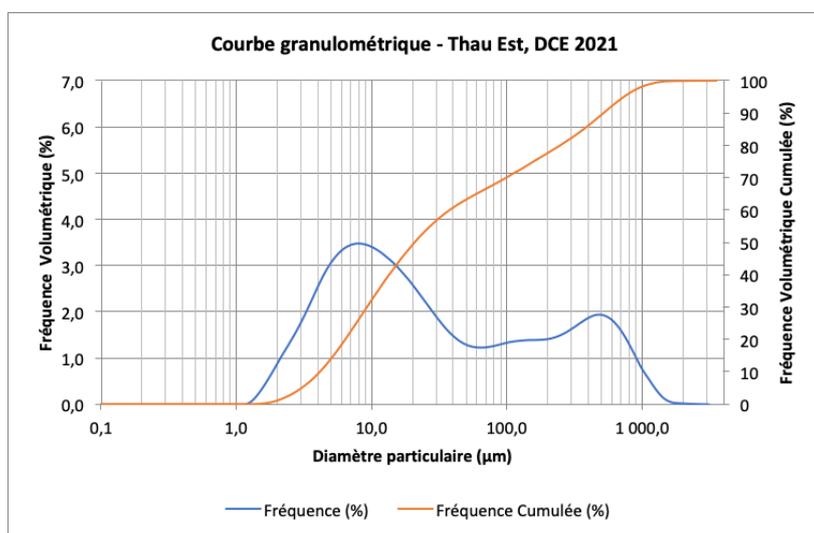


	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	62,99	62,99
63 µm	11,11	74,10
80 µm	5,05	79,15
100 µm	4,23	83,37
125 µm	3,70	87,07
160 µm	3,33	90,40
200 µm	2,30	92,70
250 µm	1,84	94,54
315 µm	1,66	96,20
500 µm	2,58	98,78
630 µm	0,64	99,42
800 µm	0,26	99,69
1000 µm	0,07	99,76
1250 µm	0,06	99,81
1600 µm	0,06	99,88
2000 µm	0,05	99,93
2500 µm	0,04	99,97
3500 µm	0,03	100,00

Les fonds sédimentaires de la station de Leucate Sud se composent d'un continuum sédimentaire avec une dominance de sédiments vaseux. Le sédiment est très hétérogène et comporte également des débris coquilliers et des particules végétales.

30

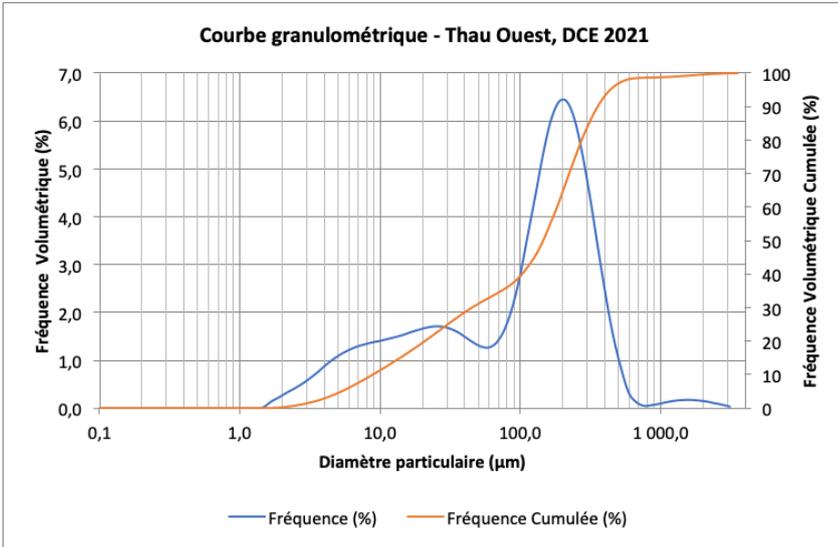
Granulométrie – Thau Est 2021



	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	60,86	60,86
63 µm	4,80	65,67
80 µm	2,32	67,99
100 µm	2,25	70,24
125 µm	2,36	72,60
160 µm	2,69	75,29
200 µm	2,45	77,74
250 µm	2,51	80,25
315 µm	2,80	83,05
500 µm	6,58	89,63
630 µm	3,45	93,08
800 µm	3,08	96,16
1000 µm	2,06	98,22
1250 µm	1,16	99,38
1600 µm	0,47	99,85
2000 µm	0,09	99,94
2500 µm	0,04	99,98
3500 µm	0,02	100,00

Les fonds sédimentaires de Thau Est se composent d'un stock dominant de sédiments vaseux et d'un stock secondaire de sables grossiers. Le sédiment est très hétérogène et présente également des débris coquilliers.

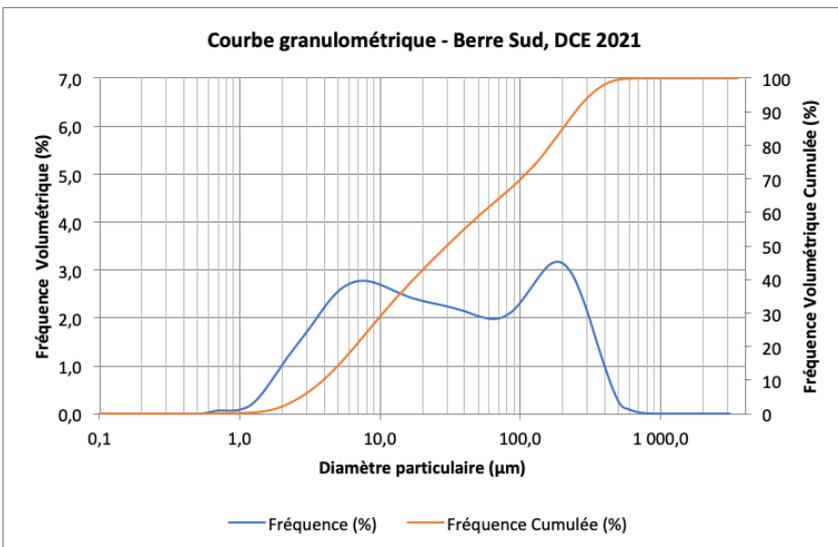
Granulométrie – Thau Ouest 2021



	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	28,71	28,71
63 µm	4,87	33,58
80 µm	2,63	36,20
100 µm	3,49	39,70
125 µm	5,55	45,25
160 µm	9,27	54,52
200 µm	10,62	65,14
250 µm	11,09	76,22
315 µm	10,03	86,25
500 µm	10,72	96,97
630 µm	1,39	98,36
800 µm	0,29	98,65
1000 µm	0,11	98,76
1250 µm	0,20	98,96
1600 µm	0,32	99,28
2000 µm	0,30	99,58
2500 µm	0,24	99,82
3500 µm	0,18	100,00

Les fonds sédimentaires de la station Thau Ouest se composent d'un mélange de deux stocks sédimentaires; ce sont des sables fins et dans une moindre mesure de vases.

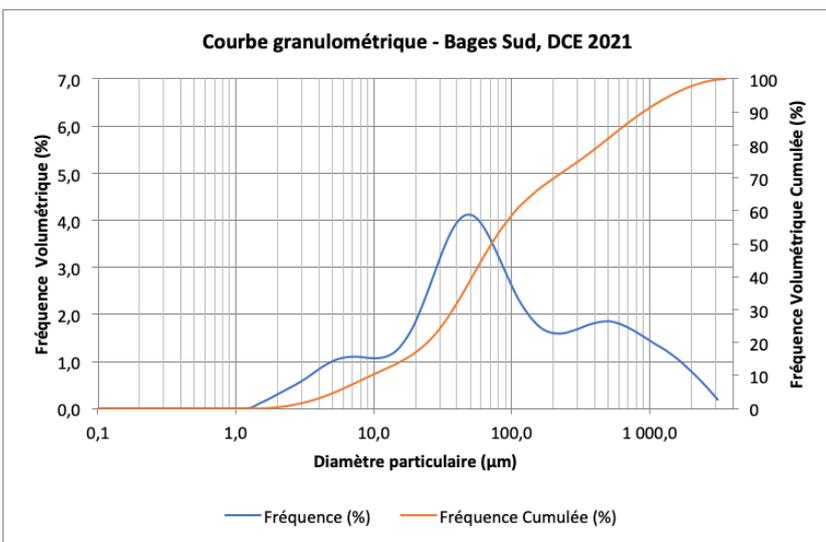
Granulométrie – Berre Sud 2021



	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	55,42	55,42
63 µm	7,30	62,73
80 µm	3,71	66,44
100 µm	3,68	70,12
125 µm	4,20	74,32
160 µm	5,46	79,78
200 µm	5,43	85,21
250 µm	5,29	90,51
315 µm	4,58	95,09
500 µm	4,44	99,53
630 µm	0,37	99,90
800 µm	0,09	99,99
1000 µm	0,01	100,00
1250 µm	0,00	100,00
1600 µm	0,00	100,00
2000 µm	0,00	100,00
2500 µm	0,00	100,00
3500 µm	0,00	100,00

Les fonds sédimentaires échantillonnés à la station de Berre Sud se composent de 2 stocks sédimentaires, l'un dominant composé de sédiments vaseux et l'autre de sables fins. A noter également la présence de débris coquilliers de petite taille.

Granulométrie – Bages Sud 2021

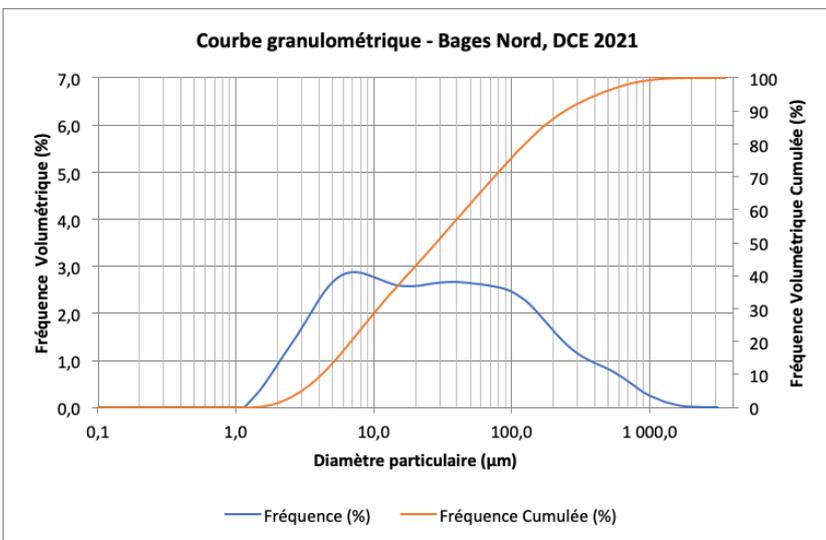


	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	32,53	32,53
63 µm	14,49	47,03
80 µm	6,89	53,92
100 µm	5,33	59,25
125 µm	4,22	63,47
160 µm	3,73	67,20
200 µm	2,94	70,14
250 µm	2,88	73,02
315 µm	3,16	76,18
500 µm	7,00	83,18
630 µm	3,51	86,69
800 µm	3,29	89,99
1000 µm	2,64	92,62
1250 µm	2,19	94,81
1600 µm	2,00	96,81
2000 µm	1,41	98,22
2500 µm	1,03	99,25
3500 µm	0,75	100,00

32

Les fonds sédimentaires de Bages Sud se composent de 2 stocks sédimentaires, le principale étant de la vase, le second des sédiments grossiers ; A noter la présence de végétaux et de débris coquillers.

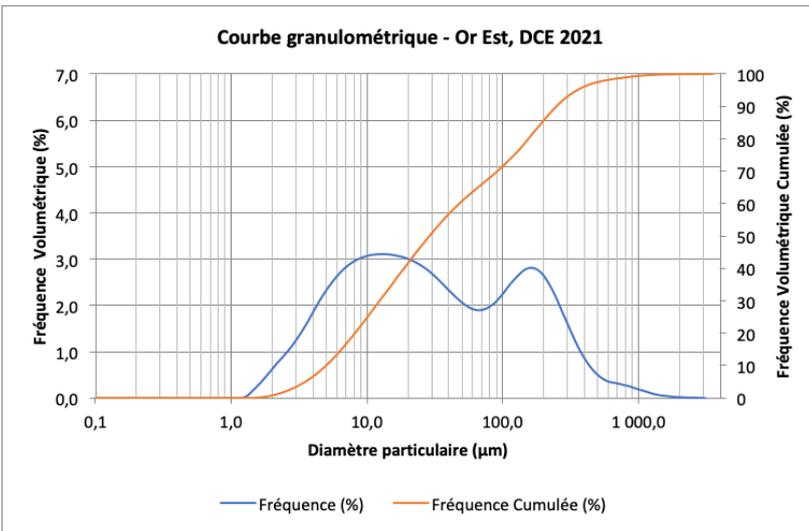
Granulométrie – Bages Nord 2021



	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	57,37	57,37
63 µm	9,39	66,76
80 µm	4,84	71,60
100 µm	4,41	76,01
125 µm	4,21	80,23
160 µm	4,22	84,45
200 µm	3,26	87,70
250 µm	2,71	90,41
315 µm	2,29	92,70
500 µm	3,55	96,25
630 µm	1,38	97,63
800 µm	1,08	98,71
1000 µm	0,66	99,37
1250 µm	0,38	99,74
1600 µm	0,19	99,93
2000 µm	0,05	99,99
2500 µm	0,01	100,00
3500 µm	0,00	100,00

Les fonds sédimentaires de la station de Bages Nord sont composés de vases et dans une moindre mesure de sables fins ; A noter la présence de coquilles entières.

Granulométrie – Or Est 2021

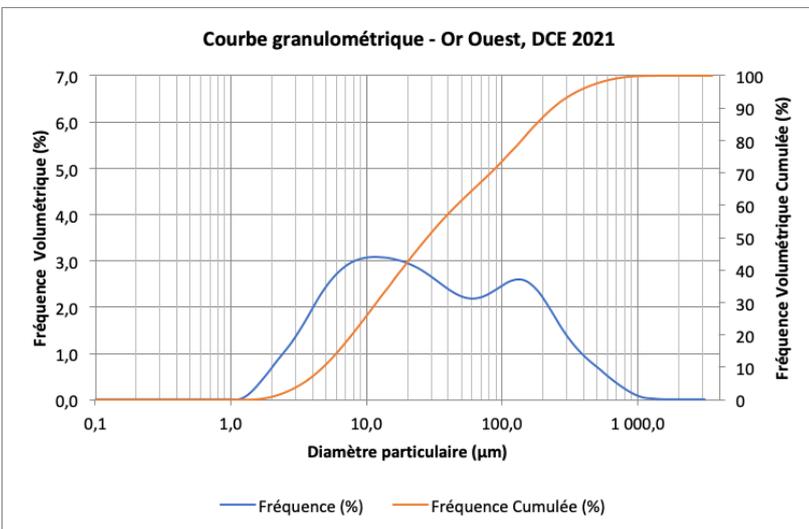


Les fonds sédimentaires de la station Or Est se composent de 2 stocks sédimentaires, un stock dominant composé de vase et un autre de sables fins. A noter également la présence de débris coquilliers.



	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	56,95	56,95
63 µm	7,59	64,54
80 µm	3,59	68,13
100 µm	3,56	71,69
125 µm	4,10	75,79
160 µm	5,20	80,99
200 µm	4,87	85,86
250 µm	4,41	90,26
315 µm	3,56	93,82
500 µm	3,71	97,54
630 µm	0,82	98,36
800 µm	0,61	98,97
1000 µm	0,45	99,42
1250 µm	0,30	99,72
1600 µm	0,16	99,88
2000 µm	0,07	99,95
2500 µm	0,03	99,98
3500 µm	0,02	100,00

Granulométrie – Or Ouest 2021

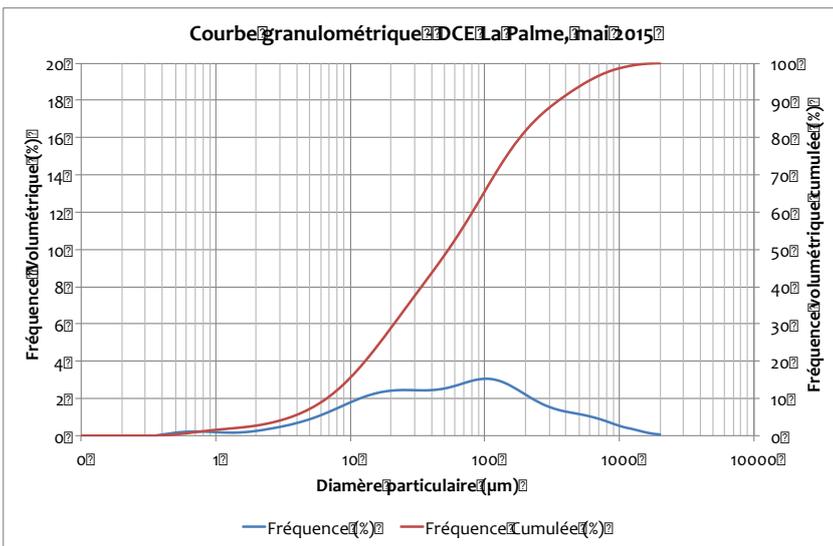


Les fonds sédimentaires de la station d'Or Ouest sont composés de deux stocks sédimentaires correspondant essentiellement à des vases accompagnés de sables fins.



	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	58,16	58,16
63 µm	8,05	66,21
80 µm	4,10	70,31
100 µm	4,02	74,33
125 µm	4,29	78,62
160 µm	4,86	83,49
200 µm	4,09	87,58
250 µm	3,47	91,05
315 µm	2,79	93,84
500 µm	3,64	97,49
630 µm	1,16	98,65
800 µm	0,79	99,44
1000 µm	0,40	99,84
1250 µm	0,13	99,96
1600 µm	0,03	100,00
2000 µm	0,00	100,00
2500 µm	0,00	100,00
3500 µm	0,00	100,00

Granulométrie – La Palme 2021

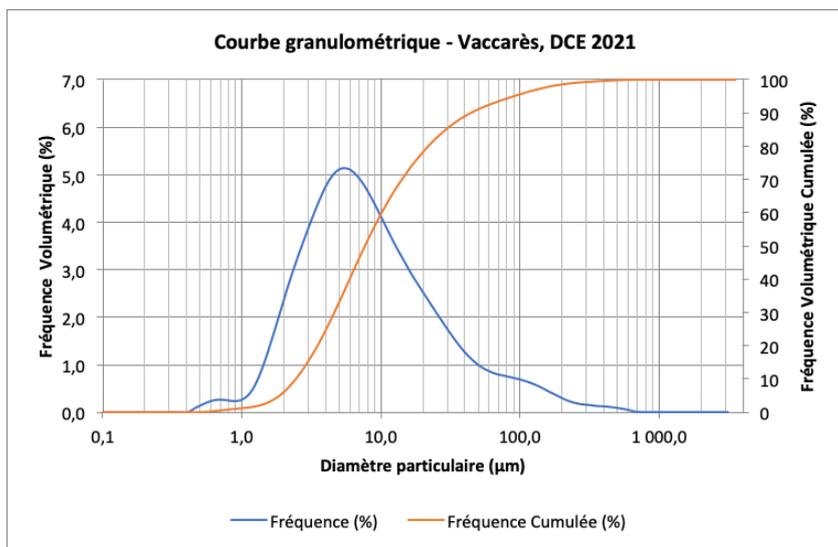


	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	49,81	49,81
63 µm	10,88	60,69
80 µm	5,46	66,14
100 µm	4,83	70,97
125 µm	4,50	75,47
160 µm	4,69	80,17
200 µm	4,19	84,36
250 µm	4,25	88,60
315 µm	4,25	92,85
500 µm	5,63	98,48
630 µm	0,82	99,30
800 µm	0,37	99,67
1000 µm	0,22	99,88
1250 µm	0,10	99,98
1600 µm	0,02	100,00
2000 µm	0,00	100,00
2500 µm	0,00	100,00
3500 µm	0,00	100,00

34

Les fonds sédimentaires de la station de La palme sont composés de deux stocks sédimentaires correspondant à des vases et des sables moyens.

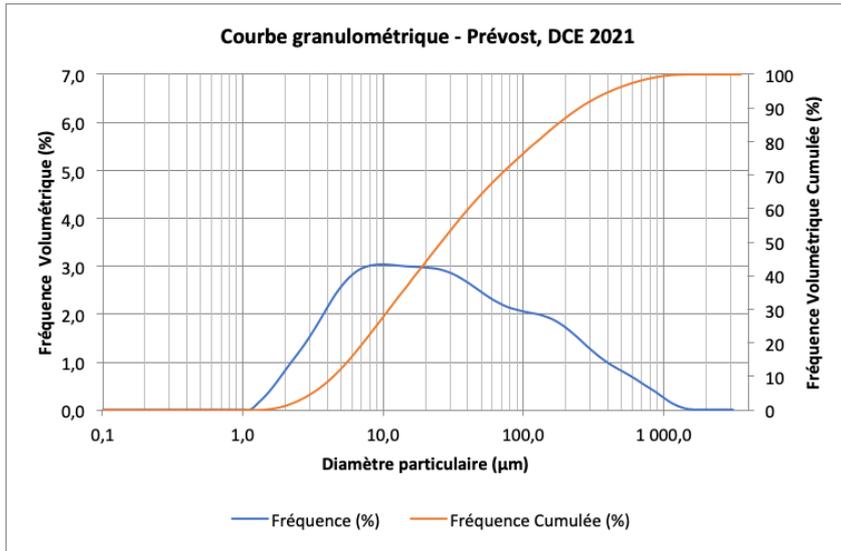
Granulométrie – Vaccarès 2021



	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	89,10	89,10
63 µm	3,77	92,87
80 µm	1,52	94,39
100 µm	1,29	95,68
125 µm	1,16	96,84
160 µm	1,06	97,90
200 µm	0,70	98,60
250 µm	0,46	99,06
315 µm	0,32	99,38
500 µm	0,46	99,84
630 µm	0,13	99,97
800 µm	0,03	100,00
1000 µm	0,00	100,00
1250 µm	0,00	100,00
1600 µm	0,00	100,00
2000 µm	0,00	100,00
2500 µm	0,00	100,00
3500 µm	0,00	100,00

Les fonds sédimentaires de Vaccarès sont constitués de vases.

Granulométrie – Prévost 2021

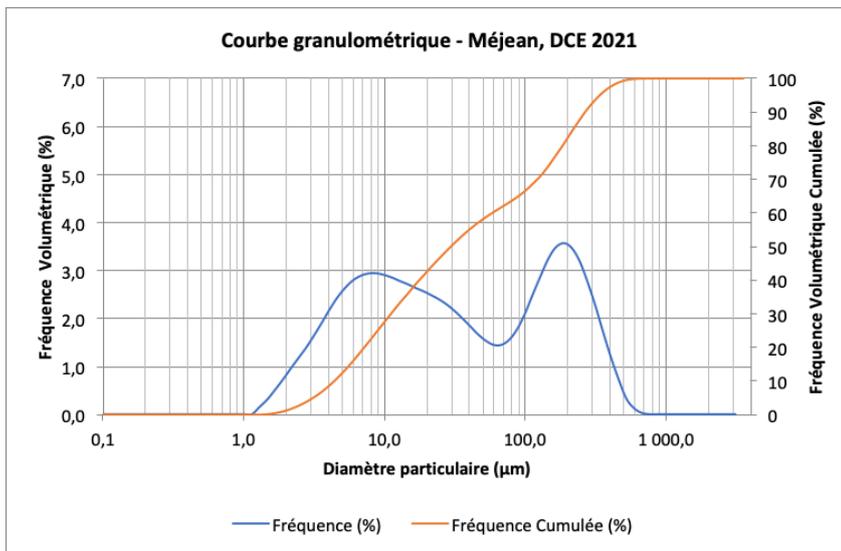


Les fonds sédimentaires de la station de Prévost sont essentiellement composés de vases. A noter également la présence de coquilles et de débris végétaux



	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	59,92	59,92
63 µm	8,89	68,80
80 µm	4,16	72,96
100 µm	3,68	76,64
125 µm	3,55	80,19
160 µm	3,80	83,99
200 µm	3,22	87,21
250 µm	2,89	90,10
315 µm	2,54	92,64
500 µm	3,75	96,39
630 µm	1,38	97,77
800 µm	1,09	98,86
1000 µm	0,69	99,55
1250 µm	0,35	99,90
1600 µm	0,10	100,00
2000 µm	0,00	100,00
2500 µm	0,00	100,00
3500 µm	0,00	100,00

Granulométrie – Méjean 2021

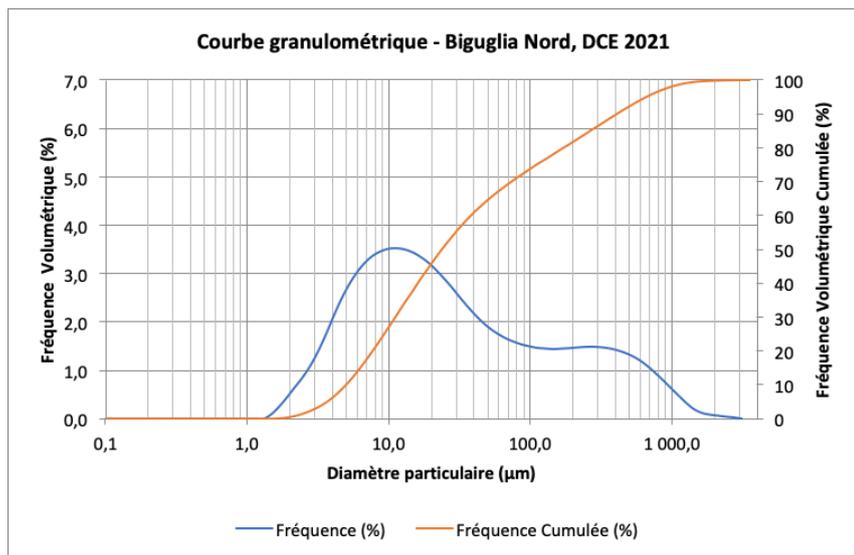


Les fonds sédimentaires de Méjean sont composés de deux stocks sédimentaires correspondant à préférentiellement à des vases accompagnées de sables fins. Notons également la présence de coquilles entières.



	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	60,86	60,86
63 µm	4,80	65,67
80 µm	2,32	67,99
100 µm	2,25	70,24
125 µm	2,36	72,60
160 µm	2,69	75,29
200 µm	2,45	77,74
250 µm	2,51	80,25
315 µm	2,80	83,05
500 µm	6,58	89,63
630 µm	3,45	93,08
800 µm	3,08	96,16
1000 µm	2,06	98,22
1250 µm	1,16	99,38
1600 µm	0,47	99,85
2000 µm	0,09	99,94
2500 µm	0,04	99,98
3500 µm	0,02	100,00

Granulométrie – Biguglia Nord 2015

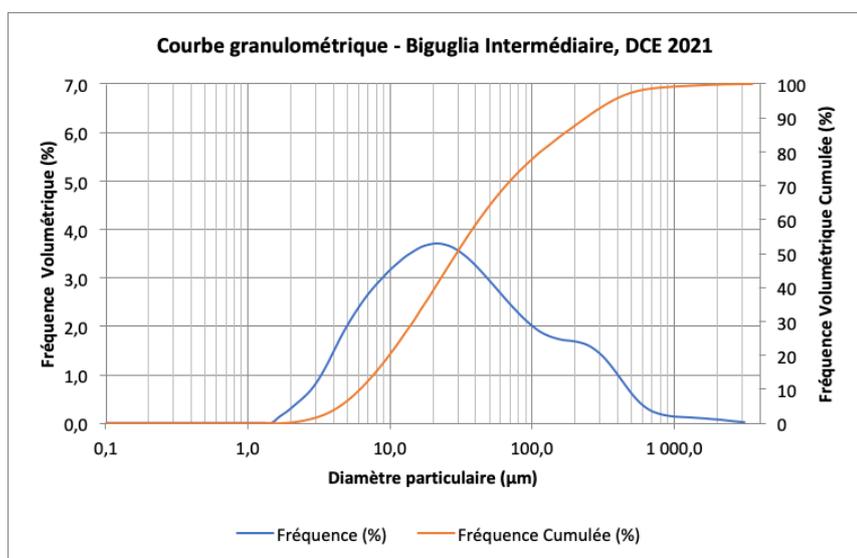


	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	61,07	61,07
63 µm	7,01	68,08
80 µm	3,12	71,20
100 µm	2,71	73,92
125 µm	2,59	76,51
160 µm	2,80	79,32
200 µm	2,54	81,86
250 µm	2,58	84,44
315 µm	2,69	87,13
500 µm	5,21	92,34
630 µm	2,32	94,66
800 µm	2,03	96,69
1000 µm	1,45	98,14
1250 µm	0,96	99,10
1600 µm	0,52	99,62
2000 µm	0,20	99,82
2500 µm	0,12	99,93
3500 µm	0,07	100,00

Les fonds sédimentaires de l'étang de Biguglia Nord correspondent un sédiment à dominance vaseuse avec de nombreux débris coquilliers.

36

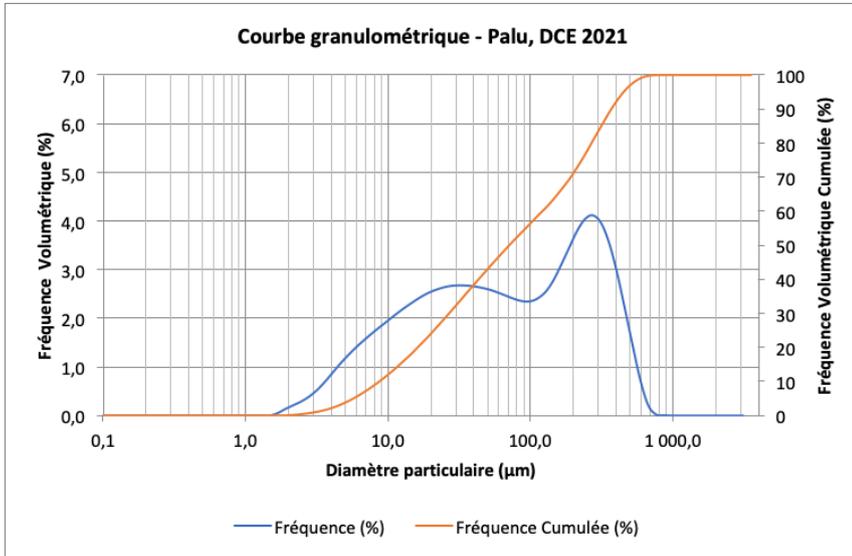
Granulométrie – Biguglia Intermédiaire 2021



	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	58,82	58,82
63 µm	10,67	69,49
80 µm	4,69	74,18
100 µm	3,84	78,03
125 µm	3,41	81,44
160 µm	3,45	84,89
200 µm	2,99	87,87
250 µm	2,90	90,77
315 µm	2,79	93,57
500 µm	3,93	97,49
630 µm	0,94	98,43
800 µm	0,51	98,94
1000 µm	0,29	99,24
1250 µm	0,22	99,46
1600 µm	0,21	99,67
2000 µm	0,15	99,82
2500 µm	0,11	99,93
3500 µm	0,07	100,00

Les fonds sédimentaires de Biguglia Intermédiaire se composent de sédiments à dominance vaseuse avec des débris coquilliers de grandes dimensions.

Granulométrie – Palo 2021



Les fonds sédimentaires de l'étang de Palo se composent de 2 stocks sédimentaires, des sables moyens et des vases. A ce mélange sédimentaire, il faut ajouter la présence importante de débris coquilliers et des particules végétales.

	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40 µm	38,57	38,57
63 µm	9,28	47,85
80 µm	4,61	52,47
100 µm	4,14	56,61
125 µm	4,16	60,77
160 µm	5,12	65,88
200 µm	5,58	71,46
250 µm	6,58	78,05
315 µm	7,38	85,43
500 µm	11,62	97,05
630 µm	2,40	99,45
800 µm	0,53	99,98
1000 µm	0,02	100,00
1250 µm	0,00	100,00
1600 µm	0,00	100,00
2000 µm	0,00	100,00
2500 µm	0,00	100,00
3500 µm	0,00	100,00

