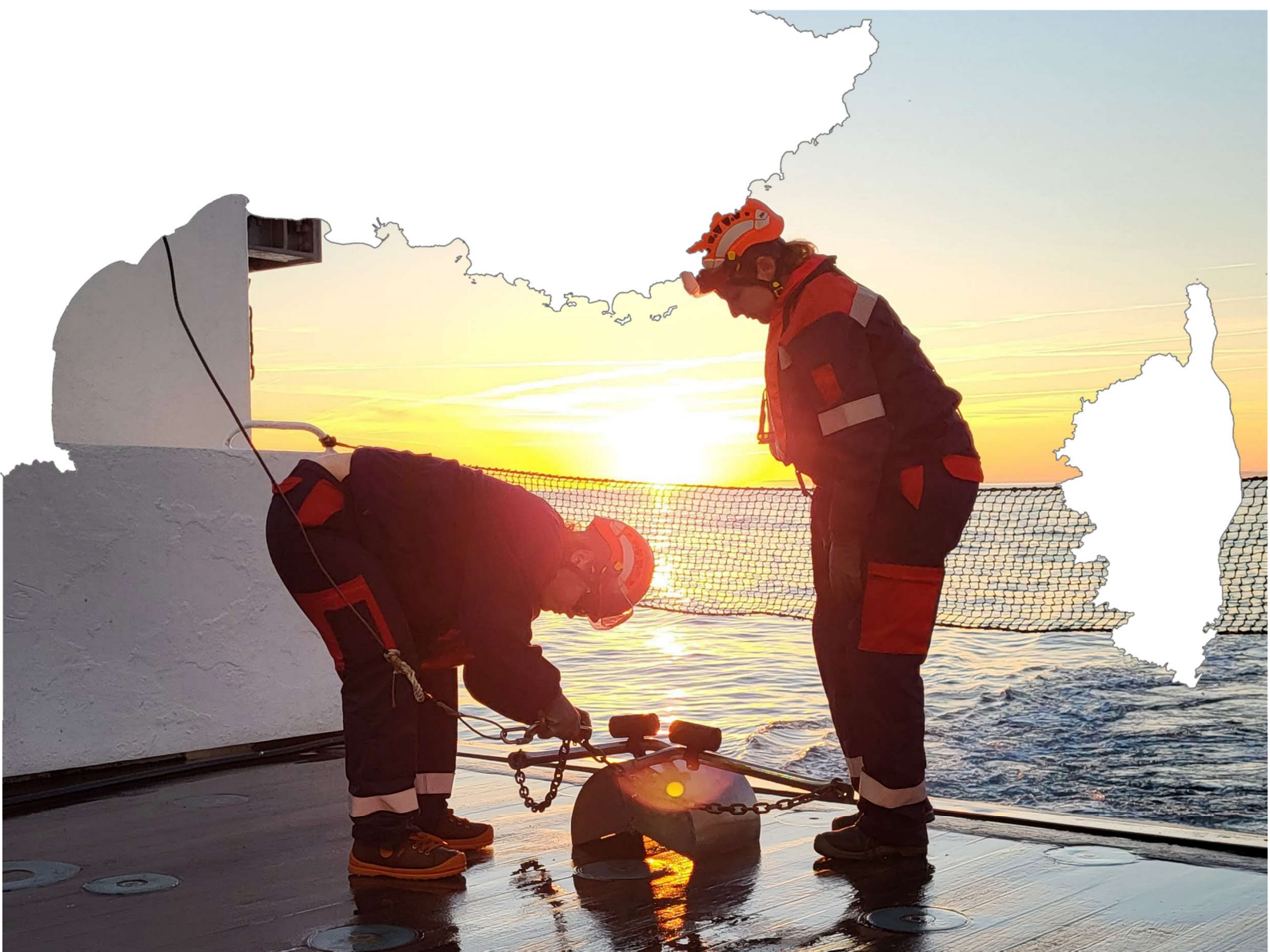


Mise en œuvre du contrôle de surveillance au titre de la Directive Cadre sur l'Eau pour l'indicateur Benthos de substrats meubles des eaux côtières / Année 2024

Campagne de prélèvement et identification des espèces



Station STARESO
Pte de la Revellata – BP 33 – 20260 Calvi (Corse) - FRANCE
Tel : +00 33 (0)6 86 22 32 61
Email : stareso@stareso.corsica
Site web : www.stareso.com

N° SIRET : 80540827500016
Immatriculation au RCS : 805 408 275 RCS Bastia



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 2024

Campagne de prélèvement et identification des espèces

Rapport final



Ce document doit être cité dans la littérature de la manière suivante :

PELAPRAT C., BORROSSI L., LEJEUNE P. & MARENGO M., 2025. Mise en œuvre du contrôle de surveillance au titre de la directive cadre eau pour l'indicateur benthos de substrats meubles (Eaux côtières) 2024 - Convention STARESO/Agence de l'eau : 31p + annexes

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| I - Contexte et objectifs de l'étude | 4 |
| II - Méthodologie..... | 6 |
| 1. <i>Campagne de prélèvement.....</i> | 7 |
| 2. <i>Prélèvements.....</i> | 9 |
| 3. <i>Analyse et traitement des échantillons</i> | 9 |
| 3.1. <i>Analyses granulométriques dosage de la matière organique, teneur en COT et en Azote</i> | 9 |
| 3.2. <i>Extraction et identification de la macrofaune benthique.....</i> | 11 |
| 3.3. <i>Analyse des données</i> | 11 |
| III - Résultats..... | 14 |
| 1. <i>Analyse granulométrique</i> | 15 |
| 1.1. <i>Stations du contrôle de surveillance</i> | 15 |
| 1.2. <i>Les stations du contrôle opérationnel (CO).....</i> | 17 |
| 1.3. <i>Évolution des paramètres granulométriques entre 2009 et 2024</i> | 21 |
| 2. <i>Macrofaune benthique.....</i> | 23 |
| 2.1. <i>Caractérisation des peuplements de 2024</i> | 23 |
| 2.2. <i>Évolution de la qualité des peuplements de 2006 à 2024.....</i> | 32 |
| IV - Discussion sur les choix méthodologiques..... | 37 |
| V - Conclusion..... | 40 |
| VI - Bibliographie | 42 |
| VII - Annexes | 50 |
| 1. <i>Evolution de la valeur de l'AMBI.....</i> | 51 |
| 2. <i>Granulométrie Récapitulatif par station.....</i> | 53 |

I - 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).

La macrofaune benthique, ou macrobenthos, de substrats meubles fait partie des nombreux descripteurs retenus dans le cadre de ces réseaux.

Ces organismes bien que connus pour être largement influencés 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 & Snelogrove, 2003) sont également largement utilisés en tant qu'indicateur de la qualité du milieu.

En effet, étant donné 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
(: <https://doi.org/10.17600/18003028>) en suivant un plan d'échantillonnage prédéfini,
- d'effectuer le tri et la détermination du macrobenthos de substrats meubles,
- d'effectuer les analyses granulométriques, les teneurs en matière organique (MO), en carbone organique total (COT) et en azote total des sédiments aux différents points de prélèvement,
- d'analyser les résultats obtenus.

II - METHODOLOGIE



1. Campagne de prélèvement

La campagne de prélèvement s’est déroulée à bord de l’Europe (Figure 1) du 24/03/2024 au 11/04/2024.

Si au départ 28 stations devaient être échantillonnées, des conditions météorologiques difficiles ont rendu les prélèvements des stations de Faraman, Bonifacio et Canari impossibles dans le temps imparti.

Ce sont donc 25 stations qui ont été échantillonnées (Figure 2).

Les coordonnées, dates et profondeurs de prélèvement sont reprises dans le tableau synthétique ci-après (Tableau 1).

Parmi les stations retenues figurent une seule station de contrôle opérationnel (CO) située en Corse.



1 Navire océanographique d’IFREMER, l’Europe

MISE EN OEUVRE DU PROGRAMME DE SUIVIS DES MASSES D’EAU COTIERES MEDITERRANEEENNES - INDICATEUR BENTHOS Localisation des points de prélèvements pour la surveillance des masses d’eau côtières méditerranéennes



Stations 2024

- Prélèvement effectué
- Non prélevé pour cause de mauvaise météo

EDITEE LE : 5 / 2 / 2025
 Production: Agence de l'eau
 Sources des données : Campagne DCE 2024
 Fonds cartographiques : INPN biorégions métropolitaine
 Système de coordonnées : EPSG:2154



2 Cartographie des stations de prélèvements prévues, réalisées ou non



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 2024 (CO : Contrôle opérationnel)

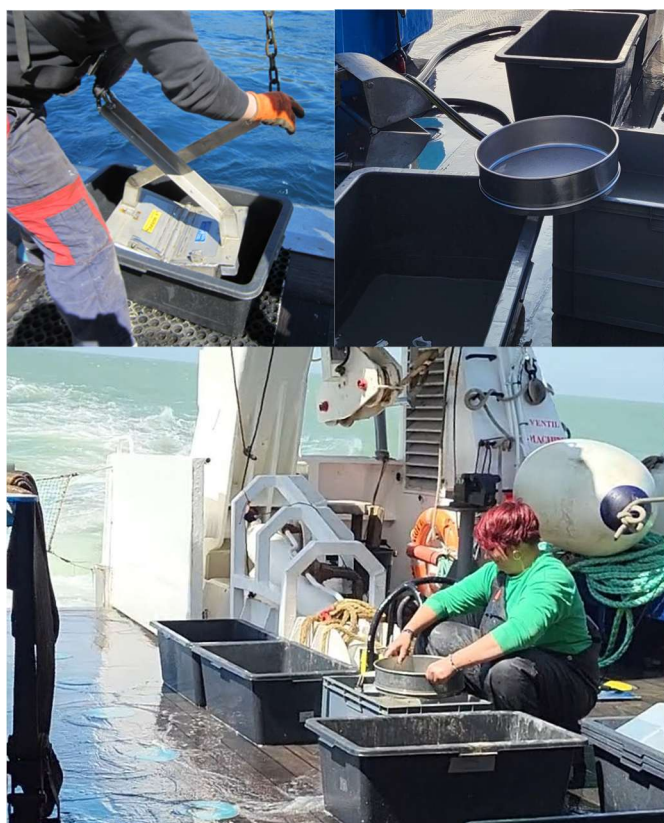
| Code Masse d'eau | Zone | N° | Site | Date | Prof (m) | Latitude | Longitude |
|------------------|-----------|----|-------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| FRDC01 | Occitanie | 1 | Banyuls | 04/04/24 | 26 | 42,48716 | 3,14338 |
| FRDC02a | Occitanie | 2 | Leucate | 04/04/24 | 16 | 42,85610 | 3,06061 |
| FRDC02a | Occitanie | 3 | Gruissan | 04/04/24 | 20 | 43,15324 | 3,20031 |
| FRDC02c | Occitanie | 4 | Agde ouest | 04/04/24 | 19 | 43,23885 | 3,47146 |
| FRDC02f | Occitanie | 5 | Grau du roi | 05/04/24 | 15 | 43,51626 | 4,06808 |
| FRDT21 | PACA | 6 | Beauduc | 05/04/24 | 16 | 43,40812 | 4,47650 |
| FRDC04 | PACA | 8 | Fos | 05/04/24 | 21 | 43,35930 | 4,92924 |
| FRDC04 | PACA | 9 | Carteau | 03/04/24 | 11 | 43,39051 | 4,90282 |
| FRDC05 | PACA | 10 | Carry | 03/04/24 | 56 | 43,30751 | 5,15731 |
| FRDC07b | PACA | 11 | Cassis | 03/04/24 | 35 | 43,20206 | 5,52085 |
| FRDC07g | PACA | 12 | Toulon gde rade | 25/03/24 | 48 | 43,08666 | 5,96931 |
| FRDC07h | PACA | 13 | Brégançon | 11/04/24 | 40 | 43,077406 | 6,349439 |
| FRDC08a | PACA | 14 | Pampelone | 06/04/24 | 42 | 43,227913 | 6,696016 |
| FRDC08d | PACA | 15 | St Raphael | 06/04/24 | 35 | 43,42219 | 6,86862 |
| FRDC09a | PACA | 16 | Antibes sud | 06/04/24 | 27 | 43,56036 | 7,14247 |
| FRDC09b | PACA | 17 | Antibes Nord | 06/04/24 | 34 | 43,61173 | 7,13509 |
| FRDC09d | PACA | 18 | Rade Villefranche | 06/04/24 | 40 | 43,69368 | 7,31128 |
| FRDC10c | PACA | 19 | Menton | 06/04/24 | 50 | 43,75630 | 7,49466 |
| FREC01ab | Corse | 20 | Calvi | 07/04/24 | 40 | 42,58142 | 8,72968 |
| FREC02ab | Corse | 22 | Rogliano | 10/04/24 | 49 | 42,97082 | 9,49771 |
| FREC02d | Corse | 23 | Aléria | 10/04/24 | 38 | 42,13010 | 9,58238 |
| FREC03ad | Corse | 25 | Rondinara | 09/04/24 | 48 | 41,47651 | 9,29061 |
| FREC03b | Corse | 24 | Porto-Vecchio /CO | 10/04/24 | 10 | 41,60841 | 9,31522 |
| FREC03eg | Corse | 27 | Figari-Bruzzi | 09/04/24 | 41 | 41,45823 | 9,00464 |
| FREC04ac | Corse | 28 | Cargèse | 07/04/24 | 40 | 42,12280 | 8,60754 |

2. Prélèvements

Pour chacune des 25 stations, l'Agence de l'eau RMC a décidé comme en 2021, de réaliser à l'aide d'une benne Van-Veen trois répliques de 0,1m²/station, au lieu de cinq les années précédentes (Figure 3)

Chaque prélèvement a par la suite été passé sur un tamis de maille 1mm, puis les échantillons ont été traités (fixation et conservation) dans une solution de formaldéhyde d'environ 4,5%.

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 MO, COT et azote total des sédiments. C'est échantillon ont été congelés immédiatement après prélèvement pour stopper toute dégradation organique.



3 Procédure de prélèvement et de traitement des échantillons

3. Analyse et traitement des échantillons

Les analyses granulométriques et teneurs en MO, COT et azote total des échantillons correspondants ont été délégués aux laboratoires Inovalys. L'analyse des résultats fournis par ces laboratoires a ensuite été réalisée par STARESO.

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

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.

3.1.1. 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 2).

2 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 |

3.1.2. 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 (Tableau 3). Cette qualification permet de distinguer les zones à forte courantologie, aux sédiments bien triés ; de zones à faible courantologie, représentées par des sédiments pauvrement triés.

$$So = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}}$$

3 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 |

3.1.3. 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 :

$$Sk = \sqrt{\frac{Q_1 \times Q_3}{Md^2}}$$

Cet indice exprime la symétrie du mode de l'histogramme par rapport à la médiane suivant la classification reprise dans le tableau ci-après (Tableau 4).

4 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 |

3.1.4. Indice de Kurtosis (K)

L'indice de Kurtosis permet d'apprécier l'homogénéité ou l'hétérogénéité des sédiments (Tableau 5).

$$K = \frac{\log Q_1 - \log Q_3}{2,44 \times (\log P_{90} - \log P_5)}$$

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

| Indice de 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 |

3.1.5. 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 le COT (Tableau 6).

6 Classification de prélèvement par rapport à la portion de pélites, en fonction de la matière organique, du carbone organique total et de l'azote total. (Licari 1998)

| Enrichissement | Sédiment dont pélites ≥ 60% | | | Sédiment dont pélites < 60% | | |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | Matière organique (%) | Carbone Organique Total (%) | Azote Kjeldahl (%) | Matière organique (%) | Carbone Organique Total (%) | Azote Kjeldahl (%) |
| Faible | <2,84 | <0,44% | <0,04 | <6,95 | <0,75% | <0,04 |
| Moyen | 2,84 ≤ % < 6,95 | 0,44 ≤ % < 0,75 | 0,04 ≤ % < 0,09 | 6,95 ≤ % < 10,3 | 0,75 ≤ % < 1,33 | 0,04 ≤ % < 0,09 |
| Fort | 6,95 ≤ % < 12,08 | 0,75 ≤ % < 1,52 | 0,09 ≤ % < 0,18 | ≥ 10,3 | ≥ 1,33 | 0,09 ≤ % < 0,18 |
| Très fort | ≥ 12,08 | ≥ 1,52 | ≥ 0,18 | | | ≥ 0,18 |

3.2. 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 (Figure 4).

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



4 Procédure d'identification de la macrofaune benthique, ainsi que quelques exemples

3.3. Analyse des données

3.3.1. Caractérisation des peuplements

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

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

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

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

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

3.3.2. Qualification des peuplements 2024

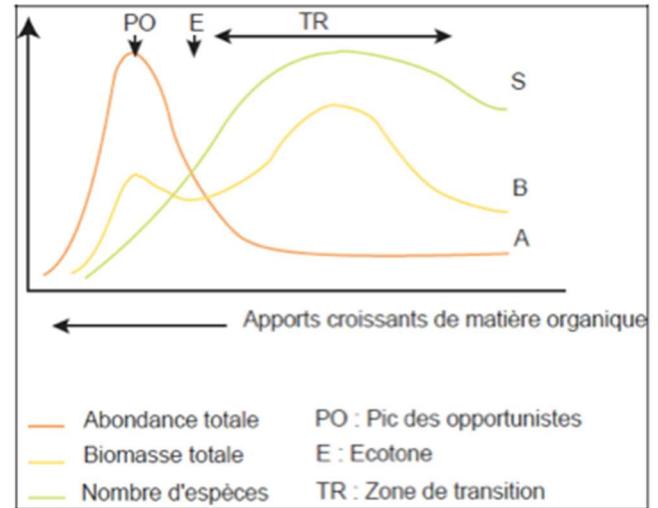
La méthodologie appliquée pour déterminer l'état des masses d'eau est celle du Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales dans le cadre de la DCE de 2019 (Arrêté du 27 Juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010).

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.

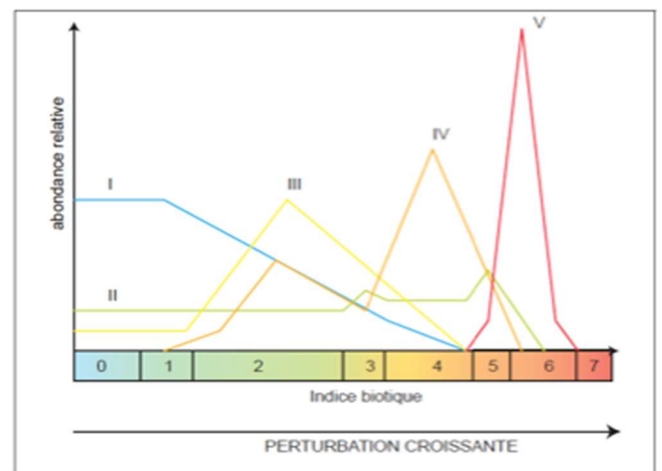
L'AMBI (AZTI Marine Biotic index) repose sur les successions écologiques (Pearson & Rosenberg, 1978) de 5 groupes écologiques basés sur la polluo-sensibilité des espèces (Figure 4 et 5 ainsi que Tableau 7).

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

- PACA
- Languedoc Roussillon (LR) ou Occitanie
- Corse



5 **Modèle SAB de Pearson et Rosenberg (1978)**



6 **Modèle des indices biotiques, groupes écologiques en chiffre romain (d'après Glémarec et Hily, 1981)**

7 **Correspondance entre les valeurs de l'indice AMBI et celles de l'indice biotique IB**

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

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 polluosensibilité GrII.

3.3.2.1 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). Si l'on tient compte des clusters de cette année les stations de Beauduc et Grau du roi devraient plutôt avoir comme référence les valeurs de PACA. Le calcul de l'EQR de ces deux stations que ce soit avec les valeurs référence de PACA ou Languedoc-Roussillon montre des statuts écologiques identiques.

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).

Comme en 2021, l'année 2024 ayant été faite uniquement avec 3 réplicas contre 5 les années précédentes, la comparaison des valeurs de référence en prenant en compte 3 et 5 réplicas n'ayant 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), ce sont les valeurs obtenues avec 5 réplicas qui ont été retenues pour les années antérieures (Tableau 8).

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

| | PACA | LR | Corse |
|-------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| 2009 | Lavandou AMBI=1,12 | Gruissan AMBI=0,89 | Bruzzi AMBI=1,28 |
| 2012 | Idem 2009 | Gruissan AMBI 0,79 | Cargèse AMBI=1,24 |
| 2015 | Antibes N AMBI=0,81 | Faraman AMBI 0,68 | Idem 2012 |
| 2018 | Idem 2015 | Idem 2015 | Idem 2012 |
| 2021 | Idem 2015 | Idem 2015 | Calvi AMBI=1,15 |
| 2024 | Idem 2015 | Idem 2015 | Idem 2021 |

3.3.2.2 Calcul de l'EQR et grille d'interprétation

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

$$EQR_{site} = \frac{AMBI_{ref}}{AMBI_{site}}$$

La grille d'interprétation retenue est celle proposée après intercalibration (Tableau 9) :

9 Grille d'interprétation de l'EQR pour l'évaluation du statut écologique

| 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] |

III - RESULTATS



1. Analyse granulométrique

Les principaux résultats des analyses granulométriques des stations utilisées dans le cadre du contrôle de surveillance de la DCE 2024 sont repris dans le tableau 10.

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 directement sous l'influence du Rhône présentent des sédiments essentiellement constitués de vases. Tandis que les sédiments des stations situées à l'ouest du Golf de Fos (en Languedoc-Roussillon) sont constitués de sables fins.

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

La station de contrôle opérationnel de Porto-Vecchio est située en fond de baie, semi-fermée et du fait d'une faible courantologie, est constituée de vases.

1.1. Stations du contrôle de surveillance

Cette année, les stations du contrôle de surveillance ont un enrichissement en MO faible à modéré (Tableau 8). Seules les stations de St Raphael et Toulon grande rade ont de fortes teneurs tandis que la teneur minimale est observée au niveau de Cargèse.

Pour les teneurs en COT les valeurs sont :

- Faibles à modérées pour 8 stations seulement
- Fortes pour Agde ouest, Fos, Carreau, Carry, Antibes Nord et Menton,
- Très fortes pour 11 stations, les valeurs maximales étant pour Pampelone, Villefranche et Figari-Bruzzi.

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 ou Figari-Bruzzi,
- la profondeur plus importante pour PACA-Corse qui facilite le dépôt de particules fines.

10

Synthèse des principaux résultats granulométriques – Campagne DCE contrôle de surveillance 2024 ; CO : contrôle opérationnel

| Station | Fraction >2 000 µm (%) | Fraction Fine (%) | Mode | Médiane (µm) | | Grain Moy. (µm) | Indice de Trask | | Indice de Kurtosis | |
|--------------------|------------------------------|----------------------|------------|--------------|------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | | |
| Banyuls | 0,1 | 7,2 | Unimodal | 212,3 | Sables fins | 205,8 | 2,03 | Pauvrement trié | 1,62 | Très leptocurtique |
| Leucate | 0 | 7,0 | Unimodal | 152,3 | Sables fins | 151,1 | 1,77 | Modérément trié | 0,99 | Mésocurtique |
| Gruissan | 0 | 5,3 | Bimodale | 117,1 | Sables très fins | 116,7 | 1,44 | Assez bien trié | 0,99 | Mésocurtique |
| Agde Ouest | 0 | 3,6 | Unimodale | 125,5 | Sables fins | 124,9 | 1,41 | Assez bien trié | 0,99 | Mésocurtique |
| Grau du Roi | 0 | 64,6 | Unimodale | 48,9 | Silts et argiles | 40,5 | 2,65 | Mal trié | 1,35 | Leptocurtique |
| Beauduc | 0 | 85,0 | Polymodal | 12,7 | Silts et argiles | 12,9 | 4,62 | Très mal trié | 1,00 | Mésocurtique |
| Fos | 0 | 37,8 | Polymodal | 84,6 | Sables très fins | 60,6 | 3,26 | Mal trié | 1,21 | Leptocurtique |
| Carteau | 0 | 43,5 | Polymodal | 76,7 | Sables très fins | 53,1 | 3,84 | Mal trié | 1,00 | Mésocurtique |
| Carry | 0 | 56,1 | Polymodal | 48,7 | Silts et argiles | 38,3 | 5,49 | Très mal trié | 0,92 | Mésocurtique |
| Cassis | 0,3 | 7,9 | Trimodal | 214,5 | Sables fins | 210,9 | 2,29 | Mal trié | 1,01 | Mésocurtique |
| Toulon gde rade | 0 | 56,6 | Polymodal | 49,8 | Silts et argiles | 43,9 | 4,66 | Très mal trié | 0,97 | Mésocurtique |
| Brégançon | 0,1 | 6,2 | Bimodal | 190,4 | Sables fins | 195,4 | 2,08 | Mal trié | 1,15 | Leptocurtique |
| Pampelone | 0,5 | 3,8 | Bimodal | 579,0 | Sables fins | 561,5 | 1,95 | Mal trié | 1,34 | Leptocurtique |
| Saint-Raphaël | 0 | 37,7 | Bimodal | 91,3 | Sables très fins | 74,88 | 3,69 | Mal trié | 1,23 | Leptocurtique |
| Antibes Sud | 0 | 44,3 | Bimodal | 44,3 | Sables très fins | 70,8 | 3,62 | Mal trié | 1,60 | Leptocurtique |
| Antibes Nord | 0 | 16,9 | Bimodal | 119,7 | Sables très fins | 113,9 | 2,26 | Mal trié | 1,78 | Très Leptocurtique |
| Villefranche | 0 | 41,9 | Polymodale | 84,8 | Sables très fins | 72,4 | 4,80 | Très mal trié | 0,98 | Mésocurtique |
| Menton | 0 | 31,1 | Unimodal | 89,1 | Sables très fins | 69,1 | 2,69 | Mal trié | 1,67 | Leptocurtique |
| Calvi | 0 | 8,5 | Bimodale | 235,5 | Sables fins | 226,1 | 2,38 | Mal trié | 1,09 | Mésocurtique |
| Rogliano | 0,8 | 11,6 | Polymodale | 242,5 | Sables fins | 239,2 | 3,11 | Mal trié | 1,12 | Leptocurtique |
| Aléria | 0,2 | 2,7 | Unimodale | 203,0 | Sables fins | 207,8 | 1,71 | Moyennement trié | 1,19 | Leptocurtique |
| Rondinara | 0,1 | 1,0 | Unimodale | 279,5 | Sables moyens | 248,9 | 2,88 | Mal trié | 1,29 | Leptocurtique |
| Porto-Vecchio (CO) | 0 | 64,8 | Bimodale | 36,2 | Silts et argiles | 38,6 | 3,88 | Mal trié | 0,94 | Mésocurtique |
| Figari-Bruzzi | 0,3 | 4,39 | Unimodal | 486,2 | Sables moyens | 450,6 | 2,24 | Mal trié | 1,20 | Leptocurtique |
| Cargèse | 0,2 | 1,4 | Unimodale | 682,7 | Sables grossiers | 676,4 | 1,54 | Modérément bien trié | 1,02 | Mésocurtique |

Les teneurs en azote (Tableau 11) sont moyennes à faibles pour la majorité des stations.

11 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 2024

| Station | COT (%) | MO (%) | N Total (%) |
|--------------------|---------|--------|-------------|
| Banyuls | 0,20 | 2,50 | <0,04 |
| Leucate | 0,20 | 1,80 | <0,04 |
| Gruissan | 0,70 | 2,10 | <0,04 |
| Agde Ouest | 0,80 | 2,40 | <0,04 |
| Grau du Roi | 0,60 | 2,80 | <0,04 |
| Beauduc | 0,70 | 5,20 | 0,08 |
| Fos | 0,80 | 2,80 | 0,042 |
| Carteau | 1,40 | 4,40 | 0,09 |
| Carry | 1,40 | 5,00 | 0,06 |
| Cassis | 4,40 | 3,30 | <0,04 |
| Toulon gde rade | 2,40 | 7,8 | <0,04 |
| Brégançon | 0,4 | 2,5 | <0,04 |
| Pampelone | 5,70 | 4,2 | <0,04 |
| Saint-Raphaël | 4,00 | 10,8 | 0,18 |
| Antibes Sud | 3,20 | 5,9 | 0,07 |
| Antibes Nord | 1,80 | 2,6 | <0,04 |
| Villefranche | 4,90 | 6,8 | 0,07 |
| Menton | 1,00 | 3,0 | <0,04 |
| Calvi | 3,20 | 4,3 | <0,05 |
| Rogliano | 4,70 | 4,9 | <0,04 |
| Aléria | 0,10 | 1,5 | <0,04 |
| Rondinara | 3,10 | 4,0 | 0,07 |
| Porto-Vecchio (CO) | 8,00 | 18,1 | 0,64 |
| Figari-Bruzzi | 4,80 | 4,4 | <0,04 |
| Cargèse | 0,10 | 1,6 | <0,04 |

Seuls les sédiments de Carteau et St Raphaël ont de fortes teneurs.

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 Carteau contiennent toujours une importante quantité de petits morceaux de bois en dégradation et ceux de St Raphaël des feuilles de posidonies (Figure 7).



7 Morceaux de bois observés lors du prélèvement à la benne sur la station de Carteau – et feuilles de posidonies à St Raphael –Campagne DCE 2024

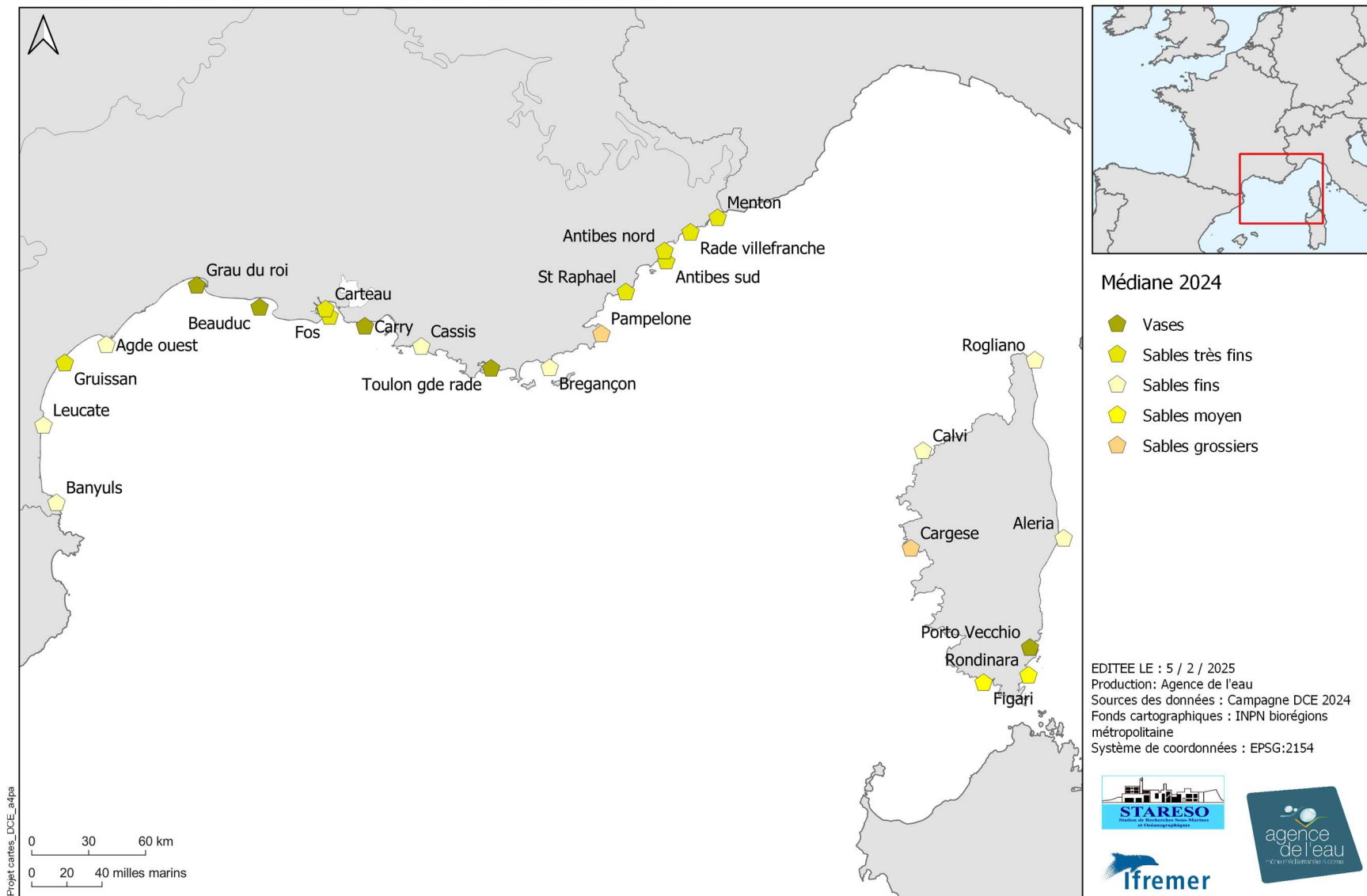
1.2. Les stations du contrôle opérationnel (CO)

La station du contrôle opérationnel de Porto-Vecchio a quant à elle des enrichissements en MO, COT et Azote fortes à très fortes.

Cette station est effectivement située dans une baie où les accumulations et la décomposition de matière d'origines diverses (naturelles et anthropiques) sont importantes.

MISE EN OEUVRE DU PROGRAMME DE SUIVIS DES MASSES D'EAU COTIERES MEDITERRANEENNES - INDICATEUR BENTHOS

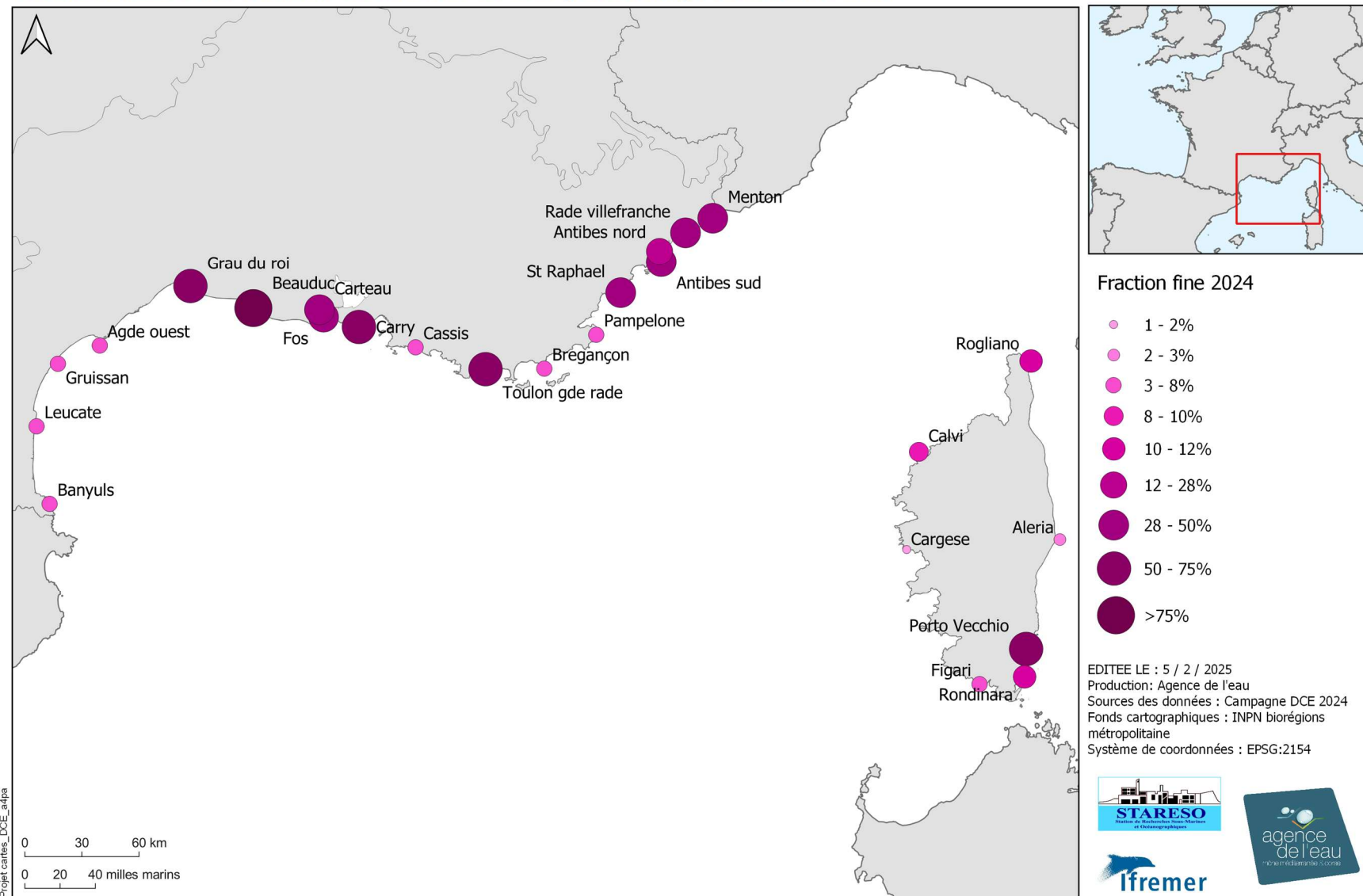
Caractérisation des stations en fonction de leur médiane



8 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 2024

MISE EN OEUVRE DU PROGRAMME DE SUIVIS DES MASSES D'EAU COTIERES MEDITERRANEENNES - INDICATEUR BENTHOS

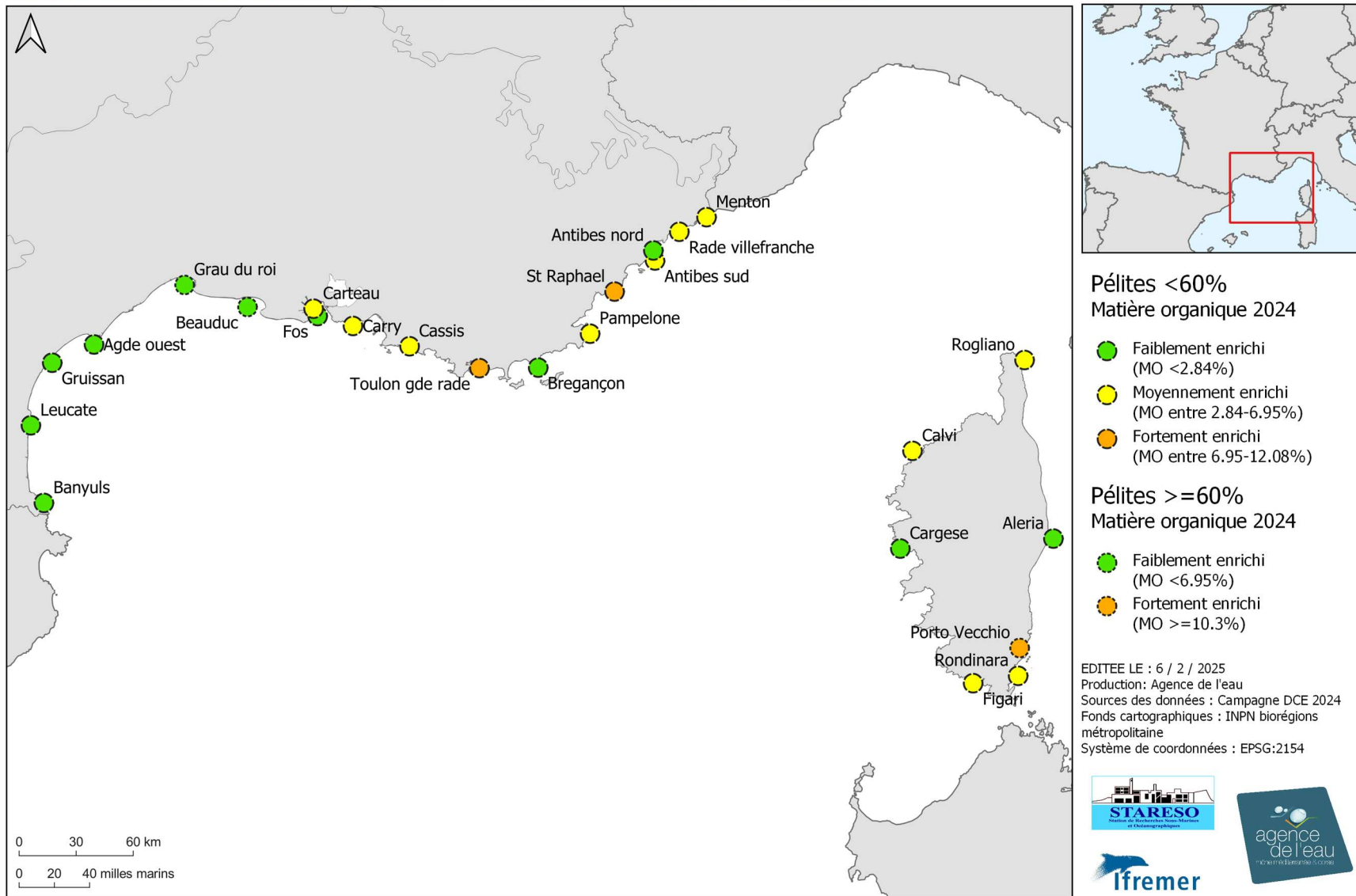
Caractérisation des stations en fonction de leur pourcentage de fraction fine



9 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 2024

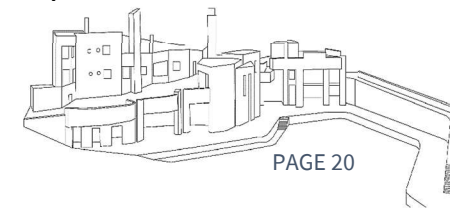
MISE EN OEUVRE DU PROGRAMME DE SUIVIS DES MASSES D'EAU COTIERES MEDITERRANEENNES - INDICATEUR BENTHOS

Caractérisation des stations en fonction de leur taux en matières organiques



10

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 2024



1.3. Évolution des paramètres granulométriques entre 2009 et 2024

Les évolutions des principaux paramètres sédimentaires (médiane, teneur en fraction fine et MO) sont reprises dans la Figure 12.

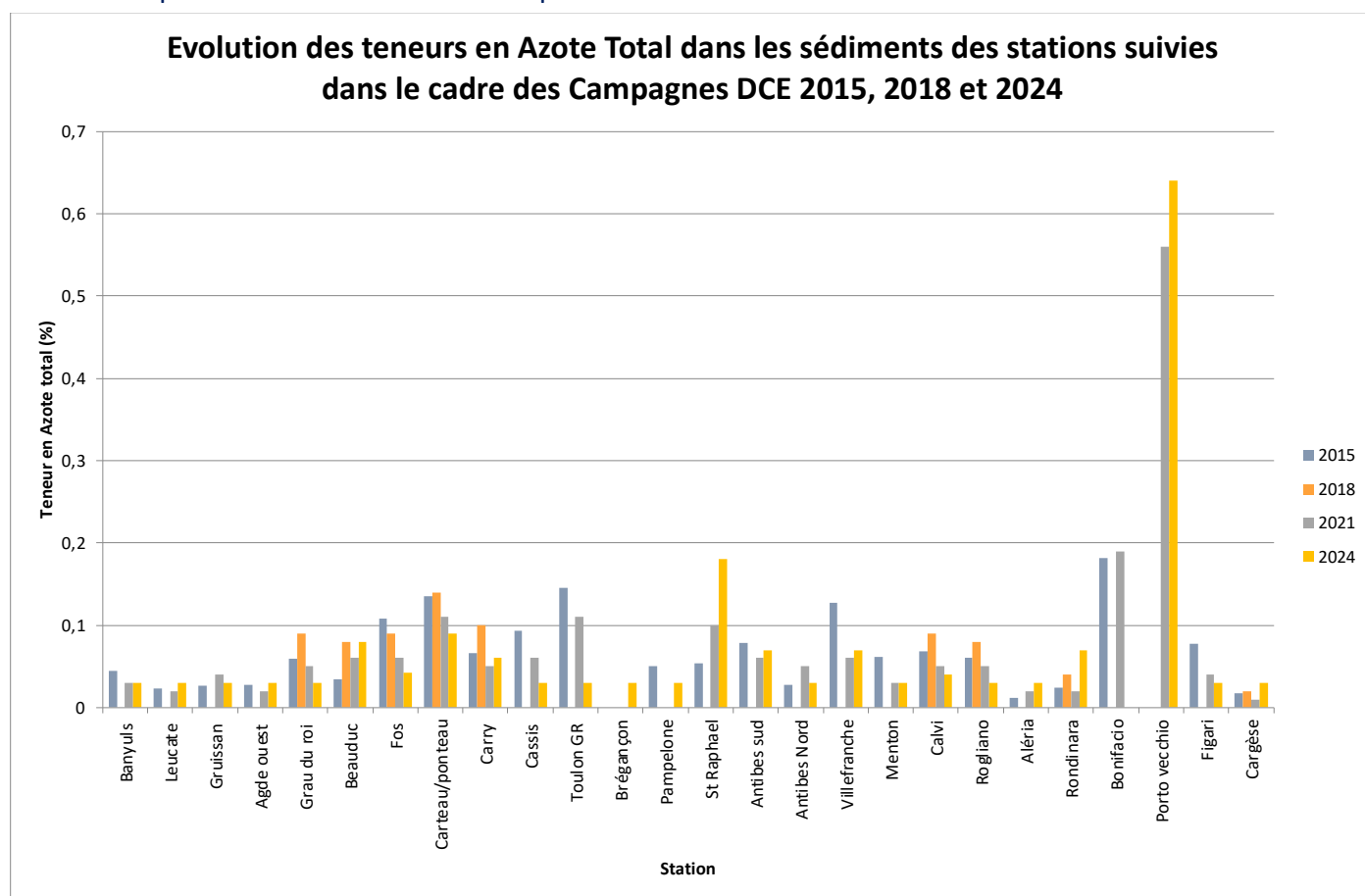
Comme les années précédentes, les sédiments fins sous l'influence du Rhône ne montrent pas de variations majeures des médianes, de pourcentage de fraction fines et de MO. De même la granulométrie des stations de CO de fond de baie reste très stable.

Inversement les sédiments grossiers des stations PACA et 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, 2024, Antibes Nord 2021, Rogliano Rondinara, et Figari/Bruzzi en 2024). De tels sédiments sont en général caractéristiques de zones influencées par des

courants de fond où les dépôts de fractions fines sont très dépendants des conditions météorologiques (coups de vent) et restent dans des proportions très faibles au fil du temps.

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, Rogliano ou Figari/Bruzzi.

Pour l'Azote, si les variations ne sont pas très importantes, de manière générale la tendance à la baisse observée en 2021 se poursuit en 2024 (Figure 11). Seule la station de St Raphael montre une forte augmentation des teneurs en azote à mettre en relation avec une forte augmentation de la MO et de la fraction fine. Notons que les sédiments contenaient une part importante de litière de posidonie.



11

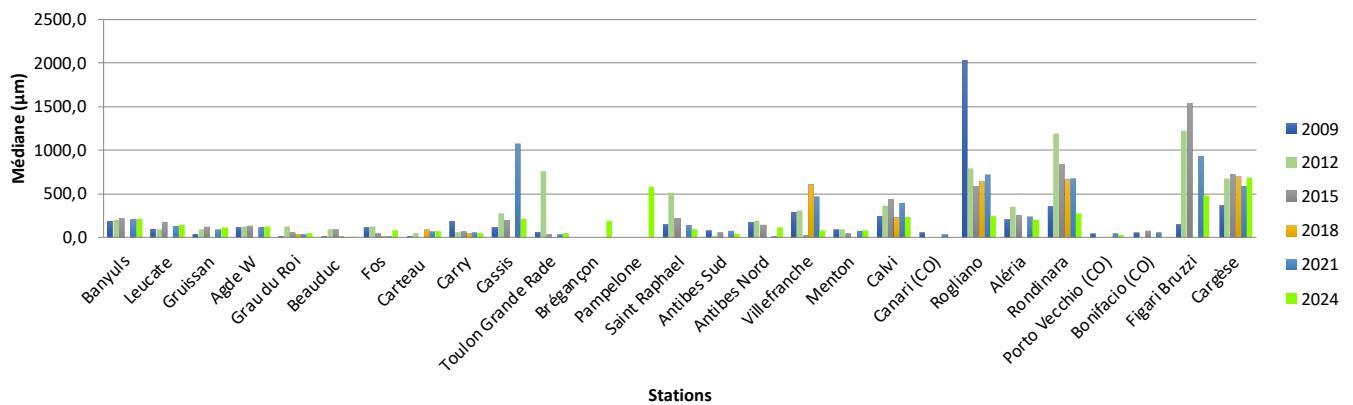
Variation entre 2015 et 2024 des teneurs en azote total (%) des sédiments prélevés sur les stations du contrôle de surveillance de la DCE en Méditerranée en 2024



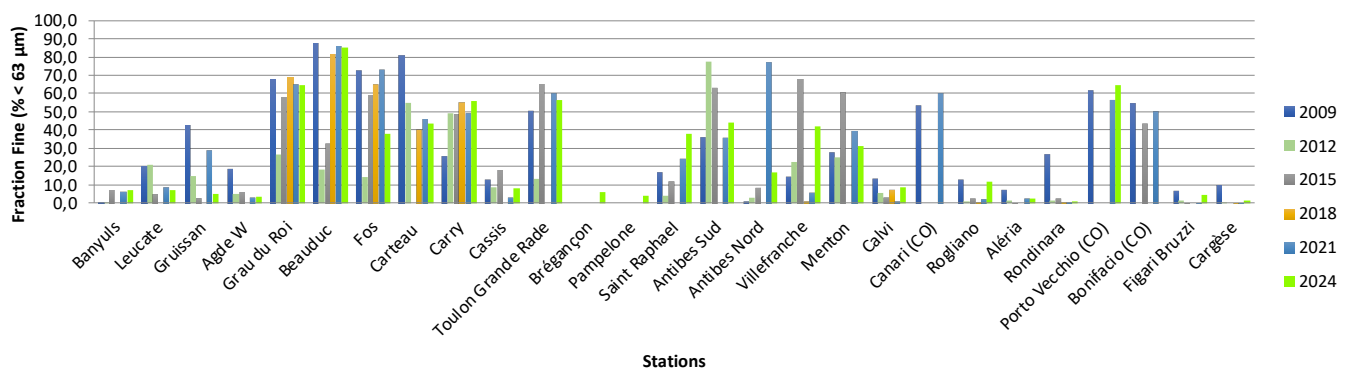
Mise en œuvre du contrôle de surveillance au titre de la Directive Cadre sur l'Eau pour l'indicateur Benthos de substrats meubles des eaux côtières / Année 2024



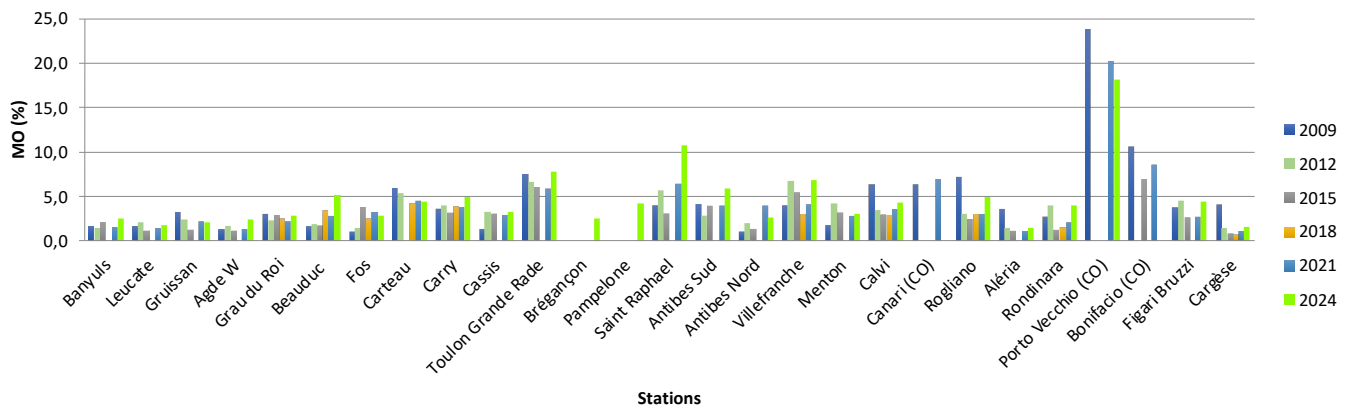
Evolution de la médiane granulométrique (μm) des stations suivies dans le cadre de la DCE entre 2009 et 2024



Evolution de la teneur en fraction fine ($<63\mu\text{m}$) des stations suivies dans le cadre de la DCE entre 2009 et 2024



Evolution de la teneur en MO des stations suivies dans le cadre de la DCE entre 2009 et 2024



12 Variation des caractéristiques sédimentaires (médiane, fraction fine et teneur en MO) des sédiments prélevés sur les stations du contrôle de surveillance et 1 stations de Contrôle opérationnel (CO) de la DCE en Méditerranée entre les années 2009 et 2024

2. Macrofaune benthique

Au total 7332 individus ont été dénombrés pour 553 taxons. Le tableau 12 ci-dessous reprend cette répartition pour chacune des stations.

2.1. Caractérisation des peuplements de 2024

Sur les 553 taxons répertoriés, la majorité correspond à des Polychètes (308 taxons), des crustacés (139 taxons), des mollusques (66 taxons) et des échinodermes (16 taxons).

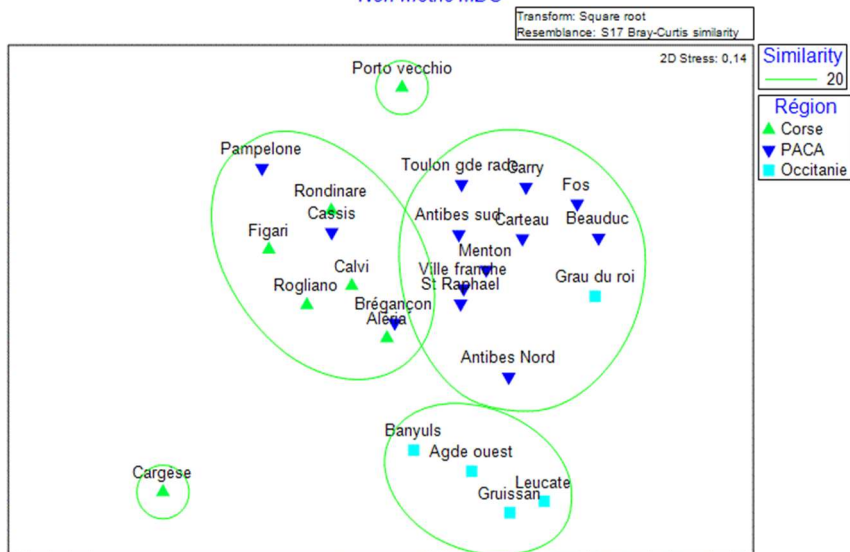
Une analyse de Cluster (Figure 13) sur la composition des peuplements, avec une similarité peu élevée de 20%, a tout de même permis de mettre en évidence l'existence de trois peuplements.

Une MDS (Figure 14) réalisée sur les peuplements montre que, comme les années précédentes, ces derniers dépendent du secteur (LR, PACA, Corse) autrement dit des conditions environnementales qui influencent notamment la granulométrie (médiane et fraction fine) en lien avec la profondeur et l'influence du Rhône.

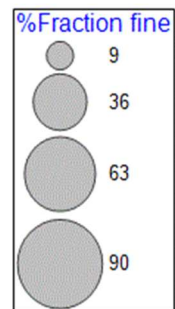
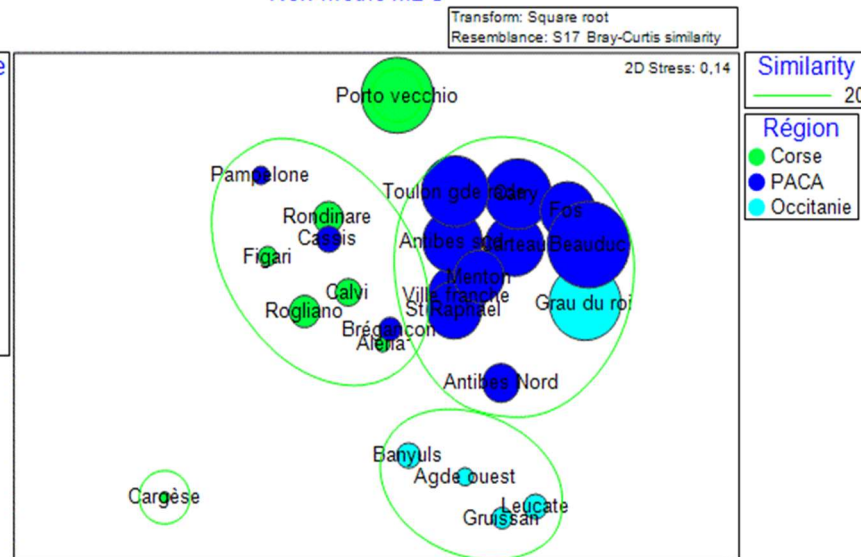
12 Nombre d'individus et d'espèces totaux comptabilisés pour chacune des stations (3 réplicas/station) dans le cadre de la DCE 2024

| Zone | Site | Prof (m) | Nombre d'individus total/station | Nbr. Taxons total/station |
|-----------|-------------------|----------|----------------------------------|---------------------------|
| Occitanie | Banyuls | 26 | 1259 | 64 |
| Occitanie | Leucate | 16 | 354 | 58 |
| Occitanie | Gruissan | 20 | 276 | 49 |
| Occitanie | Agde ouest | 19 | 122 | 43 |
| Occitanie | Grau du roi | 15 | 337 | 65 |
| PACA | Beauduc | 16 | 145 | 52 |
| PACA | Fos | 21 | 174 | 62 |
| PACA | Carteau | 11 | 557 | 113 |
| PACA | Carry | 56 | 228 | 83 |
| PACA | Cassis | 35 | 179 | 77 |
| PACA | Toulon gde rade | 48 | 278 | 101 |
| PACA | Brégançon | 40 | 150 | 63 |
| PACA | Pampelonne | 42 | 243 | 103 |
| PACA | St Raphael | 35 | 260 | 76 |
| PACA | Antibes sud | 27 | 544 | 96 |
| PACA | Antibes Nord | 34 | 123 | 48 |
| PACA | Rade Villefranche | 40 | 232 | 79 |
| PACA | Menton | 50 | 171 | 75 |
| Corse | Calvi | 40 | 336 | 112 |
| Corse | Rogliano | 49 | 217 | 75 |
| Corse | Aléria | 38 | 197 | 62 |
| Corse | Rondinara | 48 | 273 | 102 |
| Corse | Porto-Vecchio /CO | 10 | 442 | 75 |
| Corse | Figari-Bruzzi | 41 | 175 | 65 |
| Corse | Cargèse | 40 | 60 | 18 |

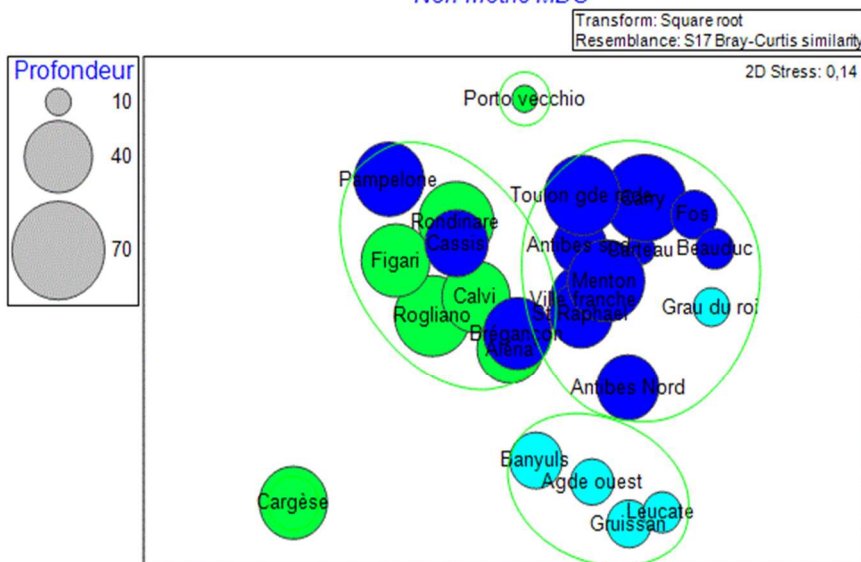
Non-metric MDS



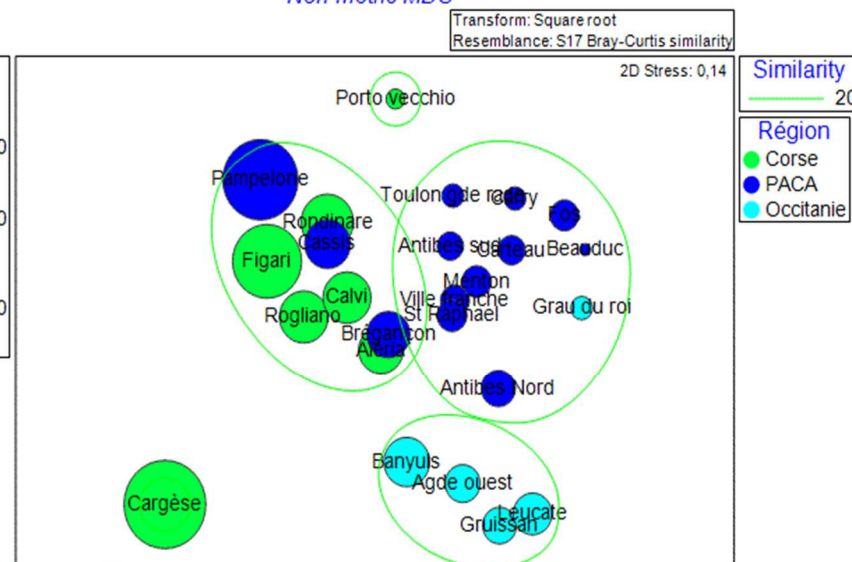
Non-metric MDS



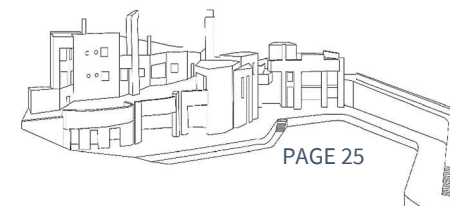
Non-metric MDS



Non-metric MDS



14 MDS réalisées sur les abondances moyennes des 25 stations échantillonnées dans le cadre du contrôle de surveillance de la DCE 2024



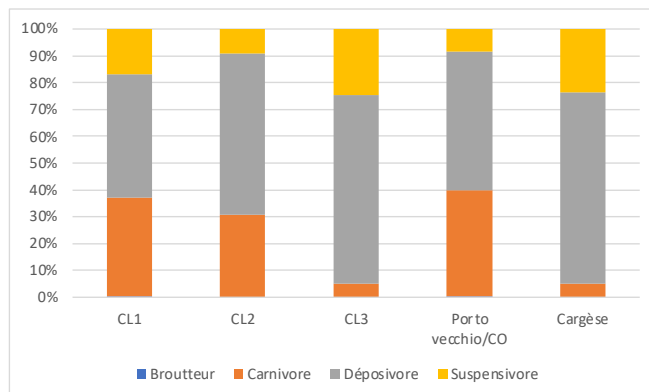
La similarité de ces peuplements repose à 71% sur 14 espèces seulement (Tableau 13). Ce sont des espèces à large répartition écologique et des espèces inféodées aux sables fins plus ou moins envasés.

Le Cluster 2 avec une similarité de 28,1% regroupe la majorité des stations de PACA (Figure 16).

La similarité entre les peuplements repose sur un très grand nombre d'espèces ; 19 espèces expliquent seulement 50% de cette similarité (Tableau 14).

Ces peuplements, dominés par des déposivores (Figure 15), ont une richesse spécifique, une abondance et une diversité moyennes.

La similarité entre les peuplements repose essentiellement sur des espèces à large répartition écologique et des espèces liées à la présence de vases, y compris des vases terrigènes (*Goneplax rhomboides*) (Tableau 15).



15

Proportions des principaux groupes trophiques calculées sur les abondances totales des stations échantillonnées dans le cadre du contrôle de surveillance de la campagne DCE 2024

13

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 2024

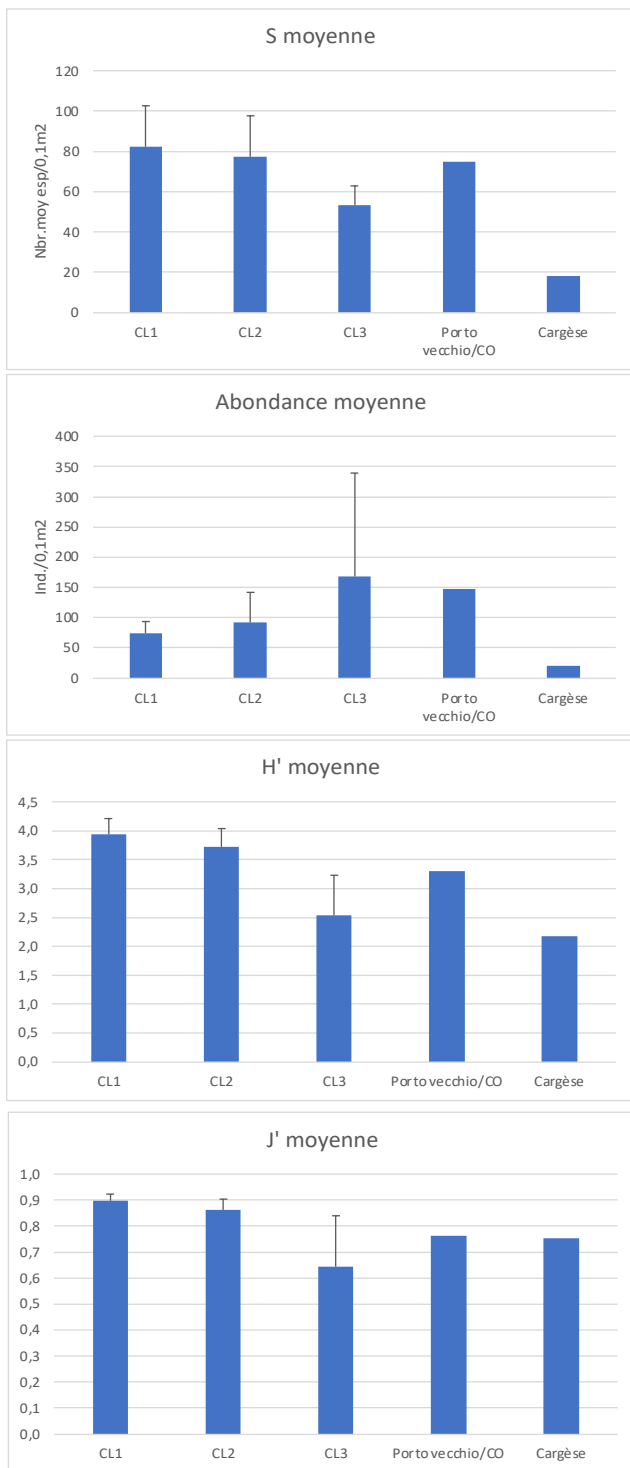
| Espèces | Abondance moyenne | % contribution à la similarité | % cumulé |
|--|-------------------|--------------------------------|----------|
| <i>Galathowenia oculata</i> | 4,27 | 20,95 | 20,95 |
| <i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> | 1,43 | 6,51 | 27,45 |
| <i>Myriochele heeri</i> | 2,21 | 6,38 | 33,84 |
| <i>Fustiaria rubescens</i> | 1,07 | 5,36 | 39,2 |
| <i>Autonoe spiniventris</i> | 1,1 | 4,45 | 43,65 |
| <i>Centraloecetes neapolitanus</i> | 1,51 | 4,02 | 47,67 |
| <i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i> | 4,47 | 3,84 | 51,51 |
| <i>Owenia fusiformis</i> | 0,68 | 3,58 | 55,09 |
| <i>Scoletoma laurentiana</i> | 1,2 | 3,43 | 58,52 |
| <i>Glycera tridactyla</i> | 0,85 | 3,27 | 61,79 |
| <i>Micronephthys longicornis</i> | 0,66 | 2,62 | 64,41 |
| <i>Spisula subtruncata</i> | 1,23 | 2,41 | 66,82 |
| <i>Ampelisca sarsi</i> | 0,74 | 2,37 | 69,19 |
| <i>Spio decorata</i> | 0,76 | 2,28 | 71,47 |

- 14** Analyse de Simper réalisée sur les données transformées (racine carrée) pour les espèces du Cluster 1 (Calvi, Figari-Bruzzi, Aléria, Rondinara, Rogliano, Cassis, Pampelone et Brégançon). Pourcentages et pourcentages cumulés de contribution des principales espèces à la similarité du groupe – Contrôle de surveillance DCE 2024.

| Espèces | Abondance moyenne | % contribution à la similarité | % cumulé |
|--|-------------------|--------------------------------|----------|
| <i>Galathowenia oculata</i> | 2,15 | 7,7 | 7,7 |
| <i>Echinocyamus pusillus</i> | 1,16 | 4,53 | 12,23 |
| <i>Euchone anceps</i> | 1,2 | 4,17 | 16,4 |
| <i>Eunice vittata</i> | 1,15 | 4,1 | 20,5 |
| <i>Hesiospina aurantiaca</i> | 1,06 | 3,1 | 23,61 |
| <i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i> | 1,14 | 3,09 | 26,69 |
| <i>Aponuphis bilineata</i> | 0,93 | 2,9 | 29,59 |
| <i>Amphipholis squamata</i> | 0,95 | 2,72 | 32,31 |
| <i>Owenia fusiformis</i> | 0,76 | 2,44 | 34,75 |
| <i>Syllis garciai</i> | 0,75 | 2,4 | 37,15 |
| <i>Lysidice unicornis</i> | 0,85 | 2,13 | 39,28 |
| <i>Protodorvillea kefersteini</i> | 0,82 | 2,1 | 41,37 |
| <i>Nereis rava</i> | 0,73 | 2,02 | 43,39 |
| <i>Nemertea</i> | 0,55 | 1,76 | 45,15 |
| <i>Jasmineira caudata</i> | 0,91 | 1,72 | 46,87 |
| <i>Lumbrinerides amoureuxi</i> | 0,68 | 1,59 | 48,46 |
| <i>Myriochele heeri</i> | 0,83 | 1,57 | 50,03 |

- 15** Analyse de Simper réalisée sur les données transformées (racine carrée) pour les espèces du Cluster 2 (Villefranche, Carreau, Antibes sud et Nord, Carry, Fos, Grau du roi, Toulon, St Raphael, Menton et Beauduc) Pourcentages et pourcentages cumulés de contribution des principales espèces à la similarité du groupe – DCE 2024

| Espèces | Abondance moyenne | % contribution à la similarité | % cumulé |
|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|----------|
| <i>Galathowenia oculata</i> | 1,94 | 7,6 | 7,6 |
| <i>Amphipholis squamata</i> | 1,18 | 4,04 | 11,63 |
| <i>Eunice vittata</i> | 1,06 | 2,99 | 14,62 |
| <i>Gallardonneris iberica</i> | 0,93 | 2,83 | 17,45 |
| <i>Goneplax rhomboides</i> | 0,93 | 2,61 | 20,07 |
| <i>Lumbrineris pinaster</i> | 1,34 | 2,57 | 22,64 |
| <i>Drilonereis filum</i> | 0,68 | 2,49 | 25,13 |
| <i>Phoronis</i> | 0,78 | 2,46 | 27,59 |
| <i>Aponuphis ornata</i> | 1,2 | 2,36 | 29,95 |
| <i>Nemertea</i> | 0,7 | 2,33 | 32,28 |
| <i>Notomastus</i> | 1,06 | 2,28 | 34,56 |
| <i>Goniada maculata</i> | 0,81 | 2,13 | 36,69 |
| <i>Abyssoninoe hibernica</i> | 0,71 | 2,08 | 38,77 |
| <i>Diplocirrus glaucus</i> | 0,7 | 2,05 | 40,82 |
| <i>Ampelisca typica</i> | 0,63 | 2,04 | 42,86 |
| <i>Lumbrineris luciliae</i> | 0,78 | 1,98 | 44,84 |
| <i>Paralacydonia paradoxa</i> | 0,65 | 1,9 | 46,73 |
| <i>Leiochrides deltaicus</i> | 1,45 | 1,82 | 48,56 |
| <i>Amphiura chiajei</i> | 0,8 | 1,69 | 50,25 |



16

Valeurs moyennes de la Richesse spécifique, la Densité, l'indice de diversité de Shanon et l'Équitabilité J' des groupes identifiés par l'analyse de Cluster réalisée sur les 25 Stations échantillonnées dans le cadre de la DCE 2024 pour la Méditerranée Française. (CL1 : Calvi, Figari-Bruzzi, Aléria, Rondinara, Rogliano, Cassis, Pampelone et Brégançon ; CL2 : Villefranche, Carteau, Antibes sud et Nord, Carry, Fos, Grau du roi, Toulon, St Raphael, Menton et Beauduc ; CL3 : Station de Banyuls, Agde ouest et Gruissan).

Le Cluster 1 regroupe (Similarité de 28,6%) les stations du contrôle de surveillance des eaux corses de Calvi, Figari-Bruzzi, Aléria, Rondinara, Rogliano et la station Paca de Cassis, Pampelone et Brégançon (Figure 16).

Ce groupement a les richesses spécifiques et les diversités les plus élevées. Ainsi, comme pour le Cluster 2 la similarité des peuplements de ce groupement repose sur un grand nombre d'espèces ; 17 espèces expliquent 50% de la similarité.

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

La station de Porto Vecchio se différencie des autres peuplements par son type d'habitat avec des vases à teneur très élevée en matière organique en rapport avec le milieu semi fermé que constitue la baie de Porto Vecchio. Ainsi les peuplements de ce type de milieu sont marqués par une présence plus importante d'espèces tolérantes et opportunistes au détriment d'espèces sensibles.

Quant à celle de Cargèse, elle se différencie par une abondance et une richesse spécifique très faible en rapport avec des sables grossiers à très faibles teneur en matière organique.

Les figures ci-dessous reprennent, pour chacune des stations, les proportions en biomasse des différents groupes trophiques (Figure 17) ainsi que la biomasse totale (Figure 18).

La proportion importante de suspensivores sur la station de Banyuls est due à la présence importante du polychète *Ditrupa arietina*.

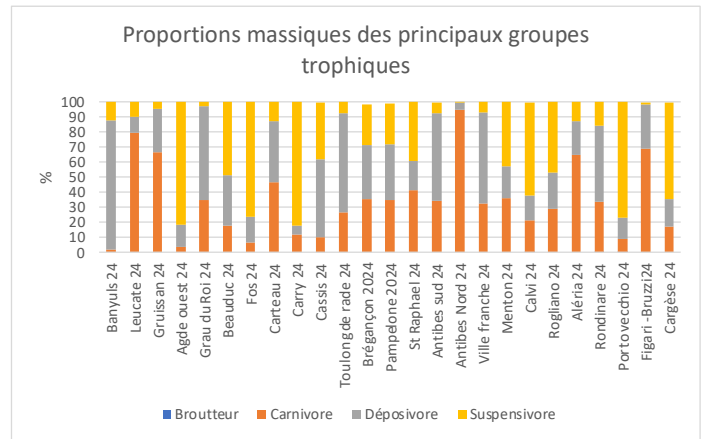
Qualification des peuplements de 2024

La figure 19 reprend les valeurs des proportions des différents groupes de polluo-sensibilité pour chacun des peuplements échantillonnés.

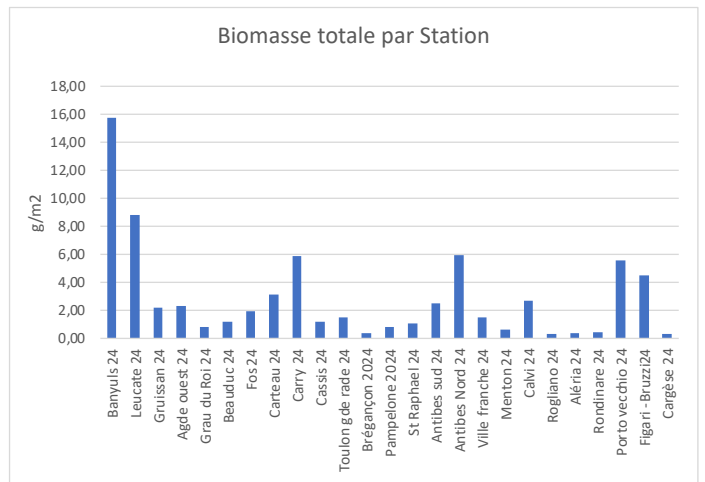
Le tableau ci-contre reprend les valeurs de l'indice AMBI calculé à partir de ces proportions et les valeurs de l'EQR correspondantes.

En 2024, les 24 stations échantillonnées pour le contrôle de surveillance montrent (Tableau 16) :

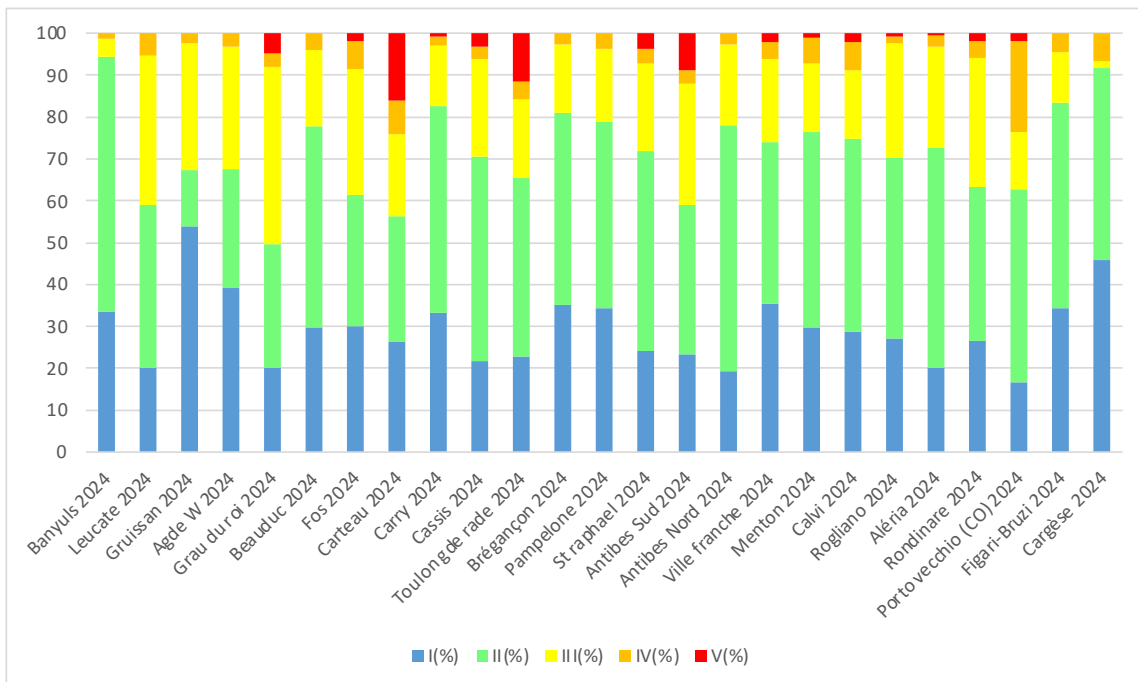
- une qualité médiocre pour les peuplements de Leucate, Grau du Roi, Carteau, Toulon et Antibes sud
- une qualité moyenne pour 9 stations,
- une bonne qualité pour 8 stations,
- une très bonne qualité pour la station corse de Figari-Bruzzi.



17 Proportions massiques des différents groupes trophiques des stations échantillonnées dans le cadre de la DCE 2024



18 Biomasses totale des différents groupes trophiques des stations échantillonnées dans le cadre de la DCE 2024



19 Proportions des différents groupes de polluo-sensibilité des stations échantillonnées dans le cadre du contrôle de surveillance de la DCE 2024

16 Richesse spécifique (S), Indice de diversité de Shannon (H'), AMBI et valeur de l'EQR des données du contrôle de surveillance DCE 2024 de Méditerranée française (CO : Contrôle Opérationnel).

| Région de réf. utilisée | Station | S totale | H' | Mean AMBI | EQR |
|-------------------------|-----------------|----------|-----|-----------|-----------------|
| LR | Banyuls | 64 | 2,2 | 1,08 | 0,63 |
| LR | Leucate | 58 | 4,2 | 1,88 | 0,36 |
| LR | Gruissan | 49 | 3,8 | 1,25 | 0,54 |
| LR | Agde Ouest | 43 | 4,5 | 1,48 | 0,46 |
| LR | Grau du roi | 65 | 4,8 | 2,14 | 0,32 |
| LR | Beauduc | 52 | 5,1 | 1,47 | 0,46 |
| PACA | Fos | 62 | 5,3 | 1,76 | 0,46 |
| PACA | Carteau | 113 | 5,8 | 2,36 | 0,34 |
| PACA | Carry | 83 | 5,4 | 1,29 | 0,63 |
| PACA | Cassis | 77 | 5,6 | 1,75 | 0,46 |
| PACA | Toulon gde rade | 101 | 5,9 | 2,11 | 0,38 |
| PACA | Brégançon | 63 | 5,4 | 1,29 | 0,63 |
| PACA | Pampelone | 103 | 6,3 | 1,37 | 0,59 |
| PACA | St Raphaël | 76 | 5,5 | 1,73 | 0,47 |
| PACA | Antibes Sud | 96 | 5,5 | 2,07 | 0,39 |
| PACA | Antibes Nord | 48 | 4,5 | 1,58 | 0,51 |
| PACA | Ville franche | 79 | 5,6 | 1,49 | 0,55 |
| PACA | Menton | 75 | 5,8 | 1,50 | 0,54 |
| Corse | Calvi | 112 | 6,2 | 1,61 | 0,72 |
| Corse | Rogliano | 75 | 5,4 | 1,58 | 0,73 |
| Corse | Aléria | 62 | 5,2 | 1,73 | 0,67 |
| Corse | Rondinara | 102 | 5,9 | 1,78 | 0,65 |
| Corse | Porto-Vecchio | 75 | 4,8 | 2,23 | 0,52 |
| Corse | Figari-Bruzzi | 65 | 5,6 | 1,35 | 0,86 |
| Corse | Cargèse | 18 | 3,1 | 1,06 | Pas fiable S<20 |

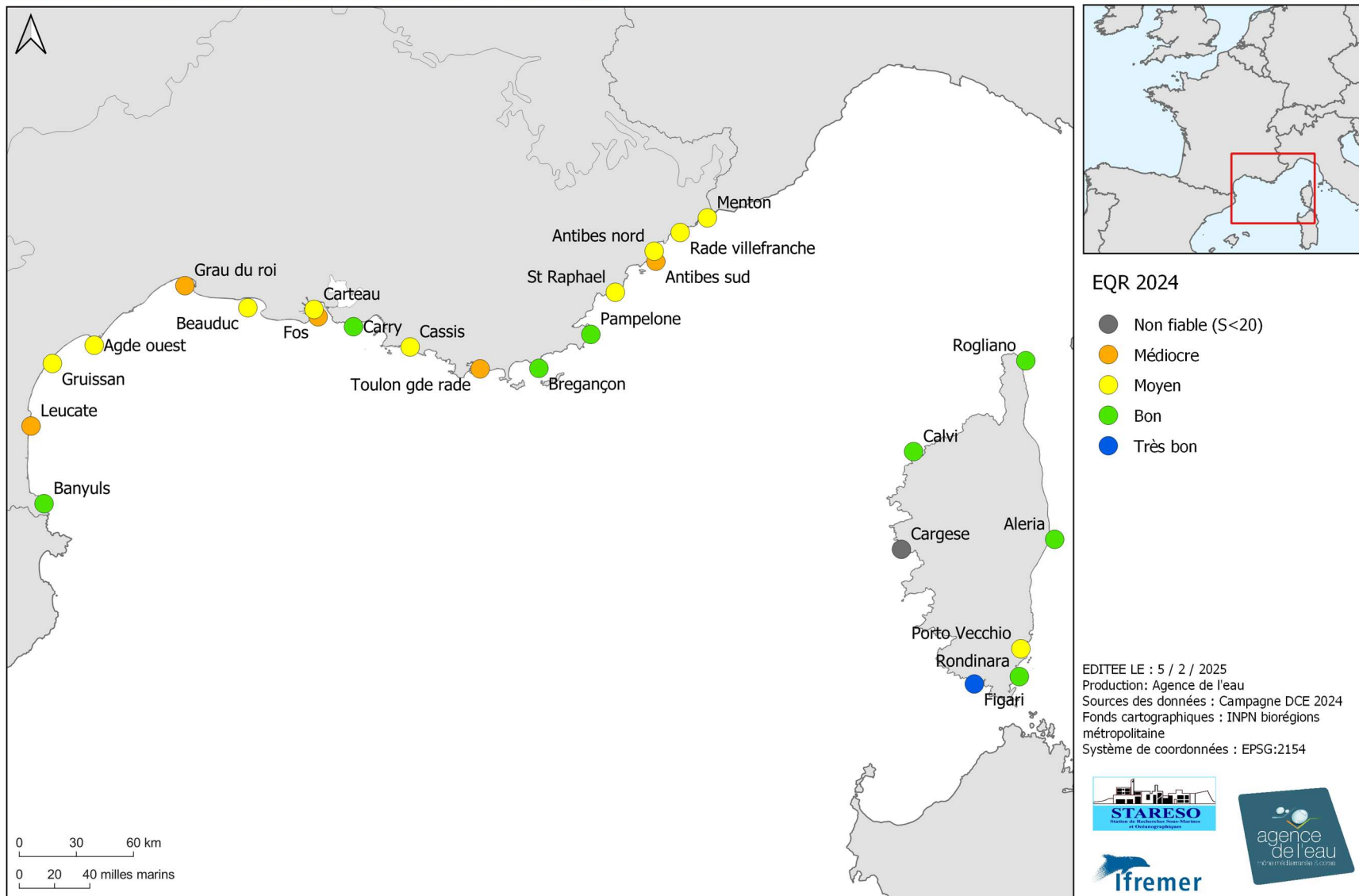
La station corse du contrôle opérationnel de Porto Vecchio montre une qualité moyenne.

Les stations de Carteau et Toulon présentent un peuplement dégradé avec un pourcentage d'espèces opportunistes global respectivement de 24,2% et 15,8% appartenant à la famille Capitellidae.

Les stations de Leucate et Grau du roi sont essentiellement composées par des espèces tolérantes (respectivement 35,7% et 42,4%) à large répartition écologique.

MISE EN OEUVRE DU PROGRAMME DE SUIVIS DES MASSES D'EAU COTIERES MEDITERRANEENNES - INDICATEUR BENTHOS

Caractérisation des stations en fonction de leur EQR



20

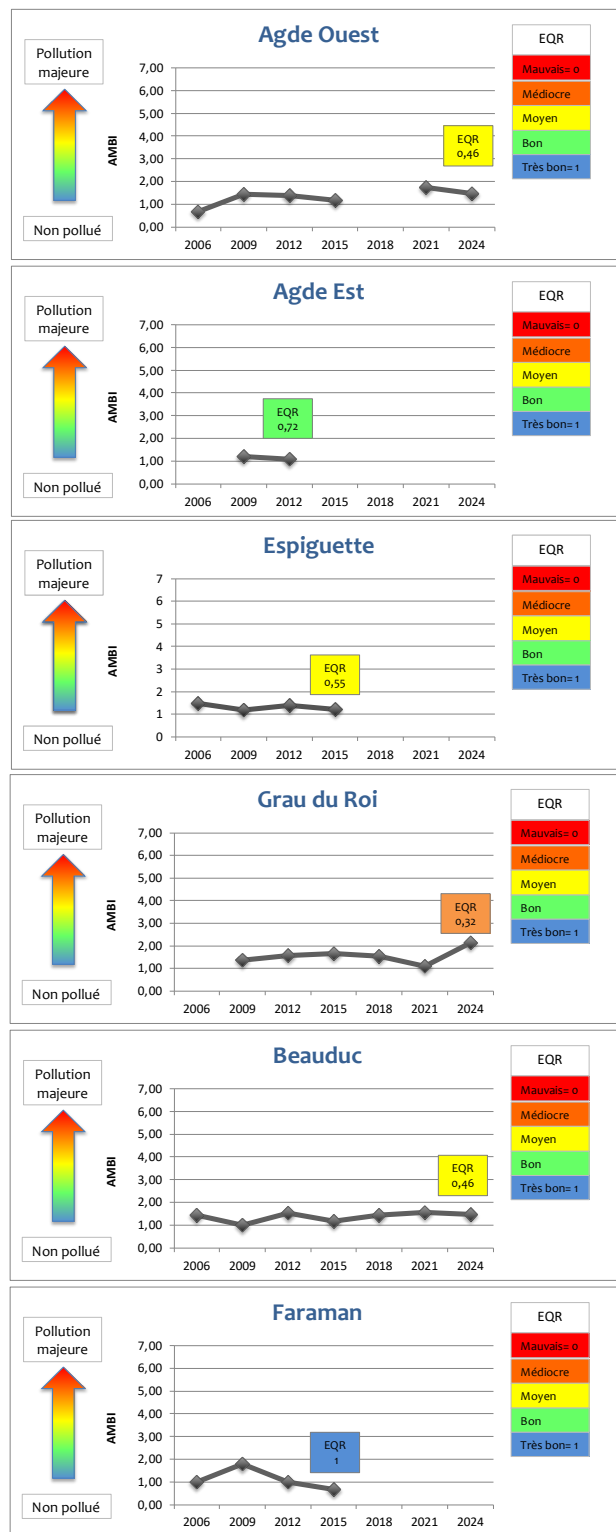
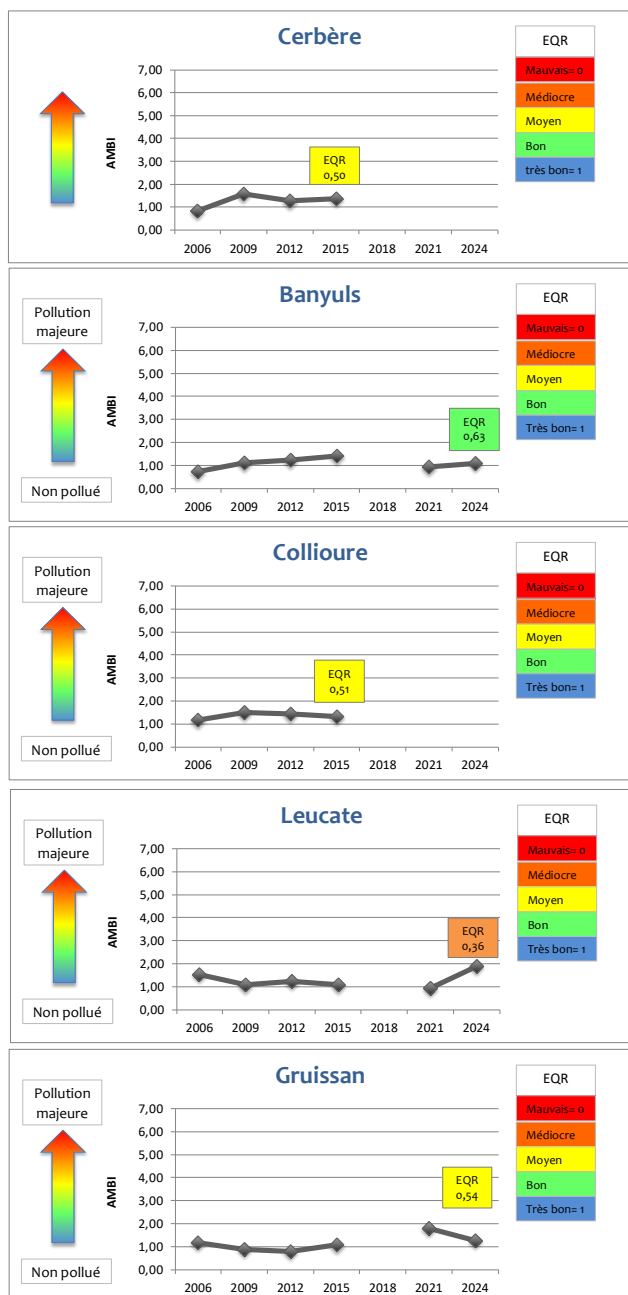
Qualité définie par l'EQR des peuplements échantillonnés dans le cadre de la campagne DCE 2024 du contrôle de surveillance.

2.2. Évolution de la qualité des peuplements de 2006 à 2024

Dans la mesure où les stations de référence s'améliorent dans le temps (cas de Calvi qui devient référence pour la région Corse depuis 2021), 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).

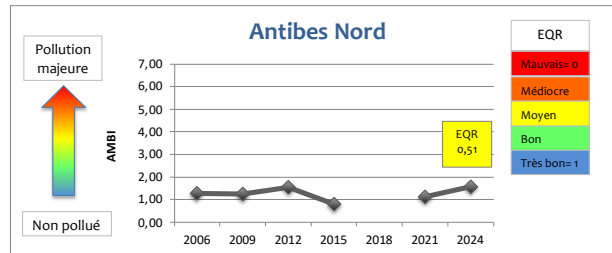
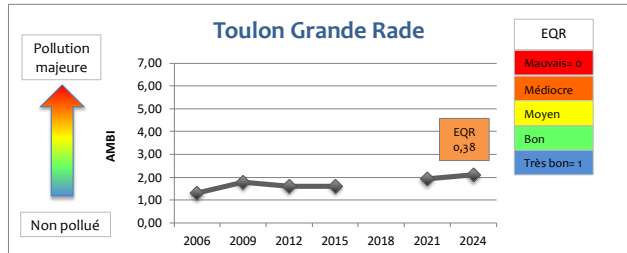
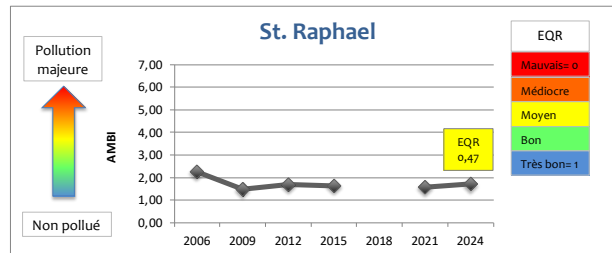
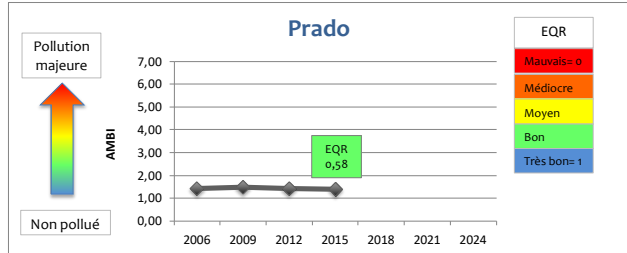
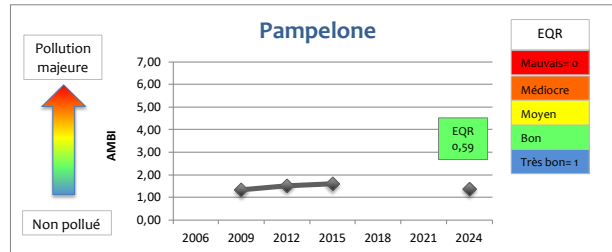
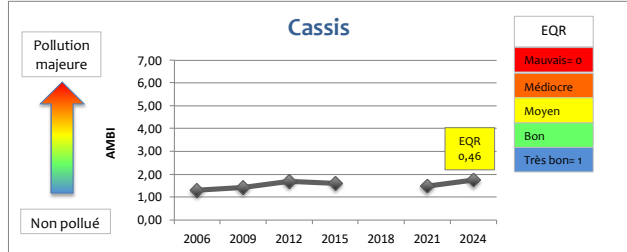
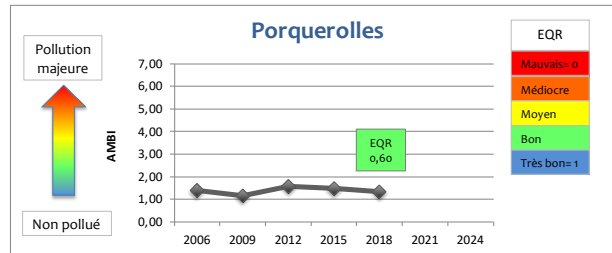
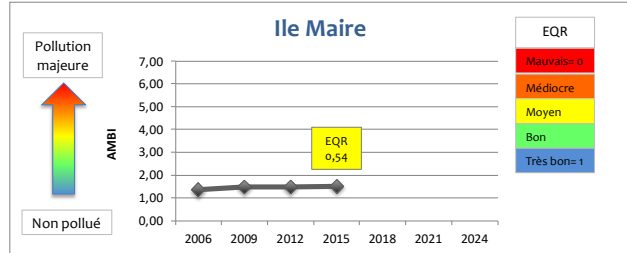
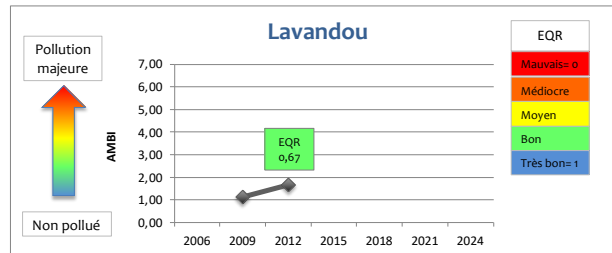
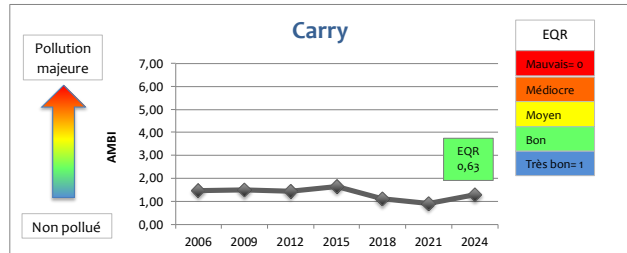
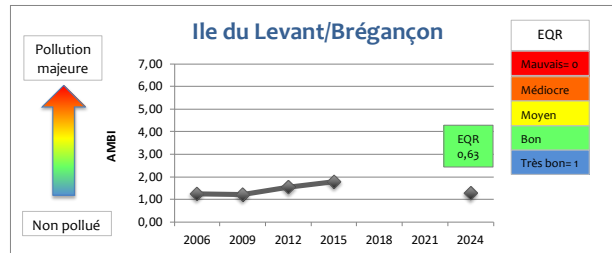
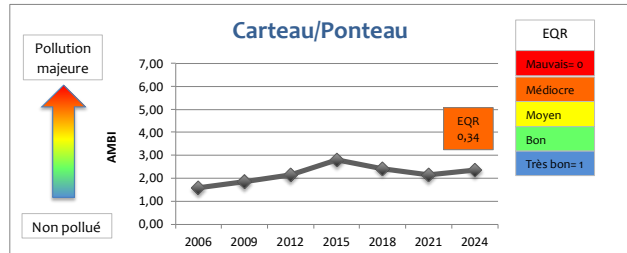
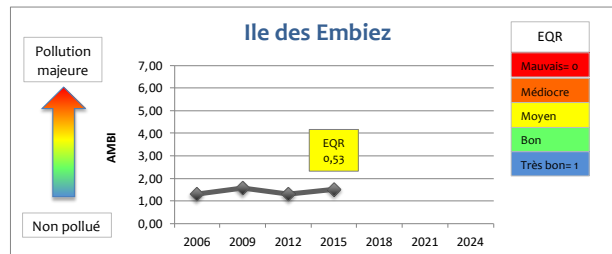
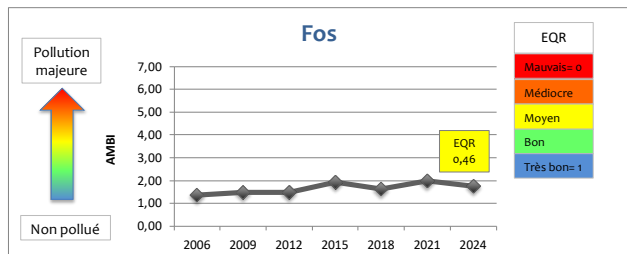
Aussi pour voir le sens de l'évolution générale de la qualité du peuplement, il faut comparer uniquement les valeurs de l'AMBI (Figure 21 à 23).

Et pour connaître la qualité des peuplements de la dernière année étudiée et prendre des mesures de gestion adaptées, il faut regarder l'EQR (Figure 21 à 23).



21

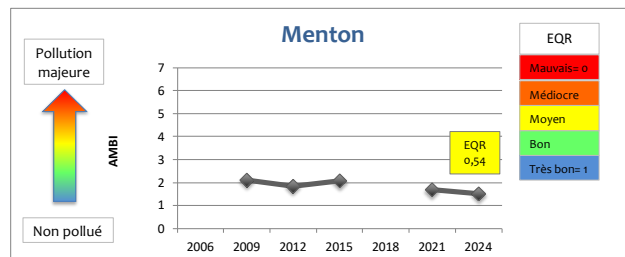
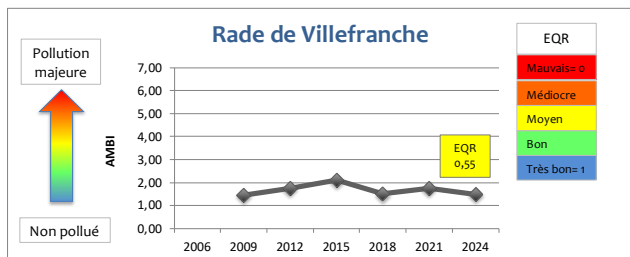
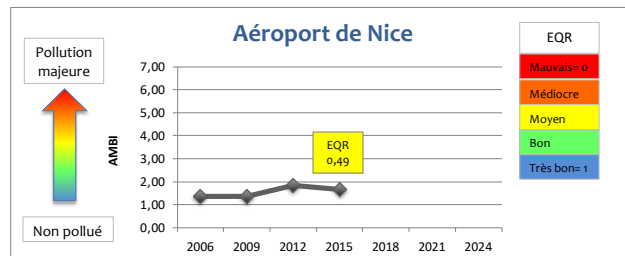
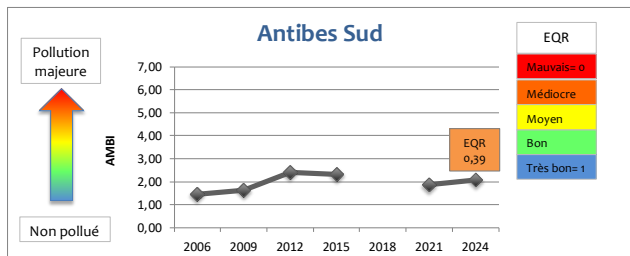
Évolution de 2006 à 2024 de la qualité des peuplements à travers la valeur de l'AMBI et qualification atteinte lors de la dernière mesure avec l'EQR - Campagnes DCE région Languedoc Roussillon



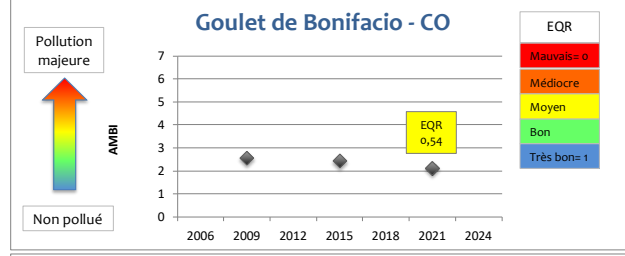
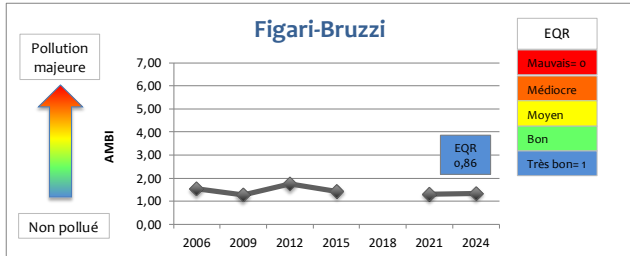
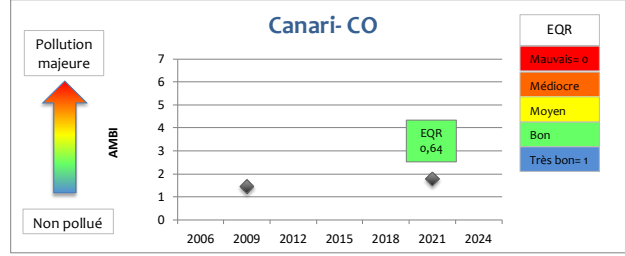
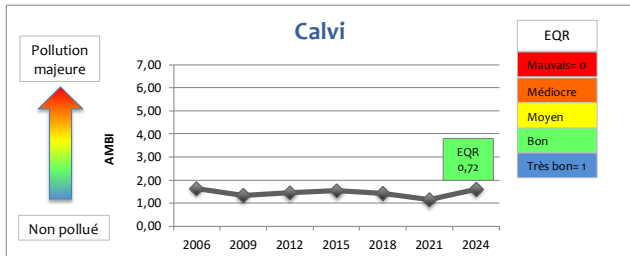
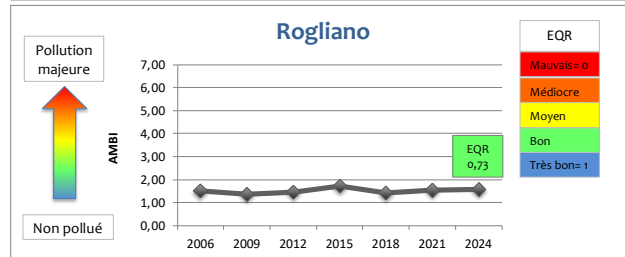
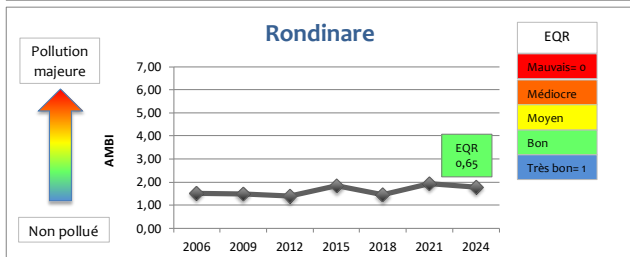
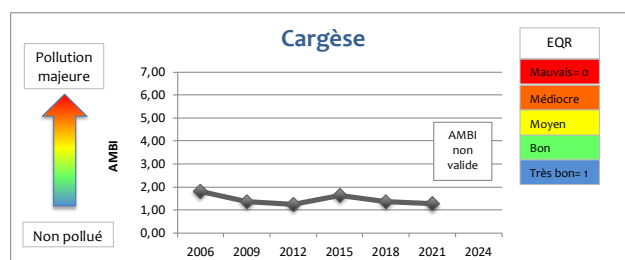
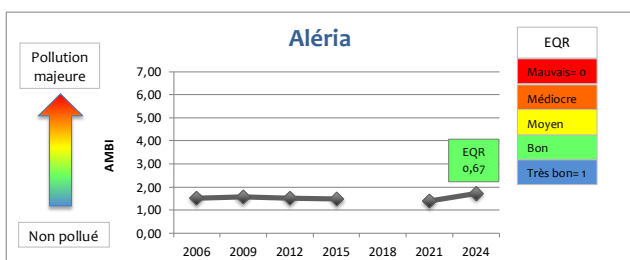
22

Évolution de 2006 à 2024 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

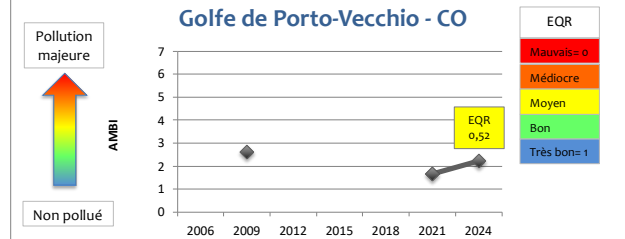




22 bis Évolution de 2006 à 2024 de la qualité des peuplements à travers la valeur de l'AMBI et qualification atteinte lors de la dernière mesure avec l'EQR - Campagnes DCE région PACA



23 Évolution de 2006 à 2024 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 (Tableau 17).

Sur les 24 stations du contrôle de surveillance en 2024 :

- 5 stations se dégradent (Leucate, Grau du roi, Toulon, Antibes sud et Antibes Nord),
- 8 stations se maintiennent dans un état Moyen ou Pauvre (Carteau),
- 1 stations (Brégançon) a gagné en qualité et est en Bon état,
- 8 stations se maintiennent dans un état Bon à Très Bon.

Pour la station de contrôle opérationnel échantillonnée en 2024

- le peuplement du golfe de Porto-Vecchio régresse d'un Bon état à un état Moyen.

Le tableau reprenant l'ensemble des valeurs de l'AMBI de 2006 à 2024 figure en annexe 1.

Les dégradations observées en 2024 concernent 5 stations du contrôle de surveillance et 1 station du contrôle opérationnel. Pour les stations de Leucate, Grau du roi et Antibes Sud la richesse spécifique totale et l'abondance sont du même ordre que les valeurs observées en 2021 avec une diversité (H') qui reste proche ; en revanche 2024 est marquée par une large augmentation des proportions d'espèces tolérantes au détriment des espèces sensibles. Ces observations montrent une instabilité des peuplements considérés.

Pour les peuplements de Toulon, le phénomène est plus accentué avec une augmentation des espèces opportunistes traduisant une perturbation plus importante du milieu.

Quant à la station d'Antibes Nord les perturbations sont faibles et entraînent essentiellement une baisse des espèces très sensibles (groupe I) au profit d'espèces plus tolérantes (groupe II) (Tableau 18).

17 Richesse spécifique (S), Indice de diversité de Shannon (H'), AMBI et valeur de l'EQR des données du contrôle de surveillance DCE 2024 de Méditerranée française (CO : Contrôle Opérationnel).

| 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 |
|--|---|--|--|
| <p>Lavandou (12) Aéroport de Nice (15) Ile du Levant (15) Leucate (24) Grau du Roi (24) Toulon grande rade (24) Antibes Sud (24) Antibes Nord (24) Golfe de Porto-Vecchio CO (24)</p> | <p>Cerbère (15) Collioure (15) Espiguette (15) Ile des Embiez (15) Ile Maire (15) Beauduc (21) Carteau (24) Fos (24) Cassis (24) St Raphael (24) Agde Ouest (24) Villefranche (24) Menton (24) Goulet de Bonifacio/CO (21) Gruissan (24)</p> | <p>Faraman (15) Brégançon (24)</p> | <p>Agde Est (12) Prado (15) Porquerolles (18) Aléria (24) Rondinare (24) Figari-Bruzzi (24) Cragèse (21) Rogliano (24) Canari/CO (21) Carry (24) Banyuls (24) Pampelone (24) Calvi (24)</p> |

18 Évolution des proportions des différents groupes de polluo-sensibilité dans le cadre de la DCE pour les stations marquées par une diminution de l'EQR entre 2021 et 2024

| | | %I | %II | %III | %IV | %V | S | H' |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| Leucate | 2021 | 56,4 | 28,6 | 10,7 | 3,6 | 0,7 | 47 | 4,98 |
| | 2024 | 20,1 | 38,8 | 35,7 | 5,4 | 0 | 58 | 4,17 |
| Grau du roi | 2021 | 52,0 | 27,6 | 16,4 | 2,4 | 1,6 | 51 | 4,16 |
| | 2024 | 20,0 | 29,6 | 42,4 | 3,3 | 4,8 | 65 | 4,75 |
| Toulon grande rade | 2021 | 28 | 38,1 | 14,9 | 14,7 | 4,3 | 119 | 6,29 |
| | 2024 | 22,8 | 42,6 | 18,8 | 4,4 | 11,4 | 101 | 5,92 |
| Antibes sud | 2021 | 34,7 | 36,4 | 9,7 | 8,8 | 10,4 | 107 | 5,6 |
| | 2024 | 23,4 | 35,7 | 28,8 | 3,3 | 8,8 | 96 | 5,51 |
| Antibes Nord | 2021 | 58,8 | 14,1 | 20,9 | 5,1 | 1,1 | 45 | 4,59 |
| | 2024 | 19,3 | 58,8 | 19,3 | 2,5 | 0 | 48 | 4,47 |

IV - DISCUSSION SUR LES CHOIX METHODOLOGIQUES



Comme en 2021, 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 DCSMM. 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 (Labrune *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 (Labrune *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 ; Labrune *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 stations de mauvaises qualités et le suivi de la pression exercée sur ce peuplement rend difficile la recherche de corrélation entre l'état des peuplements et les sources potentielles de pression anthropique.

V - 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,
- de regarder l'EQR pour savoir dans quel état est le peuplement lors de la dernière année d'étude et prendre des mesures adaptées.

Les biocénoses des stations étudiées dans le cadre du contrôle de surveillance 2024 apparaissent majoritairement comme de bonne à moyenne qualité. En 2024, :

- Leucate, Grau du roi, Toulon, Antibes Nord et Sud se dégradent,
- 8 stations se maintiennent dans un état Moyen ou Pauvre (Carteau),
- 1 station a gagné en qualité (Brégançon) et le peuplement est qualifié de Bon,
- 8 stations se maintiennent dans un état Bon à Très Bon.

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.

VI - BIBLIOGRAPHIE



- Bernard G., Janson A.L., Grémare 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-Ramirez, 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-Ramirez 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 Frame-work 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 Frame-work 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.
- Diaz, 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/VIGIES 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 *Ditrupa 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
- 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., Fréjefond C., Janson A-L., Abadie A., Amouroux J-M., Bellan G., Bellan-Santini D., Chevaldonné P., Cimiterra N., Derolez V., Fernez T., Fourt M., Frisoni G-F., Grillas P., Harmelin J-G., Jordana E., Kleszczewski 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*
- 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.
- 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.

1. 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 *Arcturinella deltensis* sp.nov. (Crustacea, Isopoda, Arcturidae) from the Ebro Delta (Western Mediterranean Sea), with remarks on the status of the genus *Arcturinella* 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 bi-tentaculate 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 morfologico, sistematico y faunistico. Tesis Doctoral- Universita de València. Facultad de VBiologia ; 306pp
- Esquete P., Bamber R.N., Moreira J. & J.S. Troncoso (2012). Redescription and postmarsupial development of *Apsudopsis 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 *Apsudopsis*. *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
- Garcia 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., Bonifacio, 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). *BiolInvasions 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-Est 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, Caprelidae*. *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*. NMBAQC 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 waters. *J. mar. Biol. As. U.K.* 59 : 757-760

VII - ANNEXES



1. Evolution de la valeur de l'AMBI

1 Évolution de la valeur de l'AMBI pour chaque station dans le cadre des campagnes DCE (2006, 2009, 2012, 2015, 2018, 2021, et 2024) du Contrôle de surveillance et du Contrôle opérationnel des eaux côtières de Méditerranée française

| | | AMBI | | | | | | |
|--------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2006 | 2009 | 2012 | 2015 | 2018 | 2021 | 2024 |
| Contrôle de surveillance | Cerbère | 0,84 | 1,59 | 1,29 | 1,36 | | | |
| | Banyuls | 0,73 | 1,10 | 1,23 | 1,40 | | 0,95 | 1,08 |
| | Collioure | 1,18 | 1,49 | 1,45 | 1,33 | | | |
| | Leucate | 1,53 | 1,07 | 1,24 | 1,09 | | 0,95 | 1,88 |
| | Gruissan | 1,19 | 0,89 | 0,79 | 1,08 | | 1,78 | 1,25 |
| | Agde W | 0,66 | 1,45 | 1,37 | 1,16 | | 1,72 | 1,48 |
| | 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 | 2,14 |
| | Beauduc | 1,45 | 0,98 | 1,51 | 1,19 | 1,45 | 1,56 | 1,47 |
| | 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 | 1,76 |
| | Carteau/Ponteau | 1,59 | 1,85 | 2,16 | 2,81 | 2,41 | 2,14 | 2,36 |
| | Carry | 1,47 | 1,49 | 1,45 | 1,64 | 1,12 | 0,92 | 1,29 |
| | Ile Maire | 1,38 | 1,49 | 1,49 | 1,51 | | | |
| | Cassis | 1,30 | 1,41 | 1,69 | 1,60 | | 1,47 | 1,75 |
| | Prado | 1,42 | 1,49 | 1,41 | 1,40 | | | |
| | Toulon Gde rade | 1,30 | 1,79 | 1,62 | 1,60 | | 1,93 | 2,11 |
| | Ile des Embiez | 1,31 | 1,58 | 1,32 | 1,52 | | | |
| | Ile du levant | 1,24 | 1,21 | 1,54 | 1,78 | | | 1,29 |
| | Ile Jarre | | | 1,47 | | | | |
| | Lavandou | | 1,12 | 1,67 | | | | |
| | Porquerolles | 1,40 | 1,15 | 1,57 | 1,49 | 1,35 | | |
| | Pampelonne | | 1,34 | 1,52 | 1,61 | | | 1,37 |
| | St Raphael | 2,26 | 1,49 | 1,70 | 1,63 | | 1,58 | 1,73 |
| | Antibes Nord | 1,28 | 1,24 | 1,54 | 0,81 | | 1,14 | 1,58 |
| | Antibes Sud | 1,45 | 1,64 | 2,41 | 2,33 | | 1,87 | 2,07 |
| | Rade de Villefranche | | 1,44 | 1,74 | 2,10 | 1,51 | 1,75 | 1,49 |
| | Aéroport Nice | 1,36 | 1,38 | 1,86 | 1,66 | | | |
| Menton | | 2,10 | 1,85 | 2,09 | | 1,69 | 1,50 | |

1 bis

Évolution de la valeur de l'AMBI pour chaque station dans le cadre des campagnes DCE (2006, 2009, 2012, 2015, 2018, 2021, et 2024) du Contrôle de surveillance et du Contrôle opérationnel des eaux côtières de Méditerranée

française

| | | AMBI | | | | | | |
|--------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2006 | 2006 | 2006 | 2006 | 2006 | 2006 | 2006 |
| C. op. | Marseille Petite jetée | | 1,37 | | | | | |
| | Ile plane | | 1,43 | | | | | |
| | Monaco | | 1,76 | | | | | |
| C. de surveillance | Aléria-Bravone | 1,53 | 1,56 | 1,50 | 1,50 | | 1,39 | 1,73 |
| | Rondinara | 1,51 | 1,48 | 1,38 | 1,83 | 1,46 | 1,93 | 1,78 |
| | Calvi | 1,64 | 1,35 | 1,45 | 1,53 | 1,41 | 1,15 | 1,61 |
| | Figari-Bruzzi | 1,54 | 1,28 | 1,75 | 1,44 | | 1,31 | 1,35 |
| | 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 | 1,58 |
| C. opérationnel | Canari | | 1,46 | | | | 1,78 | |
| | littoral bastiais/Biguglia | | 1,74 | | | | | |
| | Golfe d'Ajaccio | | 1,75 | | | | | |
| | Baie de Sant'Amanza | | 1,79 | | | | | |
| | Golfe de St Florent | | 2,20 | | | | | |
| | Goulet de Bonifacio | | 2,55 | | 2,43 | | 2,11 | |
| | Golfe de Porto Vecchio | | 2,61 | | | | 1,66 | 2,23 |

2. Granulométrie Récapitulatif par station

2.1. Station N°1 : Banyuls



invalys

Nom de l'échantillon E2404044309
 Référence Client Sable Station n°1
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 24/04/2024 10:03:55

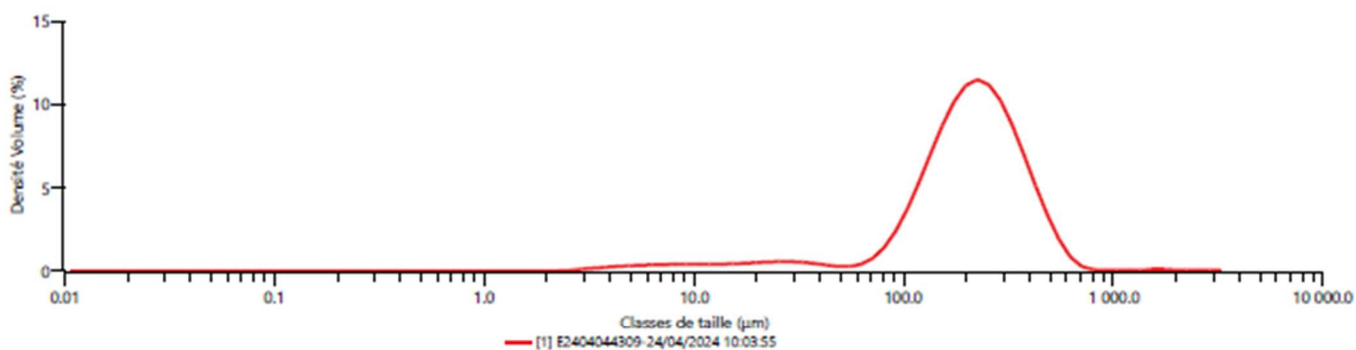
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurtion du laser 9.73 %

Résultats

Concentration 0.1116 %
 Span (largeur de distribution) 1.442
 Uniformité 0.472
 Surface spécifique 66.32 m²/kg
 Résiduel 0.42 %
 Résiduels pondérés 0.42 %
 Dv (10) 91.6 µm
 Dv (50) 212 µm
 Dv (90) 398 µm
 D [4;3] 233 µm
 D [3;2] 90.5 µm
 Dv (95) 465 µm
 Dv (60) 243 µm
 Dv (30) 159 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 4.13 |
| 20.0 | 3.10 |
| 63.0 | 38.39 |
| 200 | 54.28 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.00 |
| 20.0 | 4.13 |
| 63.0 | 7.23 |
| 200 | 45.62 |
| 2000 | 99.90 |

2.2. Station N°2 : Leucate



inovalys

Nom de l'échantillon E2404044311
 Référence Client Sable Station n°2
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 24/04/2024 12:26:12

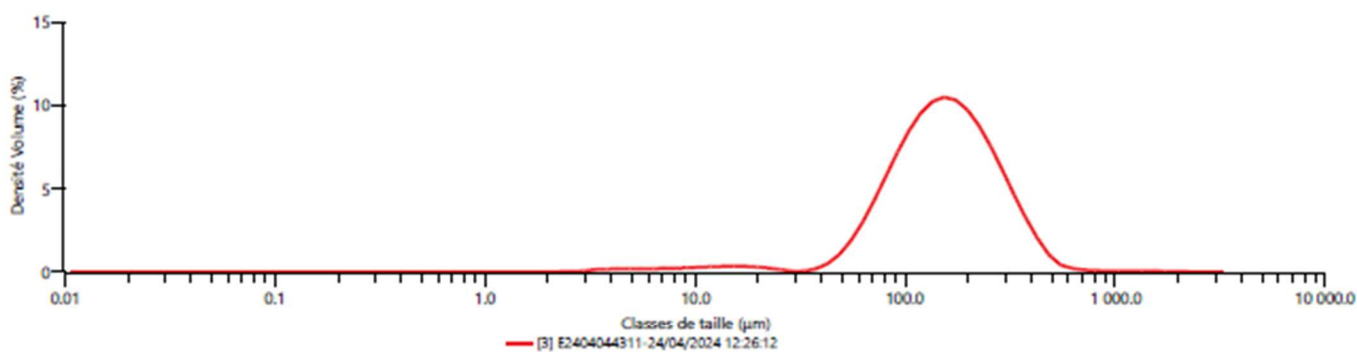
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 11.05 %

Résultats

Concentration 0.1382 %
 Span (largeur de distribution) 1.549
 Uniformité 0.494
 Surface spécifique 62.94 m²/kg
 Résiduel 0.39 %
 Résiduels pondérés 0.40 %
 Dv (10) 71.4 µm
 Dv (50) 152 µm
 Dv (90) 307 µm
 D [4;3] 175 µm
 D [3;2] 95.3 µm
 Dv (95) 367 µm
 Dv (60) 177 µm
 Dv (30) 112 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 2.57 |
| 20.0 | 4.48 |
| 63.0 | 61.09 |
| 200 | 31.87 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.00 |
| 20.0 | 2.57 |
| 63.0 | 7.05 |
| 200 | 68.13 |
| 2000 | 100.00 |

2.3. Station N°3 : Gruissan



invalys

Nom de l'échantillon E2404044312
 Référence Client Sable-vaseux compact, petit volume _ Sation n°3
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 24/04/2024 14:51:09

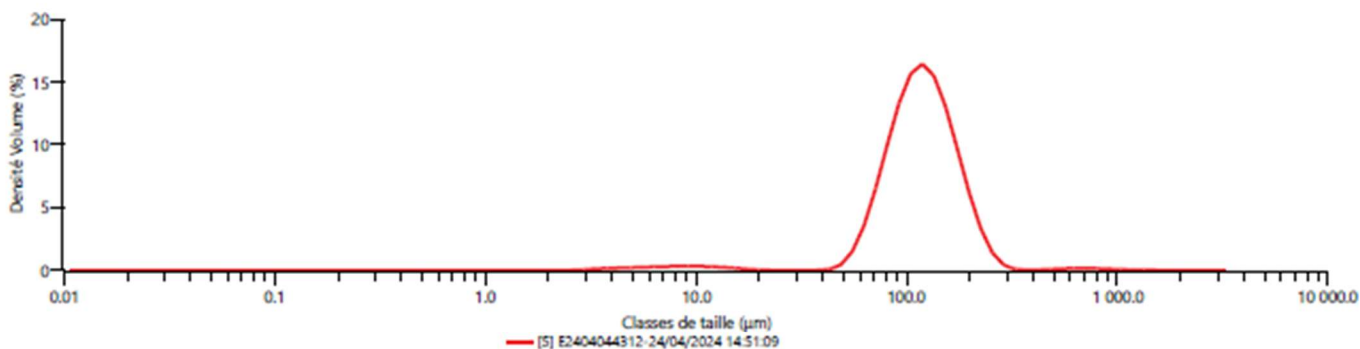
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 9.87 %

Résultats

Concentration 0.1084 %
 Span (largeur de distribution) 0.958
 Uniformité 0.324
 Surface spécifique 71.60 m²/kg
 Résiduel 0.61 %
 Résiduels pondérés 0.62 %
 Dv (10) 72.6 µm
 Dv (50) 117 µm
 Dv (90) 185 µm
 D [4;3] 125 µm
 D [3;2] 83.8 µm
 Dv (95) 209 µm
 Dv (60) 129 µm
 Dv (30) 96.5 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 2.32 |
| 20.0 | 2.93 |
| 63.0 | 88.03 |
| 200 | 6.72 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.00 |
| 20.0 | 2.32 |
| 63.0 | 5.25 |
| 200 | 93.28 |
| 2000 | 100.00 |

2.4. Station N°4 : Agde ouest



invalys

Nom de l'échantillon E2404044313
 Référence Client Sable-vaseux compact, petit volume _ Sation n°4
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 24/04/2024 16:01:05

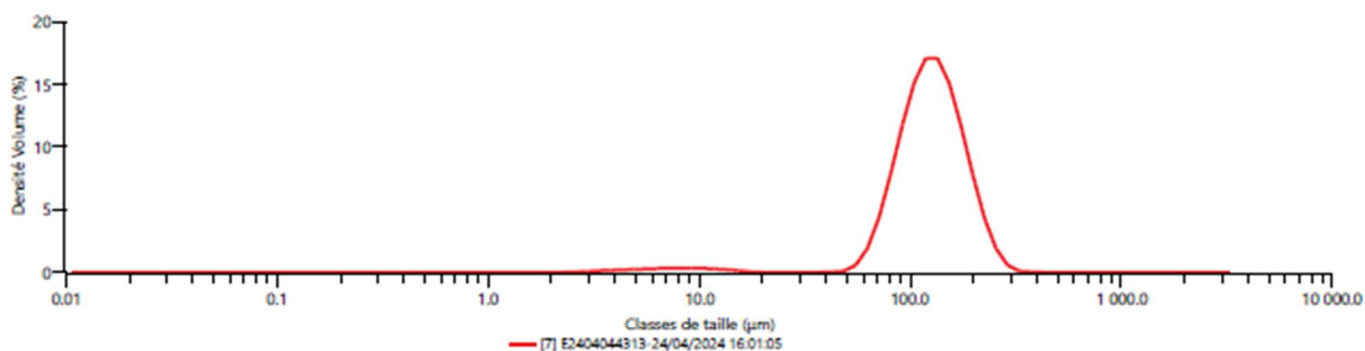
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurtion du laser 13.66 %

Résultats

Concentration 0.1558 %
 Span (largeur de distribution) 0.908
 Uniformité 0.290
 Surface spécifique 69.91 m²/kg
 Résiduel 0.62 %
 Résiduels pondérés 0.64 %
 Dv (10) 79.2 µm
 Dv (50) 125 µm
 Dv (90) 193 µm
 D [4;3] 130 µm
 D [3;2] 85.8 µm
 Dv (95) 214 µm
 Dv (60) 137 µm
 Dv (30) 104 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0,0100 | 0,00 |
| 2,00 | 2,41 |
| 20,0 | 1,20 |
| 63,0 | 88,22 |
| 200 | 8,16 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0,0100 | 0,00 |
| 2,00 | 0,00 |
| 20,0 | 2,41 |
| 63,0 | 3,61 |
| 200 | 91,84 |
| 2000 | 100,00 |

2.5. Station N°5 : Grau du roi



invalys

Nom de l'échantillon E2404044314
 Référence Client Vase odorante station n°5
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 24/04/2024 16:53:31

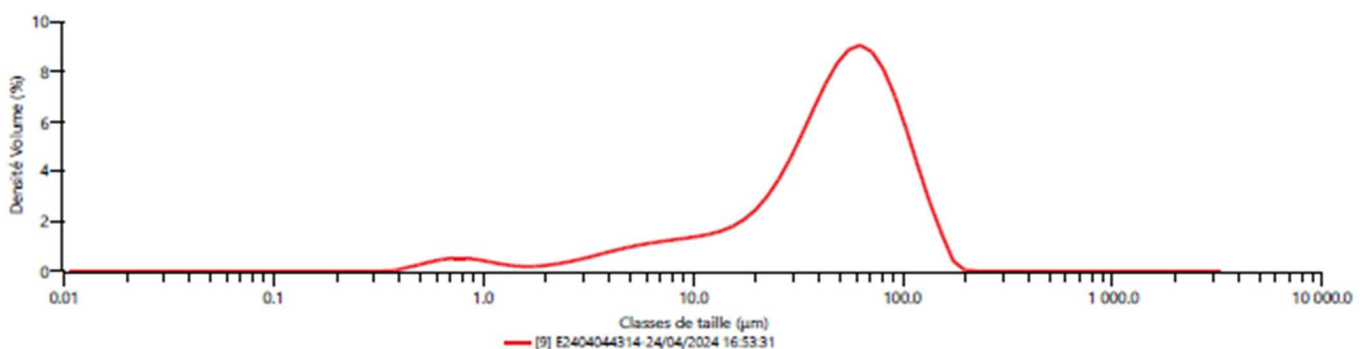
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 13.67 %

Résultats

Concentration 0.0346 %
 Span (largeur de distribution) 1.950
 Uniformité 0.583
 Surface spécifique 479.5 m²/kg
 Résiduel 0.54 %
 Résiduels pondérés 0.60 %
 Dv (10) 7.96 µm
 Dv (50) 48.9 µm
 Dv (90) 103 µm
 D [4;3] 53.3 µm
 D [3;2] 12.5 µm
 Dv (95) 121 µm
 Dv (60) 58.3 µm
 Dv (30) 31.1 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 3.31 |
| 2.00 | 16.44 |
| 20.0 | 44.83 |
| 63.0 | 35.42 |
| 200 | 0.00 |
| 2000 | 0.00 |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 3.31 |
| 20.0 | 19.76 |
| 63.0 | 64.58 |
| 200 | 100.00 |
| 2000 | 100.00 |

2.6. Station N°6 : Beauduc



inovalys

Nom de l'échantillon E2404044315
 Référence Client Vase coquillée _ Sation n°6
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 25/04/2024 11:13:25

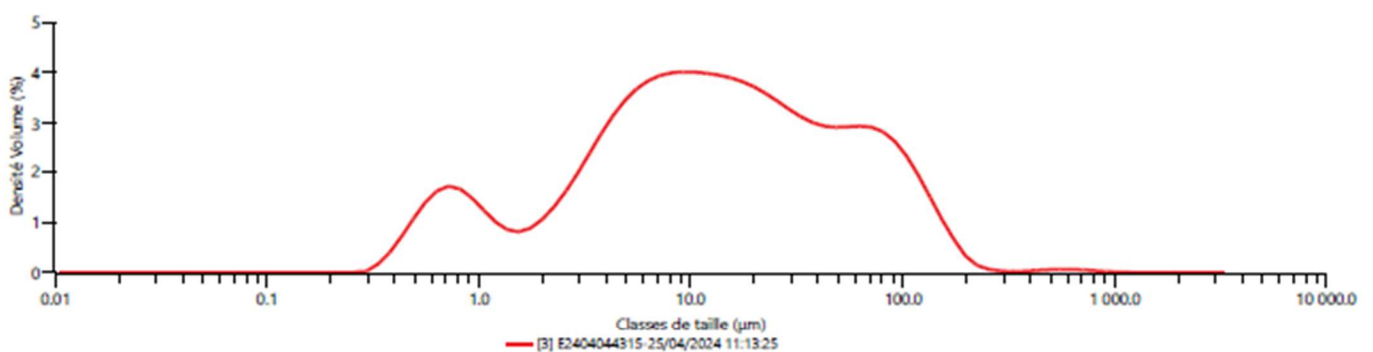
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurtion du laser 11.23 %

Résultats

Concentration 0.0103 %
 Span (largeur de distribution) 6.368
 Uniformité 1.929
 Surface spécifique 1535 m²/kg
 Résiduel 0.49 %
 Résiduels pondérés 0.66 %
 Dv (10) 1.20 µm
 Dv (50) 12.7 µm
 Dv (90) 82.1 µm
 D [4;3] 29.6 µm
 D [3;2] 3.91 µm
 Dv (95) 111 µm
 Dv (60) 18.9 µm
 Dv (30) 5.85 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 12.92 |
| 2.00 | 48.51 |
| 20.0 | 23.59 |
| 63.0 | 14.47 |
| 200 | 0.51 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 12.92 |
| 20.0 | 61.43 |
| 63.0 | 85.02 |
| 200 | 99.49 |
| 2000 | 100.00 |

2.7. Station N°8 : Fos



invalys

Nom de l'échantillon E2404044317
 Référence Client Vase coagulée _ Sation n°8
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 25/04/2024 11:58:45

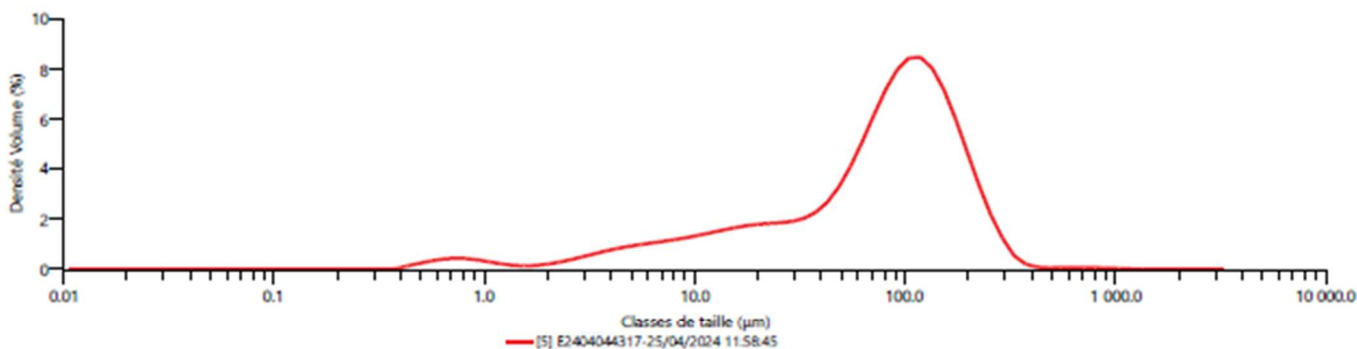
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 8.07 %

Résultats

Concentration 0.0232 %
 Span (largeur de distribution) 2.128
 Uniformité 0.676
 Surface spécifique 410.4 m²/kg
 Résiduel 0.54 %
 Résiduels pondérés 0.58 %
 Dv (10) 8.69 µm
 Dv (50) 84.6 µm
 Dv (90) 189 µm
 D [4;3] 94.6 µm
 D [3;2] 14.6 µm
 Dv (95) 227 µm
 Dv (60) 102 µm
 Dv (30) 46.8 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 2.78 |
| 2.00 | 15.53 |
| 20.0 | 19.52 |
| 63.0 | 53.94 |
| 200 | 8.24 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 2.78 |
| 20.0 | 18.31 |
| 63.0 | 37.83 |
| 200 | 91.76 |
| 2000 | 100.00 |

2.8. Station N°9 : Carteau



invalys

Nom de l'échantillon E2404044318
 Référence Client Vase odorante _ Sation n°9
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 25/04/2024 14:31:23

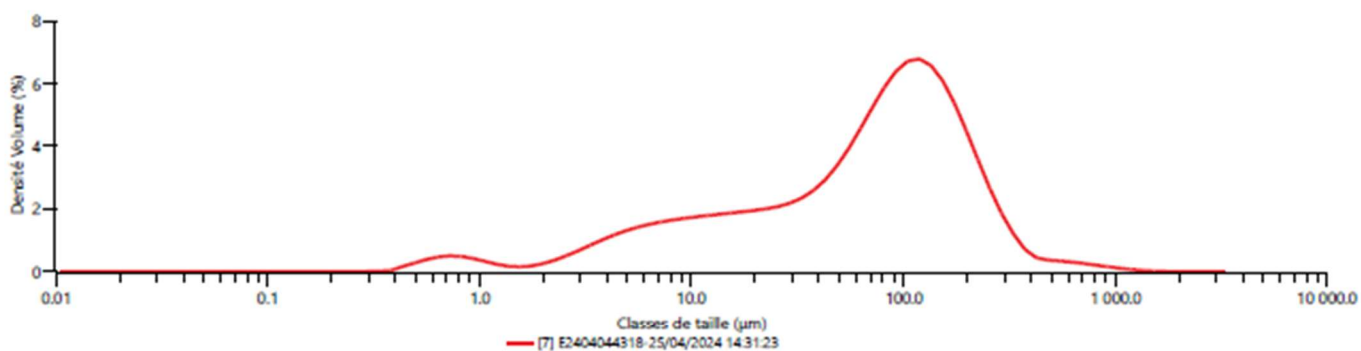
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 9.83 %

Résultats

Concentration 0.0236 %
 Span (largeur de distribution) 2.671
 Uniformité 0.916
 Surface spécifique 477.3 m²/kg
 Résiduel 0.47 %
 Résiduels pondérés 0.52 %
 Dv (10) 6.42 µm
 Dv (50) 76.7 µm
 Dv (90) 211 µm
 D [4;3] 99.9 µm
 D [3;2] 12.6 µm
 Dv (95) 270 µm
 Dv (60) 98.4 µm
 Dv (30) 33.4 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 3.11 |
| 2.00 | 19.88 |
| 20.0 | 20.52 |
| 63.0 | 44.89 |
| 200 | 11.61 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 3.11 |
| 20.0 | 22.98 |
| 63.0 | 43.50 |
| 200 | 88.39 |
| 2000 | 100.00 |

2.9. Station N°10 : Carry



invalys

Nom de l'échantillon E2404044319
 Référence Client Vase _ Sation n°10
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 25/04/2024 12:48:47

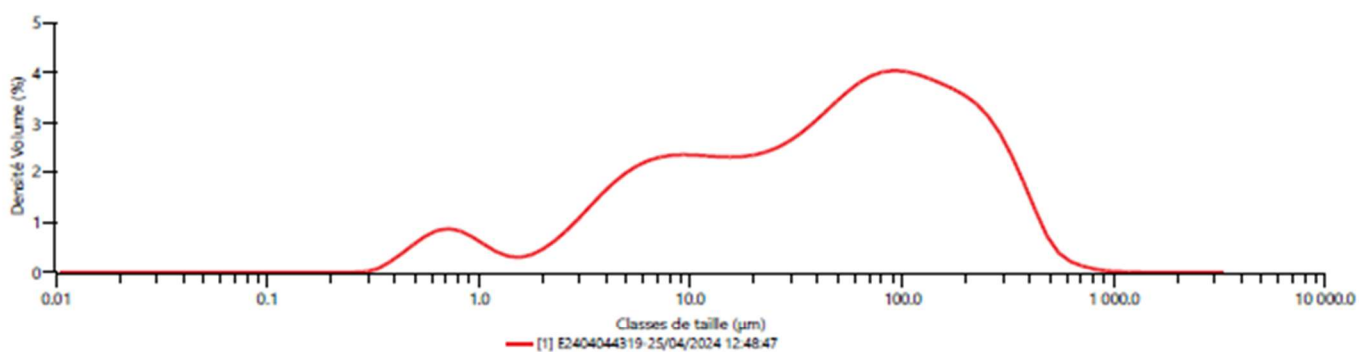
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 11.81 %

Résultats

Concentration 0.0195 %
 Span (largeur de distribution) 4.998
 Uniformité 1.546
 Surface spécifique 810.2 m²/kg
 Résiduel 0.74 %
 Résiduels pondérés 0.83 %
 Dv (10) 3.77 µm
 Dv (50) 48.7 µm
 Dv (90) 247 µm
 D [4;3] 91.2 µm
 D [3;2] 7.41 µm
 Dv (95) 324 µm
 Dv (60) 73.6 µm
 Dv (30) 15.4 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 6.05 |
| 2.00 | 27.91 |
| 20.0 | 22.10 |
| 63.0 | 29.26 |
| 200 | 14.68 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 6.05 |
| 20.0 | 33.96 |
| 63.0 | 56.06 |
| 200 | 85.32 |
| 2000 | 100.00 |

2.10. Station N°11 : Cassis



invalys

Nom de l'échantillon E2404044320
 Référence Client Sable-vaseux _ Sation n°11
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 25/04/2024 16:20:58

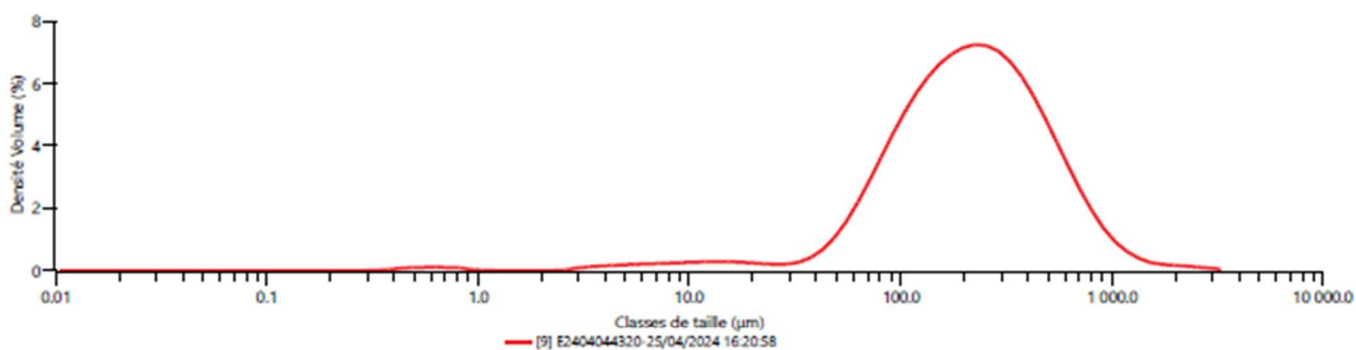
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 12.47 %

Résultats

Concentration 0.1547 %
 Span (largeur de distribution) 2.387
 Uniformité 0.789
 Surface spécifique 102.7 m²/kg
 Résiduel 0.34 %
 Résiduels pondérés 0.34 %
 Dv (10) 71.7 µm
 Dv (50) 215 µm
 Dv (90) 584 µm
 D [4;3] 289 µm
 D [3;2] 58.4 µm
 Dv (95) 756 µm
 Dv (60) 265 µm
 Dv (30) 137 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.45 |
| 2.00 | 2.64 |
| 20.0 | 4.76 |
| 63.0 | 38.87 |
| 200 | 52.96 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.45 |
| 20.0 | 3.09 |
| 63.0 | 7.85 |
| 200 | 46.72 |
| 2000 | 99.68 |

2.11. Station N°12 : Toulon gde rade



invalys

Nom de l'échantillon E2404044321
 Référence Client Vase _ Station n°12
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 26/04/2024 14:13:45

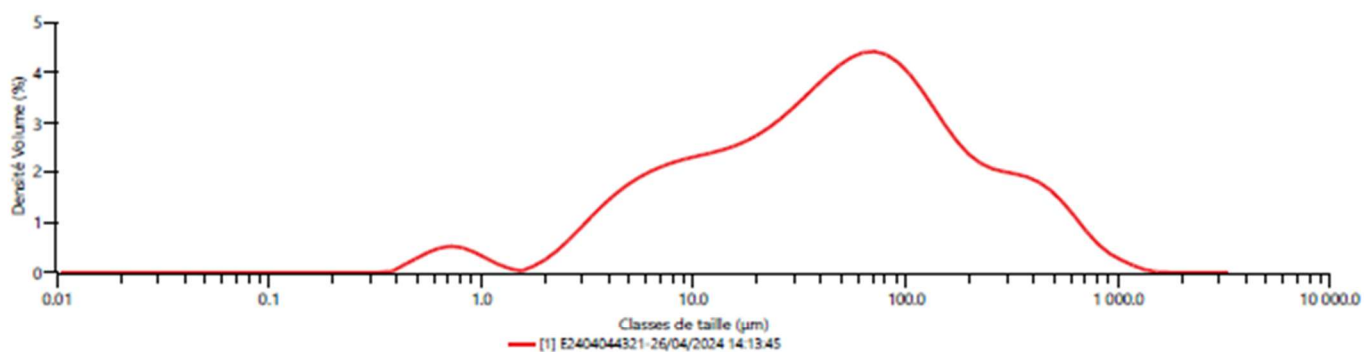
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 11.61 %

Résultats

Concentration 0.0238 %
 Span (largeur de distribution) 6.097
 Uniformité 1.836
 Surface spécifique 532.6 m²/kg
 Résiduel 0.46 %
 Résiduels pondérés 0.51 %
 Dv (10) 5.46 µm
 Dv (50) 49.8 µm
 Dv (90) 309 µm
 D [4;3] 110 µm
 D [3;2] 11.3 µm
 Dv (95) 465 µm
 Dv (60) 70.9 µm
 Dv (30) 20.4 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 2.88 |
| 2.00 | 26.75 |
| 20.0 | 26.97 |
| 63.0 | 27.40 |
| 200 | 16.01 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 2.88 |
| 20.0 | 29.63 |
| 63.0 | 56.59 |
| 200 | 83.99 |
| 2000 | 100.00 |

2.12. Station N°13 : Brégançon



invalys

Nom de l'échantillon E2404044322
 Référence Client Sable fin, petit volume _ Sation n°13
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 26/04/2024 15:33:59

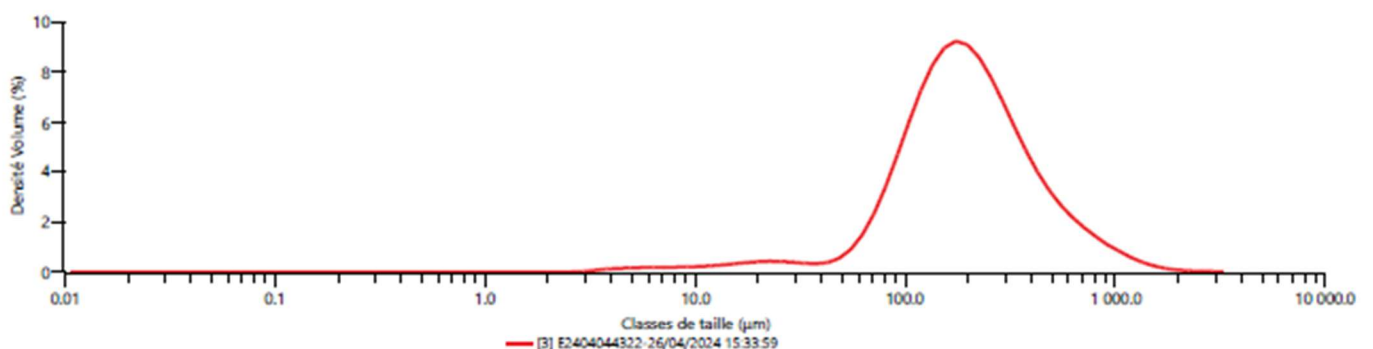
Détails de l'analyses

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcation du laser 13.52 %

Résultats

Concentration 0.2001 %
 Span (largeur de distribution) 2.221
 Uniformité 0.722
 Surface spécifique 54.27 m²/kg
 Résiduel 0.38 %
 Résiduels pondérés 0.38 %
 Dv (10) 80.5 µm
 Dv (50) 190 µm
 Dv (90) 503 µm
 D [4;3] 255 µm
 D [3;2] 111 µm
 Dv (95) 691 µm
 Dv (60) 226 µm
 Dv (30) 135 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 2.41 |
| 20.0 | 3.79 |
| 63.0 | 46.81 |
| 200 | 46.91 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.00 |
| 20.0 | 2.41 |
| 63.0 | 6.20 |
| 200 | 53.02 |
| 2000 | 99.93 |

2.13. Station N°14 : Pampelone



invalys

Nom de l'échantillon E2404044323
 Référence Client Sédiment coquillée _ Sation n°14
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 26/04/2024 16:48:41

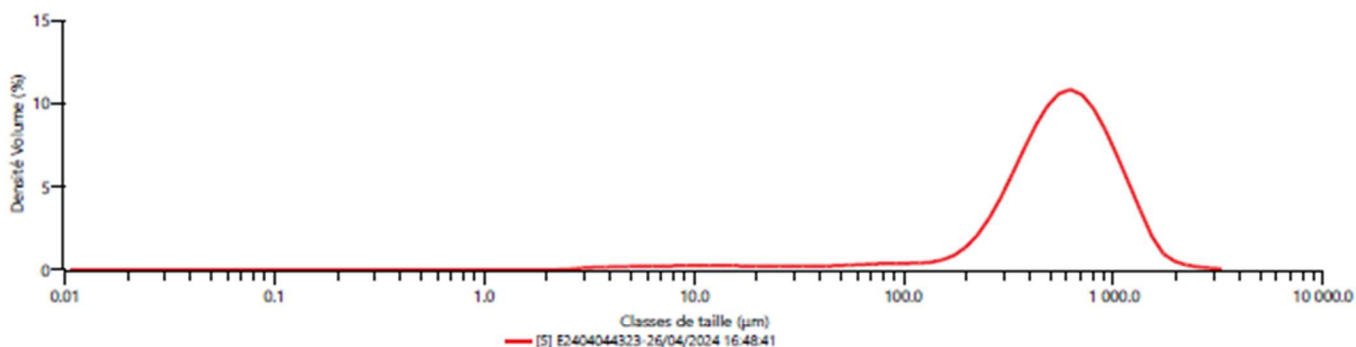
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurtion du laser 12.10 %

Résultats

Concentration 0.2636 %
 Span (largeur de distribution) 1.522
 Uniformité 0.483
 Surface spécifique 34.31 m²/kg
 Résiduel 0.83 %
 Résiduels pondérés 0.84 %
 Dv (10) 244 µm
 Dv (50) 579 µm
 Dv (90) 1120 µm
 D [4;3] 639 µm
 D [3;2] 175 µm
 Dv (95) 1320 µm
 Dv (60) 667 µm
 Dv (30) 424 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 2.33 |
| 20.0 | 1.49 |
| 63.0 | 3.71 |
| 200 | 91.92 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.00 |
| 20.0 | 2.33 |
| 63.0 | 3.83 |
| 200 | 7.54 |
| 2000 | 99.46 |

2.14. Station N°15 : St Raphael



invalys

Nom de l'échantillon E2404044324
 Référence Client Sablo-Vaseux et litière de Posidonie _ Station n°15
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 29/04/2024 11:28:19

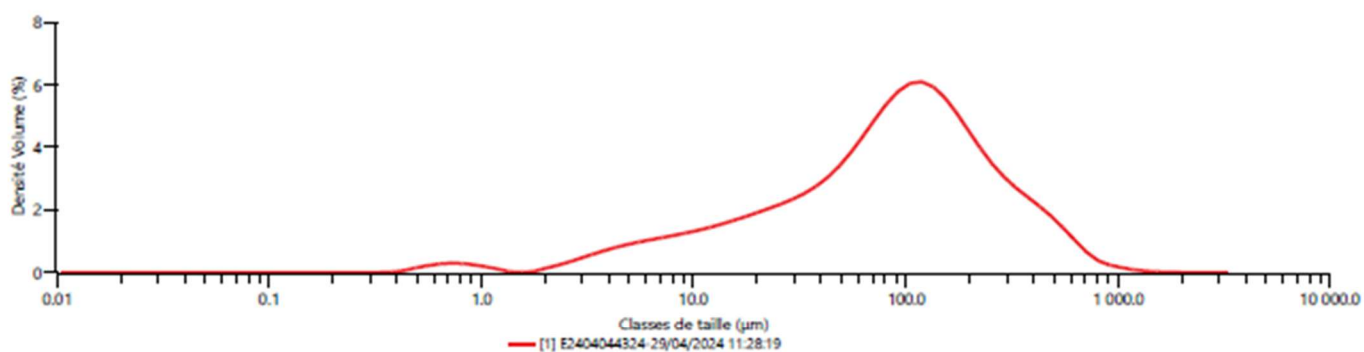
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurtion du laser 11.36 %

Résultats

Concentration 0.0388 %
 Span (largeur de distribution) 3.433
 Uniformité 1.063
 Surface spécifique 309.2 m²/kg
 Résiduel 0.47 %
 Résiduels pondérés 0.50 %
 Dv (10) 10.6 µm
 Dv (50) 91.3 µm
 Dv (90) 324 µm
 D [4;3] 136 µm
 D [3;2] 19.4 µm
 Dv (95) 447 µm
 Dv (60) 118 µm
 Dv (30) 46.2 µm

Fréquence (compatible)



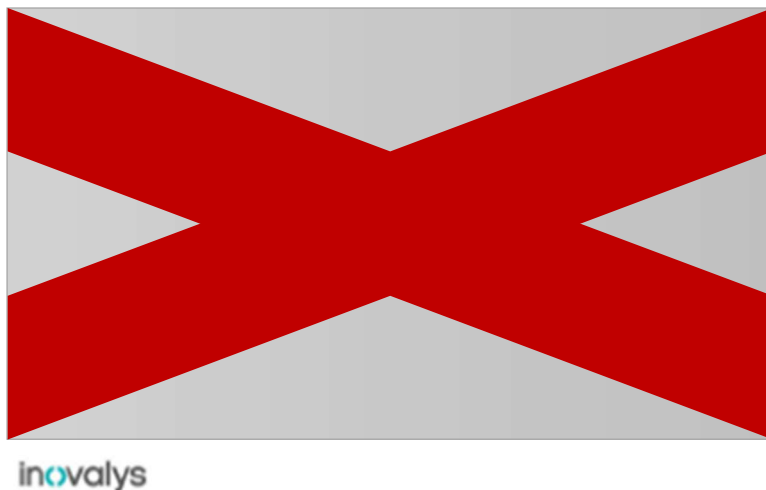
Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 1.49 |
| 2.00 | 15.21 |
| 20.0 | 20.96 |
| 63.0 | 41.23 |
| 200 | 21.11 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 1.49 |
| 20.0 | 16.70 |
| 63.0 | 37.66 |
| 200 | 78.89 |
| 2000 | 100.00 |

2.15. Station N°16 : Antibes sud



Nom de l'échantillon E2404044325
Référence Client Sablo-vaseux et litière de Posidonie _ Sation n°16
Nom de l'opérateur INOVALYS
Date Heure mesure 02/05/2024 14:17:03

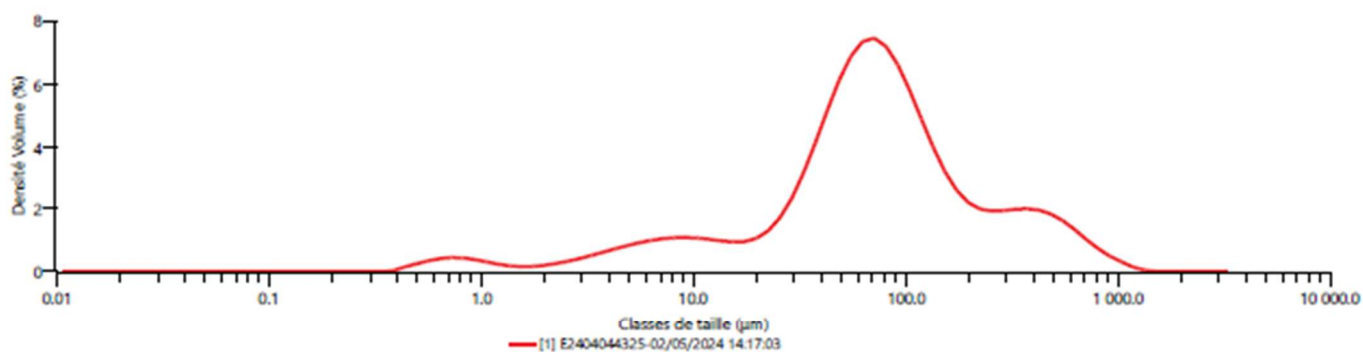
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
Indice de réfraction des particules 1.457
Indice d'Absorption Des Particules 0.010
Nom du dispersant Eau
Modèle de diffusion Mie
Indice de réfraction des dispersants 1.330
Modèle d'Analyse Analyse standard
Obscurcissement du laser 9.70 %

Résultats

Concentration 0.0295 %
Span (largeur de distribution) 4.693
Uniformité 1.310
Surface spécifique 406.2 m²/kg
Résiduel 0.41 %
Résiduels pondérés 0.45 %
Dv (10) 9.33 µm
Dv (50) 70.8 µm
Dv (90) 342 µm
D [4;3] 129 µm
D [3;2] 14.8 µm
Dv (95) 506 µm
Dv (60) 87.4 µm
Dv (30) 45.3 µm

Fréquence (compatible)



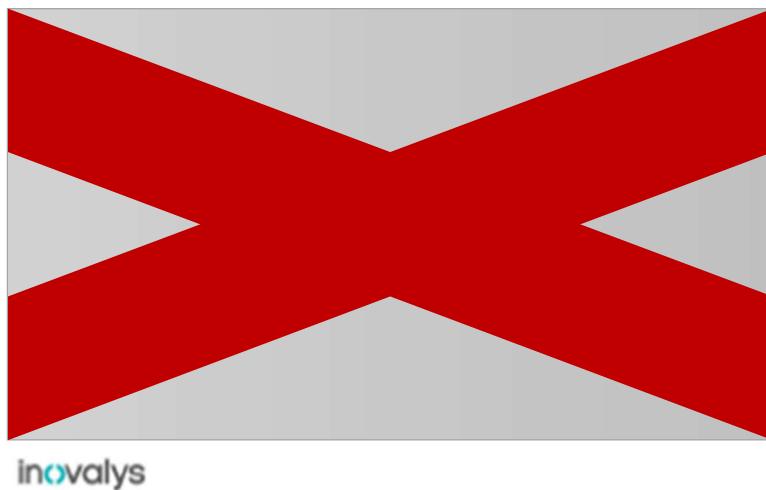
Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 2.94 |
| 2.00 | 12.06 |
| 20.0 | 29.32 |
| 63.0 | 38.74 |
| 200 | 16.93 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 2.94 |
| 20.0 | 15.01 |
| 63.0 | 44.33 |
| 200 | 83.07 |
| 2000 | 100.00 |

2.16. Station N°17 : Antibes Nord



Nom de l'échantillon E2404044326
 Référence Client Sable, petit volume _Station n°17
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 02/05/2024 15:50:52

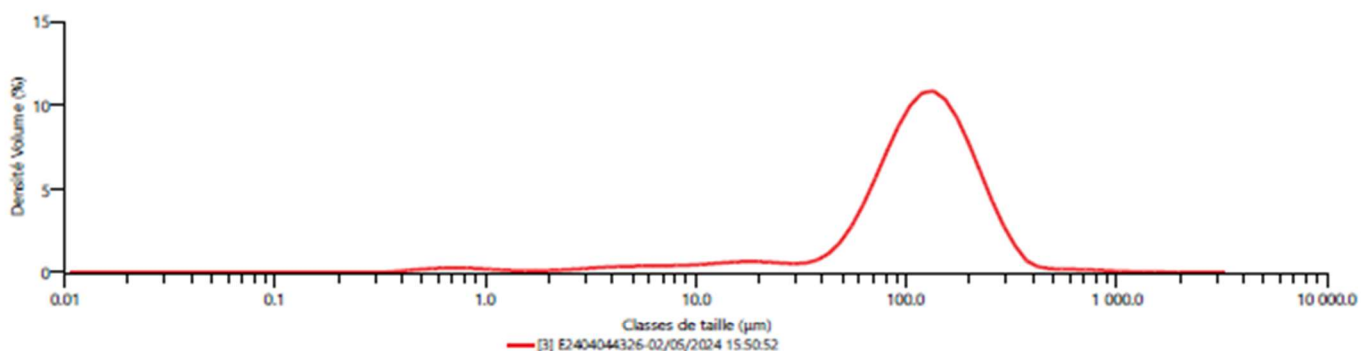
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 8.69 %

Résultats

Concentration 0.0450 %
 Span (largeur de distribution) 1.649
 Uniformité 0.526
 Surface spécifique 259.8 m²/kg
 Résiduel 0.39 %
 Résiduels pondérés 0.41 %
 Dv (10) 36.2 µm
 Dv (50) 120 µm
 Dv (90) 234 µm
 D [4;3] 134 µm
 D [3;2] 23.1 µm
 Dv (95) 278 µm
 Dv (60) 138 µm
 Dv (30) 87.5 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 1.90 |
| 2.00 | 5.91 |
| 20.0 | 9.16 |
| 63.0 | 66.27 |
| 200 | 16.76 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 1.90 |
| 20.0 | 7.80 |
| 63.0 | 16.97 |
| 200 | 83.24 |
| 2000 | 100.00 |

2.17. Station N°18 : Rade Villefranche



invalys

Nom de l'échantillon E2404044327
 Référence Client Sablo-vaseux, petit volume _Station n°18
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 02/05/2024 17:04:00

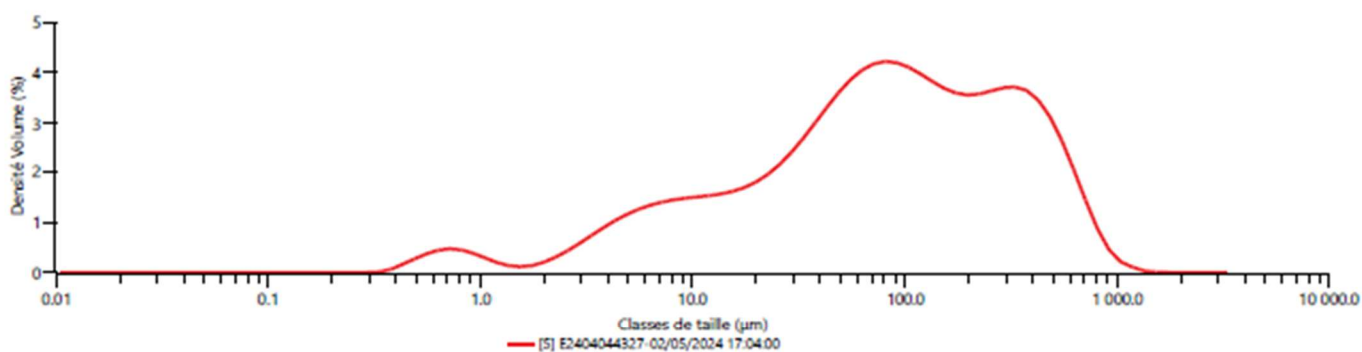
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 9.71 %

Résultats

Concentration 0.0261 %
 Span (largeur de distribution) 5.050
 Uniformité 1.509
 Surface spécifique 447.5 m²/kg
 Résiduel 0.48 %
 Résiduels pondérés 0.52 %
 Dv (10) 7.16 µm
 Dv (50) 84.8 µm
 Dv (90) 435 µm
 D [4;3] 161 µm
 D [3;2] 13.4 µm
 Dv (95) 562 µm
 Dv (60) 123 µm
 Dv (30) 37.7 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 2.93 |
| 2.00 | 17.49 |
| 20.0 | 21.51 |
| 63.0 | 29.71 |
| 200 | 28.37 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 2.93 |
| 20.0 | 20.41 |
| 63.0 | 41.92 |
| 200 | 71.63 |
| 2000 | 100.00 |

2.18. Station N°19 : Menton



invalys

Nom de l'échantillon E2404044328
 Référence Client Vase _ Station n°18
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 03/05/2024 09:39:23

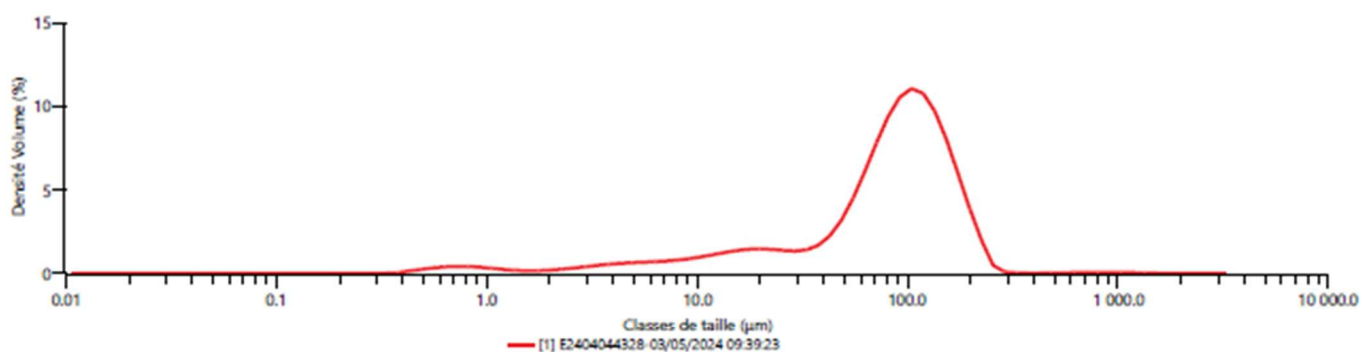
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 8.78 %

Résultats

Concentration 0.0304 %
 Span (largeur de distribution) 1.701
 Uniformité 0.507
 Surface spécifique 357.4 m²/kg
 Résiduel 0.58 %
 Résiduels pondérés 0.62 %
 Dv (10) 12.9 µm
 Dv (50) 89.1 µm
 Dv (90) 164 µm
 D [4;3] 91.6 µm
 D [3;2] 16.8 µm
 Dv (95) 188 µm
 Dv (60) 103 µm
 Dv (30) 61.2 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 2.58 |
| 2.00 | 11.30 |
| 20.0 | 17.26 |
| 63.0 | 65.45 |
| 200 | 3.41 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 2.58 |
| 20.0 | 13.88 |
| 63.0 | 31.13 |
| 200 | 96.59 |
| 2000 | 100.00 |

2.19. Station N°20 : Calvi



inovalys

Nom de l'échantillon E2404044329
 Référence Client Sable coquillé _ Sation n°20
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 03/05/2024 10:34:16

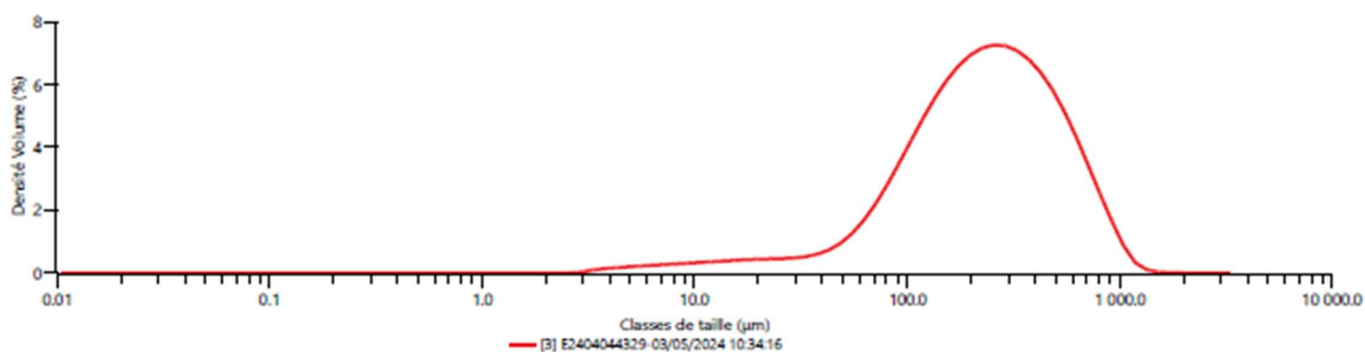
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurtion du laser 11.54 %

Résultats

Concentration 0.1573 %
 Span (largeur de distribution) 2.277
 Uniformité 0.702
 Surface spécifique 57.39 m²/kg
 Résiduel 0.40 %
 Résiduels pondérés 0.41 %
 Dv (10) 70.9 µm
 Dv (50) 235 µm
 Dv (90) 607 µm
 D [4;3] 293 µm
 D [3;2] 105 µm
 Dv (95) 740 µm
 Dv (60) 291 µm
 Dv (30) 149 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 3.21 |
| 20.0 | 5.30 |
| 63.0 | 33.95 |
| 200 | 57.53 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.00 |
| 20.0 | 3.21 |
| 63.0 | 8.52 |
| 200 | 42.47 |
| 2000 | 100.00 |

2.20. Station N°22 : Rogliano



invalys

Nom de l'échantillon E2404044331
 Référence Client Sable et petit maërl, petit volume _ Sation n°22
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 03/05/2024 15:07:52

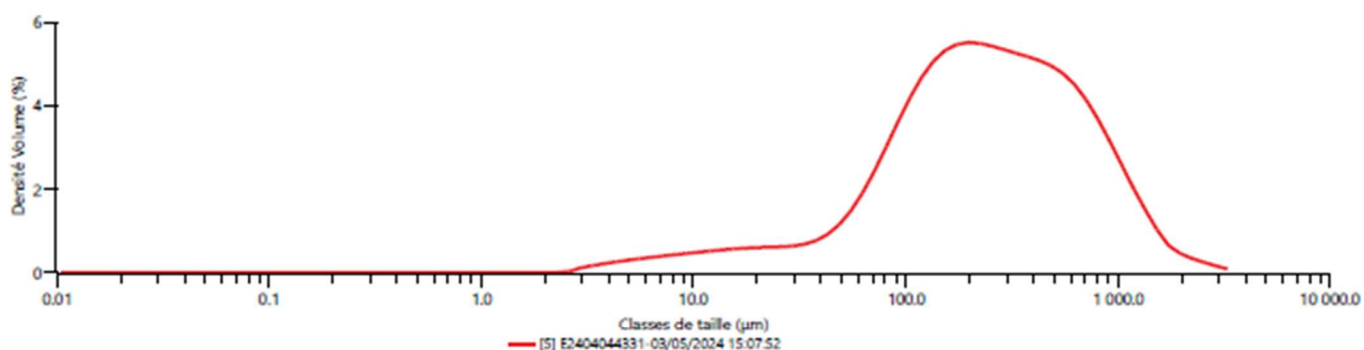
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurtion du laser 9.27 %

Résultats

Concentration 0.0979 %
 Span (largeur de distribution) 3.336
 Uniformité 1.059
 Surface spécifique 71.52 m²/kg
 Résiduel 0.40 %
 Résiduels pondérés 0.41 %
 Dv (10) 54.5 µm
 Dv (50) 242 µm
 Dv (90) 863 µm
 D [4;3] 375 µm
 D [3;2] 83.9 µm
 Dv (95) 1140 µm
 Dv (60) 322 µm
 Dv (30) 138 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 4.91 |
| 20.0 | 6.67 |
| 63.0 | 31.55 |
| 200 | 56.09 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.00 |
| 20.0 | 4.91 |
| 63.0 | 11.57 |
| 200 | 43.12 |
| 2000 | 99.21 |

2.21. Station N°23 : Aléria



invalys

Nom de l'échantillon E2404044332
 Référence Client Sablo-Vaseux, petit volume _ Sation n°23
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 03/05/2024 16:21:57

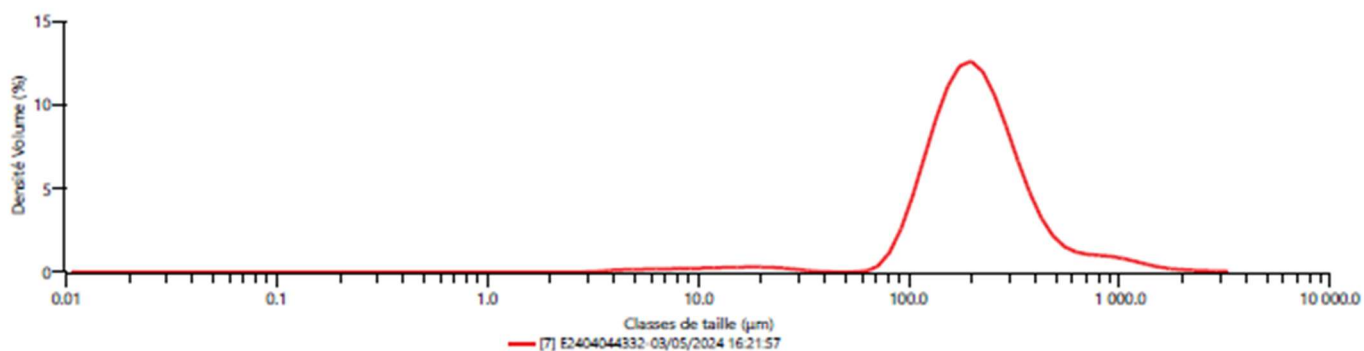
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 10.03 %

Résultats

Concentration 0.1744 %
 Span (largeur de distribution) 1.531
 Uniformité 0.574
 Surface spécifique 45.74 m²/kg
 Résiduel 0.51 %
 Résiduels pondérés 0.51 %
 Dv (10) 112 µm
 Dv (50) 203 µm
 Dv (90) 423 µm
 D [4;3] 258 µm
 D [3;2] 131 µm
 Dv (95) 631 µm
 Dv (60) 230 µm
 Dv (30) 158 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 2.08 |
| 20.0 | 0.65 |
| 63.0 | 46.08 |
| 200 | 51.02 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.00 |
| 20.0 | 2.08 |
| 63.0 | 2.73 |
| 200 | 48.80 |
| 2000 | 99.82 |

2.22. Station N°24 : Rondinara



invalys

Nom de l'échantillon E2404044333
 Référence Client Vase et litière de Posidonie _ Sation n°24
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 03/05/2024 15:22:16

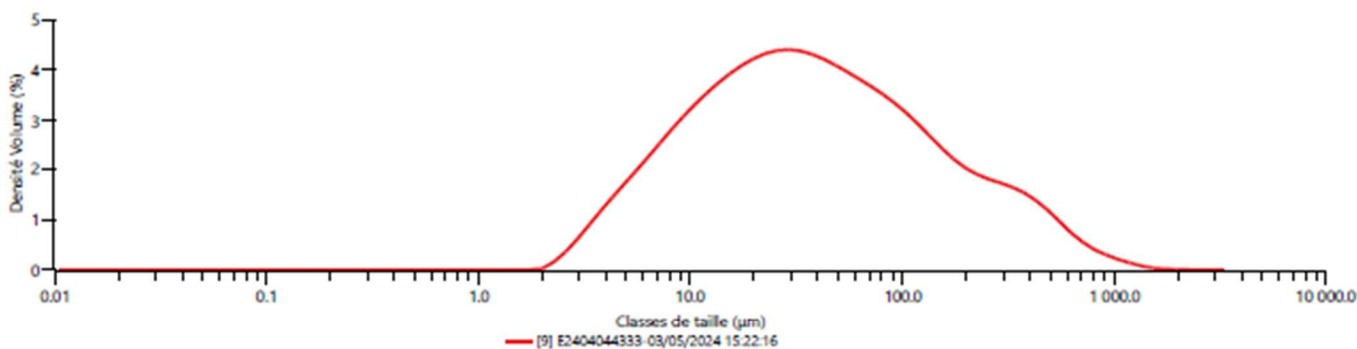
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 9.42 %

Résultats

Concentration 0.0215 %
 Span (largeur de distribution) 6.751
 Uniformité 2.116
 Surface spécifique 317.6 m²/kg
 Résiduel 0.39 %
 Résiduels pondérés 0.46 %
 Dv (10) 7.24 µm
 Dv (50) 36.2 µm
 Dv (90) 252 µm
 D [4;3] 92.9 µm
 D [3;2] 18.9 µm
 Dv (95) 398 µm
 Dv (60) 52.2 µm
 Dv (30) 17.8 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 33.14 |
| 20.0 | 31.65 |
| 63.0 | 22.34 |
| 200 | 12.86 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.00 |
| 20.0 | 33.14 |
| 63.0 | 64.79 |
| 200 | 87.14 |
| 2000 | 100.00 |

2.23. Station N°25 : Porto Vecchio /CO



invalys

Nom de l'échantillon E2404044334
 Référence Client Sablo-Vaseux coquillé _ Sation n°25
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 06/05/2024 15:00:14

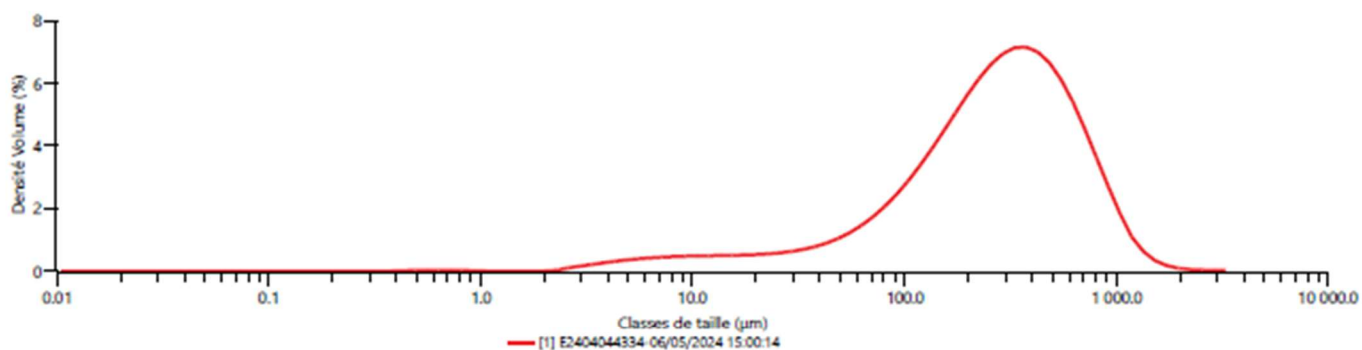
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurtion du laser 9.99 %

Résultats

Concentration 0.0978 %
 Span (largeur de distribution) 2.394
 Uniformité 0.744
 Surface spécifique 82.25 m²/kg
 Résiduel 0.43 %
 Résiduels pondérés 0.45 %
 Dv (10) 54.0 µm
 Dv (50) 280 µm
 Dv (90) 724 µm
 D [4;3] 347 µm
 D [3;2] 72.9 µm
 Dv (95) 893 µm
 Dv (60) 348 µm
 Dv (30) 167 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.08 |
| 2.00 | 5.17 |
| 20.0 | 6.07 |
| 63.0 | 24.87 |
| 200 | 63.71 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.08 |
| 20.0 | 5.25 |
| 63.0 | 11.33 |
| 200 | 36.19 |
| 2000 | 99.91 |

2.24. Station N°27 : Figari-Bruzzi



invalys

Nom de l'échantillon E2404044336
 Référence Client Petit Maërl _ Station n°27
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 06/05/2024 15:52:50

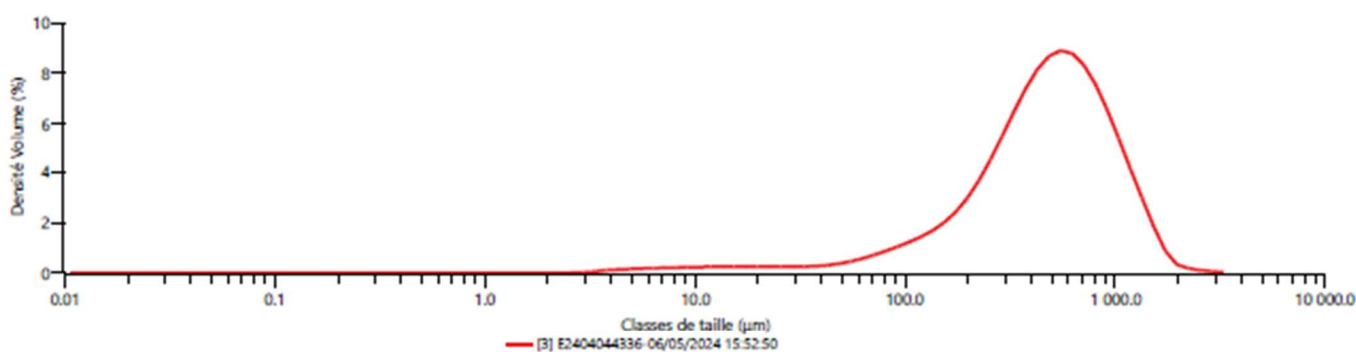
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 11.38 %

Résultats

Concentration 0.2562 %
 Span (largeur de distribution) 1.911
 Uniformité 0.585
 Surface spécifique 34.90 m²/kg
 Résiduel 0.48 %
 Résiduels pondérés 0.48 %
 Dv (10) 139 µm
 Dv (50) 486 µm
 Dv (90) 1070 µm
 D [4;3] 557 µm
 D [3;2] 172 µm
 Dv (95) 1270 µm
 Dv (60) 578 µm
 Dv (30) 326 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 2.16 |
| 20.0 | 2.23 |
| 63.0 | 11.05 |
| 200 | 84.22 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.00 |
| 20.0 | 2.16 |
| 63.0 | 4.39 |
| 200 | 15.44 |
| 2000 | 99.66 |

2.25. Station N°28 : Cargèse



invalys

Nom de l'échantillon E2404044337
 Référence Client Sable station n°28
 Nom de l'opérateur INOVALYS
 Date Heure mesure 07/05/2024 15:33:22

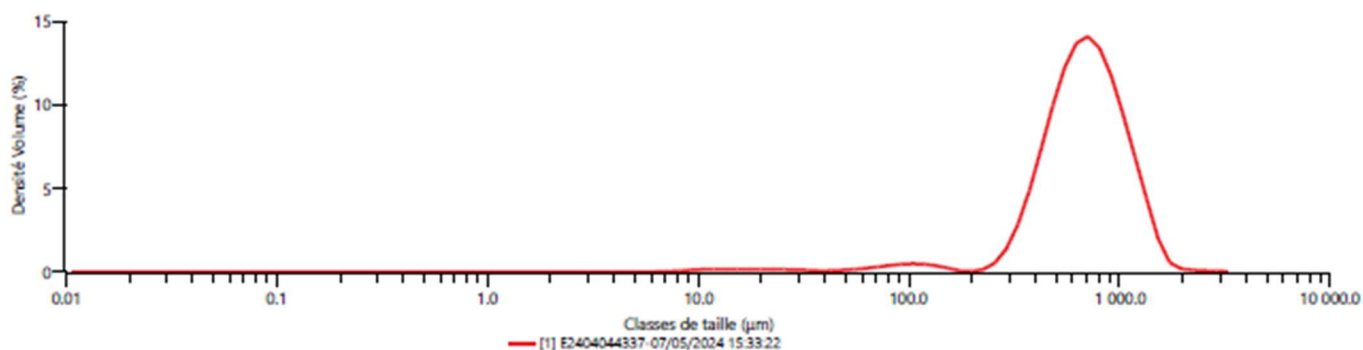
Détails de l'analyse

Nom des Particules Silica SiO₂
 Indice de réfraction des particules 1.457
 Indice d'Absorption Des Particules 0.010
 Nom du dispersant Eau
 Modèle de diffusion Mie
 Indice de réfraction des dispersants 1.330
 Modèle d'Analyse Analyse standard
 Obscurcissement du laser 1.79 %

Résultats

Concentration 0.0932 %
 Span (largeur de distribution) 1.126
 Uniformité 0.357
 Surface spécifique 14.84 m²/kg
 Résiduel 0.85 %
 Résiduels pondérés 0.81 %
 Dv (10) 381 µm
 Dv (50) 683 µm
 Dv (90) 1150 µm
 D [4;3] 723 µm
 D [3;2] 404 µm
 Dv (95) 1300 µm
 Dv (60) 761 µm
 Dv (30) 542 µm

Fréquence (compatible)



Résultat en pourcentage de volume

| Taille (µm) | % Volume Dans |
|-------------|---------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.70 |
| 20.0 | 0.71 |
| 63.0 | 2.21 |
| 200 | 96.21 |
| 2000 | |

Résultat en pourcentage cumulé de passant

| Taille (µm) | % Volume Passant |
|-------------|------------------|
| 0.0100 | 0.00 |
| 2.00 | 0.00 |
| 20.0 | 0.70 |
| 63.0 | 1.40 |
| 200 | 3.61 |
| 2000 | 99.82 |

