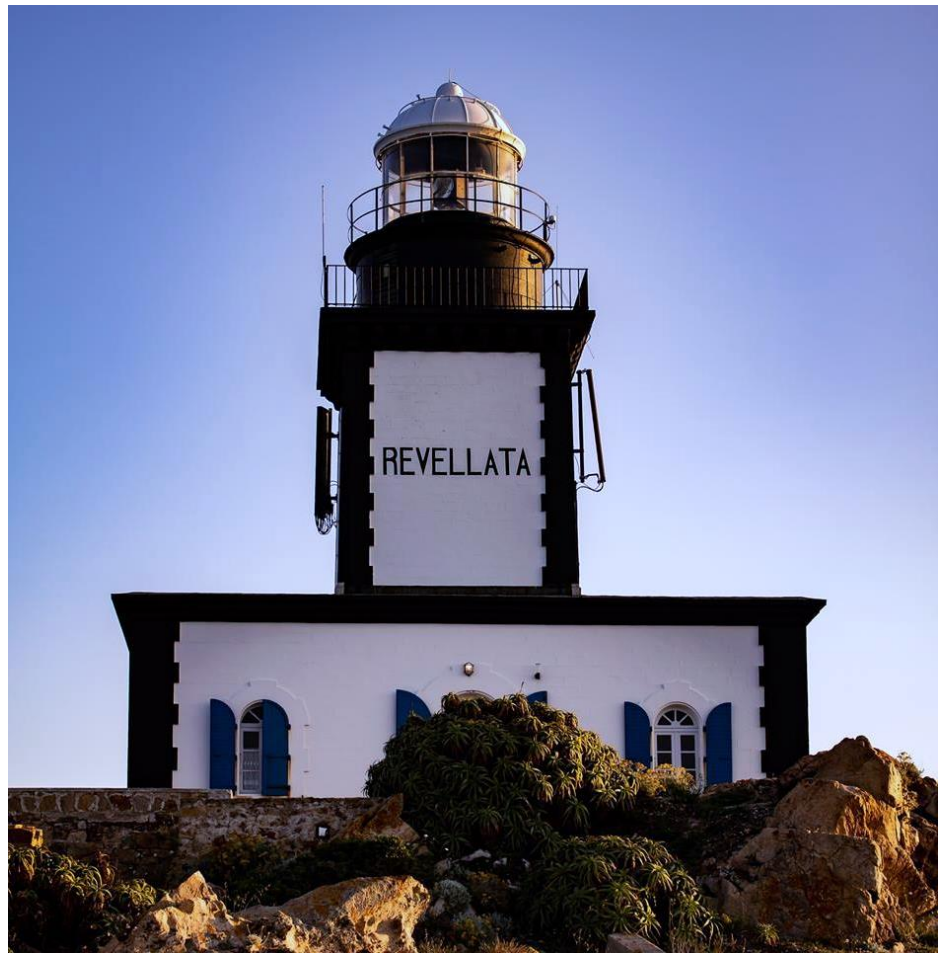




STATION STARESO  
R.C.S. 805 408 275 00016  
Pte de la Revellata – BP 33  
20260 Calvi (Corse) - FRANCE  
Tel : +00 33 (0)6 82 22 32 61  
Email : [basemarine@stareso.com](mailto:basemarine@stareso.com)  
Site web : [www.stareso.com](http://www.stareso.com)

Octobre 2022

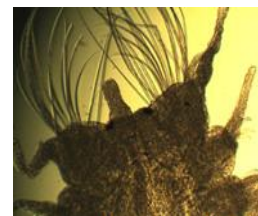


Source photographies : Stareso

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

Campagne de prélèvement et identification des espèces





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

## Campagne de prélèvement et identification des espèces

Ce travail a été réalisé de la manière suivante :

### Campagne de prélèvement

Donnay A. – STARESO

Avec les moyens d'IFREMER : <http://dx.doi.org/10.17600/18001619>

### Tri et identification

Donnay A. – annick.donnay@stareso.com

Pelaprat C. – corinne.pelaprat@stareso.com ou benthid@gmail.com

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 (Eaux côtières) 2021 - Convention STARESO/Agence de l'eau 2021 0022 : 38p + annexes**

## Table des matières

Objectif .....	5
Campagne de prélèvement .....	6
Prélèvements .....	8
Analyse et traitement des échantillons .....	8
Extraction et identification de la macrofaune benthique .....	10
Résultats 2021 – Analyses granulométriques .....	13
Résultats 2021 – Macrofaune benthique .....	21
Caractérisation des peuplements 2021 .....	22
Qualification des peuplements 2021 .....	26
Évolution de la qualité des peuplements de 2006 à 2021 .....	28
Discussion sur les choix méthodologiques .....	33
Conclusion .....	35
Bibliographie .....	36
Annexes .....	39





## CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

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 (WFD, 2000/60/EC, European Commission, 2000) et la DCSMM (MSFD, 2008/56/EC, European Commission, 2008).

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 ; Snelgrov & 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 la sensibilité de certaines espèces, la composition des communautés benthiques de substrats meubles fournit des informations aussi bien sur la situation présente que sur les événements passés (pollution par exemple) ayant affectés la zone à plus ou moins long terme. Diverses études ont ainsi mis en évidence des réponses relativement rapides de cette faune à différentes perturbations, qu'elles soient anthropiques ou naturelles (Pearson & Rosenberg, 1978 ; Glemarec et Hily, 1981 ; Dauvin, 1993 ; Dauer 1993).

Actuellement plusieurs indices biotiques essentiellement basés sur la polluo-sensibilité des espèces sont proposés et largement utilisés (Grall & Glémarec, 1997 ; Weisberg et al. ; Borja et al. 2000 ; Simboura & Znetos 2002 ; Diaz et al., 2004 ; Labrune et al., 2006 ; Sánchez-Moyano et al., 2017).

Dans ce contexte, pour l'ensemble des côtes méditerranéennes françaises Stareso a été chargée par l'Agence de l'Eau RMC :

- de réaliser les prélèvements de sédiments destinés aux différentes analyses, grâce à l'aide des moyens d'IFREMER (<http://dx.doi.org/10.17600/18001619>) en suivant un plan d'échantillonnage prédéfini,
- d'effectuer le tri et la détermination du macrobenthos de substrats meubles,
- d'effectuer les analyses granulométriques, teneur en MO, COT et azote total des sédiments aux différents points de prélèvement,
- d'analyser les résultats obtenus.

Dans ce cadre, Stareso a sous-traité aux laboratoires **LECOB** et **LOMIC** les analyses granulométriques et teneurs en MO, COT et Azote total des échantillons correspondants.

## CAMPAGNE DE PRELEVEMENT



La campagne de prélèvement s'est déroulée à bord de l'Europe du 17/03/2021 au 29/03/2021 pour le continent et du 01/04/2021 au 08/04/2021 pour la Corse.

Ce sont donc 25 stations qui ont été échantillonnées. Les coordonnées, dates et profondeurs de prélèvement sont reprises dans le tableau synthétique ci-dessous.

6

Si au départ 27 stations devaient être échantillonnées, des conditions météorologiques difficiles ont rendu les prélèvements de la station de Pampelone impossibles. Quant à la station de l'Île du Levant des manœuvres militaires ont rendu la zone inaccessible.

**Il paraît important de noter que parmi les stations retenues figurent trois stations de contrôle opérationnel (CO) situées en Corse.**

Tableau 1 - Localisation des stations d'étude des substrats meubles dans le cadre du contrôle de surveillance de la qualité des masses d'eau côtières méditerranéennes françaises - DCE 2021 (CO : Contrôle opérationnel)

Code Masse d'eau	Zone	N°	Site	Date	Prof (m)	Latitude	Longitude	Tri/identification
FRDC01	Occitanie	1	Banyuls	26/03/21	26	42,48716	3,14338	PELAPRAT
FRDC02a	Occitanie	2	Leucate	26/03/21	16	42,85610	3,06061	DONAY
FRDC02a	Occitanie	3	Gruissan	27/03/21	20	43,15324	3,20031	PELAPRAT
FRDC02c	Occitanie	4	Agde ouest	27/03/21	19	43,23885	3,47146	PELAPRAT
FRDC02f	Occitanie	5	Grau du roi	29/03/21	15	43,51626	4,06808	PELAPRAT
FRDT21	PACA	6	Beauduc	29/03/21	16	43,40812	4,47650	DONAY
FRDC04	PACA	7	Fos	25/03/21	21	43,35930	4,92924	PELAPRAT
FRDC04	PACA	8	Carteau	25/03/21	11	43,39051	4,90282	PELAPRAT
FRDC05	PACA	9	Carry	24/03/21	56	43,30751	5,15731	PELAPRAT
FRDC07b	PACA	10	Cassis	23/03/21	35	43,20206	5,52085	DONAY
FRDC07g	PACA	11	Toulon gde rade	21/03/21	48	43,08666	5,96931	PELAPRAT
FRDC07h	PACA	12	Île du Levant sud					
FRDC08a	PACA	13	Pampelone					
FRDC08d	PACA	14	St Raphael	18/03/21	35	43,42219	6,86862	PELAPRAT
FRDC09a	PACA	15	Antibes sud	18/03/21	27	43,56036	7,14247	PELAPRAT
FRDC09b	PACA	16	Antibes Nord	18/03/21	34	43,61173	7,13509	DONAY
FRDC09d	PACA	17	Rade villefranche	17/03/21	40	43,69368	7,31128	PELAPRAT
FRDC10c	PACA	18	Menton	17/03/21	50	43,75630	7,49466	PELAPRAT
FREC01ab	Corse	19	Calvi	01/04/21	40	42,58142	8,72968	DONAY
FREC01b	Corse	20	Canari /CO	01/04/21	122	42,80251	9,31690	PELAPRAT
FREC02ab	Corse	21	Rogliano	08/04/21	49	42,97082	9,49771	PELAPRAT
FREC02d	Corse	22	Aleria	06/04/21	38	42,13010	9,58238	DONAY
FREC03ad	Corse	23	Rondinara	05/04/21	48	41,47651	9,29061	PELAPRAT
FREC03b	Corse	24	Porto vecchio /CO	05/04/21	10	41,60841	9,31522	PELAPRAT
FREC03f	Corse	25	Bonifacio /CO	05/04/21	21	41,38935	9,15408	PELAPRAT
FREC03eg	Corse	26	Figari-Bruzzi	04/04/21	41	41,45823	9,00464	PELAPRAT
FREC04ac	Corse	27	Cargèse	02/04/21	40	42,12280	8,60754	DONAY

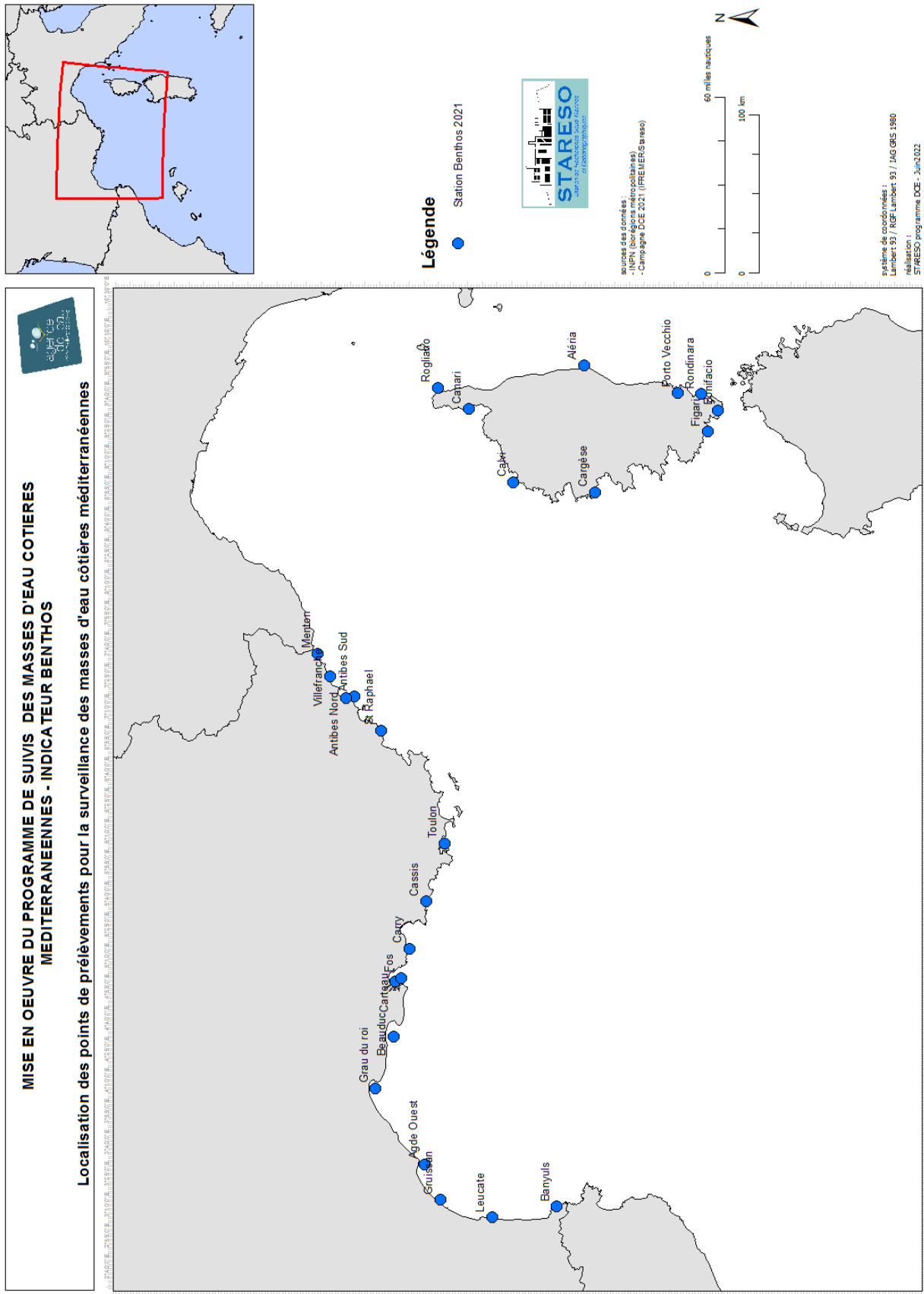


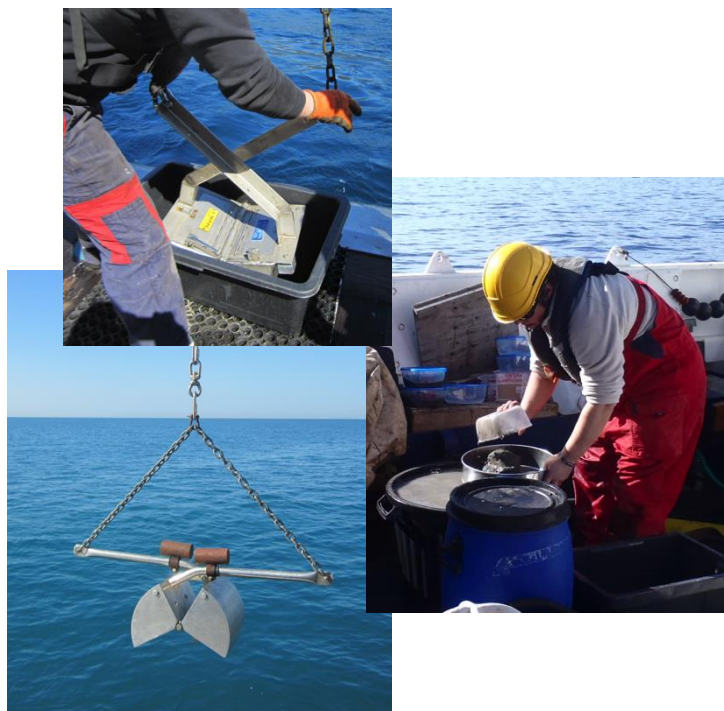
Figure 1 – Localisation des stations d’échantillonnage utilisées lors du contrôle de surveillance des masses d’eau côtières méditerranéennes françaises dans le cadre de la DCE 2021

## PRELEVEMENTS

Pour chacune des 25 stations, l'Agence de l'eau RMC a décidé de réaliser à l'aide d'une benne Van-Veen **3 répliques** de 0,1m<sup>2</sup>/station, au lieu de 5 comme les années précédentes.

Chaque prélèvement a par la suite été passé sur un tamis de maille 1mm, 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 quantifier les teneurs en Matière Organique, COT et Azote total des sédiments.



## ANALYSE ET TRAITEMENT DES ECHANTILLONS

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

Les analyses ont été réalisées par les laboratoires **LECOB** et **LOMIC** à 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 24h à 48h, puis pesée après passage au four à 450° durant 4h.

Les résultats granulométriques 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 de la valeur de la médiane

Valeur de la médiane	Qualification
<63µm	Vases
63µm-125µm	Sables très fins
125µm - 250µm	Sables fins
250µm - 500 µm	Sables moyens
500 - 1mm	Sables grossiers
1mm - 2mm	Sables très grossiers
2mm - 64mm	Graviers
>64mm	Galets

#### 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	Symétrique
+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

#### Médiane (Md)

La médiane représente la valeur granulométrique de l'échantillon à 50 % du poids total. Sa valeur permet de classer le sédiment en différentes catégories (tableau ci-contre).

#### 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, COT et en azote total des sédiments ont été mesurées et comparées à des valeurs seuils de qualité (Licari 1998) qui tiennent compte de la teneur en pélite des sédiments pour la MO et la COT.

Enrichissement Sed. % pélite<60%	Matière organique (%)	Carbone Organique Total (%)	Azote Kjeldahl (%)
Faible	<2,84	<0,44%	<0,04
Moyen	2,84≤%<6,95	0,44≤%<0,75	0,04≤%<0,09
Fort	6,95≤%<12,08	0,75≤%<1,52	0,09≤%<0,18
Très fort	≥ 12,08	≥1,52	≥ 0,18

Enrichissement Sed. % pélite≥60%	Matière organique (%)	Carbone Organique Total (%)	Azote Kjeldahl (%)
Faible	<6,95	<0,75%	<0,04
Moyen	6,95≤%<10,3	0,75≤%<1,33	0,04≤%<0,09
Fort	≥10,3	≥1,33	0,09≤%<0,18
Très fort			≥ 0,18

## 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 en prenant comme référence la base de données du World Register of Marine Species (WoRMS), et les individus dénombrés.

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



## Analyse des données

### Caractérisation des peuplements

10

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

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

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

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

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

Les biomasses totales par station ont été calculées.

### Qualification des peuplements 2021

La méthodologie appliquée pour déterminer l'état des masses d'eau est celle du Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales dans le cadre de la DCE de 2019 (Arrêté du 27 Juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010).

L'indice retenu dans le cadre de la DCE dès 2009 pour la façade méditerranéenne française est l'utilisation de l'indice AMBI (Borja et al., 2000). En effet cet indice apparaissait comme le seul indice répondant à une des exigences européennes de la DCE, à savoir une corrélation avec un indice anthropique, en l'occurrence le % de MO.

L'AMBI (AZTI Marine Biotic index) repose sur les successions écologiques (Pearson & Rosenberg, 1978) de 5 groupes écologiques basés sur la polluo-sensibilité des espèces (fig.2 et 3 et tab.2).

L'EQR est calculé par comparaison de l'indice AMBI à une valeur référence correspondant à la plus basse valeur de l'indice par sous-région :

- Paca
- Languedoc Rousillon (LR) ou Occitanie
- Corse.

Notons par ailleurs que comme depuis 2009, le calcul de l'AMBI a été effectué en considérant l'espèce *Aspidosiphon muelleri muelleri* (Diesing, 1851) comme une espèce du groupe de polluo-sensibilité GrII.

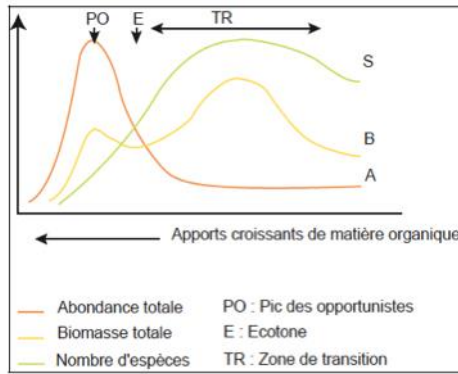


Figure 2- Modèle SAB de Pearson et Rosenberg (1978)

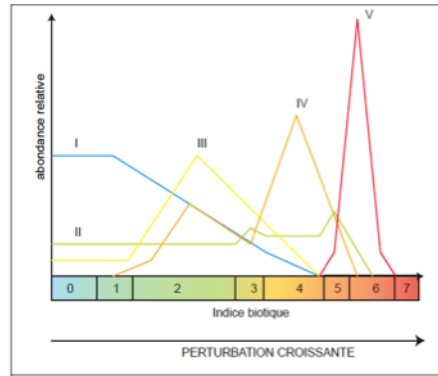


Figure 3 - Modèle des indices biotiques, groupes écologiques en chiffre romain (d'après Glémarec et Hily, 1981)

Tableau 2 - Correspondance entre les valeurs de l'indice AMBI et celles de l'indice biotique IB

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

Détermination des sites références

Un site de référence a été choisi pour chacune des sous-régions définies ci-dessus (sachant que compte tenu des Cluster identifiés les années précédentes la station de Beauduc a été prise en compte avec le LR comme en 2009, 2012, 2015 et 2018).

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

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

**L'année 2021 ayant été faite uniquement avec 3 réplicas contre 5 les années précédentes, il paraissait important de mesurer l'importance du nombre de réplica (3 ou 5) sur la valeur de référence. La comparaison des valeurs de référence en prenant en compte 3 et 5 réplicas n'a pas mis en évidence de changement flagrant pour chacune des régions (LR 0,67 au lieu de 0,68 ; PACA 0,84 au lieu de 0,81 ; Pas de changement pour Corse Calvi 1,15). Aussi pour une raison de simplification ce sont les valeurs obtenues avec 5 réplicas qui ont été retenues pour les années antérieures(tab.3).**

Calcul de l'EQR et grille d'interprétation

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

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

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

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

Tableau 3 – Stations de référence et valeurs de l'AMBI correspondantes pour chacune des sous-régions pour chaque année de suivi de la DCE

	LR	PACA	Corse
2009	Gruissan AMBI=0,89	Lavandou AMBI=1,12	Bruzzi AMBI=1,28
2012	Gruissan AMBI 0,79	Idem 2009	Cargèse AMBI=1,24
2015	Faraman AMBI 0,68	Antibes N AMBI=0,81	Idem 2012
2018	Idem 2015	Idem 2015	Idem 2012
2021	Idem 2015	Idem 2015	Calvi AMBI=1,15



2021

RESULTATS

**ANALYSES  
GRANULOMETRIQUES**

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

Tableau 4 - Synthèse des principaux résultats granulométriques – Campagne DCE contrôle de surveillance 2021 ; CO : contrôle opérationnel

Station	Fraction >2 000 µm (%)	Fraction Fine (%)	Mode	Médiane (µm)		Grain Moy (µm)	Indice de Trask		Indice de Kurtosis	
Banyuls	0	6,4	Bimodale	210,2	Sables fins	226,5	2,03	Pauvrement trié	0,90	Mésokurtique
Leucate	0	9,4	Bimodale	143,5	Sables très fins	155,9	1,91	Modérément trié	1,04	Mésokurtique
Gruissan	0,2	29,0	Bimodale	94,7	Sables très fins	93,9	1,79	Modérément trié	0,79	Platikurtique
Agde Ouest	0	3,3	Unimodale	126,0	Sables fins	129,1	1,43	Modérément bien trié	1,05	Mésokurtique
Grau du Roi	0	65,1	Unimodale	46,6	Vases	49,7	1,565	Modérément bien trié	0,96	Mésokurtique
Beauduc	1,6	85,9	Unimodale	13,2	Vases	21,3	1,374	Bien trié	1,64	Très Leptokurtique
Fos	1,4	73,0	Trimodale	19,3	Vases	38,3	1,686	Modérément trié	1,13	Leptokurtique
Carteau	2,2	46,3	Trimodale	73,1	Sables fins	83,0	2,19	Pauvrement trié	0,83	Platikurtique
Carry	1,3	49,4	Trimodale	65,9	Sables très fins	98,2	2,842	Pauvrement trié	0,95	Mésokurtique
Cassis	20,1	3,4	Polymodale	1075,7	Sables très grossiers	1180,8	2,56	Pauvrement trié	1,09	Mésokurtique
Toulon	0	60,1	Trimodale	42,2	Vases	68,1	2,41	Pauvrement trié	1,01	Mésokurtique
Saint-Raphael	0,2	24,4	Trimodale	150,7	Sables fins	186,5	2,87	Pauvrement trié	0,73	Platikurtique
Antibes Sud	0	36,1	Bimodale	87,3	Sables très fins	128,9	2,69	Pauvrement trié	0,87	Platikurtique
Antibes Nord	0	77,2	Unimodale	25,1	Vases	33,0	1,55	Modérément bien trié	1,32	Leptokurtique
Villefranche	9,2	6,3	Polymodale	473,2	Sables moyens	595,9	3,336	Pauvrement trié	1,05	Mésokurtique
Menton	0	39,3	Trimodale	80,9	Sables très fins	79,5	1,81	Pauvrement trié	0,73	Platikurtique
Calvi	2,3	1,6	Bimodale	392,0	Sables moyens	411,0	2,09	Pauvrement trié	1,16	Leptokurtique
Canari (CO)	0	59,7	Trimodale	41,4	Vases	66,6	2,26	Pauvrement trié	0,99	Mésokurtique
Rogliano	8,0	2,4	Polymodale	713,8	Sables grossiers	776,7	2,78	Pauvrement trié	1,19	Leptokurtique
Aléria	2,6	3,2	Bimodale	240,8	Sables fins	269,1	2,08	Pauvrement trié	1,16	Leptokurtique
Rondinara	6,2	1,0	Unimodale	676,8	Sables grossiers	743,1	1,83	Modérément trié	1,47	Leptokurtique
Porto-Vecchio (CO)	0	56,6	Trimodale	47,9	Vases	78,4	2,34	Pauvrement trié	0,88	Platikurtique
Bonifacio (CO)	0	50,5	Trimodale	62,2	Vases	84,4	2,44	Pauvrement trié	0,96	Mésokurtique
Figari-Bruzzi	10,5	0,2	Trimodale	931,6	Sables grossiers	997,9	2,06	Pauvrement trié	0,94	Mésokurtique
Cargèse	1,5	0,1	Unimodale	594,4	Sables grossiers	634,6	1,43	Modérément bien trié	1,25	Leptokurtique

Sur les 25 stations échantillonnées, les résultats granulométriques montrent, comme les années précédentes, une granulométrie influencée par le Rhône, les courants et la profondeur.

Ainsi les stations situées les plus à l'ouest et sous l'influence du Rhône présentent des sédiments essentiellement constitués de vases.

Les sédiments des stations situées à l'est de Porquerolles y compris la Corse sont constitués de sables plus grossiers.

Les 3 stations de contrôle opérationnel situées en fond de baie, semi-fermées pour Bonifacio et Porto-Vecchio, du fait d'une faible courantologie sont constituées de vases.

### Stations du contrôle de surveillance

Les stations du contrôle de surveillance ont un enrichissement en MO faible à modéré (tab. 3). Il est maximal au niveau de St Raphael et Carteau et minimal au niveau de Cargèse.

Pour les teneurs en COT les valeurs sont :

- **Faibles à modérées** pour 15 stations
- **Fortes** pour Carry, Toulon, Antibes Sud, Villefranche et Menton,
- **Très fortes** pour St Raphael et Carteau.

Rappelons ici que les teneurs en MO et COT des sédiments peuvent très bien avoir une origine naturelle (baies fermées, mattes mortes de posidonies...) et non être exclusivement liées à des origines anthropiques (émissaires, ports...).

Ainsi ces variations sont à mettre en relation avec :

- la teneur en fraction fine (stations situées en fond de baie) comme à Carreau,
- à la présence de fibres végétales (arboricoles ou de Posidonies) comme à Carreau,
- la profondeur plus importante pour PACA-Corse qui facilite le dépôt de particules fines.

Les teneurs en azote (tab. 5) sont moyennes à faibles pour la majorité des stations.

Seuls les sédiments de Carreau, Toulon et St Raphaël ont une forte teneur.

En effet, les concentrations élevées en azote dans les sédiments sont généralement observées dans les zones de faibles circulations d'eau et en profondeur où la sédimentation et la décomposition de matière organique sont fortes. Par exemple les sédiments de Carreau contiennent toujours une importante quantité de petits morceaux de bois en dégradation.

#### Les stations du contrôle opérationnel (CO)

Les 3 stations du contrôle opérationnel ont quant à elles des enrichissements en MO, COT et Azote fortes à très fortes.

Ces stations correspondent effectivement aux stations de fond de baie dans lesquelles les accumulations et la décomposition de matière d'origines diverses (naturelles et anthropiques) sont importantes.

Par ailleurs, rappelons que la station de Cannari se positionne au-dessous d'une ancienne mine d'amiante et présente des fibres piégées dans les sédiments.

Tableau 5 – Teneur en COT, MO et azote (%) des sédiments de chaque station échantillonnée dans le cadre du contrôle de surveillance de la DCE des eaux côtières en 2021

Station	COT (%)	MO (%)	N Total (%)
Banyuls	0,24	1,61	0,03
Leucate	0,13	1,44	0,02
Gruissan	0,33	2,16	0,04
Agde Ouest	0,20	1,33	0,02
Grau du Roi	0,44	2,17	0,05
Beauduc	0,40	2,80	0,06
Fos	0,77	3,29	0,06
Carreau	1,59	4,51	0,11
Carry	0,85	3,81	0,05
Cassis	0,38	2,90	0,06
Toulon	1,26	5,90	0,11
Saint-Raphael	2,04	6,38	0,10
Antibes Sud	1,29	4,04	0,06
Antibes Nord	0,72	3,98	0,05
Villefranche	0,92	4,08	0,06
Menton	1,13	2,80	0,03
Calvi	0,64	3,61	0,05
Canari (CO)	2,60	6,91	0,13
Rogliano	0,27	3,00	0,05
Aléria	0,16	1,17	0,02
Rondinara	0,15	2,15	0,02
Porto-Vecchio (CO)	7,73	20,13	0,56
Bonifacio (CO)	2,44	8,56	0,19
Figari Bruzzi	0,23	2,74	0,04
Cargèse	0,16	1,15	0,01



Photo 1 - Morceaux de bois observés lors du prélèvement à la benne sur la station de Carreau – Campagne DCE 2021

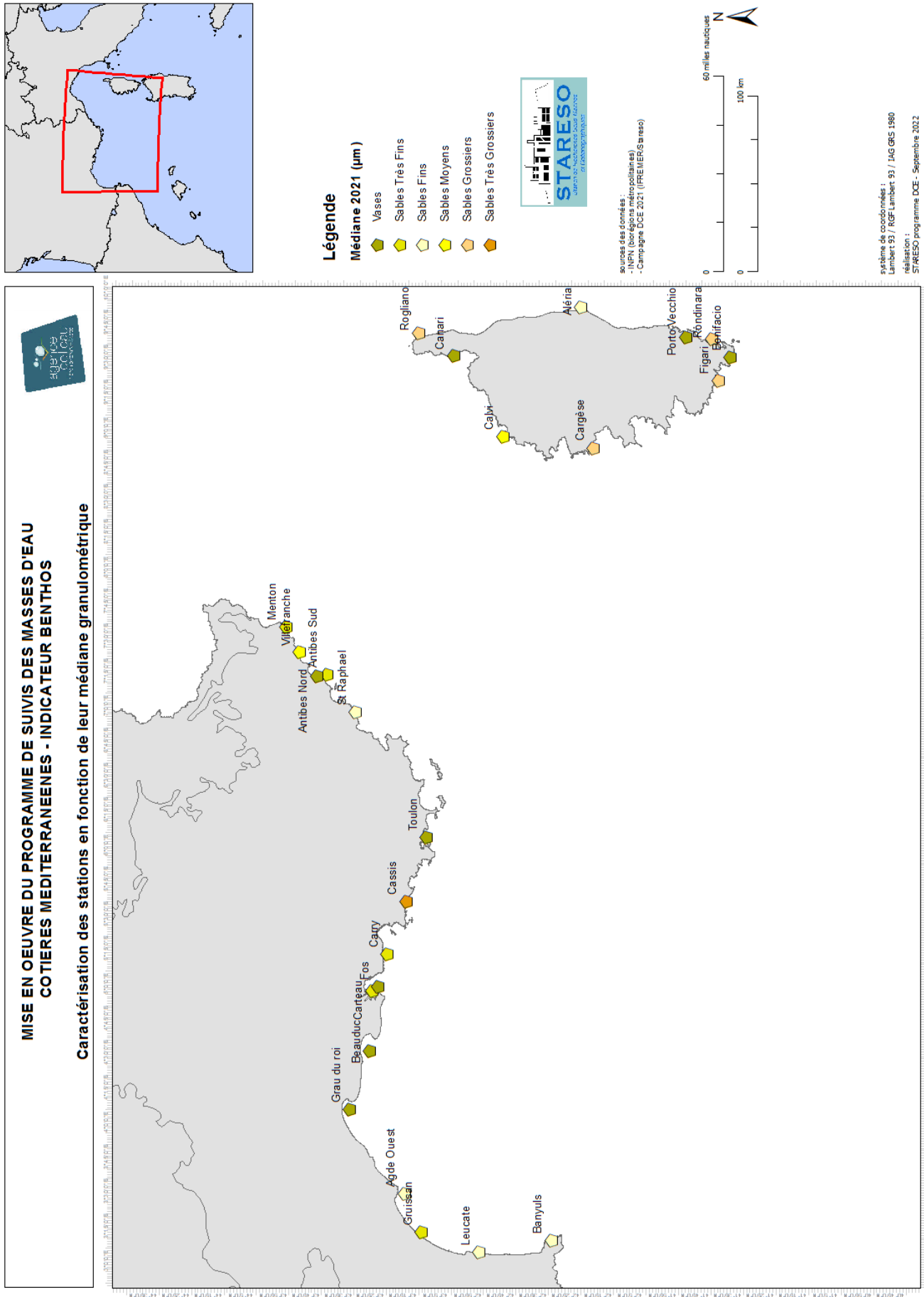


Figure 4 - Médiane (µm) des sédiments prélevés au niveau des différentes stations de suivi pour le contrôle de surveillance et opérationnel au titre de la DCE le long du littoral méditerranéen français en 2021

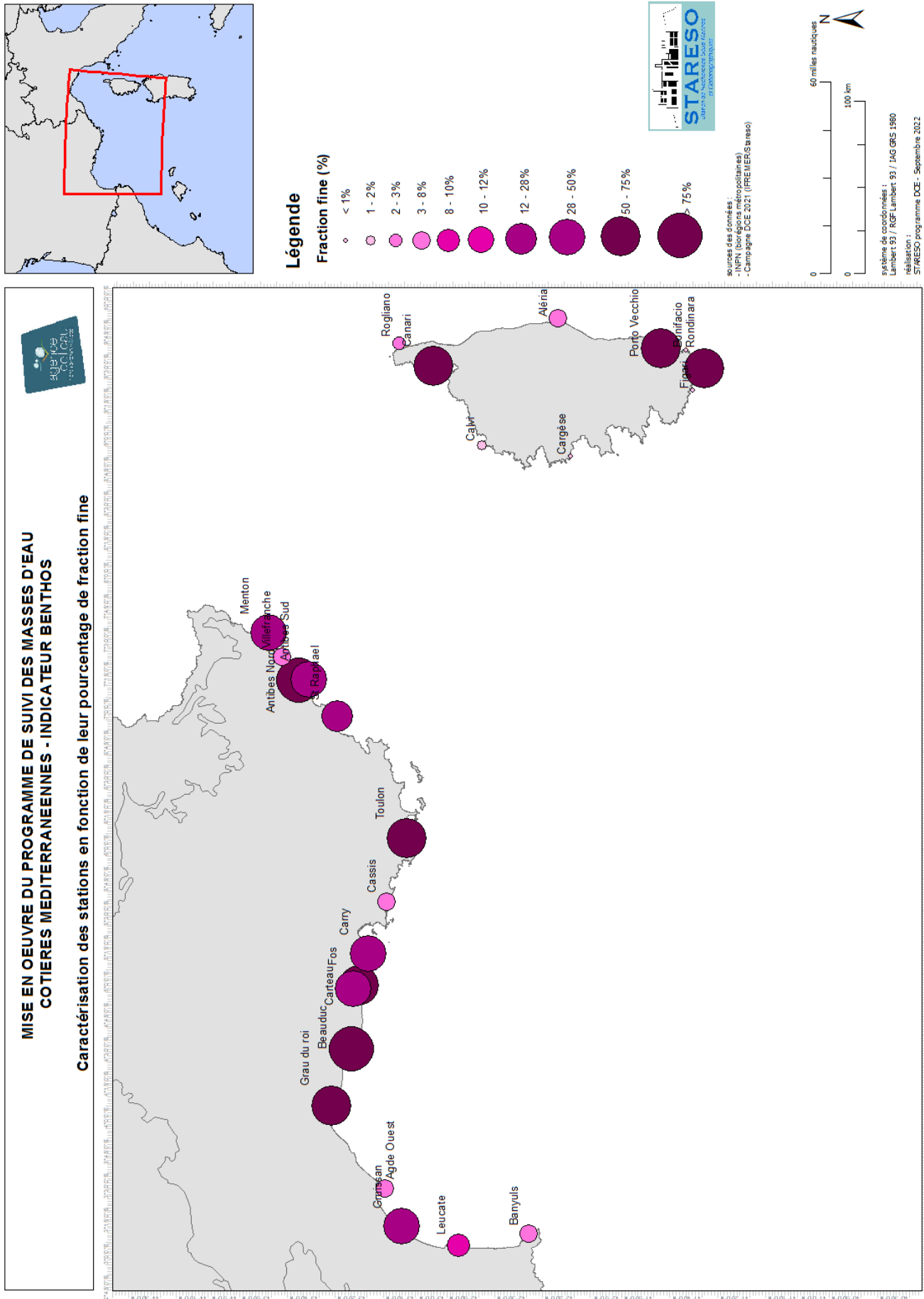


Figure 5 - Teneurs en fraction fine (<63 µm) des sédiments prélevés au niveau des différentes stations de suivi pour le contrôle de surveillance et opérationnel au titre de la DCE le long du littoral méditerranéen français en 2021

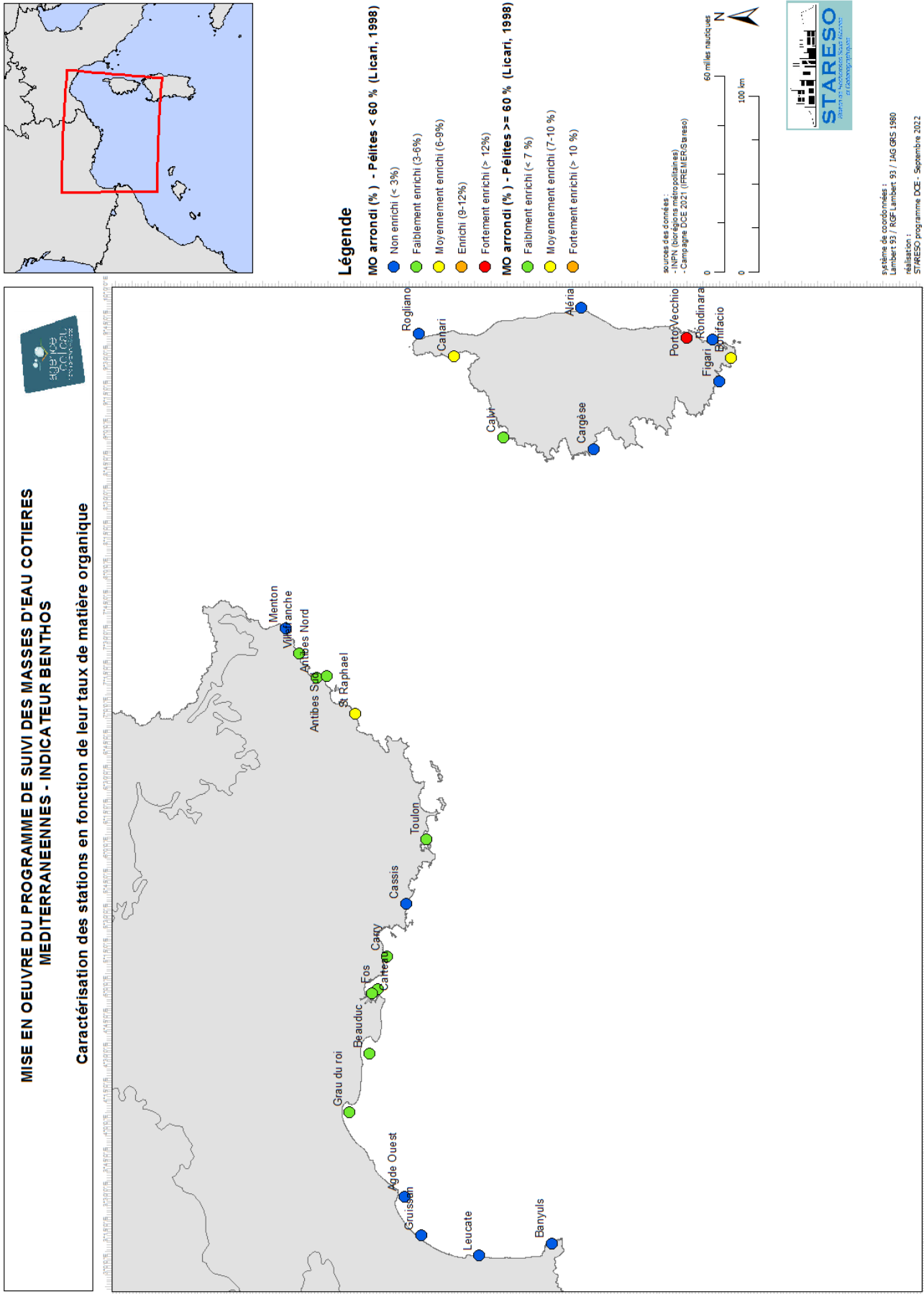


Figure 6 - Teneurs en matière organique des sédiments prélevés au niveau des différentes stations de suivi pour le contrôle de surveillance et opérationnel au titre de la DCE le long du littoral méditerranéen français en 2021

## Évolution des paramètres granulométriques entre 2009 et 2021

Les évolutions des principaux paramètres sédimentaires (médiane, teneur en fraction fine et MO) sont reprises dans la figure 7.

Les sédiments fins sous l'influence du Rhône ne montrent pas de variations majeures des médianes, même si les pourcentages de fractions fines ont montré une baisse importante en 2012 à Grau du Roi, Beauduc, Fos et Toulon Grande Rade ; des variations qui peuvent être dues au débit du Rhône, ou à des variations dans le positionnement du bateau. De même la granulométrie des stations de CO de fond de baie reste très stable.

Inversement les sédiments grossiers des stations PACA Corse correspondent à des zones beaucoup plus hétérogènes. Sur de telles régions, la dérive du bateau lors des prélèvements peut facilement expliquer les variations granulométriques constatées d'une année sur l'autre (Villefranche 2015, Antibes Nord 2021). De tels sédiments sont en général caractéristiques de zones influencées par des courants de fond où les fractions fines ont du mal à se déposer et restent dans des proportions très faibles au fil du temps.

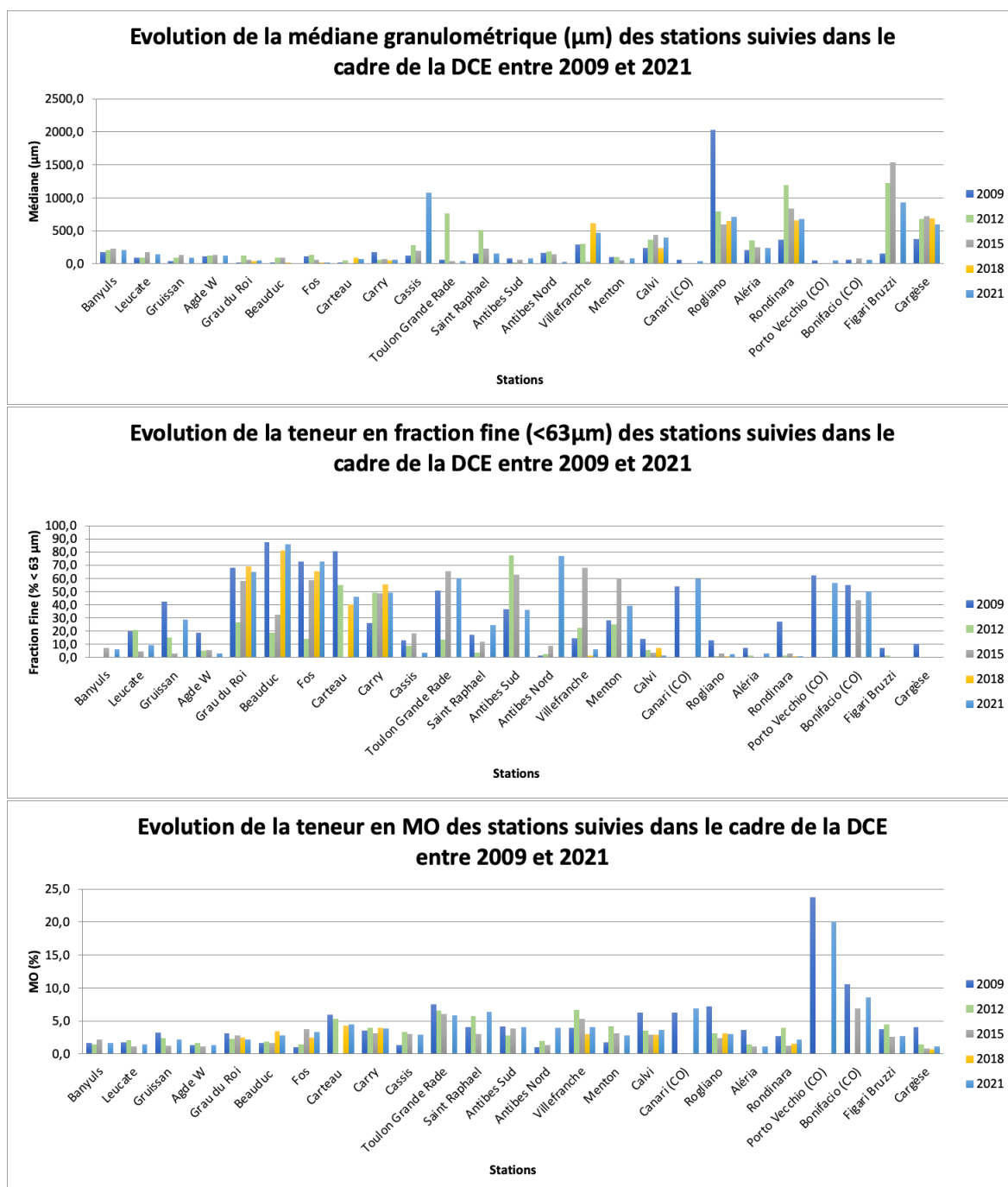


Figure 7 – Variation des caractéristiques sédimentaires (médiane, fraction fine et teneur en MO) des sédiments prélevés sur les stations du contrôle de surveillance et 3 stations de Contrôle opérationnel (CO) de la DCE en Méditerranée entre les années 2009, 2012, 2015, 2018 et 2021

Si la matière organique reste fortement corrélée aux dépôts de particules fines sur les stations influencées par le Rhône, sa teneur varie également dans les zones de sédiments grossiers où elle dépend majoritairement des apports naturels de végétaux (feuilles mortes de posidonies en décomposition) comme à Rondinara, Calvi ou Figari/Bruzzi.

Pour l'Azote, si les variations ne sont pas très importantes, de manière générale l'année 2021 se caractérise par une tendance à la baisse (fig.8).

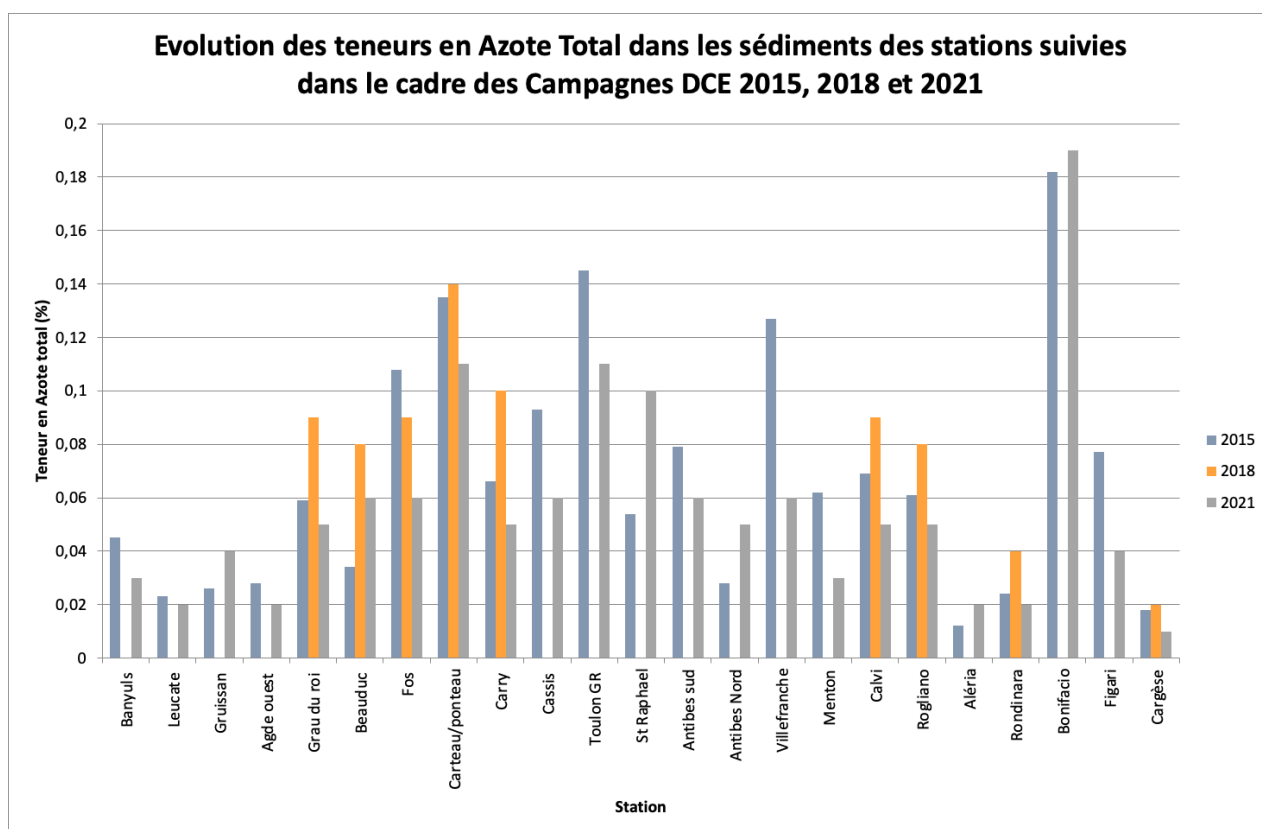


Figure 8 – Variation entre 2015 et 2021 des teneurs en azote total (%) des sédiments prélevés sur les stations du contrôle de surveillance de la DCE en Méditerranée en 2021



## MACROFAUNE BENTHIQUE

Au total **9898 individus** ont été dénombrés pour **606 taxons**. Le tableau ci-dessous reprend cette répartition pour chacune des stations.

Tableau 6 – Nombre d'individus et d'espèces totaux comptabilisés pour chacune des stations (3 réplicats/station) dans le cadre de la DCE 20121

Zone	Site	Prof (m)	Nombre d'individus total/station	Nbr. Taxons total/station	Identification
Occitanie	Banyuls	26	881	41	PELAPRAT
Occitanie	Leucate	16	140	47	DONNAY
Occitanie	Gruissan	20	133	44	PELAPRAT
Occitanie	Agde ouest	19	133	42	PELAPRAT
Occitanie	Grau du roi	15	391	51	PELAPRAT
PACA	Beauduc	16	94	32	DONNAY
PACA	Fos	21	261	69	PELAPRAT
PACA	Carteau	11	1361	139	PELAPRAT
PACA	Carry	56	411	101	PELAPRAT
PACA	Cassis	35	675	88	DONNAY
PACA	Toulon gde rade	48	380	119	PELAPRAT
PACA	St Raphael	35	235	74	PELAPRAT
PACA	Antibes sud	27	538	107	PELAPRAT
PACA	Antibes Nord	34	183	45	DONNAY
PACA	Rade villefranche	40	379	119	PELAPRAT
PACA	Menton	50	285	75	PELAPRAT
Corse	Calvi	40	297	89	DONNAY
Corse	Canari /CO	122	114	34	PELAPRAT
Corse	Rogliano	49	282	88	PELAPRAT
Corse	Aleria	38	478	97	DONNAY
Corse	Rondinara	48	351	98	PELAPRAT
Corse	Porto vecchio /CO	10	496	89	PELAPRAT
Corse	Bonifacio /CO	21	862	80	PELAPRAT
Corse	Figari-Bruzzi	41	209	78	PELAPRAT
Corse	Cargèse	40	239	54	DONNAY

### Caractérisation des peuplements de 2021

Sur les 606 taxons répertoriés la majorité correspond à des Polychètes (335 taxons), des crustacés (150 taxons), des mollusques (71 taxons) et des échinodermes (16 taxons).

Une analyse de Cluster (fig.9) sur la composition des peuplements, avec une similarité peu élevée de 23%, a tout de même permis de mettre en évidence l'existence de quatre peuplements.

Une MDS (fig. 10) réalisée sur les peuplements montre que ces derniers dépendent du secteur (LR, PACA, Corse), de la granulométrie (médiane et fraction fine) en liaison avec la profondeur. Rappelons que sur les stations échantillonnées dans le cadre de la DCE 2021, la granulométrie se répartie selon un gradient ouest-est entre les vases dans le Golfe du Lion avec des sédiments soumis à l'influence du Rhône et les sédiments plus grossiers dans la zone PACA –Corse.

Selon l'analyse de Simper sur les peuplements moyens par station, le cluster (CL3) qui présente la plus forte similarité (33,3%) est celui qui regroupe les stations de la région LR avec Banyuls, Agde ouest et Gruissan. Les peuplements sont dominés par des déposivores et suspensivores.

Ces 3 stations se caractérisent par une richesse moyenne de 42 espèces et une diversité moyenne de  $H'=3,8$ . **Notons que cette dernière est diminuée par la station de Banyuls qui est fortement dominée par le polychète *Ditrupa arietina* et le siponcle *Aspidosiphon muelleri*.**

La similarité de ces peuplements est expliquée à 71% sur 10 espèces seulement (tab.7). Ce sont des espèces à large répartition écologiques et des espèces inféodées aux sables fins plus ou moins envasés.

Tableau 7 - Analyse de Simper réalisée sur les données transformées (racine carrée) pour les espèces du Cluster 3 (Station de Banyuls, Agde ouest et Gruissan) Pourcentages et pourcentages cumulés de contribution des principales espèces à la similarité du groupe – DCE 2021

Espèces	Av.Abund	Contrib%	Cum.%
<i>Galathowenia oculata</i>	2,73	16,65	16,65
<i>Myriochele heeri</i>	1,67	9,61	26,26
<i>Aponuphis bilineata</i>	1,33	7,34	33,6
<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i>	4,65	7,22	40,82
<i>Euchone anceps</i>	1,18	6,91	47,74
<i>Goniada maculata</i>	0,88	5,64	53,38
<i>Fustiaria rubescens</i>	0,85	4,65	58,03
<i>Eunice vittata</i>	0,74	4,47	62,51
<i>Glycera tridactyla</i>	0,74	4,47	66,98
<i>Apseudopsis bacescui</i>	0,97	4,47	71,45

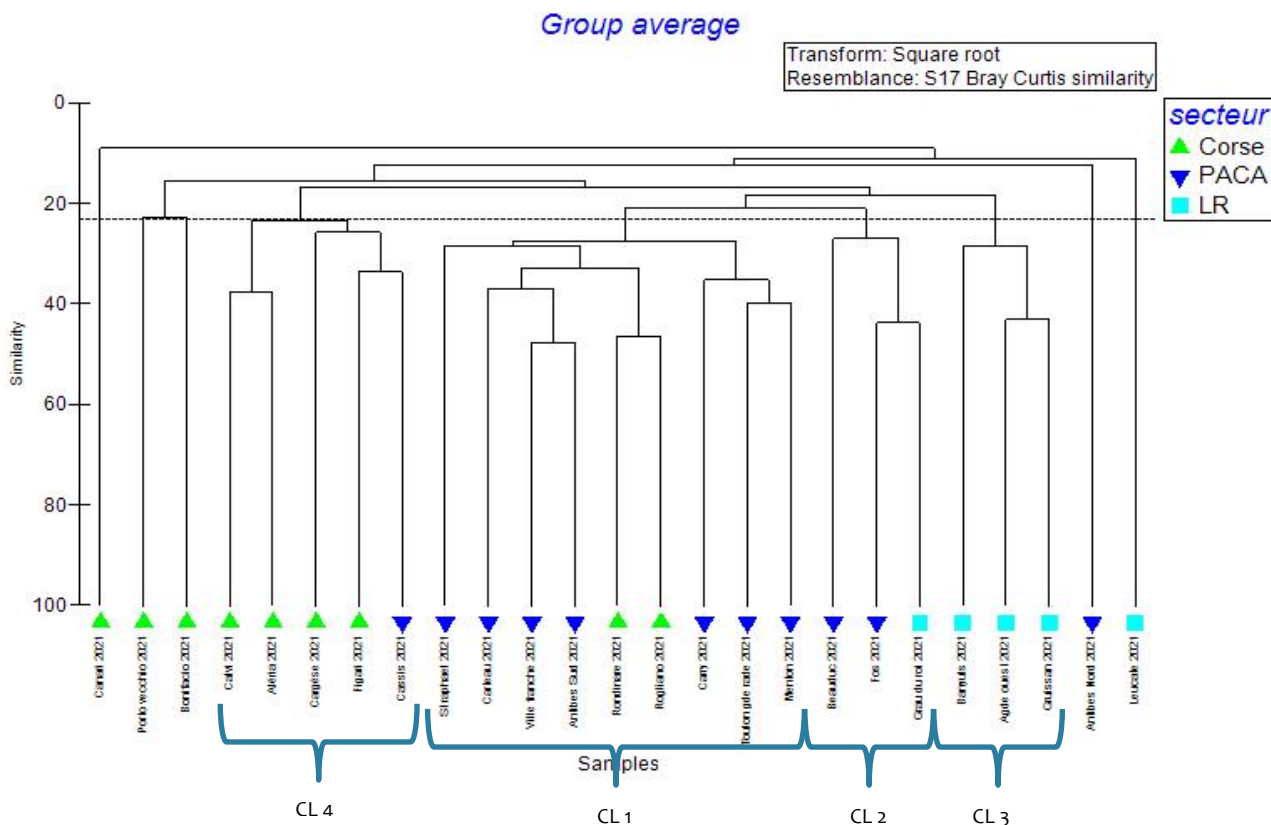


Figure 9 - Analyse de Cluster réalisée sur les peuplements macrobenthiques des 25 Stations échantillonnées dans le cadre de la DCE 2021 pour la Méditerranée Française.

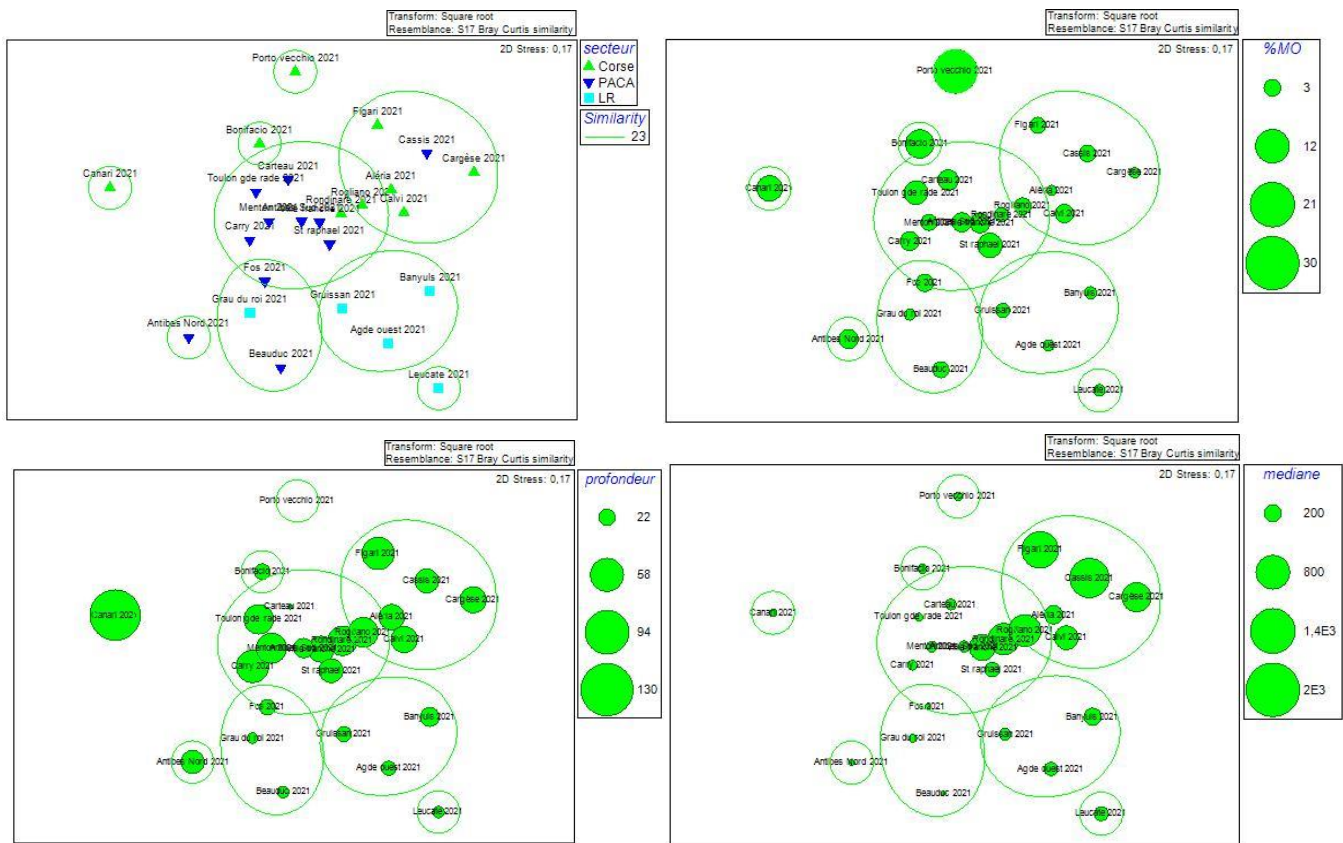


Figure 10 - MDS réalisées sur les abondances moyennes des 25 stations échantillonnées dans le cadre du contrôle de surveillance de la DCE 2021

**Le Cluster 2 avec une similarité de 32,5% regroupe les peuplements de Grau du Roi, Beauduc et Fos.** Ces peuplements, dominés par des dépositores (fig. 11) ont une richesse spécifique, une abondance et une diversité moyennes. La similarité entre les peuplements repose essentiellement sur des espèces liées à la présence de vases (*Ampelisca typica*, *Laonice grimaldii*, *Nephtys kersivalensis*), y compris des vases terrigènes (*Goneplax rhomboides*) et à large répartition écologique (tab.7).

**Le Cluster 1 avec une similarité de 30,8% regroupe la majorité des stations de PACA et les deux stations corses de Rogliano et Rondinara.** Ce groupement rassemble des stations ayant les diversités et les richesses spécifiques les plus élevées. Ainsi la similarité entre les peuplements repose sur un très grand nombre d'espèces; 21 espèces expliquent seulement 50% de cette similarité (tab.9). Les peuplements rassemblés dans ce groupement sont très hétérogènes et constitués aussi bien d'espèces liées à des sédiments grossiers, des sables, des vases et bien entendu des espèces à large répartition écologique. En effet ce groupement rassemble des stations ayant des granulométries très variées (fig.10).

Tableau 8 – Analyse de Simper réalisée sur les données transformées (racine carrée) pour les espèces du Cluster 2 (Grau du Roi, Beauduc et Fos) Pourcentages et pourcentages cumulés de contribution des principales espèces à la similarité du groupe – DCE 2021

Espèces	Av.Abund	Contrib%	Cum.%
<i>Ampelisca typica</i>	2,65	7,78	7,78
<i>Nephtys kersivalensis</i>	1,69	7,47	15,24
<i>Apeudopsis bacescui</i>	1,37	7,41	22,65
<i>Laonice grimaldii</i>	1,62	6,9	29,55
<i>Glycera unicornis</i>	1,41	6,85	36,4
<i>Goneplax rhomboides</i>	1,23	6,23	42,63
<i>Notomastus</i>	1,38	5,35	47,98
<i>Goniada maculata</i>	1,12	4,83	52,81
<i>Iphinoe serrata</i>	0,88	4,83	57,63
<i>Drilonereis filum</i>	0,97	3,91	61,55
<i>Ampharete lindstroemi</i>	0,8	3,78	65,33
<i>Lumbrineris latreilli</i>	2,39	3,71	69,04
<i>Nemertea</i>	0,66	3,41	72,46
<i>Lumbrineris luciliae</i>	1,2	2,42	74,87
<i>Ampelisca sarsi</i>	1,8	2,2	77,08
<i>Myriochele heeri</i>	1,2	2,01	79,09

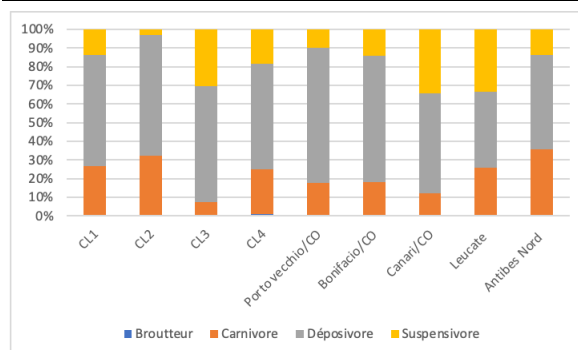


Figure 11- Proportions des principaux groupes trophiques calculées sur les abondances totales des stations échantillonnées dans le cadre du contrôle de surveillance de la campagne DCE 2021

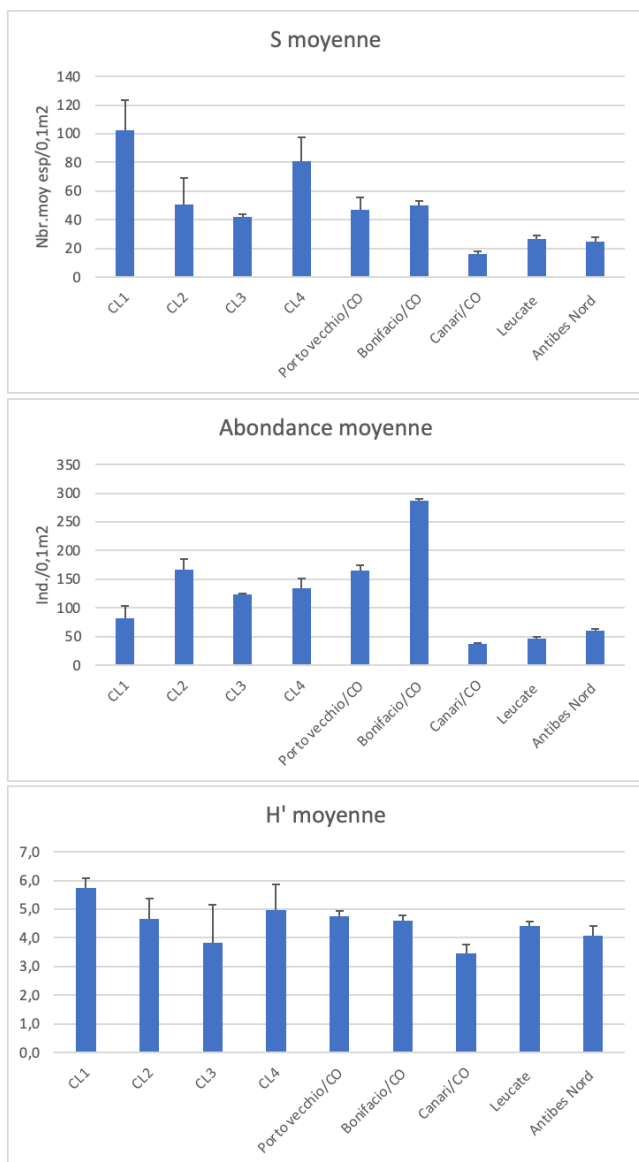


Figure 12 – Valeurs moyennes de la Richesse spécifique, la Densité et l'indice de diversité de Shannon des groupes identifiés par l'analyse de Cluster réalisée sur les 25 Stations échantillonnées dans le cadre de la DCE 2021 pour la Méditerranée Française. (CL1 : stations Grau du Roi, Beaudus et Fos ; CL2 : Rogliano, Rondinare, Calvi, Villefranche et Porquerolles)

Le Cluster 4 regroupe (Similarité de 26%) les stations du contrôle de surveillance des eaux corses de Calvi, Cargèse, Aléria, Figari et la station Paca de Cassis.

Comme pour le Cluster 1 la similarité des peuplements de ce groupement repose sur un grand nombre d'espèces ; 19 espèces expliquent 61% de la similarité.

La plupart de ces espèces sont des espèces inféodées aux sédiments grossiers et principalement au détritique côtier.

Tableau 9 – Analyse de Simper réalisée sur les données transformées (racine carrée) pour les espèces du Cluster 1 (Pourcentages et pourcentages cumulés de contribution des principales espèces à la similarité du groupe – DCE 2021)

Espèces	Av.Abund	Contrib%	Cum.%
<i>Lumbrineris luciliae</i>	1,69	4,52	4,52
<i>Euchone anceps</i>	1,6	4,07	8,59
<i>Lysidice unicornis</i>	1,44	3,6	12,19
<i>Kirkegaardia heterochaeta</i>	1,79	3,52	15,72
<i>Nemertea</i>	1,25	3,52	19,24
<i>Galathowenia oculata</i>	1,96	3,14	22,38
<i>Myriochele heeri</i>	1,73	3,14	25,52
<i>Amphipholis squamata</i>	1,2	2,77	28,28
<i>Diplocirrus glaucus</i>	0,97	2,17	30,45
<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i>	1,19	2,16	32,62
<i>Heterotanais oerstedii</i>	1,02	2,14	34,76
<i>Aponuphis bilineata</i>	1,44	2,09	36,84
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	0,83	1,83	38,68
<i>Ampharete octocirrata</i>	0,81	1,74	40,42
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	1,02	1,7	42,12
<i>Gallardonneris iberica</i>	1,27	1,65	43,77
<i>Syllis garciai</i>	1,25	1,63	45,39
<i>Praxillella lophoseta</i>	1,27	1,62	47,01
<i>Leiochone tricirrata</i>	1,08	1,53	48,55
<i>Eunice vittata</i>	0,77	1,44	49,99
<i>Notomastus</i>	1,55	1,38	51,37

Tableau 10 – Analyse de Simper réalisée sur les données transformées (racine carrée) pour les espèces du Cluster 4. Pourcentages et pourcentages cumulés de contribution des principales espèces à la similarité du groupe – Contrôle de surveillance DCE 2021.

Espèces	Av.Abund	Contrib%	Cum.%
<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i>	4,97	14,08	14,08
<i>Echinocyamus pusillus</i>	1,68	6,64	20,73
<i>Eunice vittata</i>	1,31	4,51	25,24
<i>Lysidice unicornis</i>	1,09	3,59	28,83
<i>Amphipholis squamata</i>	1,39	3,49	32,32
<i>Nemertea</i>	1,03	3,43	35,75
<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	0,91	3,33	39,08
<i>Nematoda</i>	1,19	3,07	42,15
<i>Notomastus</i>	0,87	2,59	44,75
<i>Galathowenia</i>	1,57	2,51	47,25
<i>Aponuphis bilineata</i>	1,46	2,28	49,53
<i>Pisone remota</i>	0,85	1,91	51,44
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	0,93	1,85	53,29
<i>Euchone anceps</i>	1,13	1,69	54,98
<i>Caulerpiella bioculata</i>	0,69	1,68	56,66
<i>Phoronis</i>	0,75	1,37	58,03
<i>Moerella donacina</i>	0,72	1,24	59,27
<i>Euchone pararosea</i>	0,81	1,2	60,47
<i>Paradialychone gambiae</i>	0,9	1,16	61,63

Les figures ci-dessous reprennent, pour chacune des stations, les proportions en biomasse des différents groupes trophiques ainsi que la biomasse totale.

La proportion importante de suspensivores sur les stations de Banyuls et d'Aléria est due à la présence importante du polychète *Ditrupa arietina*.

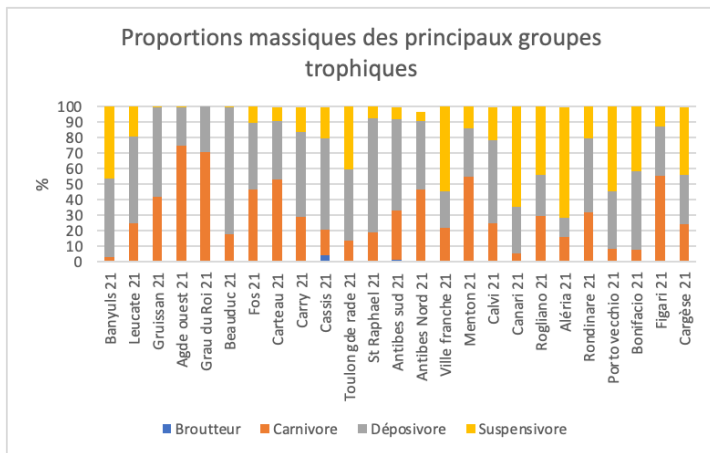


Figure 13- Proportions massiques des différents groupes trophiques des stations échantillonnées dans le cadre de la DCE 2021

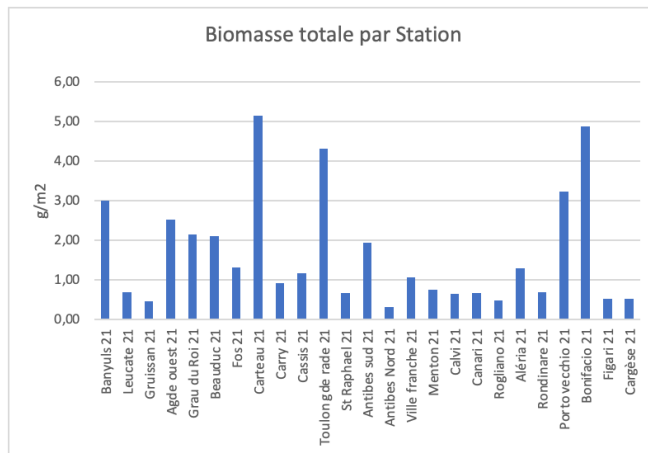


Figure 14 – Biomasse totale des stations échantillonnées dans le cadre de la DCE 2021

## Qualification des peuplements de 2021

La figure ci-dessous reprend les valeurs des proportions des différents groupes de polluo-sensibilité pour chacun des peuplements échantillonnés.

Le tableau ci-contre reprend les valeurs de l'indice AMBI calculé à partir de ces proportions et les valeurs de l'EQR correspondantes.

### En 2021, les 22 stations échantillonnées pour le contrôle de surveillance montrent (tab.11) :

- une qualité médiocre pour les peuplements de Gruissan, et Carteau,
- une qualité moyenne pour 9 stations,
- une bonne qualité pour 7 stations,
- une très bonne qualité pour 4 stations, Carry en PACA et 3 stations corses.

Les 3 stations corses du contrôle opérationnel montrent une qualité moyenne pour Bonifacio et bonne pour les deux autres.

La station de Carteau comme les années précédentes témoigne d'un peuplement dégradé avec un pourcentage d'espèces opportunistes global de 19,6% majoritairement composé d'espèces opportunistes appartenant à la famille Capitellidae.

La station de Gruissan est essentiellement composée par des espèces tolérantes (44,3%) à large répartition écologique.

Tableau 11 - Richesse spécifique (S), Indice de diversité de Shannon (H'), AMBI et valeur de l'EQR des données du contrôle de surveillance DCE 2021 de Méditerranée française (CO : Contrôle Opérationnel).

Région de ref. utilisée	Station	S totale	H'	Mean AMBI	EQR
LR	Banyuls	41	2,3	0,95	0,72
LR	Leucate	47	5,0	0,95	0,71
LR	Gruissan	44	4,6	1,78	0,38
LR	Agde Ouest	42	4,6	1,72	0,40
LR	Grau du roi	51	4,2	1,11	0,61
LR	Beauduc	32	4,4	1,59	0,43
PACA	Fos	69	5,5	2,00	0,41
PACA	Carteau	139	5,8	2,14	0,38
PACA	Carry	101	5,2	0,92	0,88
PACA	Cassis	88	3,7	1,47	0,55
PACA	Toulon Gr Rade	119	6,3	1,93	0,42
PACA	St Raphael	74	5,5	1,58	0,51
PACA	Antibes Sud	107	5,6	1,87	0,43
PACA	Antibes Nord	45	4,6	1,14	0,71
PACA	Ville franche	119	6,2	1,75	0,46
PACA	Menton	75	5,7	1,69	0,48
Corse	Calvi	89	5,6	1,15	1,00
Corse	Canari /CO	34	4,1	1,78	0,64
Corse	Rogliano	88	5,8	1,53	0,75
Corse	Aléria	97	5,5	1,39	0,83
Corse	Rondinare	98	5,5	1,93	0,59
Corse	Porto-vecchio /CO	89	5,2	1,66	0,69
Corse	Bonifacio/CO	80	4,9	2,11	0,54
Corse	Figari /Bruzzi	78	5,7	1,31	0,88
Corse	Cargèse	54	4,4	1,28	0,90

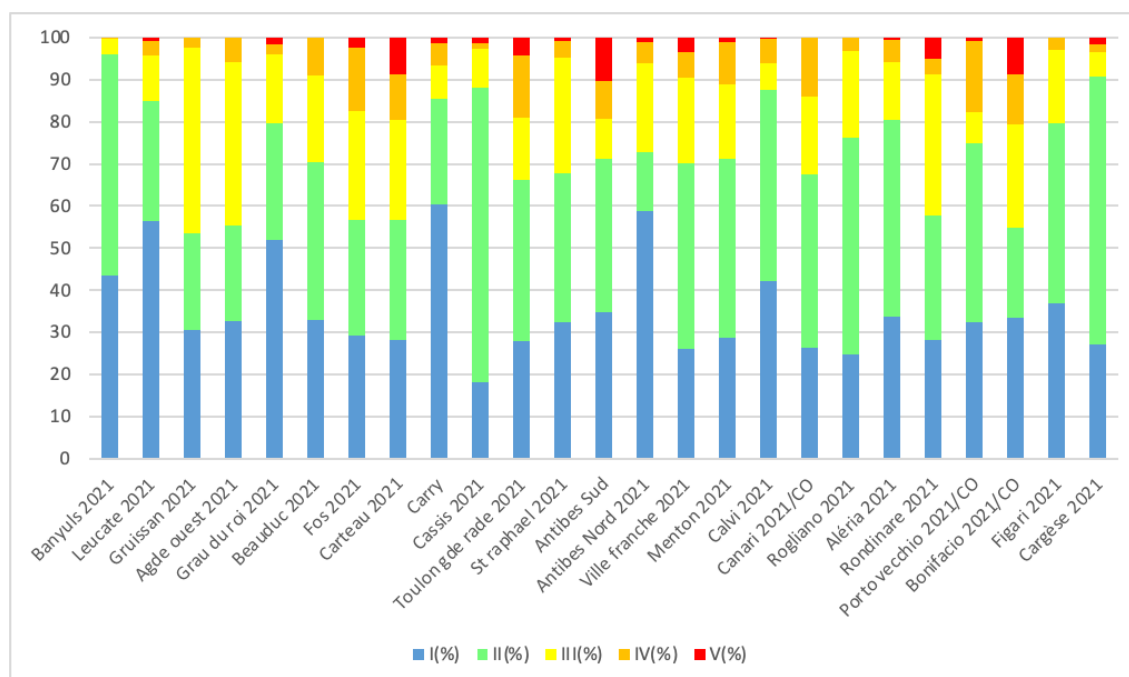


Figure 15 - Proportions des différents groupes de polluo-sensibilité des stations échantillonnées dans le cadre du contrôle de surveillance de la DCE 2021

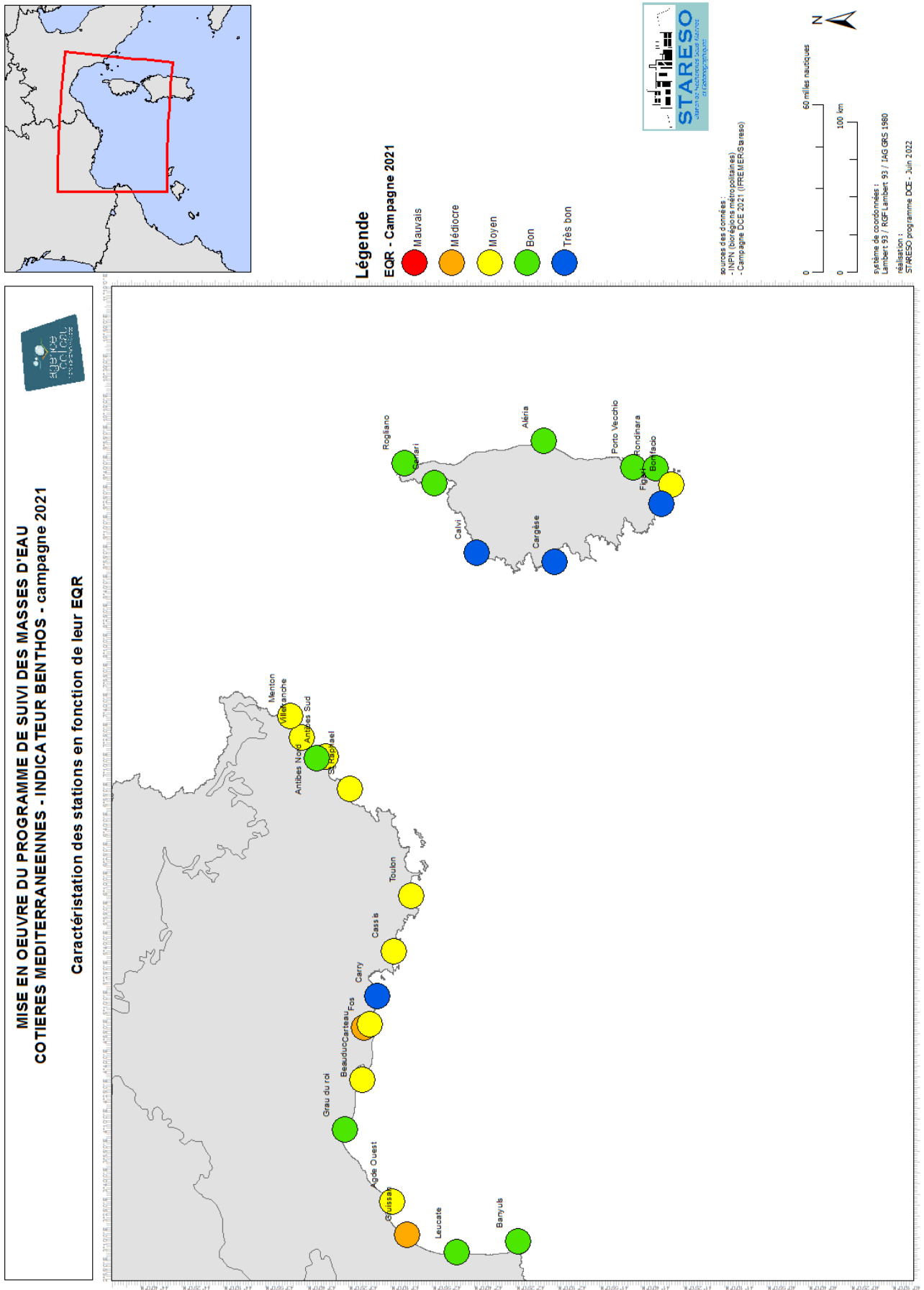


Figure 16 - Qualité définie par l'EQR des peuplements échantillonnés dans le cadre de la campagne DCE 2021 du contrôle de surveillance.

## Évolution de la qualité des peuplements de 2006 à 2021

Dans la mesure où les stations de référence s'améliorent dans le temps (cas de Calvi qui devient référence pour la région Corse), elles peuvent d'une année sur l'autre faire baisser l'EQR et son code couleur alors que l'évolution de la qualité du peuplement augmente réellement (valeur de l'AMBI en baisse).

✚ Aussi pour voir le sens de l'évolution générale de la qualité du peuplement, il faut comparer uniquement les valeurs de l'AMBI (fig. 17 à 19).

✚ Et pour connaître la qualité des peuplements de la dernière année étudiée et prendre des mesures de gestion adaptées, il faut regarder l'EQR (fig. 17 à 19).

### Évolution Région Languedoc Roussillon de 2006 à 2021

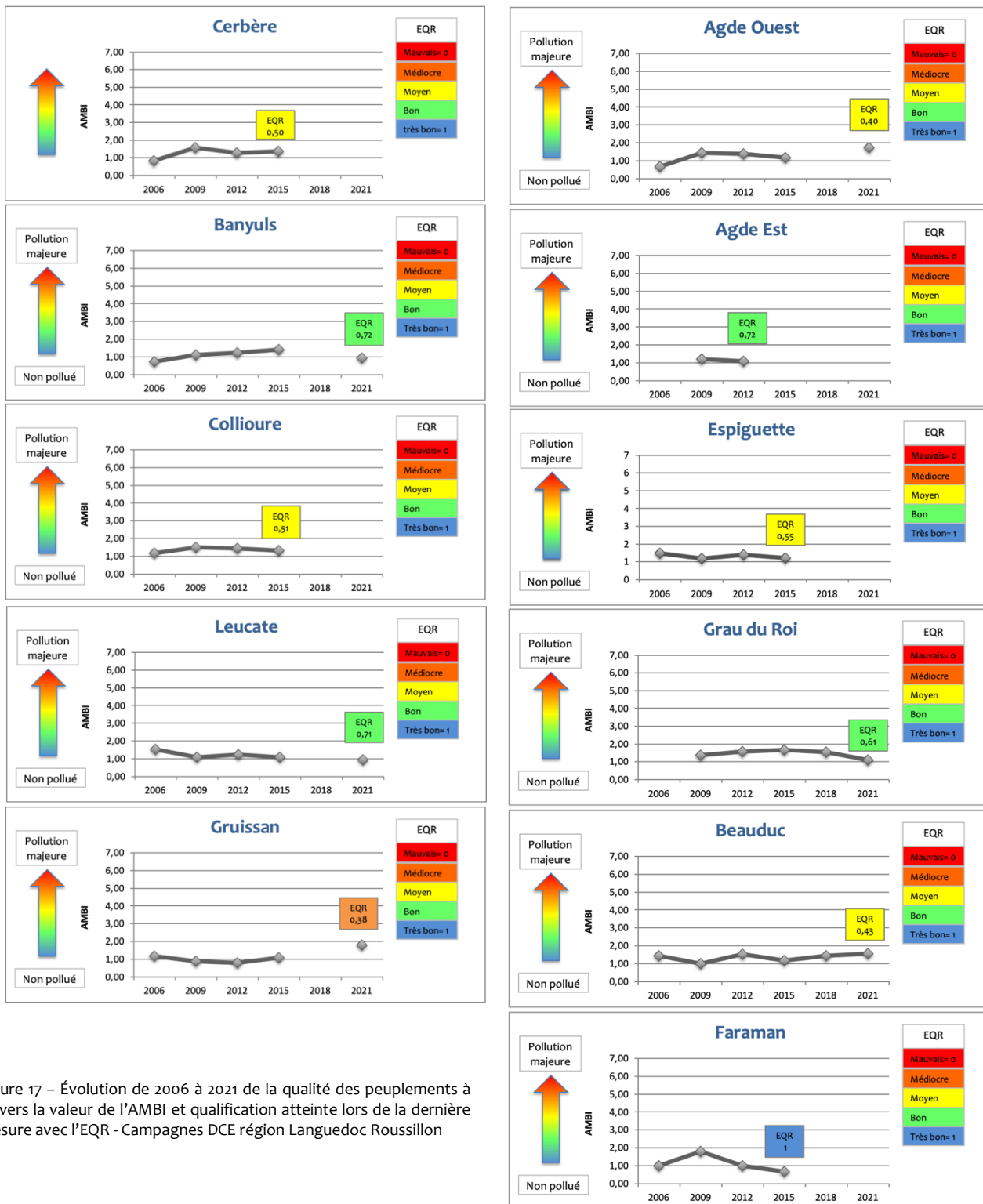


Figure 17 – Évolution de 2006 à 2021 de la qualité des peuplements à travers la valeur de l'AMBI et qualification atteinte lors de la dernière mesure avec l'EQR - Campagnes DCE région Languedoc Roussillon

### Évolution Région PACA de 2006 à 2021

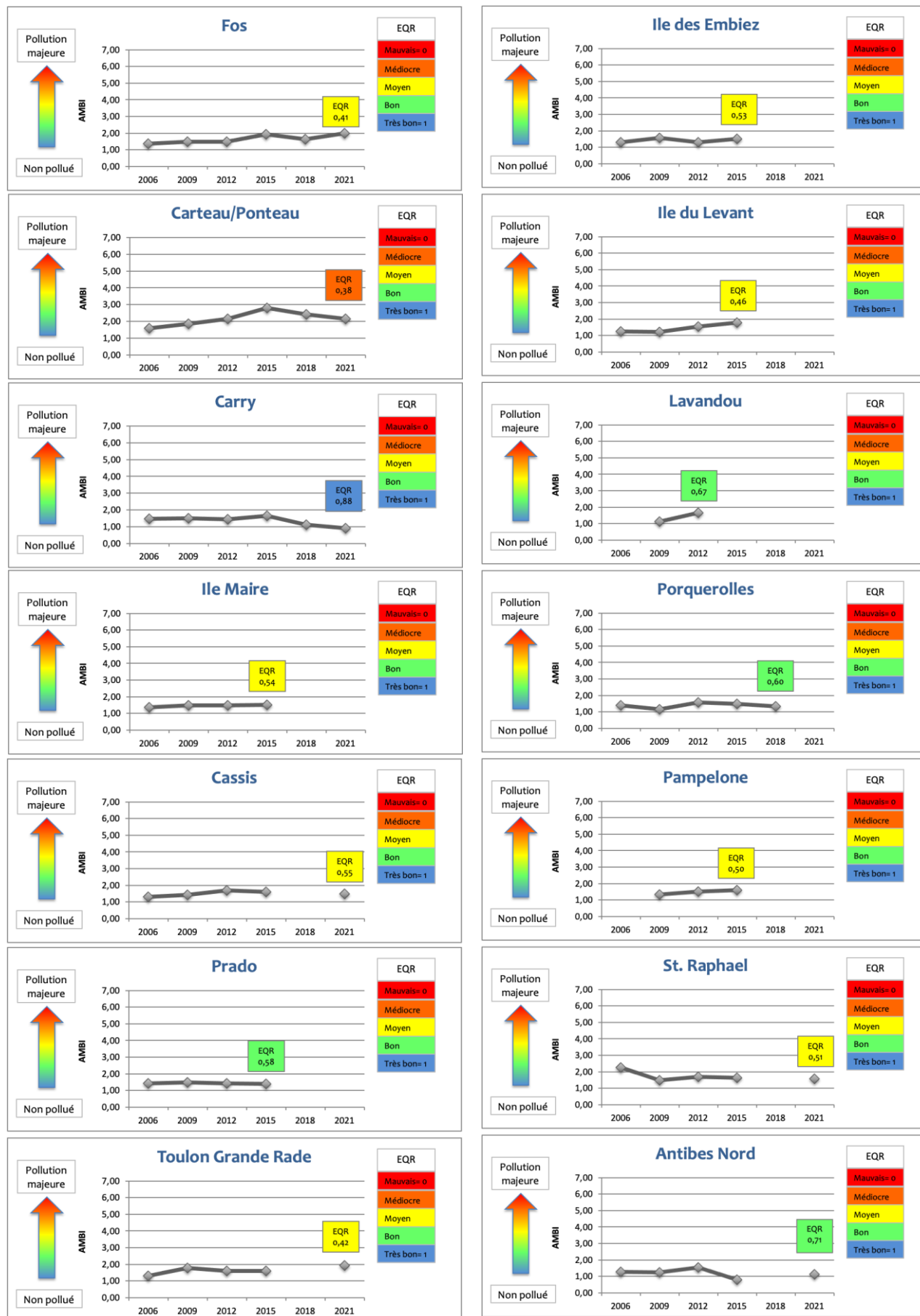


Figure 18 – Évolution de 2006 à 2021 de la qualité des peuplements à travers la valeur de l'AMBI et qualification atteinte lors de la dernière mesure avec l'EQR - Campagnes DCE région PACA

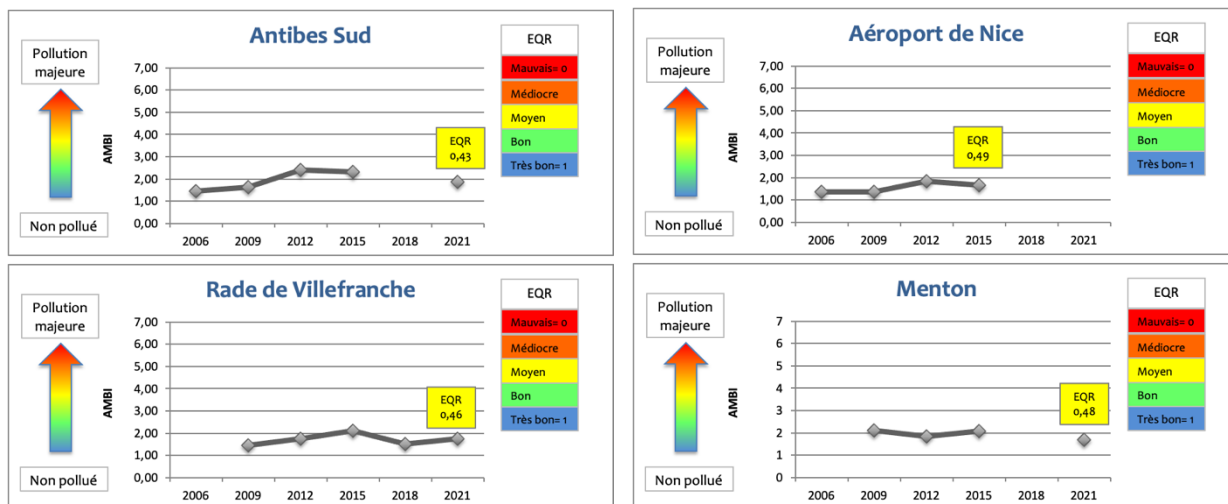


Figure 18 bis – Evolution de 2006 à 2021 de la qualité des peuplements à travers la valeur de l'AMBI et qualification atteinte lors de la dernière mesure avec l'EQR - Campagnes DCE région PACA

### Évolution Région Corse de 2006 à 2021

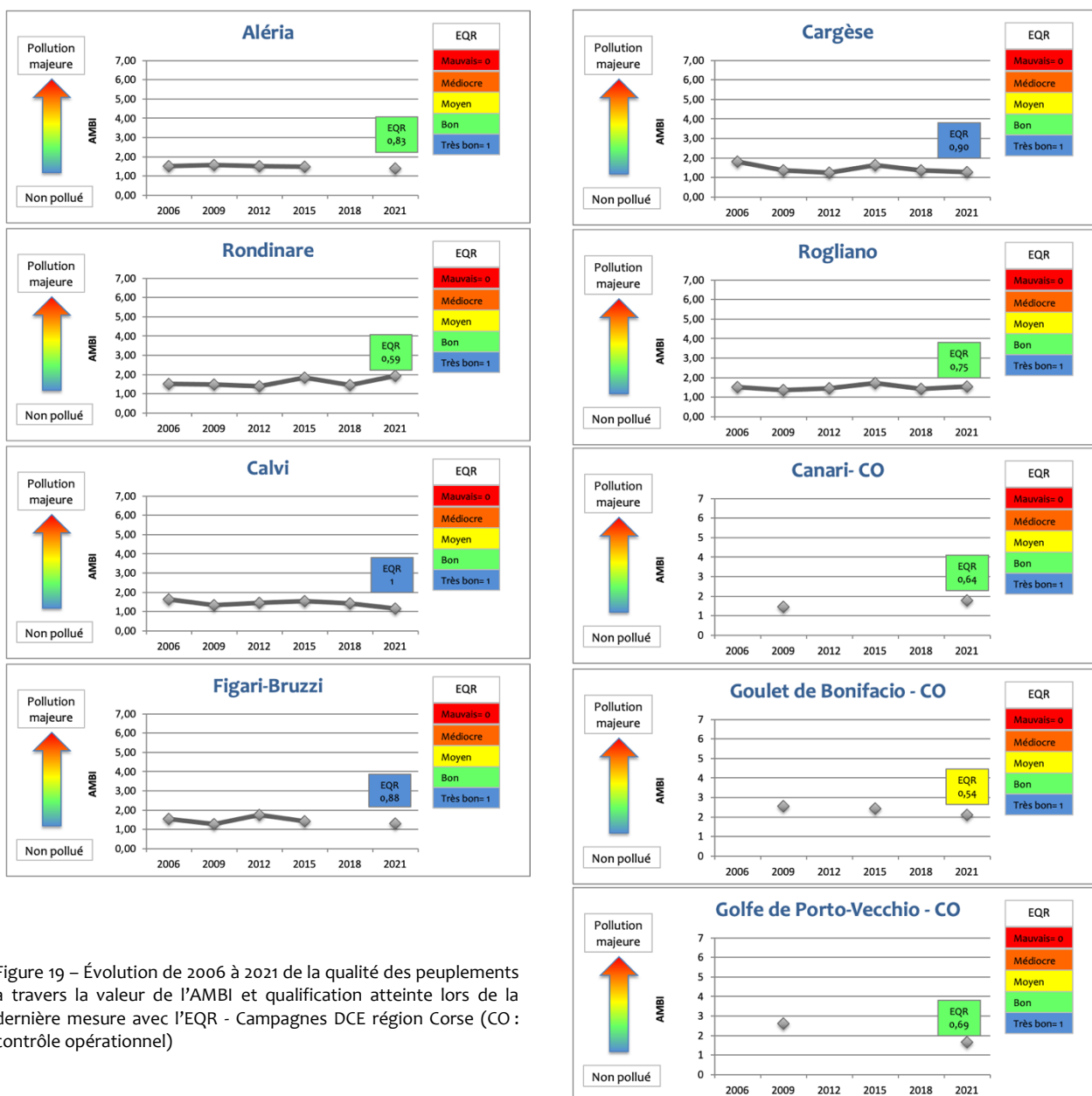


Figure 19 – Evolution de 2006 à 2021 de la qualité des peuplements à travers la valeur de l'AMBI et qualification atteinte lors de la dernière mesure avec l'EQR - Campagnes DCE région Corse (CO : contrôle opérationnel)

Afin d'aider les gestionnaires dans leur prise de décision, l'évolution et l'état des différentes stations a été résumé dans le tableau ci-dessous.

#### Sur les 22 stations du contrôle de surveillance en 2021 :

- ⇒ 2 stations se dégradent (Gruissan et Agde ouest),
- ⇒ 9 stations se maintiennent dans un état Moyen ou Pauvre (Carteau),
- ⇒ 5 stations ont gagné en qualité et sont en état Bon à Très Bon,
- ⇒ 6 stations se maintiennent dans un état Bon à Très Bon.

#### Sur les 3 stations de contrôle opérationnel échantillonnées en 2021

- le Goulet de Bonifacio stagne dans un état moyen,
- le peuplement de Canari voit son AMBI diminué mais son EQR stagne en bon état,
- le peuplement du golfe de Porto-Vecchio s'améliore et passe en Bon état.

Le tableau reprenant l'ensemble des valeurs de l'AMBI de 2006 à 2021 figure en annexe.

Tableau 12 - Résumé de l'évolution de 2006 à 2021 de l'AMBI et dernière couleur de l'EQR des peuplements des stations échantillonnées dans le cadre du contrôle de surveillance et du contrôle opérationnel (CO) des eaux côtières de la DCE de Méditerranée Française (nom de la Station ; couleur =EQR ; (X)= Année du dernier EQR calculé)

Stations qui se dégradent	Stations qui stagnent Etat moyen ou mauvais	Stations qui ont augmenté de qualité Etat bon à très bon	Stations qui stagnent Etat Bon à très bon
Lavandou (12) Aéroport de Nice (15) Ile du Levant (15) Gruissan (21) Agde Ouest (21)	Cerbère (15) Collioure (15) Espiguette (15) Ile des Embiez (15) Ile Maire (15) Pampelone (15) Beauduc (21) Carteau (21) Fos (21) Cassis (21) St Raphael (21) Antibes Sud (21) Toulon grande rade (21) Villefranche (21) Menton (21) Goulet de Bonifacio/CO (21)	Faraman (15) Carry (21) Banyuls (21) Leucate (21) Grau du Roi (21) Calvi (21) Golfe de Porto-Vecchio CO (21)	Agde Est (12) Prado (15) Porquerolles (18) Aléria (21) Rondinare (21) Figari-Bruzzi (21) Cragèse (21) Rogliano (21) Antibes Nord (21) Canari/CO (21)

**Les dégradations observées en 2021 concernent les stations de Gruissan et Agde ouest.** Pour ces deux stations la richesse spécifique totale et l'abondance totale augmentent par rapport à 2015 (alors qu'il n'y a cette année que 3 répliqua contre 5 en 2015), avec une diversité (H') qui reste identique ; par contre 2021 voit très largement augmenter les proportions d'espèces tolérantes au détriment des espèces sensibles.

Tableau 13 – Évolution des proportions des différents groupes de polluo-sensibilité des stations Agde Ouest et Gruissan dans le cadre de la DCE

		%I	%II	%III	%IV	%V
Agde ouest	2015	51,1	29,8	17	2,1	0
	2021	32,7	22,8	38,6	5,9	0
Gruissan	2015	50	34,7	12,5	2,8	0
	2021	30,5	22,9	44,3	2,3	0

Rappelons par ailleurs que le peuplement de la station voisine de Banyuls se caractérise en 2021 par une très large dominance ( $J'=0,43$ ) de l'espèce de polychète *Ditrupa arietina* et du sipuncle *Aspidosiphon muelleri*. Or ces deux espèces sont reconnues dans ce secteur comme des espèces indicatrices d'un changement temporel des peuplements (Bonifácio et al., 2019; Bonifácio et al., 2018; Grémare, Sardá, et al., 1998; Labruno, Grémare, Guizien, et al., 2007).

Si plusieurs études ont d'ores et déjà montré l'influence des crues du Rhône sur les peuplements benthiques du Golfe du lion (Labruno et al., 2007 ; Bonifácio et al., 2017), Bonifácio et al. montraient en 2019 que ces peuplements étaient également liés à des phénomènes de plus grande échelle comme le WeMO (Western Mediterranean Oscillation).

Le précédent rapport DCE (Pelaprat *et al.* 2018) laissait également supposer l'existence d'un changement progressif des peuplements macrobenthiques à plus grande échelle.

Le fait en 2021 d'observer des changements localisés à l'ouest du golfe du lion, alors que l'ensemble des autres peuplements échantillonnés va plutôt dans le sens d'une stagnation laisse supposer l'existence d'une perturbation locale.

Ainsi il faudrait procéder à des études plus poussées pour identifier l'origine des changements observés dans le secteur ouest du Golfe du lion en 2021 au niveau de Gruissan et Agde ouest.

## Discussion sur les choix méthodologiques

Comme en 2018, ce rapport a été réalisé selon les directives du guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales en vue de la mise à jour de l'état des lieux 2019. Il est donc basé sur l'utilisation de l'AMBI avec comparaison à des valeurs de référence régionales ; ces dernières étant réévaluées lors de chaque campagne avec pour principe de retenir les valeurs les plus basses existantes.

Dans la mesure où les stations de **référence s'améliorent dans le temps**, elles peuvent d'une année sur l'autre faire baisser l'EQR et son code couleur alors que l'évolution de la qualité du peuplement augmente réellement (valeur de l'AMBI en baisse).

**Pour pallier à ce défaut de lisibilité pour les gestionnaires, un principe d'interprétation a été proposé et appliqué dans ce rapport :**

- **le sens d'évolution générale de la qualité du peuplement, doit être uniquement basé sur la comparaison des valeurs de l'AMBI,**
- **et la prise de mesures de gestion sur l'EQR de la dernière année étudiée.**

Dans un souci d'amélioration de la méthode plusieurs points sont actuellement discutés.

- Dans la mesure où l'EQR est calculé par rapport à des valeurs de référence qui correspondent aux valeurs régionales les plus basses de l'AMBI, le fait de ne pas étudier l'ensemble des stations lors de chaque campagne du contrôle de surveillance peut entraîner l'omission de l'amélioration d'une station susceptible de devenir valeur de référence.
- La nécessité de travailler en prenant des valeurs de référence par type d'habitat fait l'unanimité de la communauté scientifique. Cependant la question reste posée sur la définition de ces habitats ; typologie style EUNIS, HABREF (La Rivière *et al.*, 2021) ou typologie plus fine comme appliquée en Corse (Donnay, 2016).
- l'efficacité de l'indice employé ; Actuellement l'Ifremer a en charge de trouver des passerelles pour pouvoir utiliser les données DCE dans le cadre de la DCMM. Dans ce cadre un autre indice comme **le**

**GPBI (General-Purpose Biotic Index) a été proposé.**

Ce dernier fondé sur l'écart de composition et de structure des communautés de macrofaune benthique par rapport à un peuplement de référence repose sur l'hypothèse que lorsqu'un site est touché par une pression, les espèces les plus sensibles sont les premières à disparaître avec des pertes proportionnelles à l'intensité de la pression (Labruno *et al.*, 2021). Cet indice, adapté à la DCE avec l'obtention d'un EcoQ, a l'avantage par rapport à l'AMBI de prendre en compte un nombre plus important de pressions alors que l'AMBI a essentiellement été développé par rapport aux enrichissements de MO.

Cependant son utilisation nécessite un plan d'échantillonnage particulier (Labruno *et al.*, 2021). Le plus grand problème est actuellement d'avoir pour chaque station à tester un ou des peuplements de référence (hors perturbations anthropiques) situés dans un habitat identique soumis aux mêmes conditions environnementales.

Par ailleurs comme cela a été évoqué dans ce rapport, la macrofaune benthique semble sensible à des phénomènes de plus grande échelle comme des cycles pluriannuels d'origine climatique et/ou naturelle (Bonifacio *et al.*, 2019 ; Bonifacio *et al.*, 2017 ; Labruno *et al.*, 2007).

**Les auteurs du GPBI recommandent donc de suivre dans le temps non seulement les stations à tester mais également les stations de référence afin de différencier les phénomènes naturels de ceux d'origine anthropique.**

- Quelle que soit la méthodologie appliquée, l'absence du suivi de station de mauvaises qualités et le suivi de la pression exercé sur ce peuplement rend difficile la recherche de corrélation entre l'état des peuplements et les sources potentielles de pression anthropique.





# CONCLUSION

En l'état actuel, pour la prise de décision, il est fortement recommandé aux gestionnaires :

- d'estimer l'évolution de la qualité des peuplements, avec l'évolution de la valeur de l'AMBI,
- et pour savoir dans quel état est le peuplement lors de la dernière année d'étude et prendre des mesures adaptées, de regarder l'EQR.

Les biocénoses des stations étudiées dans le cadre du contrôle de surveillance 2021 apparaissent majoritairement comme de bonne à très bonne qualité. En 2021, :

- Gruissan et Agde ouest se dégradent,
- 9 stations se maintiennent dans un état Moyen ou Pauvre (Carteau),
- 5 stations ont gagné en qualité et sont en état Bon à Très Bon,
- 6 stations se maintiennent dans un état Bon à Très Bon.

35

L'acquisition de données sur le long terme reste très intéressante pour observer les changements à grande échelle comme cela a été évoqué dans ce rapport ; des informations qui seront d'autant plus fiables que le nombre de stations échantillonnées sera élevé et leur positionnement respecté.

## Bibliographie

- Bernard G., Janson A.L., Gremare A., Grall J., Labrune C. & L. Gurérin (2018). Evaluation de l'état écologique Thème habitats benthiques – au titre des descripteurs 1 et 6 DCSMM- Convention de partenariat DCSMM MNHN - RESOMAR Convention MEEM – CNRS
- Bonifácio P, Grémare A, Amouroux J-M, Labrune C. (2019). Climate-driven changes in macrobenthic communities in the Mediterranean Sea: A 10-year study in the Bay of Banyuls-sur-Mer. *Ecol Evol.* 2019;00:1–16 . <https://doi.org/10.1002/ece3.5569>
- Bonifácio P., Grémare A., Gauthier O., Romero-Ramírez A., Bichon S., Amouroux, J. M., & Labrune, C. (2018). Long-term (1998 vs. 2010) large-scale comparison of soft-bottom benthic macrofauna composition in the Gulf of Lions, NW Mediterranean Sea. *Journal of Sea Research*, 131, 32–45. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.08.013>
- Bonifácio P., Grémare A., Gauthier O., Romero-Ramírez A., Bichon S., Amouroux J.M. & C. Labrune (2017). Long-term (1998 vs. 2010) large-scale comparison of soft-bottom benthic macrofauna composition in the Gulf of Lions, NW Mediterranean Sea. *Journal of Sea Research*, Elsevier, 2017, <10.1016/j.seares.2017.08.013>. <hal-01585222>
- 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.
- Dauer D.M. (1993). Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure. *Marine pollution Bulletin* 26 (5), 249-257
- Dauvin J.-C. (1993). Le benthos : témoin des variations de l'environnement. *Océanis*, 19: 25-53.
- Díaz, R.J.; Solan, M.; Valente, R.M., (2004) A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality. *J. Environ. Manag.* 73, 165–181.
- Donnay A. (2016). Le macrobenthos de substrats meubles en zone infralittorale corse. Indice et méthodologie adaptée pour un diagnostic écologique facilité. Thèse. Université de Liège : 310p +annexes
- Glémarec M. & C. Hily (1981). Perturbations apportées à la macrofaune benthique de la baie de Concarneau par les effluents urbains et portuaires. *Acta OEcologica/OEcologia*
- 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
- Grémare A., Sardá, R., Medernach, L., Jordana, E., Pinedo, S., Amouroux, J. M., ... Charles, F. (1998). On the dramatic increase of *Ditropa arietina* O. F. Müller (Annelida Polychaeta) along both the French and the Spanish Catalan Coasts. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47, 447–457.
- GT DCE Réunion "Benthos Substrats Meubles" (2017). Fascicule technique pour la mise en oeuvre du réseau de contrôle de surveillance DCE "Benthos de Substrats Meubles " à La Réunion. RST-DOI/2017-10, 58p.
- Labrune C.; Gauthier O.; Conde A.; Grall J.; Blomqvist M.; Bernard G.; Gallon R.; Dannheim J.; Van Hoey G.; Grémare A. (2021). A General-Purpose Biotic Index to Measure Changes in Benthic Habitat Quality across Several Pressure Gradients. *J. Mar. Sci. Eng.* 2021, 9, 654. [10.3390/jmse9060654](https://doi.org/10.3390/jmse9060654)
- Labrune 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.
- Labrune C., Grémare A., Guizien K. & J.M. Amouroux (2007). Long-term comparison of soft bottom macrobenthos in the Bay of Banyuls-sur-Mer (north-western Mediterranean Sea): A reappraisal. *Journal of Sea Research*, 58: 125–143
- La Rivière M., Michez N., Delavenne J., Andres S., Fréjond C., Janson A-L, Abadie A., Amouroux J-M., Bellan G., Bellan-Santini D., Chevallon P., Cimiterra N., Derolez V., Fernez T., Fourt M., Frisoni G-F., Grillas P., Harmelin J-G., Jordana E., Klecszewski M., Labrune C., Mouronval J-B., Ouisse V., Palomba L., Pasqualini V., Pelaprat C., Pérez T., Pergent G., Pergent-Martini C., Sartoretto S., Thibaut T., Vacelet J., Verlaque M., (2021). Fiches descriptives des biocénoses benthiques de Méditerranée. UMS PatriNat (OFB-CNRS-MNHN), Paris : 660 pp.(7) (PDF) Fiches descriptives des biocénoses benthiques de Méditerranée.
- 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
- Pelaprat C., Donnay A. & P. Lejeune, (2018). Mise en œuvre du contrôle de surveillance au titre de la directive cadre eau pour l'indicateur benthos de substrats meubles (Eaux côtières) 2018 - Convention STARESO/Agence de l'eau 2018 0646 : 40p + annexes
- Posey, M., Lindberg, W., Alphin, T. & F. Vose, (1996). Influence of storm disturbance on an offshore benthic community. *Bulletin of Marine Science* 59, 523–529.
- 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.
- Sánchez-Moyano J.E., García-Asencio I., Donázar-Aramendía I., J.M. Miró, C. Megina & J.C. García-Gómez (2017). BENFES, a new biotic index for assessing ecological status of soft-bottom communities. Towards a lower taxonomic complexity, greater reliability and less effort. *Marine Environmental Research*
- Simbora 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.
- Tunberg, B.G. & W.G Nelson (1998). Do climatic oscillations influence cyclical patterns of soft bottom macrobenthic communities on the Swedish west coast? *Marine Ecology Progress Series* 170, 85–94.
- Warwick, R.M., Ashman, C.M., Brown, A.R., Clarke, K.R., Dowell, B., Hart, B., Lewis, R.E., Shillabeer, N., Somerfield, P.J., & J.F. Tapp (2002). Inter-annual changes in the biodiversity and community structure of the macrobenthos in Tees Bay and the Tees estuary, UK, associated with local and regional environmental events. *Marine Ecology Progress Series* 234, 1–13.

- 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.

## Identification (liste non exhaustive)

- Arias A. & H. Paxton** (2015) Onuphis-Aponuphis (Annelida : Onuphidae) from southwestern Europe, with the description of a new species. *Zootaxa* 3949 (3): 345-469
- Artüz M.L.** (2005). A new Atlanto-Mediterranean Originates Decapod Crustacean *Ebalia granulosa* (H. Milne Edwards, 1837) in Sea of Marmara. *Zoonatantia* 1 : 129-132
- Blake J.A.** (2009). Redescription of *Capitella capitata* from west Greenland and designation of a neotype. *Zoosymposia* 2 : 55-80
- Barnich R. & D. Fiege** (2019) - Revision of the genus *Harmothoe* Kinberg, 1856 (Polychaeta Polynoidae) in the Northeast Atlantic. *Zootaxa* 2104 : 1-76
- Blake J.A.** (2017). Polychaeta Orbiniidae from Antarctica, the Southern Ocean, the Abyssal Pacific Ocean, and off South America. *Zootaxa* 4218 (1) : 001-145
- Blake J. A** (2016). *Kirkegaardia* (Polychaeta, Cirratulidae), new name for *Monticellina* Laubier, preoccupied in the Rhabdozoela, together with new records and descriptions of eight previously known and sixteen new species from the Atlantic, Pacific, and Southern Oceans. *Zootaxa* 4166(1): 001-093
- Blake J. & N. Lavesque** (2017). A new species of *Chaetozone* (Polychaeta, Cirratulidae) from the Bay of Biscay offshore France, together with a review of *Chaetozone* species from the North Atlantic and adjacent waters. *Zootaxa* 4312(3) :565-579
- Bonifacio P., Lavesque N., Bachelet G. & J. Parapar** (2015). *Anobothrus amourouxi* sp., a new species of ampharetidae (Polychaeta) from the Capbreton Canyon (bay of Biscay, NE Atlantic Ocean). *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*: 1-9 doi:10.1017/S0025315414002094
- Capaccioni-azzati R. & D. Martin** (1992) – *Pseudomastus deltaicus* gen. Et sp.n. (Polychaeta : Capitellidae) from a shallow water bay in the North- Western Mediterranean Sea. *Zoologica Scripta* 21 (3) : 247-250
- Castello J., Molina C., Constenla M. & A. Soler-Membrives** (2016). Description of *Arcturina deltoensis* sp.nov. (Crustacea, Isopoda, Arcturidae) from the Ebro Delta (Western Mediterranean Sea), with remarks on the status of the genus *Arcturina* Poisson & Maury, 1931. *Mar. Biodiv.* Doi : 10.1007/s12526-016-0624-9
- Cepeda D. & P. Lattig** (2017). New reports and description of a new species of Sabellidae (Annelida) for the Iberian Peninsula and Balearic Archipelago. *Marine Biology Research*. DOI: 10.1080/17451000.2017.1303576
- Chambers S., Lanera P. & B. Mikac** (2011). *Chaetozone carpenteri* McIntosh, 1911 from the Mediterranean Sea and records of other bidentaculate Cirratulids. *Italian Journal of Zoology*, DOI:10.1080/11250003.2011.580565
- Çinar M.E. & A. Giangrande** (2017). A new species of *Pseudobranchiomma* (Sabellidae, Polychaeta). *Mar. Biodiv.* DOI 10.1007/s12526-017-0734-z from the Sea of Marmara (Turkey)
- D'Alessandro M., Romeo T., Castriota L., Cosentino A., Perzia M. & R. Martins** (2016). New records of Lumbrineridae (Annelida : Polychaeta) in the Mediterranean biogeographic province, with an updated taxonomic key. *Italian Journal of Zoology*. DOI: 10.1080/11250003.2016.1154615
- El Haddad El Faghoulmi M.** (2015) – Révision de las familias Capitellidae (Grube, 1862) y Maldanidae (Malmgre, 1867) (Annelida, Polychaeta) en el Ambito Ibero-Balear Estudio morfológico, sistematico y faunístico. Tesis Doctoral- Universita de València. Facultad de VBiología ; 306pp
- Esquete P., Bamber R.N., Moreira J. & J.S. Troncoso** (2012). Redescription and postmarsupial development of *Apeudopsis latreillii* (Crustacea : Tanaidacea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92(5) : 1023-1042
- Esquete P., Ramos E. & R. Riera** (2016). New data on the Tanaidacea (Crustacea : Peracarida) from the Canary Island, with a description of a new species of *Apeudopsis*. *Zootaxa* 4093 : 248-260
- Fage L.** (1951). *Cumacés Faune de France* 54. Paul Lechevalier Paris. 136pp
- Fauchald, K.** (1977). The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County: Los Angeles, CA (USA) *Science Series* 28:1-188
- Faulwetter S., Chatzigeorgiou G., Galil B., Nicolaidou A. & C. Arvanitidis** (2011). *Sphaerosyllis levantina* sp. n. (Annelida) from the eastern Mediterranean, with notes on character variation in *Sphaerosyllis hystrix* Claparède, 1863. *Zookeys* 150 : 327-245
- Frustos I., Sorbe J.C. & J. Junoy** (2011). The first *Paranthura* species (Crustacea, Isopoda, Paranthuridae) from the El Cachucho Marine Protected Area (Le Danois Bank, southern Bay of Biscay). *Zootaxa* 2971 : 17-32
- Faulwetter S., Chatzigeorgiou G., Galil B.S., Nicolaidou A. & C. Arvanitidis** (2011) . *Sphaerosyllis levantina* sp. n. (Annelida) from the eastern Mediterranean, with notes on character variation in *Sphaerosyllis hystrix* Claparède, 1863. *Zookeys* 150 :327-345 DOI : 10.3897/zookeys.150.1877
- García A., Desroy N., Le Mao P. & L. Miossec** (2014) – Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidiaux et intertidaux dans le cadre de la DCE. *Façades Manche et Atlantique – Rapport AQUAREF 2014 – 13 p. + Annexes*
- Giangrande, A., Licciano M. & Wasson B.** (2014). Guide to identification of Sabellidae and Fabriciidae (Polychaeta) in north east Atlantic and Mediterranean waters for the NMBAQC taxonomic workshop 1-91
- Giangrande, A. Caruso L. P. G., Mikac B. & M. Licciano** (2015): The genus *Megalomma* (Annelida: Sabellidae) in the Mediterranean Sea, with description of two new species from Italian and Croatian coasts, *Italian Journal of Zoology*, DOI: 10.1080/11250003.2015.1072251
- Giannuzzi-Savelli R., Pusateri F., palmeri A. & C. Ebreo** (2002). *Atlante delle conchiglie marine del mediterraneo*. vol2 Ed. Evolver, 258pp.
- Gil J.** (2011). The European fauna of Annelida Polychaeta I. Tese Universidade de Lisboa : 1-596
- Gil J.** (2011). The European fauna of Annelida Polychaeta II. Tese Universidade de Lisboa : 597-1205
- Gofas S., Moreno D. y Salas C. (coords.)** (2011). *Moluscos marinos de Andalucía*. Volumen I, pp. i-xvi y 1-342; Volumen II, pp. i-xii y 343-809. Málaga: Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Málaga.
- Jirkov I.A., Parapar J. & J. Moreira** (2017). Primer registro de *Phisidia oculata* (Langerhans, 1881) (Annelida, Terebellinae) tras le description original. *Grasiella* 73(2)
- Loia M., Nicoletti L. & B. La Porta** (2017). First record of genus *Paramphitrite* (Polychaeta : Terebellidae) in Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity Records* 10 :11
- Lavesque N., Hutchings P., Londoño-Mesa M.H., Nogueira J.M.M., Daffe G., Nygren A., Blanchet H., Bonifácio P., Broudin C., Dauvin J.-C., Droual G., Gouillieux B., Grall J., Guyonnet B., Houbin C., Humbert S., Janson A.-L., Jourde J., Labruno C., Lamarque B., Latry L., Le Garrec V., Pelaprat C., Pezy J.-P., Sauriau P.-G. & De Montaudouin X.** (2021). The “Spaghetti Project”: the final identification guide to European Terebellidae (sensu lato) (Annelida, Terebelliformia). *European Journal of Taxonomy* 782: 108–156. <https://doi.org/10.5852/ejt.2021.782.1593>
- Lavesque, N., Gouillieux, B., de Montaudouin, X., Bachelet, G., Bonifácio, P., & E. Simonet** (2014). Premier signalement de l'espèce introduite *Grandidierella japonica* Stephensen, 1938 (Crustacea : Amphipoda : Aoridae) dans le bassin d'Arcachon. *An Aod – Les cahiers naturalistes de l'Observatoire marin* 3(1):11-19.
- Lavesque, N., Sorbe, J.C., Bachelet, G., Gouillieux, B., de Montaudouin, X., Bonifácio, P., Blanchet, H. & S. Dubois** (2013). Recent discovery of *Paranthura japonica* Richardson, 1909 (Crustacea: Isopoda: Paranthuridae) in European marine waters (Arcachon Bay, Bay of Biscay). *BioInvasions Records*. 2(3): 215-219
- Le Garrec, V., Grall, V., Chevalier, C., Guyonnet, B., Jourde, J.,**

- Lavesque, N., Bonifácio, P. & J.A., Blake (2016).** Chaetozone corona (Polychaeta, Cirratulidae) in the Bay of Biscay: a new alien species for the North-east Atlantic waters? *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 1-3. doi:10.1017/S0025315416000540
- Jirkov A.I. & M.K. Leontovich (2011).** Identification keys for Terebellomorpha ( Polychaeta ) of the Eastern Atlantic and the North Polar Basin . *Ampharetidae. Invertebrate Zoology* 10(2) : 217-243
- Jirkov A.I. & M.K. Leontovich (2017).** Review of genera within the Axionice/Pista complex (Polychaeta, Terebellidae), with discussion of the taxonomic definition of other Terebellidae with large lateral lobes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 97(5), 911–934
- Massé C. et Guérin L. (2017).** Évaluation 2018 de la pression biologique par les espèces non indigènes marines en France Métropolitaine. Muséum National d'Histoire Naturelle (UMS 2006 Patrimoine Naturel), stations marines de Dinard et d'Arcachon. 84 p + annexes
- Martins R., Carrera-Parra L.F., Quintino V. & A.M. Rodrigues (2012) -** Lumbrineridae (Polychaeta) from the Portuguese continental shelf (NE Atlantic) with the description of four new species. *Zootaxa* 3416 : 1-21
- Myers A.A. & S.E. LeCroy (2009).** Dexaminidae. *Zootaxa* 2260 : 393-424
- Parapar J., Alos C., Nunez J., Moreira J., Lopez E., Aguirrezabalaga F., Besteiro C., & A. Martinez (2012).** Annelida Polychaeta III. En : fauna Ibérica, vol 36. Ramos, M.A. et al. (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 416pp.
- Poppe, G.T. & Y. Goto (1991).** European Seashells. Vol.I. 352 pp.
- Poppe, G.T. & Y. Goto (1991).** European Seashells. Vol.II. 221 pp.
- Ruffo S. (1982).** The Amphipoda of mediterranean part (1) Gammaridae. Mémoire de l'institut océanographie, Monaco, n°13: 364 p.
- Ruffo S. (1989).** The Amphipoda of mediterranean part (2) Gammaridae. Mémoire de l'institut océanographie, Monaco, n°13: 576 p.
- Ruffo S. (1993).** The Amphipoda of mediterranean part (3) Gammaridae, Ingolfiellidae, Caprellidae. Mémoire de l'institut océanographie, Monaco, n°13: 813 p.
- Saiz Salinas J.I. (1993).** Sipuncula. En : fauna Ibérica, vol 4. Ramos, M.A. et al. (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 200pp.
- Salazar-Vallejo S.I. & G. Buzhinskaya (2011).** Revision of Diplocirrus Haase, 1015, including Bradiella Rullier, 1965, and Diversibranchius Buzhinskaja, 1993 (Polychaeta, Flabelligeridae). *Zookeys* 106 :1-45
- San martin G. (2003).** Annelida Polychaeta II : Syllidae. En : fauna Ibérica, vol 21. Ramos, M.A. et al. (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 544pp.
- Scaperotta M, Bartolini S. & C. Bogi (2012).** Stadi di accrescimento dei molluschi marini del mediterraneo vol V-192pp; Encyclopedia of marine bivalves- ConchBooks-302p
- Scaperotta M, Bartolini S. & C. Bogi (2012).** Stadi di accrescimento dei molluschi marini del mediterraneo volIV
- Shalla S. (2011)** Identification guide to british cumaceans. NMBACQ Workshop 2010
- Sikorski, A.V. and Radashevsky, V.I. and Castelli, A. and Pavlova, L.V. and Nygren, A. and Malyar, V.V. and Borisova, P.B. and Mikac, B. and Rousou, M. and Martin, D. and Gil, J. and Pacciardi, L. and Langeneck, J., (2021).** Revision of the Laonice bahusiensis complex (Annelida: Spionidae) with a description of three new species. *Zootaxa* volume 4996(2):253-283
- Teaca A., M.T. Gomiou (2007).** Contributions to species knowledge of Ampelisca genus at the Black Sea Romanian littoral. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 38.
- Viétez J.M., Alos C., Parapar J., Besyeiro C., Moreira J., Laborda J., & G. San Martin (2014).** Annelida Polychaeta I. En : fauna Ibérica, vol 25. Ramos, M.A. et al. (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 530pp.
- Warren L.M., P.A. Hutchings and S. Doyle (1994).** A revision of the genus *Mediomastus* Hartman, 1944. *Records of the Australian Museum* 46(3) : 227-256
- Warren L. (1979).** *Medimastus fragilis* a species newly recorded from british wters. *J. mar. Biol. As. U.K.* 59 : 757-760

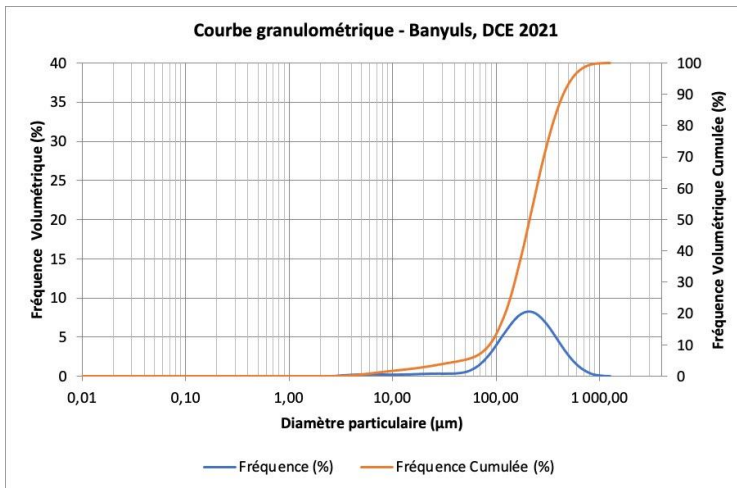


# Annexes

Tableau 14 – Évolution de la valeur de l'AMBI pour chaque station dans le cadre des campagnes DCE (2006,2009, 2012, 2015, 2018 et 2021) du Contrôle de surveillance et du Contrôle opérationnel des eaux côtières de Méditerranée française

		AMBI					
		2006	2009	2012	2015	2018	2021
Contrôle de surveillance	Cerbère	0,84	1,59	1,29	1,36		
	Banyuls	0,73	1,10	1,23	1,40		0,95
	Collioure	1,18	1,49	1,45	1,33		
	Leucate	1,53	1,07	1,24	1,09		0,95
	Gruissan	1,19	0,89	0,79	1,08		1,78
	Agde W	0,66	1,45	1,37	1,16		1,72
	Agde E		1,22	1,09			
	Espiguette	1,47	1,18	1,41	1,23		
	Grau du Roi		1,38	1,56	1,66	1,53	1,11
	Beauduc	1,45	0,98	1,51	1,19	1,45	1,56
	Faraman	1,00	1,78	0,99	0,68		
C.op.	Sète		1,23				
Contrôle de surveillance	Fos	1,36	1,48	1,48	1,94	1,62	1,99
	Carteau/Ponteau	1,59	1,85	2,16	2,81	2,41	2,14
	Carry	1,47	1,49	1,45	1,64	1,12	0,92
	Ile Maire	1,38	1,49	1,49	1,51		
	Cassis	1,30	1,41	1,69	1,60		1,47
	Prado	1,42	1,49	1,41	1,40		
	Toulon Gde rade	1,30	1,79	1,62	1,60		1,93
	Ile des Embiez	1,31	1,58	1,32	1,52		
	Ile du levant	1,24	1,21	1,54	1,78		
	Ile Jarre			1,47			
	Lavandou		1,12	1,67			
	Porquerolles	1,40	1,15	1,57	1,49	1,35	
	Panpelone		1,34	1,52	1,61		
	St Raphael	2,26	1,49	1,70	1,63		1,58
	Antibes Nord	1,28	1,24	1,54	0,81		1,14
	Antibes Sud	1,45	1,64	2,41	2,33		1,87
	Rade de villefranche		1,44	1,74	2,10	1,51	1,75
	Aéroport Nice	1,36	1,38	1,86	1,66		
	Menton		2,10	1,85	2,09		1,69
C. op.	Marseille Petite jetée		1,37				
	Ile plane		1,43				
	Monaco		1,76				
C. de surveillance	Aleria-Bravone	1,53	1,56	1,50	1,50		1,39
	Rondinara	1,51	1,48	1,38	1,83	1,46	1,93
	Calvi	1,64	1,35	1,45	1,53	1,41	1,15
	Figari-Bruzzi	1,54	1,28	1,75	1,44		1,31
	Cargèse	1,83	1,37	1,24	1,62	1,38	1,28
Rogliano	1,51	1,37	1,47	1,74	1,42	1,53	
C. operationnel	Canari littoral		1,46				1,78
	bastiais/Biguglia		1,74				
	Golfe d'Ajaccio		1,75				
	Baie de Sant'Amanza		1,79				
	Golfe de StFlorent		2,20				
	Goulet de Bonifacio		2,55		2,43		2,11
	Golfe de Proto Vecchio		2,61				1,66

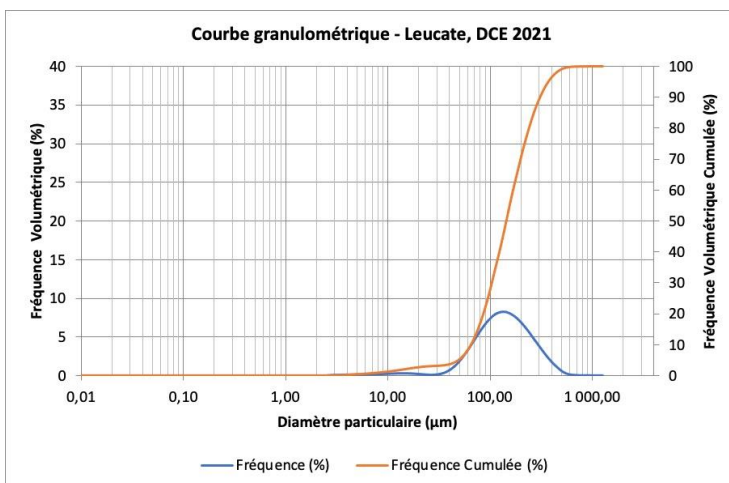
## Granulométrie – Banyuls 2021



Les fonds sédimentaires de Banyuls se composent de sables fins relativement homogènes.



## Granulométrie – Leucate 2021



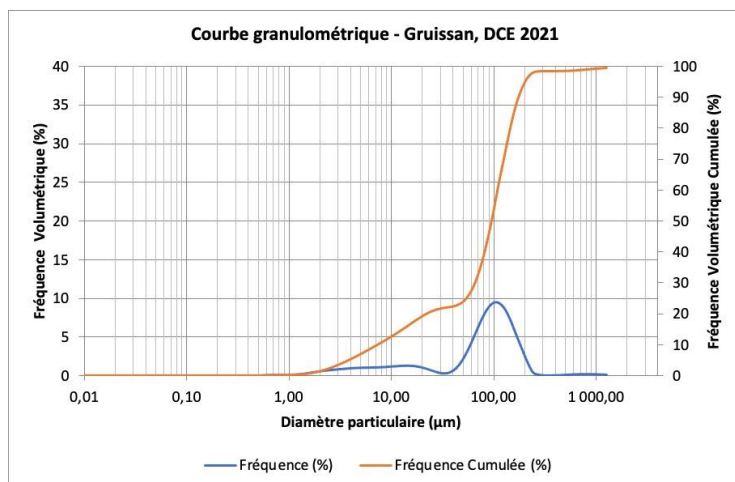
Les fonds sédimentaires de Leucate se composent de sables fins relativement homogènes.



Maille $\mu\text{m}$	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	4,58	4,58
63	1,79	6,37
80	2,51	8,88
100	4,56	13,44
125	7,61	21,05
160	12,20	33,25
200	13,58	46,83
250	14,33	61,16
315	13,78	74,94
500	18,33	93,27
630	4,15	97,42
800	1,92	99,34
1000	0,56	99,90
1250	0,10	100,00
1600	0,00	100,00
2000	0,00	100,00
2500	0,00	100,00
3150	0,00	100,00

Maille $\mu\text{m}$	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	3,67	3,67
63	5,76	9,43
80	7,80	17,23
100	10,69	27,92
125	13,30	41,22
160	15,85	57,07
200	13,50	70,57
250	11,43	82,00
315	8,84	90,84
500	8,20	99,04
630	0,80	99,84
800	0,13	99,97
1000	0,02	99,99
1250	0,01	100,00
1600	0,00	100,00
2000	0,00	100,00
2500	0,00	100,00
3150	0,00	100,00

### Granulométrie – Gruissan 2021

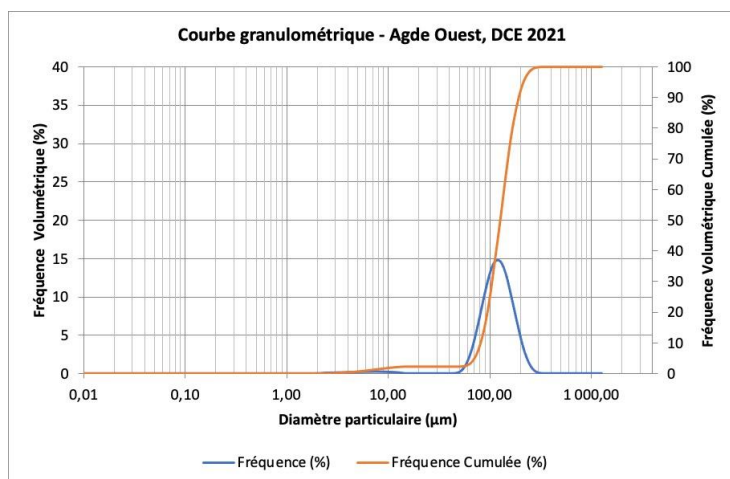


Les fonds sédimentaires de Gruissan se composent de sables fins très légèrement envasés

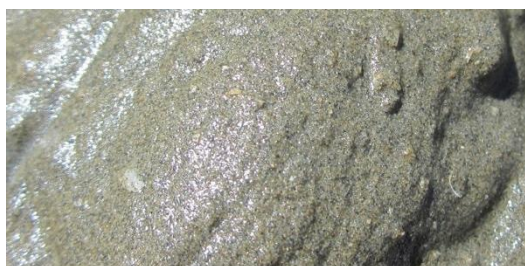


Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	22,38	22,38
63	6,61	28,99
80	10,45	39,44
100	14,41	53,85
125	16,44	70,29
160	15,66	85,95
200	8,74	94,69
250	3,45	98,14
315	0,38	98,52
500	0,05	98,57
630	0,17	98,74
800	0,28	99,02
1000	0,29	99,31
1250	0,24	99,55
1600	0,17	99,72
2000	0,12	99,84
2500	0,09	99,93
3150	0,07	100,00

### Granulométrie – Agde Ouest 2021

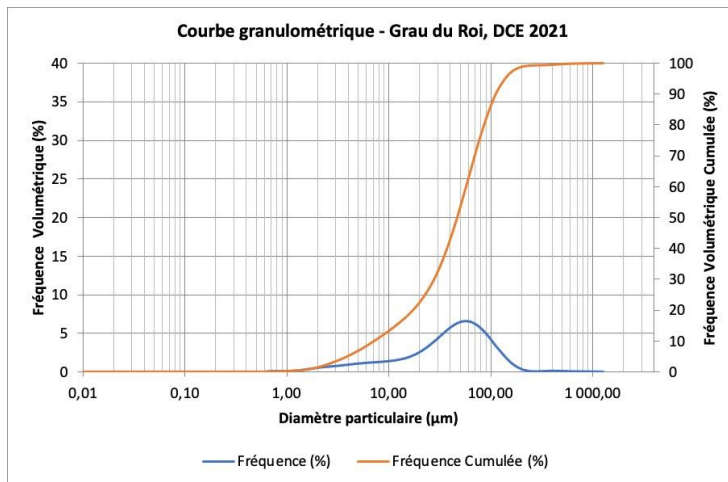


Les fonds sédimentaires d'Agde Ouest se composent de sables fins relativement homogènes.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	2,27	2,27
63	1,03	3,30
80	6,50	9,80
100	15,41	25,21
125	23,92	49,13
160	26,84	75,97
200	15,88	91,85
250	6,75	98,60
315	1,37	99,97
500	0,03	100,00
630	0,00	100,00
800	0,00	100,00
1000	0,00	100,00
1250	0,00	100,00
1600	0,00	100,00
2000	0,00	100,00
2500	0,00	100,00
3150	0,00	100,00

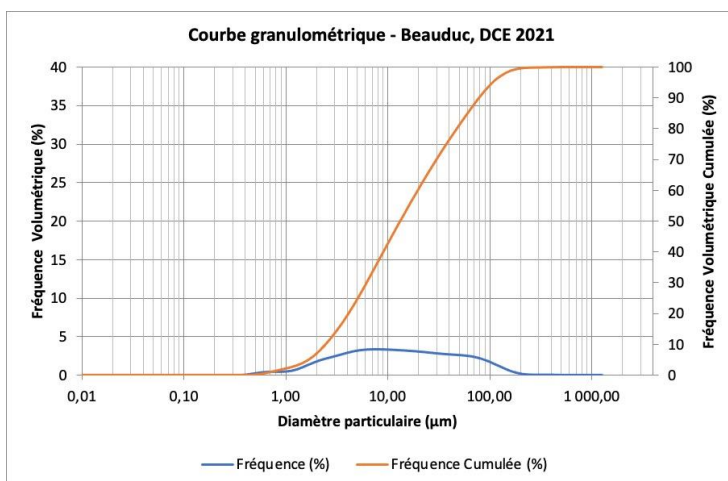
## Granulométrie – Grau du Roi 2021



Les fonds sédimentaires échantillonnés au Grau du Roi sont constitués de sédiments fins, avec une proportion de fraction fine supérieure à 65 %.



## Granulométrie – Beauduc 2021



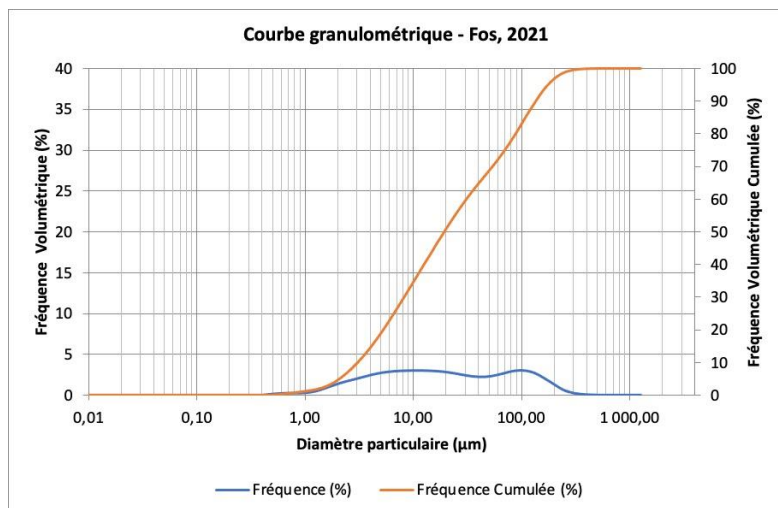
Les fonds sédimentaires de Beauduc se composent de sédiments vaseux avec une fraction fine supérieure à 85%.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	43,03	43,03
63	22,11	65,14
80	11,78	76,92
100	9,33	86,25
125	6,71	92,96
160	4,21	97,17
200	1,59	98,76
250	0,48	99,24
315	0,09	99,33
500	0,36	99,69
630	0,15	99,84
800	0,08	99,92
1000	0,05	99,97
1250	0,03	100,00
1600	0,00	100,00
2000	0,00	100,00
2500	0,00	100,00
3150	0,00	100,00

Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	76,44	76,44
63	9,44	85,88
80	4,55	90,43
100	3,69	94,12
125	2,80	96,92
160	1,88	98,80
200	0,76	99,56
250	0,25	99,81
315	0,07	99,88
500	0,12	100,00
630	0,00	100,00
800	0,00	100,00
1000	0,00	100,00
1250	0,00	100,00
1600	0,00	100,00
2000	0,00	100,00
2500	0,00	100,00
3150	0,00	100,00

## Granulométrie – Fos 2021



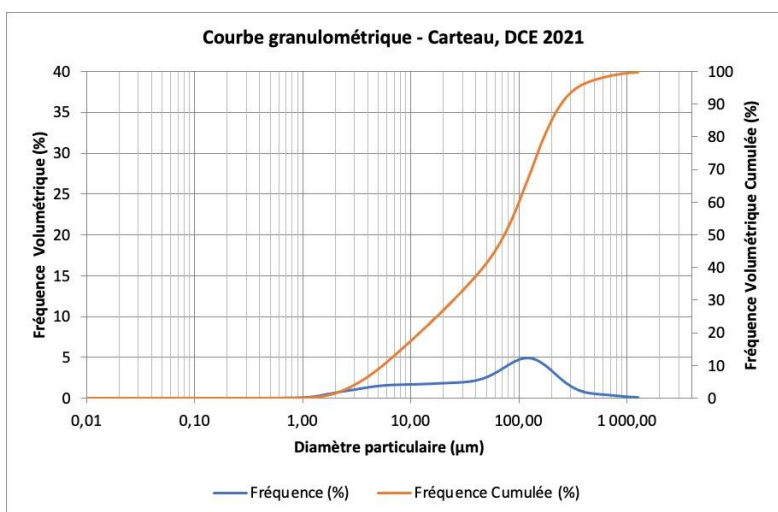
Les fonds sédimentaires de Fos sont des sédiments fins et vaseux, où la fraction fine constitue plus de 72 %.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	64,80	64,80
63	8,17	72,97
80	4,94	77,91
100	5,13	83,04
125	5,27	88,31
160	5,13	93,44
200	3,37	96,81
250	1,97	98,78
315	0,86	99,64
500	0,35	99,99
630	0,01	100,00
800	0,00	100,00
1000	0,00	100,00
1250	0,00	100,00
1600	0,00	100,00
2000	0,00	100,00
2500	0,00	100,00
3150	0,00	100,00

44

## Granulométrie – Carteau 2021

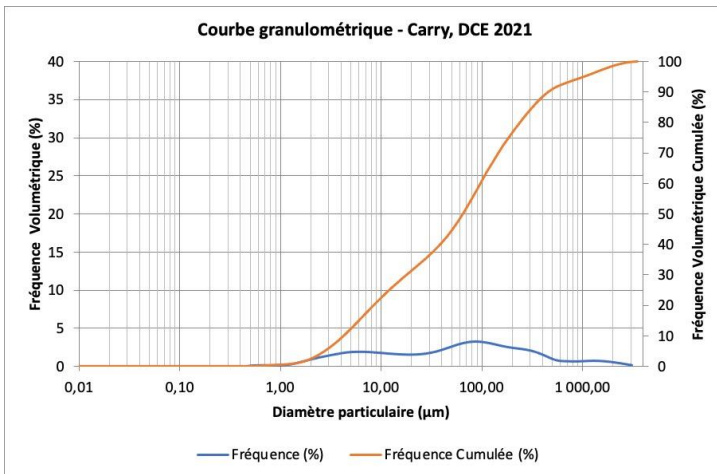


Les fonds sédimentaires de Carteau se composent de sables fins modérément envasés associé à des fibres végétales.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	37,42	37,42
63	8,84	46,26
80	6,42	52,68
100	7,37	60,05
125	8,39	68,44
160	9,32	77,76
200	7,26	85,02
250	5,46	90,48
315	3,68	94,16
500	3,35	97,51
630	0,91	98,42
800	0,71	99,13
1000	0,45	99,58
1250	0,26	99,84
1600	0,14	99,98
2000	0,02	100,00
2500	0,00	100,00
3150	0,00	100,00

## Granulométrie – Carry 2021

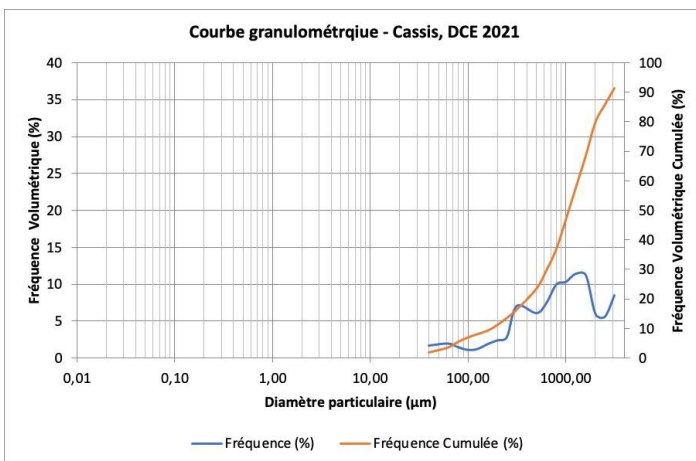


Les fonds sédimentaires de Carry se composent de sédiments fins envasés, avec une fraction fine proche de 50 %.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	40,56	40,56
63	8,86	49,42
80	5,77	55,19
100	5,68	60,87
125	5,56	66,43
160	5,63	72,06
200	4,57	76,63
250	4,21	80,84
315	4,03	84,87
500	6,03	90,90
630	1,60	92,50
800	1,25	93,75
1000	1,11	94,86
1250	1,18	96,04
1600	1,37	97,41
2000	1,11	98,52
2500	0,85	99,37
3150	0,63	100,00

## Granulométrie – Cassis 2021

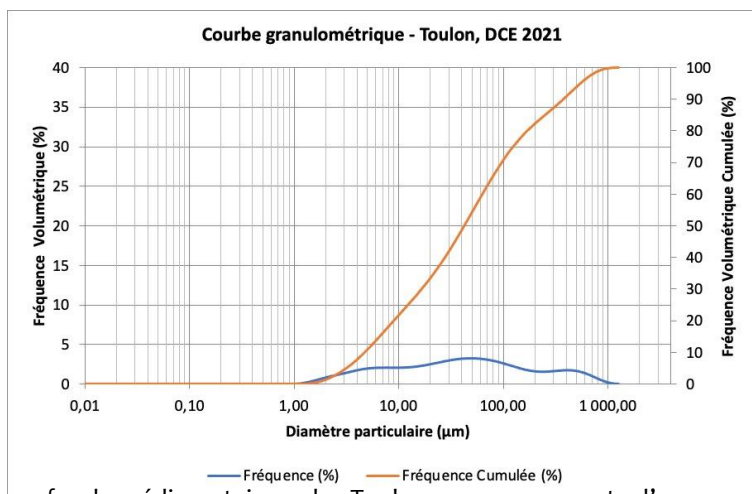


Les fonds sédimentaires de Cassis se composent d'un continuum sédimentaire où la fraction grossière est dominante.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	1,73	1,73
63	1,69	3,42
80	1,96	5,39
100	1,45	6,84
125	1,11	7,94
160	1,22	9,16
200	1,90	11,06
250	2,39	13,46
315	2,83	16,29
500	7,07	23,36
630	6,10	29,46
800	7,43	36,88
1000	9,99	46,87
1250	10,34	57,21
1600	11,42	68,63
2000	11,25	79,87
2500	6,01	85,88
3125	5,60	91,48
>3125	8,52	100,00

### Granulométrie – Toulon grande rade



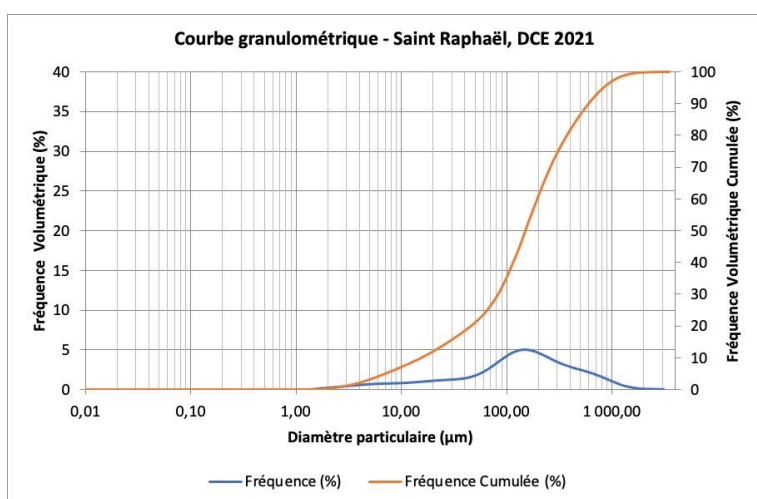
Les fonds sédimentaires de Toulon se composent d'un continuum sédimentaire dominé par des vases.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	48,70	48,70
63	11,38	60,08
80	5,78	65,86
100	4,97	70,83
125	4,37	75,20
160	4,05	79,25
200	3,04	82,29
250	2,74	85,03
315	2,81	87,84
500	6,09	93,93
630	2,81	96,74
800	2,08	98,82
1000	0,96	99,78
1250	0,22	100,00
1600	0,00	100,00
2000	0,00	100,00
2500	0,00	100,00
3150	0,00	100,00

46

### Granulométrie – St Raphael 2021

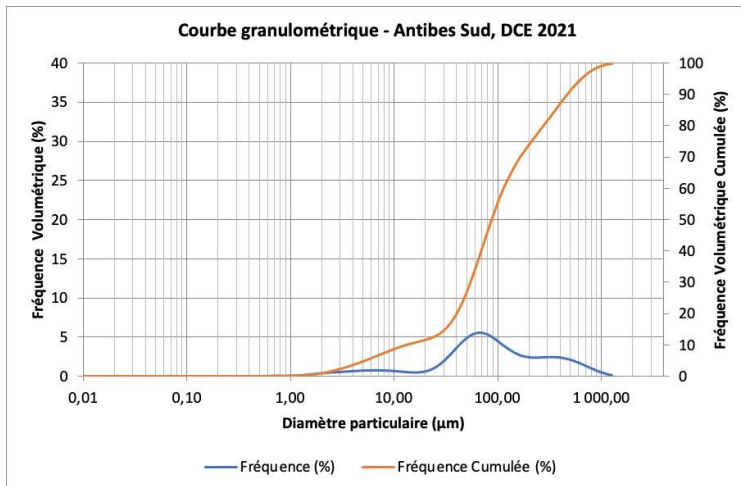


Les fonds sédimentaires de Saint Raphaël se composent de sables fins légèrement envasés.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	18,48	18,48
63	5,94	24,42
80	4,82	29,24
100	6,07	35,31
125	7,61	42,92
160	9,48	52,40
200	8,55	60,95
250	7,79	68,74
315	6,96	75,70
500	10,82	86,52
630	4,32	90,84
800	3,66	94,50
1000	2,54	97,04
1250	1,62	98,66
1600	0,85	99,51
2000	0,29	99,80
2500	0,12	99,92
3125	0,08	100,00

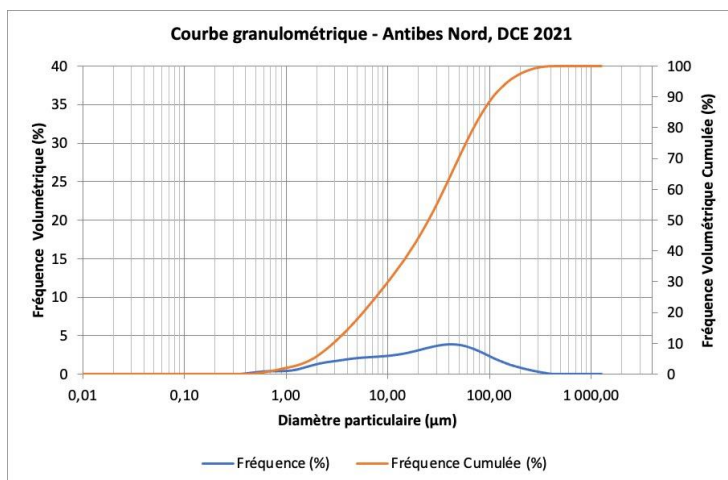
## Granulométrie – Antibes Sud 2021



Les fonds sédimentaires d'Antibes Sud se composent essentiellement de sédiments fins



## Granulométrie – Antibes Nord 2021



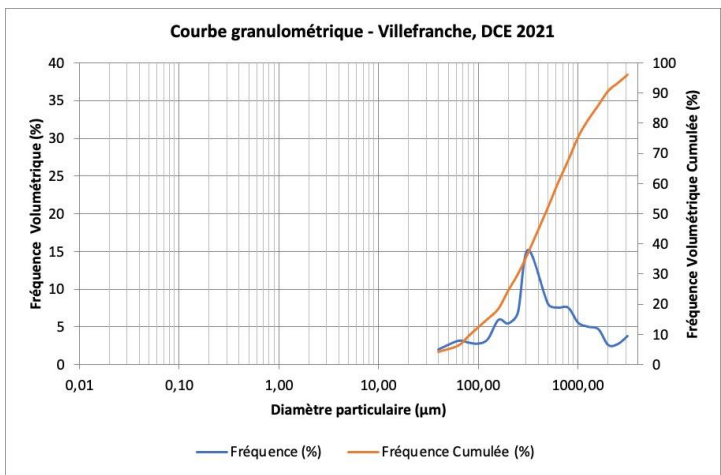
Les fonds sédimentaires d'Antibes Nord se composent de sédiments fins dominés par des vases.



Maille μm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	19,94	19,94
63	16,13	36,07
80	10,35	46,42
100	9,04	55,46
125	7,51	62,97
160	6,40	69,37
200	4,64	74,01
250	4,22	78,23
315	4,36	82,59
500	8,65	91,24
630	3,61	94,85
800	2,74	97,59
1000	1,55	99,14
1250	0,69	99,83
1600	0,16	99,99
2000	0,01	100,00
2500	0,00	100,00
3150	0,00	100,00

Maille μm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	63,48	63,48
63	13,70	77,18
80	6,36	83,54
100	4,98	88,52
125	3,87	92,39
160	3,12	95,51
200	1,96	97,47
250	1,34	98,81
315	0,82	99,63
500	0,37	100,00
630	0,00	100,00
800	0,00	100,00
1000	0,00	100,00
1250	0,00	100,00
1600	0,00	100,00
2000	0,00	100,00
2500	0,00	100,00
3125	0,00	100,00

## Granulométrie – Villefranche 2021

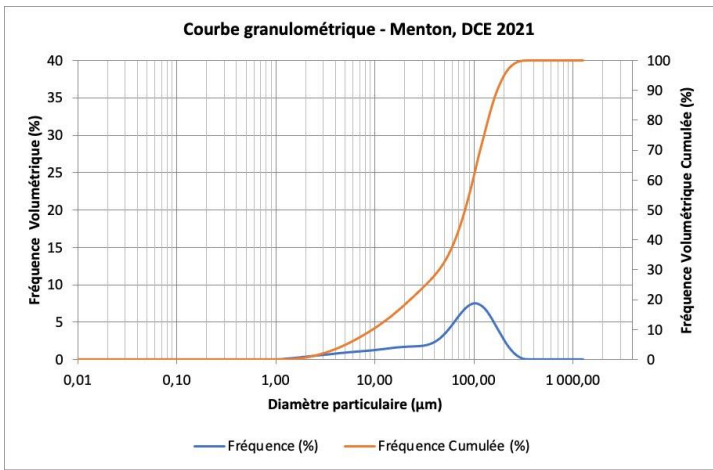


Les fonds sédimentaires de Villefranche se composent d'un continuum sédimentaire dominés par des sables moyens.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	4,26	4,26
63	2,03	6,29
80	3,16	9,45
100	2,95	12,40
125	2,80	15,20
160	3,39	18,59
200	5,96	24,56
250	5,48	30,04
315	6,91	36,95
500	15,25	52,21
630	8,09	60,30
800	7,60	67,90
1000	7,56	75,46
1250	5,59	81,05
1600	5,06	86,11
2000	4,71	90,81
2500	2,63	93,44
3150	2,75	96,19
>3125	3,81	100,00

## Granulométrie – Menton 2021

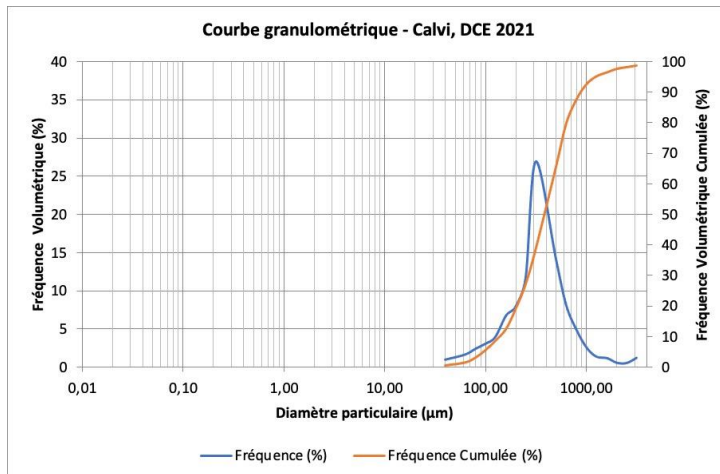


Les fonds sédimentaires de Menton se composent de sables fins légèrement envasés.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	28,12	28,12
63	11,22	39,34
80	10,13	49,47
100	12,07	61,54
125	13,04	74,58
160	12,54	87,12
200	7,61	94,73
250	3,92	98,65
315	1,28	99,93
500	0,07	100,00
630	0,00	100,00
800	0,00	100,00
1000	0,00	100,00
1250	0,00	100,00
1600	0,00	100,00
2000	0,00	100,00
2500	0,00	100,00
3125	0,00	100,00

## Granulométrie – Calvi 2021

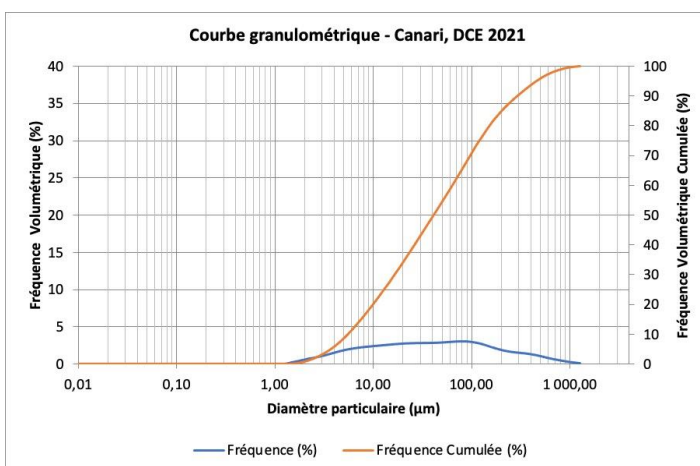


Les sédiments échantillonnés à Calvi sont composés d'un continuum sédimentaire, dominé par des sables moyens.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	0,64	0,64
63	0,95	1,59
80	1,62	3,22
100	2,39	5,60
125	3,04	8,64
160	3,90	12,54
200	6,72	19,26
250	7,94	27,20
315	11,60	38,80
500	26,91	65,71
630	14,08	79,79
800	8,09	87,88
1000	4,81	92,69
1250	2,55	95,24
1600	1,36	96,60
2000	1,15	97,75
2500	0,54	98,29
3125	0,52	98,81
>3125	1,19	100,00

## Granulométrie – Canari 2021

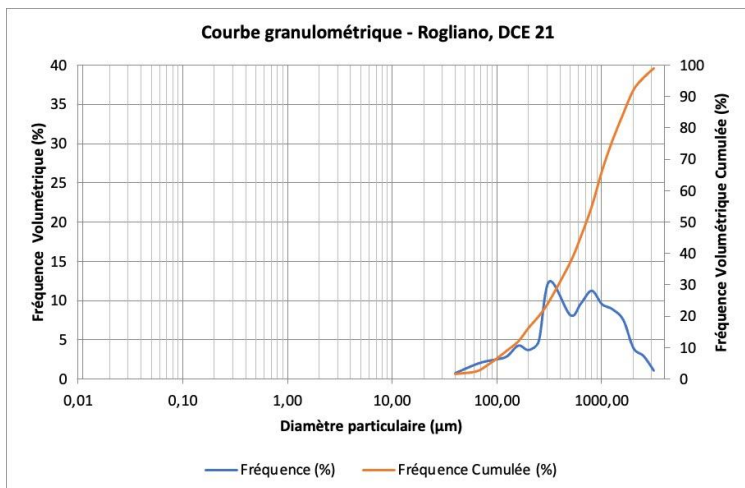


Les fonds sédimentaires de Canari se composent de sédiments fins dominés par des vases.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	49,40	49,40
63	10,34	59,74
80	5,67	65,41
100	5,36	70,77
125	5,14	75,91
160	5,05	80,96
200	3,82	84,78
250	3,21	87,99
315	2,90	90,89
500	4,91	95,80
630	1,76	97,56
800	1,25	98,81
1000	0,72	99,53
1250	0,37	99,90
1600	0,10	100,00
2000	0,00	100,00
2500	0,00	100,00
3150	0,00	100,00

## Granulométrie – Rogliano 2021

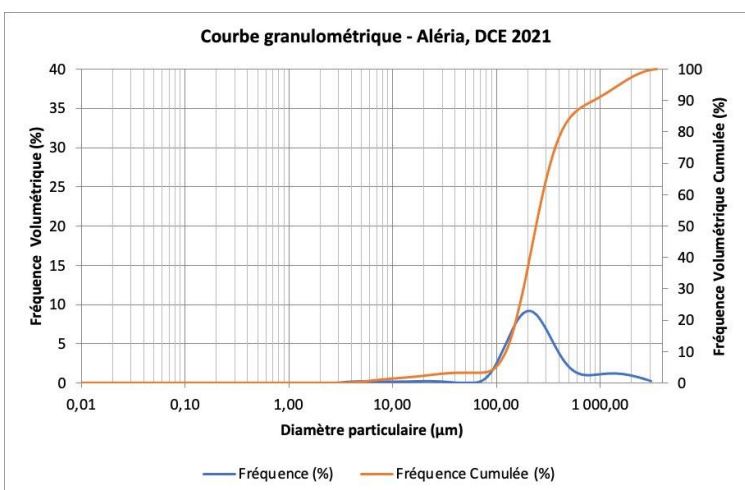


Le sédiment de Rogliano est composé de différents types sédimentaires avec une dominance des sédiments grossiers.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	1,59	1,59
63	0,78	2,36
80	1,89	4,26
100	2,30	6,55
125	2,53	9,08
160	2,91	11,99
200	4,27	16,26
250	3,71	19,96
315	4,80	24,76
500	12,39	37,15
630	8,13	45,28
800	9,58	54,86
1000	11,21	66,07
1250	9,52	75,58
1600	8,90	84,48
2000	7,52	92,00
2500	3,95	95,95
3125	2,94	98,90
>3125	1,10	100,00

## Granulométrie – Aleria 2021

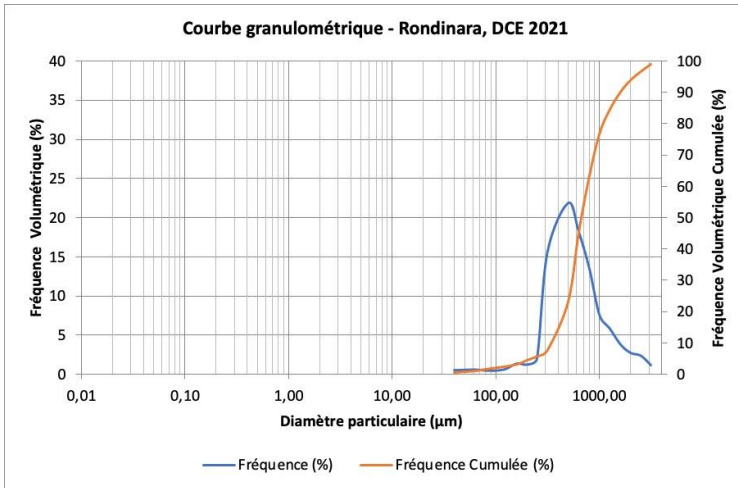


Les fonds sédimentaires d’Aléria se composent de sables fins relativement homogènes.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	3,21	3,21
63	0,02	3,23
80	0,26	3,49
100	1,75	5,24
125	5,29	10,53
160	11,54	22,07
200	14,66	36,73
250	15,92	52,65
315	14,70	67,35
500	16,71	84,06
630	3,27	87,33
800	2,07	89,40
1000	1,76	91,16
1250	1,97	93,13
1600	2,32	95,45
2000	1,92	97,37
2500	1,51	98,88
3150	1,12	100,00

## Granulométrie – Rondinar 2021

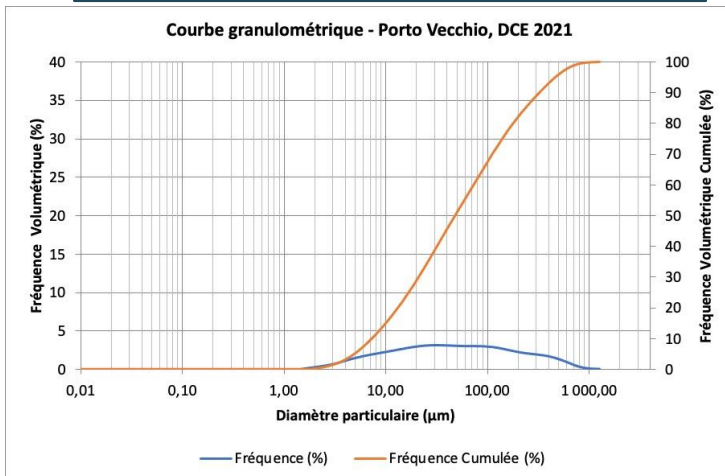


Les fonds sédimentaires de Rondinara se composent de sables grossiers relativement homogènes.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	0,49	0,49
63	0,48	0,98
80	0,56	1,53
100	0,44	1,98
125	0,43	2,41
160	0,64	3,05
200	1,34	4,39
250	1,21	5,60
315	1,96	7,56
500	15,55	23,10
630	21,88	44,98
800	18,25	63,23
1000	13,46	76,69
1250	7,53	84,22
1600	5,86	90,07
2000	3,75	93,83
2500	2,70	96,52
3125	2,34	98,87
>3125	1,13	100,00

## Granulométrie – Porto-Vecchio 2021

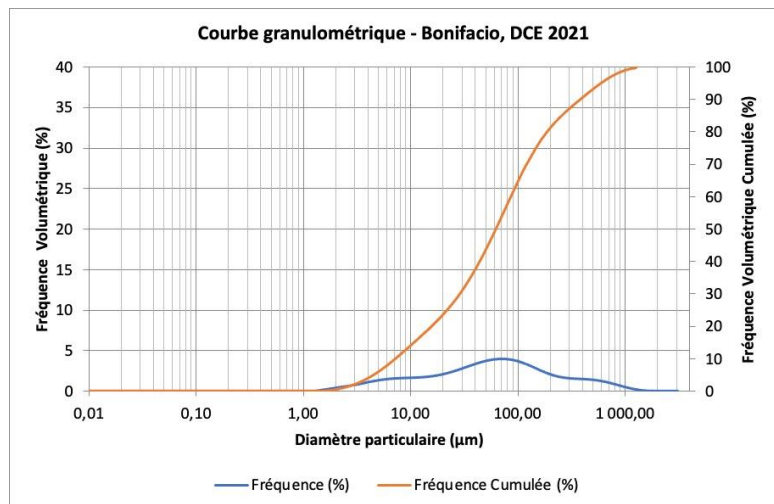


Les fonds sédimentaires de Porto Vecchio se composent d'un continuum sédimentaire où la fraction fine constitue plus de 50 % du sédiment.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	45,65	45,65
63	10,91	56,56
80	5,65	62,21
100	5,25	67,46
125	5,12	72,58
160	5,27	77,85
200	4,27	82,12
250	3,84	85,96
315	3,65	89,61
500	6,27	95,88
630	2,18	98,06
800	1,30	99,36
1000	0,46	99,82
1250	0,12	99,94
1600	0,05	99,99
2000	0,01	100,00
2500	0,00	100,00
3150	0,00	100,00

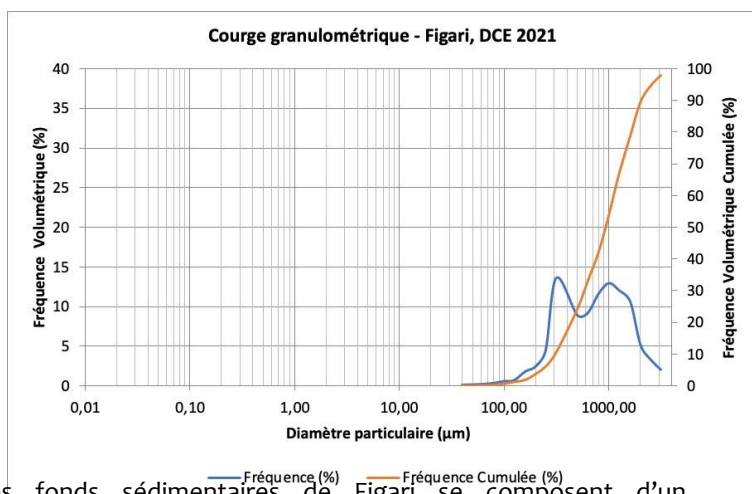
### Granulométrie – Bonifacio 2021



Les fonds sédimentaires de Bonifacio se composent de sédiments fins dominés par des vases.



### Granulométrie – Figari Bruzzi 2021



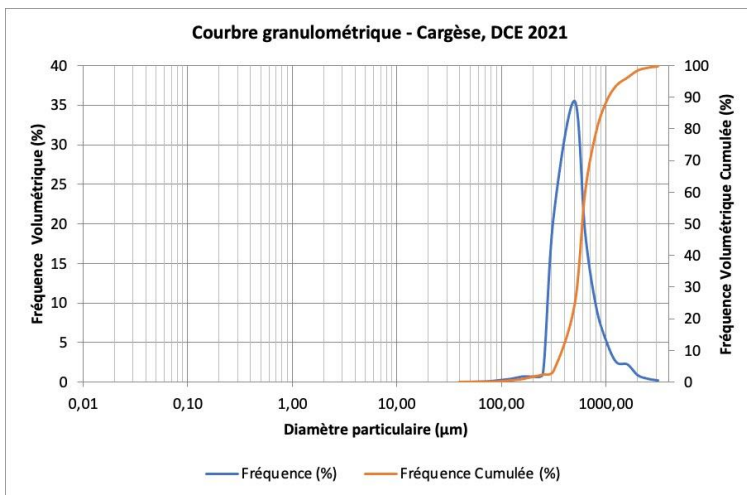
Les fonds sédimentaires de Figari se composent d'un continuum sédimentaire avec 2 stocks dominant, les sables très



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	37,56	37,56
63	12,90	50,46
80	7,42	57,88
100	6,82	64,70
125	6,30	71,00
160	5,92	76,92
200	4,30	81,22
250	3,47	84,69
315	3,04	87,73
500	5,42	93,15
630	2,44	95,59
800	2,05	97,64
1000	1,34	98,98
1250	0,72	99,70
1600	0,28	99,98
2000	0,02	100,00
2500	0,00	100,00
3125	0,00	100,00

Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	0,15	0,15
63	0,10	0,24
80	0,20	0,44
100	0,33	0,77
125	0,55	1,32
160	0,68	2,00
200	1,79	3,80
250	2,42	6,21
315	4,43	10,64
500	13,61	24,25
630	8,91	33,16
800	9,18	42,34
1000	11,64	53,98
1250	12,94	66,92
1600	12,04	78,96
2000	10,59	89,55
2500	5,15	94,70
3150	3,29	97,98
>3125	2,02	100,00

## Granulométrie – Cargèse 2021



Les fonds sédimentaires de Cargèse se composent de sables grossiers relativement homogènes, avec un peu de débris coquilliers.



Maille µm	Fréquence (%)	Fréquence cumulée (%)
40	0,02	0,02
63	0,03	0,04
80	0,06	0,11
100	0,13	0,24
125	0,28	0,52
160	0,42	0,94
200	0,71	1,65
250	0,71	2,36
315	1,07	3,44
500	20,77	24,20
630	35,55	59,75
800	19,03	78,77
1000	9,66	88,44
1250	5,26	93,69
1600	2,54	96,23
2000	2,24	98,47
2500	0,88	99,35
3125	0,43	99,78
>3125	0,22	100,00



