

RAPPORT

Etat initial du milieu marin dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent – Avant travaux

Projet HALIOTIS II

Novembre 2022

METROPOLE NICE COTE D'AZUR



CLIENT : Métropole Nice Côte d'Azur

COORDONNÉES	Eau d'Azur, 369/371 Promenade des Anglais 06203 Nice Cedex 3
INTERLOCUTEUR	Madame Karelle Delugin Tél. 04 89 98 18 25 E-mail : karelle.delugin@eaudazur.com

CREOCEAN

COORDONNÉES	Valparc – Bâtiment B - 230 avenue de Rome 83500 LA SEYNE SUR MER Tél. 04.98.00.25.80 E-mail : pacacorse@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	Monsieur Romain Legras Tél. : 06 79 91 91 08 E-mail : legras@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	Etat initial du milieu marin dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent – Avant travaux Projet HALIOTIS II
N° DE COMMANDE	Marché n°22106
NOMBRE DE PAGES TOTAL	118
NOMBRE D'ANNEXES	

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
220666	V2	22/11/2022	MDU, CRE, MMA, LMA	RLE

Sommaire

Préambule	1
Méthodologie	2
1. Caractérisation des sédiments, peuplements benthiques, et de la colonne d'eau	2
1.1. Plan d'échantillonnage commun.....	2
1.2. Caractérisation de la matrice sédimentaire.....	4
1.2.1. Mode de prélèvement et conditionnement des échantillons	4
1.2.2. Analyses en laboratoire	4
1.2.3. Interprétation des données	6
1.3. Caractérisation des peuplements benthiques	9
1.3.1. Mode de prélèvement et conditionnement des échantillons	9
1.3.2. Analyses en laboratoire	11
1.3.3. Traitement et interprétation des données.....	11
1.4. Caractérisation de la masse d'eau	14
1.4.1. Mode de prélèvement et conditionnement des échantillons	14
1.4.2. Analyses en laboratoire	14
1.4.3. Interprétation des données	16
2. Cartographie des biocénoses	19
2.1. Plan d'échantillonnage.....	19
2.2. La cartographie géophysique.....	19
2.3. Les vérités terrain.....	20
2.3.1. Caméra tractée	20
2.3.2. ROV.....	21
2.3.3. Apnée	22
2.3.4. Plongée	23
3. Suivi d'espèces particulières (Cymodocées).....	24
3.1. Vitalité des herbiers de cymodocées.....	24
3.2. Microcartographie de deux limites des herbiers de cymodocées.....	27
4. Inventaire faune et flore autour des émissaires	28
4.1. Méthodologie	28
4.2. Données existantes	29

4.3. Données existantes : émissaire principal « Aéroport »	29
4.4. Données existantes : émissaire secondaire « Carras »	30
4.5. Données existantes : émissaire secondaire « Californie »	32
5. Inspection de l'interface terre-mer de la carapace de la digue de la STEP ...	33
Résultats	34
1. Caractérisation de la matrice sédimentaire	34
1.1. Résultats visuels des prélèvements	34
1.2. Granulométrie	35
1.3. Matière organique et éléments nutritifs	36
1.3.1. Matière organique totale (MOT)	36
1.3.2. Carbone organique total (COT)	37
1.3.3. Azote Kjeldahl	38
1.3.4. Phosphore	38
1.3.5. Nutriments	39
1.4. Eléments métalliques	39
1.4.1. Aluminium	39
1.4.2. Arsenic	40
1.4.3. Cadmium	40
1.4.4. Chrome	41
1.4.5. Cuivre	41
1.4.6. Fer	42
1.4.7. Nickel	42
1.4.8. Mercure	43
1.4.9. Manganèse	43
1.4.10. Plomb	44
1.4.11. Zinc	44
1.4.12. Synthèse métaux	45
1.5. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	46
1.6. Polychlorobiphényles (PCB)	48
1.7. Les détergents	49
1.8. Les hydrocarbures totaux	50
1.9. Synthèse	50

2. Caractérisation des peuplements benthiques	51
2.1. Aspect des échantillons	51
2.2. Structure du benthos	53
2.2.1. Composantes principales du benthos	53
2.2.2. Indices biologiques	55
2.2.3. Comparaison avec les suivis antérieurs.....	59
2.3. Composition de la communauté benthique	61
2.3.1. Espèces dominantes en 2022.....	61
2.3.2. Comparaison avec les suivis antérieurs.....	62
2.4. Synthèse	65
3. Caractérisation de la masse d'eau	66
3.1. Profils des paramètres hydrologiques dans la colonne d'eau	66
3.1.1. Température	66
3.1.2. Salinité.....	68
3.2. Bactériologie	69
3.3. Matière organique et éléments nutritifs	70
3.3.1. Carbone organique total	70
3.3.2. Matières en suspension (MES).....	71
3.3.3. Azote Kjeldahl.....	72
3.3.4. Nutriments	73
3.4. Éléments métalliques	76
3.4.1. Chrome.....	76
3.4.2. Cuivre	76
3.4.3. Mercure	77
3.4.4. Zinc	77
3.5. Hydrocarbures Aromatiques Polycyclique (HAP)	78
3.6. Synthèse	81
4. Cartographie des biocénoses	82
4.1. Analyse bibliographique des biocénoses marines du littoral niçois	82
4.1.1. Habitats artificiels.....	82
4.1.2. Biocénose des galets infralittoraux.....	83
4.1.3. Biocénose des fonds meubles de l'infralittoral	83
4.1.4. Association à <i>Cymodocea nodosa</i> sur SFBC (Sable Fin Bien Calibré)	84

4.1.5. Biocénose des fonds meubles du circalittoral	84
4.1.6. Biocénose coralligène.....	85
4.1.7. Biocénose de la roche du large	85
4.2. Biocénoses de la zone de projet	86
4.2.1. La cartographie géophysique.....	86
4.2.2. Carte des biocénoses de la zone d'étude de la STEP de Nice	87
4.2.3. Les habitats artificiels	89
4.2.4. Biocénose des galets infralittoraux	91
4.2.5. Biocénose des fonds meubles de l'infralittoral.....	91
4.2.6. Association à <i>Cymodocea nodosa</i> sur SFBC (Sable Fin Bien Calibré)	92
4.2.7. Cystoseire : <i>Cystoseira compressa</i>	94
4.2.8. <i>Caulerpa taxifolia</i>	95
4.2.9. Peuplement ichtyologique.....	96
4.2.10. Biocénose de la roche du large.....	98
4.2.11. Synthèse	98
5. Suivi d'espèces particulières (Cymodocées).....	99
5.1. Vitalité des herbiers de cymodocées.....	99
5.2. Microcartographie de deux limites des herbiers de cymodocées.....	103
5.3. Synthèse.....	105
6. Inventaire faune et flore autour des émissaires	106
6.1. Émissaire principal « aéroport »	106
6.2. Émissaire secondaire « carras »	109
6.3. Émissaire secondaire « Californie »	111
6.4. Synthèse.....	112
7. Inspection de l'interface terre-mer de la carapace de la digue de la STEP .	113
7.1. Observations.....	113
7.2. Synthèse.....	114
Conclusion	115
1. Caractérisation de la matrice sédimentaire.....	115
2. Caractérisation des peuplements benthiques	116
3. Caractérisation de la masse d'eau	116

4. Cartographie des biocénoses	116
5. Suivi d'espèces particulières (Cymodocées).....	117
6. Inventaire faune et flore autour des émissaires	117
7. Inspection de l'interface terre-mer de la carapace de la digue de la STEP .	117

Liste des Figures

<i>Figure 1 : Plan d'échantillonnage pour les campagnes de prélèvements de sédiments, d'eau et de benthos.</i>	<i>3</i>
<i>Figure 2 : Illustration de la benne Van Veen en fonctionnement</i>	<i>4</i>
<i>Figure 3 : Méthodes de prélèvement du benthos de substrats meubles</i>	<i>10</i>
<i>Figure 4 : Illustration du montage de la bouteille NISKIN au-dessus de la sonde RBR (à gauche) et remplissage des flacons (à droite)</i>	<i>14</i>
<i>Figure 5 : Plan d'échantillonnage pour la cartographie des biocénoses.</i>	<i>19</i>
<i>Figure 6 : Système ENO : Extraction manuelle (en haut), Extraction automatique (en bas) sur la zone d'étude de Nice</i>	<i>20</i>
<i>Figure 7 : Localisation des vérités terrain en ROV et illustrations photographiques</i>	<i>21</i>
<i>Figure 8 : Localisation des vérités terrain en apnée et illustrations photographiques</i>	<i>22</i>
<i>Figure 9 : Localisation des plongées et illustrations photographiques</i>	<i>23</i>
<i>Figure 10 : Cycle de vie de la cymodocée</i>	<i>25</i>
<i>Figure 11 : Processus de microcartographie par photogrammétrie</i>	<i>27</i>
<i>Figure 12. Illustrations de la méthodologie d'inventaire faune et flore par ROV</i>	<i>28</i>
<i>Figure 13 : illustrations bathymétriques et photographique de l'émissaire de l'aéroport</i>	<i>30</i>
<i>Figure 14 : Plan, et travaux récents de l'émissaire de Carras</i>	<i>31</i>
<i>Figure 15 : Bathymétrie de l'émissaire de Californie</i>	<i>32</i>
<i>Figure 16 : Inspection de l'interface terre-mer de la carapace de la digue de la STEP et localisation des observations de Cystoseira compressa (Blanfuné A. & Thibaut T. 2022. Relevé CARLIT -Masse d'eau FRDC09b)</i>	<i>33</i>
<i>Figure 17 : Aspect visuel des sédiments de quelques stations</i>	<i>34</i>
<i>Figure 18 : Répartition des classes granulométrique lors du suivi de 2022</i>	<i>35</i>
<i>Figure 19 : Evolution de la part de fraction fine entre 2006 et 2022</i>	<i>36</i>
<i>Figure 20 : Evolution de la concentration en MOT dans les sédiments entre 2006 et 2022</i>	<i>37</i>
<i>Figure 21 : Evolution de la concentration en COT dans les sédiments entre 2006 et 2022</i>	<i>37</i>
<i>Figure 22 : Evolution de la concentration en phosphore dans les sédiments entre 2006 et 2022</i>	<i>38</i>

Figure 23 : Evolution de la concentration en aluminium dans les sédiments entre 2006 et 2022	39
Figure 24 : Evolution de la concentration en arsenic dans les sédiments entre 2006 et 2022 ...	40
Figure 25 : Evolution de la concentration en chrome dans les sédiments entre 2006 et 2022 ...	40
Figure 26 : Evolution de la concentration en chrome dans les sédiments entre 2006 et 2022 ...	41
Figure 27 : Evolution de la concentration en cuivre dans les sédiments entre 2006 et 2022	41
Figure 28 : Evolution de la concentration en fer dans les sédiments entre 2006 et 2022	42
Figure 29 : Evolution de la concentration en nickel dans les sédiments entre 2006 et 2022	42
Figure 30 : Evolution de la concentration en mercure dans les sédiments entre 2006 et 2022 ..	43
Figure 31 : Evolution de la concentration en manganèse dans les sédiments entre 2006 et 2022	43
Figure 32 : Evolution de la concentration en plomb dans les sédiments entre 2006 et 2022	44
Figure 33 : Evolution de la concentration en zinc dans les sédiments entre 2006 et 2022	44
Figure 34 : Proportion des composés participant à la somme des HAP en 2006	47
Figure 35 : Proportion des composés participant à la somme des HAP en 2022	47
Figure 36 : Evolution de la somme des HAP dans les sédiments, entre 2006 et 2022 (mg/kg MS)	48
Figure 37. Aperçu des refus de tamis (2022)	52
Figure 38 : Variations de la richesse spécifique moyenne par benne des 10 stations (2022)	54
Figure 39. Variations de la densité moyenne des 10 stations (2022)	54
Figure 40. Variations de la biomasse moyenne des 10 stations (2022)	55
Figure 41 : Variations de l'indice de Shannon calculé pour les 10 stations (2022)	56
Figure 42. Variation de l'indice d'équitabilité calculé pour les 10 stations (2022)	57
Figure 43. Variation de l'indice trophique calculé pour les 10 stations (2022)	57
Figure 44. Répartition des groupes écologiques selon les 10 stations et variation de l'Ambi (2022)	58
Figure 45. Variation du M-Ambi sur les 10 stations (2022)	59
Figure 46. Planche photo illustrative de plusieurs espèces identifiées en 2022	64
Figure 47 : Profils des températures mesurées les 07/07/2022 (A), 23/08/2022 (B) et 13/09/2022 (C) sur les 10 stations	67

Figure 48 : Profils de salinité mesurées les 07/07/2022 (A), 23/08/2022 (B) et 13/09/2022 (C) sur les 10 stations.....	69
Figure 49 : Teneurs en carbone organique total dans l'eau	71
Figure 50 : Teneurs en matières en suspension dans l'eau	72
Figure 51 : Teneurs en azote Kjeldahl dans l'eau	73
Figure 52 : Teneurs en nitrites dans l'eau.....	74
Figure 53 : Teneurs en nitrates dans l'eau	75
Figure 54 : Teneurs en chrome dans l'eau	76
Figure 55 : Teneurs en cuivre dans l'eau.....	77
Figure 56 : Teneurs en zinc dans l'eau.....	78
Figure 57 : Cartographie des biocénoses du littoral niçois (Medtrix, donia expert).....	82
Figure 58 : Isobathes et sondes sur MNT de la zone d'étude de Nice	86
Figure 59 : Mosaïque sonar latéral de la zone d'étude de Nice et explications et illustration des zones.....	87
Figure 60 : Carte des biocénoses de la zone d'étude de la STEP de Nice	88
Figure 61 : Localisation des herbiers <i>Cymodocea nodosa</i> dans la zone d'étude (bleu clair) et comparaison avec la cartographie Medtrix (bleu foncé) et illustrations photographiques (Creocean, 2022).....	93
Figure 62 : Localisation de <i>Cystoseira compressa</i> sur la digue de la STEP et photographies d'illustration prises par plongeur (Creocean, 2022)	94
Figure 63 : Localisation de <i>Caulerpa taxifolia</i> sur la zone d'étude et photographies d'illustration prises avec la caméra tractée (Creocean, 2022)	95
Figure 64 : Illustrations des peuplements ichtyologiques observés (Creocean, 2022).....	96
Figure 65 : Vitalité de l'herbier de cymodocées à Nice et Cannes	101
Figure 66 : Vitalité de l'herbier de cymodocées au Brusuc (Var) (IOPR)	101
Figure 67 : Vitalité de l'herbier de cymodocées à Urbinu (Corse) en août 2022 (Stareso)	102
Figure 68 : Microcartographie de l'herbier de cymodocées à la station VIT1_CYM	103
Figure 69 : Microcartographie de l'herbier de cymodocées à la station VIT2_CYM	104
Figure 70 : Illustration d'espèce observées lors du suivi 2022 sur l'émissaire de l'aéroport ...	108
Figure 71 : Illustration d'espèce observées lors du suivi 2022 sur l'émissaire de carras.....	110

Figure 72 : Illustration d'espèce observées lors du suivi 2022 sur l'émissaire de Californie ... 112

Figure 73 : Inspection de l'interface terre-mer de la carapace de la digue de la STEP, localisation des observations et photographies d'illustration Creocyan 2022 114

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées des stations de prélèvement.....	2
Tableau 2 : Paramètres, limites de quantifications et méthodes d'analyse sur la matrice sédimentaire	4
Tableau 3 : Interprétation de la proportion en fraction fine (< 63 µm) dans le sédiment marin (Iboully, 1981).....	6
Tableau 4 : Valeurs de référence des teneurs en MOT (matières calcinables) et COT pour les sédiments envasés (taux de vase > 60 %) (Licari 1998).....	7
Tableau 5 : Valeurs de référence des teneurs en NTK et Phosphore total pour les sédiments ...	7
Tableau 6 : Tableau de référence pour les contaminants	8
Tableau 7. Grille d'évaluation des résultats de l'AMBI.....	13
Tableau 8. Synthèse des valeurs d'EcoQ des différents indices de Shannon (Molvær et al., 1997), l'indice trophique (Licari, 1998), l'AMBI (Borja et al., 2003) et le M-AMBI (Borja et al. 2007)	13
Tableau 9 : Paramètres analysés sur la colonne d'eau, et méthodes d'analyses	15
Tableau 10 : Seuils de qualité bactérienne de l'eau	16
Tableau 11 : Seuils de qualité pour les eaux côtières méditerranéennes utilisés dans le cadre du suivi.....	16
Tableau 12 : Valeurs de normes de qualité environnementales, caractérisant la colonne d'eau	17
Tableau 13 : Valeurs réglementaires des HAPS utilisées pour analyser la qualité des eaux	18
Tableau 14 : Caractéristiques des émissaires.....	29
Tableau 15 : Espèces prioritairement recherchées	33
Tableau 16 : Concentrations en azote Kjeldahl en 2022 (% MS)	38
Tableau 17 : Evolution de la concentration en phosphore dans les sédiments entre 2006 et 2022 (mg/kg MS)	38
Tableau 18 : Concentrations des composés azotés sur l'ensemble des stations étudiées.....	39
Tableau 19 : Synthèse du suivi des éléments métalliques (concentrations en mg/kg MS)	45
Tableau 21 : Concentrations des HAP sur les dix stations étudiées lors du suivi de 2022 (mg/kg MS)	46
Tableau 22 : Concentrations des PCB sur les 10 stations, suivi 2006 (mg/kg MS).....	49
Tableau 23 : Concentrations des PCB sur les 10 stations, suivi 2022 (mg/kg MS).....	49

Tableau 24 : Concentrations en détergent anioniques sur les 10 stations.....	49
Tableau 25 : Concentrations en détergents non-ioniques sur les 10 stations	49
Tableau 25 : Concentrations en hydrocarbures totaux sur les 10 stations	50
Tableau 26. Description des prélèvements de benthos des 10 stations (2022)	51
Tableau 27. Composantes principales du peuplement benthique des 10 stations (2022)	53
Tableau 28. Indices biologiques calculés pour les 10 stations (2022)	55
Tableau 29. Répartition des groupes écologiques selon les 10 stations et variation de l'Ambi (2022)	58
Tableau 30. Composantes principales et indices de diversité du peuplement benthique des 10 stations en 2002 2004.....	60
Tableau 31 : espèces dominantes en termes d'abondance sur les 10 stations (2022).....	61
Tableau 32. Espèces dominantes en termes d'abondance en 2002 (Créocéan)	62
Tableau 33. Espèces dominantes en termes d'abondance en 2004 (Créocéan)	63
Tableau 34 : Teneurs en Escherichia coli dans l'eau (UFC/100 ml)	70
Tableau 35 : Teneurs en Entérocoques intestinaux dans l'eau (UFC/100 ml)	70
Tableau 37 : Teneurs en orthophosphates dans l'eau	75
Tableau 38 : Teneurs en mercure dans l'eau (µg/l).....	77
Tableau 39 : Vitalité de l'herbier de cymodocées à Menton (06) (Semantic).....	102
Tableau 40 : Liste des espèces rencontrées le long de l'émissaire de l'aéroport.....	106
Tableau 41 : Liste des espèces rencontrées le long de l'émissaire de carras	109
Tableau 42 : Liste des espèces rencontrées le long de l'émissaire de Californie.....	111

Préambule

La Métropole Nice Côte d'Azur exerce la compétence assainissement sur l'ensemble de son territoire composé de 51 communes. Son ambition est de reconfigurer totalement la station d'épuration Haliotis à Nice pour y installer un complexe combinant des systèmes d'épuration présentant des performances environnementales élevées et la production d'énergie.

L'actuelle station a été mise en service en 1988 et est dimensionnée pour traiter la pollution de 623 333 équivalents habitants (EH). Elle traite aujourd'hui tout ou partie des eaux usées de 19 communes dont la rive gauche du Var jusqu'au Cap d'Ail, ainsi que des matières de vidange, des matières de curage, des graisses et des boues provenant d'autres stations d'épuration de la Métropole.

Ses principales caractéristiques en chiffres sont les suivantes :

- sa charge actuelle est de l'ordre de 450 000 EH ; bien que cette charge soit inférieure à sa capacité maximale théorique, la station, vieillissante, arrive malgré tout en limite de capacité ;
- le système d'assainissement dont elle est l'unité de traitement dispose de 1010 km de réseaux, 130 déversoirs d'orage, 85 postes de relevage et 2 bassins d'orage ;
- le rejet des eaux est effectué via deux émissaires en mer, en aire spécialement protégée d'importance méditerranéenne « Sanctuaire Pelagos ». L'émissaire principal « Aéroport » situé à 1200 m de la côte et à environ 100 m de profondeur assure 95% des déversements. L'émissaire « Californie » utilisé uniquement en secours, situé dans le prolongement de la piste à l'est de l'aéroport, est à 39 m de profondeur et à 330 m de la côte.

Cette étude est menée dans le cadre du projet de reconstruction de la station d'épuration Haliotis, pour lequel la Métropole doit obtenir un nouvel arrêté d'autorisation du système d'assainissement. Les services de l'Etat en charge de l'instruction de la demande subordonnent l'obtention de cette autorisation à la mise en œuvre d'un suivi du milieu marin.

Dans ce contexte, l'état initial du milieu marin doit être caractérisé dans l'aire d'influence du rejet de l'effluent traité avant la réalisation des travaux. L'établissement de cet état zéro repose sur :

- l'évaluation de la qualité des sédiments marins ;
- la caractérisation des peuplements benthiques de substrat meubles ;
- l'évaluation de la qualité de l'eau ;
- une cartographie des biocénoses, avec un suivi des espèces particulières (cymodocées) ;
- et un inventaire faune-flore autour de l'émissaire principal et des émissaires secondaires de Carras et de Californie.

Méthodologie

1. Caractérisation des sédiments, peuplements benthiques, et de la colonne d'eau

1.1. Plan d'échantillonnage commun

Les stations de prélèvements sont les mêmes pour les différentes campagnes destinées à la caractérisation des sédiments, des peuplements benthiques et de la colonne d'eau.

Dix stations ont été échantillonnées dans les champs proche, moyen et lointain du rejet ; leurs coordonnées géographiques sont données dans le Tableau 1 et leurs positions sont illustrées sur la Figure 1.

Tableau 1 : Coordonnées des stations de prélèvement

Station	Profondeur (m)	Distance à l'émissaire (m)	Latitude (degrés décimaux) WGS 84	Longitude (degrés décimaux) WGS 84
G	70	3700 m à l'ouest du débouché de l'émissaire de Nice	43,6404	7,19674
H	125	2400 m à l'ouest du débouché de l'émissaire de Nice	43,6391	7,21945
I	218	600 m à l'ouest du débouché de l'émissaire de Nice	43,6491	7,23842
J	110	250 m à l'ouest du débouché de l'émissaire de Nice	43,6531	7,23726
K	109	100 m à l'est du débouché de l'émissaire de Nice	43,6566	7,24007
L	220	600 m à l'est du débouché de l'émissaire de Nice	43,6548	7,24769
M	240	800 m à l'est du débouché de l'émissaire de Nice	43,6584	7,24661
N	189	600 m à l'est du débouché de l'émissaire de Nice	43,6607	7,23942
O	115	1600 m à l'est du débouché de l'émissaire de Nice	43,6710	7,24058
P	54	3500 m à l'est du débouché de l'émissaire de Nice	43,6877	7,24733

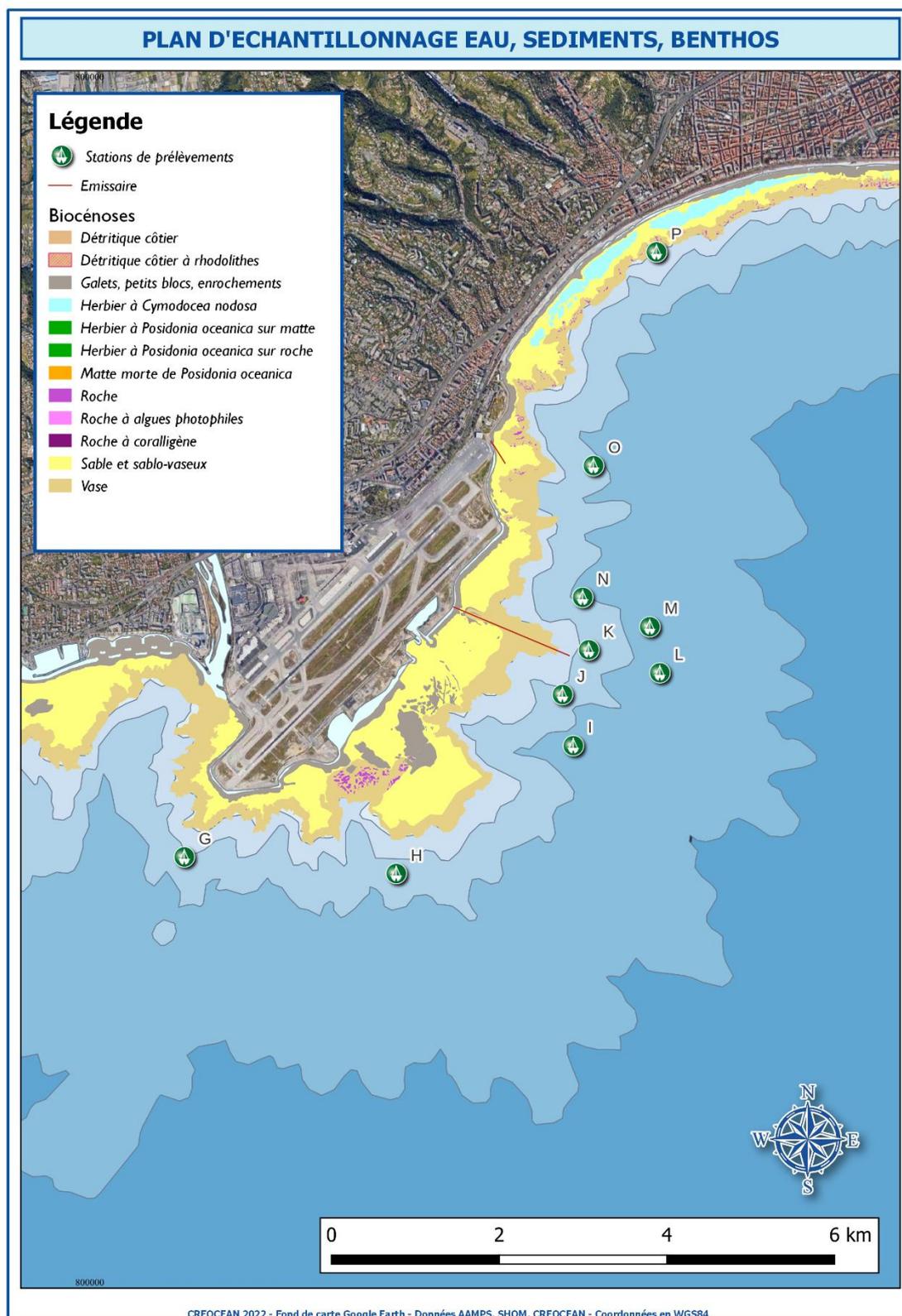


Figure 1 : Plan d'échantillonnage pour les campagnes de prélèvements de sédiments, d'eau et de benthos.

1.2. Caractérisation de la matrice sédimentaire

1.2.1. Mode de prélèvement et conditionnement des échantillons

Les prélèvements de sédiments ont été réalisés les 29, 30 juin, et le 07 juillet 2022, à l'aide d'une Benne Van Veen en acier inoxydable. Cette benne permet l'échantillonnage d'une surface de 0,1 m² sur les 15 à 20 premiers centimètres de sédiments, sans perturbation de l'échantillon prélevé.

La benne est déployée depuis la surface, à bord d'un bateau muni d'une potence et d'un treuil adaptés à des prélèvements en grande profondeur (> 250 m). Elle est descendue armée, mâchoires ouvertes ; sa fermeture a lieu lorsqu'elle entre en contact avec le substrat, la tension du câble durant la remontée permettant de maintenir les mâchoires fermées et étanches (Figure 2).

Les échantillons sont ensuite conditionnés dans des flacons fournis par le laboratoire d'analyse, puis mis à l'abri de la lumière et de la chaleur dans des glacières munies de pains de glace. Ils sont ensuite acheminés vers le laboratoire dans les 24 heures suivant le prélèvement.

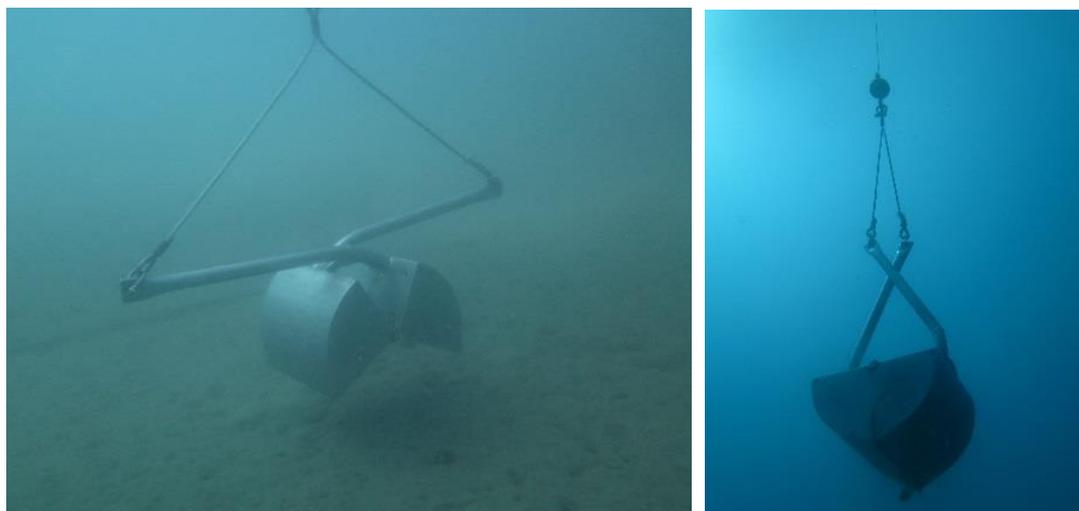


Figure 2 : Illustration de la benne Van Veen en fonctionnement

1.2.2. Analyses en laboratoire

Les analyses chimiques et granulométriques ont été confiées au laboratoire MICROPOLLUANT agréé par le Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires et accrédité COFRAC. Les paramètres, méthodes d'analyse et seuils de quantification sont rapportés dans le Tableau 2 ci-après.

Tableau 2 : Paramètres, limites de quantifications et méthodes d'analyse sur la matrice sédimentaire

Paramètre	Unité	LQ	Méthode
Granulométrie			Laser
Matière sèche	%	0,1	NF ISO 11465
Matières organiques à 550° (MO)	% / MS	0,1	Selon NF EN 15169
Carbone organique total (COT)	g/kg/MS	2,5	Méthode interne
Azote Kjeldahl (NTK)	g N/kg MS	0,04	Méthode interne MOp C-4/121

METROPOLE NICE COTE D'AZUR

ETAT INITIAL DU MILIEU MARIN DANS L'AIRE D'INFLUENCE DU REJET DE L'EFFLUENT – AVANT TRAVAUX

Phosphore	mg/kg MS	200	Méthode interne MoP C-04/24
Nitrites (NO2)	mg/kg MS	2,5	Méthode interne
Nitrates (NO3)	mg/kg MS	2,5	Méthode interne
Ammonium (NH4)	mg/kg MS	76	Méthode interne
Orthophosphates (PO4)	mg/kg MS	2,5	Méthode interne
Hydrocarbures totaux (HCT) C10-C40	mg/kg MS	10	Méthode interne MoP C-4/39

Métaux

Aluminium (Al)	mg/kg MS	-	Méthode interne MoP C-4/72
Chrome (Cr)	mg/kg MS	-	Méthode interne MoP C-4/72
Manganèse (Mn)	mg/kg MS	-	Méthode interne MoP C-4/72
Fer (Fe)	mg/kg MS	-	Méthode interne MoP C-4/72
Nickel (Ni)	mg/kg MS	-	Méthode interne MoP C-4/72
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	-	Méthode interne MoP C-4/72
Zinc (Zn)	mg/kg MS	-	Méthode interne MoP C-4/72
Arsenic (As)	mg/kg MS	-	Méthode interne MoP C-4/72
Argent (Ag)	mg/kg MS	-	Méthode interne MoP C-4/72
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	-	Méthode interne MoP C-4/72
Plomb (Pb)	mg/kg MS	-	Méthode interne MoP C-4/72
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0,2	Méthode interne MoP C-4/47

HAPs

Naphtalene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Acénaphthylene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Acénaphtene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Fluorene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Phenanthrene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Anthracene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Fluoranthene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Pyrene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Benzo(a)anthracene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Chrysene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Benzo(b)fluoranthene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Benzo(k)fluoranthene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Benzo(a)pyrene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Dibenzo(a,h)anthracene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52

PCBs

Congénères 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180	mg/kg MS	0,01	Méthode interne MoP C-4/52
--	----------	------	----------------------------

Détergents

Détergents anioniques	mg/kg	10	Méthode interne
Détergents non ioniques	mg/kg	6	Méthode interne

1.2.3. Interprétation des données

1.2.3.1. Granulométrie

Les analyses granulométriques sont réalisées dans le but de définir la texture d'un sédiment au sens pédologique et de déterminer la répartition des éléments du substrat en fonction de la taille des grains qui le composent.

En effet, pour la plupart, les substances naturelles et anthropogènes (métaux et contaminants organiques) ont beaucoup plus d'affinités avec la matière en particules fines qu'avec la fraction grossière des sédiments. Dans ce matériau fin, ce sont les constituants tels que la matière organique et les minéraux argileux qui contribuent à l'affinité avec les contaminants. Les matériaux fins ont en effet des capacités d'adsorption supérieure à un sédiment grossier, ils sont donc plus aptes à fixer les contaminants chimiques.

La matière fine (inorganique et organique) et les contaminants qui lui sont associés se déposent de préférence dans les zones à faible énergie hydrodynamique tandis que dans les zones où l'énergie est plus importante, la matière particulaire fine est mélangée aux particules grossières de sédiments qui ne peuvent en général fixer les contaminants. Ce phénomène de dilution donne lieu à des teneurs en contaminants à la fois moindres et variables dans les sédiments qui en résultent. Ainsi, la granulométrie est l'un des facteurs les plus importants qui jouent sur la distribution des composants naturels et anthropogènes présents dans les sédiments.

(Source : Lignes directrices OSPAR remaniées sur la gestion des matériaux de dragage (Numéro de référence : 2004-08, voir plus particulièrement l'annexe technique II)).

La composition granulométrique du sédiment est interprétée au regard de la proportion en fraction fine (fraction pélitique, c'est-à-dire < 63 µm) et de la classification établie par Ibouly (1981).

Tableau 3 : Interprétation de la proportion en fraction fine (< 63 µm) dans le sédiment marin (Ibouly, 1981)

0%	10%	20%	40%	60%	80%
Sable pur	Sable peu envasé	Sable moyennement envasé	Sédiment très envasé	Sédiment très envasé à dominante de vases	Vase pure

1.2.3.2. Eléments nutritifs et matière organique

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

Les concentrations en matière organique totale (MOT) et en azote total sont interprétées au regard des seuils d'enrichissement du milieu marin définis en fonction de la proportion de la fraction pélitique (Licari 1998).

Tableau 4 : Valeurs de référence des teneurs en MOT (matières calcinables) et COT pour les sédiments envasés (taux de vase > 60 %) (Licari 1998)

	Faible enrichissement organique	Enrichissement organique moyen	Fort enrichissement organique	Tres fort enrichissement organique
Matière calcinables (% MS)	< 2,84	2,84 – 6,95	6,95 – 10,3	> 10,3
Carbone Organique Total (% MS)	< 0,75	0,75 - 1,33	> 1,33	-
Azote total (% MS)	<0,04	0,04 – 0,09	0,09 – 0,18	> 0,18

Les concentrations en azote de Kjeldahl (NTK) et en phosphore total sont interprétées selon la classification de Andral, 2007.

Tableau 5 : Valeurs de référence des teneurs en NTK et Phosphore total pour les sédiments

	Faible enrichissement organique	Enrichissement organique moyen	Fort enrichissement organique	Tres fort enrichissement organique
Azote de Kjeldahl (NTK) (% MS)	< 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5	> 0,5
Phosphore total (mg/kg)	< 440	440 - 680	680 – 1255	> 1255

1.2.3.3. Contaminants chimiques

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

- Les valeurs de bruit de fond proposées dans le cadre du Réseau Littoral Méditerranéen (RLM) (Andral et al. 2002) ou par la convention OSPAR (OSPAR 2009a, b) lorsque celles du RLM ne sont pas disponibles. Ces valeurs ont été préférées, quand elles existent, au bruit de fond défini par le groupe de travail GÉODE, qui a été établi essentiellement à partir de sédiments portuaires (GÉODE 2011).
- Les seuils de contamination de référence N1 et N2 en vigueur dans la législation française sur les rejets de sédiments dans le milieu marin (arrêté du 9 août 2006 complété par les arrêtés du 23 décembre 2009, du 08 février 2013 et du 17 juillet 2014). Ces seuils sont utilisés dans la présente étude car, excepté pour les métaux (en cours de révisions au niveau européen), ils sont alignés sur des critères écotoxicologiques définis pour les sédiments au niveau européen et international (les travaux de la Commission OSPAR, la directive européenne 2000/60/CE dite Cadre sur l'Eau et ses directives filles 2013/39/CE et l'Agence de protection de l'environnement américaine (US EPA) (Ifremer 2009 ; Ospar 2010). Ces concentrations « seuils » sont ainsi déterminées par le biais de tests écotoxicologiques en laboratoire permettant de déterminer les concentrations maximums au-dessus desquelles les substances chimiques vont provoquer un effet toxique néfaste sur les organismes marins.

Le tableau ci-dessous synthétise l'ensemble des références utilisées.

Tableau 6 : Tableau de référence pour les contaminants

Famille	Élément	CRITERES ECOTOXICOLOGIQUES	NIVEAUX DE REFERENCE	
		EAC/ERL 1/2	N1	N2
		Ospar		
Métaux (mg/kg)	Arsenic	4,4 (GEODE)	25	50
	Cadmium	0,15 (BF Méd) / 0,5 (GEODE)	1,2	2,4
	Chrome	45 (GEODE)	90	180
	Cuivre	15 (BF Méd) / 35 (GEODE)	45	90
	Mercure	0,05 (BF Méd) / 0,2 (GEODE)	0,4	0,8
	Nickel	20 (GEODE)	37	74
	Plomb	25 (BF Méd) / 47 (GEODE)	100	200
	Zinc	90 (BF Méd) / 115 (GEODE)	276	552
HAP (µg/kg)	Naphtalène		160	1130
	Acénaphène		15	260
	Acénaphylène		40	340
	Fluorène		20	280
	Anthracène		85	590
	Phénanthrène		240	870
	Fluoranthène	40 (BF Méd)	600	2850
	Pyrène		500	1500
	Benzo(a)anthracène		260	930
	Chrysène		380	1590
	Benzo(b)fluoranthène	200 (BF Méd)	400	900
	Benzo(k)fluoranthène	100 (BF Méd)	200	400
	Benzo(a)pyrène	100 (BF Méd)	430	1015
	Di Benzo (ah)anthracène		60	160
	Benzo(ghi) pérylène	100 (BF Méd)	1700	5650
	Indeno(123cd) pyrène	100 (BF Méd)	1700	5650
	Σ6 HAP		5030	16465
Σ16 HAP		6790	24115	
PCB (µg/kg)	PCB 28		5	10
	PCB 52		5	10
	PCB 101		10	20
	PCB 118	0,5 (BF Méd)	10	20
	PCB 138	0,5 (BF Méd)	20	40
	PCB 153	0,2 (BF Méd)	20	40
	PCB 180		10	20

1.3. Caractérisation des peuplements benthiques

1.3.1. Mode de prélèvement et conditionnement des échantillons

Le benthos a été échantillonné avec la même benne Van Veen que celle utilisée pour prélever les sédiments, les 29, 30 juin, et le 07 juillet 2022. Selon la procédure standard, trois coups de benne ont été effectués pour l'étude du benthos, excepté aux les stations I et L. En raison des conditions bathymétriques (profondeur importante et fortes pentes), une seule benne a pu être prélevée à ces stations.

Le contenu de chaque benne est déversé dans un fût et malaxé jusqu'à obtention d'une suspension la plus homogène possible. Le contenu du fût est ensuite déversé sur un tamis en acier inoxydable de 1 mm de vide de maille de manière à éliminer le matériau sédimentaire fin pour ne recueillir que le refus, constitué des organismes vivants mélangés aux débris grossiers. Le refus de tamis est photographié et décrit (volume, nature, espèce particulière ...). Le tamis est rincé et le refus obtenu prélevé et mis en flacon plastique après avoir pris la précaution de prélever tous les organismes restant fixés au tamis.

Un mélange d'eau de mer et de formaldéhyde (concentration finale en formaldéhyde de 4 %) est ajouté au refus de manière que celui-ci baigne entièrement dans le mélange afin de garantir la préservation de l'échantillon. Une pincée de Rose Bengale (colorant des protéines animales) est ajoutée à l'échantillon afin de faciliter le tri de la faune par sa coloration. Puis le flacon plastique est fermé et identifié avec l'identifiant de la station. L'échantillon ainsi conditionné est conservé jusqu'à son arrivée au laboratoire d'analyse à température ambiante dans un contenant à fond étanche, maintenu fermé pour limiter les dégagements de vapeurs de formol.

La figure ci-après illustre les principales étapes du mode opératoire susmentionné.



Figure 3 : Méthodes de prélèvement du benthos de substrats meubles

1.3.2. Analyses en laboratoire

Les échantillons de la faune macrobenthique ont été analysés par le CEAB-CSIC (Centre d'Estudis Avancats de Blanes, Spain – Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique).

La première étape de ce travail consiste à faire un tri de tous les organismes récoltés puis les taxonomistes dénombrent et identifient les organismes à la loupe binoculaire jusqu'à l'espèce lorsque cela est possible. La biomasse par groupe taxonomique homogène (e.g. espèce, genre) et réplicat est également mesurée (poids sec). Le groupe trophique de chaque espèce a aussi été déterminé.

1.3.3. Traitement et interprétation des données

Les composantes principales du peuplement benthique obtenues à partir du travail du CEAB sont les suivantes :

- ▶ La richesse spécifique, *i.e.* le nombre d'espèces présentes dans chaque station (cumul des 3 réplicats),
- ▶ La densité, *i.e.* le nombre d'individus par espèce et par m²,
- ▶ La biomasse, *i.e.* le poids en matière sèche prélevée par espèce et par m²,

À partir de ces données, plusieurs indices sont calculés.

L'indice de Shannon-Weaver (Shannon 1948) est un indice de diversité qui prend en compte à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative de chaque espèce, permettant de caractériser l'équilibre écologique du peuplement d'un écosystème.

$$H' = - \sum \left[\frac{N_i}{N} \times \log_2 \frac{N_i}{N} \right] \quad \begin{array}{l} N_i = \text{abondance de l'espèce } i \\ N = \text{abondance totale des espèces} \end{array}$$

Cet indice est maximal (H'_{\max}) quand les espèces ont des abondances identiques et il tend vers 0 quand une espèce domine le peuplement au détriment des autres espèces.

Cet indice permet de caractériser l'équilibre structurel du peuplement : H' sera le plus élevé pour des peuplements caractérisés par une richesse spécifique importante avec une répartition équitable des espèces. Les valeurs les plus basses apparaissent pour les peuplements qui sont dominés par une seule espèce ou par un petit nombre d'espèces.

L'indice d'équitabilité (J) permet de mieux appréhender les résultats de l'indice de Shannon-Weaver. Il indique sous forme de pourcentage, le rapport entre l'indice trouvé (H') et l'indice maximal théorique du peuplement (H'_{\max}).

$$J = \frac{H'}{\log_2 S} \times 100 \quad \begin{array}{l} H' = \text{indice de Shannon-Weaver} \\ S = \text{richesse spécifique} \end{array}$$

De la même manière, $J = 0\%$ représente la dominance du peuplement par une seule espèce, un $J = 100\%$ représente un peuplement composé d'espèces à l'abondance identique.

Indice trophique : Ensuite, les espèces sont classées selon leur mode d'alimentation et de leur régime alimentaire (carnivore, dépositores, suspensivores...), afin de comprendre les interactions trophiques inter- et intra-spécifiques (e.g. compétition, prédation) et les relations entre les caractéristiques du sédiment et la macrofaune benthique.

Cette classification permet le calcul d'un autre indice appelé indice trophique (Word 1990). Le groupe trophique des espèces est déterminé en fonction du :

- ▶ type de nourriture consommé par les animaux (débris, cadavres...),

- ▶ compartiment où cette nourriture est recherchée (colonne d'eau, au-dessus ou à l'intérieur du sédiment...),
- ▶ mode de capture de la nourriture (filtration, capture active ou passive, activité nécrophage...)

L'indice trophique IT (exprimé en %) est donc un indicateur d'une perturbation organique du milieu. Il se calcule comme suit :

$$IT = 100 - \left[33,33 \sum \frac{(n1 + 1n2 + 2n3 + 3n4)}{(n1 + n2 + n3 + n4)} \right]$$

où n1, n2, n3 et n4 sont les densités des différents groupes trophiques 1, 2, 3 et 4 avec:

- ▶ Groupe 1 = consommateur de microparticules en suspension dans la colonne d'eau
- ▶ Groupe 2 = consommateur de micro-détritus associés au sédiment
- ▶ Groupe 3 = consommateur de macro-détritus associés au sédiment
- ▶ Groupe 4 = organismes se nourrissant de sédiments eutrophes

Dans les milieux marins en bon état écologique, l'indice trophique se situe entre 60 % et 100 %. Une légère perturbation de la communauté benthique due à un léger enrichissement en matière organique des sédiments fait baisser l'indice entre 30 à 60 %, et un fort enrichissement le fait descendre à des valeurs inférieures à 30 %. Un indice trophique très bas peut être trouvé dans des zones fortement enrichies en nutriments à cause de pollution par les eaux usées domestiques.

L'AMBI (AZTI Marine Biotic Index) (Borja *et al.*, 2000), appelé aussi coefficient benthique (CB) est basé sur les successions écologiques (Pearson & Rosenberg, 1978). Les groupes écologiques (Tableau 7) au nombre de 5 (GI, GII, GIII, GIV et GV), sont basés sur la polluosensibilité des espèces. Le groupe I comprend les espèces les plus sensibles à l'hypertrophisation jusqu'au groupe V qui englobe les espèces opportunistes des sédiments réduits :

- ▶ Groupe 1 : espèces sensibles à une hypertrophisation. Elles disparaissent les premières lorsqu'il y a enrichissement du milieu. Ce sont des suspensivores, des carnivores sélectifs et quelques dépositivores de subsurface tubicoles.
- ▶ Groupe 2 : espèces indifférentes à une hypertrophisation du milieu. Ces espèces sont peu influencées par une augmentation de la quantité de la matière organique (espèces carnivores et nécrophages peu sélectives).
- ▶ Groupe 3 : espèces tolérantes à une hypertrophisation du milieu. Ces espèces sont naturellement présentes dans les vases, mais comme leurs proliférations sont stimulées par l'enrichissement du milieu, elles sont un signe du déséquilibre du système. Ce sont des espèces dépositivores de surface, profitant du film superficiel chargé de matière organique.
- ▶ Groupe 4 : espèces opportunistes de second ordre. Ce sont des petites espèces à cycle court (< 1 an) abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées. Ce sont des dépositivores de subsurface.
- ▶ Groupe 5 : espèces opportunistes de premier ordre. Ce sont des dépositivores, proliférant dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface.

Le calcul est effectué grâce à un logiciel développé par AZTI. Il permet d'obtenir des valeurs pour l'AMBI et le M-AMBI (M-AMBI, dérivé, par analyse factorielle, de l'AMBI, de la richesse spécifique S et de l'indice de diversité H' (Muxika *et al.* 2007)).

Tableau 7. Grille d'évaluation des résultats de l'AMBI

Coefficient benthique (AMBI)	Groupe écologique dominant	Etat du site	Etat de santé des communautés
0,0 < AMBI ≤ 0,2	I	Non pollué	Normal
0,2 < AMBI ≤ 1,2		Non pollué	Appauvri
1,2 < AMBI ≤ 3,3	III	Pollution légère	Déséquilibré
3,3 < AMBI ≤ 4,5		Moyennement pollué	Etape de transition vers la pollution
4,5 < AMBI ≤ 5,0	IV (V)	Moyennement pollué	Pollué
5,0 < AMBI ≤ 5,5		Fortement pollué	Etape de transition vers la pollution
5,5 < AMBI ≤ 6,0	V	Fortement pollué	Forte pollution
azoïque	azoïque	Pollution majeure	Azoïque

Le calcul du M-AMBI, également mis au point par l'équipe de l'AZTI, est basé sur une analyse factorielle de l'AMBI, de la richesse spécifique et de l'indice de diversité H' (indice de Shannon-Weaver) (Muxika et al., 2007). Il permet donc de prendre en compte ces 3 facteurs à la fois.

Notons que le choix des valeurs maximales utilisées pour la richesse spécifique et l'indice de diversité de Shannon peuvent influencer sur les résultats.

Deux résultats de M-AMBI ont donc été générés en prenant les valeurs maximales proposées par le logiciel Ambi mais également en prenant les bornes issues de la Directive Cadre Eau résultats de 2009 : AMBI=1,11, richesse = 109 espèces, Indice diversité = 5,83.

Le tableau suivant synthétise les valeurs de seuils pour les différents indices :

Tableau 8. Synthèse des valeurs d'EcoQ des différents indices de Shannon (Molvær et al., 1997), l'indice trophique (Licari, 1998), l'AMBI (Borja et al., 2003) et le M-AMBI (Borja et al. 2007)

EcoQ	H'	AMBI	M-AMBI	IT
Très bon	H' > 4	AMBI ≤ 1,2	M-AMBI > 0,85	IT > 80
Bon	3 < H' ≤ 4	1,2 < AMBI ≤ 3,3	0,55 < M-AMBI ≤ 0,85	60 < IT ≤ 80
Moyen	2 < H' ≤ 3	3,3 < AMBI ≤ 4,3	0,4 < M-AMBI ≤ 0,55	60 < IT ≤ 50
Pauvre	1 < H' ≤ 2	4,3 < AMBI ≤ 5,5	0,2 < M-AMBI ≤ 0,4	50 < IT ≤ 30
Mauvais	H' ≤ 1	5,5 < AMBI ≤ 7	M-AMBI ≤ 0,2	IT ≤ 30

Composition :

Une analyse de la composition spécifique des peuplements sera également réalisée, avec notamment une description des espèces dominantes et la recherche d'espèces non indigènes éventuelles.

1.4. Caractérisation de la masse d'eau

1.4.1. Mode de prélèvement et conditionnement des échantillons

Quatre campagnes de mesures et de prélèvements d'eau ont été menées au cours de l'été, les 07/07/2022, 18/07/2022, 23/08/2022 et 13/09/2022.

Les paramètres physico-chimiques ont été mesurés *in situ*, à l'aide d'une sonde multi-paramètres RBR. La sonde, lestée et descendue jusqu'au fond à l'aide d'un treuil, est paramétrée pour enregistrer les données toutes les trois secondes, sur toute la colonne d'eau. Ces données sont enregistrées dans un fichier via le logiciel Ruskin puis exportées dans le format souhaité pour leur exploitation. Les mesures permettent de dresser le profil de chaque paramètre en fonction de la profondeur, et d'identifier une éventuelle stratification de la colonne d'eau (thermocline, halocline) et de discriminer les différentes masses d'eau.

En parallèle, des prélèvements d'eau ont été effectués en sub-surface et en profondeur à chaque station, à l'aide d'une bouteille NISKIN. La bouteille descendue en position ouverte, est fermée à la profondeur désirée par l'envoi d'un message (petite masselotte métallique) le long du bout. L'eau est ensuite remontée à bord et conditionnée dans les flacons envoyés par le laboratoire d'analyse, puis conservée, au frais et à l'abri de la lumière dans des glacières. Les échantillons sont ensuite expédiés et analysés dans les 24 heures suivant le prélèvement.

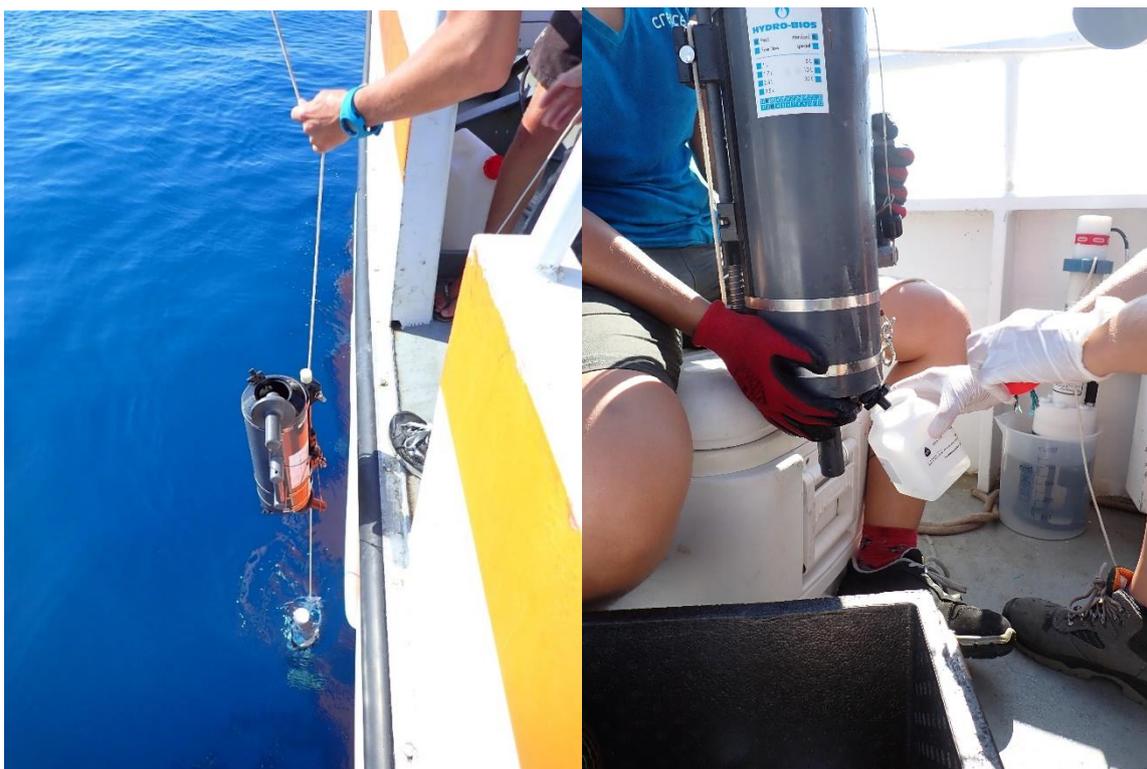


Figure 4 : Illustration du montage de la bouteille NISKIN au-dessus de la sonde RBR (à gauche) et remplissage des flacons (à droite)

1.4.2. Analyses en laboratoire

Les analyses ont été effectuées par le Laboratoire des Pyrénées et des Landes, accrédité COFRAC. Les différents paramètres analysés sont détaillés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9 : Paramètres analysés sur la colonne d'eau, et méthodes d'analyses

Paramètres	Unités	Méthode
Paramètres hydrologiques		
Température	°C	In-situ, sonde RBR
Salinité	PSU	In-situ, sonde RBR
HAP		
Benzo(a)anthracène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Anthracène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Acénaphthylène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Acénaphène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Pyrène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Phénanthrène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Naphtalène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Indéno(1,2,3)c,d-pyrène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Fluorène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Fluoranthène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Chrysène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Benzo(a)pyrène	µg/l	MI : MAO/MO47 en GC-MSMS
Éléments nutritifs et matière organique		
Nitrite	mg NO ₂ /l	MI : POTA/FT16
Nitrate	mg NO ₃ /l	MI : POTA/FT23
Orthophosphates	mg/l	MI : CHR/MO17
Matière en suspension	mg/l	NF EN 872
Azote Kjeldahl	mg N/l	NF EN 25663
Carbone organique total	mg/l	NF EN 1484 (oxydation thermique)
Métaux		
Chrome	µg/l	NF EN ISO 17294-2
Cuivre	µg/l	NF EN ISO 17294-2
Mercure	µg/l	NF EN ISO 17852
Zinc	µg/l	NF EN ISO 17294-2
Bactériologie		
<i>Escherichia coli</i> (microplaque)	/100 ml	NF EN ISO 9308-3
Entérocoques intestinaux (Microplaque)	/100 ml	NF EN ISO 7899-1

1.4.3. Interprétation des données

1.4.3.1. Bactériologie

L'appréciation de la qualité de l'eau est effectuée selon les dispositions du code de la santé publique reprenant les critères microbiologiques de référence des directives européennes ([Directive 2006/7/CE](#)).

Les données de bactériologie sont interprétées au regard des seuils définis pour les eaux de baignade (Tableau 10). Leur qualité instantanée est qualifiée selon les seuils bactériologiques définis par l'Instruction Ministérielle DGS/EA4 no 2013-247 du 18 juin 2013 (Décret 2008-990 modifié par instruction de juin 2013).

Tableau 10 : Seuils de qualité bactérienne de l'eau

Qualité eau de baignade	BON	MOYEN	MAUVAIS
Escherichia coli (UFC / 100 ml)	Valeur ≤ 100	100 < valeur ≤ 1000	Valeur > 1000
Entérocoques intestinaux (UFC / 100 ml)	Valeur ≤ 100	100 < valeur ≤ 370	Valeur > 370

1.4.3.2. Eléments nutritifs et matière organique

Dans le cadre de ce suivi, les mesures sont comparées aux valeurs seuils de l'arrêté du 27 juillet 2018, modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement. Celui-ci propose des limites pour le bon état au sens de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) pour les paramètres mesurés dans la colonne d'eau. Elles sont reportées dans le tableau suivant.

Tableau 11 : Seuils de qualité pour les eaux côtières méditerranéennes utilisés dans le cadre du suivi

Seuil	Carbone organique dissous* (mg/L)	Azote global (mg/L) *	Nitrate (NO3) (mg/L)*	Nitrite (NO2) ** (mg/L)	Orthophosphate (PO4) (mg/L)
Très bon	≤ 5	≤ 0,7	≤ 10	< 0,3	≤ 0,03
Bon	< 7]0,7-1,05]	< 50]0,03-0,1]
Moyen	< 10]1,05-1,4]	*	> 0,3]0,1-0,14]
Médiocre	< 15]1,4-1,68]	*]0,14-0,38]
Mauvais	> 15	>1,68	*		> 0,38

Source : Arrêté du 27 juillet 2018, modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.

1.4.3.3. Eléments métalliques

Les concentrations métalliques sont comparées aux normes de qualité environnementales réglementaires mises en œuvre dans le cadre de la DCE (DCE 2000/60/CE) et ses directives filles sur les NQE (directives 2008/105/CE et 2013/39/CE). Ces directives sont transcrites en droit français dans l'arrêté du 27 juillet 2018 qui fixe les valeurs de NQE sur le territoire français.

La DCE définit la norme de qualité environnementale (NQE) comme étant « la concentration d'un polluant ou d'un groupe » (NQE MA = Moyenne Annuelle et NQE CMA = Concentration Maximale Admissible).

Cependant, le mercure est le seul métal étudié à présenter des NQE définies dans l'arrêté. Les autres métaux présentent des NQE provisoires, retranscrites dans le tableau ci-dessous.

L'état de la masse d'eau est considéré comme bon si les teneurs sont inférieures aux valeurs de la NQE et comme mauvais si les teneurs observées dépassent celles de la NQE.

Tableau 12 : Valeurs de normes de qualité environnementales, caractérisant la colonne d'eau

		Bruits de fond géochimiques (BFG) (valeurs observées naturellement dans les océans)	NQE-MA Eaux côtières et de transition	NQE-CMA* Eaux côtières et de transition	NQEp Eaux**
Substances dangereuses prioritaires	Cadmium (µg/L)	0,0001 - 0,11	0,2	1,5	
	Mercurure (µg/L)	0,00004 - 0,03	0,05	0,07	
Substances prioritaires	Nickel (µg/L)	0,15 - 0,7	8,6	34	
	Plomb (µg/L)	0,001-0,03	1,3	14	
Autres substances	Antimoine (µg/L)	--			113 + BFG
	Argent (µg/L)	--			0.05 + BFG
	Arsenic (µg/L)	3-4			4.2 + BFG
	Baryum (µg/L)	4-21			58 + BFG
	Béryllium (µg/L)	--			0.04 + BFG
	Chrome (µg/L)	0,16-0,26			3.4 + BFG
	Cobalt (µg/L)	0,012			0.3+ BFG
	Cuivre (µg/L)	3-10			1.4+ BFG
	Etain (µg/L)	0,0001 - 0,0023			1.5 + BFG
	Molybdène (µg/L)	10			6.7+ BFG
	Sélénium (µg/L)	0,04 - 0,2			1+ BFG
	Thallium (µg/L)	--			0.1+ BFG
	Vanadium (µg/L)	1,5 – 1,8			0.8+ BFG
Zinc (µg/L)	1-10			7.8+ BFG	

1.4.3.4. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les concentrations en HAP sont comparées aux **normes de qualité environnementales (NQE)** réglementaires mises en œuvre dans le cadre de la DCE (DCE 2000/60/CE) et ses directives filles sur les NQE (directives 2008/105/CE et 2013/39/CE). Ces directives sont transcrites en droit français dans l'arrêté du 27 juillet 2015 qui fixe les valeurs de NQE sur le territoire français.

La DCE définit la NQE comme étant « la concentration d'un polluant ou d'un groupe » (NQE MA = Moyenne Annuelle et NQE CMA = Concentration Maximale Admissible).

Dans le cadre de cette étude, les référentiels utilisés sont donc les suivants :

Tableau 13 : Valeurs réglementaires des HAPS utilisées pour analyser la qualité des eaux

Paramètre	NQE MA µg/L	NQE CMA µg/L	État bon	État mauvais
Naphtalène	2	130	< NQE	>NQE
Anthracène	0,1	0,1	< NQE	>NQE
Fluoranthène	0,0063	0,12	< NQE	>NQE
Benzol (b) fluoranthène	voir benzo(a)pyrene	0,017	< NQE	>NQE
Benzo (k) fluoranthène	voir benzo(a)pyrene	0,017	< NQE	>NQE
Benzo (a) pyrène	0,00017	0,027	< NQE	>NQE
Benzo (g,h,i) périlène	voir benzo(a)pyrene	0,00082	< NQE	>NQE
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	voir benzo(a)pyrene	Sans objet	< NQE	>NQE

*Source : Référentiels des HAPS issus de la DCE Arrêté du 27 juillet 2015 et Directive 2013/39/CE
(Type masse d'eau : eaux marines et de transition)*

L'acénaphène, le fluorène, le phénanthrène, le pyrène, le benzo (a) anthracène, le chrysène, le dibenzo (a,h) anthracène, et l'acénaphylène ne possèdent actuellement pas de NQE.

2. Cartographie des biocénoses

2.1. Plan d'échantillonnage

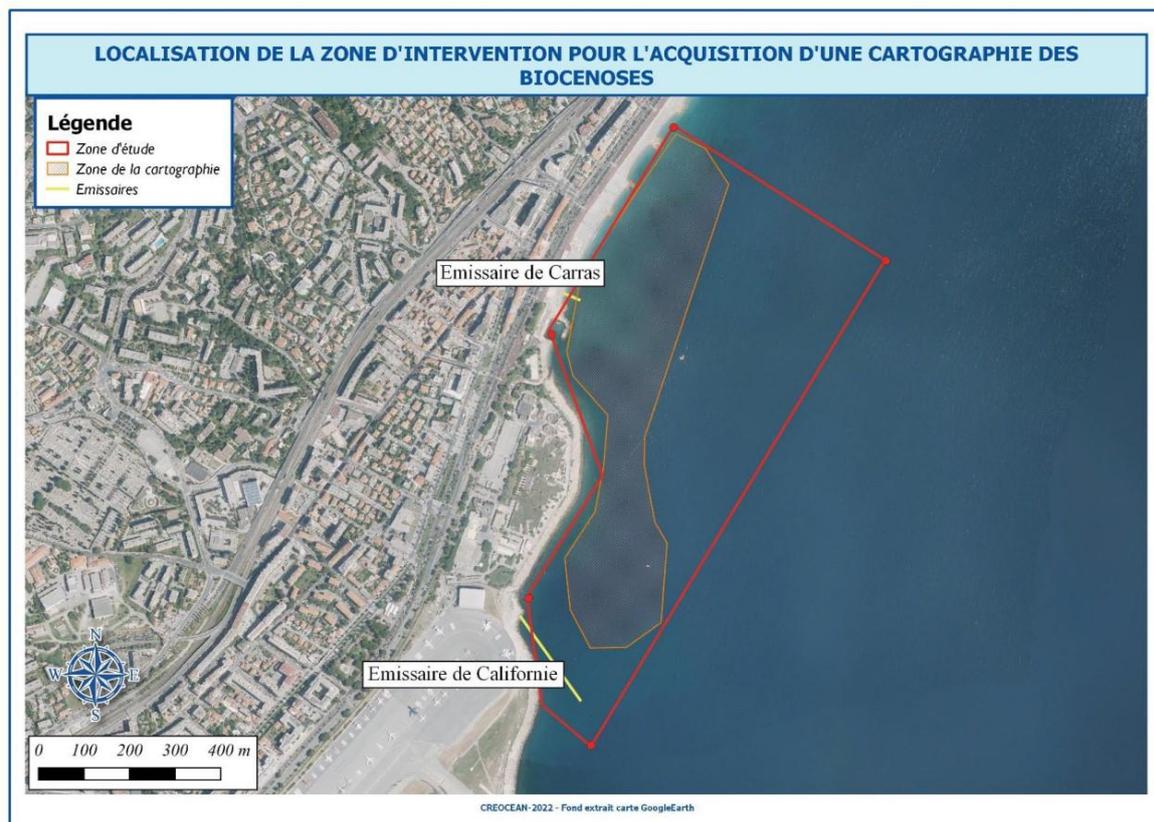


Figure 5 : Plan d'échantillonnage pour la cartographie des biocénoses.

La zone cartographiée pour les biocénoses a été définie dans le CCTP, elle est en jaune sur la figure précédente

2.2. La cartographie géophysique

SEMANTIC TS a déployé son navire de mesures sur Nice - Plage Carras. Les mesures ont été réalisées les 22, 23 et 26 septembre 2022.

L'objectif des présents travaux était de réaliser dans la zone d'étude :

- une investigation sondeur multifaisceaux et sonar latéral de coque,
- des vérités terrain par vidéo tractée,
- une carte des biocénoses,
- une reconnaissance profonde des substrats durs par vidéo tractée.

Un rapport de mission avec le détail méthodologique est disponible sur demande.

Pour réaliser la cartographie des biocénoses, SEMANTIC TS utilise sa méthodologie de monitoring RTK qui est conforme à celles recommandées par le guide CARTOCEAN (Noël.et al.2012).

2.3. Les vérités terrain

Les vérités terrain sont destinées à vérifier les habitats et les espèces détectées par les moyens géophysiques.

2.3.1. Caméra tractée

Le système vidéo ENO est déployé sur zone selon le plan de mission défini. Les vidéos sont géoréférencées et il est possible de rejouer les passages dans un plugin développé spécialement pour évaluer la nature des fonds par vidéo.

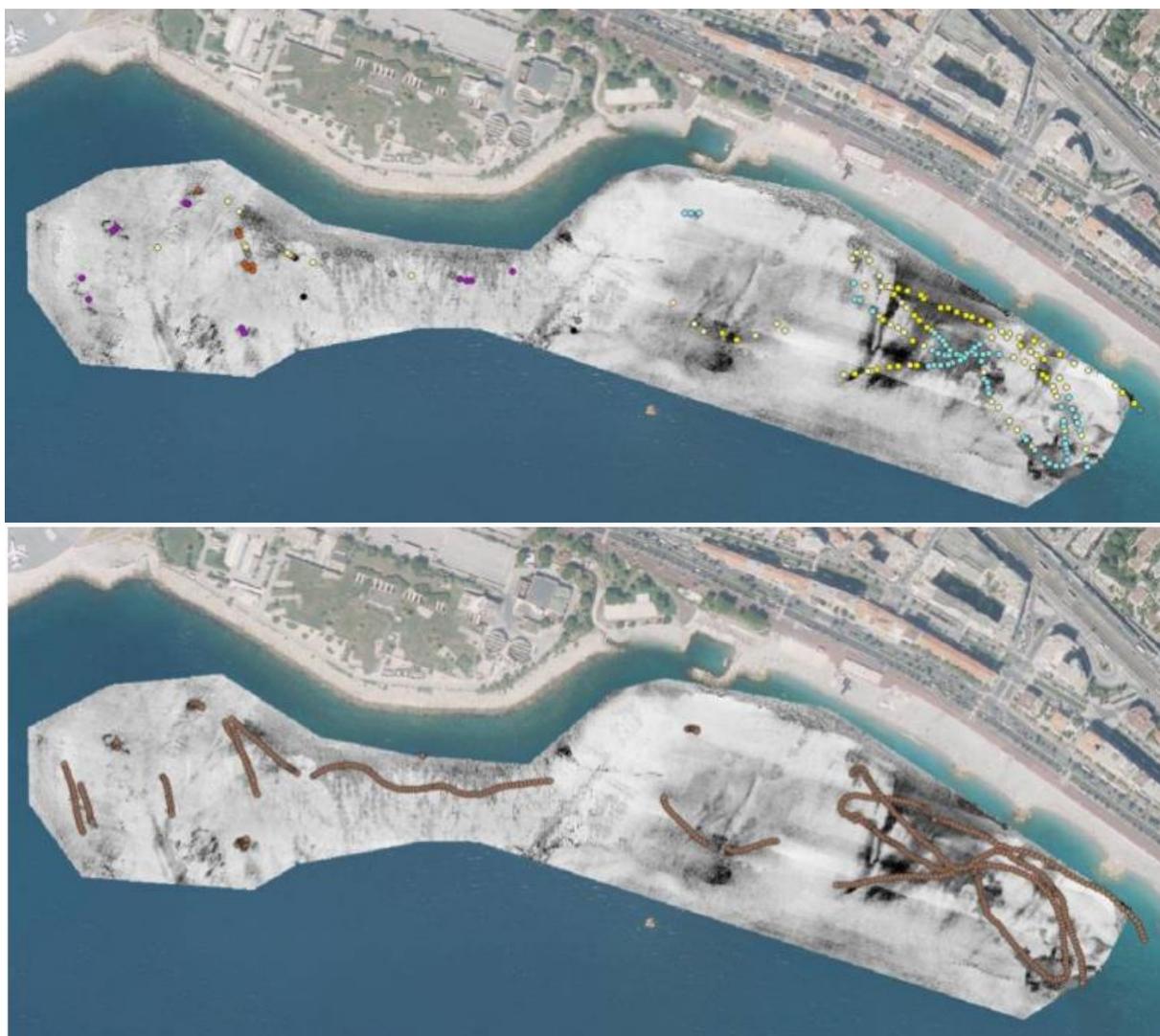


Figure 6 : Système ENO : Extraction manuelle (en haut), Extraction automatique (en bas) sur la zone d'étude de Nice

2.3.2. ROV

Un ROV avec sonar et système de positionnement (Figure 7) a été mis en œuvre afin de réaliser des vérités terrain sur deux points supposés de substrats durs en complément de la caméra tractée.

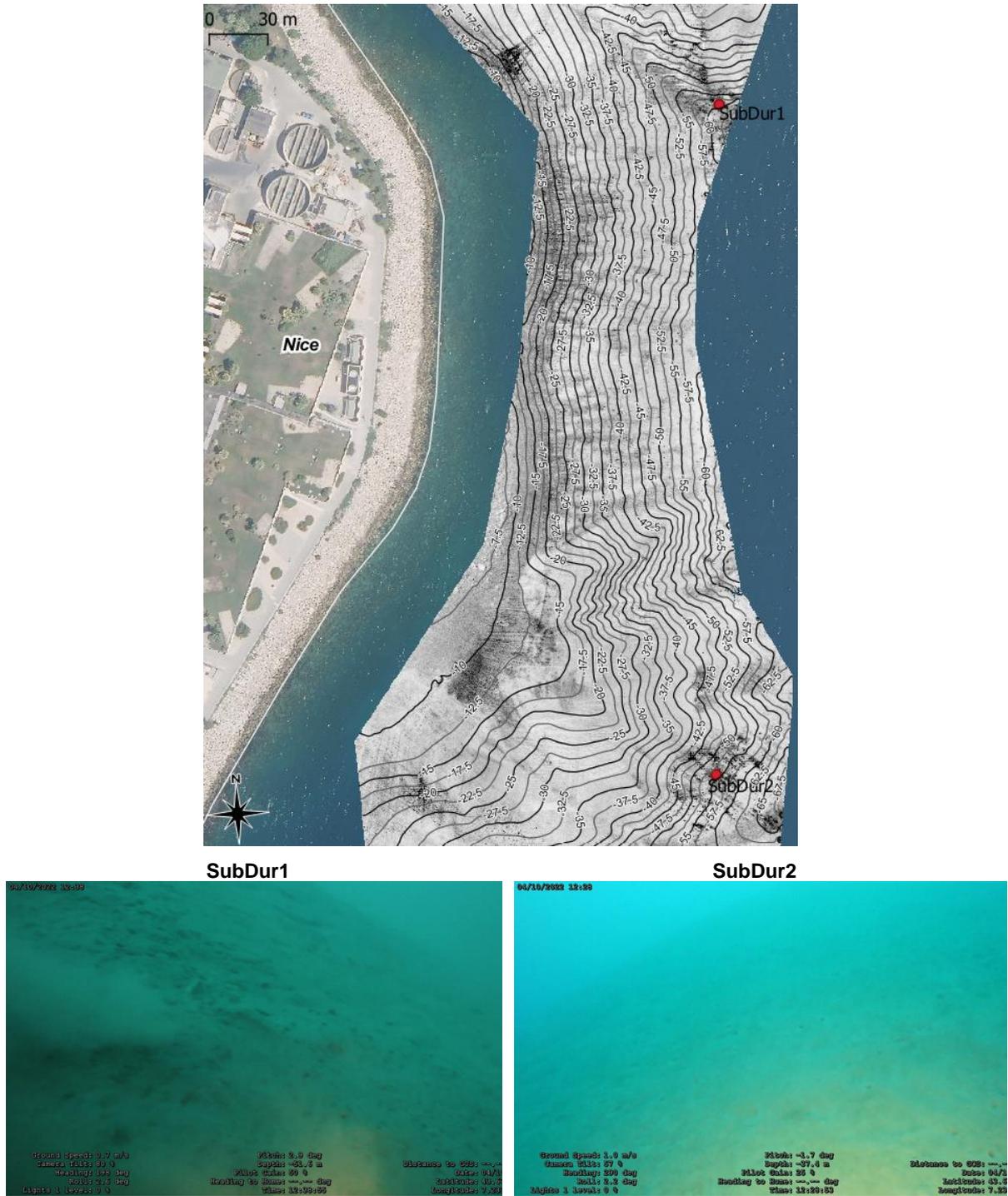


Figure 7 : Localisation des vérités terrain en ROV et illustrations photographiques

2.3.3. Apnée

Des apnées ont été réalisées sur l'ensemble des points présents sur la carte de la Figure 8. Le but était de confirmer/déterminer la nature du fond et les biocénoses et espèces présentes.



Figure 8 : Localisation des vérités terrain en apnée et illustrations photographiques

2.3.4. Plongée

Des plongées en circuit ouvert et en recycleur ont été effectuées sur les herbiers de cymodocées pour estimer leur vitalité, réaliser des microcartographies par photogrammétrie, relever les espèces d'intérêt (Tableau 15) et les macrodéchets.



VIT1CYM, photogrammétrie



VIT2CYM, vitalité



VIT2CYM, macrodéchets



Figure 9 : Localisation des plongées et illustrations photographiques

3. Suivi d'espèces particulières (Cymodocées)

3.1. Vitalité des herbiers de cymodocées

Au contraire de la posidonie, il n'existe pas de méthode standardisée pour suivre la vitalité de la posidonie. Le seul document officiel propose :

FICHE EH-6 : HERBIER DE CYMODOCÉE

OBJECTIFS DU SUIVI

Évaluer l'impact du projet sur l'herbier de cymodocée

PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES AUXQUELS EST POTENTIELLEMENT SENSIBLE LA CYMODOCÉE

Altération mécanique (chocs, frottements, écrasements et arrachages), courant, houle, topo-bathymétrie, stocks sédimentaires, trait de côte, turbidité et paramètres associés, déchets posés sur le fond, qualité générale de l'eau, substances chimiques problématiques dans la colonne d'eau, les sédiments et le biote, flux à la mer (débit au douce), espèces introduites.

L'herbier de cymodocée est principalement sensible à la présence d'eau douce dans le sous-sol marin, qui permet la germination des graines. Les infiltrations d'eau douce / modification des nappes phréatiques ont un impact potentiel important. Ce critère est important à prendre en compte dans le cas du choix de la zone témoin ou de la zone choisie pour mener une opération de transplantation.

ACTIVITÉS / AMÉNAGEMENTS POUR LESQUELS UN SUIVI DE L'ESPÈCE EST PRÉCONISÉ

L'ensemble des projets d'activité / aménagement dont l'aire d'études intègre cet habitat. La probabilité d'infiltration d'eau douce rend d'autant plus important ce suivi.

RÉGLEMENTATION

Réglementation	Remarques
Arrêté ministériel du 19 juillet 1988	Il est interdit « de détruire, de colporter, de mettre en vente, de vendre ou d'acheter tout ou partie » de la plante.
Convention de Berne du 19 septembre 1979	Annexe 1 de la convention

PARAMÈTRES MESURÉS

Répartition de l'herbier de cymodocée (surfaccique et linéaire), densité de faisceaux, longueurs des feuilles.

L'état de vitalité de l'herbier de cymodocée est peu étudié.

STRATÉGIE DE MESURES

- *Période préférentielle* : mesurer les paramètres en condition météorologique normale. La meilleure période est la fin du printemps.
- *Fréquence* : point zéro avant chantier et suivi en phase d'exploitation.
- *Choix des stations de mesure* : zone de projet et proximité.
- *Durée du suivi* : aménagements : T0 et T + 1 + 5 + 10 / activités : T0 et T + 1 + 5 + 10 + 15 (suivi tous les 5 ans le temps de la durée d'autorisation d'exploitation).

PROTOCOLE TERRAIN

Transects à mener de la limite supérieure à la limite inférieure de l'herbier.

Les méthodes surfacciques utilisées pour le suivi de l'herbier de posidonies peuvent également être utilisées (sonar latéral). Se référer au guide CartOcean (Noël et al, 2012).

ANALYSE DES DONNÉES TERRAIN

Analyse cartographique, à comparer avec les données locales et les usages.

COÛT

2 plongeurs embarqués, soit un coût de 1 000 €, analyse des données compris.

SEUILS D'ALERTE EN LIEN AVEC LES ESPÈCES ET HABITATS

- *Contamination chimique de l'eau* : seuils NQE (arrêté 27 juillet 2015) <http://www.ineris.fr/substances/fr/page/9>
- *Pressions physiques* : https://inpn.mnhn.fr/docs/sensibilite/SPN_2015_70_La_Riviere_et_al_2016_Eval_sensibilite_Mediterranee_Pressions_physiques.pdf
- *Turbidité / lumière / sédimentation* : pas de seuils. La cymodocée est plus résistante (dans une certaine mesure) aux apports de sédiments.

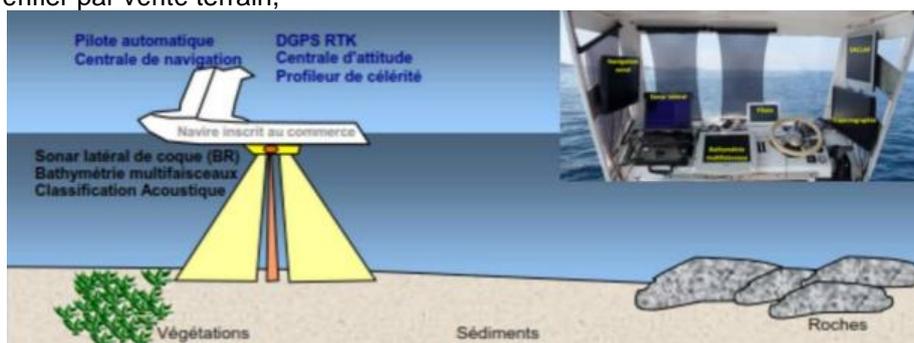
RÉSEAU DE SUIVI EXISTANT

Il n'existe pas de réseaux de suivi de l'herbier de cymodocée hormis sur certaines zones particulières (lagunes, etc.).

Nous avons effectué une recherche bibliographique auprès des principaux acteurs du milieu marin (T. Thibault & S. Ruitton, Institut Méditerranéen d'Océanologie F. Javel, SUEZ Consulting P. Astruch, GIS Posidonies, G. Pergent, Université Côte, M. Leduc, Indépendante, P. Liger, Palana Environnement, E. Charbonnel Parc Marin de la Côte Bleue, A. Abadie, Seawiews, M. Marengo, P. Lejeune, S ; Cnudde, Stareso, R. Simide, S. Couvray, C. Madelaine, Institut Océanographique Paul Ricard, C. Noël, E ; Bauer, Semantic. Claire Noël) pour valider les métriques à utiliser.

Nous avons donc choisi de conserver :

- La surface de l'herbier : elle a été faite ici grâce à des moyens géophysiques (sonar et sondeur), puis vérifiée par vérité terrain,



- La densité : elle a été évaluée dans des quadrats de 20 x 20 cm en 12 répliquats par station (3 par bornes posées),



La campagne de vitalité de l'herbier a été réalisée en octobre 2022. Idéalement les mesures de densités devraient être réalisées en plein été afin d'avoir les densités les plus importantes. Cependant, il a fallu attendre l'accessibilité à la zone des 300 mètres afin de pouvoir réaliser les comptages, ce qui explique cette date légèrement tardive. De plus, comme le montre le schéma ci-dessous, la densité en octobre reste assez importante pour être étudiée.

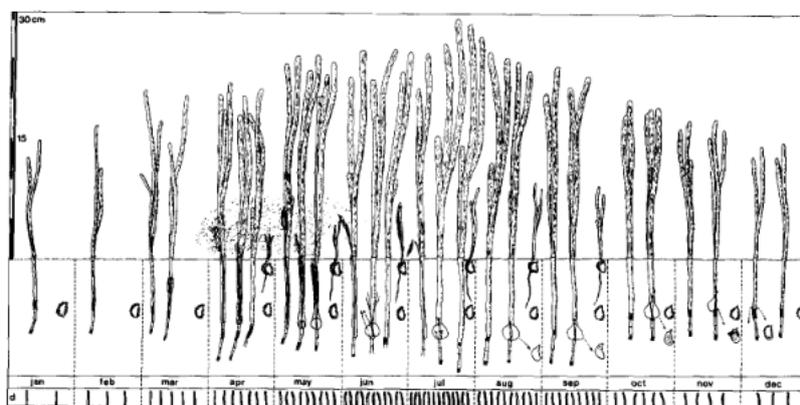
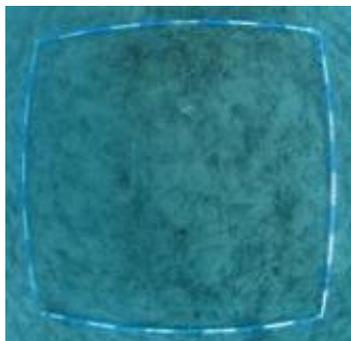


Figure 10 : Cycle de vie de la cymodocée

- Le pourcentage de recouvrement : il a été évalué par la technique du plexiglass transparent dans 12 répliquats de 1 m² par station (3 par bornes posées) et confirmé par la prise de photographie,



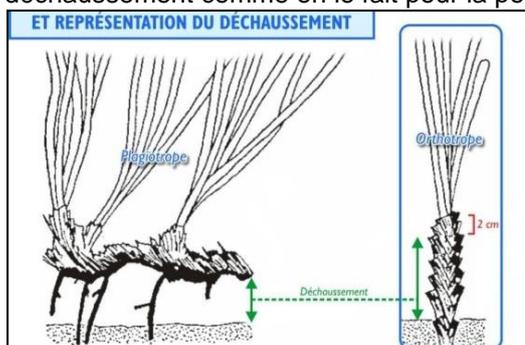
- La longueur des feuilles : elle a été mesurée au réglet au millimètres près avec 42 ou 44 répliquats par station,



- Le suivi de la limite dans des rectangles de 10 x 5 m délimité par 4 bornes de géomètre.



- Le déchaussement ou l'enfouissement. Dans chaque quadrat, nous avons observés le déchaussement comme on le fait pour la posidonie



- Le degré d'épiphytes sur les feuilles. Il est estimé visuellement sous l'eau ou sur photo comme la suivante.



3.2. Microcartographie de deux limites des herbiers de cymodocées

Les équipes de Créocéan utilisent une méthode innovante (Figure 11) pour réaliser une microcartographie des limites. Des photographies prises au-dessus des limites d'herbiers ont permis l'assemblage d'une mosaïque en 2 dimensions avec les bornes comme point de repère. Ces bornes vont servir pour le suivi dans le temps de l'herbier.

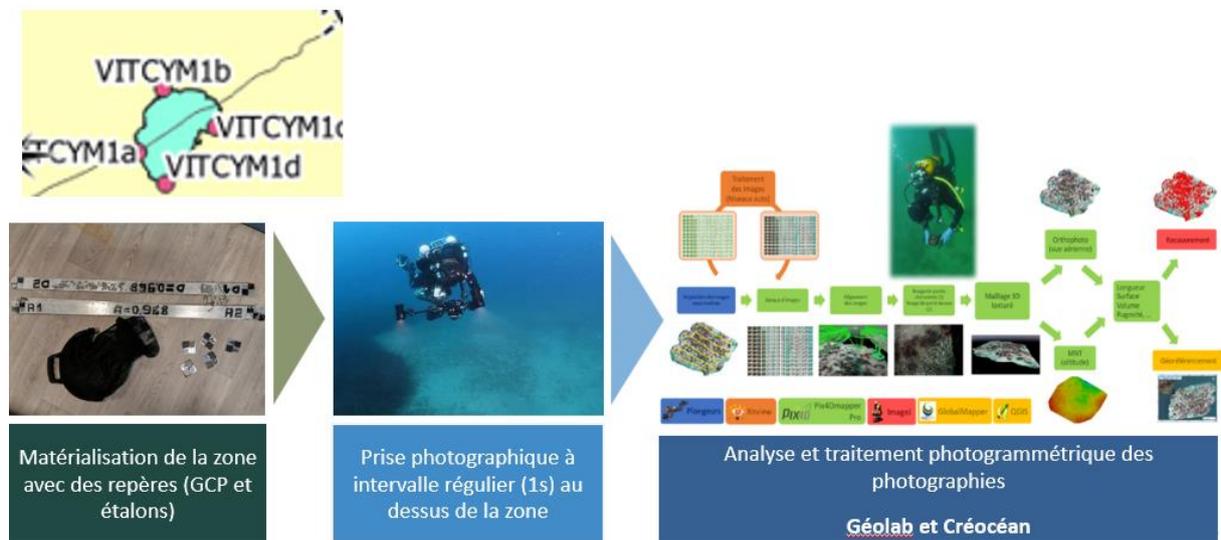


Figure 11 : Processus de microcartographie par photogrammétrie.

4. Inventaire faune et flore autour des émissaires

4.1. Méthodologie

Un ROV avec sonar et système de positionnement (Figure 12) a été mis en œuvre afin de réaliser l'inventaire faune et flore des 3 émissaires : i) principal « Aéroport », ii) secondaire « Carras », iii) secondaire « Californie ».

Avant d'envoyer le ROV, une confirmation de la position des émissaires a été faite au moyen du sondeur du bateau sur lequel il était possible de distinguer le tuyau pour un œil averti (couleur bleu sur l'écran de gauche de la Figure 12). De plus, pour rechercher l'émissaire (en jaune sur l'écran de droite de la Figure 12) avec le ROV le sonar était utilisé pour savoir dans quelle direction envoyer le ROV. A noter que pour positionner les observations, il faut relever les profondeurs ROV et les reporter sur la bathymétrie précise plutôt que d'utiliser les coordonnées fournies sur les copies d'écran et sur la vidéo ROV car le système de positionnement n'a pas permis d'obtenir une précision suffisante compte tenu de la profondeur et du déplacement du bateau.



ROV avec sonar et système de positionnement



Station de contrôle surface (écrans de retour surface : à gauche vidéo, à droite sonar)

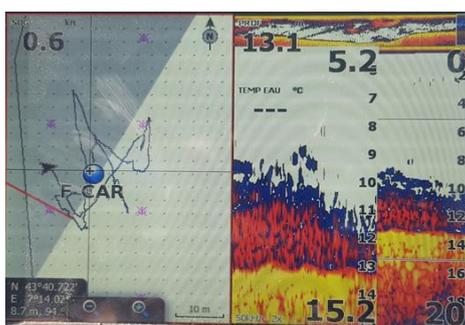


Image sondeur de l'émissaire sur le point théorique de rejet de Carras



Image sonar (ROV) de l'émissaire aéroport



Exemples de prise de vues sous-marines

Figure 12. Illustrations de la méthodologie d'inventaire faune et flore par ROV

Avant de réaliser ces inventaires, une recherche des positions et éléments déjà existants a été nécessaire. Elles sont reportées dans la suite.

4.2. Données existantes

Tableau 14 : Caractéristiques des émissaires

Lieu Dit	Compétence	GPS départ-arrivée	Type	Positionnement	Matériaux	Diamètre (mm)	Longueur sur DPM (m)	Profondeur émissaire (mm)	Etat fonctionnement	Travaux (nature / échéance)	Entretien
Carras	Eaux usées	43,679553 - 7,230859 / 43,678651 - 7,233362	Emissaire EU (satellite)	Perpendiculaire	fonte et âme-tôle	1 500 mm	225 m	- 12 m NGF		Travaux réalisés en 2017 sur les 70 m derniers mètres	Profil en long (avec plongeur) et bathymétrie
Californie	Eaux pluviales / Eaux usées	43,673161 - 7,22937 / 43,6705508 - 7,2319536	Emissaire EP (By-pass EU)	Perpendiculaire	Acier	2 000 mm	350 m	- 33 m NGF	Très bon état	sans objet	Profil en long (avec plongeur) et bathymétrie
Aéroport	Eaux usées	43,660056 - 7,225285 / 43,655795 - 7,238607	Emissaire EU	Perpendiculaire	Acier	1 600 mm	1 200 m	- 100 m NGF	Bon état	sans objet	Profil en long (avec plongeur) et bathymétrie

4.3. Données existantes : émissaire principal « Aéroport »

L'émissaire principal « Aéroport » situé à 1200 m de la côte et à 100 m de profondeur assure 95% des déversements.

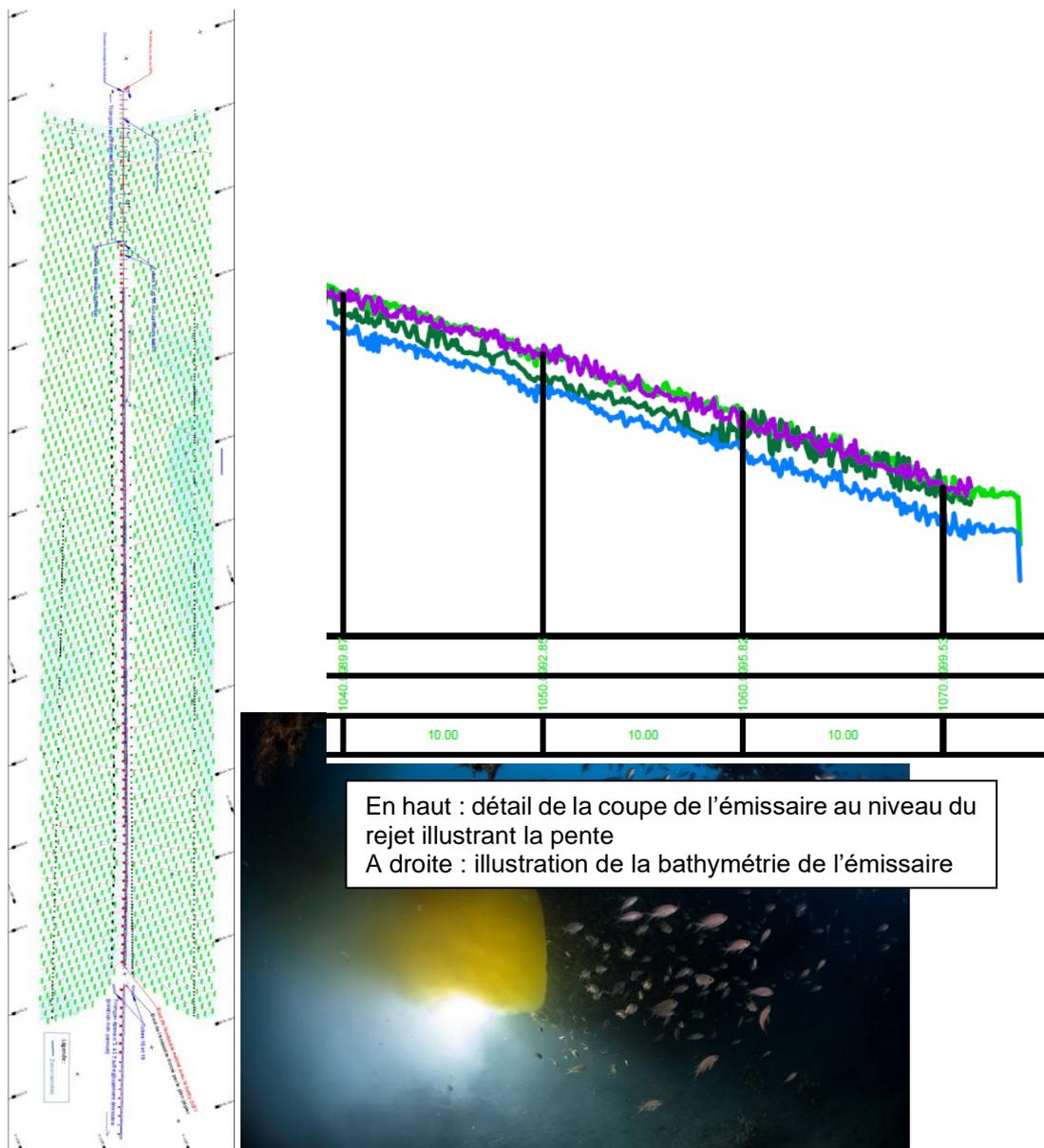
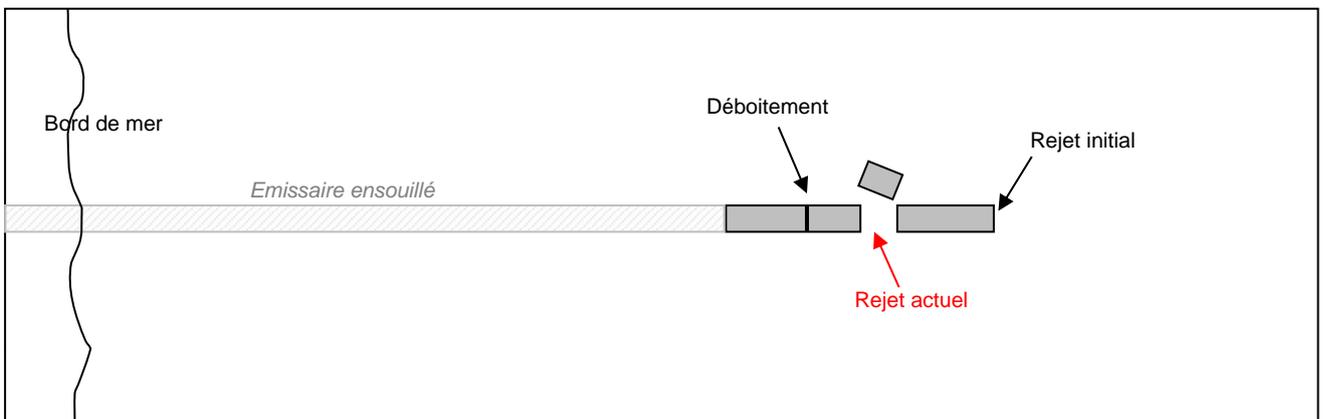
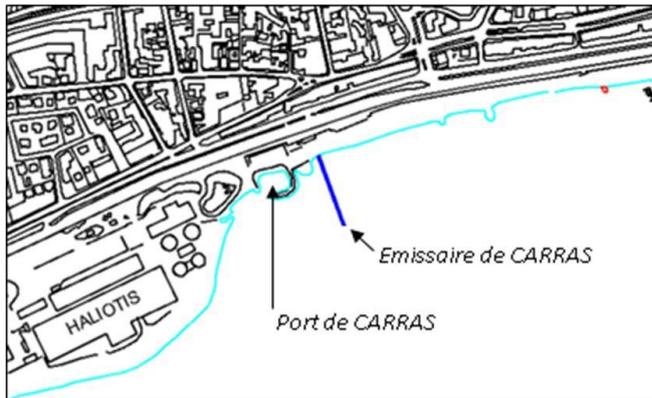


Figure 13 : illustrations bathymétriques et photographique de l'émissaire de l'aéroport

4.4. Données existantes : émissaire secondaire « Carras »

Cet émissaire en mer est constitué d'une canalisation en fonte de diamètre intérieur 1500mm. Il mesure 225 mètres de long et rejetait les eaux à une profondeur d'environ -10 mètres. Cet émissaire très ensouillé n'est visible en sous-marin que sur ses 50 derniers mètres en mer.

Une visite d'inspection sous-marine effectuée en 2014 a permis d'observer que cet émissaire était cassé 25,70 mètres avant son extrémité d'origine et qu'il s'était enfoncé dans le sable créant ainsi un déboisement de la canalisation 9 mètres en amont de cette cassure. Le rejet des eaux s'effectuait donc en 2014 à 130 mètres des côtes.



Travaux envisagés en 2014

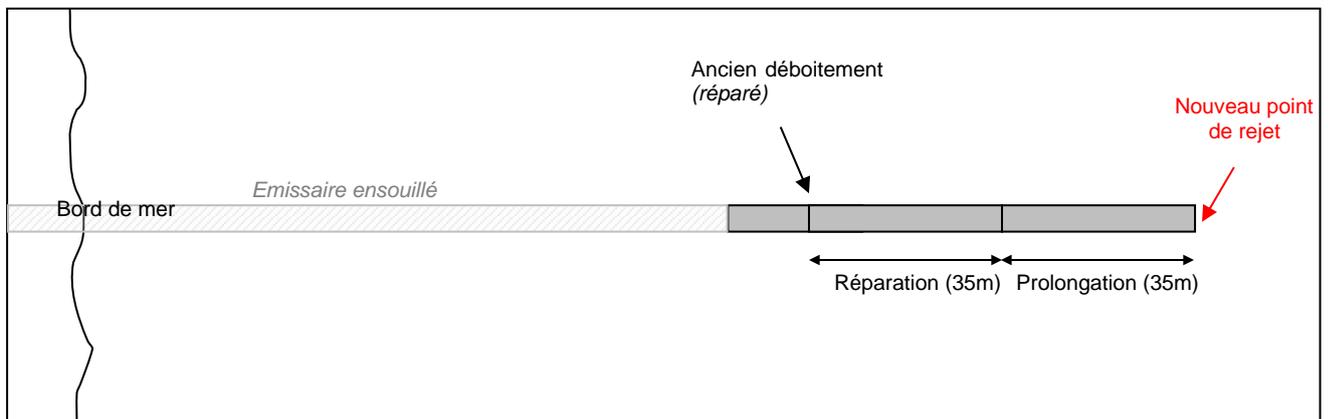


Figure 14 : Plan, et travaux récents de l'émissaire de Carras

4.5. Données existantes : émissaire secondaire «California»

L'émissaire « California » utilisé uniquement en secours, situé dans le prolongement de la piste à l'est de l'aéroport, est à 39 m de profondeur et à 330 m de la côte.

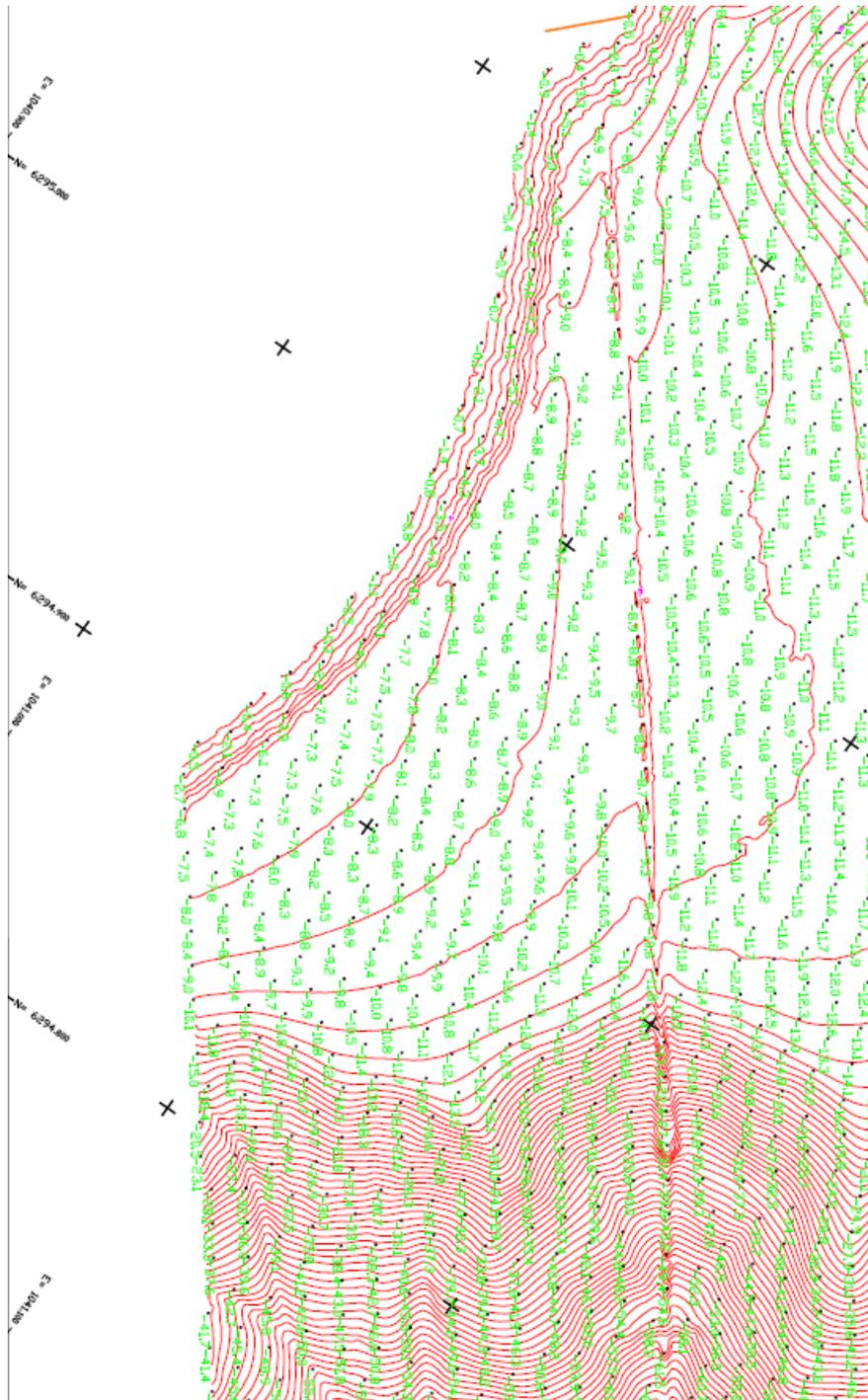


Figure 15 : Bathymétrie de l'émissaire de California

5. Inspection de l'interface terre-mer de la carapace de la digue de la STEP

Des observations, des relevés et des photos ont été faits tout le long de l'interface terre-mer de la carapace de la digue de la STEP. Le but principal était la recherche d'espèces protégées notamment celles du tableau suivant. Une attention particulière a été apportée à la *Cystoseira compressa* puisque des relevés au printemps 2022 avait montré la présence de *Cystoseira compressa* (Figure 16).

Tableau 15 : Espèces prioritairement recherchées

Espèces protégées	Espèces en danger	Espèces patrimoniales	Espèces invasives
<i>Posidonia oceanica</i>	<i>Lithophyllum lichenoides</i>	<i>Cymodosea nodosa</i>	<i>Caulerpa taxifolia</i>
<i>Epinephelus marginatus</i>	<i>Cystoseira sp.</i>	<i>Sciaena umbra (corb)</i>	<i>Caulerpa racemosa</i>
<i>Centrostephanus longispinus</i>	<i>Hippocampus hippocampus</i>	<i>Cladocora caespitosa</i>	
<i>Lithophaga lithophaga</i>	<i>Luria lurida</i> (Porcelaine)	<i>Myliobatis aquila (raie aigle)</i>	
<i>Patella ferruginea</i>	<i>Charonia lampas</i> (<i>Charonia rubicunda</i>) (Triton)	<i>Cephalacanthus volitans (langouste)</i>	
<i>Pinna nobilis</i>	<i>Tonna galea</i> (<i>Tonne cannelée</i>)	<i>Stramonita haemastoma (bouche de sang)</i>	
<i>Scyllarides latus</i> (<i>Grande cigale</i>)			
<i>Caretta caretta</i> (<i>Tortue caouanne</i>)			

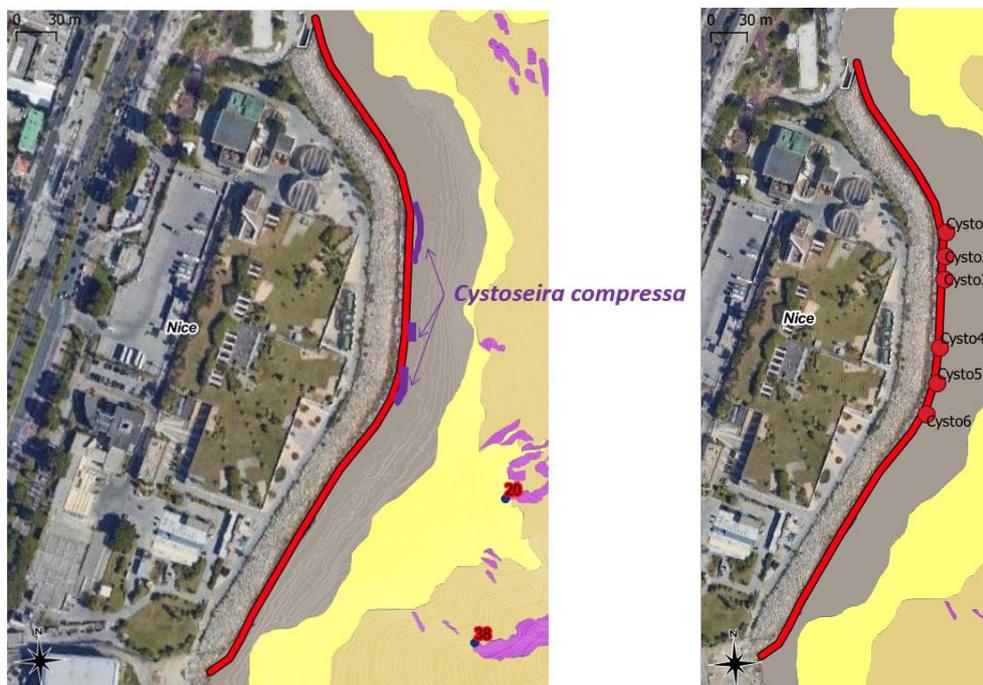


Figure 16 : Inspection de l'interface terre-mer de la carapace de la digue de la STEP et localisation des observations de *Cystoseira compressa* (Blanfuné A. & Thibaut T. 2022. Relevé CARLIT -Masse d'eau FRDC09b)

Résultats

1. Caractérisation de la matrice sédimentaire

Les résultats du suivi 2022 sont présentés ci-dessous et comparés à ceux du dernier suivi réalisé dans la zone par Créocéan en 2006.

1.1. Résultats visuels des prélèvements

Les sédiments prélevés sont inodores, et visuellement vaseux, compacts et de couleur marron foncé. Les prélèvements sont homogènes sur l'ensemble des stations. La planche ci-dessous illustre l'aspect visuel des sédiments pour quelques stations.



Figure 17 : Aspect visuel des sédiments de quelques stations

1.2. Granulométrie

La répartition granulométrique des prélèvements de sédiment est donnée dans la Figure 18. Ils présentent globalement des répartitions similaires, surtout pour les matières les plus fines. Cependant, les stations G, I, L et M présentent une part de sable grossier qui n'est pas observé sur les autres stations où le sédiment est caractérisé par du sable fin. Aucune des stations ne montre de refus (> 2 mm) important.

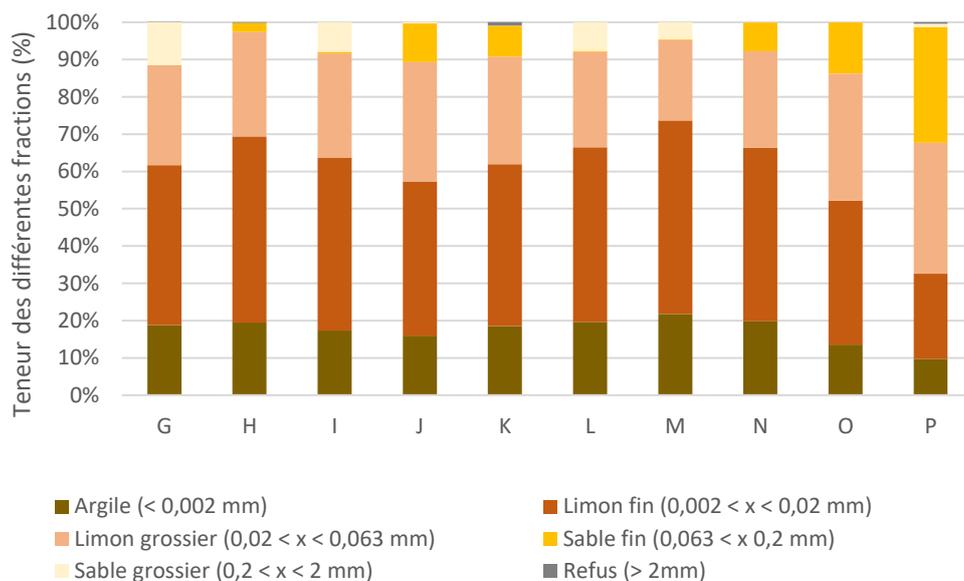


Figure 18 : Répartition des classes granulométriques lors du suivi de 2022

La part de fraction fine a peu évolué depuis le suivi de 2006, excepté pour la station P où elle est passée de 25% à 67%, évoluant donc de sables moyennement envasés à des sédiments très envasés à dominante de vase, selon la classification d'Iboully. Les autres stations sont toujours caractérisées par des vases pures d'après la même classification, comme le montre la Figure 19, ci-dessous.

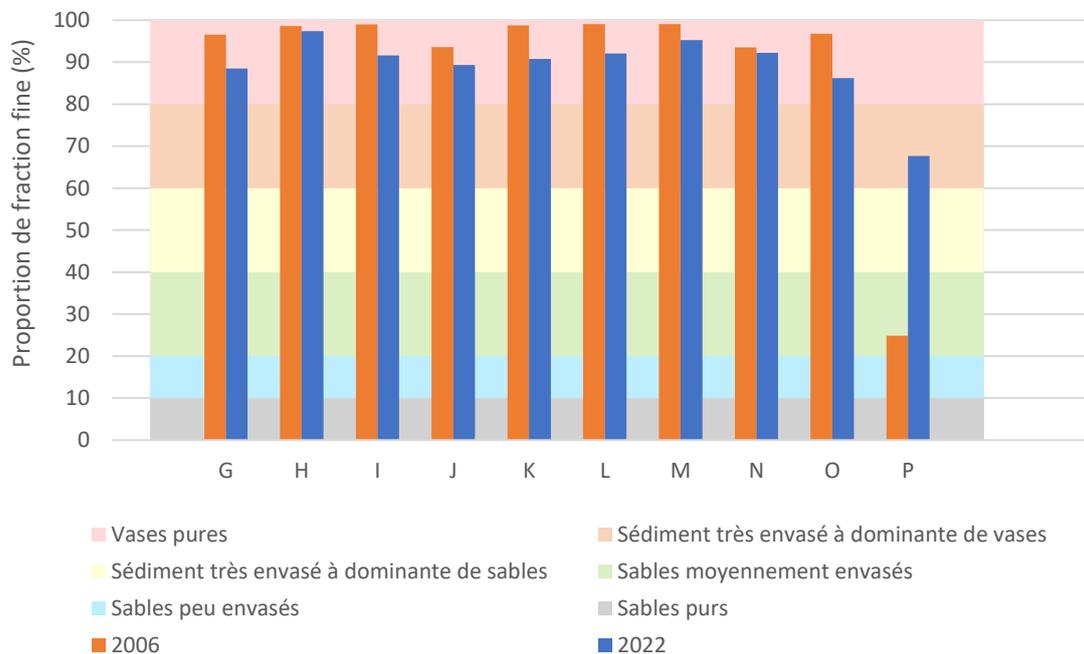


Figure 19 : Evolution de la part de fraction fine entre 2006 et 2022

1.3. Matière organique et éléments nutritifs

1.3.1. Matière organique totale (MOT)

En 2022, les concentrations en matière organique totale (MOT) sont comprises entre 3,7 % (H) et 7,6 % MS (M). Elles sont supérieures à celles observées en 2006 pour les stations G, I, L, M et P et globalement semblables pour les autres stations, avec une légère diminution pour les stations N et O. Le taux de MOT témoigne d'un enrichissement moyen sur l'ensemble des stations, exceptée M pour laquelle il montre un enrichissement organique fort.

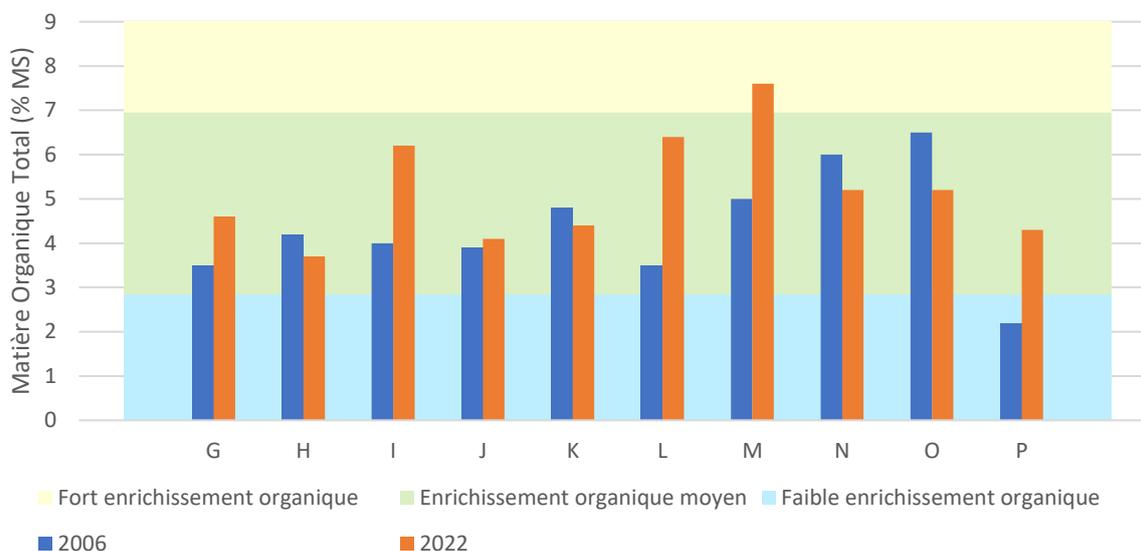
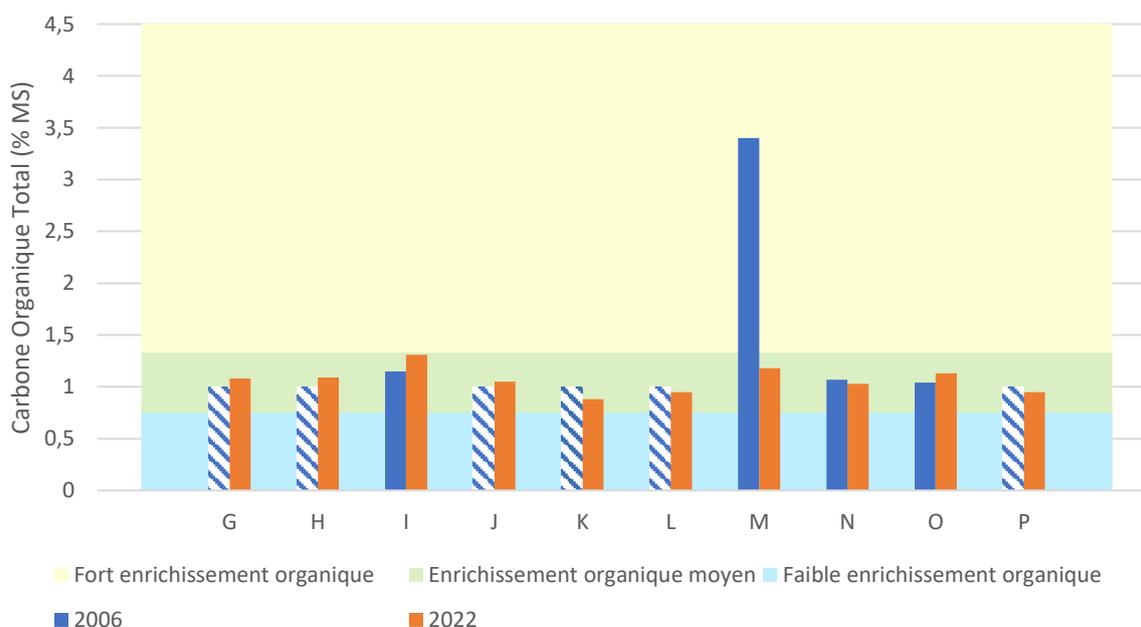


Figure 20 : Evolution de la concentration en MOT dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.3.2. Carbone organique total (COT)

Les concentrations en carbone organique total (COT) sont comprises entre 0,88 % MS (K) et 1,31 % MS (I), lors du suivi de 2022. Elles témoignent d'un enrichissement organique moyen sur l'ensemble des stations.

A la station M, la concentration en COT a fortement diminué entre 2006 et 2022, passant de 3,4 % MS (enrichissement organique fort) à 1,18 % MS.



Les concentrations hachurées sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire.

Figure 21 : Evolution de la concentration en COT dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.3.3. Azote Kjeldahl

L'azote Kjeldahl (NKJ) désigne la somme de l'azote ammoniacal et de l'azote organique et son origine est essentiellement anthropique. Ce composé est détecté à toutes les stations, mais à des concentrations correspondant à un enrichissement organique faible du milieu.

Tableau 16 : Concentrations en azote Kjeldahl en 2022 (% MS)

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
2022	0,07	0,061	0,066	0,071	0,07	0,075	0,061	0,064	0,065	0,061

1.3.4. Phosphore

Les concentrations en phosphore sont comprises entre 436 (H) et 486 mg/kg MS (K) en 2022. Ces teneurs sont légèrement supérieures à celles mesurées en 2006. Ainsi la majorité des stations passent à des taux de phosphore témoins d'un enrichissement organique moyen (en vert dans le tableau ci-dessous), alors qu'il était faible en 2006.

En 2022, les stations à la sortie et au sud-ouest de l'exutoire principal présentent les concentrations de phosphores les plus importantes, bien que proches de celles des autres stations.

Tableau 17 : Evolution de la concentration en phosphore dans les sédiments entre 2006 et 2022 (mg/kg MS)

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
2006	344	381	396	428	404	411	408	428	428	422
2022	470	436	475	479	486	439	458	419	461	453

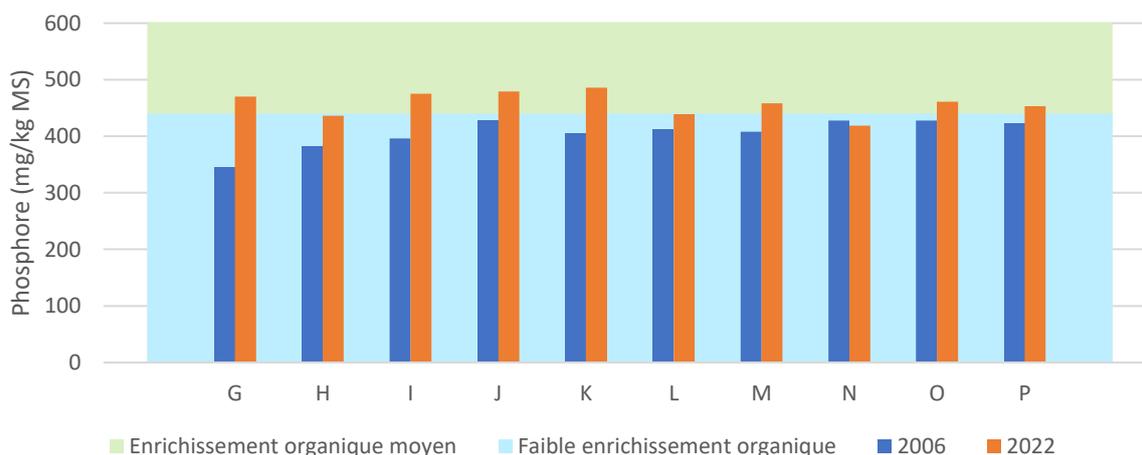


Figure 22 : Evolution de la concentration en phosphore dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.3.5. Nutriments

Globalement les concentrations en nutriments sont inférieures ou proches des limites de quantification (LQ) du laboratoire pour la plupart des composés.

Les concentrations en nitrites sont inférieures à la LQ aux stations K, L, M et I (proches du rejet principal) et faibles aux autres stations. Seul l'ammonium présente des concentrations supérieures à la LQ pour 6 stations, avec un minimum à la station K située à l'embouchure du rejet et un maximum à la station L. Les orthophosphates ne sont mesurés qu'aux stations les plus éloignées du rejet (O et P).

Tableau 18 : Concentrations des composés azotés sur l'ensemble des stations étudiées

Paramètres	Unité	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
2022	Ammonium	mg/kg MS	173	<76,3	184	<77,3	76	187	179	<72,9	<76,3	119,6
	Nitrates	mg/kg MS	<3,6	<2,5	<4	<2,5	<2,5	<3,8	<4,1	<2,5	<2,5	<2,5
	Nitrites	mg/kg MS	<7,3	6,19	<7,9	6,41	<5	<7,7	<8,2	<5	7,44	5,18
	Orthophosphates	mg/kg MS	<3,6	<2,5	<4	<2,5	<2,5	<3,8	<4,1	<2,5	3,89	3,05
2006	Azote total	% MS	<i><0,15</i>	<i>0,15</i>	<i><0,15</i>							

Les valeurs en italique bleues représentent les concentrations pour lesquelles la LQ du laboratoire est supérieure aux seuils proposés.

1.4. Eléments métalliques

1.4.1. Aluminium

Il n'existe pas de valeur de référence pour l'aluminium, cependant on observe une forte diminution de sa concentration dans les sédiments entre 2006 et 2022. Elles sont comprises entre 0,67 % MS (P) et 1,29 % MS (H) en 2022, alors qu'elles variaient entre 1,2% MS (P) et 4,2% MS (I) en 2006.

Il n'apparaît pas clairement de gradient sur les concentrations pouvant être lié à l'exutoire de la station d'épuration, bien qu'on note que la station P (la plus éloignées du rejet) présente les concentrations minimales lors des deux suivis).

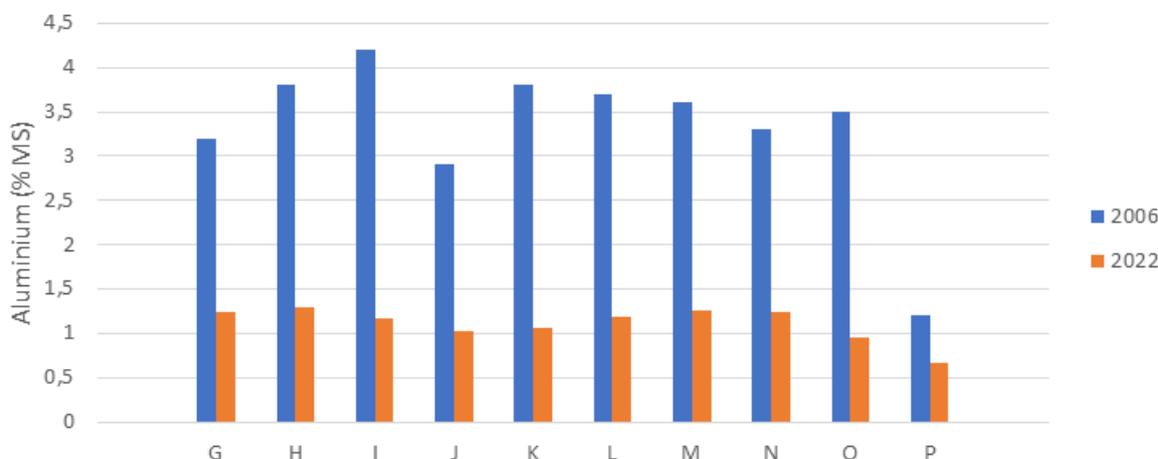


Figure 23 : Evolution de la concentration en aluminium dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.4.2. Arsenic

En 2022, les concentrations en arsenic sont comprises entre 6,55 mg/kg MS (P) et 8,42 mg/kg MS (K). Elles sont globalement stables dans le temps avec peu d'évolution depuis 2006, bien qu'on remarque une légère augmentation sur les stations G, H, L et M.

Les concentrations sont légèrement au-dessus du bruit de fond GEODE, mais largement inférieures au seuil de contamination N1 en vigueur pour les rejets de sédiments dans le milieu marin.

Aucun gradient n'apparaît dans la répartition de l'arsenic au sein des sédiments.

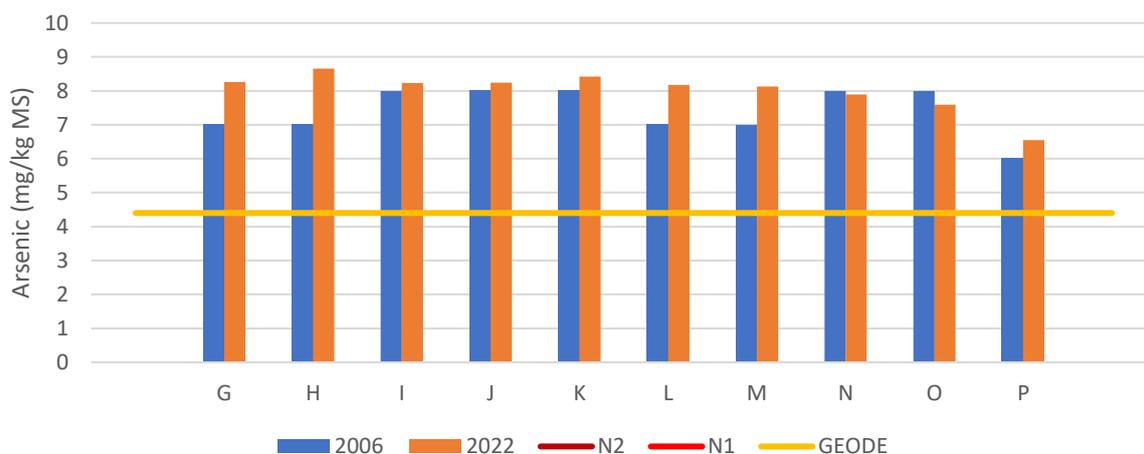
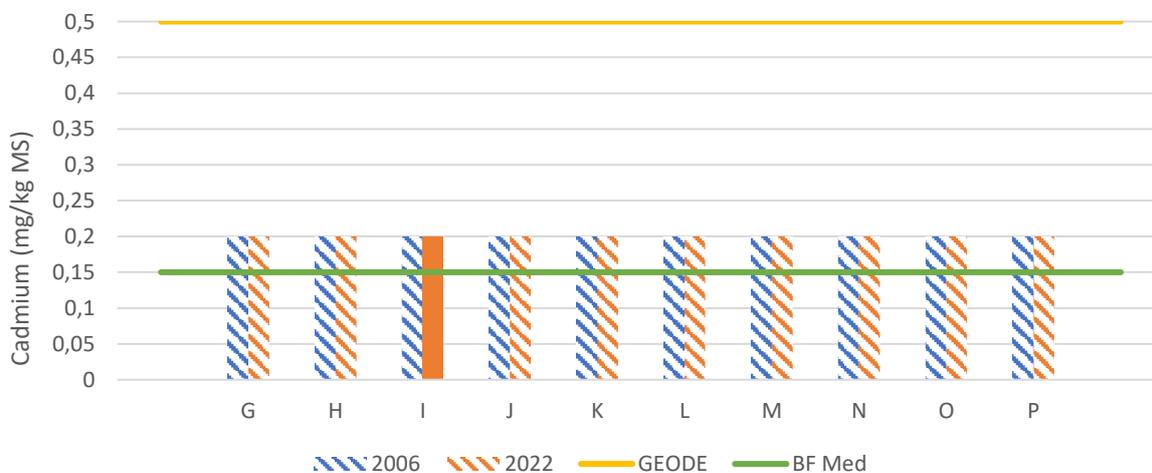


Figure 24 : Evolution de la concentration en arsenic dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.4.3. Cadmium

Les concentrations en cadmium sont toutes inférieures à la LQ du laboratoire en 2022, excepté à la station I, où elles sont largement inférieures au bruit de fond géochimique du GEODE, mais légèrement supérieures à celui établi en Méditerranée par le RLM. En 2006, les concentrations étaient déjà inférieures à la LQ sur l'ensemble de la zone.



Les concentrations hachurées sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire

Figure 25 : Evolution de la concentration en chrome dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.4.4. Chrome

Les concentrations en chrome sont comprises entre 15,6 mg/kg MS (P) et 27,3 mg/kg MS (M), en 2022, contre 28 mg/kg MS (J) et 42 mg/kg MS (L, P), en 2006. Les teneurs en chrome ont diminué entre 2006 et 2022, restant sous le bruit de fond GEODE pour toutes les stations. Aucun gradient n'est observé pour cet élément.

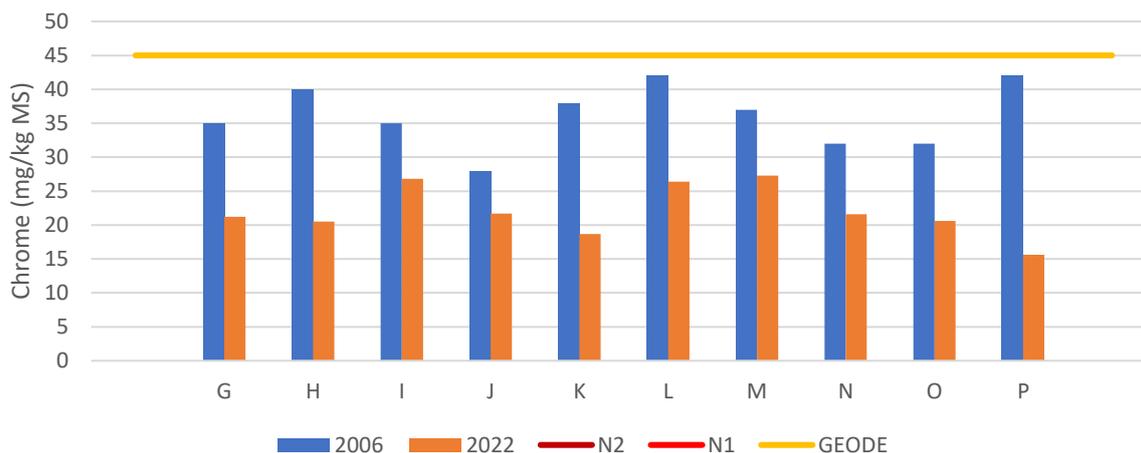


Figure 26 : Evolution de la concentration en chrome dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.4.5. Cuivre

En 2022, les teneurs en cuivre sont comprises entre 11,2 mg/kg MS (K) et 16,2 mg/kg MS (M), et très similaires à celles mesurées en 2006, comprises entre 11 mg/kg MS (G) et 18 mg/kg (O). Certaines stations présentent des variations plus marquées, avec des teneurs supérieures en 2022 pour la station G, et inférieures pour les stations O et P.

Sur l'ensemble de la zone d'étude, les concentrations sont inférieures ou légèrement supérieures au bruit de fond méditerranéen, et toutes largement inférieures au bruit de fond GEODE.

Aucun gradient n'est observé pour le cuivre entre l'exutoire et les stations les plus éloignées.

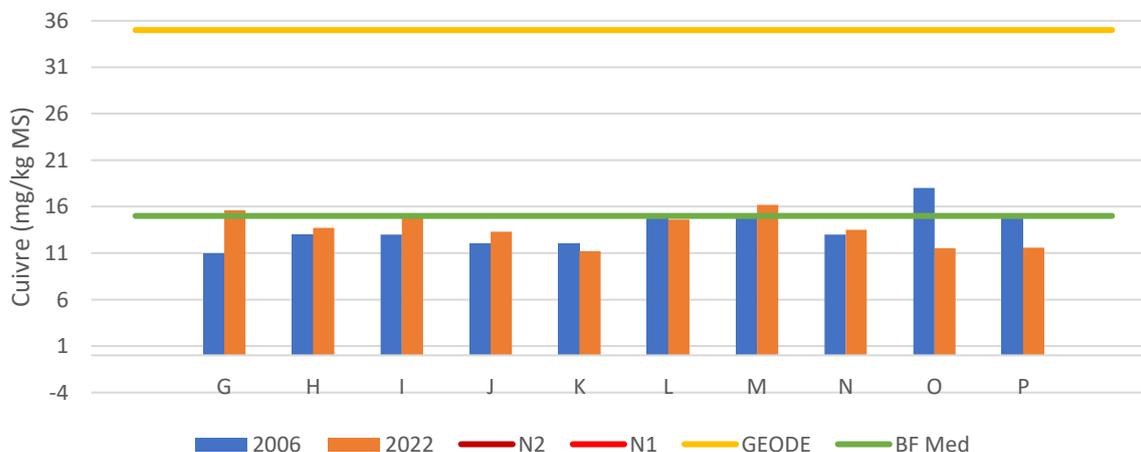


Figure 27 : Evolution de la concentration en cuivre dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.4.6. Fer

En 2022, les teneurs en fer sont très similaires à celles de 2006, avec une concentration légèrement supérieure pour la station P, qui peut être corrélée à l'augmentation de la fraction fine sur cette station en particulier. Il n'existe pas de valeur de référence pour le fer.

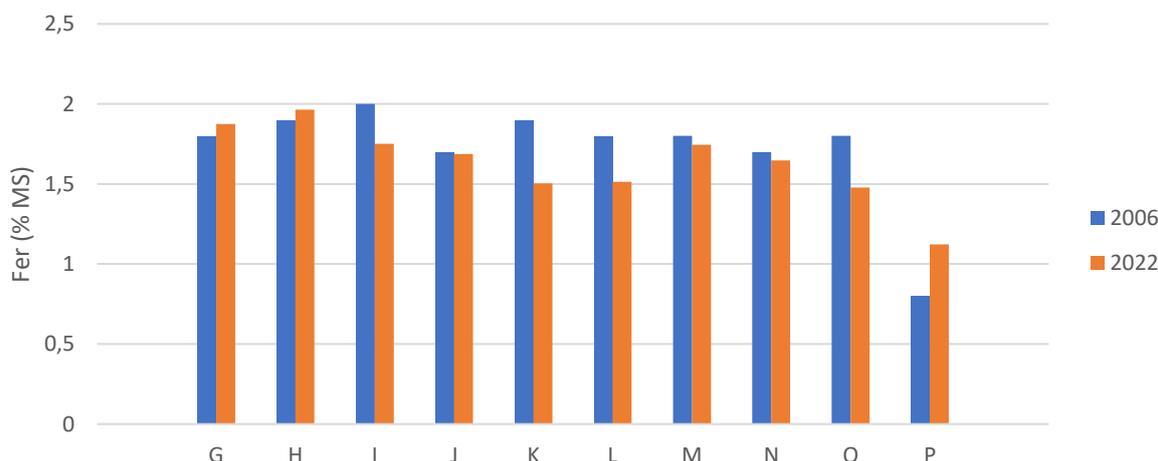


Figure 28 : Evolution de la concentration en fer dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.4.7. Nickel

En 2022, les concentrations en nickel sont proches de celles mesurées en 2006, et sont comprises entre 12,5 mg/kg MS pour la station P et 25,5 mg/kg MS pour la station M. En 2006, les concentrations étaient comprises entre 16 mg/kg MS et 21 mg/kg MS.

La moitié des stations (G, H, I, L et M) présente des teneurs légèrement supérieures au bruit de fond GEODE, contre seulement 3 stations sur 10 lors du suivi de 2006 (I, L et M).

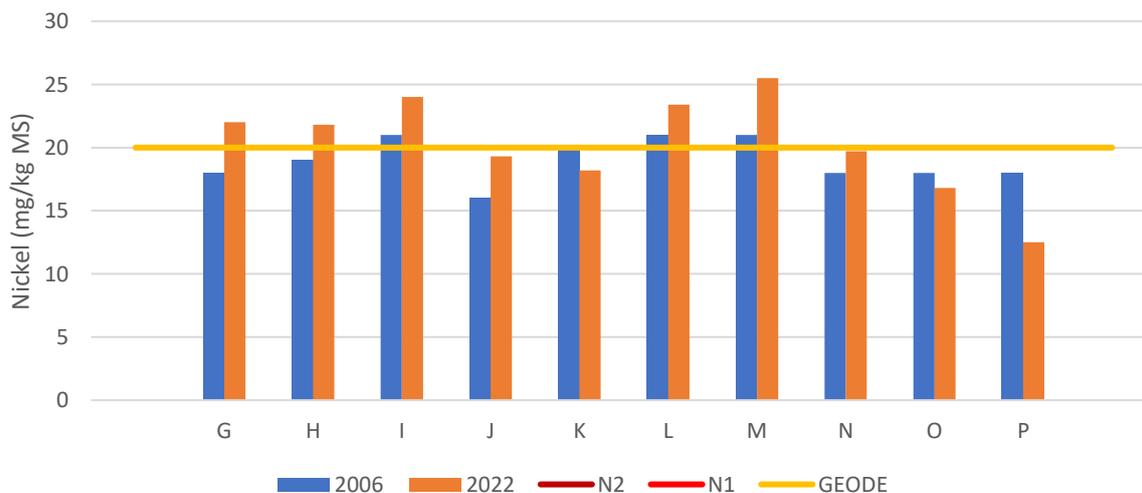
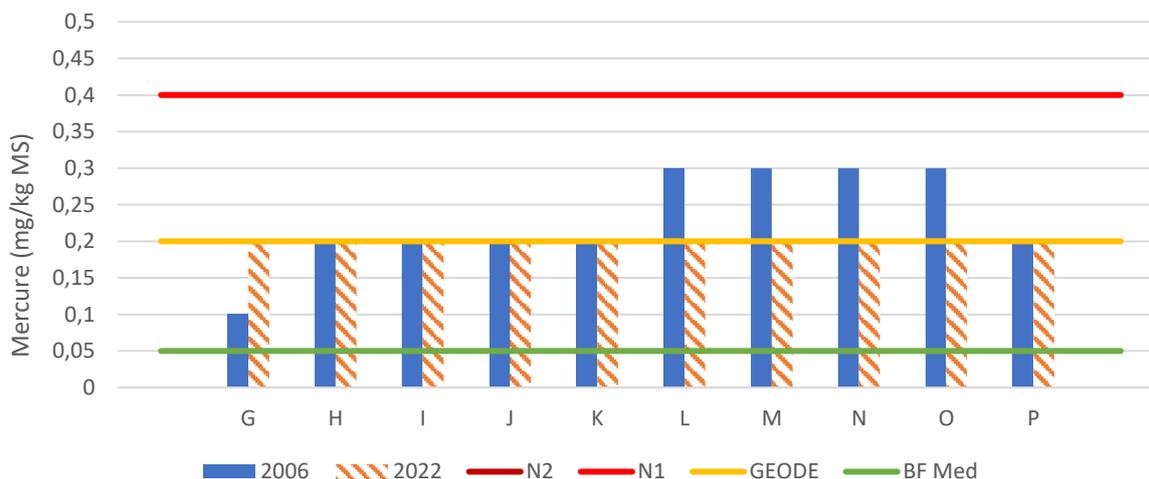


Figure 29 : Evolution de la concentration en nickel dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.4.8. Mercure

En 2022, les concentrations en mercure sont inférieures à la LQ du laboratoire (<0,2 mg/kg MS) sur l'ensemble des stations. Elles sont par conséquent inférieures au bruit de fond GEODE et au seuil réglementaire N1. Les concentrations légèrement plus élevées relevées sur les stations L, M, N et O en 2006, ne sont plus observées en 2022.



Les concentrations hachurées sont inférieures à la limite de quantification du laboratoire.

Figure 30 : Evolution de la concentration en mercure dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.4.9. Manganèse

Les concentrations en manganèse sont comprises entre 356 mg/kg MS (G) et 170 mg/kg MS (P) pour le suivi de 2022 et sont très proches de celles de 2006, avec une légère augmentation pour la station M et une diminution pour la station K. Il n'existe pas de seuil réglementaire pour le manganèse.

C'est le seul élément pour lequel on observe un léger gradient décroissant entre la station G et la station K, puis entre la station M et la station P, qui ne semble cependant pas relié à la présence de l'exutoire.

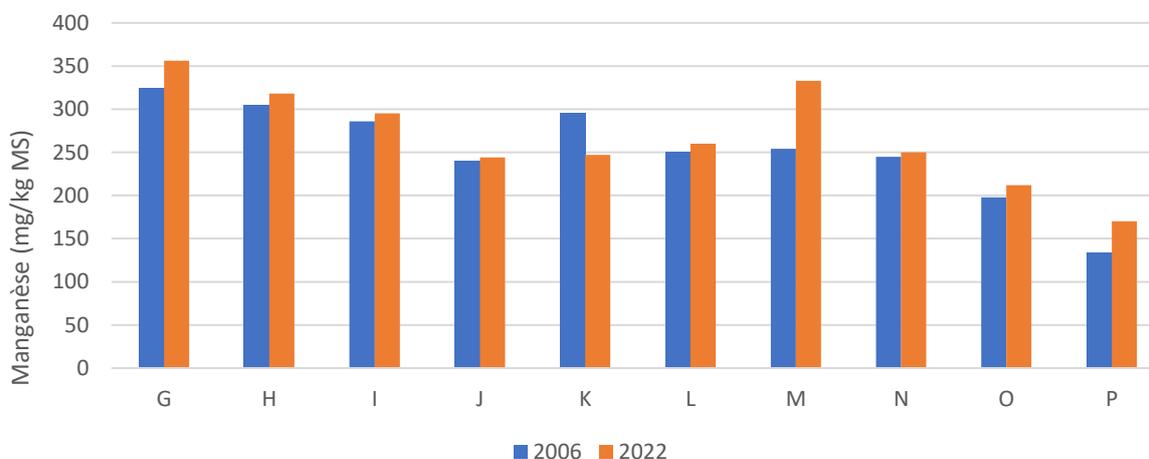


Figure 31 : Evolution de la concentration en manganèse dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.4.10. Plomb

Les teneurs en plomb sont comprises entre 12,4 mg/kg MS (H) et 20,5 mg/kg MS (P), lors du suivi 2022. Elles sont toutes inférieures au bruit de fond méditerranéen et largement inférieures au bruit de fond GEODE, il n'y a pas de marquage en plomb sur la zone.

Un léger gradient était observé en 2006 entre les stations K et O, cependant il n'est plus visible en 2022, comme le montre la Figure 32.

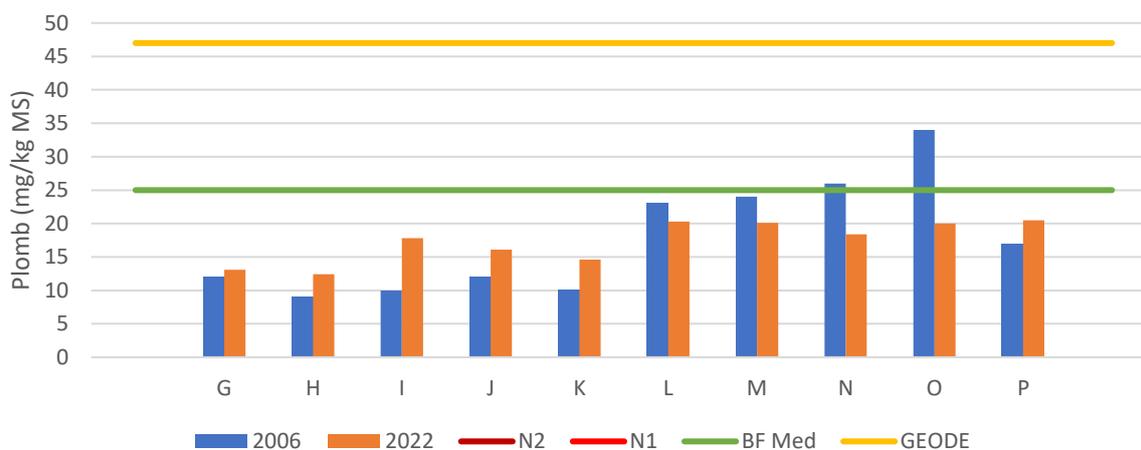


Figure 32 : Evolution de la concentration en plomb dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.4.11. Zinc

En 2022, les teneurs en zinc sont comprises entre 52 mg/kg MS (K) et 68,8 mg/kg MS (M). Elles sont supérieures à celles mesurées en 2006 sur l'ensemble des stations excepté pour la station O. L'ensemble de ces concentrations est inférieur au bruit de fond méditerranéen, il n'y a donc aucun marquage au zinc sur la zone d'étude.

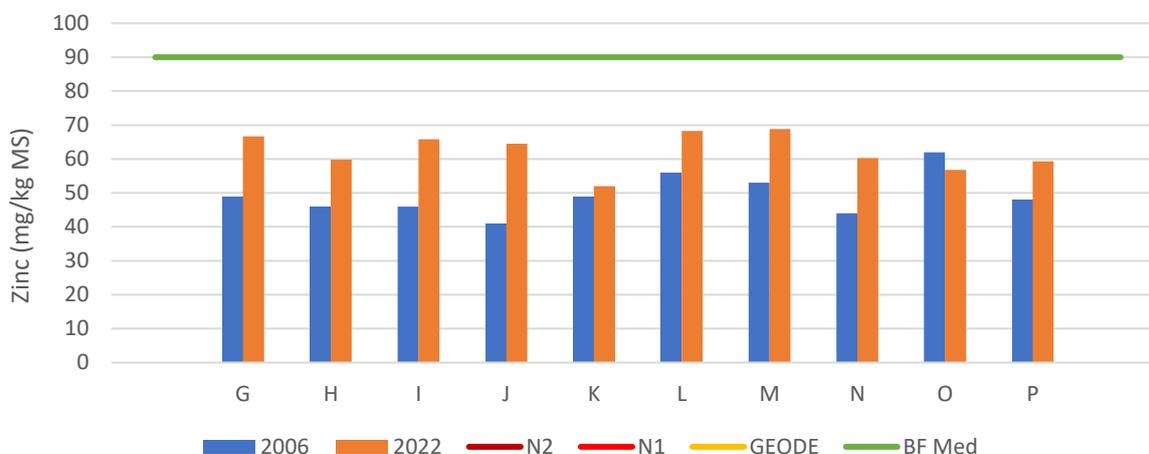


Figure 33 : Evolution de la concentration en zinc dans les sédiments entre 2006 et 2022

1.4.12. Synthèse métaux

Il n'y a aucun marquage en éléments métalliques dans la zone de suivi en 2022. Leurs concentrations, lorsqu'elles sont supérieures à la limite de quantification du laboratoire, sont généralement proches ou inférieures aux bruits de fonds géochimiques établis par le RLM ou le GEODE. Elles sont toujours largement inférieures aux seuils réglementaires N1 (lorsqu'ils existent) en vigueur pour les rejets de sédiments dans le milieu marin.

Tableau 19 : Synthèse du suivi des éléments métalliques (concentrations en mg/kg MS)

		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Aluminium (Al)	2022	1,23	1,29	1,17	1,02	1,05	1,19	1,26	1,23	0,95	0,67
	2006	3,20	3,80	4,20	2,90	3,80	3,70	3,60	3,30	3,50	1,20
Arsenic (As)	2022	8,26	8,66	8,23	8,24	8,42	8,18	8,13	7,89	7,59	6,55
	2006	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	7,00	7,00	8,00	8,00	6,00
Cadmium (Cd)	2022	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2006	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Chrome (Cr)	2022	21,2	20,5	26,8	21,7	18,7	26,4	27,3	21,6	20,6	15,6
	2006	35,0	40,0	35,0	28,0	38,0	42,0	37,0	32,0	32,0	42,0
Cuivre (Cu)	2022	15,60	13,70	15,20	13,30	11,20	14,60	16,20	13,50	11,50	11,60
	2006	11,00	13,00	13,00	12,00	12,00	15,00	15,00	13,00	18,00	15,00
Fer (Fe)	2022	1,88	1,96	1,75	1,69	1,50	1,51	1,75	1,65	1,48	1,12
	2006	1,80	1,90	2,00	1,70	1,90	1,80	1,80	1,70	1,80	0,80
Manganèse (Mn)	2022	356	318	295	244	247	260	333	250	212	170
	2006	324	304	286	240	295	250	254	245	198	133
Mercure (Hg)	2022	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	2006	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Nickel (Ni)	2022	22,00	21,80	24,00	19,30	18,20	23,40	25,50	19,70	16,80	12,50
	2006	18,00	19,00	21,00	16,00	20,00	21,00	21,00	18,00	18,00	18,00
Plomb (Pb)	2022	13,10	12,40	17,80	16,10	14,60	20,30	20,10	18,40	20,00	20,50
	2006	12,00	9,00	10,00	12,00	10,00	23,00	24,00	26,00	34,00	17,00
Zinc (Zn)	2022	66,70	59,80	65,80	64,50	52,00	68,30	68,80	60,30	56,80	59,30
	2006	49,00	46,00	46,00	41,00	49,00	56,00	53,00	44,00	62,00	48,00

1.5. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Lors du suivi 2022, les HAP montrent des concentrations inférieures aux seuils réglementaires N1 sur l'ensemble de la zone, excepté 4 composés pour 3 stations :

- L'acénaphthylène aux stations M, O et P (N1 = 0,04 mg/kg MS) ;
- Le fluorène aux stations M et P (N1 = 0,02 mg/kg MS) ;
- Le dibenzo(a,h)anthracène et l'anthracène à la station P (N1 = 0,06 et 0,085 mg/kg MS, respectivement).

Aucun marquage supérieur à N2 n'est observé sur la zone d'étude.

En 2006, la station P présentait des concentrations supérieures aux seuils N1, voire N2, pour la quasi-totalité des composés. Des marquages au pyrène (station L), ainsi qu'au phénanthrène et au dibenzoanthracène (station N) avaient également été mis en évidence. Ces teneurs très importantes ne sont plus observées en 2022.

Tableau 20 : Concentrations des HAP sur les dix stations étudiées lors du suivi de 2022 (mg/kg MS)

	2022									
	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Acénaphthène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0095	<0,0098	<0,01	<0,011	<0,0097	<0,0097	<0,0099
Acénaphthylène	0,012	<0,01	0,018	0,022	0,02	0,033	0,043	0,036	0,046	0,079
Anthracène	0,021	0,01	0,028	0,03	0,029	0,047	0,062	0,045	0,05	0,086
Benzo(a)anthracène	0,04	0,025	0,076	0,072	0,1	0,13	0,18	0,13	0,17	0,26
Benzo(a)pyrène	0,044	0,026	0,11	0,078	0,12	0,18	0,24	0,15	0,22	0,36
Benzo(b)fluoranthène	0,036	0,024	0,077	0,069	0,099	0,13	0,17	0,13	0,17	0,28
Benzo(g,h,i)perylene	0,023	0,023	0,063	0,068	0,095	0,11	0,14	0,13	0,17	0,28
Benzo(k)fluoranthène	0,017	0,01	0,042	0,034	0,051	0,064	0,075	0,066	0,092	0,15
Chrysène	0,04	0,023	0,076	0,06	0,088	0,12	0,17	0,1	0,15	0,22
Dibenzo(a,h)anthracène	<0,01	<0,01	0,014	0,015	0,021	0,023	0,028	0,028	0,04	0,065
Fluoranthène	<0,01	0,044	<0,01	0,13	0,18	<0,01	<0,011	0,16	0,22	0,38
Fluorène	0,014	<0,01	0,012	<0,0095	0,012	0,02	0,028	0,013	0,012	0,022
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	0,018	0,014	0,072	0,05	0,074	0,12	0,16	0,11	0,14	0,24
Naphtalène	0,018	0,012	0,017	0,011	0,013	0,022	0,026	0,016	0,012	0,017
Phénanthrène	0,058	0,035	0,062	0,054	0,073	0,087	0,11	0,073	0,079	0,13
Pyrène	0,088	0,041	0,14	0,12	0,16	0,22	0,32	0,17	0,22	0,37
Somme HAP min	0,429	0,287	0,807	0,813	1,135	1,306	1,752	1,357	1,791	2,939
Somme HAP max	0,459	0,327	0,827	0,832	1,145	1,326	1,774	1,367	1,801	2,949

La composition en HAP est plus diversifiée en 2022 qu'en 2006 sur l'ensemble des stations (figures suivantes). Cette évolution est particulièrement marquée pour les stations G, H, I, J et K, qui présentaient peu de HAP différents et en faibles concentrations en 2006.

Entre 2006 et 2022, la proportion de pyrène dans la somme des HAP diminue sur l'ensemble des stations au profit du naphtalène, qui était absent en 2006.

En 2022, la proportion des différents HAP est assez homogène sur l'ensemble de la zone d'étude, sauf pour le fluoranthène qui n'est détectable qu'aux stations H, J, K, N, O et P. Son absence est compensée par des taux de pyrène et de benzo(a)pyrène plus importants aux autres stations.

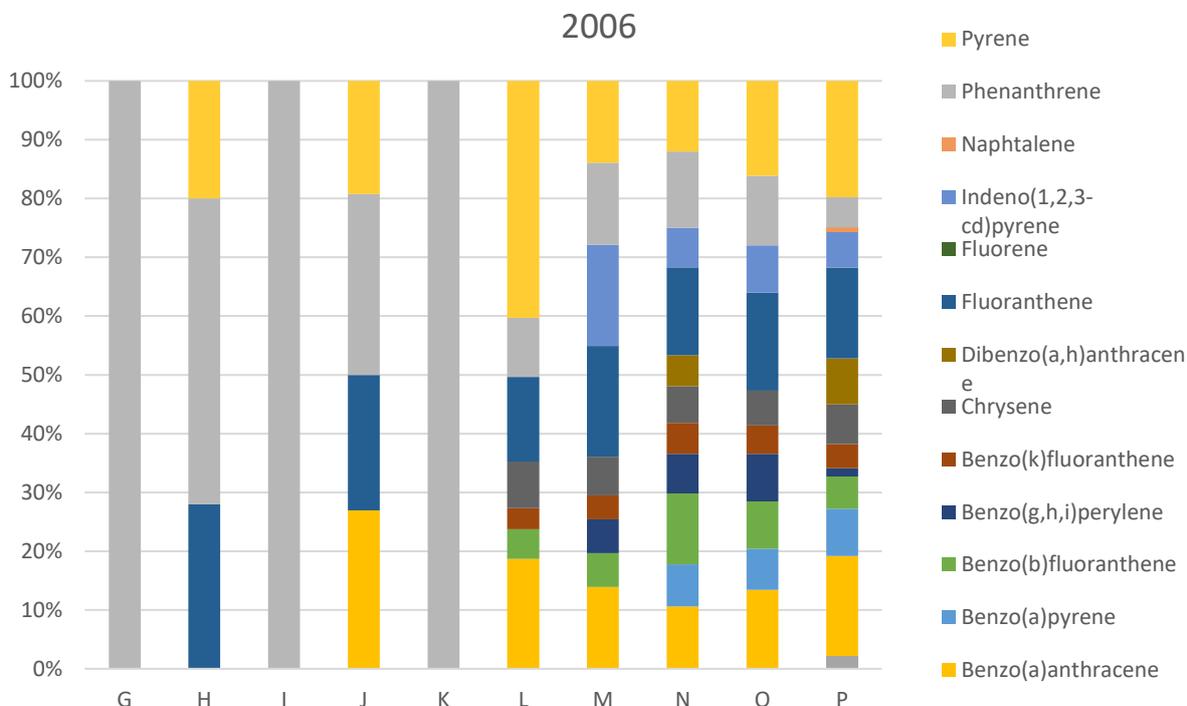


Figure 34 : Proportion des composés participant à la somme des HAP en 2006

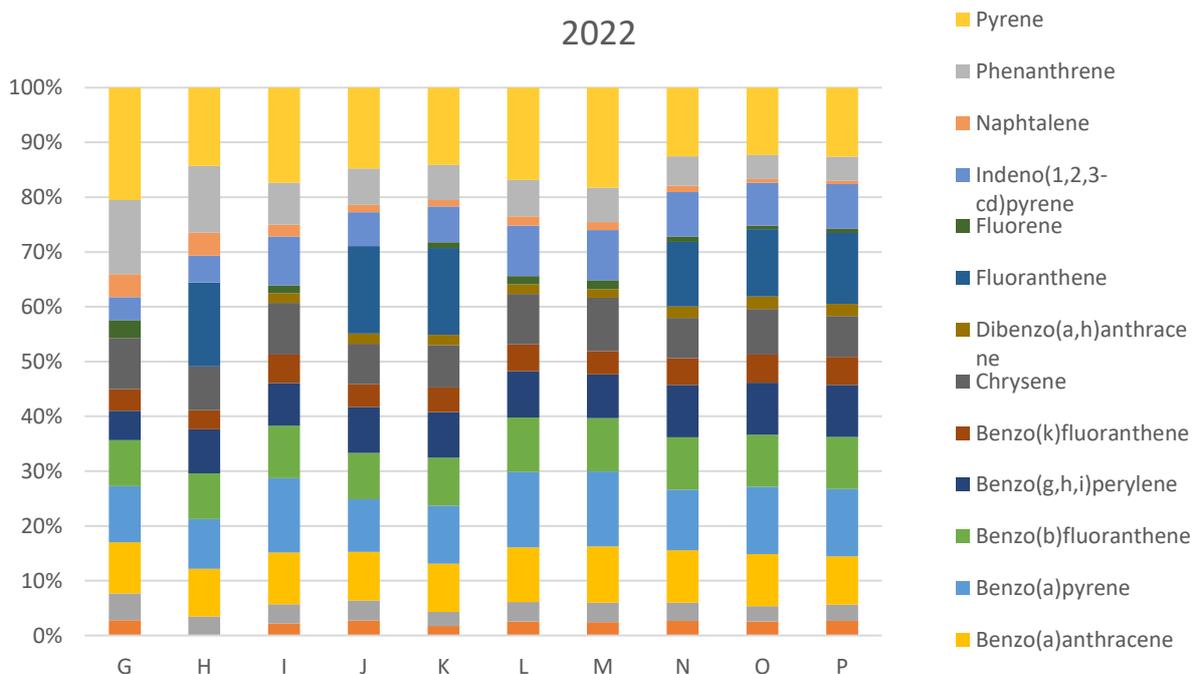


Figure 35 : Proportion des composés participant à la somme des HAP en 2022

La somme des HAP a évolué entre 2006 et 2022, comme le montre la Figure 36. En effet, les stations G, H, I, J et K ont vu leurs sommes de HAP augmenter de manière importante en 2022, tandis que les stations L, M, N et O présentent des valeurs proches de celles de 2006.

La station P présente un marquage bien moins important en 2022 par rapport à 2006, et ce malgré un taux de fraction fine plus élevé.

Aucun lien ne peut être mis en évidence entre l'exutoire de la station d'épuration et la distribution des HAP. Lors des deux suivis, on observe un gradient croissant des concentrations en HAP entre les stations G et P (les plus éloignées du rejet principal), bien que ce dernier soit moins prononcé en 2022 qu'en 2006. Ce gradient pourrait être en partie lié à l'embouchure du Magnan, fleuve côtier qui traverse la ville et se jette en mer devant la station P.

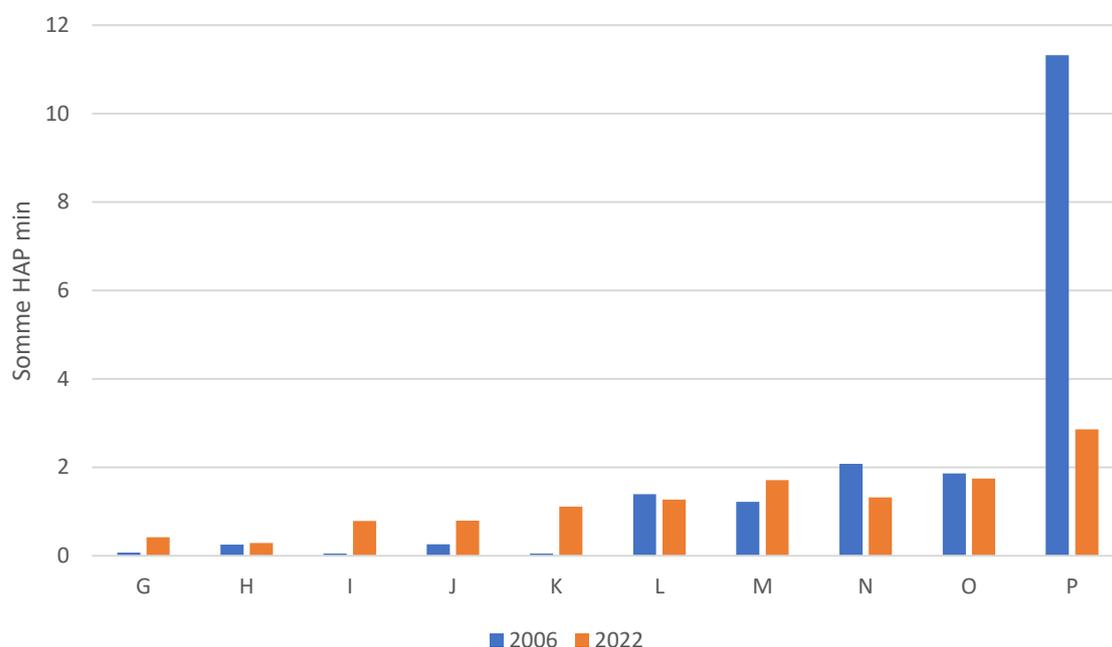


Figure 36 : Evolution de la somme des HAP dans les sédiments, entre 2006 et 2022 (mg/kg MS)

1.6. Polychlorobiphényles (PCB)

L'ensemble des concentrations en PCB est compris soit sous la LQ du laboratoire, soit sous le seuil de référence N1, soit sous le bruit de fond méditerranéen lorsque celui-ci existe.

En 2006, les PCB dont les concentrations étaient légèrement supérieures à la LQ étaient les congénères 138, 153 et 180 pour les stations L, M, N, O et P ; et les congénères 101 et 118 pour les stations O et P.

En 2022, seuls les PCB 138 et 153 ont des concentrations supérieures à la LQ sur la station P. Encore une fois, les concentrations sont très faibles et bien en-deçà du seuil réglementaire N1.

Tableau 21 : Concentrations des PCB sur les 10 stations, suivi 2006 (mg/kg MS)

	2006									
	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
PCB 101	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
PCB 118	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
PCB 138	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
PCB 153	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03
PCB 180	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
PCB 28	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
PCB 52	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Tableau 22 : Concentrations des PCB sur les 10 stations, suivi 2022 (mg/kg MS)

	2022									
	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
PCB 101	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0095	<0,0098	<0,01	<0,011	<0,0097	<0,0097	<0,0099
PCB 118	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0095	<0,0098	<0,01	<0,011	<0,0097	<0,0097	<0,0099
PCB 138	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0095	<0,0098	<0,01	<0,011	<0,0097	<0,0097	0,015
PCB 153	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0095	<0,0098	<0,01	<0,011	<0,0097	<0,0097	0,012
PCB 180	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0095	<0,0098	<0,01	<0,011	<0,0097	<0,0097	<0,0099
PCB 28	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0095	<0,0098	<0,01	<0,011	<0,0097	<0,0097	<0,0099
PCB 52	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0095	<0,0098	<0,01	<0,011	<0,0097	<0,0097	<0,0099

1.7. Les détergents

Les concentrations en détergents anioniques et non ioniques sont toutes inférieures à la LQ du laboratoire en 2022 (5 et 3 mg/kg MS, respectivement). C'était déjà le cas lors du suivi de 2006.

Tableau 23 : Concentrations en détergent anioniques sur les 10 stations

	Unités	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
2006	µg/l	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
2022	mg/kg	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5

Tableau 24 : Concentrations en détergents non-ioniques sur les 10 stations

	Unités	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
2022	mg/kg	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3

1.8. Les hydrocarbures totaux

En 2022, les concentrations en hydrocarbures totaux sont comprises entre la LQ du laboratoire (<15 mg/kg MS pour les stations H et J) et 53 mg/kg MS (L).

En 2006, elles étaient toutes inférieures ou égales à la LQ qui était de 60 mg/kg. Il n'est donc pas possible de comparer les données entre les deux suivis.

Tableau 25 : Concentrations en hydrocarbures totaux sur les 10 stations

	Unités	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
2006	mg/kg	60	<60	<60	<60	<60	<60	<60	<60	<60	<60
2022	mg/kg	27	<15	42	<15	17	53	31	17	19	40

1.9. Synthèse

L'analyse granulométrique montre une zone caractérisée par des sédiments vaseux, avec une légère différence pour la station P, dont les sédiments ont un taux de sables fins plus important. Cette station est donc caractérisée par des sédiments très envasés à dominante de vase selon la classification d'Iboully (1981). Les apports du Magnan, petit fleuve côtier dont l'embouchure se situe devant la station P, peut expliquer cette différence.

Les éléments organiques témoignent d'un enrichissement faible à moyen du milieu. Seule la station M est marquée par un enrichissement organique fort, au regard du paramètre matière organique totale (MOT). A cette station, la concentration en carbone organique total (COT) a cependant fortement diminué depuis le dernier suivi réalisé dans la zone en 2006.

Les concentrations en nutriments sont généralement faibles ou inférieures aux limites de quantification du laboratoire, sauf pour l'ammonium qui est détecté sur 6 stations, avec un minimum à la station K, la plus proche l'embouchure du rejet et un maximum à la station L.

La zone ne présente aucun marquage métallique, et aucun gradient n'a pu être mis en évidence. La station d'épuration n'a pas d'impact sur la zone d'accueil de l'exutoire au regard des éléments traces métalliques.

La majorité des stations montrent des concentrations en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) inférieures aux seuils réglementaires N1¹, cependant trois stations présentent des marquages à certains HAP. L'acénaphthylène est mesuré à des concentrations supérieures à N1 sur les stations M, O et P, le fluorène sur les stations M et P, et le dibenzo(a,h)anthracène et l'anthracène sur la station P. Sur l'ensemble de la zone, toutes les concentrations sont inférieures au seuil N2 contrairement à ce qui a été observé en 2006. La station P se distingue par une forte diminution des concentrations en HAP entre 2006 et 2022, mais 4 composés restent supérieurs au seuil N1. Cette station est la plus éloignée du rejet principal mais se trouve à l'embouchure du Magnan, dont les apports peuvent influencer les concentrations en contaminants dans les sédiments.

Les concentrations en hydrocarbures totaux restent faibles sur la zone d'étude.

Les PCB présentent des concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire ou au seuil N1 (ou bruit de fond méditerranéen lorsqu'il existe). Le nombre de congénères détectés lors du suivi de 2022 est inférieur à celui du suivi de 2006.

Les détergents anioniques et non-ioniques présentent des concentrations inférieures aux limites de quantification du laboratoire sur l'ensemble des stations étudiées.

¹ Seuils de contamination de référence N1 et N2 en vigueur dans la législation française sur les rejets de sédiments dans le milieu marin (arrêté du 9 août 2006 complété par les arrêtés du 23 décembre 2009, du 08 février 2013 et du 17 juillet 2014)

2. Caractérisation des peuplements benthiques

2.1. Aspect des échantillons

Le tableau suivant récapitule les observations faites sur le benthos lors des prélèvements à la benne Van Veen. On note que le taux de remplissage de la benne est toujours au moins de 70 %, ce qui est suffisant pour les analyses en termes de quantité de matière étant donné le volume de la benne et les réplicats.

Les volumes du refus de tamis (tout ce qui ne passe pas à travers les 1 mm de vide de maille des tamis) sont faibles à moyens, en fonction de la présence de débris coquillés ou végétaux mais, de manière générale, restent peu importants. La faune identifiée visuellement dans les tamis est constituée essentiellement d'annélides (animaux et tubes), et de bivalves.

Aux stations I et L, en raison du profil bathymétrique, une seule benne a pu être prélevée pour l'analyse du benthos.

Tableau 26. Description des prélèvements de benthos des 10 stations (2022)

Stations	Strate	Réplicats	% de remplissage	Déchets	Faune/flore
G	vase fluide en surface puis + compacte	A	70%	non	Annélides, coquilles
		B	70%		
		C	70%		
H	vase fluide en surface puis + compacte	A	80%	non	Crabe, annélides, coquilles,
		B	80%		
		C	80%		
I	vase fluide en surface puis + compacte	A	100%	non	Annélides, coquilles
J	vase fluide en surface puis + compacte	A	70%	Plastiques	Refus de tamis plus important, tubes de vers, oursins, débris végétaux, coquilles
		B	70%		
		C	70%		
K	vase fluide en surface puis + compacte	A	70%	Plastiques	Tubes de ver, débris végétaux, débris d'oursins et coquilles
		B	70%		
		C	70%		
L	vase fluide en surface puis + compacte	A	80%	non	Peu de refus de tamis, annélides, coquilles
M	vase fluide en surface puis + compacte	A	70%	non	Petits vers, débris végétaux, coquilles
		B	70%		
		C	70%		
N	vase fluide en surface puis + compacte	A	80%	non	Tellines, petits vers, débris végétaux, débris d'oursins, coquilles
		B	80%		
		C	80%		
O	vase fluide en surface puis + compacte	A	70%	non	Vers, coquilles, oursins, débris végétaux, peu de refus de tamis
		B	70%		
		C	70%		
P	vase fluide puis sablo-vaseux + compact	A	70%	non	Vers, coquilles, oursins, débris végétaux, peu de refus de tamis
		B	70%		
		C	70%		

La planche suivante donne des illustrations de l'aspect et du volume des refus de tamis.



Figure 37. Aperçu des refus de tamis (2022)

2.2. Structure du benthos

2.2.1. Composantes principales du benthos

La richesse des espèces, la densité et la biomasse moyennes ont toutes été calculées sur la base de la liste des espèces identifiées. La richesse des espèces est calculée par station (0,3 m²) ou par benne (0,1 m²), tandis que tous les autres descripteurs sont moyennés sur les 3 bennes et ramenés à une surface standard de 1 m² (Tableau suivant).

Tableau 27. Composantes principales du peuplement benthique des 10 stations (2022)

Descripteur	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Richesse spécifique² (nb.sp./station)	22	18	9	35	47	8	38	28	19	63
Densité totale (nb.ind./m ²)	680	540	370	1113	777	110	437	283	180	1127
Biomasse totale (g/m ²)	0,42	0,46	0,44	0,97	1,04	0,47	0,39	0,85	0,14	12.36

2.2.1.1. Richesse spécifique

Un total de 1 589 individus a été dénombré, appartenant à 120 taxons différents, qui ont été triés, dénombrés et identifiés au niveau taxonomique le plus bas possible.

La richesse spécifique moyenne est de 29 ± 17 espèces par station, ce qui peut être considéré comme faible à moyen³, pour un environnement variant de 54 à 240 m de profondeur. On constate une assez grande hétérogénéité entre les stations avec des richesses plus importantes autour du rejet principal (stations J, K et M) et à la station P, la plus éloignée (3 500 m à l'est du rejet).

On note que les deux stations qui présentent les valeurs minimales de richesse spécifique sont celles qui n'ont été échantillonnées que par une seule benne. Afin de pouvoir comparer toutes les stations entre elles², la richesse spécifique moyenne par benne a été calculée (figure ci-dessous) ; elle varie entre 8 (station L à 220 m de profondeur) et 32 (station P la moins profonde, 54 m) espèces/benne (0,1 m²).

N.B. : sur les figures suivantes, les stations sont organisées selon un gradient ouest-est, de part et d'autre du rejet, qui se situe au niveau de la station K.

² Dans le tableau, la richesse spécifique est présentée par station, soit 0,1 m² pour les stations I et L (où une seule benne a été prélevée) et 0,3 m² pour les autres stations.

³ D'après les 20 ans d'expérience de Créocéan sur des études benthiques en méditerranée et plus particulièrement lors de grandes campagnes d'intercalibration réalisées lors de la mise en place de la DCE dans les années 2006-2007 en collaboration avec l'Ifremer et l'Agence de l'Eau RMC sur l'ensemble de la façade méditerranéenne.

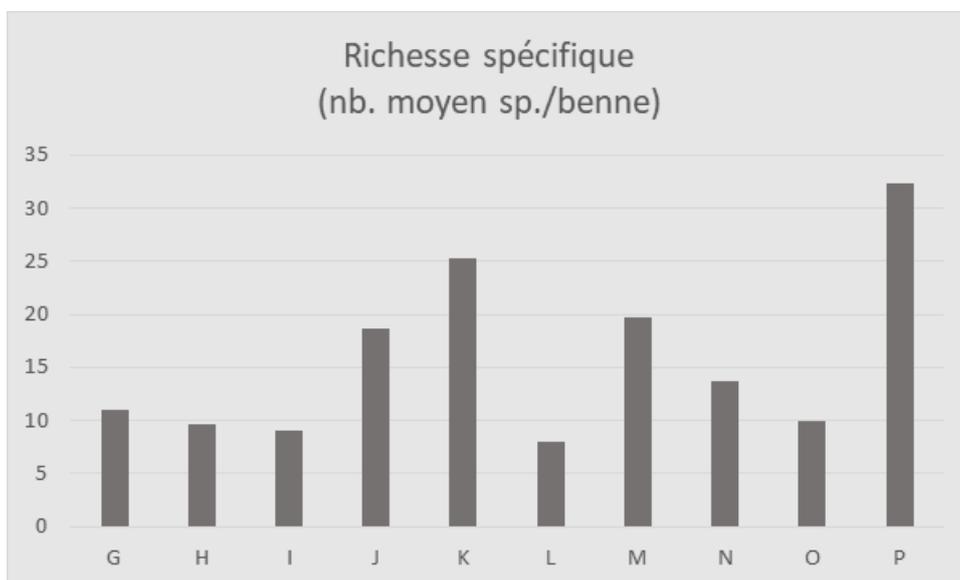


Figure 38 : Variations de la richesse spécifique moyenne par benne des 10 stations (2022)

2.2.1.2. Densité

La densité moyenne est de 562 ± 360 ind./m², ce qui peut être considérée comme faible à moyen⁴. Les densités les plus importantes sont mesurées autour du rejet principal (stations J et K) et à la station P, la plus éloignée (3 500 m à l'est du rejet). Les stations L et O sont caractérisées par des densités particulièrement faibles (110 et 180 ind./m²). Aucun gradient ne peut être mis en évidence en fonction de la profondeur ou de la distance à l'émissaire principal.

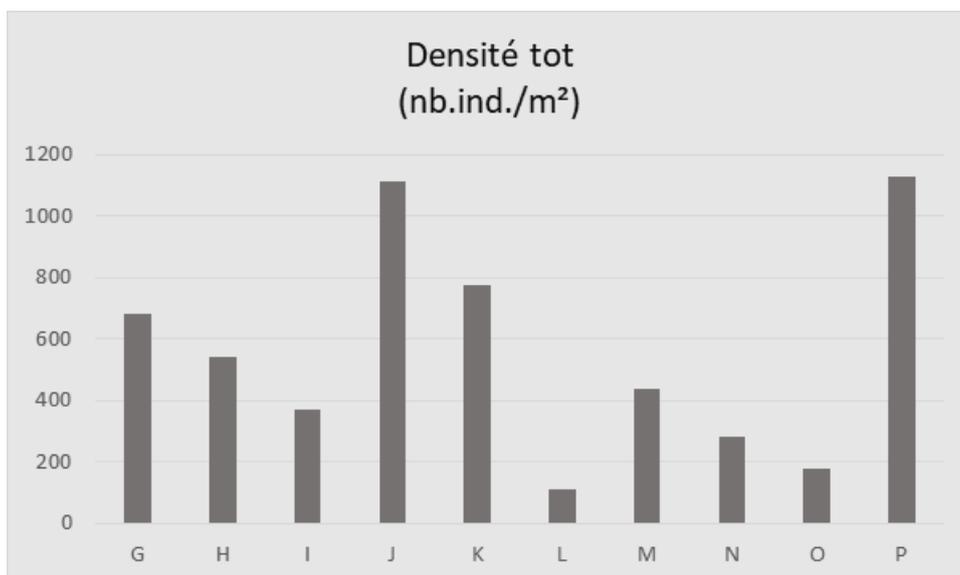


Figure 39. Variations de la densité moyenne des 10 stations (2022)

⁴ D'après les 20 ans d'expérience de Créocéan sur des études benthiques en méditerranée et plus particulièrement lors de grandes campagnes d'intercalibration réalisées lors de la mise en place de la DCE dans les années 2006-2007 en collaboration avec l'Ifremer et l'Agence de l'Eau RMC sur l'ensemble de la façade méditerranéenne.

2.2.1.3. Biomasse

La biomasse moyenne est de 1.75 ± 3.74 g /m² de poids sec, ce qui est faible à moyen pour ce type de fond⁴.

Comme pour la densité, on constate des valeurs plus élevées autour du rejet principal (J et K), et une valeur maximale de 12.36 g/m² à la station P, la plus éloignée (3 500 m à l'est du rejet). Cette valeur exceptionnelle est liée à la présence d'un individu (un poisson, dont l'espèce n'a pas pu être identifiée) dans l'une des bennes prélevées. Cet individu mis à part, la biomasse reste maximale à la station P. On note que cette station P est celle qui cumule les valeurs maximales de richesse spécifique, de densité et de biomasse. La station O est caractérisée par une biomasse particulièrement faible (0.14 g/m²). Aucun gradient ne peut être mis en évidence en fonction de la profondeur ou de la distance à l'émissaire.

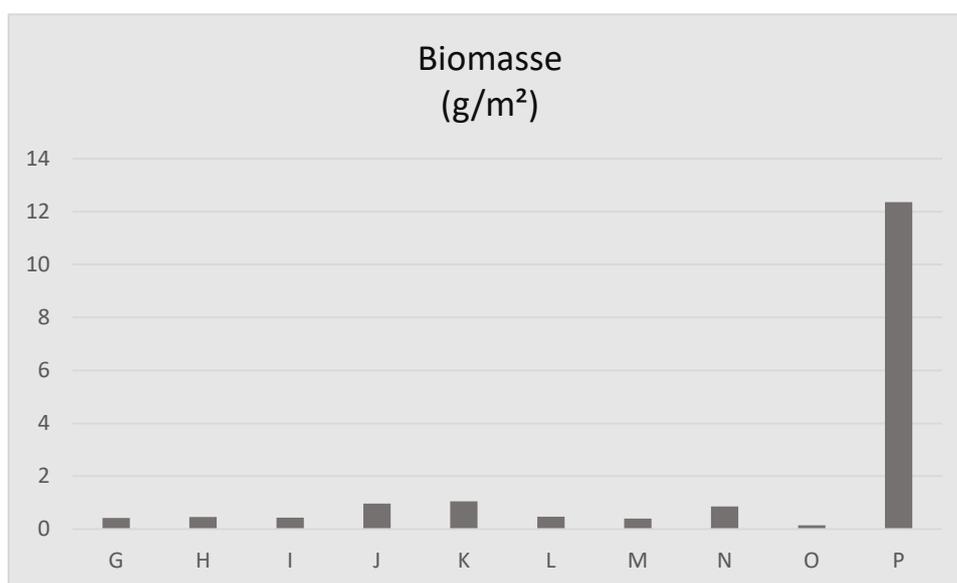


Figure 40. Variations de la biomasse moyenne des 10 stations (2022)

2.2.2. Indices biologiques

La diversité de Shannon et l'indice d'équitabilité ont tous été calculés sur la base de la liste des espèces identifiées en combinaison avec leur densité par station (Tableau suivant).

Tableau 28. Indices biologiques calculés pour les 10 stations (2022)

Descripteur	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Indice de Shannon (bit)	2,5	2,4	2,3	3,1	4,3	2,8	4,4	3,9	3,7	4,6
Indice d'équitabilité (%)	57	57	74	60	78	95	84	82	88	77
Indice trophique (%)	73,2	76,3	62,2	64,1	63,7	54,6	64,9	63,9	66,7	64,3
AMBI [0-6]	2,92	2,86	2,80	2,88	2,79	2,10	2,45	2,61	2,69	2,80
M-AMBI [0-1]	0,42	0,41	0,39	0,49	0,60	0,46	0,60	0,54	0,50	0,65

Légende : Les codes couleurs se rapportent au tableau EcoQ suivant :

EcoQ	H'	AMBI	M-AMBI	IT
Très bon	$H' > 4$	$AMBI \leq 1,2$	$M-AMBI > 0,85$	$IT > 80$
Bon	$3 < H' \leq 4$	$1,2 < AMBI \leq 3,3$	$0,55 < M-AMBI \leq 0,85$	$60 < IT \leq 80$
Moyen	$2 < H' \leq 3$	$3,3 < AMBI \leq 4,3$	$0,4 < M-AMBI \leq 0,55$	$60 < IT \leq 50$
Pauvre	$1 < H' \leq 2$	$4,3 < AMBI \leq 5,5$	$0,2 < M-AMBI \leq 0,4$	$50 < IT \leq 30$
Mauvais	$H' \leq 1$	$5,5 < AMBI \leq 7$	$M-AMBI \leq 0,2$	$IT \leq 30$

2.2.2.1. Diversité (indices de Shannon et d'équitabilité)

L'indice de diversité de Shannon a une valeur moyenne de $3,42 \pm 0,88$ bits, avec des valeurs hétérogènes entre les stations.

Les plus riches en espèces sont aussi les plus diversifiées, avec un indice de Shannon supérieur à 4 au niveau du rejet principal (K) et aux stations M et P, ce qui indique un bon équilibre des espèces en termes d'abondance, marqué par l'absence de population en surabondance ou proliférante.

Plusieurs stations ont un indice qualifié de moyen (< 3 bits), témoignant d'un déséquilibre :

- Aux stations G et H, deux espèces seulement contribuent pour 72 à 77 % des abondances moyennes (la polychète *Sternaspis scutata* et le bivalve *Thyasira flexuosa*). L'indice d'équitabilité est d'ailleurs relativement faible à ces stations (< 60 %).
- La station L se distingue par un indice de Shannon inférieur à 3 bits, mais une très forte équitabilité (95 %), qui s'explique par un faible nombre d'espèces, mais une répartition équilibrée de leurs densités.

Aucun lien n'a pu être mis en évidence avec la nature du sédiment à ces stations.

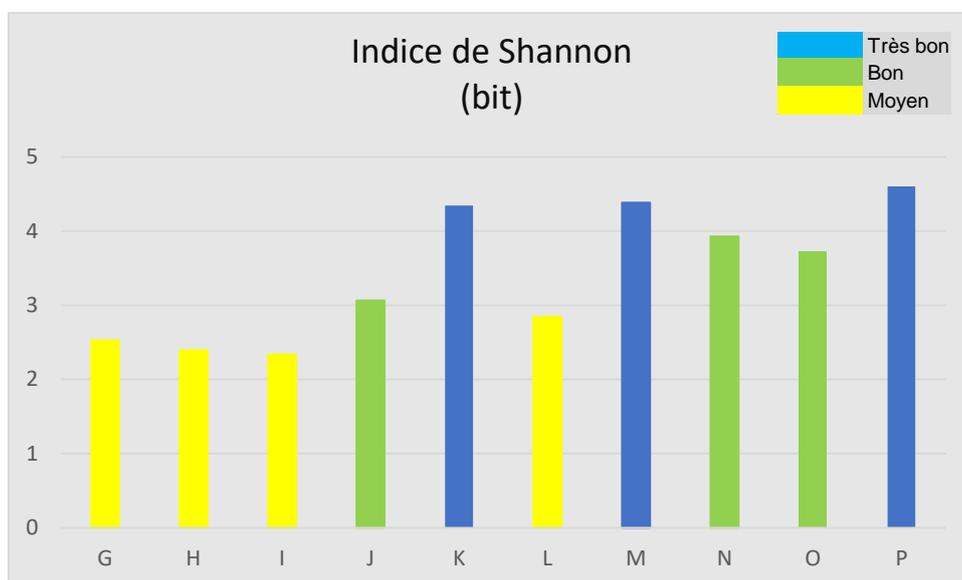


Figure 41 : Variations de l'indice de Shannon calculé pour les 10 stations (2022)

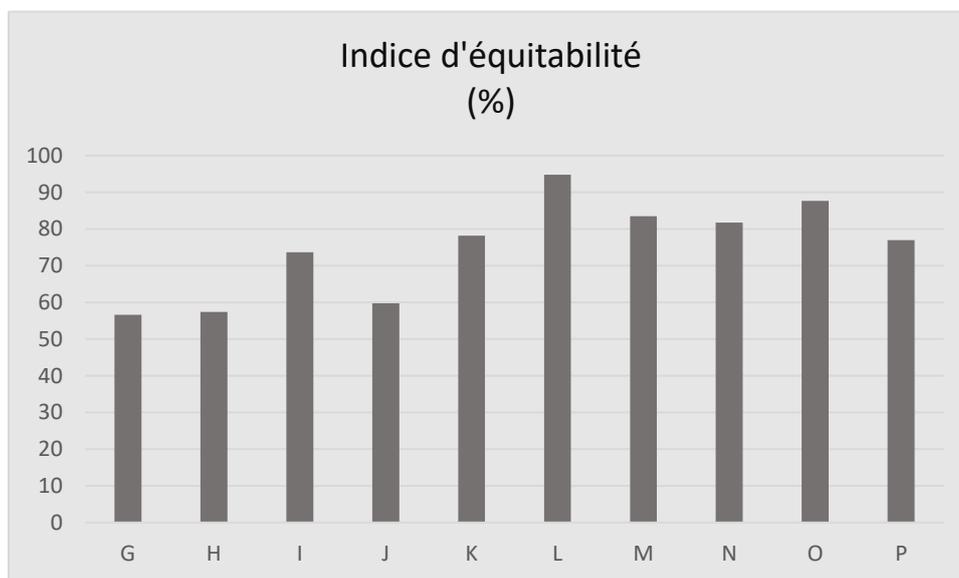


Figure 42. Variation de l'indice d'équitabilité calculé pour les 10 stations (2022)

2.2.2.2. Indice trophique

L'indice trophique moyen est de $65,4 \pm 6,0$ %. Les valeurs sont donc majoritairement supérieures au seuil des 60% et globalement élevées, malgré la profondeur importante de la plupart des stations qui entraîne un certain envasement des fonds, habituellement plus favorable aux espèces du groupe trophique 3. Ces dernières représentent 21 à 44 % des espèces identifiées, selon les stations. Les valeurs élevées de l'indice trophique indiquent une intégration rapide et efficace de la matière organique dans la chaîne alimentaire et l'absence d'enrichissement trophique excessif dans la zone d'étude.

On note que la station L est légèrement en-dessous du seuil des 60%, ce qui s'explique par le faible nombre d'espèces, dont aucune n'appartient au groupe trophique 1 (suspensivores), généralement dominant dans les petits fonds où l'énergie marine et les courants sont plus importants.

Les espèces du groupe trophique 4, caractérisant les milieux très enrichis en nutriments, sont absentes à toutes les stations.

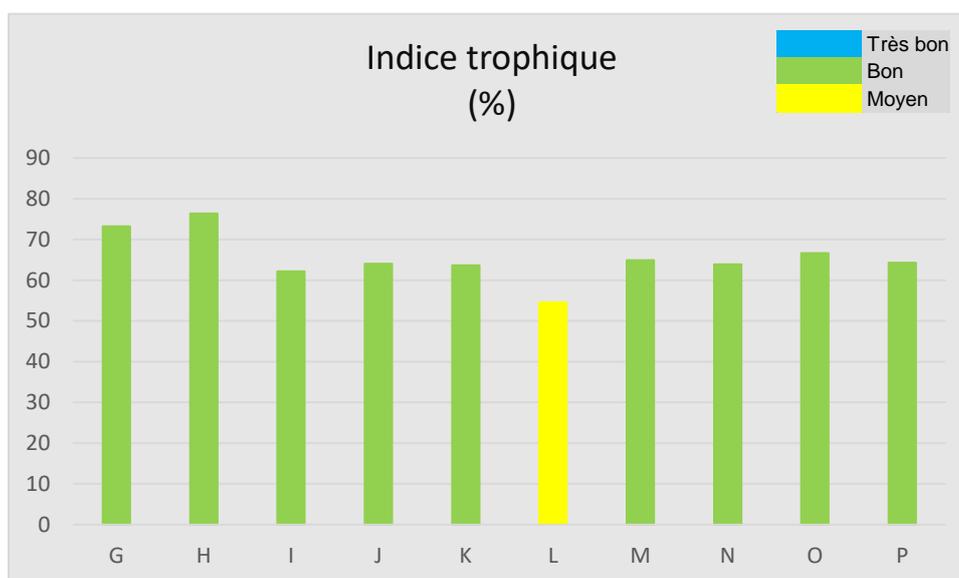


Figure 43. Variation de l'indice trophique calculé pour les 10 stations (2022)

2.2.2.3. Indices de polluosensibilité (Ambi et M-Ambi)

► **Ambi**

Les valeurs de l'indice Ambi et de la répartition des différents groupes écologiques sont présentées dans le tableau et la figure suivants.

On observe que la proportion des espèces tolérantes à l'hypertrophisation (groupe III) diminue d'ouest en est, au profit des espèces sensibles (groupe I). Logiquement, les valeurs d'Ambi sont légèrement plus faibles à l'est du rejet principal. Mais dans l'ensemble, l'indice varie peu entre les stations et obtient des valeurs considérées comme relativement faibles ce qui témoigne d'un milieu faiblement perturbé.

La station L se distingue par l'absence d'espèces du groupe IV (espèces opportunistes de second ordre).

Tableau 29. Répartition des groupes écologiques selon les 10 stations et variation de l'Ambi (2022)

Stations	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	AMBI	Classification des perturbations
G	3,9	6,9	80,8	8,4	0	2,92	Légèrement perturbé
H	3,7	6,2	86,4	3,7	0	2,86	Légèrement perturbé
I	2,7	21,6	62,2	13,5	0	2,80	Légèrement perturbé
J	3	12	74,5	10,5	0	2,88	Légèrement perturbé
K	7,9	18,9	51,3	21,5	0,4	2,79	Légèrement perturbé
L	10	40	50	0	0	2,10	Légèrement perturbé
M	11,5	20,8	55,4	12,3	0	2,45	Légèrement perturbé
N	18,8	16,3	36,3	28,8	0	2,61	Légèrement perturbé
O	15,1	9,4	56,6	18,9	0	2,69	Légèrement perturbé
P	9,9	21,5	39,7	29	0	2,80	Légèrement perturbé

Légende : Pour les codes couleurs se rapporter aux valeurs de référence (cf. Tableau 8)

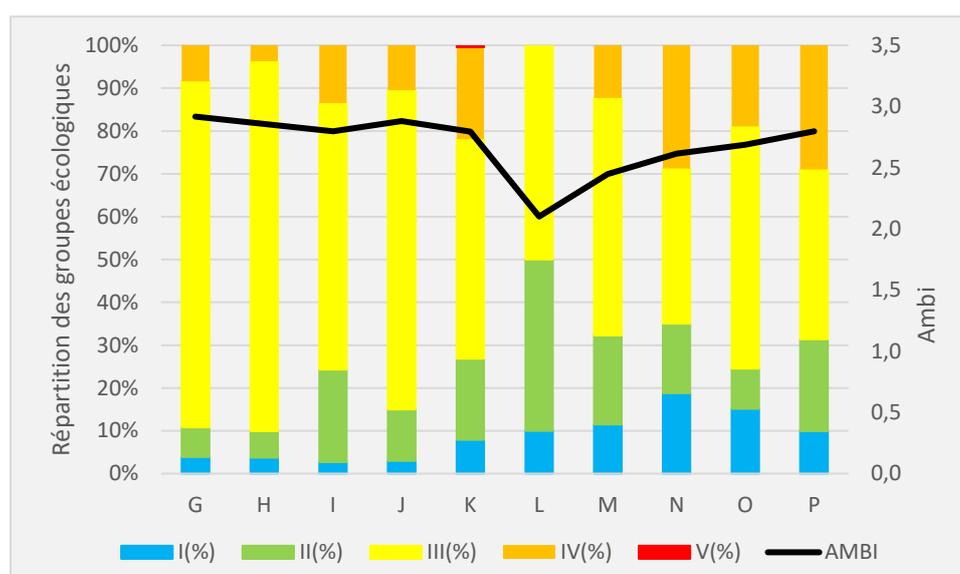


Figure 44. Répartition des groupes écologiques selon les 10 stations et variation de l'Ambi (2022)

Légende : Pour les codes couleurs se rapporter aux valeurs de référence (cf. Tableau 8)

► M-Ambi

Concernant le M-Ambi, les résultats sont cohérents avec les observations précédentes. Globalement, les valeurs sont élevées (code vert, indicateur d'un bon état écologique) sur les stations K, M, N, P, où la richesse et la diversité sont plutôt bonnes. Les stations où des déséquilibres ont été mis en évidence ont des M-Ambi plus faibles, indiquant un état écologique moyen. On note de nouveau que les stations à l'est du rejet principal sont en meilleur état que celles situées à l'ouest. Toutefois, aucun lien ne peut être fait avec la nature et la composition des sédiments, ni avec la profondeur.

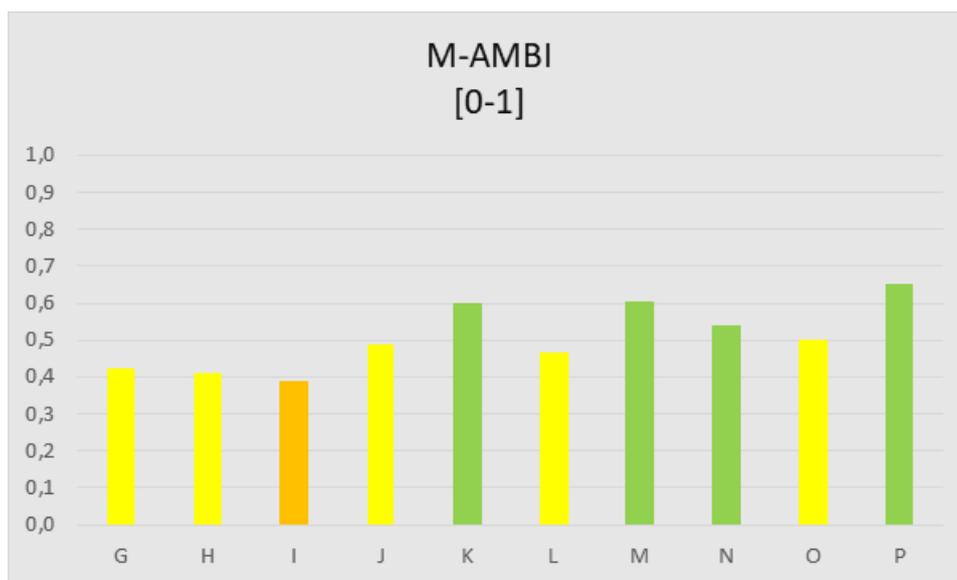


Figure 45. Variation du M-Ambi sur les 10 stations (2022)

Légende : Pour les codes couleurs se rapporter aux valeurs de référence (cf. Tableau 8)

2.2.3. Comparaison avec les suivis antérieurs

Les peuplements benthiques ont été caractérisés dans la même zone au cours de suivis réalisés en 2002 et 2004 par Créocéan, sur 25 stations.

Le peuplement était moyennement riche en espèces, en individus et en biomasse, mais bien diversifié. Deux gradients d'augmentation de la richesse globale du peuplement ont été mis en évidence : d'ouest en est et depuis les zones profondes vers les zones côtières moins profondes. La zone à l'est présentait donc un peuplement plus riche et plus équilibré qu'à l'ouest et la zone côtière était également plus riche que les zones profondes.

En 2022, avec un plus petit nombre de stations suivies, le gradient ouest-est est moins marqué mais les indices de diversité et de polluosensibilité montrent également des stations en meilleur état à l'est, avec un peuplement plus diversifié et des espèces plus sensibles à l'hypertrophisation.

Les composantes principales et les indices de diversité des suivis 2002 et 2004 sont résumés dans le tableau ci-dessous, pour les stations communes avec celles du suivi de 2022.

Tableau 30. Composantes principales et indices de diversité du peuplement benthique des 10 stations en 2002 2004

Descripteur	Année	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Richesse spécifique (nb.sp./station)	2002	18	22	29	38	28	32	22	41	28	80
	2004	11	16	27	23	20	31	13	27	32	42
Densité totale (nb.ind./m ²)	2002	1560	1120	1100	2910	900	1490	510	2560	1420	3590
	2004	910	280	780	470	370	540	230	770	690	1130
Biomasse totale (g/m ²)	2002	3,00	2,06	2,04	3,56	1,09	1,72	0,63	2,34	1,72	7,45
	2004	0,80	0,85	1,03	3,35	0,94	1,41	0,32	2,58	2,34	2,01
Indice de Shannon (bit)	2002	2,6	3,4	3,9	3,8	3,7	3,9	3,7	4,1	4,1	4,9
	2004	2,02	3,6	3,8	4,3	4,0	4,6	3,3	4,1	4,4	4,9
Indice d'équitabilité (%)	2002	62	77	80	72	76	79	84	77	86	77
	2004	58	91	79	95	92	92	90	86	88	90
Indice trophique (%)	2002										
	2004	84	61	61	62	59	62	65	61	63	63

On constate une diminution de la richesse spécifique, de la densité et de la biomasse pour quasiment toutes les stations entre 2002 et 2004.

Cette diminution ne se confirme pas en 2022 pour la richesse spécifique⁵, qui présente des valeurs intermédiaires entre les deux suivis, voire supérieures à celles de 2002 aux stations G, K et M.

En revanche, les densités continuent de décroître en 2022 aux stations G, I, L, N et O, tandis que celles des stations H, J, K et M sont intermédiaires. La densité du peuplement est stable depuis 2004 à la station P.

La biomasse totale est restée stable au cours des trois suivis à la station K. Pour toutes les autres stations, elle montre des diminutions marquées depuis 2002.

En termes de diversité, l'indice de Shannon a peu varié entre 2002 et 2004. Les plus faibles valeurs sont mesurées à la station G et les plus fortes à la station P ; elles s'accompagnent d'un indice d'équitabilité généralement élevé, sauf en G.

En 2022, la diversité des peuplements benthiques a donc diminué à quasiment toutes les stations, excepté en K et M, où l'indice de Shannon est passé de bon à très bon. A l'ouest du rejet, l'indice d'équitabilité a globalement diminué alors qu'il est plus stable à l'est.

Les valeurs de l'indice trophique ne sont disponibles que pour les suivis 2004 et 2022. L'indice montre une amélioration à la station K (où il passe de moyen à bon) et une dégradation aux stations G et L. Il est resté stable aux autres stations.

⁵ En 2022, la richesse spécifique aux stations I et L, calculée sur 0,1 m², n'est pas comparable avec celle des suivis antérieurs.

2.3. Composition de la communauté benthique

2.3.1. Espèces dominantes en 2022

Le tableau suivant liste les espèces qui contribuent à au moins 1 % de la densité totale et forment des populations de plus de 3 ind./m² en moyenne. Sur les 120 espèces identifiées, 15 dominent, représentant plus de 77 % des individus. La plupart sont des annélides polychètes, trois espèces seulement appartiennent au groupe des mollusques bivalves.

Tableau 31 : espèces dominantes en termes d'abondance sur les 10 stations (2022)

Taxons			G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Moyenne (ind./m ²)	Moyenne (% densité totale)
Polychète	Oweniidae	<i>Galathowenia oculata</i>	17	27	0	457	193	10	27	50	3	187	97	17
Polychète	Sternaspidae	<i>Sternaspis scutata</i>	337	223	40	57	20	0	7	0	23	13	72	13
Polychète	Ampharetidae	<i>Amphicteis midas</i>	27	13	190	243	70	0	110	7	33	20	71	13
Polychète	Spionidae	<i>Prionospio ehlersi</i>	50	20	50	80	97	0	37	70	33	100	54	10
Bivalve	Thyasiridae	<i>Thyasira flexuosa</i>	150	190	0	23	40	0	20	0	7	87	52	9
Polychète	Spionidae	<i>Prionospio steenstrupi</i>	0	0	0	0	17	0	0	0	0	160	18	3
Polychète	Onuphidae	<i>Aponuphis ornata</i>	0	0	0	43	30	20	7	3	0	7	11	2
Polychète	Onuphidae	<i>Hilainoecia brementi</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	0	103	11	2
Polychète	Spionidae	<i>Spiophanes sp.</i>	0	0	0	3	13	30	17	0	0	23	9	2
Polychète	Glyceridae	<i>Glycera rouxi</i>	13	3	10	13	13	0	7	0	0	13	7	1
Polychète	Paraonidae	<i>Levinsenia sp.</i>	0	0	0	7	0	0	7	10	7	40	7	1
Bivalve	Nuculidae	<i>Nucula sulcata</i>	0	0	0	3	13	0	20	23	7	3	7	1
Polychète	Lumbrineridae	<i>Ninoe armoricana</i>	3	10	20	0	20	0	0	10	3	0	7	1
Polychète	Spionidae	<i>Prionospio multibranchiata</i>	0	3	0	23	13	0	3	7	0	13	6	1
Bivalve	Semelidae	<i>Abra nitida</i>	3	3	0	3	0	10	20	13	0	3	6	1

Les espèces dominantes ont des répartitions bathymétriques assez larges.

On remarque que les peuplements des stations G et H (70 et 125 m de profondeur, respectivement) sont comparables, en termes de dominance d'espèces. Il en va de même pour les stations J, K et M, dont les profondeurs varient pourtant entre 109 et 240 m. Les stations I et L sont celles qui présentent le moins d'espèces communes avec les autres stations. On rappelle toutefois que sur ces deux stations une seule benne a pu être réalisée à la différence des autres stations où trois bennes ont pu être déployées.

Le taxon le plus abondant est représenté par une espèce de la famille des *oweniidae*, des vers marins polychètes (*Galathowenia oculata*). Elle est présente en fortes abondances aux stations J, K et P (54 à 110 m de profondeur). Sur les autres stations, les abondances sont beaucoup plus faibles, voire nulles (station I). Cette espèce vit dans les sédiments sablo-vaseux des zones infra- et circalittorales.

Trois autres polychètes (*Sternaspis scutata*, *Amphicteis midas* et *Prionospio ehlersi*) et un bivalve (*Thyasira flexuosa*) contribuent également de façon importante aux peuplements benthiques de la zone. Ils sont identifiés dans les sédiments de quasiment toutes les stations, excepté L où ils sont tous absents. *Sternaspis scutata* et *Prionospio ehlersi* sont des polychètes caractéristiques de la biocénose des vases terrigènes côtières (VTC) en Méditerranée. La première domine aux stations G et H, tout comme le bivalve *Thyasira flexuosa*. Ce dernier est également une espèce associée à la biocénose des VTC, ainsi qu'à la biocénose des vases bathyales ou encore celle des fonds détritiques envasés en Méditerranée.

2.3.2. Comparaison avec les suivis antérieurs

Les tableaux ci-dessous listent les espèces dominantes en 2002 et 2004 (> 1 % de la densité totale).

On observe qu'il y a peu d'espèces communes aux matrices 2002 et 2002/2004 des espèces dominantes (en jaune dans les tableaux suivants) :

- *Galathowenia oculata*, *Sternaspis scutata*, et *Prionospio multibranchiata* étaient abondantes en 2002 et 2004 ;
- *Glycera rouxii* et *Nucula sulcata* représentaient chacune un peu plus de 1 % de la densité totale en 2004 et 2022 (et 0,7 % en 2002) ;
- *Prionospio elhersi* figure parmi les espèces dominantes en 2002 et 2022, alors qu'elle n'a été identifiée qu'aux stations I et J en 2004 (0,5 % de la densité totale).

Le polychète *Amphicteis midas* et le bivalve *Thyasira flexuosa*, qui contribuent chacun pour 13 et 9 % de la densité totale en 2022, n'avaient pas été identifiés jusqu'alors dans la zone d'étude.

La composition des peuplements diffère donc entre 2002/2004 et 2022. Toutefois, il y a très peu de connaissance sur les modifications des peuplements dans le temps en termes de composition spécifique et il n'est pas possible de relier ces changements à des paramètres environnementaux particuliers.

Tableau 32. Espèces dominantes en termes d'abondance en 2002 (Créocéan)

Taxons	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Moyenne (ind./m ²)	Moyenne (% densité totale)
<i>Galathowenia oculata</i>	0	80	200	490	340	300	140	320	50	0	192	11
<i>Levinsenia gracilis</i>	0	0	30	770	70	160	0	330	280	60	170	10
<i>Thyasira biplicata</i>	570	380	0	80	0	30	10	210	100	80	146	8
<i>Anobothrus gracilis</i>	10	50	240	150	30	270	30	590	30	0	140	8
<i>Mastobranthus trinchesi</i>	0	0	0	10	0	0	0	0	0	920	93	5
<i>Prionospio elhersi</i>	30	50	70	30	60	140	90	140	180	0	79	5
<i>Monticellina heterochaeta</i>	10	20	50	330	30	50	0	60	100	140	79	5
<i>Sternaspis scutata</i>	510	170	0	0	20	10	10	0	50	0	77	4
zone cf. setosa	40	50	50	180	60	0	0	50	20	20	47	3
<i>Hyalinoecia fauveli</i>	0	0	120	0	0	0	0	0	10	320	45	3
<i>Prionospio fallax</i>	0	0	10	170	0	0	0	70	90	20	36	2
<i>Némertien sp.1</i>	0	20	10	90	0	50	0	40	30	50	29	2
<i>Myrtea spinifera</i>	0	0	0	10	10	10	0	20	0	200	25	1
<i>Mugga warhbegi</i>	0	0	30	0	40	90	10	60	0	0	23	1
<i>Prionospio cf. multibranchiata</i>	10	0	0	20	20	50	0	70	40	20	23	1
<i>Haripinia dellavallei</i>	40	20	0	20	10	0	0	10	80	20	20	1
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	70	10	20	0	10	10	10	20	0	40	19	1

METROPOLE NICE COTE D'AZUR
ETAT INITIAL DU MILIEU MARIN DANS L'AIRE D'INFLUENCE DU REJET DE L'EFFLUENT – AVANT TRAVAUX

Tableau 33. Espèces dominantes en termes d'abondance en 2004 (Créocéan)

Taxons	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Moyenne (ind./m ²)	Moyenne (% densité totale)
<i>Anobothrus gracilis</i>	220	0	250	0	60	90	60	30	80	0	79	13
<i>Thyasira biplicata</i>	480	0	0	50	0	10	0	10	0	110	66	11
<i>Galathowenia oculata</i>	10	10	90	40	10		30	40	60	20	34	6
<i>Chaetozone cf. setosa</i>	20	30	10	40	0	0	0	160	10	0	27	4
<i>Sternaspis scutata</i>	110	70	10	50	0	0	0	0	30	0	27	4
<i>Paraprionospio pinnata</i>	0	0	0	0	0	50	20	100	30	60	26	4
<i>Prionospio fallax</i>	0	0	70	10	60	0	0	10	0	100	25	4
<i>Levinsenia gracilis</i>	0	0	0	20	0	20	10	40	120	30	24	4
<i>Monticellina heterochaeta</i>	0	0	10	0	20	0	0	30	20	100	18	3
<i>Némertien sp.1</i>	0	10	0	0	20	10	0	40	10	50	14	2
<i>Prionospio cf. multibranchiata</i>	0	0	0	10	0	10	0	80	0	20	12	2
<i>Scoletoma emandibulata mabiti</i>	0	10	10	20	0	0	10	30	30	0	11	2
<i>Spiophanes kroyeri reyshi</i>	10	0	0	0	20	0	10	20	40	0	10	2
<i>Haripinia dellavallei</i>	0	20	0	0	0	0	0	10	0	50	8	1
<i>Némertien sp.2</i>	0	0	0	0	10	0	0	10	10	50	8	1
<i>Glycera rouxii</i>	0	10	0	10	20	0	0	20	0	10	7	1
<i>Ninoe sp.</i>	0	0	0	30	0	30	0	10	0	0	7	1
<i>Hyalinoecia fauveli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	7	1
<i>Nucula sulcata</i>	0	0	0	0	10	40	0	10	10	0	7	1

Les planches suivantes présentent des photos de plusieurs espèces prélevées sur la zone d'étude en 2022.



Figure 46. Planche photo illustrative de plusieurs espèces identifiées en 2022

2.4. Synthèse

Sur l'ensemble de la zone d'étude, le peuplement benthique est moyennement riche en espèces, en abondance et en biomasse.

La station P, la moins profonde (54 m), est celle qui donne les meilleurs scores pour la plupart des indices. Cette observation est cohérente avec l'analyse granulométrique des sédiments, qui montre que cette station se distingue des autres avec une part plus importante de sables fins. Les stations sableuses sont généralement plus riches que celles qui contiennent plus de vase.

La station L présente les moins bons scores. Avec la station I, elles sont parmi les plus profondes mais également les moins diversifiées. Toutefois, ces stations sont aussi celles où une seule benne a été échantillonnée, ce qui peut influencer sur la richesse observée à ces stations.

Les indices de diversité et de polluosensibilité mettent en évidence un gradient ouest-est, avec des stations globalement en meilleur état à l'est du rejet qu'à l'ouest. Malgré de petites modifications de structure et de composition des peuplements au cours des années, ce gradient semble donc perdurer dans le temps, puisqu'il avait déjà été observé lors de précédents suivis sur la zone (2002, 2004 ; Créocéan).

Le rejet n'a pas d'influence sur les peuplements benthiques. Les stations les plus proches de l'émissaire (J et K) ont des peuplements riches en espèces, en abondance et en biomasse, et des indices de diversité et de polluosensibilité également bons. En revanche, la structure physique de l'émissaire pourrait jouer un rôle de récif artificiel, en attirant des espèces de substrat dur qui, sur le long terme, peuvent modifier la nature des sédiments aux alentours (débris coquillers notamment) et augmenter la diversification des fonds et des espèces.

3. Caractérisation de la masse d'eau

3.1. Profils des paramètres hydrologiques dans la colonne d'eau

Les paramètres hydrologiques ont été mesurés à l'aide d'une sonde multi paramètres RBR. Les profils obtenus sont illustrés ci-après pour les campagnes des 07/07/2022, 23/08/2022 et 13/09/2022. Lors de la campagne du 18/07/2022, la sonde ne s'est pas déclenchée et il n'a pas été possible de la réinitialiser à bord du navire.

3.1.1. Température

Lors des trois campagnes, les profils sont très similaires sur l'ensemble des stations, avec des températures de surface élevées, une thermocline marquée entre 10 et 20 m, et des températures faibles et constantes en profondeur, typiques des eaux méditerranéennes.

En juillet, les températures de surface sont comprises entre 26,1°C (station P) et 27,2 °C (station G). La température est stable dans les 10 premiers mètres de la colonne d'eau (26 °C en moyenne). Elle perd environ 5 °C entre 10 et 20 m, puis diminue progressivement pour atteindre des valeurs autour de 14 °C en profondeur.

La stratification de la colonne d'eau est similaire au mois d'août, avec des températures de surface comprises entre 26°C (station K) et 27°C (stations K, I, L, O et P). La température moyenne est de 26,6 °C entre la surface et 12 m, et diminue à 22 °C entre 12 et 21 m. Au fond, elle est de 14,4 °C.

Enfin en septembre, la thermocline est plus profonde, autour de 25 m, et les températures de surface ont un peu diminué, entre 25,1°C (stations N, O et P) et 25,3°C (stations J et L). La température moyenne décroît à 19,2 °C entre 25 et 35 m, puis se stabilise à 13,9 °C au-delà de 40 m.

METROPOLE NICE COTE D'AZUR
ETAT INITIAL DU MILIEU MARIN DANS L'AIRES D'INFLUENCE DU REJET DE L'EFFLUENT – AVANT TRAVAUX

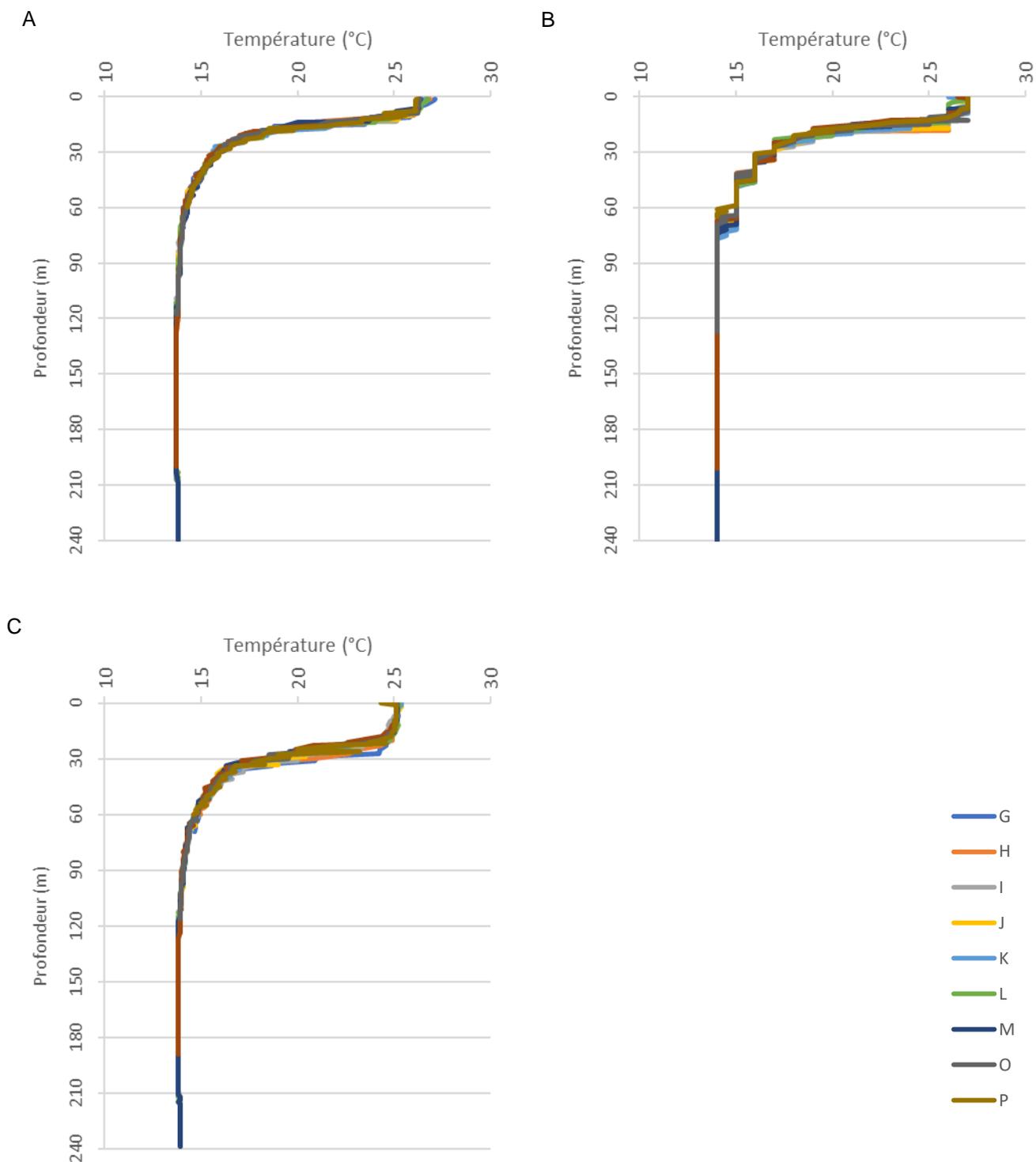


Figure 47 : Profils des températures mesurées les 07/07/2022 (A), 23/08/2022 (B) et 13/09/2022 (C) sur les 10 stations

3.1.2. Salinité

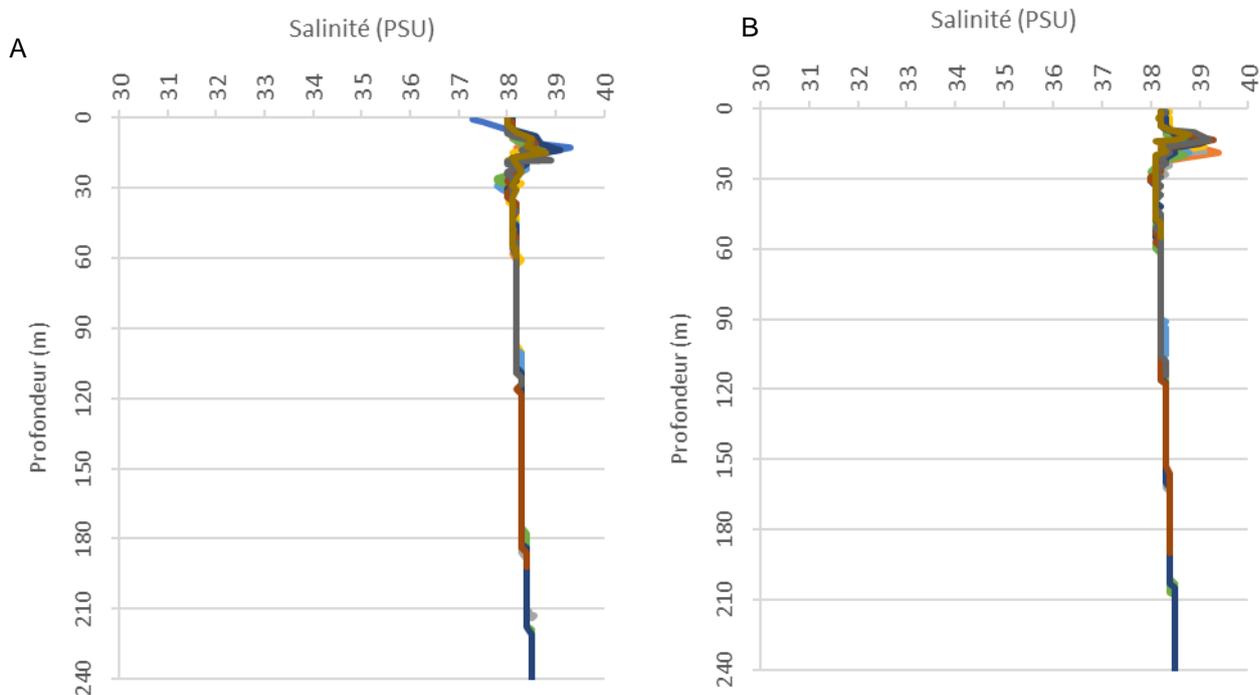
Les profils de salinité sont présentés dans les trois figures suivantes. Ils sont globalement similaires entre les stations et entre les campagnes, avec des valeurs légèrement plus faibles en surface et relativement stables le long de la colonne d'eau, malgré de faibles variations sur les 30 premiers mètres.

En juillet, les valeurs de salinité sont comprises entre 38 et 38,1 PSU⁶ en surface et atteignent 38,7 PSU en profondeur. Une légère sursalure est mesurée entre 10 et 20 m aux stations G, I, M, O et P.

En août, les valeurs sont comprises entre 38,2 et 38,4 PSU en surface. Des pics sont également observés entre 13 et 20 m (jusqu'à 39,4 PSU). Les teneurs atteignent 38,5 PSU au maximum vers les plus grandes profondeurs.

En septembre, la salinité de surface varie entre 37,7 et 37,8 PSU. Comme lors des autres campagnes, des variations sont observées, mais aux alentours de 20 à 40 m, avec un pic notable à la station G (39,8 PSU à 29 m). En profondeur, les valeurs de salinité atteignent au maximum 38,3 PSU à 220 m.

Ces teneurs sont dans la gamme normale des valeurs méditerranéennes, généralement comprises entre 37,5 PSU et 38,5 PSU.



⁶ En excluant la valeur de la station G, qui semble très basse et pourrait être liée au temps de latence nécessaire au déclenchement de la sonde

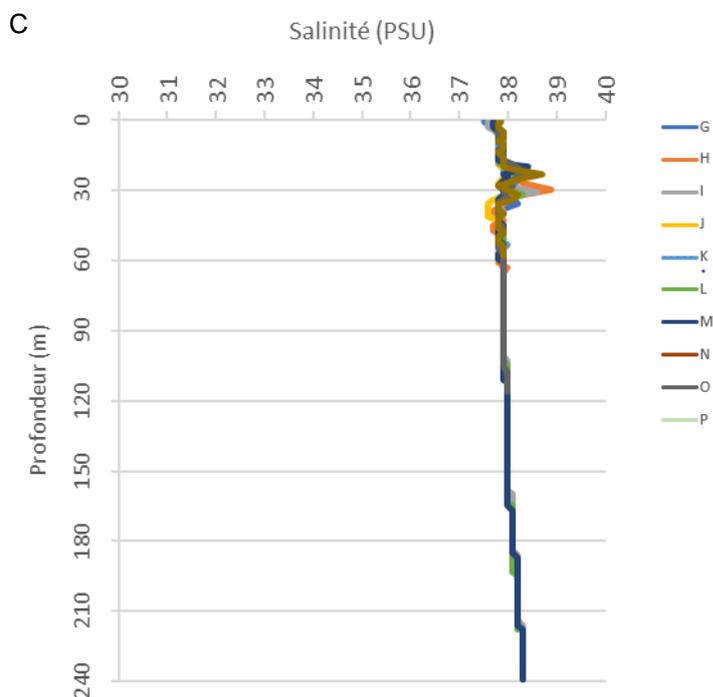


Figure 48 : Profils de salinité mesurés les 07/07/2022 (A), 23/08/2022 (B) et 13/09/2022 (C) sur les 10 stations

3.2. Bactériologie

Au cours de ce suivi, la présence d'*Escherichia coli* et d'entérocoques intestinaux a été recherchée dans l'eau sur l'ensemble des stations. Ces paramètres sont indicateurs d'une pollution fécale d'origine animale ou humaine. Ils peuvent être associés à des microbes (bactéries, virus ou parasites) dangereux pour la santé s'ils sont présents en trop grande concentration. Leurs concentrations sont comparées à des valeurs de références qui permettent de définir la qualité de l'eau. Pour *E.coli* et les entérocoques intestinaux, des seuils bactériologiques ont été définis au travers de la note d'information N° DGS/EA4/2014/166 du 23 mai 2014 (relative aux modalités de recensement, d'exercice du contrôle sanitaire et de classement des eaux de baignade pour chaque saison balnéaire à compter de l'année 2014) puis de l'instruction n°DGS/EA4/2020/111 du 2 juillet 2020.

Les résultats des analyses montrent une absence de contamination en *E.coli* ainsi qu'en entérocoques totaux pour la quasi-totalité des stations, avec des teneurs inférieures ou égales à la limite de quantification du laboratoire (15 UFC/100ml).

Seule la station H présente de fortes concentrations des deux paramètres en surface, lors de la première campagne menée le 07/07/2022. En effet, ces teneurs sont largement supérieures à celles de la DCE et présentent un danger dans le milieu⁷. Néanmoins, cette contamination semble ponctuelle dans le temps et dans l'espace, étant donné l'absence de contamination en profondeur, aux autres stations et lors des campagnes suivantes.

⁷ La qualité des eaux de baignade est considérée comme mauvaise si les concentrations dépassent 1 000 UFC/100 ml pour *E.coli* et 370 UFC/100 ml pour les entérocoques intestinaux.

Tableau 34 : Teneurs en Escherichia coli dans l'eau (UFC/100 ml)

		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
07/07/22	Surf.	<15	1104	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
	Fond	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
18/07/22	Surf.	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
	Fond	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
23/08/22	Surf.	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
	Fond	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
13/09/22	Surf.	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
	Fond	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15

Tableau 35 : Teneurs en Entérocoques intestinaux dans l'eau (UFC/100 ml)

		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
07/07/22	Surf.	<15	9043	<15	15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
	Fond	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
18/07/22	Surf.	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
	Fond	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
23/08/22	Surf.	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
	Fond	<15	<15	<15	<15	<15	15	<15	<15	<15	<15
13/09/22	Surf.	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
	Fond	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15

3.3. Matière organique et éléments nutritifs

3.3.1. Carbone organique total

La concentration en carbone organique total (COT) indique la teneur en composés organiques, sans indication sur leur nature.

Sur l'ensemble de la période et de la zone d'étude, les concentrations en COT sont inférieures à 5 mg/l et considérées comme faibles selon les seuils de quantifications de la DCE. En moyenne (toutes stations et profondeurs confondues), elles varient de $1,09 \pm 0,3$ (août 2022) à $3,2 \pm 1,4$ mg/l (septembre 2022). Lors de la campagne du 23/08/2022, les concentrations sont majoritairement proches de la limite de quantification du laboratoire (LQ) comme le montre la figure suivante.

Lors des trois premières campagnes, les mesures sont relativement homogènes entre la surface et le fond, à quelques exceptions près (G et J le 07/07/2022). En septembre, on observe des différences plus marquées aux stations I, J, K et M, proches du rejet.

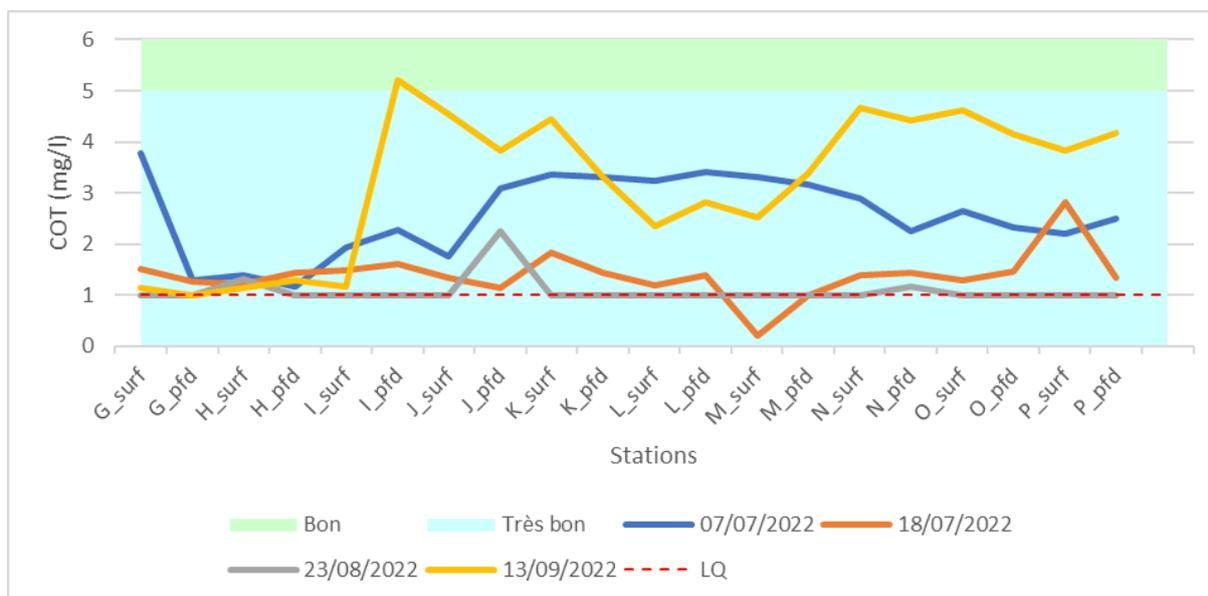


Figure 49 : Teneurs en carbone organique total dans l'eau

3.3.2. Matières en suspension (MES)

Les concentrations en matières en suspension sont données dans la figure suivante. Aucun seuil de référence n'existe pour ce paramètre.

Les teneurs sont variables dans le temps, néanmoins, une tendance à l'augmentation se distingue entre les deux premières campagnes de prélèvements (en juillet) et celles réalisées en août et en septembre. En juillet, peu de différences sont observables entre les prélèvements de surface et en profondeur. Les concentrations sont comprises entre 2 mg/l (G surface) et 7,2 mg/l (K surface) le 07/07/2022, et entre 4,5 mg/l (P surface) et 14 mg/l (H profondeur) le 18/07/2022.

En août, les concentrations sont plus contrastées entre les stations, et sont comprises entre 3,8 mg/l (I profondeur) et 14 mg/l (M surface).

Enfin, en septembre, une différence plus marquée se distingue entre les prélèvements de surface et ceux réalisés en profondeur, notamment pour les stations J, K, L, N et O où l'eau de surface est plus chargée en matière en suspension qu'en profondeur. Les concentrations sont comprises entre 4,9 mg/l (J profondeur) et 25 mg/l (H profondeur) et sont sensiblement supérieures à celles des autres campagnes de prélèvement.

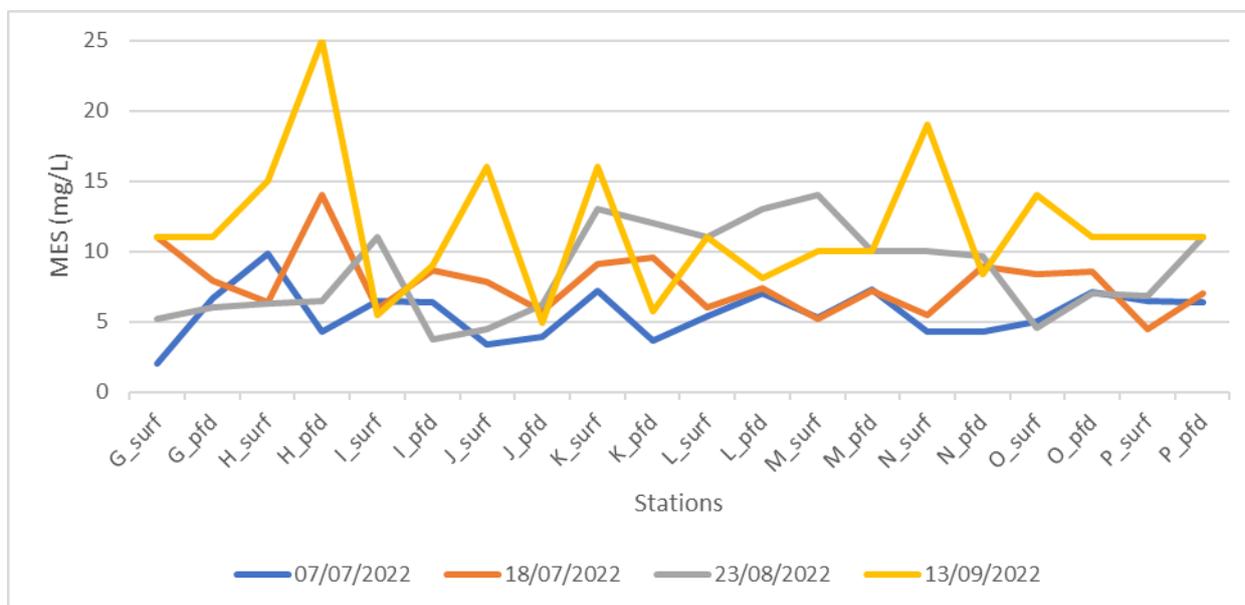


Figure 50 : Teneurs en matières en suspension dans l'eau

3.3.3. Azote Kjeldahl

L'azote Kjeldahl (NKJ) désigne la somme de l'azote ammoniacal et de l'azote organique et son origine est essentiellement anthropique.

Globalement, les teneurs mesurées sont toutes considérées comme très bonnes selon les seuils de la DCE, à l'exception de deux valeurs un peu plus importantes, mesurées en profondeur aux stations M et P lors de la campagne du 07/07/2022. Ces valeurs sont considérées comme bonnes et n'altèrent donc pas la qualité de l'eau.

La signature du rejet n'est pas visible à travers l'analyse de ce paramètre.

L'ensemble des teneurs aux autres stations sont très faibles, et proches voire pour la majorité égales à la limite de quantification du laboratoire (0,5 mg/l).

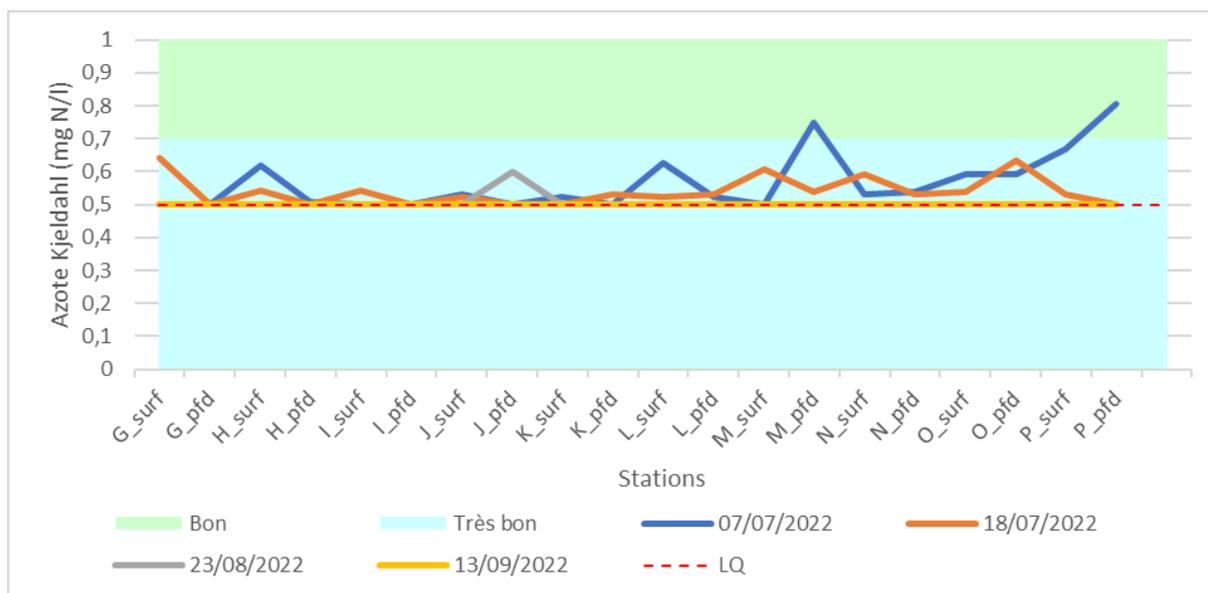


Figure 51 : Teneurs en azote Kjeldahl dans l'eau

3.3.4. Nutriments

3.3.4.1. Nitrites

L'azote ammoniacal se transforme en nitrites puis en nitrates dans l'eau. Chez les mammifères, la consommation d'eau chargée de nitrites perturbe la fixation de l'oxygène par l'hémoglobine du sang. Dans l'eau les nitrites sont toxiques pour les poissons surtout lorsque le pH de l'eau est inférieur à 7.

L'ensemble des teneurs en nitrites sont très faibles, voire inférieures aux limites de quantification du laboratoire (< 0,1 mg/l) pour les campagnes réalisées le 7 et 18 juillet 2022 ainsi que le 13 septembre 2022. L'ensemble des teneurs de la campagne du 23/08/2022 sont égales à 0,02 mg/l. Les teneurs sont considérées comme bonnes selon les seuils de la DCE, étant toutes inférieures à 0,3 mg/l.

Aucune signature du rejet n'est donc observable à travers le suivi des nitrites.

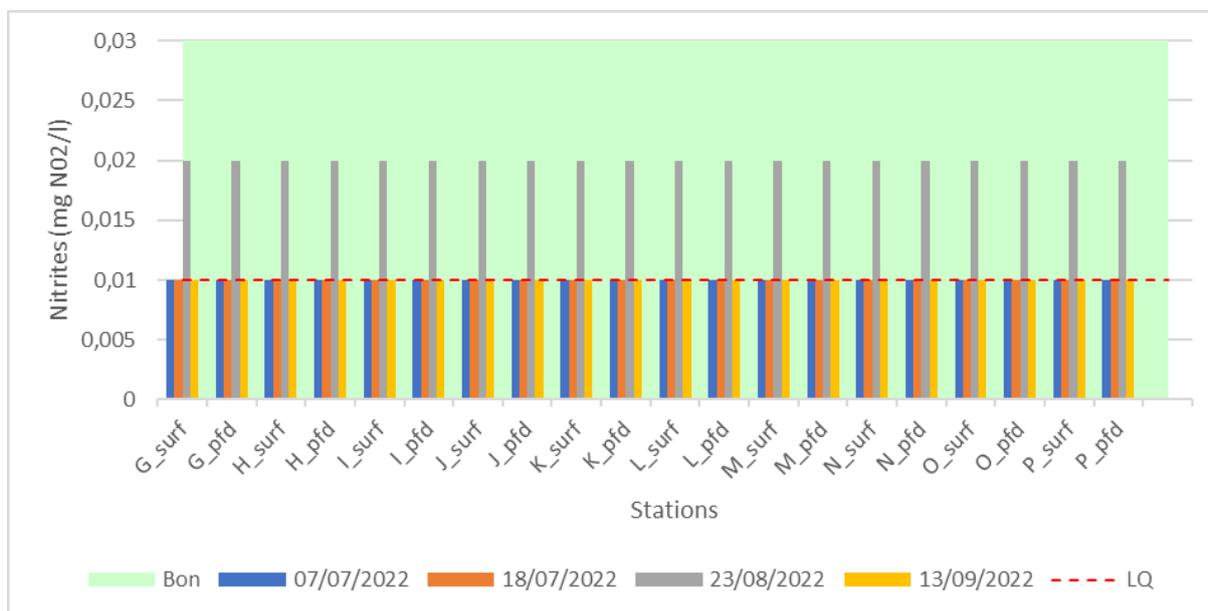


Figure 52 : Teneurs en nitrites dans l'eau

3.3.4.2. Nitrates

Les nitrates sont naturellement présents en faible quantité dans le milieu naturel, ils peuvent aussi être d'origine agricole en lien avec l'utilisation d'engrais azotés. Moins nocifs que les nitrites, ils peuvent contribuer au développement excessif des algues s'ils sont présents en trop grande concentration dans le milieu.

Les teneurs en nitrates sont variables dans le temps, et en fonction des stations, comme le montre la figure ci-dessous.

Les concentrations en nitrates sont toutes inférieures ou égales à la limite de quantification du laboratoire d'analyse (0,1 mg/l) lors de la première (07/07/2022) et de la quatrième campagne (13/09/2022).

Les valeurs de la deuxième campagne (18/07/2022) sont plus élevées, comprises entre 10,4 mg/l (K_pfd) et 101,0 mg/l (G_surf). Ces valeurs sont considérées comme bonnes selon les seuils de la DCE, à l'exception de G_surf, supérieure à 50 mg/l.

Pour la troisième campagne, les teneurs sont globalement similaires à celles obtenues lors de la première campagne, avec des teneurs très faibles et équivalentes à la limite de quantification, à l'exception de trois valeurs : en profondeur aux stations H (42,2 mg/l) et P (30,1 mg/l), considérées comme bonnes au regard des seuils de la DCE, ainsi que K en surface (56 mg/l, considérée comme inférieure à bonne).

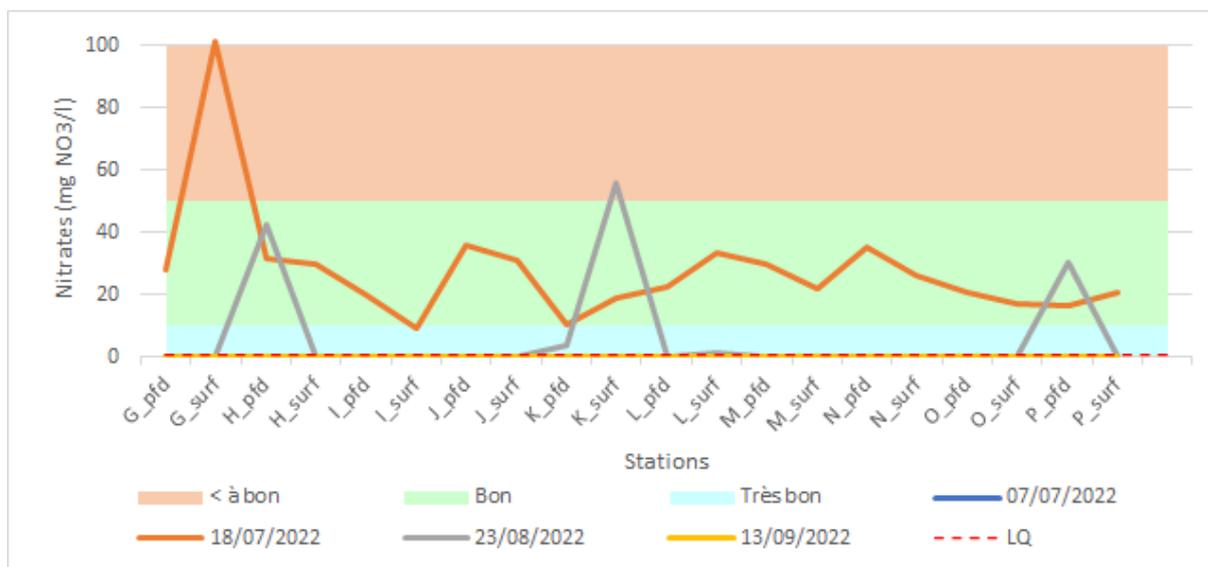


Figure 53 : Teneurs en nitrates dans l'eau

3.3.4.3. Orthophosphates

Les orthophosphates sont la forme la plus simple et la plus répandue du phosphore dans l'eau. Le phosphore est indispensable au développement des organismes vivants, mais s'il est présent en trop grande quantité, il constitue une pollution. L'essentiel du phosphore retrouvé dans les eaux provient des rejets urbains et des rejets agricoles. Comme les nitrites, présents en trop grande quantité, ils contribuent au développement excessif des algues.

Pour l'ensemble des campagnes de prélèvements, les teneurs en orthophosphates sont inférieures ou égales aux limites de quantification du laboratoire (0,02 mg/l), et peuvent donc être considérées comme en très faible quantité, et la qualité de l'eau peut donc être considérée comme très bonne (SEQ 2003) sur la durée totale du suivi, du point de vue de ce paramètre.

Tableau 36 : Teneurs en orthophosphates dans l'eau

		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
07/07/2022	Surf.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fond	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
18/07/2022	Surf.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fond	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
23/08/2022	Surf.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fond	<0,02	<0,02	0,022	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
13/09/2022	Surf.	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fond	0,022	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

3.4. Éléments métalliques

3.4.1. Chrome

Les teneurs en chrome sont données dans la figure suivante. Aucun seuil de référence n'existe pour cet élément métallique.

Globalement, les teneurs en chrome sont faibles, et proches de la limite de quantification du laboratoire d'analyse (1 µg/l). Lors de la deuxième campagne de suivi (18/07/2022), la station P en profondeur présente une teneur sensiblement plus élevée que les autres avec 2,36 µg/l, bien que pouvant être considérée comme faible.

Lors de la troisième campagne, réalisée le 23/08/2022, quelques teneurs plus élevées qu'aux autres campagnes se remarquent, avec notamment un pic à la station I en surface avec 4,99 µg/l.

Malgré l'absence de seuil, aucune signature du rejet n'est observable à travers le suivi du chrome dans la colonne d'eau.

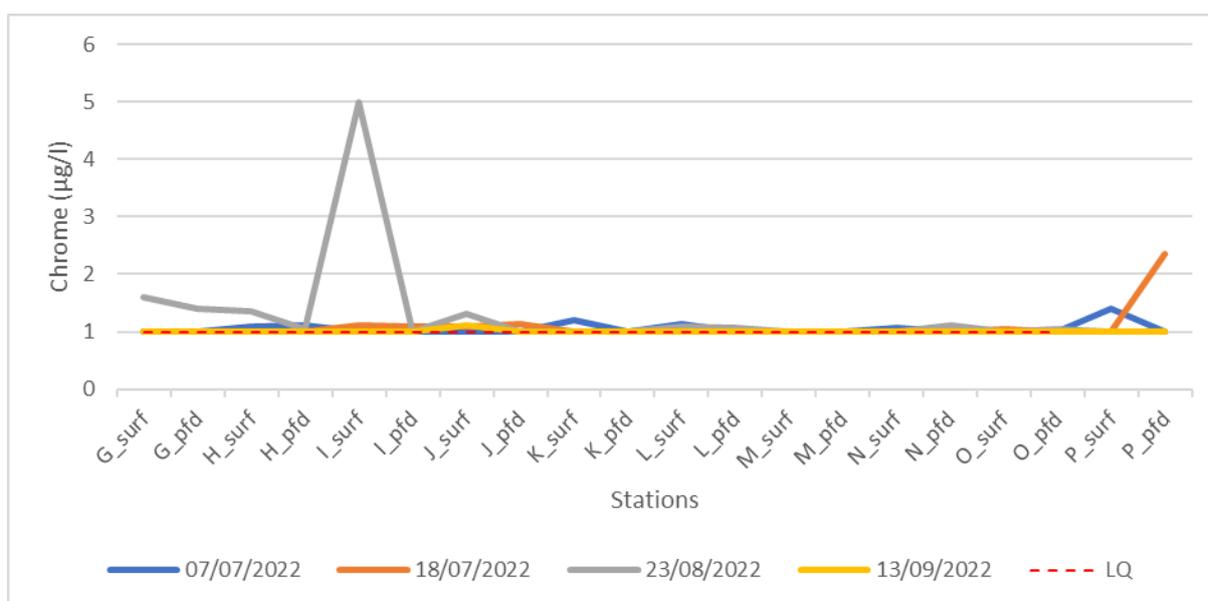


Figure 54 : Teneurs en chrome dans l'eau

3.4.2. Cuivre

Dans l'ensemble, les teneurs en cuivre sont faibles et proches de la limite de quantification du laboratoire (1 µg/l).

Lors de la deuxième campagne effectuée le 18/07/2022, trois pics se distinguent, dont notamment la station M en profondeur avec 1,81 µg/l, I en surface avec 5,59 µg/l et enfin H en profondeur avec 21,3 µg/l. Cette dernière valeur est supérieure au bruit de fond géochimique, valeur observée naturellement dans les océans. Néanmoins, ce pic semble ponctuel, n'ayant pas été retrouvé lors des campagnes suivantes.

Lors de la dernière campagne de prélèvement, quelques valeurs sont supérieures à la limite de quantification, tout en restant inférieures au bruit de fond géochimique. Seule la station O en surface se démarque par une concentration supérieure au bruit de fond.

Pour le cuivre, il n'existe pas de valeur de référence NQE dans la colonne d'eau. Aucune signature du rejet n'est observable à travers le suivi du cuivre dans la colonne d'eau.

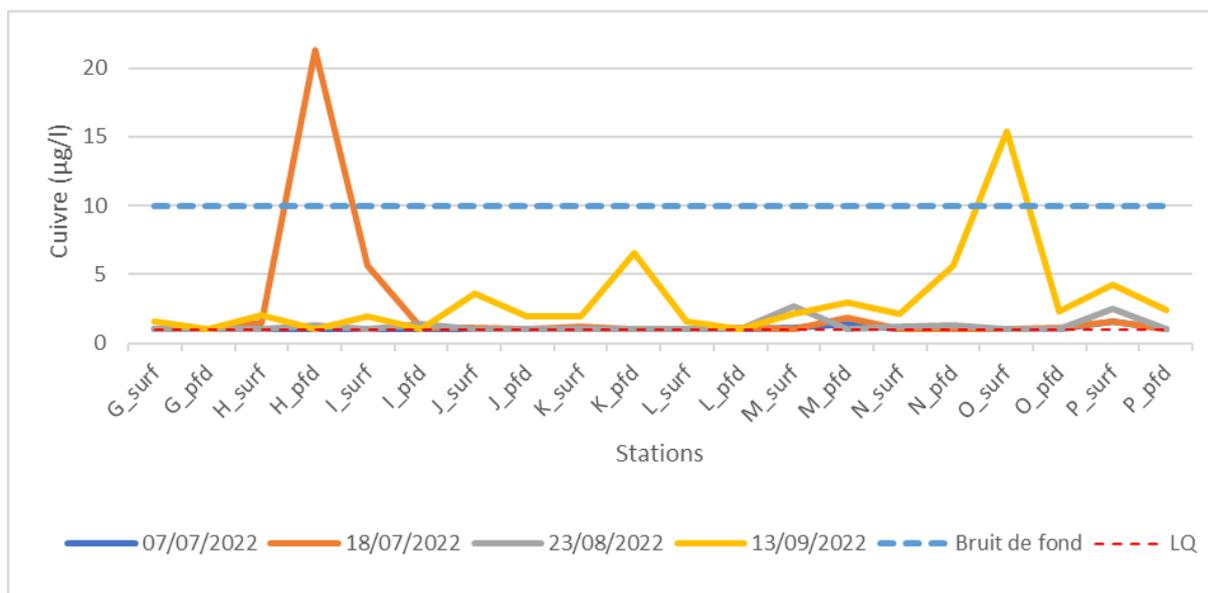


Figure 55 : Teneurs en cuivre dans l'eau

3.4.3. Mercure

Pour l'ensemble des campagnes de prélèvements, les teneurs en mercure sont inférieures ou égales aux limites de quantification du laboratoire (0,015 µg/l). La qualité de l'eau peut donc être considérée comme de bonne qualité, les teneurs étant toutes inférieures à la NQE-MA égale à 0,05 µg/l.

Le marquage du rejet n'est donc pas visible à travers l'analyse du mercure dans l'eau.

Tableau 37 : Teneurs en mercure dans l'eau (µg/l)

		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
07/07/2022	Surf.	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
	Fond	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
18/07/2022	Surf.	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
	Fond	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
23/08/2022	Surf.	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
	Fond	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
13/09/2022	Surf.	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
	Fond	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015

3.4.4. Zinc

L'ensemble des concentrations en zinc sont synthétisées sur la figure suivante.

De nombreuses variations entre les stations ainsi qu'entre les différentes campagnes de prélèvements sont observables.

Lors de la première campagne de prélèvements, effectuée le 07/07/2022, les concentrations sont comprises entre 4 µg/l (équivalent à la limite de quantification du laboratoire), et 33,9 µg/l à la station L en profondeur. À l'exception de cette dernière teneur, l'ensemble des autres concentrations se situent en dessous du bruit de fond géochimique (10 µg/l).

Le 18/07/2022, les concentrations en zinc sont plus importantes, et ce sur l'ensemble des stations suivies, toutes profondeurs confondues. En effet, les concentrations sont comprises entre 13,3 µg/l (station O en surface) et 42,7 µg/l (station M en profondeur). Toutes les valeurs sont supérieures au bruit de fond géochimique retrouvé naturellement dans les océans.

Lors de la troisième campagne de prélèvement en août, on peut voir que les teneurs sont de nouveau en-dessous de la valeur de bruit de fond, et sont globalement proches de celles retrouvées début juillet. Les concentrations sont comprises entre 4 µg/l (équivalente à la LQ) et 24,9 µg/l en I en profondeur.

Ces dernières observations sont similaires pour la dernière campagne, réalisée le 13/09/2022/ En effet, les concentrations sont comprises entre 4 µg/l (équivalente à la LQ) et 36,9 µg/l à la station O en surface. Hormis ce pic de concentration plus élevé que les autres, la majorité des concentrations mesurées lors de cette campagne sont en dessous du bruit de fond géochimique (< 10 µg/l) et ces pics de concentrations semblent ponctuels.

Ces variations ne montrent pas de tendance dans le temps, ni entre les stations. Aucun marquage du rejet ne peut être mis en évidence.

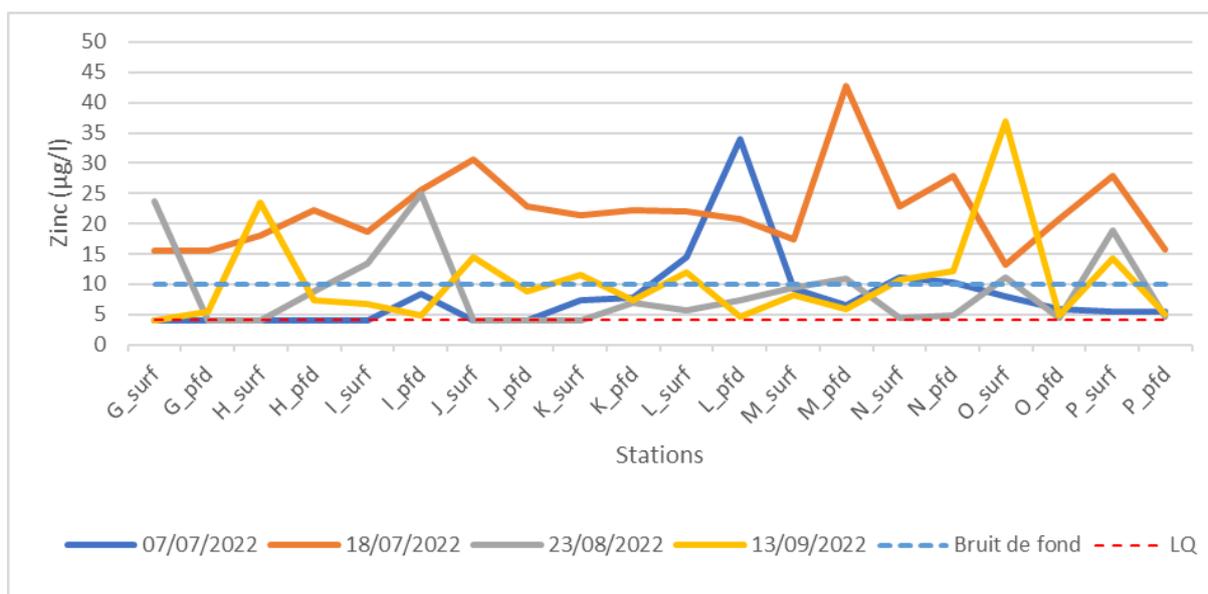


Figure 56 : Teneurs en zinc dans l'eau

3.5. Hydrocarbures Aromatiques Polycyclique (HAP)

Les teneurs en HAP sont données dans les tableaux suivants.

Pour l'ensemble des campagnes de prélèvements, les teneurs en HAP sont inférieures ou égales aux limites de quantification du laboratoire (0,005 µg/l) à l'exception du phénanthrène le 18/07/2022 qui présente des valeurs très faibles mais légèrement supérieures à la limite de quantification du laboratoire pour 4 stations. La qualité de l'eau peut donc être considérée comme de bonne qualité, au regard des concentrations en HAP.

Le marquage du rejet n'est donc pas visible à travers l'analyse des 16 HAP dans l'eau.

3.6. Synthèse

Les masses d'eaux au niveau des 10 stations peuvent être considérées comme de bonne qualité à travers les analyses réalisées.

Pour l'ensemble des 4 campagnes, les métaux et HAP montrent des concentrations faibles. Les quelques teneurs supérieures au bruit de fond géochimique sont ponctuelles, dans l'espace et dans le temps.

Les analyses bactériologiques mettent en évidence une contamination lors de la première campagne (07/07/2022) au niveau de la station H en surface avec des concentrations en *E.coli* et entérocoques totaux bien supérieures à la référence de qualité des eaux de baignade. Cette contamination était ponctuelle, de telles teneurs n'ont pas été retrouvées par la suite.

Des concentrations en nitrates supérieures au seuil du bon état de la DCE ont également été mesurées ponctuellement, à la station G (en surface, le 18/07/2022) et à la station K (en surface, le 23/08/2022).

4. Cartographie des biocénoses

4.1. Analyse bibliographique des biocénoses marines du littoral niçois

Le long du littoral niçois sont présents plusieurs habitats et espèces (Figure 57).

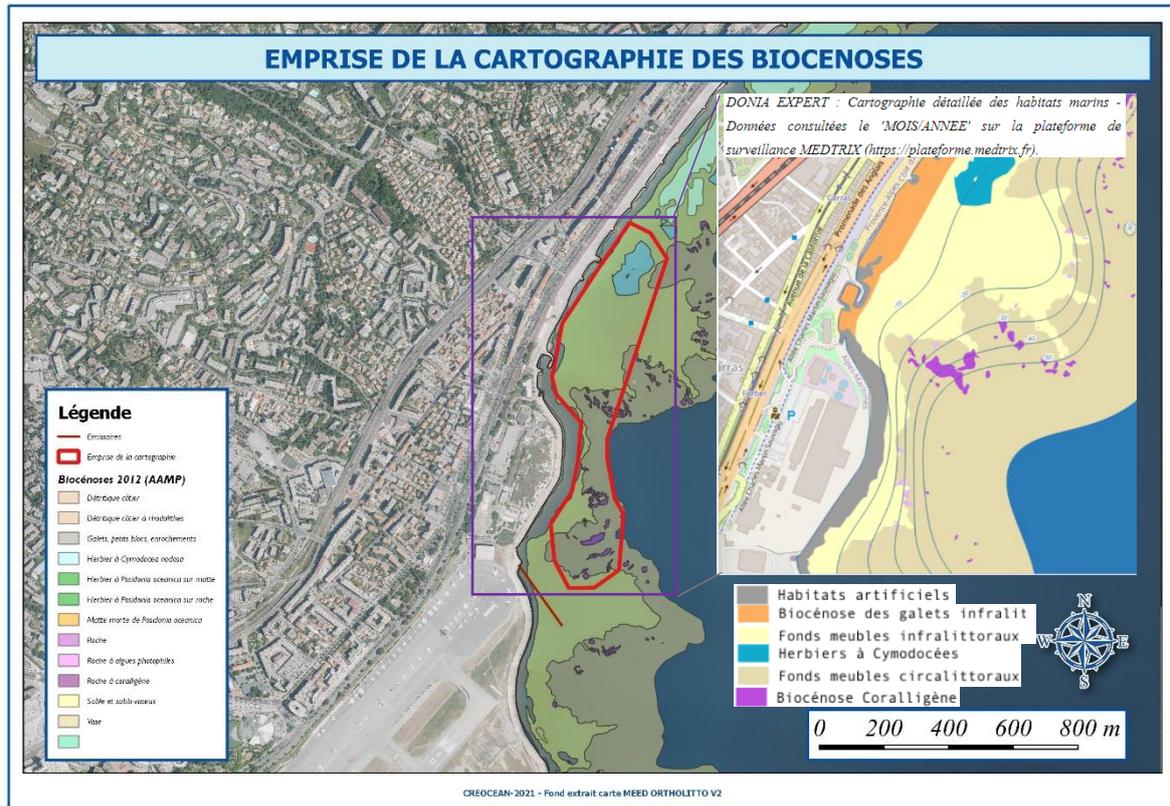


Figure 57 : Cartographie des biocénoses du littoral niçois (Medtrix, donia expert)

Les descriptions suivantes ont été établies grâce aux sites (<https://inpn.mnhn.fr/accueil/recherche-de-donnees/habitats>) et (<https://dcsmm.milieufrance.fr/Le-Plan-d-Action-pour-le-Milieu-Marin/Cycle-1-2012-2018/>).

4.1.1. Habitats artificiels

Ce sont blocs rocheux de digues de port, de protection et des épis de plage.



Creocean, 2022

4.1.2. Biocénose des galets infralittoraux

Cet habitat correspondant à l'habitat d'intérêt communautaire : 1110 - Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine

Intérêt pour la conservation

Présence d'espèces confinées dans ce type d'habitat, notamment d'une espèce endémique de poisson rarement signalée même si elle peut être abondante localement : *Gouania willdenowi* (petit porte écuelle).

Menaces potentielles

Les menaces résident surtout dans l'accumulation des débris susceptibles de bloquer le déplacement des galets et de colmater les interstices.

La pollution par des nappes d'hydrocarbures constitue une autre source de menaces.

Tendance évolutive

Habitat potentiellement très robuste. Toutefois très sensible à tous les apports de débris et particules fines, d'origine naturelle ou anthropique. L'extraction de galets utilisés dans la construction dans un but ornementale est un risque non négligeable, encore qu'il paraît être devenu rare actuellement (coût important).



4.1.3. Biocénose des fonds meubles de l'infralittoral

Elles abritent un certain nombre d'habitats élémentaires de l'habitat générique EU 1110 « Bacs de sables à faible couverture permanente d'eau marine » de la DHFF (92/43/CEE) : 1110-5 Sables fins de haut niveau (Méditerranée), 1110-6 Sables fins bien calibrés (Méditerranée), 1110-7 Sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fonds (Méditerranée), 1110-8 Sables grossiers et fins graviers brassés par les vagues (Méditerranée) et 1110-9 Galets infralittoraux (Méditerranée).

Leur état de conservation a été jugé « défavorable mauvais » dans le cadre de l'évaluation biogéographique (article 17) de la DHFF de **2006**, ce qui traduit un état actuel mauvais et des « perspectives futures » défavorables.

Les fonds meubles infralittoraux sont pris en compte dans le cadre de la convention de Barcelone, laquelle considère comme prioritaires, c'est-à-dire justifiant la création d'aires spécialement protégées, plusieurs associations et faciès de la biocénose des sables vaseux superficiels de mode calme, de la biocénose des sables grossiers et fins graviers brassés par les vagues et de la biocénose des sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond.

La première campagne du réseau de surveillance de la DCE en Méditerranée française a eu lieu en **2006**. En Languedoc Roussillon et PACA, elle concerne vingt-six stations de différents habitats des fonds meubles de l'infralittoral. Le degré d'équilibre des peuplements a été qualifié de « **moyen** » (**six stations**) à « **très bon** » (**treize stations**), en passant par « **bon** » (**sept stations**). Cette qualification correspond aux objectifs de la DCE (qualité des masses d'eau) qui diffèrent sensiblement des objectifs de conservation associés aux directives DHFF et DCSMM.



Creocean, 2022

4.1.4. Association à *Cymodocea nodosa* sur SFBC (Sable Fin Bien Calibré)

Intérêt pour la conservation

Comme certains autres herbiers de phanérogames marines, les herbiers à *Cymodocea nodosa* jouent un rôle fonctionnel primordial pour le recrutement et l'installation d'un grand nombre d'espèces, grâce à un enrichissement en matière organique du peuplement et à un rôle de support à une microflore et à une microfaune qui constituent une source alimentaire utilisable dans l'ensemble du réseau trophique local.

Menaces potentielles

Les herbiers sont sensibles à la pollution et au facteur de destruction que représentent l'ancrage des bateaux et les aménagements littoraux (ports, plages artificielles). Une ancre peut arracher une grosse quantité de rhizomes, ce qui peut représenter plusieurs années de croissance, mais aussi une zone où l'herbier sera fragilisé par les courants ou l'arrivée de nouvelles espèces exogènes (par exemple *Caulerpa taxifolia* ou *Caulerpa cylindracea*). Du fait de leur faible profondeur de colonisation, les herbiers à *C. nodosa* subissent également l'impact de l'implantation de systèmes de mouillages (corps-morts) illégaux. *Cymodocea nodosa*, est à même d'utiliser très rapidement les sels nutritifs (apport anormal de nutriments dans le milieu), qui sont souvent des facteurs limitants (ex : phosphore), pour leur propre croissance (Perez et al., 1991). L'habitat est donc directement soumis à l'activité anthropique sur le littoral : émission de pollutions, d'eaux turbides, aménagements, apport en nutriments. Il est aussi nécessaire de veiller à une bonne gestion de la pêche artisanale aux arts traînants qui s'y pratiquent.

Tendance évolutive

Zones soumises aux apports et à la sédimentation des particules fines provenant des cours d'eau ou des rejets anthropiques. L'hydrodynamisme n'est généralement pas assez fort pour empêcher cette sédimentation. Après régression, *Cymodocea nodosa* peut être remplacée par des espèces opportunistes telles que *Caulerpa prolifera*, réduisant de manière significative la faune associée aux herbiers et la prolifération du ver polychète *Capitella capitata*. Le principal problème est que bon nombre des fonctions et services rendus par les herbiers à *Cymodocea nodosa* (exportation de la production primaire vers d'autres écosystèmes, filtration de l'eau, etc.) ne peuvent être remplacés par les fonctions et services fournis par *C. prolifera* (OSPAR, 2010)



photo, Creocean 2022

4.1.5. Biocénose des fonds meubles du circalittoral

L'étage circalittoral s'étend depuis la limite inférieure de survie des phanérogames marines – ou des algues photophiles – jusqu'à la profondeur extrême compatible avec la végétation des algues les plus tolérantes aux faibles éclaircissements – c'est-à-dire des algues sciaphiles.

Il faut préciser que la présence d'algues n'est nullement obligatoire dans les divers biotopes circalittoraux. Sur les côtes françaises méditerranéennes, on peut considérer que cet étage se rencontre, sauf exceptions – delta du Rhône, par exemple –, entre 30–35 m de profondeur et le rebord du plateau continental (100–120 m).

Dans cet étage, la granulométrie du sédiment s'échelonne d'un sable coquillier plus ou moins colmaté par de la **vase jusqu'à une vase pure**, en fonction de la profondeur, de la topographie de la côte, de l'exposition de cette dernière aux vents dominants et aux courants ainsi qu'aux apports fluviaux.

En règle générale, les apports sédimentaires introduits par les fleuves côtiers, majoritairement fins en ce qui concerne l'étage circalittoral, se déposent suivant les charges apportées et l'hydrodynamisme prévalant à un endroit donné. La sédimentation vaseuse n'est donc pas corrélée directement avec la distance à la côte et la profondeur. **Cette sédimentation est maximale au droit de l'embouchure des fleuves côtiers** les plus importants, le Rhône en premier et d'autres, tels l'Orb et le Var.



Creocean, 2022

Dans son ensemble, cet étage est très exposé aux activités anthropiques. Parmi les plus importantes, il faut citer les **rejets des collecteurs d'eaux usées des agglomérations** de toutes tailles. Ces rejets sont effectués soit sans traitement – ce qui est de plus en plus rare –, soit avec un traitement plus ou moins poussé.

L'état de conservation des habitats de cet étage n'a pas été évalué dans le cadre de l'évaluation biogéographique DHFF, car les fonds meubles circalittoraux ne sont pas pris en compte par cette directive. Ils le sont dans le cadre de la convention de Barcelone, dans laquelle, notamment, au sein de la DC, l'association à *Laminaria rodriguezii* et le faciès à grands bryozoaires sont considérés comme prioritaires.

4.1.6. Biocénose coralligène

Nous ne détaillerons pas cet habitat ici puisque, nous le verrons par la suite, les substrats durs du littoral de Nice ne sont pas coralligènes mais plutôt apparentés à la biocénose de la roche du large.

4.1.7. Biocénose de la roche du large

Le peuplement visible de la biocénose de la roche du large est dominé par les éponges. Ces dernières sont accompagnées principalement par des anthozoaires, des bryozoaires, les hydraires et des brachiopodes. L'hydrodynamisme important au niveau de la rupture de pente va influencer la composition faunistique de cette biocénose (Pérès et Picard, 1964).

La biocénose de la roche du large est une zone de transition entre plusieurs étages. Le cortège d'espèces qui la caractérise peut donc contenir des espèces des biocénoses supérieures (comme celle du coralligène) et des espèces des biocénoses inférieures (comme celle des roches bathyales).

Intérêt pour la conservation

Cette biocénose abrite de manière permanente ou temporaire des espèces d'intérêt commercial, telles que le sébaste chèvre (*Helicolenus dactylopterus*), des langoustes (*Palinurus elephas* et *Palinurus mauritanicus*) et des bancs profonds de corail rouge (*Corallium rubrum*) (Fourt et Goujard, 2012). Les antipathaires, comme *Antipathella supinata* appartenant au cortège d'espèces caractéristiques de cette biocénose, ont une valeur patrimoniale pour le grand public et sont structurellement essentiels, mais ils sont également potentiellement une ressource pour les bijoutiers. Une véritable étude biocénétique reste à entreprendre pour préciser les informations sur cette biocénose.

Menaces potentielles

Le chalutage est potentiellement destructif de cette biocénose lorsqu'elle se trouve en îlot entourée de fonds meubles. Au niveau des falaises, les palangres et filets abandonnés induisent pendant de longues années des dégâts mécaniques aux organismes dressés. L'envasement est également une menace pesant sur la biocénose de la roche du large comme pour les autres biocénoses de l'étage circalittoral (Bellan-Santini et al., 1994). La pollution chimique et biologique des eaux pourrait également affecter la biocénose comme en attestent les nécroses observées parfois sur certains gorgonaires (Fourt et al., 2016).



Creocean, 2022

4.2. Biocénoses de la zone de projet

4.2.1. La cartographie géophysique

4.2.1.1. Bathymétrie

Les systèmes et les méthodes mises en œuvre assurent une précision de mesure de : Verticale : +/- 4 cm Horizontale : +/- 2 cm. Après fusion et traitement des données, un modèle numérique de terrain approché issu du levé par interférométrie avec une résolution de 50cm x 50cm est généré en considérant la moyenne des sondes dans chacune des mailles. Ce modèle numérique de terrain permet d'établir des isobathes sur la zone d'étude ainsi que l'extraction de sondes régulières dans la zone. Ces informations sont utiles pour la planification et l'organisation des levés géophysiques par caméra liée à la détermination de la position d'éventuels herbiers (figure ci-dessous).

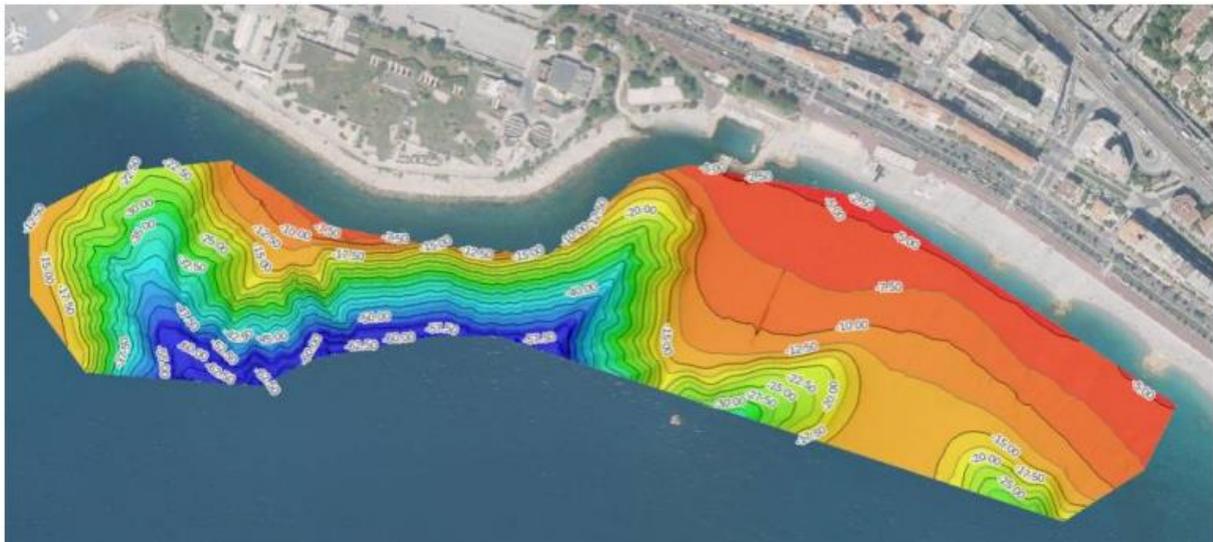


Figure 58 : Isobathes et sondes sur MNT de la zone d'étude de Nice

4.2.1.2. Sonar latéral

Après fusion et traitement des données, une mosaïque sonar avec une résolution de 50 cm x 50 cm est générée. Cette image met en évidence les substrats qui répondent de manière homogène aux ondes acoustiques (figure ci-dessous).



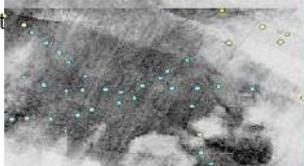
Dénomination	Description	Imagerie	Vérité terrain
Substrat dur (poudingue/galets/graviers)	Une texture sombre et un relief particulier.		
Substrat sédimentaire (sable, vase....)	Texture homogène et clair sans relief particulier		
Cymodocée	Texture caractéristique sombre et marquée en rhizomes		
Caulerpa (espèce non identifiée)	A l'aide des vérités terrain on remarque quelques points de Caulerpa en limite et extérieur de la zone. Algue verte éclatant à la caméra		

Figure 59 : Mosaïque sonar latéral de la zone d'étude de Nice et explications et illustration des zones

4.2.2. Carte des biocénoses de la zone d'étude de la STEP de Nice

L'ensemble de ces investigations en mer a permis de réaliser la carte des biocénoses de la Figure 60.

La zone cartographiée dans le cadre de cette étude est mise en avant avec des couleurs foncées, les données existantes provenant de Medtrix sont en transparence.

Cette cartographie indique des zones coralligènes violettes qui n'ont pas lieu d'être en effet nos vérités terrain ont montré que les substrats rocheux de la zone étaient composés de poudingue faiblement colonisé qui ne peuvent pas s'apparenter à du coralligène. De plus la distinction qui a été faite entre les biocénoses des fonds meubles de l'infra littoral et du circa littoral ne semble pas se baser uniquement sur la bathymétrie. Nos relevés sonar et bathymétrique n'ont pas permis de distinguer ces deux biocénoses et déterminer ces deux biocénoses uniquement avec la bathymétrie n'est pas satisfaisant puisque la littérature indique une limite inférieure variant de -10 à -30 mètres de profondeur selon la turbidité. Nous avons préféré indiquer biocénoses des fonds meubles de l'infra littoral pour toute la zone d'étude cartographiée.

Au niveau de la digue (partie centrale de la zone) il est difficile de mettre une limite entre pied de digue (dur) et pente (sable) en l'absence de données bathymétriques précises qui nous aurait permis de trouver la limite de blocs. De plus on observe des coulées (graviers, blocs, poudingues) qui partent du haut de la pente que nous avons cartographiés en biocénose des galets infra littoraux (orange).

La description suivante des habitats/biocénoses/espèces est faite dans l'ordre bathymétrique croissante de leur observation dans la zone d'étude.

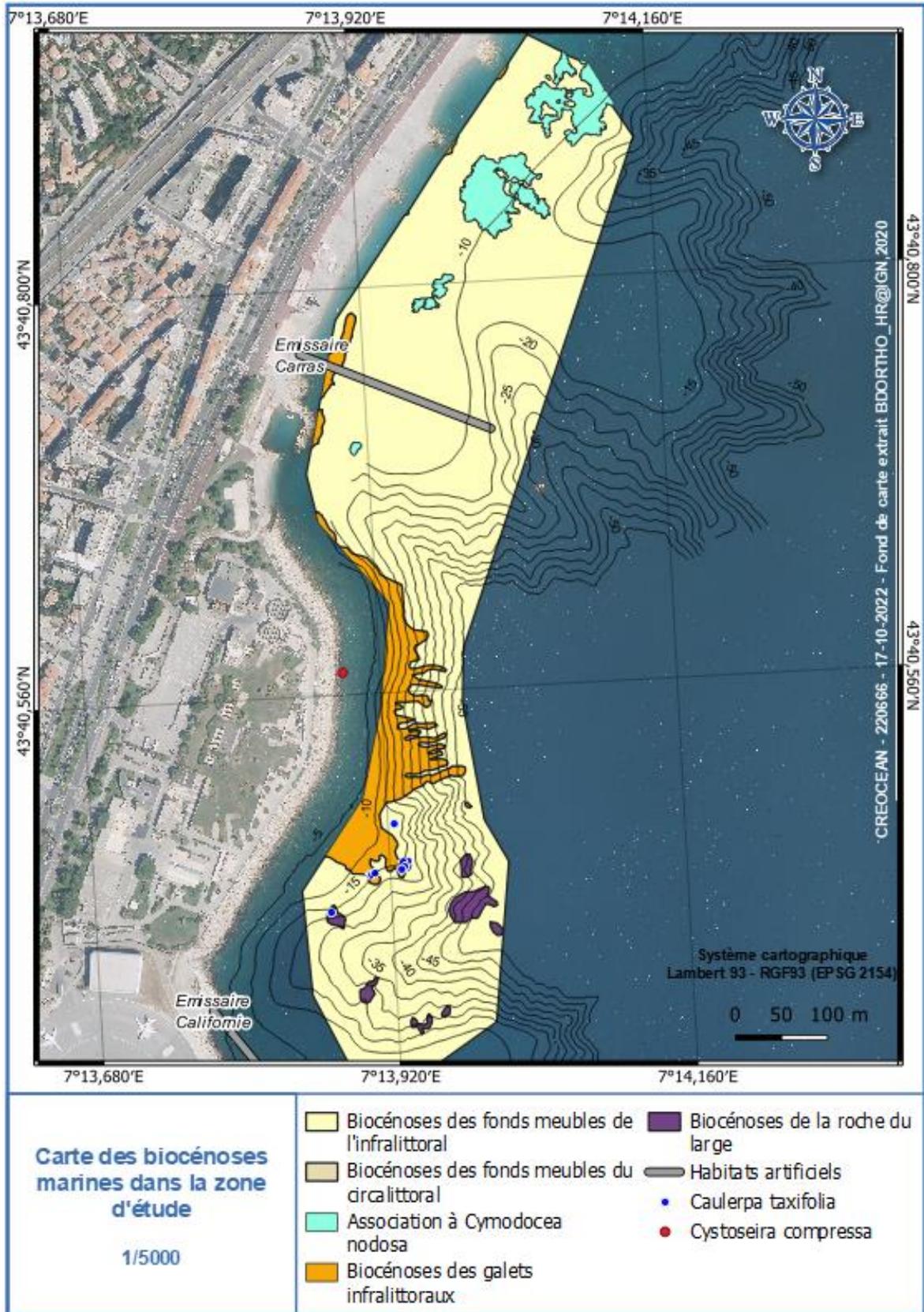
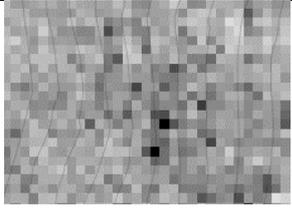


Figure 60 : Carte des biocénoses de la zone d'étude de la STEP de Nice

4.2.3. Les habitats artificiels

4.2.3.1. Digue de la STEP

Données octobre 2022 (Creocean)

Description géophysique	Imagerie : sonar	Vérité terrain caméra
Substrat dur (bloc) une texture sombre et un relief important		
Vérité terrain plongeur		
		

Description géophysique	Imagerie : orthophoto	Vérité terrain caméra
Blocs de digue et épis		

Vérité terrain plongeur de la digue de la STEP

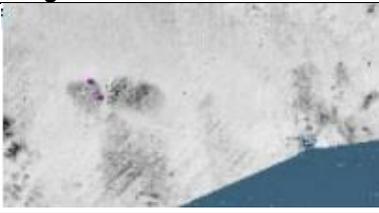


4.2.3.2. Emissaires

Description géophysique	Imagerie : sonar	Vérité terrain caméra
Substrat dur (émissaire Carras) une texture sombre et un relief linéaire		
Vérité terrain ROV		
<p data-bbox="209 533 373 555">04/10/2022 10:39</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <div data-bbox="236 1111 480 1205"> <p>Ground Speed: 0.6 m/s Camera Tilt: 45 ° Heading: 239 deg Roll: -0.5 deg Lights 1 level: 0 °</p> </div> <div data-bbox="639 1111 906 1205"> <p>Pitch: -3.0 deg Depth: -10.6 m Pilot Gain: 50 ° Heading to Home: --,-- deg Time: 10:39:27</p> </div> <div data-bbox="1054 1126 1331 1205"> <p>Distance to CGS: --,-- m Date: 04/10/2022 Latitude: 43.5757133 Longitude: 7.2631233</p> </div> </div>		

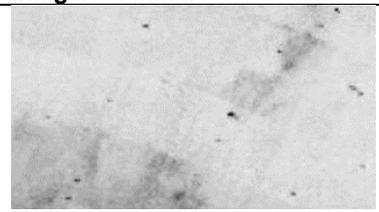
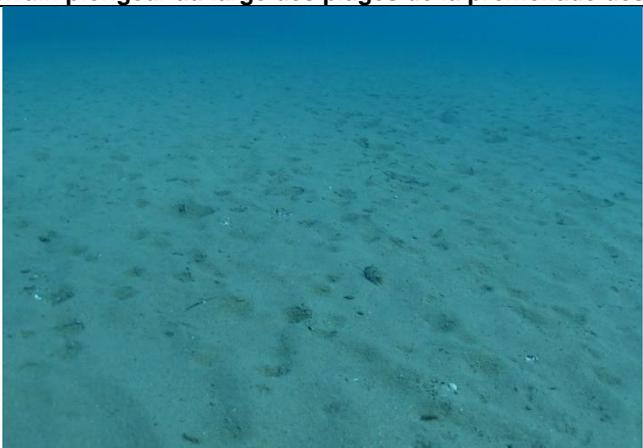
4.2.4. Biocénose des galets infralittoraux

Données octobre 2022 (Creocean)

Description géophysique	Imagerie : sonar	Vérité terrain caméra
Galets et graviers : une texture sombre et un relief grumeleux du fait des galets		
Vérité terrain plongeur au large des plages de la promenade des anglais		
		

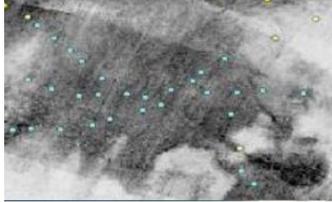
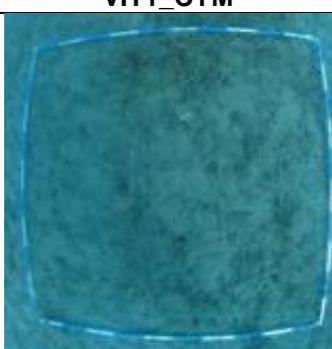
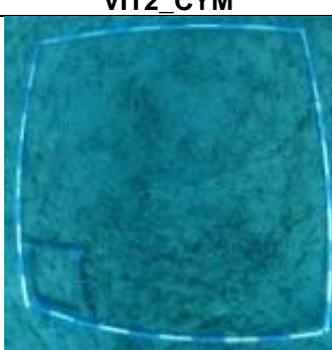
4.2.5. Biocénose des fonds meubles de l'infralittoral

Données octobre 2022 (Creocean)

Description géophysique	Imagerie : sonar	Vérité terrain caméra
Substrat sédimentaire (sable, vase....) : une texture homogène et claire sans relief particulier		
Vérité terrain plongeur au large des plages de la promenade des anglais		
		

4.2.6. Association à *Cymodocea nodosa* sur SFBC (Sable Fin Bien Calibré)

Données octobre 2022 (Creocean)

Description géophysique	Imagerie : sonar	Vérité terrain caméra
Cymodocée : Texture caractéristique sombre et marquée en rhizomes		
Vérité terrain plongeur au large des plages de la promenade des anglais		
		
VIT1_CYM		
		
VIT2_CYM		
		

Ils s'étendent entre -7 et - 15 m de profondeur, ils couvrent une surface (en bleu clair sur la carte suivante) de 9 134 m² (Figure 61).

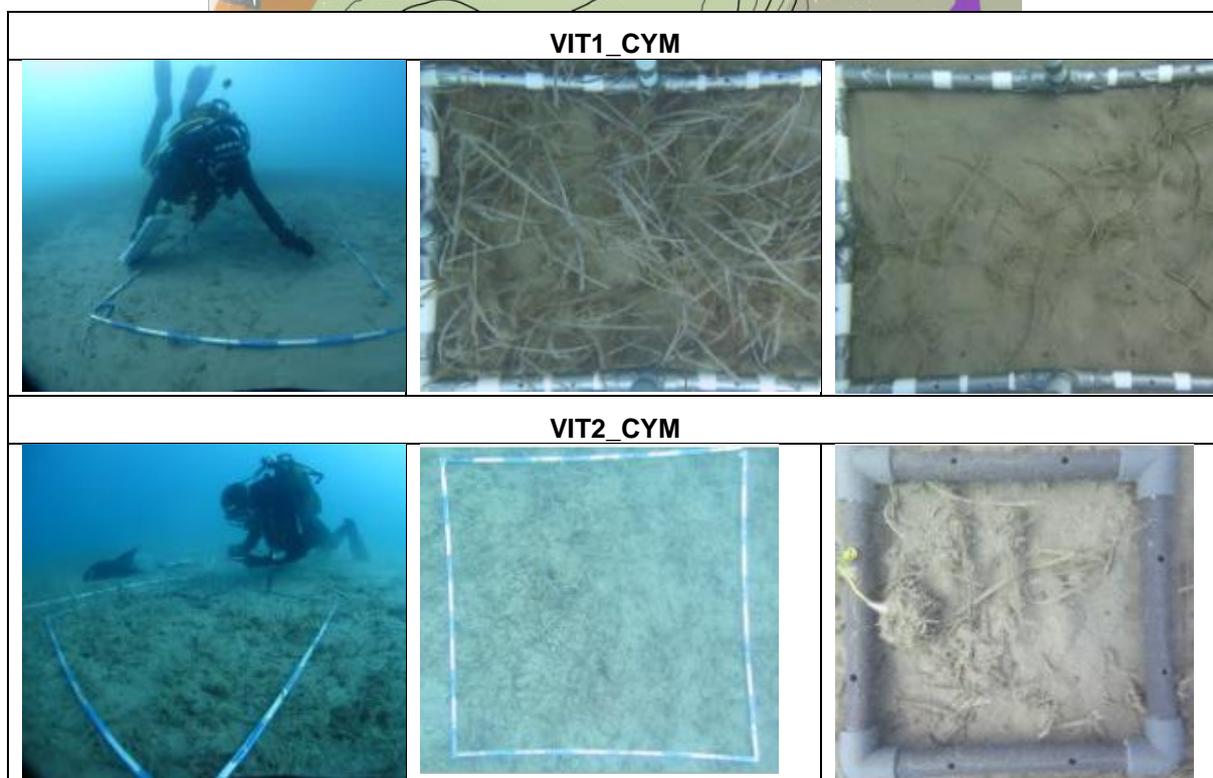
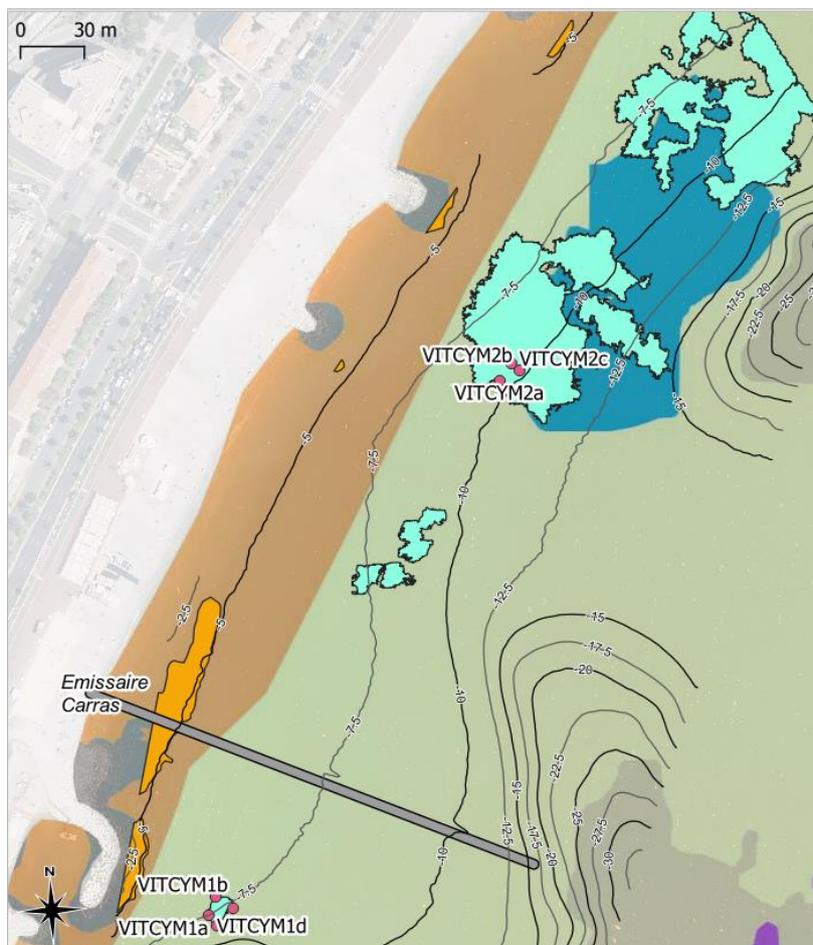


Figure 61 : Localisation des herbiers *Cymodocea nodosa* dans la zone d'étude (bleu clair) et comparaison avec la cartographie Medtrix (bleu foncé) et illustrations photographiques (Creocean, 2022)

4.2.7. Cystoseire : *Cystoseira compressa*

L'analyse bibliographique avait révélé la présence de *Cystoseira compressa* sur la digue de la STEP au printemps 2022 (Blanfuné A. & Thibaut T. 2022. Relevé CARLIT -Masse d'eau FRDC09b) comme le montre la carte de la Figure 62, en bas à gauche où des patches (traits violets) ont été signalés par les auteurs.

Nos vérités terrain en octobre 2022 n'ont permis de retrouver qu'une seule touffe de *Cystoseira compressa* (point violet = Coordonnées N 43,676220/ E 7,231498) sur la digue malgré nos recherches méticuleuses entre les points reportés en rouge sur la carte ci-dessous à gauche. En effet cette espèce rencontre son maximum de développement avant l'été. Ensuite, le broutage et l'exposition au soleil réduisent les surfaces à leurs plus stricts minimums, comme le montre la Figure 62 (cercles rouges, taille inférieure à 5 cm).



Figure 62 : Localisation de *Cystoseira compressa* sur la digue de la STEP et photographies d'illustration prises par plongeur (Creocean, 2022)

4.2.8. *Caulerpa taxifolia*

Nos vérités terrain en octobre 2022 n'ont permis de retrouver que quelques touffes de *Caulerpa taxifolia* (points bleus sur la carte de la Figure 63 malgré nos recherches sur toute la zone d'étude. En effet cette espèce rencontre son maximum de développement pendant l'été et ces dernières années une régression des surfaces a été observée. Il ne reste donc que quelques feuilles (cercle rouge taille inférieure à 5 cm) sur la Figure 63.

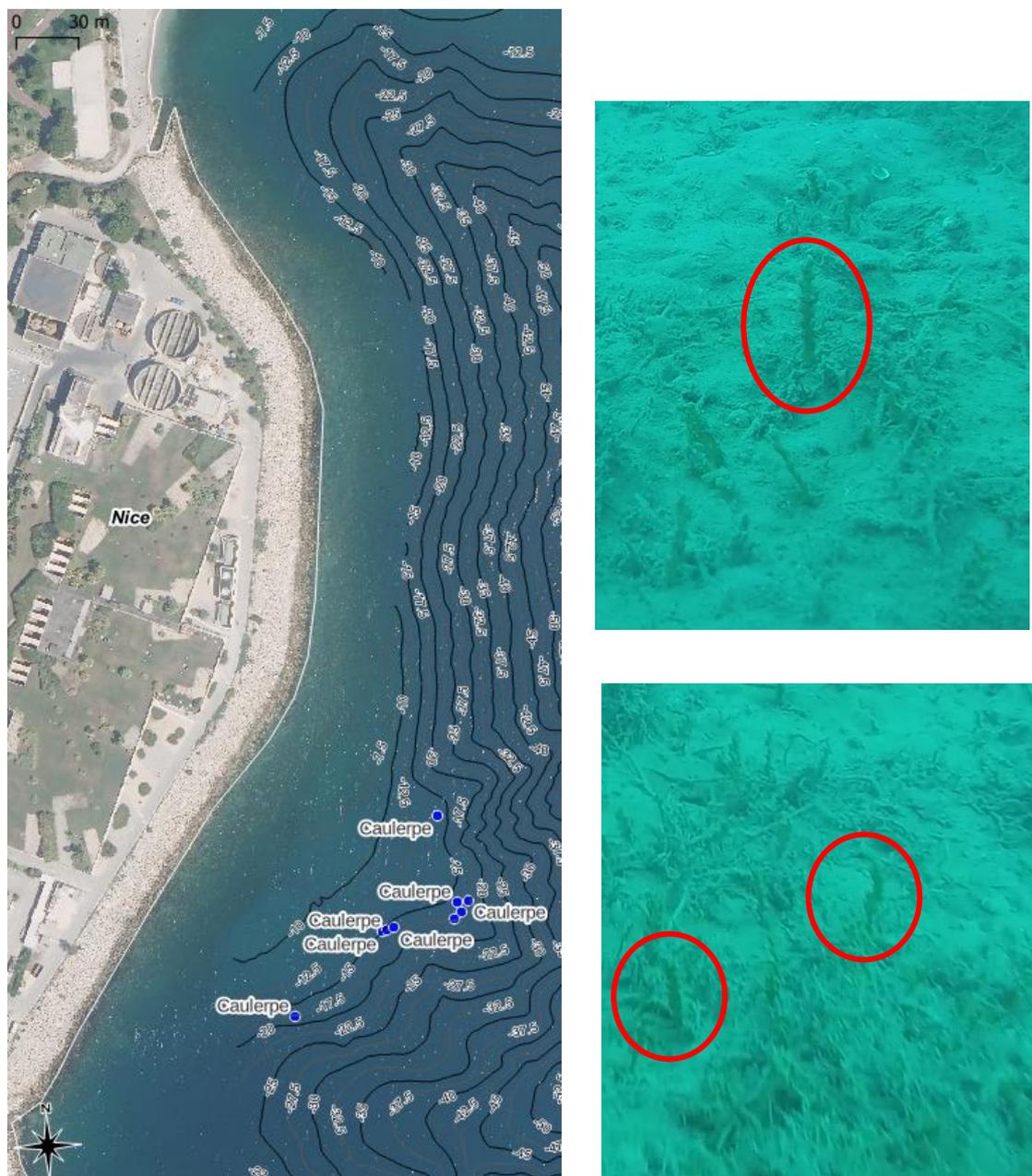


Figure 63 : Localisation de *Caulerpa taxifolia* sur la zone d'étude et photographies d'illustration prises avec la caméra tractée (Creocean, 2022)

4.2.9. Peuplement ichthyologique

A l'occasion des vérités terrain, y compris l'inspection des émissaires, plusieurs espèces de poissons ont été observées mais seules deux (mérrou dans la digue de la STEP et un thon lors des inspections des émissaires mais non pris en photo ou vidéo) sont classées de la liste d'espèces protégées (décret et arrêté) ou patrimoniales (annexe Berne ou Barcelone) suivante.



Sar à museau pointu



Saupé



Sérioles



Sériole

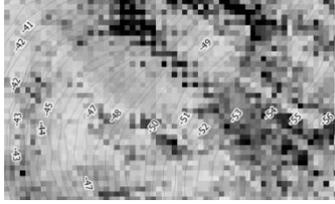
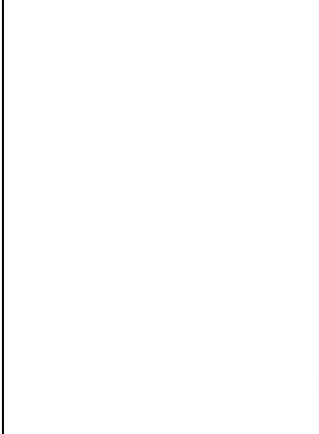
Figure 64 : Illustrations des peuplements ichthyologiques observés (Creocean, 2022)

METROPOLE NICE COTE D'AZUR
ETAT INITIAL DU MILIEU MARIN DANS L'AIRE D'INFLUENCE DU REJET DE L'EFFLUENT – AVANT TRAVAUX

groupe	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Arrêté 19 juillet 1988	Décret 20 septembre 1989	Annexe I BERNE	Annexe II BERNE	Annexe II Barcelone	Annexe III Barcelone	Alghero	Plan d'action pour la Méditerranée	Annexe IV DH	Photo
Poissons	Esturgeon	<i>Acipenser Huso huso (Med.)</i>				X						
	Esturgeon	<i>Acipenser naccarii Bonaparte, 1836</i>					X					
	Esturgeon	<i>Acipenser sturio Linnaeus, 1758</i>					X					
		<i>Aphanius fasciatus (Med.)</i>				X						
		<i>Aphanius iberus (Med.)</i>				X						
	Hippocampe à museau	<i>Hippocampus hippocampus (Med.)</i>				X	X					
	Hippocampe mouche	<i>Hippocampus ramulosus (Med.) = H. guttulatus</i>				X	X					
		<i>Lethenteron zanandrai (Med.)</i>				X						
		<i>Mobula mobular (Bonnaterre, 1788)</i>						X				
	Gobie de Canestri	<i>Pomatoschistus canestrinii (Med.)</i>				X						
		<i>Pomatoschistus tortanesei (Med.)</i>				X						
		<i>Cetorhinus maximus (Med.)</i>				X						
	Alose	<i>Alasa alasa alasa (Linnaeus, 1758)</i>						X				
	Alose	<i>Alasa alasa (Linnaeus, 1758)</i>						X				
	Alose	<i>Alasa fallax fallax Lacepède, 1900</i>						X				
	Alose	<i>Alasa fallax rhodanensis (Roule, 1924)</i>						X				
	Alose	<i>Alasa fallax (Lacepède, 1803)</i>						X				
	Anguille	<i>Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758)</i>						X				
	Mérou brun	<i>Epinephelus marginatus (Lowe, 1834)</i>						X				
	Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus Linnaeus, 1758</i>						X				
Corb	<i>Sciaena umbra Linnaeus, 1758</i>						X					
Thon rouge	<i>Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758)</i>						X					
Ombrine	<i>Umbrina cirrosa (Linnaeus, 1758)</i>						X					
Espadon	<i>Xiphias gladius Linnaeus, 1758</i>						X					
Raie	Raie blanche	<i>Rostroraja alba (Lacepède, 1803)</i>						X				
	Ange de mer	<i>Squatina squatina (Linnaeus, 1758)</i>						X				

4.2.10. Biocénose de la roche du large

Données octobre 2022 (Creocean)

Description géophysique	Imagerie : sonar	Vérité terrain caméra
Substrat dur (poudingue) une texture sombre et un relief caractéristique des galets et roche		
Vérité terrain caméra avec un spiropgraphe		
		

4.2.11. Synthèse

La carte des biocénoses de la zone de projet montre 4 biocénoses/habitat :

- **Habitats artificiels** de 0 m au niveau des digues à -38m au large de l'émissaire de Californie. Ils ne présentent **aucune espèce protégée** au sens de la loi française, mais une espèce citée dans une convention internationale (Amendement protocole Barcelone: Annexe II) : ***Cystoseira compressa***, au niveau de la digue de la STEP,
- **Galets infralittoraux** de 0 m devant les plages de Carras à -58m au large de la digue de la STEP. Ils ne présentent ne présentent **aucune espèce protégée, mais une espèce envahissante** : ***Caulerpa taxifolia*** sur -15/-17m au large de la digue de la STEP,
- **Fonds meubles de l'infralittoral** de -2,5 devant les plages de Carras à 70m au large de la digue de la STEP. Ils présentent une **espèce protégée** : ***Cymodocea nodosa*** de -7m à -15m au large des plages de Carras qui couvre une surface de 9 134 m², **et une espèce envahissante** : ***Caulerpa taxifolia*** sur -17m au large de la digue de la STEP qui couvre seulement quelques mètres carrés,
- Roche du large de -15 à -67m au large de la digue de la STEP. Elle peut présenter **une espèce protégée** : **oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*)** qui n'a pas été observée dans la zone de projet, ce qui ne veut pas dire qu'il est absent, car il a été observé sur l'émissaire de l'aéroport.

5. Suivi d'espèces particulières (Cymodocées)

5.1. Vitalité des herbiers de cymodocées

Les graphiques suivants donnent les résultats de la vitalité à Nice et les comparent à une autre station en mer ouverte à Cannes mesurée en septembre 2022 mais pour une profondeur différente. Cette station a été mesurée dans le cadre d'une autre étude réalisée mais non diffusée au public par Créocéan avant des travaux sur le port.

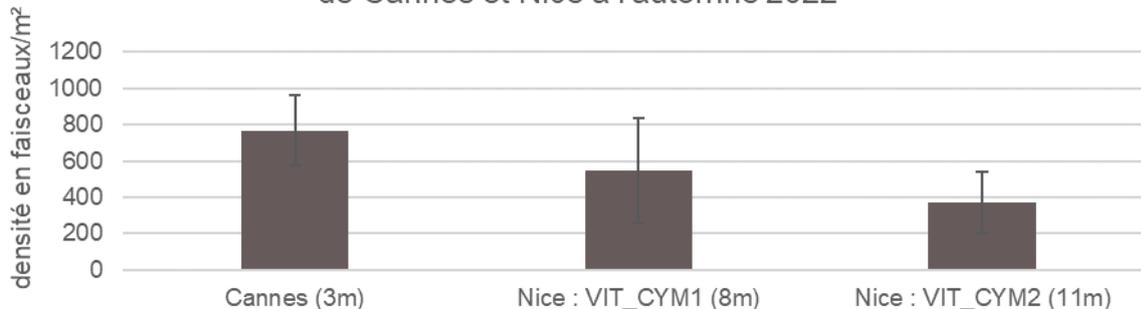
Il existe des données à Menton (Tableau 38) acquises en septembre 2021 par Semantic qui permettent une comparaison des données de Nice

Les seules autres valeurs disponibles sont des valeurs dans la lagune du Brusco (Var) et de l'étang d'Urbino (Corse) donc un contexte bien différent. Elles ne sont présentées ici qu'à titre informatif. A ce sujet les comptages effectués au Brusco confirment la variation des densités au cours de l'année : faible en hiver et forte en été.

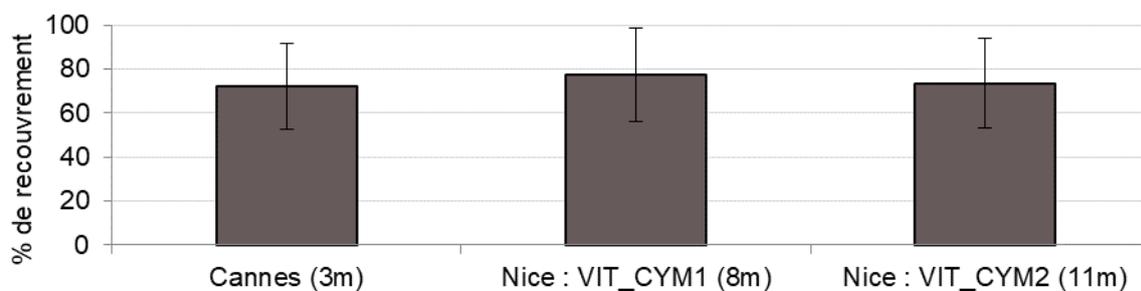
Cette estimation de la vitalité met en évidence :

- **des densités de 500 et 300 faiscs./m², plus faibles que celles réalisées à moindre profondeur, ce qui est normal ;**
- **un recouvrement d'un peu plus de 70%, qui semble normal. Il est à chaque fois maximal au centre de la tâche et diminue vers les limites ;**
- **la longueur des feuilles voisine de celle mesurée par Semantic à Menton ;**
- **un déchaussement absent et un enfouissement de 2 à 6 cm selon les quadrats ;**
- **un degré d'épiphytes sur les feuilles important.**

Densité de l'herbier de Cymodocées pour 3 stations sur les villes de Cannes et Nice à l'automne 2022



Recouvrement (%) de Cymodocées pour 3 stations sur les villes de Cannes et Nice à l'automne 2022



Hauteur moyenne des feuilles pour 3 stations sur les villes de Cannes et Nice à l'automne 2022

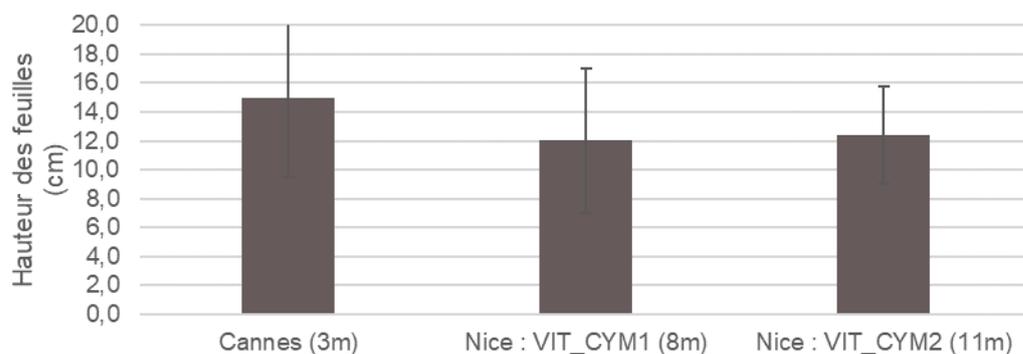


Illustration de l'enfouissement :



Etat naturel en VIT1_CYM



Rhizome visible après avoir enlevé 2 cm de sable

Figure 65 : Vitalité de l'herbier de cymodocées à Nice et Cannes

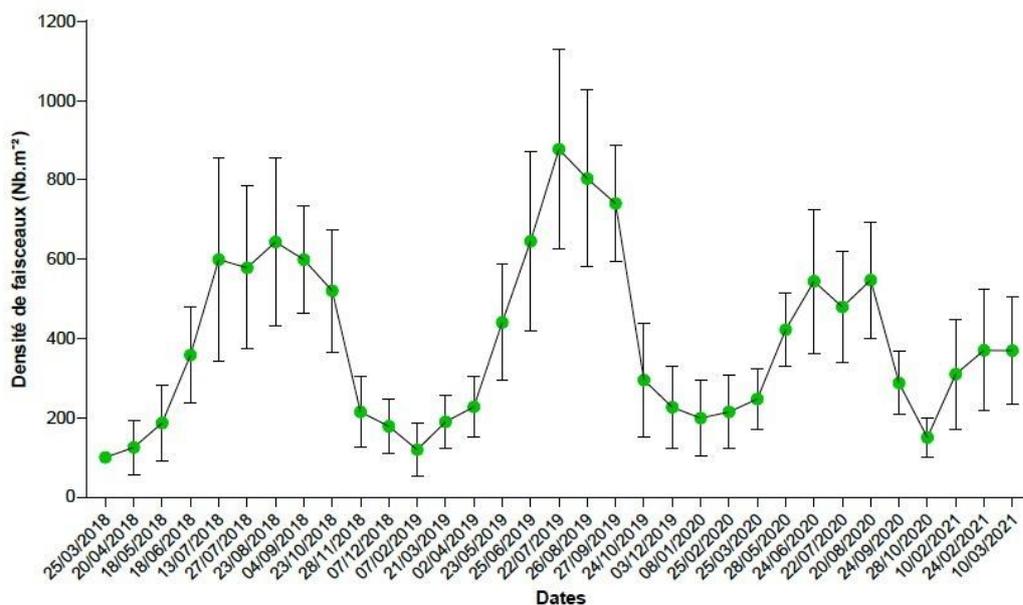


Figure 66 : Vitalité de l'herbier de cymodocées au Brusç (Var) (IOPR)

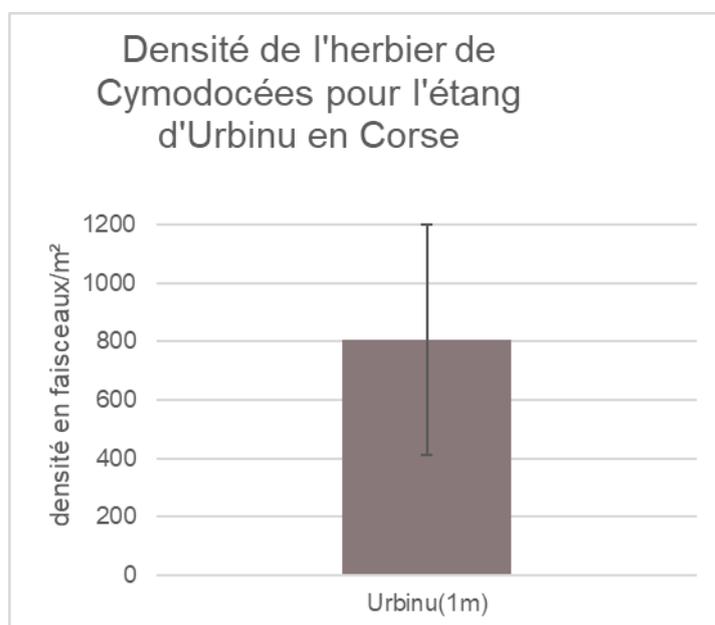


Figure 67 : Vitalité de l'herbier de cymodocées à Urbinu (Corse) en août 2022 (Stareso)

Tableau 38 : Vitalité de l'herbier de cymodocées à Menton (06) (Semantic)

Stations	S1	S2	S3	S4	S5
Densité (faisc./m²)	178±11	322±236	196±57	222±56	196±74
Longueur (cm)	15,5±3.4	14,3±2.8	14,7±4.4	16,7±2.1	11,9±2.9
Profondeur (m)	6	6.5	4.7	6.8	5
Epiphytes	+	++	++	+	+
Broutage	-	-	-	-	-

5.2. Microcartographie de deux limites des herbiers de cymodocées

Les résultats sont donnés dans les figures suivantes. En VIT1_CYM le centre de l'herbier n'a pas été photographié. Il est possible de voir une densification des faisceaux en allant vers le centre de l'herbier et la forme en étoiles au niveau des limites.

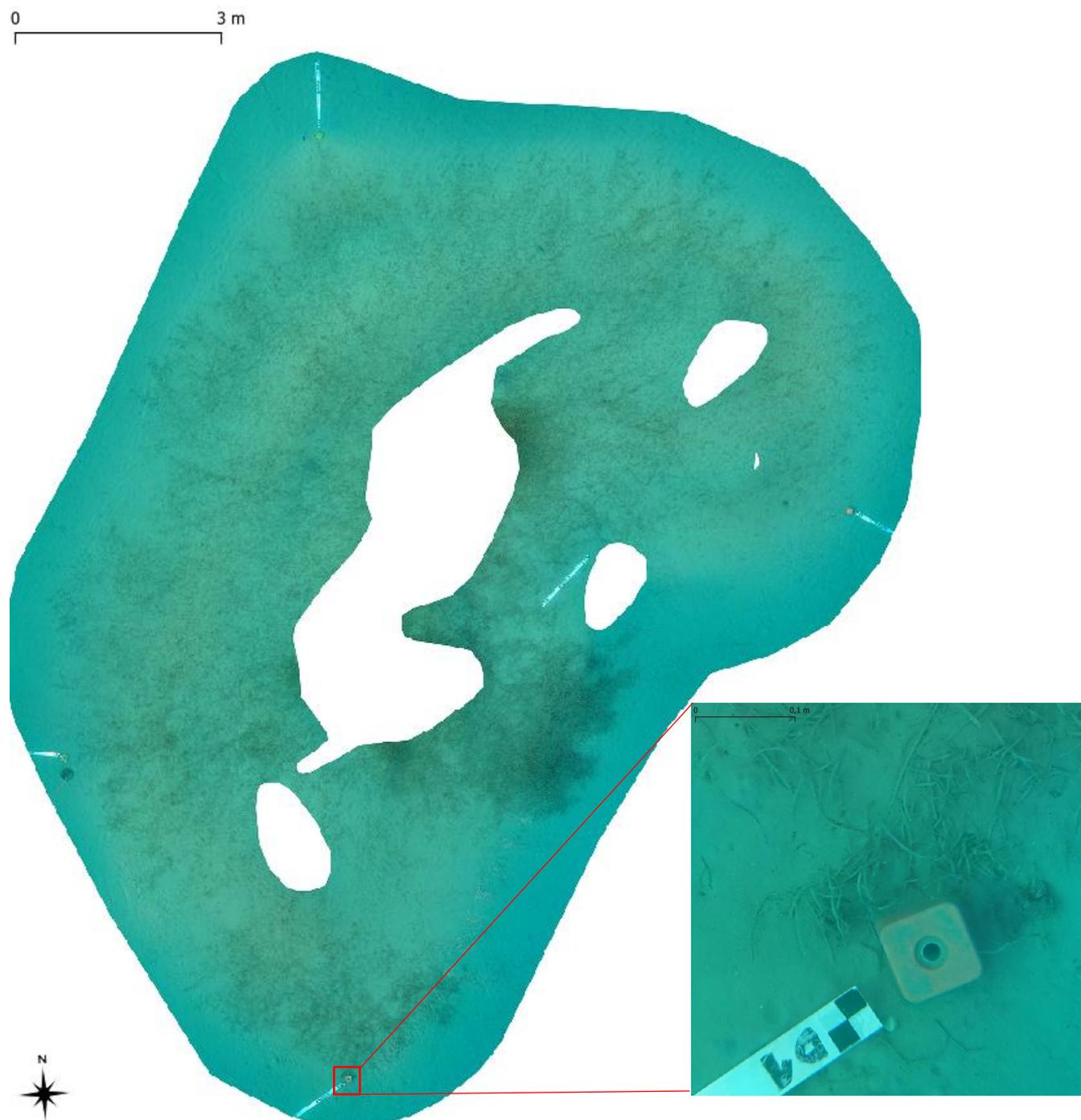


Figure 68 : Microcartographie de l'herbier de cymodocées à la station VIT1_CYM

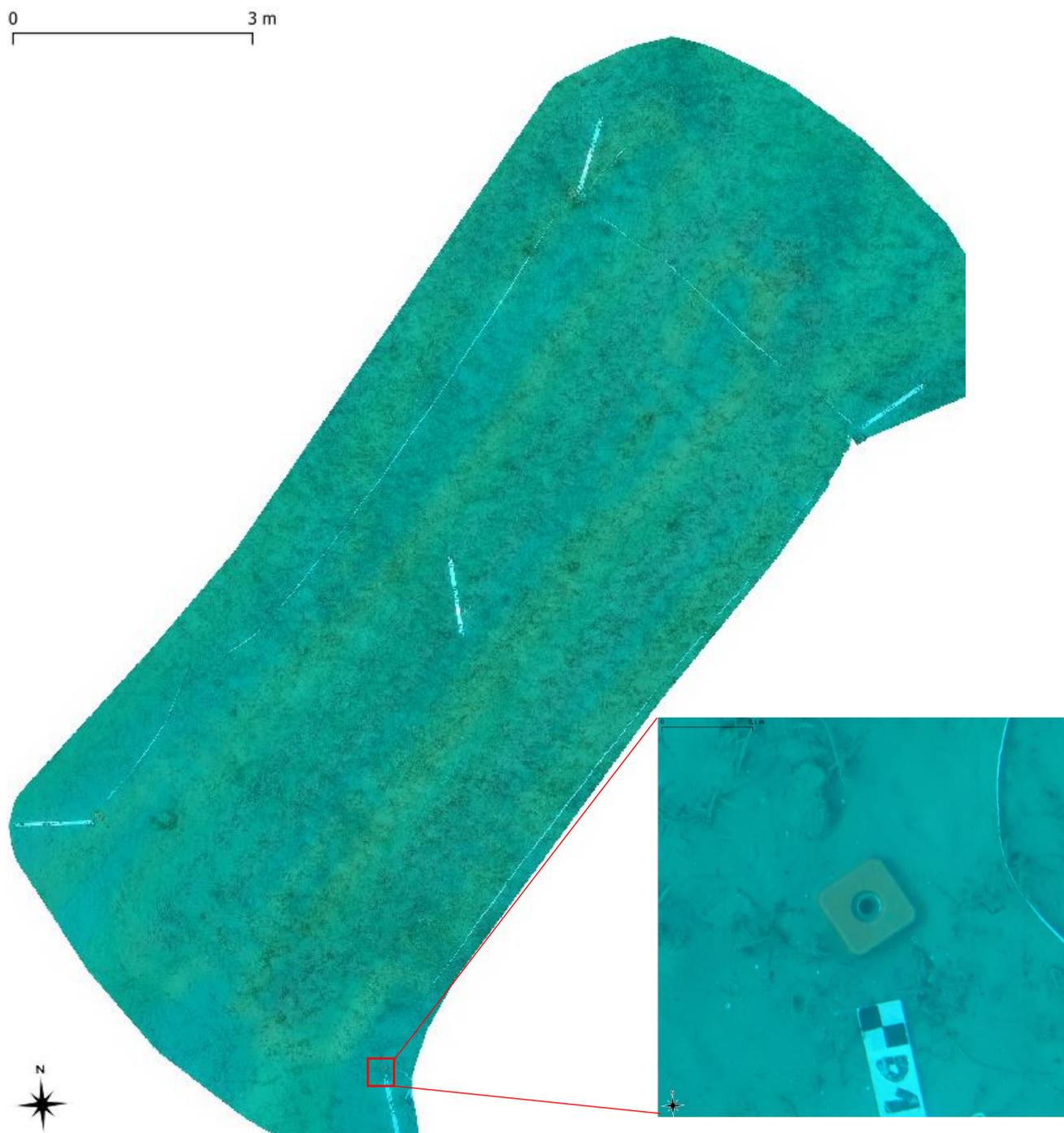


Figure 69 : Microcartographie de l'herbier de cymodocées à la station VIT2_CYM

5.3. Synthèse

La cymodocée a été observée devant les plages de Carras. La cartographie a permis de préciser les contours et surface et de détecter des herbiers qui n'apparaissaient pas sur la carte Medtrix (Figure 60). Une surface de 9 134 m² a été cartographiée. Sur deux stations des mesures de vitalité ont mis en évidence un état comparable à celui des herbiers voisins de Cannes et Menton. Les herbiers sont soumis à de l'ensablement et sont assez épiphytés ce qui montre une bonne résistance à l'apport de matière en suspension.

Des microcartographies ont été effectuées et des bornes ont été posées, ce qui permettra un suivi dans le temps.

6. Inventaire faune et flore autour des émissaires

Les 3 émissaires étudiés reposent sur des fonds sablo-vaseux relativement pauvres. L'ensemble des espèces observées est recensé dans un tableau propre à chaque émissaire. Les espèces patrimoniales sont en rouge dans les tableaux et les espèces protégées sont en gras : uniquement **Oursin diadème : *Centrostephanus longispinus*** (arrêté du 20 décembre 2004 fixant la liste des animaux de la faune marine protégés sur l'ensemble du territoire - art. 1).

6.1. Émissaire principal « aéroport »

On observe globalement que l'émissaire de l'aéroport est le plus colonisé par des animaux entre 90m et 50m de profondeur. On observe une majorité de barbières (*Anthias anthias*) et de bogues (*Boops boops*) à ces profondeurs. A 71m, un **oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*) espèce protégée** a été observé en 2022, et 84 oursins diadème (copies écran envoyées au client) entre 32 et 87 m en 2020 grâce à une vidéo réalisée par plongeur faite plus proche de l'émissaire et de chaque côté (Est et Ouest) au contraire du ROV : vue de dessus uniquement. Ainsi que de nombreux oursins jaunes (*Gracilechinus acutus*) et de nombreux filtreurs. Entre 50m et 44m on observe une grande quantité de gorgones blanches verruqueuse (*Eunicella verrucosa*) et de poissons, avec des sars à têtes noires (*Diplodus vulgaris*), des sars commun (*Diplodus sargus*) et des castagnoles (*Chromis chromis*) qui n'étaient pas visibles dans les profondeurs plus importantes. Au-delà de 40m l'émissaire est peu colonisé, mais on continue d'y observer des poissons avec notamment la présence de loups (*Dicentrarchus labrax*), de daurades (*Sparus aurata*) et de sérioles (*Seriola dumerilii*).

Il est important de noter la présence de *Caulerpa taxifolia* sur l'émissaire à 48m de profondeur. L'évolution de la présence de cette espèce invasive le long de l'émissaire doit être suivie.

Tableau 39 : Liste des espèces rencontrées le long de l'émissaire de l'aéroport

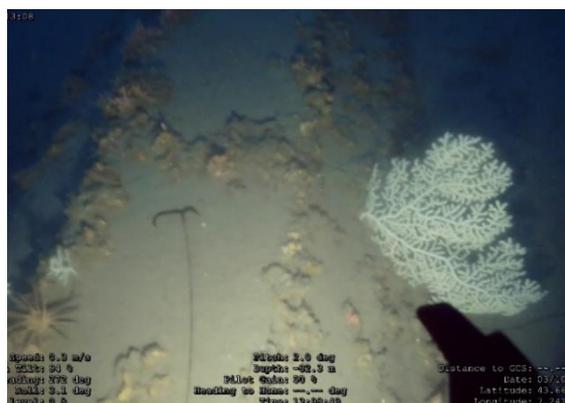
Groupe	Nom scientifique	Nom vernaculaire
Algues	<i>Caulerpa taxifolia</i>	Caulerpe toxique
Ascidies	<i>Halocynthia papillosa</i>	Ascidie rouge
Bivalves	<i>Ostrea edulis</i>	Huitre plate
Cnidaires	<i>Eunicella verrucosa</i>	Gorgone verruqueuse
Cnidaires	cf. <i>Pennatula rubra</i>	Pennatule rouge
Echinodermes	<i>Cidaris cidaris</i>	Oursin lance gris
Echinodermes	<i>Centrostephanus longispinus</i>	Oursin diadème
Echinodermes	cf. <i>Echinaster sepositus</i>	Etoile de mer rouge
Echinodermes	<i>Gracilechinus acutus</i>	Oursin jaune
Méduse	<i>Pelagia noctiluca</i>	Pélagie
Poissons	<i>Anthias anthias</i>	Barbier
Poissons	<i>Atherina sp.</i>	Athérine
Poissons	<i>Boops boops</i>	Bogue
Poissons	<i>Chromis chromis</i>	Castagnole
Poissons	<i>Coris julis</i>	Girelle commune
Poissons	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Loup
Poissons	<i>Diplodus sargus</i>	Sar commun
Poissons	<i>Diplodus vulgaris</i>	Sar à tête noire
Poissons	<i>Gobius sp.</i>	Gobie

METROPOLE NICE COTE D'AZUR
ETAT INITIAL DU MILIEU MARIN DANS L'AIRE D'INFLUENCE DU REJET DE L'EFFLUENT – AVANT TRAVAUX

Poissons	NI	Juvéniles
Poissons	<i>Physics physics</i>	Mostelle
Poissons	<i>Seriola dumerili</i>	Sériole
Poissons	<i>Serranus cabrilla</i>	Serran chevrette
Poissons	<i>Sparus aurata</i>	Dorade
Spongiaires	cf. <i>Ircinia variabilis</i>	Ircine variable
Spongiaires	cf. <i>Spongia officinalis</i>	Eponge de toilette
Vers, annélides	<i>Bonellia viridis</i>	Bonellie



Mostelle



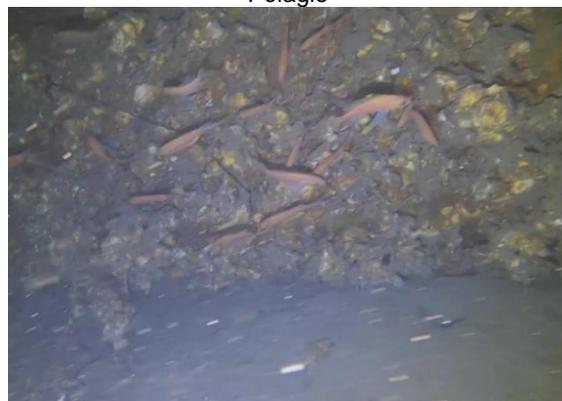
Gorgone blanche verruqueuse, bonellie et oursin lance



Pélagie



Sérioles



Barbiers (photo d'illustration de 2020)



Loups



Oursin diadème



Oursin diadème (photo d'illustration de 2020)

Figure 70 : Illustration d'espèce observées lors du suivi 2022 sur l'émissaire de l'aéroport

6.2. Émissaire secondaire « carras »

L'émissaire de Carras est le moins colonisé des trois émissaires, on y observe uniquement des poissons, listés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 40 : Liste des espèces rencontrées le long de l'émissaire de carras

Groupe	Nom scientifique	Nom vernaculaire
Poissons	<i>Chromis chromis</i>	Castagnole
Poissons	<i>Coris julis</i>	Girelle commune
Poissons	<i>Diplodus sargus</i>	Sar commun
Poissons	<i>Diplodus vulgaris</i>	Sar à tête noire
Poissons	<i>Oblada melanura</i>	Oblade
Poissons	<i>Seriola dumerili</i>	Sériole
Poissons	<i>Spicara maena</i>	Mendole

Lors de l'inspection nous avons eu la chance d'observer un important banc de sérioles (*Seriola dumerili*) à la fin de l'émissaire sur 12m de profondeur. De nombreuses mendoles (*Spicara maena*) et castagnoles (*Chromis chromis*) étaient présentes sur l'entièreté de la canalisation. L'ensouillage de l'émissaire à la côte se fait sur 7m de profondeur.



Banc de sèrioles



Castagnoles



Rejet de l'émissaire de Carras à -11 m



Ensuillage de l'émissaire de Carras à -7m

Figure 71 : Illustration d'espèce observées lors du suivi 2022 sur l'émissaire de carras

6.3. Émissaire secondaire « Californie »

L'émissaire Californie est situé moins profond (rejet à 32m et ensouillage à la cote à 6m) que celui de l'aéroport, il est aussi moins colonisé. Les espèces retrouvées sont listées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 41 : Liste des espèces rencontrées le long de l'émissaire de Californie

Groupe	Nom scientifique	Nom vernaculaire
Algues	<i>Codium bursa</i>	Codium en boule
Cnidaires	<i>Eunicella verrucosa</i>	Gorgone verruqueuse
Poissons	<i>Anthias anthias</i>	Barbier
Poissons	<i>Boops boops</i>	Bogue
Poissons	<i>Centrolabrus melanocercus</i>	Crenilabre à queue noire
Poissons	<i>Chromis chromis</i>	Castagnole
Poissons	<i>Coris julis</i>	Girelle commune
Poissons	<i>Diplodus sargus</i>	Sar commun
Poissons	<i>Diplodus vulgaris</i>	Sar à tête noire
Poissons	<i>Oblada melanura</i>	Oblade
Poissons	<i>Serranus cabrilla</i>	Serran chevrette
Poissons	<i>Serranus scriba</i>	Serran écriture
Poissons	<i>Spicara maena</i>	Mendole
Spongiaires	<i>cf. Ircinia variabilis</i>	Ircine variable
Spongiaires	<i>Spongia sp.</i>	Eponge blanche

On retrouve globalement les mêmes espèces mais moins représentées. On observe cependant moins d'espèces d'échinodermes, et pas de poissons prédateurs comme les loups ou les daurades. Des espèces comme le serran écriture (*Serranus scriba*), le crenilabre à queue noire (*Centrolabrus melanocercus*) et les mendoles (*Spicara maena*) ont été observées sur cet émissaire et pas sur le précédent. Le rejet à 38 m comporte des flotteurs fixés et d'autres ainsi qu'un amas de bouts abandonnés.



Serran écriture et mendoles



Crenilabre à queue noire

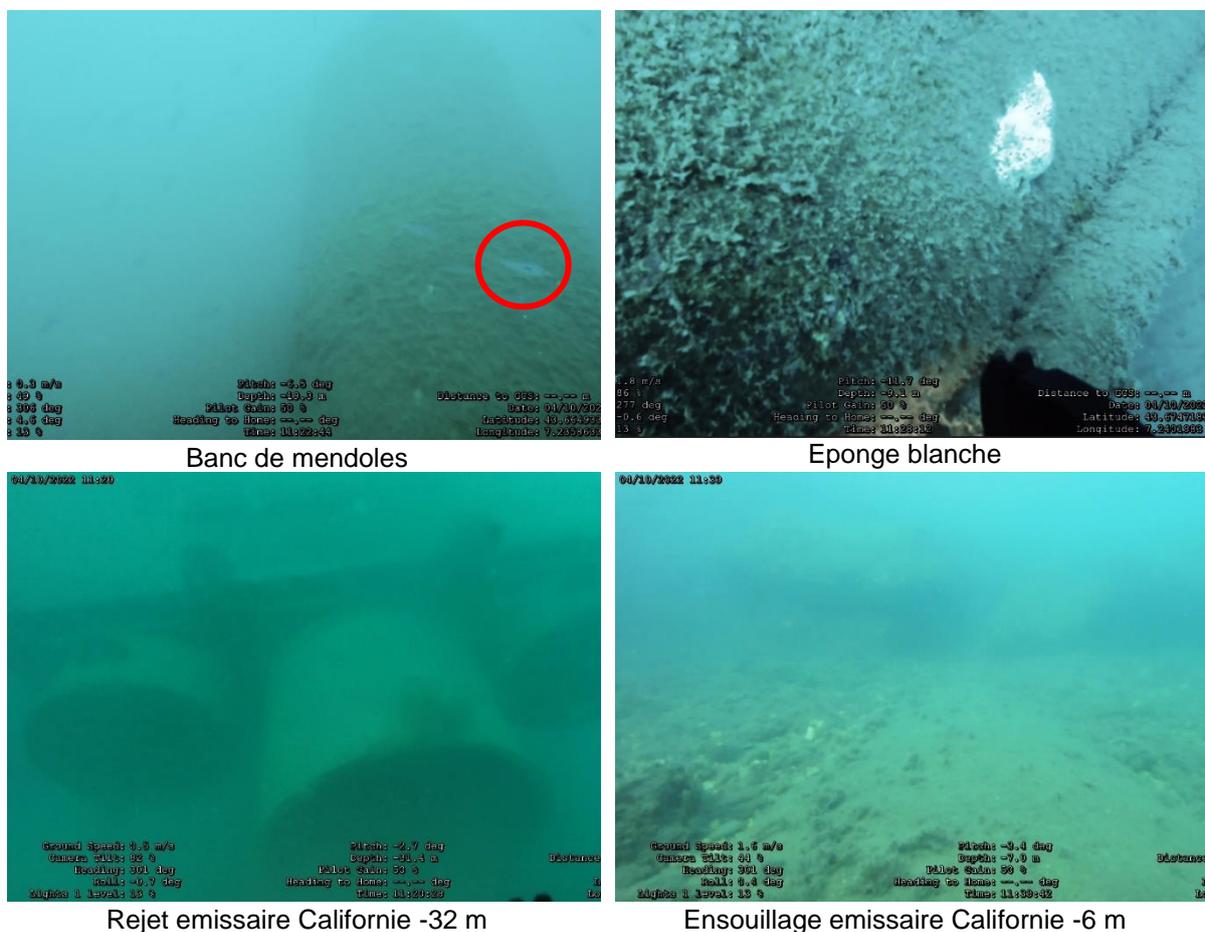


Figure 72 : Illustration d'espèce observées lors du suivi 2022 sur l'émissaire de Californie

6.4. Synthèse

Les émissaires font partie des rares substrats durs de la zone. Ils jouent donc le rôle de récifs artificiels et attirent une faune et flore fixée assez importante.

L'émissaire le plus colonisé est celui de l'aéroport et il renferme notamment une **espèce protégée** au sens de la loi française : l'oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*) et une **espèce** inscrite à la liste rouge mondiale des espèces menacées (classée comme vulnérable) : la gorgone verruqueuse (*Eunicella verrucosa*). Ces deux espèces ont été observées à de nombreuses reprises en 2020 et 2022.

L'émissaire de Californie est surtout colonisé par des algues et des poissons mais de façon moins importante que l'émissaire de l'aéroport.

Enfin, l'émissaire de Carras est très peu colonisé par les espèces fixées, le tuyau semble assez récent. Des poissons sont tout de même attirés par la protection que constitue cet émissaire.

7. Inspection de l'interface terre-mer de la carapace de la digue de la STEP

7.1. Observations

L'ensemble des observations faites le long de la digue ont été localisées et prise en photo. Une base de données est disponible et la figure suivante illustre ces observations.



Actinie rouge



Mulets



Patelle sur un bloc avec trace de brouillage



Cystoseire

Bouche de sang

Oursins noirs



Figure 73 : Inspection de l'interface terre-mer de la carapace de la digue de la STEP, localisation des observations et photographies d'illustration Creocan 2022

7.2. Synthèse

Les blocs de la digue constitue un habitat pour de nombreuses espèces végétales (algues) dont une espèce citée dans une convention internationale (Amendement protocole Barcelone: Annexe II) : ***Cystoseira compressa***, et animales (Eponges, Cnidaires, Vers, Mollusques, crustacés, gastéropodes, Lophophorates dont les bryozoaires, Arthropodes, Echinodermes, Procordés, Vertébrés dont les poissons et notamment une espèce citée dans une convention internationale (Amendement protocole Barcelone: Annexe II, Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne): Annexe III) et il est sous moratoire sur les côtes française : mériau brun : ***Epinephelus marginatus***.

Conclusion

Ce chapitre reprend les synthèses des différentes parties présentées précédemment.

1. Caractérisation de la matrice sédimentaire

Les résultats du suivi 2022 ont été comparés à ceux du dernier suivi réalisé dans la zone par Créocéan en 2006.

L'analyse granulométrique montre une zone caractérisée par des sédiments vaseux, avec une légère différence pour la station P, dont les sédiments ont un taux de sables fins plus important. Cette station est donc caractérisée par des sédiments très envasés à dominante de vase selon la classification d'Iboully (1981). Les apports du Magnan, petit fleuve côtier dont l'embouchure se situe devant la station P, peut expliquer cette différence.

Les éléments organiques témoignent d'un enrichissement faible à moyen du milieu. Seule la station M est marquée par un enrichissement organique fort, au regard du paramètre matière organique totale (MOT). A cette station, la concentration en carbone organique total (COT) a cependant fortement diminué depuis le dernier suivi réalisé dans la zone en 2006.

Les concentrations en nutriments sont généralement faibles ou inférieures aux limites de quantification du laboratoire, sauf pour l'ammonium qui est détecté sur 6 stations, avec un minimum à la station K, la plus proche l'embouchure du rejet et un maximum à la station L.

La zone ne présente aucun marquage métallique, et aucun gradient n'a pu être mis en évidence. La station d'épuration n'a pas d'impact sur la zone d'accueil de l'exutoire au regard des éléments traces métalliques.

La majorité des stations montrent des concentrations en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) inférieures aux seuils réglementaires N1⁸, cependant trois stations présentent des marquages à certains HAP. L'acénaphthylène est mesuré à des concentrations supérieures à N1 sur les stations M, O et P, le fluorène sur les stations M et P, et le dibenzo(a,h)anthracène et l'anthracène sur la station P. Sur l'ensemble de la zone, toutes les concentrations sont inférieures au seuil N2 contrairement à ce qui a été observé en 2006. La station P se distingue par une forte diminution des concentrations en HAP entre 2006 et 2022, mais 4 composés restent supérieurs au seuil N1. Cette station est la plus éloignée du rejet principal mais se trouve à l'embouchure du Magnan, dont les apports peuvent influencer les concentrations en contaminants dans les sédiments.

Les concentrations en hydrocarbures totaux restent faibles sur la zone d'étude.

Les PCB présentent des concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire ou au seuil N1 (ou bruit de fond méditerranéen lorsqu'il existe). Le nombre de congénères détectés lors du suivi de 2022 est inférieur à celui du suivi de 2006.

Les détergents anioniques et non-ioniques présentent des concentrations inférieures aux limites de quantification du laboratoire sur l'ensemble des stations étudiées.

⁸ Seuils de contamination de référence N1 et N2 en vigueur dans la législation française sur les rejets de sédiments dans le milieu marin (arrêté du 9 août 2006 complété par les arrêtés du 23 décembre 2009, du 08 février 2013 et du 17 juillet 2014)

2. Caractérisation des peuplements benthiques

Sur l'ensemble de la zone d'étude, le peuplement benthique est moyennement riche en espèces, en abondance et en biomasse.

La station P, la moins profonde (54 m), est celle qui donne les meilleurs scores pour la plupart des indices. Cette observation est cohérente avec l'analyse granulométrique des sédiments, qui montre que cette station se distingue des autres avec une part plus importante de sables fins. Les stations sableuses sont généralement plus riches que celles qui contiennent plus de vase.

La station L présente les moins bons scores. Avec la station I, elles sont parmi les plus profondes mais également les moins diversifiées. Toutefois, ces stations sont aussi celles où une seule benne a été échantillonnée, ce qui peut influencer sur la richesse observée à ces stations.

Les indices de diversité et de polluosensibilité mettent en évidence un gradient ouest-est, avec des stations globalement en meilleur état à l'est du rejet qu'à l'ouest. Malgré de petites modifications de structure et de composition des peuplements au cours des années, ce gradient semble donc perdurer dans le temps, puisqu'il avait déjà été observé lors de précédents suivis sur la zone (2002, 2004 ; Créocéan).

Le rejet n'a pas d'influence sur les peuplements benthiques. Les stations les plus proches de l'émissaire (J et K) ont des peuplements riches en espèces, en abondance et en biomasse, et des indices de diversité et de polluosensibilité également bons. En revanche, la structure physique de l'émissaire pourrait jouer un rôle de récif artificiel, en attirant des espèces de substrat dur qui, sur le long terme, peuvent modifier la nature des sédiments aux alentours (débris coquilliers notamment) et augmenter la diversification des fonds et des espèces.

3. Caractérisation de la masse d'eau

Les masses d'eaux au niveau des 10 stations peuvent être considérées comme de bonne qualité à travers les analyses réalisées.

Pour l'ensemble des 4 campagnes, les métaux et HAP montrent des concentrations faibles. Les quelques teneurs supérieures au bruit de fond géochimique sont ponctuelles, dans l'espace et dans le temps.

Les analyses bactériologiques mettent en évidence une contamination lors de la première campagne (07/07/2022) au niveau de la station H en surface avec des concentrations en *E.coli* et entérocoques totaux bien supérieures à la référence de qualité des eaux de baignade. Cette contamination était ponctuelle, de telles teneurs n'ont pas été retrouvées par la suite.

Des concentrations en nitrates supérieures au seuil du bon état de la DCE ont également été mesurées ponctuellement, à la station G (en surface, le 18/07/2022) et à la station K (en surface, le 23/08/2022).

4. Cartographie des biocénoses

La carte des biocénoses de la zone de projet montre 4 biocénoses/habitat :

- **Habitats artificiels** de 0 m au niveau des digues à -38m au large de l'émissaire de Californie. Ils ne présentent **aucune espèce protégée** au sens de la loi française, mais une espèce citée dans une convention internationale (Amendement protocole Barcelone: Annexe II) : ***Cystoseira compressa***, au niveau de la digue de la STEP,
- **Galets infralittoraux** de 0 m devant les plages de Carras à -58m au large de la digue de la STEP. Ils ne présentent **aucune espèce protégée, mais une**

- espèce envahissante : *Caulerpa taxifolia*** sur -15/-17m au large de la digue de la STEP,
- **Fonds meubles de l'infralittoral** de -2,5 devant les plages de Carras à 70m au large de la digue de la STEP. Ils présentent une **espèce protégée : *Cymodocea nodosa*** de -7m à -15m au large des plages de Carras qui couvre une surface de 9 134 m², et une **espèce envahissante : *Caulerpa taxifolia*** sur -17m au large de la digue de la STEP qui couvre seulement quelques mètres carrés,
 - **Roche du large** de -15 à -67m au large de la digue de la STEP. Elle peut présenter une **espèce protégée : oursin diadème (*Centrostephanus longispinus*)** qui n'a pas été observée dans la zone de projet, ce qui ne veut pas dire qu'il est absent, car il a été observé sur l'émissaire de l'aéroport.

5. Suivi d'espèces particulières (Cymodocées)

La cymodocée a été observée devant les plages de Carras. La cartographie a permis de préciser les contours et surface et de détecter des herbiers qui n'apparaissaient pas sur la carte Medtrix (Figure 60). Une surface de 9 134 m² a été cartographiée. Deux stations des mesures de vitalité ont mis en évidence un état comparable à celui des herbiers voisins de Cannes et Menton. Les herbiers sont soumis à de l'ensablement et sont assez épiphytées ce qui montre une bonne résistance à l'apport de matière en suspension.

6. Inventaire faune et flore autour des émissaires

Les 3 émissaires étudiés reposent sur des fonds sablo-vaseux relativement pauvres.

Les émissaires font partie des rares substrats durs de la zone. Ils jouent donc le rôle de récifs artificiels et attirent une faune et flore fixée assez importante.

L'émissaire le plus colonisé est celui de l'aéroport et il renferme notamment une **espèce protégée** (Tableau 39) au sens de la loi française (*arrêté du 20 décembre 2004 fixant la liste des animaux de la faune marine protégés sur l'ensemble du territoire - art. 1*) : l'oursin diadème (***Centrostephanus longispinus***) et une **espèce** inscrite à la liste rouge mondiale des espèces menacées (classée comme vulnérable) : la gorgone verruqueuse (***Eunicella verrucosa***) (Tableau 39). Ces deux espèces ont été observées à de nombreuses reprises en 2020 et 2022.

L'émissaire de Californie est surtout colonisé par des algues et des poissons mais de façon moins importante que l'émissaire de l'aéroport.

Enfin, l'émissaire de Carras est très peu colonisé par les espèces fixées, le tuyau semble assez récent. Des poissons sont tout de même attirés par la protection que constitue cet émissaire.

7. Inspection de l'interface terre-mer de la carapace de la digue de la STEP

Les blocs de la digue constituent un habitat pour de nombreuses espèces.

Parmi les espèces végétales (algues), l'une d'entre elle est citée dans une convention internationale (amendement protocole Barcelone, Annexe II) : ***Cystoseira compressa*** (Figure 73).

Les espèces animales sont représentées par des éponges, cnidaires, vers, mollusques, crustacés, gastéropodes, lophophorates dont les bryozoaires, arthropodes, échinodermes, procordés, vertébrés dont les poissons. Une espèce est notamment citée dans une convention internationale (amendement protocole Barcelone, Annexe II ; convention de Berne, relative à la conservation de la vie sauvage et

du milieu naturel de l'Europe, Annexe III) et se trouve sous moratoire sur les côtes françaises : le mérrou brun : ***Epinephelus marginatus***.





www.creocean.fr



[GROUPE KERAN](#)