



MAIRIE DE
MONACIA D'AULLÈNE

**Commune de
Monacia-d'Aullène**

Lieu-dit-Caserne D50
20171 MONACIA-D'AULLENE

DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS – ANNEXES

Octobre 2025 - Indice A



**CREATION D'UNE ZONE DE MOUILLAGE ET
D'EQUIPEMENTS LEGERS SUR LA COMMUNE DE
MONACIA D'AULLENE**

Assistance à Maîtrise d'Ouvrage

Bureau d'études ICTP
254 Corniche Fahnestock
06700 ST-LAURENT DU VAR



N° 24/65 – Cas/Cas Annexes – Ind. A

Annexe 8 – Note de présentation du projet - ICTP 2025



MAIRIE DE
MONACIA D'AULLÈNE

**Mairie de
Monacia d'Aullène**

Lieu-dit Caserne D50
20171 – MONACIA D'AULLENE

Phase 2 : Etudes de conception et dimensionnement du projet ZMEL

Rapport général des études

Novembre 2025 - Indice C



**Réalisation d'études et de dossiers réglementaires pour la
modification de la stratégie de gestion des mouillages de la
commune de Monacia d'Aullène**

Assistance à Maîtrise d'Ouvrage

Bureau d'études ICTP
254, Corniche Fahnestock
06700 Saint Laurent du Var



N° 24/65 – Phase 2 – RG – Ind. C

1.	DISPOSITIONS GÉNÉRALES	5
1.1.	Opération	5
1.2.	Contexte de l'opération	6
1.3.	Objectifs de la mission et du présent rapport	7
1.4.	Documents de références	7
1.5.	Documents annexes	8
2.	PHASE 1 : ETUDES DE DIAGNOSTIC	9
2.1.	Etude de la fréquentation des plaisanciers	9
2.2.	Etude des Mouillages et Macrodéchets présents sur le site d'étude	14
2.2.1.	Observations	14
2.2.2.	Préconisations	18
2.3.	Etude des usages sur le plan d'eau	21
2.4.	Etude des caractéristiques environnementales	22
2.5.	Etude des caractéristiques physiques	25
2.5.1.	Etat de mer	25
2.5.2.	Vents	27
2.5.3.	Niveaux d'eau	29
2.5.4.	Modélisation de génération et propagation des vagues	30
2.6.	Etude des caractéristiques du sol et du sous-sol	31
2.7.	Etude des caractéristiques paysagères	34
3.	PHASE 2 : ETUDES DE CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DU PROJET ZMEL36	
3.1.	Plan de gestion RNBB	36
3.2.	Plan d'implantation de la ZMEL	37
3.3.	Aspect paysager de la ZMEL retenue	41
3.4.	Etude techniques	46
3.4.1.	Mouillage envisagé : Mouillage à l'évitage	46
3.4.2.	Ancrages étudiés	48
3.4.3.	Essais de traction	51
3.4.4.	Principe de prédimensionnement	52
3.4.5.	Caractéristiques des bateaux projets	53
3.4.6.	Résultat des prédimensionnements	53
3.5.	Proposition d'un plan de balisage	58
3.6.	Planning prévisionnel des travaux	59
3.7.	Estimations	59
4.	SYNTHESE ET MISE EN ŒUVRE DES ETUDES	60
4.1.1.	Tableau de synthèse des études	60
4.1.2.	Bénéfices écologiques et environnementaux mesurables de cette solution	61
5.	CONCLUSION	62

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude.....	6
Figure 2 : Vues drone au 24/08/2024	10
Figure 3 : Evolution du nombre total d'unités comptabilisées par jour.....	11
Figure 4 : Répartition de la taille des unités au mouillage au sein de l'Anse de Furnellu.....	12
Figure 5 : Fréquentation des secteurs	13
Figure 6 : Localisation des secteurs	13
Figure 7 : Relevé des macrodéchets dans l'Anse de Furnellu – SEMANTIC TS.....	15
Figure 8 : Diversité des ancrages sur le fond.....	17
Figure 9 : Chaînes raguant sur le fond à proximité d'un système d'ancrage	17
Figure 10 : Protocole d'enlèvement des corps-morts	18
Figure 11 : Annexe à l'AP n°119/2014 du 19 juin 2014 et de l'AM n°25/2014 du 6 juin 2014 - PREMAR21.....	21
Figure 12 : Carte des biocénoses marines – SEMANTIC TS.....	23
Figure 13 : Localisation des stations RS.....	24
Figure 14 : Rose des houles, Janvier 1993 - Décembre 2023	25
Figure 15 : Rose des houles par mois réalisée à partir des données COPERNICUS au point 41.4369°N - 8.9588°E	26
Figure 16 : Périodes de retour des houles –GDU Engineering, d'après COPERNICUS 1993-2023.....	27
Figure 17 : Rose des vents, Janvier 1993 - Décembre 2023	28
Figure 18 : Périodes de retour des vents –GDU Engineering, d'après COPERNICUS 1993-2023.....	29
Figure 19 : Localisation des polygones d'extraction des houles de projet	31
Figure 20 : Vue en plan de repérage des lançages et essais (ICTP 2025)	32
Figure 21 : Synthèse des recommandations – COMPOSITE 2025.....	35
Figure 22 : Plan d'aménagements initialement proposés non retenues	39
Figure 23 : Vue générale de la ZMEL retenue dans la baie de Monacia d'Aullène	40
Figure 24 : Implantation de la ZMEL retenue et biocénoses dans la baie de Monacia d'Aullène	41
Figure 25 : Points de vue pour intégration paysagères	42
Figure 26 : Perceptions de la ZMEL - Vue 1 - COMPOSITE.....	43
Figure 27 : Perceptions de la ZMEL - Vue 2 - COMPOSITE.....	44
Figure 28 : Perceptions de la ZMEL - Vue 3 - COMPOSITE.....	45
Figure 29 : Perceptions de la ZMEL - Vue 4 - COMPOSITE.....	46
Figure 30 : Angle Vertical d'Amarrage	47
Figure 31 : Coupe de principe du mouillage à l'évitage.....	48
Figure 32 : Caractéristiques des ancres hélicoïdales.....	50
Figure 33 : Ancrage par scellement chimiques	50
Figure 34 : Schéma d'un mouillage avec double ancre à vis	54
Figure 35 : Double ancre à vis – Saint-Raphaël / Rague d'Agay	55
Figure 36 : Proposition d'un plan de balisage à la suite de la mise en place de la ZMEL.....	58
Figure 37 : Zone potentielle d'implantation de la ZMEL	62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Calendrier des jours et horaires de comptage réalisés lors de l'étude 2024-2025.....	10
Tableau 2 : Grille de mouillages pour 34 navires	14
Tableau 3 : Synthèse des observations & préconisations – SEMANTIC TS	16
Tableau 4 : Synthèse des observations & préconisations – SEMANTIC TS	19
Tableau 5 : Synthèse des résultats des mesures des paramètres de vitalité de l'herbier de posidonie sur les 3 stations	24
Tableau 6 : Rappel des légendes de couleurs.....	24
Tableau 7 : Données de marées astronomiques à Ajaccio par rapport au nivellement général de la Corse	29

Mairie de Monacia d'Aullène

Réalisation d'études et de dossiers réglementaires pour la modification de la stratégie de gestion des mouillages de la commune de Monacia d'Aullène

Tableau 8 : Ajustement statistique des valeurs extrêmes de niveau d'eau à Ajaccio en mètres IGN	29
Tableau 9 : Caractéristiques des hauteurs de vague (Hs) dans chacun des secteurs considérées pour la ZMEL de Monacia d'Aullène	30
Tableau 10 : Résultats des lançages – MANE 2025	33
Tableau 11 : Catégories d'ancres-à-vis	49
Tableau 12 : Localisation des essais de tractions	51
Tableau 13 : Caractéristiques des bateaux projet	53
Tableau 14 : Récapitulatif des efforts obtenus en prédimensionnement pour les différents navires	54
Tableau 15 : Récapitulatif des mouillages	56
Tableau 16 : Synthèse des études	60

1. DISPOSITIONS GÉNÉRALES

1.1. Opération

Désignation de l'opération :

Appellation : Réalisation d'études et de dossiers réglementaires pour la modification de la stratégie de gestion des mouillages de la commune de Monacia d'Aullène

Mission : Phase 2 Etudes de conception et dimensionnement du projet ZMEL
Synthèse des études - Rapport de synthèse

Ville : Monacia d'Aullène

Département : 2A Corse-du-Sud

Site : Anse du Furnellu

Maître d'Ouvrage :



MAIRIE DE
MONACIA D'AULLÈNE

Mairie de Monacia d'Aullène
Lieu-dit Caserne D50
20171 – Monacia d'Aullène

Assistance à maîtrise d'ouvrage :



Bureau d'études ICTP -
254 Corniche Fahnestock
06700 Saint-Laurent-du-Var
Tél. : 04 92 12 97 09
Courriel : ictp@ictp.fr

1.2. Contexte de l'opération

Située dans la microrégion du Grand Sud Corse, la commune de Monacia d'Aullène est la limite occidentale de la Communauté de Communes du Sud Corse.

Située au fond de l'anse de Furnellu, à l'embouchure du Ruisseau de Spartano, la Plage de Furnellu (ou Caniscione) est encore peu connue et fréquentée car non indiquée (Figure 1). Pour autant, avec son sable blanc et la présence de l'étang en arrière-plage elle est considérée comme l'une des plus belles plages du sud-ouest de la Corse.

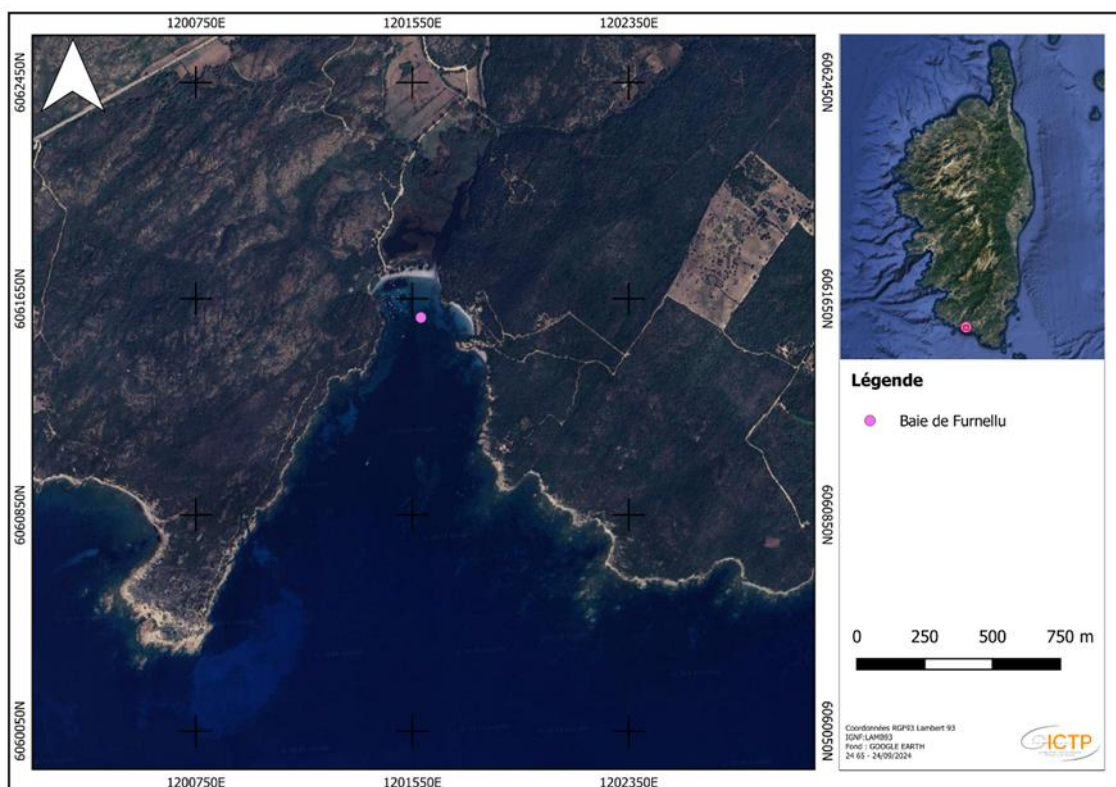


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

Cette dernière offre des accès facilités pour accueillir les usagers, que ce soit depuis la voie terrestre ou maritime. Ainsi, un parking gratuit à l'ouest de l'anse et une zone de mouillage propre sont disponibles. Depuis juin 2014, un plan de balisage 119/2014 (Figure 11) organise le plan d'eau de l'anse de Furnellu pour s'assurer d'une cohabitation sécurisée entre tous les usagers et éviter le mouillage anarchique.

Compte tenu des différents usages pratiqués dans l'anse et de la présence d'espèces protégées sous-marines, la commune souhaite disposer d'une zone de mouillages pour les unités de petite et moyenne plaisance.

La création de cette zone de mouillage organisée apparaît essentielle pour répondre, à la fois, à la nécessité de protection de l'environnement marin et à la demande forte de mouillage forain dans un site remarquable. La commune de Monacia d'Aullène recherche avant tout à identifier de manière opérationnelle et réaliste les conditions de réussite permettant de cadrer la faisabilité de la création et l'exploitation de la ZMEL.

Elle a lancé alors un marché afin d'étudier l'aménagement d'une zone de mouillage au sein de l'anse, tout en garantissant la préservation des écosystèmes marins, des paysages, du patrimoine, mais également de la qualité de vie des habitants et des visiteurs, ainsi que le maintien des activités de protection du patrimoine biologique et passager du site.

Les études réalisées offriront à la commune la connaissance et la maîtrise des paramètres techniques, administratifs, juridiques, financiers et environnementaux, qui constitueront les bases d'une nouvelle stratégie d'investissement pour créer un nouvel accueil, pour les unités de longueur de moins de 24 mètres, adapté aux affluences constatées lors des pics de fréquentation (et éviter ainsi l'effet report).

Cette étude a été confiée au bureau d'études **ICTP** accompagné de différents sous-traitants :

- **SEMANTIC TS**, Bureau d'Etudes Environnement, Océanographie & Acoustique, qui réalisera un état initial des biocénoses marines dans le périmètre du projet et ces abords immédiats et l'inventaire des macrodéchets subaquatiques
- **Gaétan DUFOUR**, pour la réalisation des études de houles (caractéristiques physiques)
- **L'Agence COMPOSITE**, qui aura en charge la réalisation du diagnostic paysager et de l'étude paysagère
- **MANE INGENIERIE** pour la réalisation des études de sol et sous-sol (prélèvements et analyses des sédiments, lançages, tests d'arrachement)

L'opération se compose des éléments de mission suivants :

- Phase 1 : Etudes de diagnostic
- Phase 2 : Etudes de projet de conception et dimensionnement du projet de ZMEL
- Phase 3 : Études du fonctionnement et de la gestion du projet de ZMEL
- Phase 4 : Études réglementaires visant à aboutir à un dossier d'autorisation de ZMEL

1.3. Objectifs de la mission et du présent rapport

L'objet de l'étude concerne la phase 2 : Etude de conception et dimensionnement du projet de ZMEL

Ce rapport est un rapport de synthèse des différentes études ci-dessous qui sont annexés à ce document.

1.4. Documents de références

Cette mission est basée sur des documents de références suivants :

- Dossier de phase 1 diagnostic (ICTP 2025)
 - Rapport de synthèse de la phase 1 Diagnostic (ICTP 2025)
 - ZMEL_Monacia_d'Aullène_Etude_Fréquentation.
 - [Reponses_questionnaire_Monacia,
 - Rapport de mission SEMANTIC TS – Cartographie des fonds & biocénoses, caractérisation de l'état des herbiers, localisation des macrodéchets (mars 2025),
 - Rapport étude mét-océanographique & propagation houle (GDU, février 2025),
 - J-76_MONACIA_2A_ZMEL_APPROCHE PAYSAGERE_0,

1.5. Documents annexes

Cette mission fait références aux documents annexes suivant :

- MANE_Rapport_lançage_Monacia_IndB_Final,
- J-76_MONACIA_2A_ZMEL_APPROCHE PAYSAGERE_B,
- 2025 10 17 Estimation Ind. D ZMEL Monacia d'Aullène,
- 2025 10 17 récap mouillages Monacia,
- Carnet de plans :
 - AVP.VP003 ind A Vue plan biocénose existant,
 - AVP.CD004 ind A Coupe projet évitage,
 - AVP.VP005 ind A Vue plan repérage lancement,
 - AVP.VP010 ind D Vue plan PROJET sol 1 global,
 - AVP.VP011 ind D Vue plan PROJET sol 1 photogrammétrie,
 - AVP.VP012 ind D Vue plan PROJET sol 1 bathymétrie,
 - AVP.VP013 ind D Vue plan PROJET sol 1 biocénose.
- Note de proposition d'évolution du balisage indice B (ICTP octobre 2025)

2. PHASE 1 : ETUDES DE DIAGNOSTIC

Une première phase d'études de diagnostic / état des lieux du site a été réalisée. Cette phase s'est décomposée en différentes missions qui sont rappelées ci-après :

- Etude de fréquentation ;
- Etude des macrodéchets ;
- Etude des usages sur le plan d'eau ;
- Etude des caractéristiques environnementales ;
- Etude des caractéristiques physiques ;
- Etude des caractéristiques du sol et du sous-sol ;
- Etude des caractéristiques paysagères.

Les différents rapports s'y référant ont été transmis et une synthèse détaillée est présentée ci-après.

2.1. Etude de la fréquentation des plaisanciers

Pour l'étude de fréquentation par les plaisanciers, le littoral de l'anse de Furnellu a fait l'objet d'une campagne de photographies par drone permettant d'obtenir des éléments facilement exploitables, notamment pour la détermination de la catégorie et de la taille des différentes embarcations.

Les photos ont été prises quand les conditions météo permettaient le vol du drone, perpendiculaire au plan d'eau afin de mesurer la taille des navires sans biais induit par la perspective. L'altitude du drone était conservée à l'identique lors du survol de chaque zone et une échelle a été renseignée afin de retranscrire la taille réelle des embarcations.

L'étude de fréquentation présentée dans ce rapport a été réalisée lors de la période août – octobre 2024 et lors des journées du 17 mai, 29 juin, 14 juillet, 20 juillet et 28 juillet 2025.

Cette étude a permis de confirmer l'intérêt de proposer une ZMEL au sein de l'anse de Furnellu (Figure 2).

Tableau 1 : Calendrier des jours et horaires de comptage réalisés lors de l'étude 2024-2025

Jour	Date	Tranche horaire
Dimanche	04 août 2024	14h-16h
Vendredi	09 août 2024	19h-20h
Jeudi	15 août 2024	14h-16h
Samedi	24 août 2024	14h-16h
Dimanche	08 septembre 2024	14h-16h
Vendredi	22 septembre 2024	09h-11h
Samedi	05 octobre 2024	14h-16h
Samedi	17 mai 2025	14h-16h
Dimanche	29 juin 2025	19h-20h
Lundi	14 juillet 2025	14h-16h
Dimanche	20 juillet 2025	14h-16h
Lundi	28 juillet 2025	19h-20h

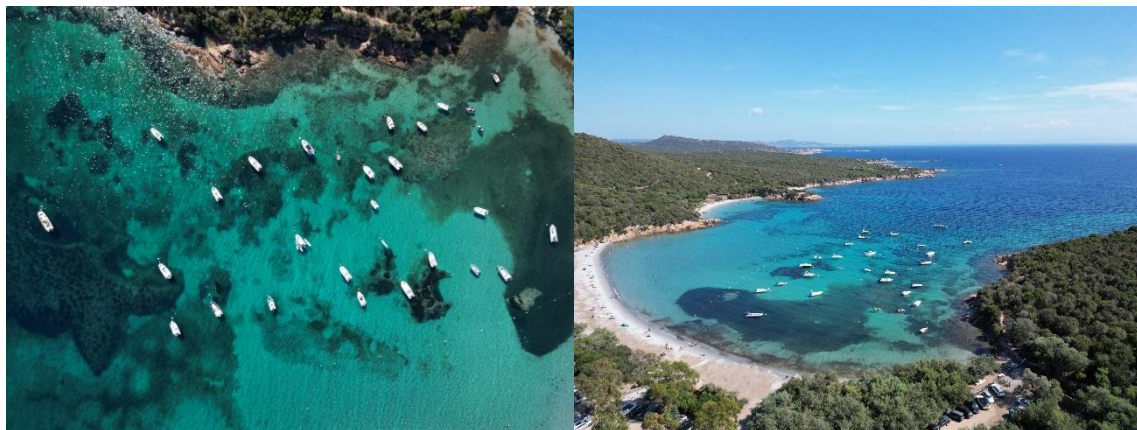


Figure 2 : Vues drone au 24/08/2024

En parallèle de l'étude de fréquentation, des questionnaires d'enquête-terrain ont été partagés aux plaisanciers présents au niveau de la zone d'étude et ont permis de mettre en avant 4 informations clé :

- La taille des unités ;
- La volonté des plaisanciers de changer de navire ou non ; et si oui, pour quelle taille ;
- Les secteurs fréquentés par les plaisanciers ;
- La durée d'arrêt dans les différents secteurs.

Les résultats mettent en évidence une fréquentation particulièrement élevée au cœur de la saison estivale. Le maximum a été observé le vendredi 09 août 2024, avec 35 unités recensées au mouillage en période nocturne, suivi de près par le dimanche 04 août 2024 en journée, où 34 navires ont été comptabilisés (Figure 3). Après cette période, la tendance est marquée par une décroissance progressive du nombre de bateaux jusqu'au mois d'octobre, avec un minimum enregistré le 05 octobre (17 unités).

En revanche, à partir du 17 mai 2025, les premiers relevés montrent une fréquentation très faible (4 unités), traduisant un redémarrage encore timide en début de saison. Toutefois, la fréquentation augmente nettement au cours de l'été, pour atteindre un pic de 33 unités le 26 juillet 2025, confirmant la forte attractivité de la zone en haute saison.

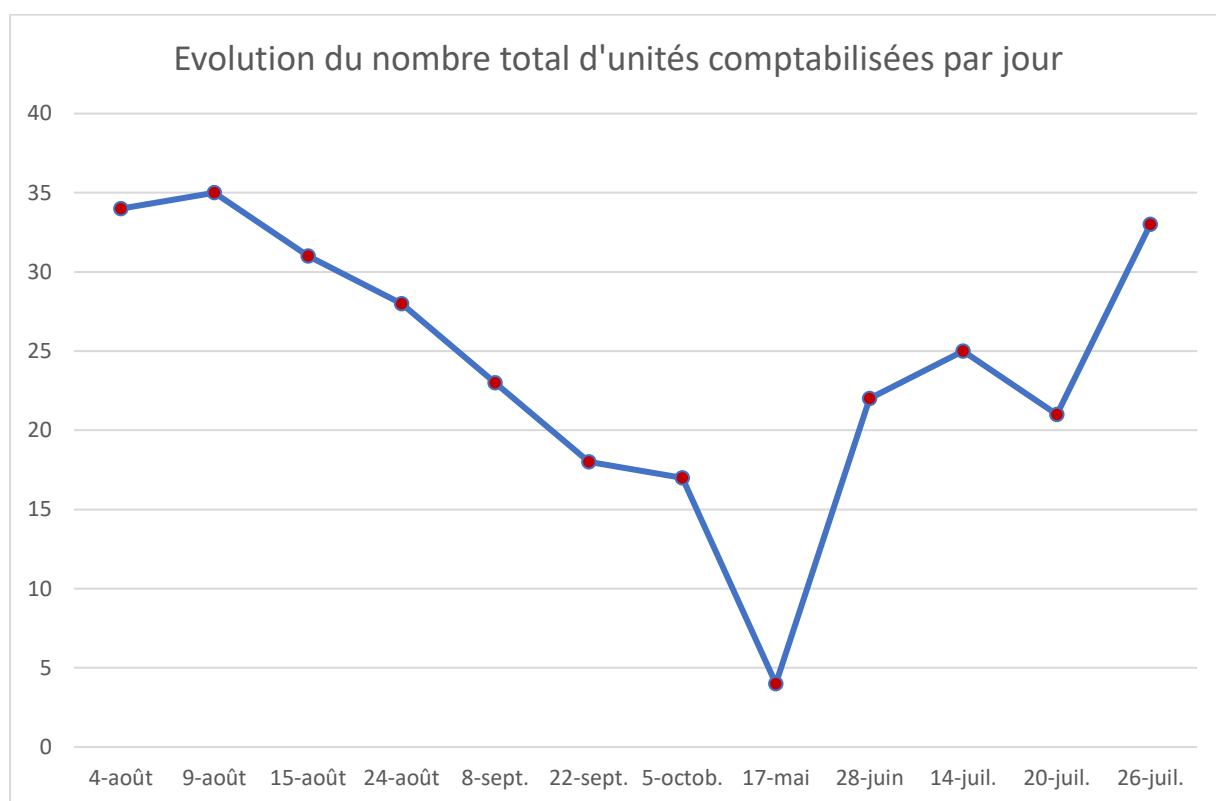


Figure 3 : Evolution du nombre total d'unités comptabilisées par jour

Au sein de l'Anse de Furnellu, la grande majorité des unités recensées correspondent à des embarcations de petite taille (Figure 9). Les navires de moins de 6 mètres représentent 62,5% du total, suivis par ceux compris entre 6 et 8 mètres avec 30,9%. À elles seules, ces deux catégories regroupent plus de 93% des unités observées. Les embarcations de 8 à 10 mètres (4,1 %) et de 10 à 12 mètres (1,5 %) restent marginales, tandis que les unités supérieures à 12 mètres ne représentent que moins de 1% du total, confirmant la prédominance des petites unités de plaisance au mouillage dans la zone étudiée.

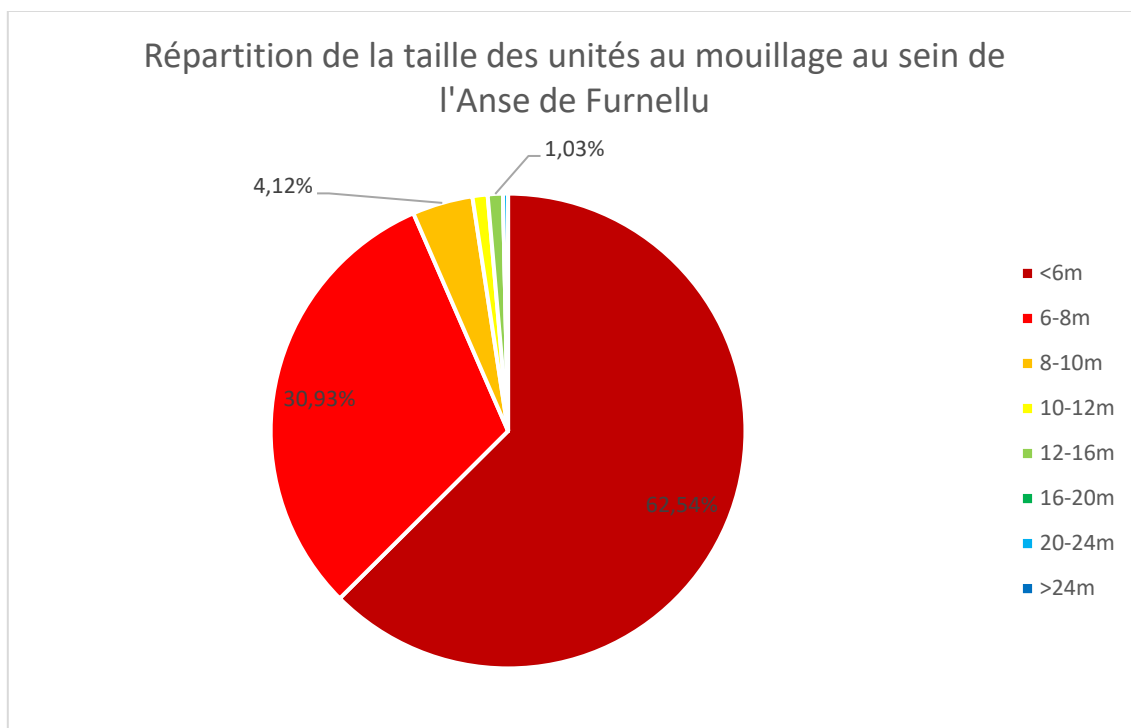


Figure 4 : Répartition de la taille des unités au mouillage au sein de l'Anse de Furnellu.

La synthèse des données issues des campagnes printanière, estivale et automnale 2024-2025 a mis en évidence plusieurs spécificités concernant la fréquentation plaisancière :

- La fréquentation est progressive, effectivement, les plus fortes fréquentations sont observées lors de la haute saison estivale, avec une moyenne de 22 navires en juin, 26 en juillet, et une majorité en août avec 32 navires au mouillage en moyenne. La fréquentation diminue ensuite régulièrement au cours des mois de septembre et octobre.
- Un pic avec des bateaux de passage est observé en août à 35 bateaux.
- La fréquentation reste relativement stable selon la période de la journée et le jour de la semaine.
- Quelle que soit la période, les unités de moins de 6 m et de 6-8 m représentent l'essentiel des embarcations (jusqu'à 94 % de l'échantillon).
- La majorité des mouillages est effectuée durant l'ensemble de la journée.
- L'analyse des questionnaires suggère un possible effet de report sur les zones 2 (cala di Roccapina et 4 Arbitru).

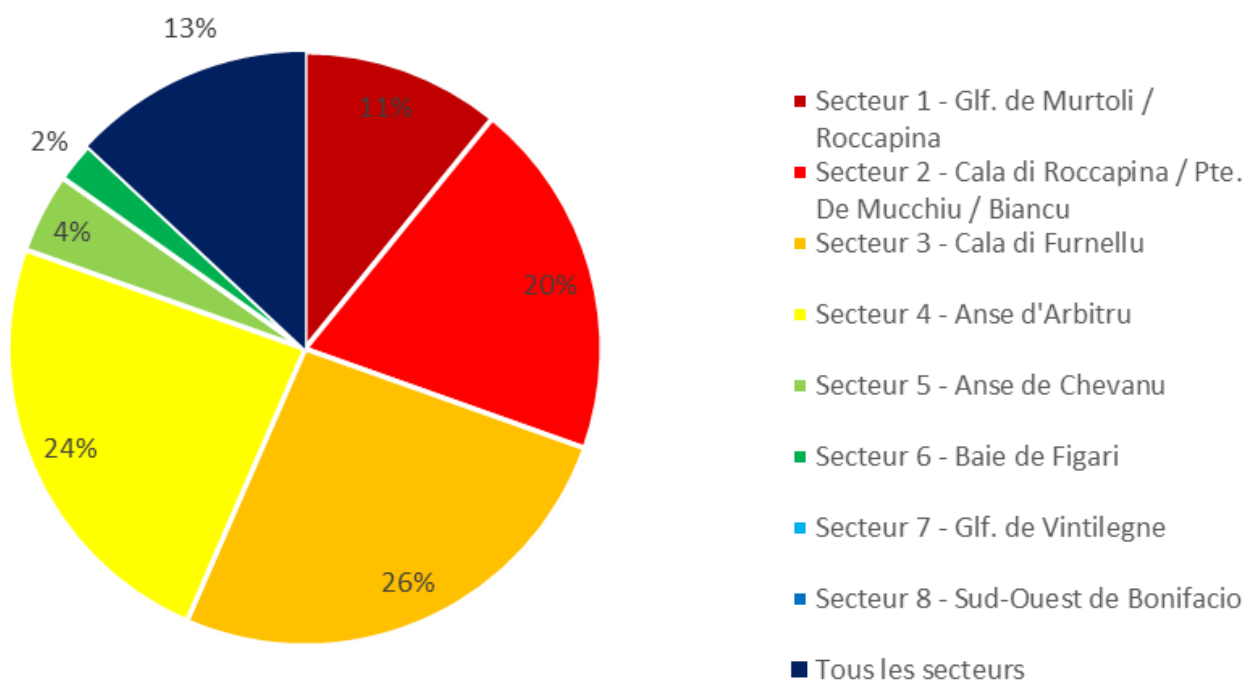


Figure 5 : Fréquentation des secteurs



Figure 6 : Localisation des secteurs

Sur la base de ces résultats, une grille de mouillage a été proposée afin de gérer la fréquentation générale du site (environ 34 navires dont 32 régulier et 2 pour le passage). Cette grille privilégie principalement les petits bateaux.

Tableau 2 : Grille de mouillages pour 34 navires

Solution permettant d'absorber le nombre général de bateaux régulièrement au mouillage ainsi que du passage	
Longueur de navire	Nombre de mouillages
< 6m	20
6-8m	12
8-10m	0
10-12m	0
12-16m	0
16-20m	0
20-24m	0
TOTAL	32
Passage <8m	2
TOTAL y compris passage	34

⇒ **34 mouillages inférieurs à 8m dont 2 pour le passage seront donc à envisager pour la future ZMEL.**

2.2. Etude des Mouillages et Macrodéchets présents sur le site d'étude

2.2.1. Observations

L'étude des mouillages et des macrodéchets, jointe en Annexe est basée sur l'observation des paramètres suivants (Figure 7) :

- Environnement
 - Type(s) d'herbier(s) à proximité ;
 - Distance du bloc à un herbier ;
 - Présence de macrodéchets et restes d'épaves ;
- Caractéristiques du mouillage
 - Description du mouillage ;
 - Type de corps-mort, taille et matériau ;
 - Ragage.

Les macrodéchets observés sur le site sont principalement des systèmes de mouillages artisanaux. Ces derniers présentent une grande disparité dans leurs conceptions, allant de la simple ancre plate à des agglomérats de plusieurs corps-morts en béton, voire des ancres, des pneus bétonnés ou encore des valises de transport remplies de ciment (Figure 7).

Ils sont pour la plupart situés à proximité directe d'herbiers, avec quelques rares cas de colonisations de ces derniers sur les structures, probablement par dépôt de faisceaux arrachés.

Au total, 60 macrodéchets ont été localisés.

Les herbiers de Cymodocées observés sur site sont en bonne santé et se développent au plus proche de certains, ce qui suppose une colonisation rapide de l'espace par ces derniers après dépose des blocs.

La présence de chaînes enfouies dans le substrat et le ragage de ces dernières impactent directement les herbiers avoisinants (Figure 9), tandis que l'on retrouve des herbiers tout autour des ancrages lorsque ces derniers sont composés d'ancres-à-vis et de blocs.

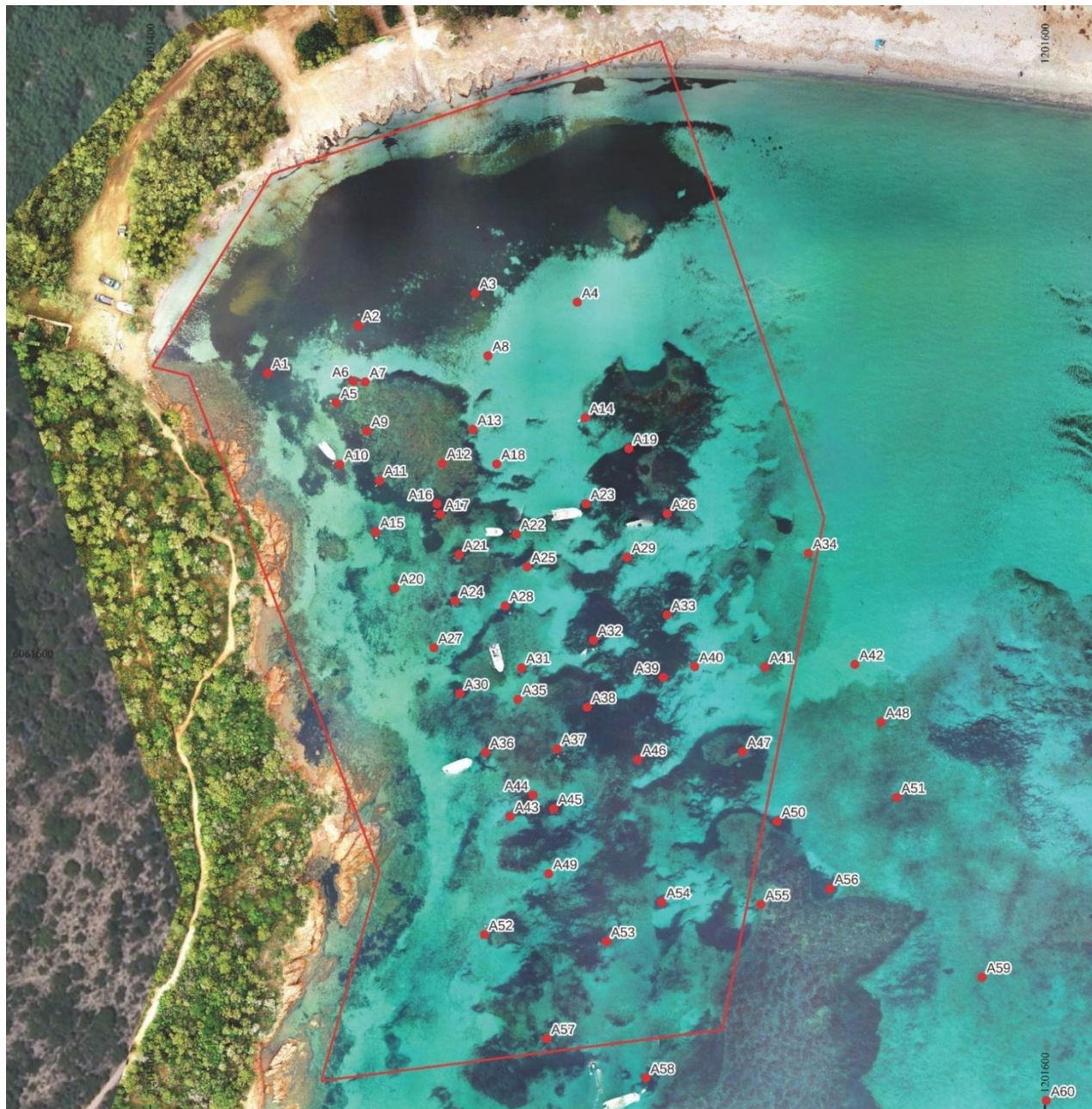


Figure 7 : Relevé des macrodéchets dans l'Anse de Furnellu – SEMANTIC TS

Le détail de ces macrodéchets est disponible dans l'annexe de SEMANTICS et un tableau récapitulatif est transmis ci-après.

Tableau 3 : Synthèse des observations & préconisations – SEMANTIC TS

Bloc	Descriptif
A1	Bloc béton en forme de T avec chaine
A2	Bouée – chaine avec corps-mort enfoui
A3	Bouée – chaine avec corps-mort enfoui
A4	Bouée – chaine raguant – ancre-à-vis
A5	Bouée – chaine – amas de pneus bétonnés
A6	Bouée – chaine avec corps-mort enfoui
A7	Ancre à JAS et chaine
A8	Bouée – chaine raguant avec corps-mort enfoui
A9	Bouée – chaine – amas de pneus bétonnés
A10	Bouée – chaine – 2 pneus bétonnés
A11	Bouée – chaine – 1 pneu bétonné
A12	4 pneus bétonnés
A13	Bouée – chaine – 3 pneus bétonnés enfouis
A14	Bouée – chaine – pneu bétonné enfoui
A15	Bouée – chaine – 2 pneus bétonnés
A16	chaîne – amas de 5 pneus bétonnés
A17	Bouée – chaine – amas de 3 pneus bétonnés
A18	Bouée – chaine avec corps-mort enfoui
A19	Bouée – chaine avec corps-mort enfoui
A20	Bouée – chaine – 4 corps-morts en partie enfouis
A21	Bouée – chaine – amas de 5 pneus bétonnés
A22	Bouée – chaine – amas de 4 pneus bétonnés
A23	Bouée – chaine – amas de 3 pneus bétonnés
A24	Bouée – chaine – amas de 3 pneus bétonnés
A25	Bouée – chaine – amas de 3 pneus bétonnés
A26	Bouée – chaine avec corps-mort enfoui
A27	Bouée – chaine – amas de 2 pneus bétonnés
A28	Bouée – chaine – amas de 3 pneus bétonnés
A29	Flotteur avec corps-mort enfoui
A30	Bouée – chaine – coffre + caisse aluminium
A31	Bouée – chaine – amas de 2 pneus bétonnés
A32	Bouée – chaine avec corps-mort enfoui
A33	Flotteur avec corps-mort enfoui
A34	Chaîne et pneu bétonné sans bouée
A35	Chaîne et pneu bétonné sans bouée
A36	Chaîne et 2 pneus bétonnés sans bouée
A37	Chaîne et 3 pneus bétonnés sans bouée
A38	Flotteur avec corps-mort enfoui
A39	Flotteur avec corps-mort enfoui
A40	Boot avec corps-mort enfoui
A41	Flotteur avec corps-mort enfoui
A42	Flotteur avec corps-mort enfoui
A43	Chaîne et 2 pneus bétonnés sans bouée
A44	Chaîne et 2 pneus bétonnés sans bouée
A45	Chaîne et pneu bétonné sans bouée
A46	Flotteur avec corps-mort enfoui
A47	Chaîne et 2 corps-morts béton
A48	Chaîne et pneu bétonné sans bouée
A49	Chaîne et pneu bétonné sans bouée
A50	Flotteur avec corps-mort enfoui
A51	Chaîne et pneu bétonné sans bouée
A52	Bouée – chaine avec corps-mort enfoui
A53	Chaîne et 3 pneus bétonnés sans bouée
A54	Chaîne et 2 pneus bétonnés sans bouée

A55	Chaine et 3 corps-morts sans bouée
A56	Bouée – chaine avec corps-mort ensablé
A57	Ancre à JAS, chaine et structure métallique
A58	Bouée – chaine avec corps-mort ensablé
A59	Chaine et pneu bétonné sans bouée
A60	Chaine et pneu bétonné sans bouée



Figure 8 : Diversité des ancrages sur le fond



Figure 9 : Chaînes raguant sur le fond à proximité d'un système d'ancrage

- ⇒ Afin de dépolluer et nettoyer les fonds marins, il est préconisé de déposer ces macrodéchets. Cela permettra aux herbiers de reprendre leur développement et d'assainir la zone.
- ⇒ Cependant, ce nettoyage devra se faire suivant un protocole bien défini pour protéger les biocénoses présentes et leur permettre de se redévelopper par la suite.

2.2.2. Préconisations

Les préconisations présentées ci-dessous sont adaptées à la présence d'objets constituant le mouillage :

- Blocs : Protocole d'enlèvement des corps-morts via parachutes (Figure 10), comprenant le déplacement préalable des rhizomes de Cymodocée alentours, le repérage et dégagement du corps-mort et le déplacement contrôlé à l'aide de parachute dans une zone permettant l'enlèvement. Ce protocole a été mis en place par l'Aire Marine Protégée de la Côte Agathoise dans le cadre de ses opérations d'enlèvement de corps-morts, opération dont l'ancienne AFB, Agence Française pour Biodiversité (dénommé maintenant OFB office Française de la Biodiversité) était partenaire. Ce protocole, ayant fait l'objet d'un retour d'expérience (RETEX) positif, a ensuite servi de référence pour d'autres projets similaires portés ou accompagnés par l'OFB.
- Ancres à vis : Aucun intérêt concernant la dépose des ancres, hormis leur désolidarisation des chaînes et leur abandon sur place.
- Chaînes : Dans le cas où la chaîne est visible / ne présente pas d'entrelacements avec l'herbier, elle pourra être relevée avec précautions. Le cas contraire entraînera quant à lui l'abandon de la chaîne sur site avec une découpe de cette dernière au plus court possible, sans impacter l'herbier.

Le Tableau 4 récapitule les observations et les préconisations pour chaque macrodéchets retrouvé sur le fond.

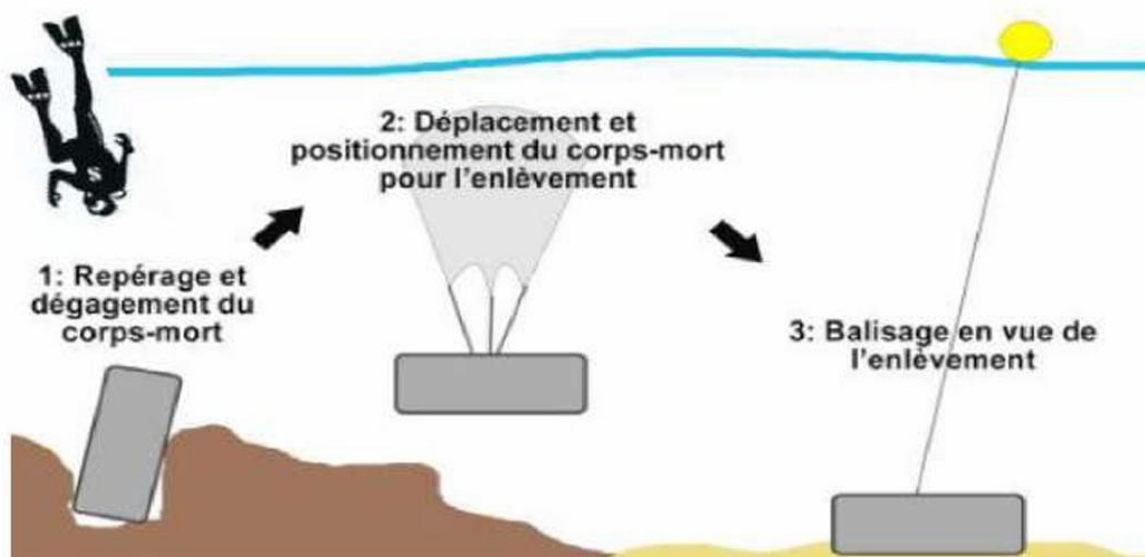


Figure 10 : Protocole d'enlèvement des corps-morts

Tableau 4 : Synthèse des observations & préconisations – SEMANTIC TS

Bloc	Cymodocée au contact	Posidonie au contact	Rhizome(s) accroché(s) sur bloc	Présence d'ancre à vis	Présence de chaîne ou éléments enfouis	Possibilité de levage vertical	Nécessité de découpe et abandon d'éléments	Risque / préconisation / impact
A1	NON	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Levage
A2	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	OUI	Découpe chaîne et/ou bout sur site Abandon du coffre sauf si A réévaluer si désenfouissement
A3	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	OUI	Découpe chaîne et/ou bout sur site Abandon du coffre sauf si A réévaluer si désenfouissement
A4	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	OUI	Découpe chaîne et/ou bout sur site Abandon du coffre sauf si A réévaluer si désenfouissement
A5	NON	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	Écartement des rhizomes au levage Découpe de chaîne sur site Abandon d'ancre à vis sur site
A6	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	OUI	Découpe chaîne et/ou bout sur site Abandon du coffre Sauf si désenfouissement
A7	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	Levage
A8	NON	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A9	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI	Levage Découpe chaîne et/ou bout sur site
A10	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A11	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A12	NON	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Levage Découpe chaîne et/ou bout sur site
A13	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	?	Levage Découpe chaîne et/ou bout sur site
A14	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	?	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A15	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A16	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI	?	Levage Découpe chaîne et/ou bout sur site
A17	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI	?	Levage Découpe chaîne et/ou bout sur site
A18	OUI	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A19	OUI	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A20	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI SAUF 1 item	?	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A21	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI SAUF 1 item	?	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A22	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A23	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A24	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A25	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A26	OUI	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A27	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A28	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A29	NON	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement

A30	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A31	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A32	NON	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A33	NON	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A34	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A35	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage. Décollage de l'anémone Découpe chaîne sur site
A36	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A37	OUI	OUI	OUI	NON	NON	OUI SAUF 1 item	OUI	Écartement des rhizomes au levage SAUF pour la structure béton accueillant les faisceaux de posidonie
A38	NON	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A39	NON	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A40	NON	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A41	OUI	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A42	NON	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A43	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A44	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A45	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A46	OUI	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A47	NON	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site Attention particulière à la posidonie à proximité
A48	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site.
A49	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site
A50	NON	NON	NON	?	OUI	?	?	A réévaluer si désenfouissement
A51	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site.
A52	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site.
A53	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site.
A54	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site.
A55	OUI	OUI	OUI	NON	NON	OUI	OUI	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site. Abandon chaîne avec présence posidonie
A56	NON	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Levage
A57	OUI	OUI	OUI	NON	Partiellement	OUI SAUF 1 item	OUI	Évaluation sur site pour essayer de dégager l'ancre sans déchausser les faisceaux de posidonie. Mais probable abandon
A58	NON	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Levage
A59	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site.
A60	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	Écartement des rhizomes au levage Découpe chaîne sur site.

2.3. Etude des usages sur le plan d'eau

Du rivage jusqu'à la limite des 300m, l'anse est classée en zone d'interdiction de mouillages (ZIM), en dehors des 3 espaces balisés suivants (Figure 11) :

- Un chenal d'accès au rivage central de 15m de large,
- A l'ouest du chenal : la zone de mouillage propre (ZMP) de 100m de profondeur, située à 40 m du rivage ;
- A l'est du chenal : une zone de baignade (non surveillée) de 140m de profondeur depuis le rivage.

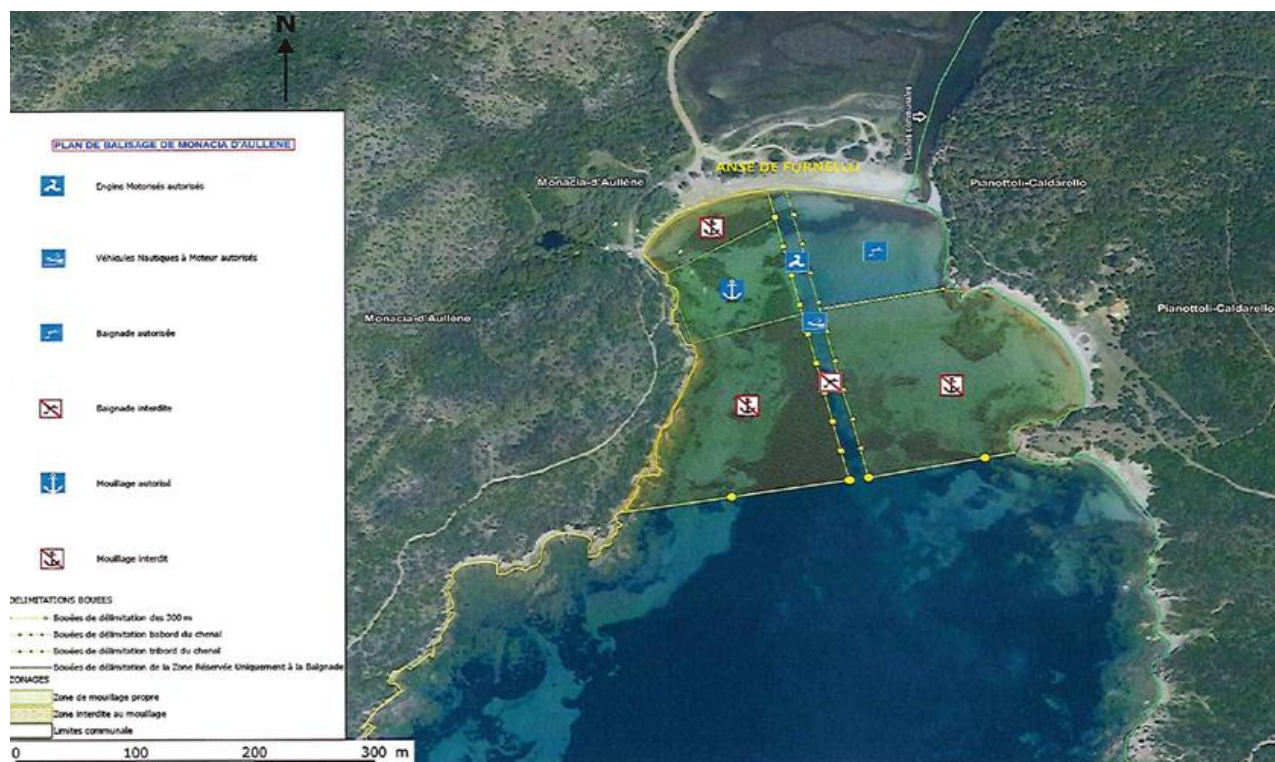


Figure 11 : Annexe à l'AP n°119/2014 du 19 juin 2014 et de l'AM n°25/2014 du 6 juin 2014 - PREMAR

De plus, L'anse de Furnellu, objet de la présente étude, est comprise dans le site Natura 2000 « Îles Lavezzi, Bouches de Bonifacio », exclusivement marin et s'étend sur une surface totale de 98 941 ha au sein de la commune de Monacia d'Aullène.

Le site a par ailleurs été désigné comme « Site Inscrit au titre de la Directive Oiseaux (ZPS) » et « Site Inscrit au titre de la Directive Habitats (ZSC, SIC, PSIC) ».

⇒ **Les usages actuels ainsi définissent une zone de baignade au nord-est et une zone de mouillage principalement à l'OUEST de l'anse (zone à privilégier).**

Une mise à jour du plan de balisage de l'anse de Furnellu a été envisagée à l'issue de la mise en place de la future ZMEL (annexe).

2.4. Etude des caractéristiques environnementales

Les travaux de reconnaissance des fonds marins réalisés par SEMANTIC TS ont permis la réalisation d'une carte des biocénoses de la zone d'étude, visible en Figure 12, mais également en Annexe.

Le levé des biocénoses a été réalisé selon une méthode de cartographie fusion multi-capteurs composé de 3 étapes :

- Étape 1 : Mesures surfaciques géophysiques à l'aide d'un bateau équipé d'un sondeur interférométrique (Sonar & Bathymétrie) GEOSWATH GS4 – KONSBERG Maritime,
- Étape 2 : Réalisation des vérités terrain par plongeurs,
- Étape 3 : Fusion des données et cartographie.

La zone présente de larges herbiers de Cymodocée sur une large partie de la baie, y compris sous la litière de posidonie. Des faisceaux isolés de Posidonie ont également été observés dans les prairies de Cymodocée.

Ces espèces étant protégées (les 2 seules observées sur le site), on privilégiera la mise en place de systèmes d'ancrages écologiques tels que les ancres à vis / hélicoïdales ou équivalent au détriment des corps-morts, non adaptés à la présence d'herbiers.

Trois stations de mesures des paramètres de vitalité des herbiers (Figure 13) ont été mises en place entre -1.5m et -9m de profondeur. Les stations S1 et S2 sont placées à l'Ouest de la l'Anse du Furnellu dans la zone possible d'aménagement de la ZMEL, tandis que la station Sref, comme son nom l'indique, est située en dehors la zone afin de servir de référence pour l'évolution des herbiers à long terme.

Une synthèse des données est visible sur le Tableau 5 et sur le Tableau 6.

En conclusion, l'herbier de Posidonie des secteurs étudiés est sain et en bon état de vitalité. Il est situé à faible profondeur et donc à un hydrodynamisme important.

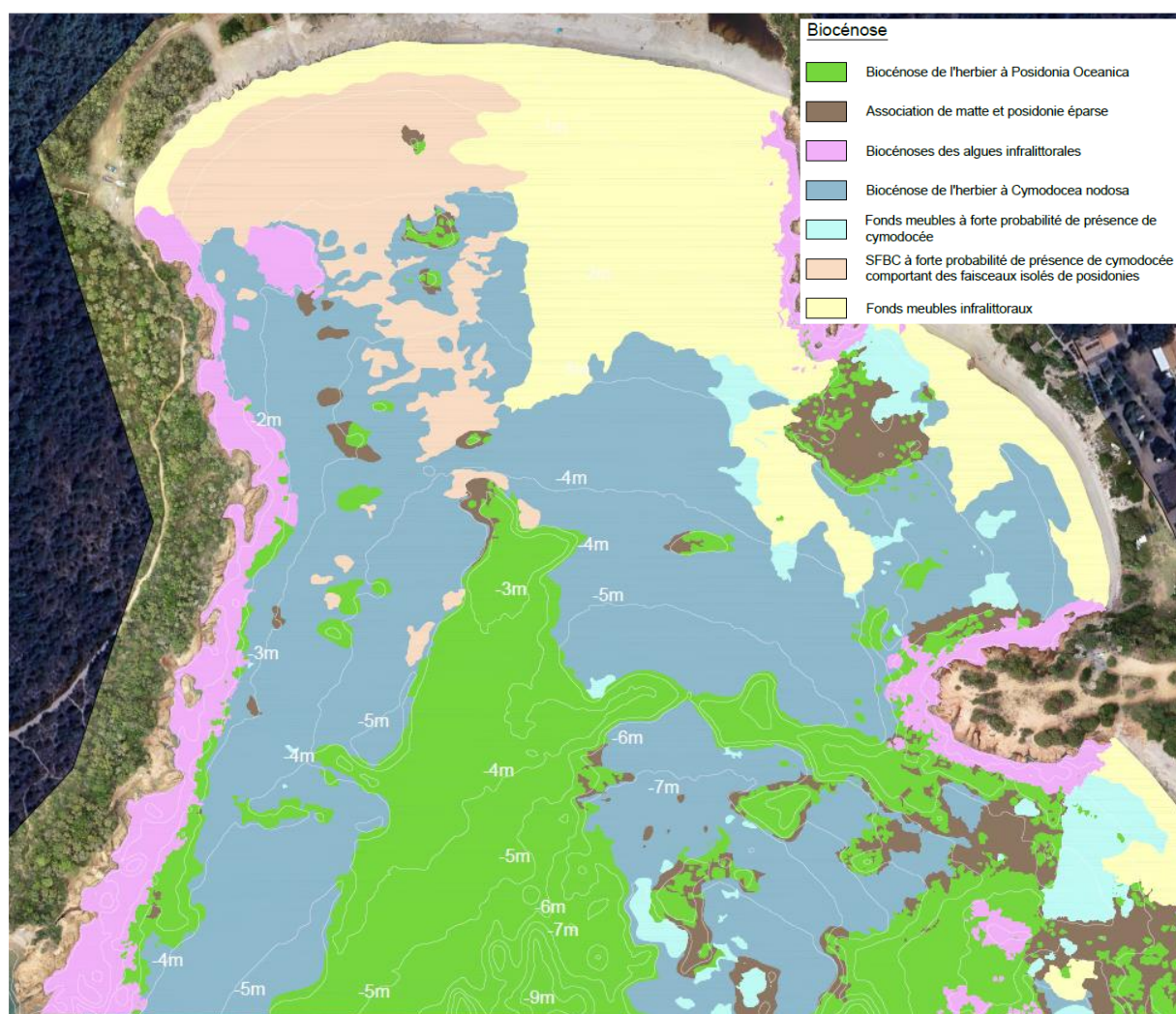


Figure 12 : Carte des biocénoses marines – SEMANTIC TS



Figure 13 : Localisation des stations RS

Tableau 5 : Synthèse des résultats des mesures des paramètres de vitalité de l'herbier de posidonie sur les 3 stations

Stations	S1 (1,5 m)	S2 (5 m)	Sref (8,8 m)
Taux de recouvrement (%)	65 %	>80 %	> 80 %
Densité moyenne de faisceaux par m ²	725	775	750
Pourcentage de rhizomes plagiotropes	27 %	27 %	30 %
Déchaussement moyen (cm)	2,0	2,0	2,0
Longueur F1 (cm)	19,3	45,7	25,3
Longueur F2 (cm)	10,0	41,3	9,7
Nombre de feuilles par faisceau	7	7,0	5,7

Tableau 6 : Rappel des légendes de couleurs

Rappel des légendes de couleurs → En ce qui concerne la densité, la classification est effectuée selon l'abaque de [Pergent-Martini et al., 2010] ¹ qui dépend de la profondeur.	Etat Santé/Vitalité	Mauvais	Médiocre	Moyen	Bon	Très bon
	Taux (%) de Recouvrement	Mauvais ≤20%	Médiocre 20% < x ≤40%	Moyen 40% < x ≤60%	Bon 60% < x ≤80%	Très bon >80%
	Densité / abaque [Pergent 2010]	Mauvaise	Médiocre	Moyenne	Bonne	Très bonne
	% Rhizomes Plagiotropes		Faible x ≤10%	Moyen 10% < x <30%	Fort 30% ≤ x ≤100%	
	Déchaussement (cm)		Faible < 5	Moyen 5 ≤ x ≤ 15	Fort > 15	

- ⇒ Au vue de la forte présence des herbiers à posidonie et à cymodocée, aucun corps-mort ne devra être envisagé pour les mouillages. Les zones de sables seules sont presque inexistantes sur les zones envisagées.
- ⇒ La cymodocée se redéveloppant beaucoup plus rapidement que la posidonie, il est préférable de positionner les ancrages sur la Cymodocées que sur la posidonie.

2.5. Etude des caractéristiques physiques

L'analyse du contexte météo-océanographique, réalisée par GDU Engineering et jointe en Annexe, a permis de décrire les conditions usuelles et extrêmes de houle, de vents et de niveaux d'eau.

2.5.1. Etat de mer

2.5.1.1. Conditions usuelles

D'après l'analyse effectuée au point d'extraction COPENICUS, il en ressort les informations suivants (Figure 14) :

- Des houles principales de secteur OUEST
- Des houles secondaires de secteur ONO et OSO ;
- Les houles les plus fortes sont de secteur Ouest.

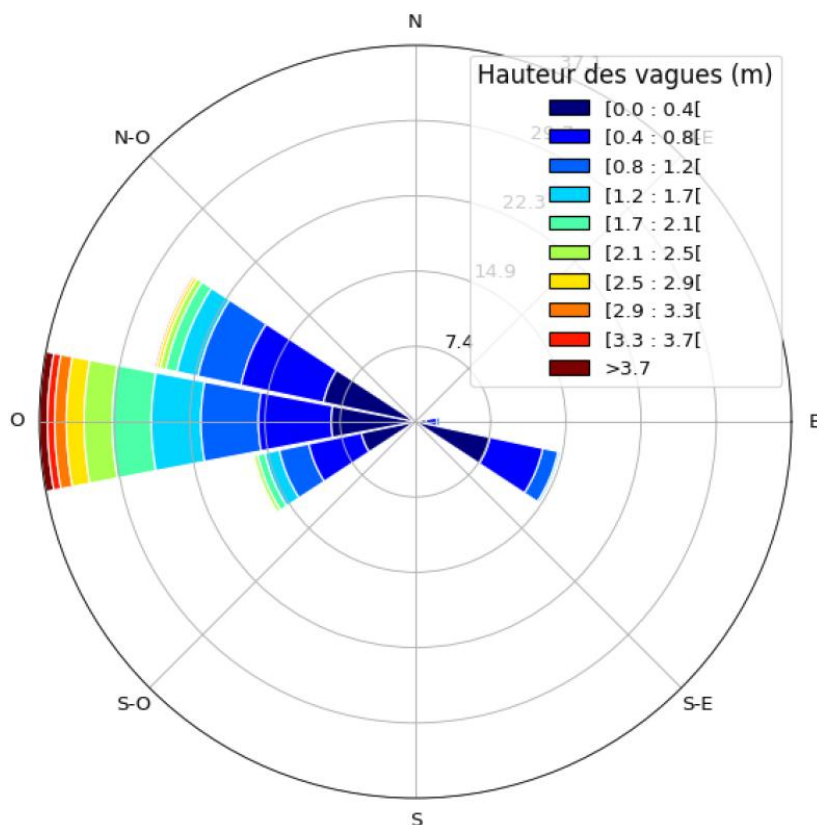


Figure 14 : Rose des houles, Janvier 1993 - Décembre 2023

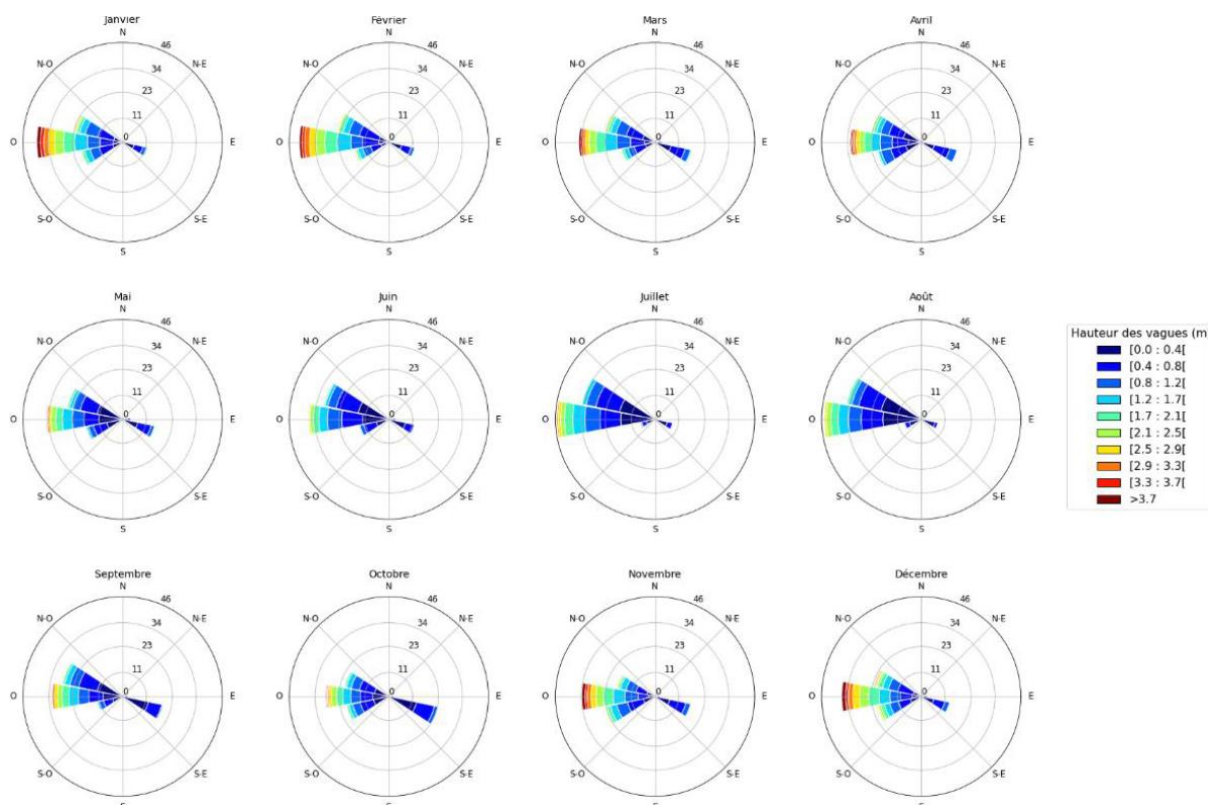


Figure 15 : Rose des houles par mois réalisée à partir des données COPENICUS au point 41.4369°N - 8.9588°E

2.5.1.2. Conditions extrêmes

Une analyse POT (Peaks Over Threshold) a été réalisée afin d'étudier les valeurs extrêmes des houles ainsi que leurs périodes de retour. Il en ressort les point suivants (Figure 16) :

- Période de retour annuelle (Tr 1an) : **5.3m** ;
- Période de retour décennale (Tr 10ans) : **6.8m**.

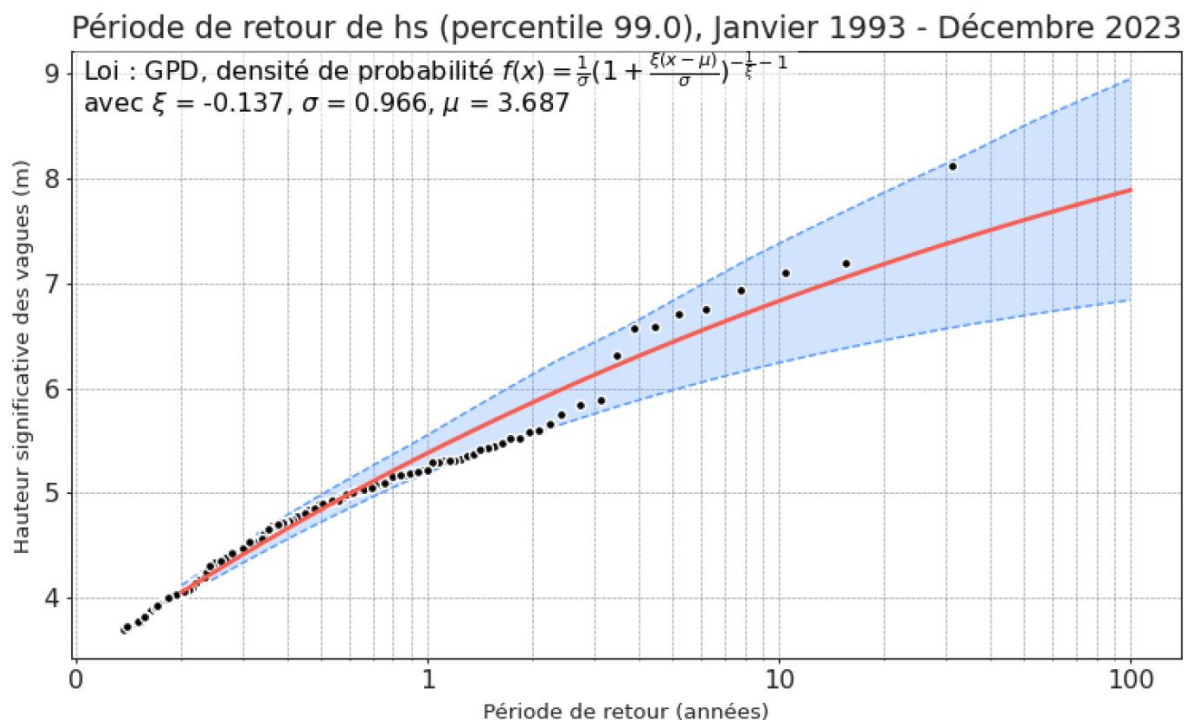


Figure 16 : Périodes de retour des houles –GDU Engineering, d'après COPENICUS 1993-2023

2.5.2. Vents

2.5.2.1. Conditions usuelles

D'après l'analyse effectuée au point d'extraction ERA5, il en ressort les informations suivantes (Figure 17) :

- Une composante principale des vents de secteur OUEST à ONO, associée à des vitesses moyennes de l'ordre de 6 à 8m/s environ ;
- Une composante secondaire des vents de secteur EST, associée à des vitesses moyennes de l'ordre de 6 à 8m/s également.

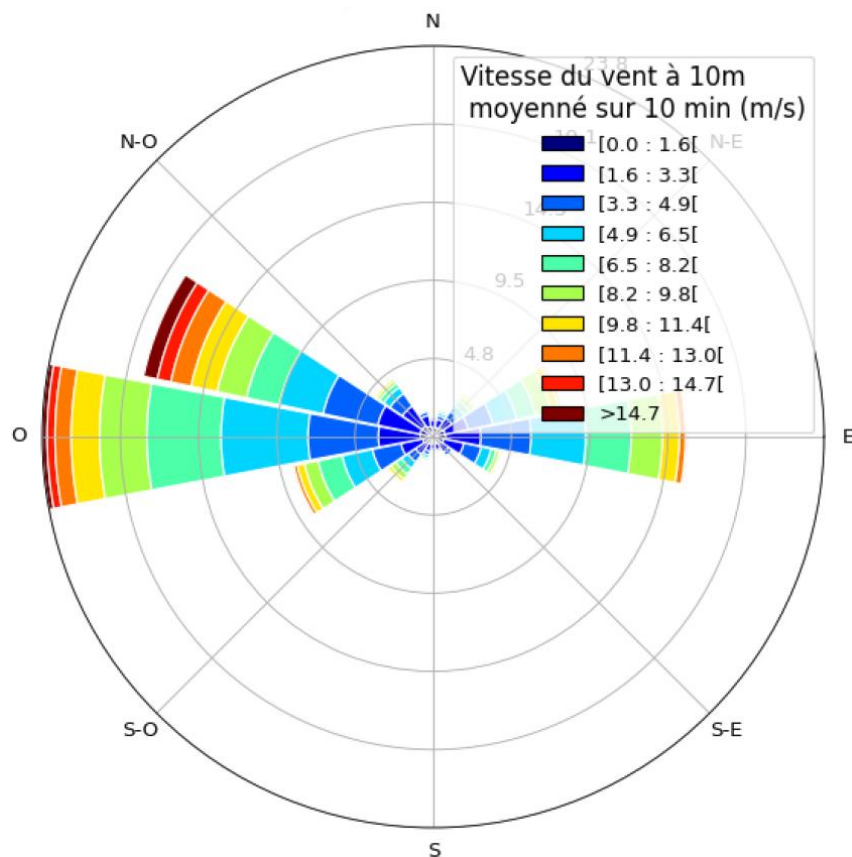


Figure 17 : Rose des vents, Janvier 1993 - Décembre 2023

2.5.2.2. Conditions extrêmes

D'après l'analyse POT effectuée sur les valeurs extrêmes de vents au large de Monacia d'Aullène, il en ressort les informations suivantes (Figure 18) :

- Période de retour annuelle (Tr 1an) : **19.3 m/s** ;
- Période de retour décennale (Tr 10 ans) : **21.8 m/s**.

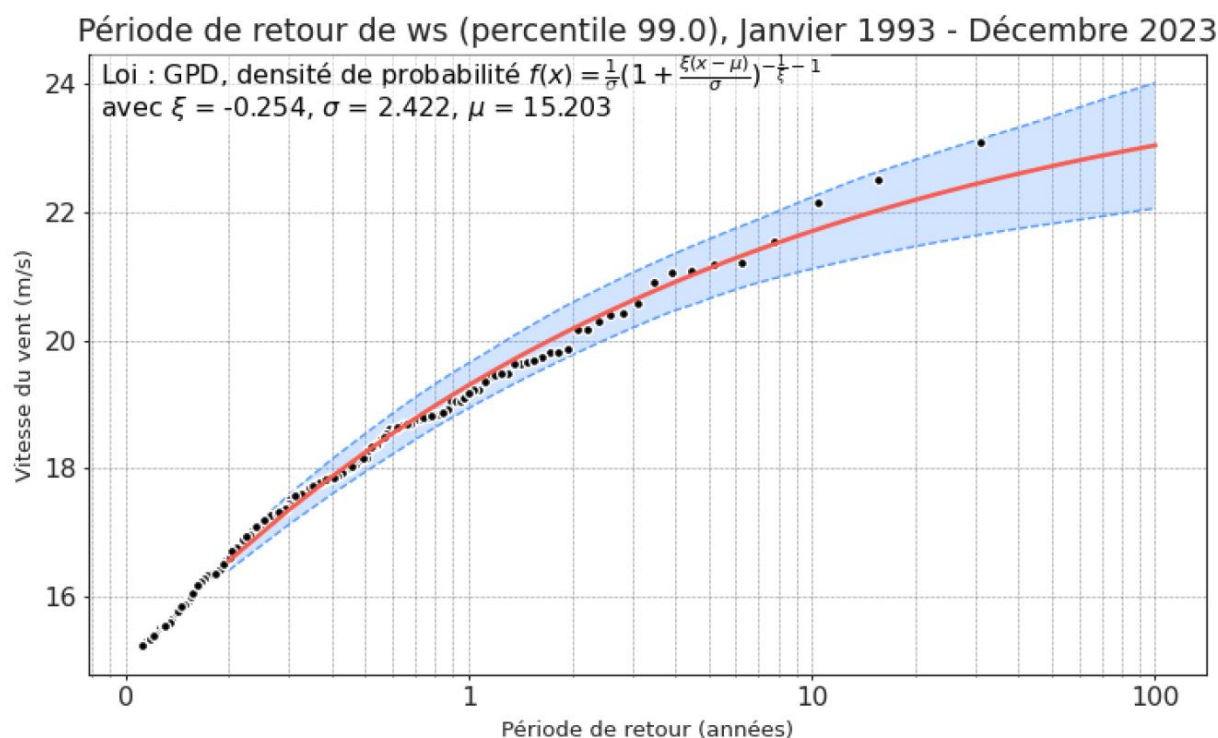


Figure 18 : Périodes de retour des vents –GDU Engineering, d'après COPERNICUS 1993-2023

2.5.3. Niveaux d'eau

2.5.3.1. Marée

La marée astronomique en Méditerranée est de type semi-diurne à inégalité diurne, le marnage moyen, la différence entre le niveau de basse mer et de pleine mer, y est qualifié de microtidal (< 0.3m). L'ouvrage Références Altimétriques Maritimes (SHOM, 2022) renseigne les niveaux d'eau à Ajaccio, qui est le port de référence le plus proche.

Tableau 7 : Données de marées astronomiques à Ajaccio par rapport au nivellement général de la Corse

Niveaux d'eaux (m IGN78)	PHMA	NM	PBMA
Ajaccio	0,333	0,103	-0,157

2.5.3.2. Niveaux extrêmes

L'ouvrage du CEREMA « Niveaux marins extrêmes – Ports de Métropole » rédigé en 2018, présente une analyse statistique des valeurs extrêmes des niveaux d'eau sur 27 sites répartis le long du littoral métropolitain. Les statistiques extrêmes calculées au droit du port d'Ajaccio sont les suivantes (Tableau 8) :

Tableau 8 : Ajustement statistique des valeurs extrêmes de niveau d'eau à Ajaccio en mètres IGN

Lois statistiques	Exponentielle				GPD			
Périodes de retour	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Surcote (m)	0.55	0.61	0.69	0.75	0.57	0.63	0.73	0.8
Intervalle de confiance	[0.50 - 0.60]	[0.55 - 0.67]	[0.62 - 0.76]	[0.67 - 0.83]	[0.49 - 0.64]	[0.53 - 0.74]	[0.57 - 0.88]	[0.59 - 1.01]

2.5.4. Modélisation de génération et propagation des vagues

Pour rappel, l'objectif de l'étude de propagation est de fournir les conditions de projet pour les calculs de dimensionnement des ancrages (efforts hydrodynamiques des vagues).

Cette dernière, réalisée sur TOMAWAC a permis de fournir les données d'entrée nécessaires pour les calculs de dimensionnement d'ancrages de la future ZMEL de Monacia d'Aullène ainsi que les constats suivants :

- Des différences significatives de Hs en fonction de l'incidence (plus élevé pour une houle de SO) ;
- Des différences significatives de Hs selon le secteur ; le secteur Sud Z3 étant caractérisé par des valeurs plus élevées (Tableau 9) ;
- Des valeurs de Hs relativement faibles pour des conditions fréquentes ;
- Une zone adaptée à la mise en place d'une ZMEL (Figure 19).

Tableau 9 : Caractéristiques des hauteurs de vague (Hs) dans chacun des secteurs considérées pour la ZMEL de Monacia d'Aullène

Scénario	Zone 1		Zone 2		Zone 3	
	Hs moyen	Hs max	Hs moyen	Hs max	Hs moyen	Hs max
SE-1an	1.4	1.7	1.6	1.9	2.1	2.4
SE-10ans	1.6	1.9	2.0	2.4	2.9	3.2
SE-Fréquent	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6
SO-1an	1.5	1.8	1.7	2.0	2.3	2.6
SO-10ans	1.7	2.1	2.2	2.5	3.1	3.4
SO-Fréquent	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6

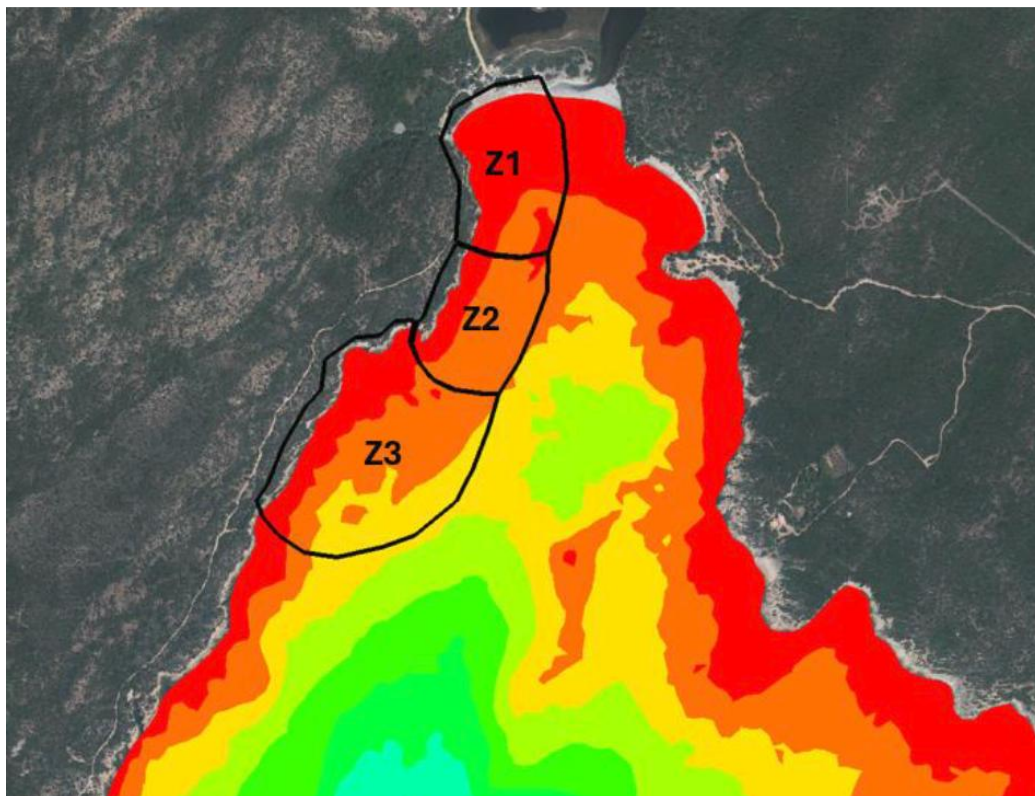


Figure 19 : Localisation des polygones d'extraction des houles de projet

⇒ Ces études montrent que plus les bateaux sont positionnés en fond de baie, moins ils sont soumis à la houle.

2.6. Etude des caractéristiques du sol et du sous-sol

La caractérisation des fonds est issue de la cartographie des biocénoses visible en Figure 12. Il en ressort, au droit de la zone d'étude et des zones potentielles d'implantation de la ZMEL, la présence dominante d'herbiers de Cymodocée.

Le fond de l'Anse du Furnellu est caractérisé par des fonds meubles (sédiments) ainsi que des fonds meubles à forte probabilité de Cymodocée, tandis que la partie Ouest de l'Anse est caractérisée par la présence de biocénoses d'algues infralittorales. Cette zone Ouest est également ponctuée ci et là par la présence d'herbiers de Posidonie, qui marquent bien plus le centre de l'Anse.

Des études de lançage ont été réalisées par la société MANE afin de vérifier les hauteurs de sédiments / biocénoses existants et ainsi la possibilité ou non de mettre en place des ancres-à-vis et hélicoïdales.

Le repérage de ces lançages est transmis sur la figure suivante.

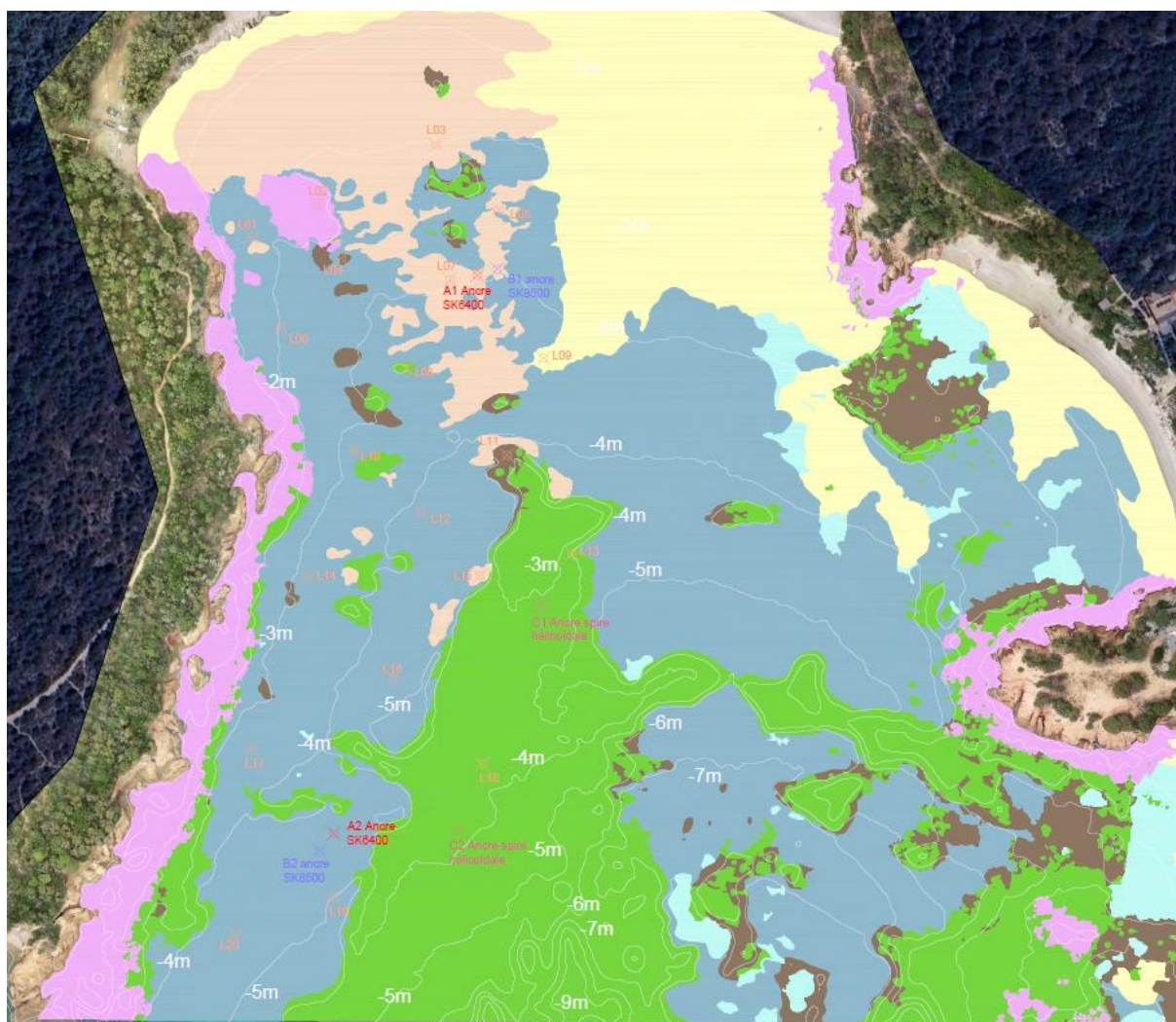


Figure 20 : Vue en plan de repérage des lançages et essais (ICTP 2025)

Les résultats des lançages sont transmis dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Résultats des lançages – MANE 2025

N°	Substrat théorique	Profondeur théorique	Coordonnées Degrés minutes décimales		Sondage (lance 2,2 m)	Remarques
			Longitude	Latitude		
L01	Biocénose de l'herbier à Cymodocea nodosa	-1,5	8°59,591525'	41°29,099119'	X - 0.7m	Sable / gravillon
L02	Biocénoses des algues infralittorales	-2	8°59,608808'	41°29,104496'	X - 0 m	Cailloux / roche
L03	SFBC à forte probabilité de présence de Cymodocée comportant des faisceaux isolés de posidonie	-2	8°59,640497'	41°29,114335'	OK	Sable
L04	Association de matte et posidonie éparse	2,5	8°59,614069'	41°29,093889'	OK	Sable
L05	SFBC à forte probabilité de présence de Cymodocée comportant des faisceaux isolés de posidonie	-2,5	8°59,655426'	41°29,100956'	OK	Sable
L06	Biocénose de l'herbier à Cymodocea nodosa	-2	8° 59,597014'	41°29,081448'	X - 1,2m	Sable / gravillon
L07	SFBC à forte probabilité de présence de Cymodocée comportant des faisceaux isolés de posidonie	-3	8°59,641514'	41°29,088190'	OK	Sable / gravillon
L08	Biocénose de l'herbier à Posidonia Oceanica	-3	8°59,628709'	41°29,071806'	OK	Sable / gravillon
L09	Fonds meubles infralittoraux	-3,5	8°59,663910'	41°29,071702'	OK	Sable
L10	Biocénose de l'herbier à Cymodocea nodosa	-3	8°59,613589'	41°29,056712'	OK	Sable / gravillon
L11	Association de matte et posidonie éparse	-3,5	8°59,652682'	41°29,053604'	OK	Sable et gravillons en surface
L12	Biocénose de l'herbier à Cymodocea nodosa	-4	8°59,629520'	41°29,043765'	OK	Sable et gravillons en surface
L13	Biocénose de l'herbier à Posidonia Oceanica	-4	8°59,667264'	41°29,033673'	OK	Posidonie
L14	Biocénose de l'herbier à Cymodocea nodosa	-3	8°59,599112'	41°29,033301'	OK	Sable / gravillon
L15	SFBC à forte probabilité de présence de Cymodocée comportant des faisceaux isolés de posidonie	-4	8°59,643300'	41°29,030832'	OK	Posidonie
L16	Biocénose de l'herbier à Cymodocea nodosa	-4,5	8°59,619196'	41°29,012226'	OK	Sable
L17	Biocénose de l'herbier à Cymodocea nodosa	-3,5	8°59,581466'	41°29,000977'	OK	Sable / gravillon
L18	Biocénose de l'herbier à Posidonia Oceanica	-4	8°59,640287'	41°28,994590'	OK	Posidonie
L19	Biocénose de l'herbier à Cymodocea nodosa	-5	8°59,599600'	41°28,971132'	OK	Limite sable posidonie
L20	Biocénose de l'herbier à Cymodocea nodosa	-4,5	8°59,573792'	41°28,965488'	OK	Sable / gravillon

- ⇒ **Les résultats des études de lançages montrent une épaisseur de sable suffisante sur la quasi-totalité des points testés pour la mise en place d'ancre à vis ou hélicoïdale mise à part les points L01, L02 et L06 où des scellements chimiques dans la roche pourront être réalisés.**
- ⇒ **A noter : Au nord-Est de l'anse de Furnellu, se jette le ruisseau de Spartano. Le ruisseau peut créer des mouvements de sable. Les positionnements de mouillages dans cette zone sont à éviter.**

2.7. Etude des caractéristiques paysagères

L'étude paysagère réalisée par le bureau COMPOSITE est disponible en Annexe et a été développée autour de l'intégration d'enjeux paysagers tels que la Tour d'Olmetu, le fond de l'Anse du Furnellu et les différentes criques. Les principales prescriptions issues de leur intégration paysagère sont les suivantes :

- Les Zones A1, A2 et A3 ne sont pas recommandées pour l'implantation de la ZMEL étant donné les morphologies de criques dont la lecture est à préserver, et les espaces de baignades qui doivent être purgés de bouées et de bateaux ;
- La zone B n'est pas recommandée pour l'implantation de la ZMEL étant donné la nécessité de maintenir un axe ouvert vers le large ;
- La Zone D n'est pas recommandée pour l'implantation de la ZMEL du fait de son appartenance au bassin visuel direct de la Tour d'Olmetu, qui est à préserver.
- La Zone C est la plus pressentie pour l'intégration de la ZMEL du fait de sa faible emprise visuelle sur l'anse et depuis le littoral (en retrait).

Il sera possible de positionner des navires dans la Zone A1 le long du rivage Ouest. Cette mise en place de quelques bateaux à faible tirant d'air peut être possible dans la mesure où le tracé de la côte vient faire un arrière-plan pouvant absorber l'impact visuel, ce qui n'est à l'inverse pas possible au centre de l'anse, où la vue est dégagée

II. F. SYNTHÈSE DES PRÉCONISATIONS



Figure 21 : Synthèse des recommandations – COMPOSITE 2025

⇒ Les mouillages sont à privilégier en zone C voir A1 le long du rivage Ouest pour bateaux à faible tirant d'air

3. PHASE 2 : ETUDES DE CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DU PROJET ZMEL

3.1. Plan de gestion RNBB

Le projet prévoit la mise en place d'une ZMEL pour des unités inférieures à 24m composé de 34 emplacements dont 2 pour des escales. Ce projet permet de protéger l'environnement marin (protection des herbiers de Posidonie et de Cymodocée), de retirer les mouillages forains et les macrodéchets ainsi que de régulariser la fréquentation de la baie.

Ce projet s'inscrit dans le plan de gestion de la Réserve Naturelle des Bouches de Bonifacio (RNBB) de 2023-2032 et notamment dans les opérations IP22 et CS4.

L'opération **IP 22** consiste en l'Etude des régularisations potentielles des ZMEL pour des petites unités de moins de 7 m dans des sites dont l'existence de mouillages pouvait être prouvée avant septembre 1999, pour une utilisation de plaisance locale résidente à l'année (à l'exclusion des activités touristiques), dans les communes de Porto-Vecchio, Bonifacio et Monacia d'Aullène.

Cette opération vise à limiter l'impact du tourisme local et définir un quota de ZMEL de petites unités : Elle a été classée en rang 1 prioritaire pour la RNBB.

Elle est compatible avec le Document Stratégique de Façade (DSF) Méditerranée qui prévoit de :

- **Q6 : Soutenir la mise en place de zones de mouillages organisés et la mise en place de services auprès des plaisanciers.**

Elle est en accord avec les Orientations fondamentales du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) qui prévoit de :

- **OF 3 : Préserver et restaurer les milieux aquatiques, humides et littoraux en respectant leur fonctionnement. 3D Préserver et restaurer les écosystèmes marins et lagunaires**
- **RD-06 : Organiser les usages maritimes en protégeant les secteurs fragiles**

L'organisation des usages en mer (plaisance, plongée, pêche professionnelle et autres activités marines) en protégeant les secteurs fragiles est une des conditions pour atteindre ou maintenir le bon état des eaux. Cette organisation pourra être effectuée en encourageant l'organisation des mouillages des navires et en privilégiant des aménagements sur les milieux les moins sensibles.

L'opération **CS 4** consiste en l'identification des zones sensibles impactées par l'ancrage des navires de moins de 24 m afin de préserver les écosystèmes des pressions et menaces sur la biodiversité et.

Cette opération vise à arrêter les dégradations par l'effet du mouillage sur le coralligène et les herbiers de Posidonie : Elle a été classée en rang 1 prioritaire pour la RNBB.

Elle est compatible avec le Document Stratégique de Façade (DSF) Méditerranée qui prévoit de :

- **A : Maintenir ou rétablir la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes des fonds côtiers.**

- **A5 : Éviter la perturbation physique des herbiers de phanérogames méditerranéens et du coralligène (par les mouillages, la plongée sous-marine de loisir et les engins de pêche de fond).**
- **A7 : Réduire les perturbations et les pertes physiques des habitats génériques et particuliers liées aux activités et usages maritimes.**

Elle est en accord avec les Orientations fondamentales du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) qui prévoit de :

- **OF 3 : Préserver et restaurer les milieux aquatiques, humides et littoraux en respectant leur fonctionnement. 3D Préserver et restaurer les écosystèmes marins et lagunaires**
- **RD-06 : Organiser les usages maritimes en protégeant les secteurs fragiles**

Elle est en accord avec les **programme de surveillance du Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) Méditerranée:**

- **D6 : Intégrité des fonds marins**
 - **Sous-programme P4 : Mouillages :**
 - **Critère D6C2 : Perturbation physique des fonds marins :**
 - **Localisation des mouillages.**
 - **Types de mouillages pratiqués.**
 - **Evolution morpho-sédimentaire des zones de mouillages sensibles.**

⇒ **La mise en place de la ZMEL à Monacia d'Aullène s'inscrit donc dans un cadre prioritaire pour la RNBB.**

3.2. Plan d'implantation de la ZMEL

L'implantation des mouillages est régie par plusieurs facteurs décrits lors de phase 1 :

- Domanialité
- Usage du plan d'eau (balisage)
- Environnement
- Météorologiques
- Sécurité
- Fréquentation
- Paysages

L'implantation des ancrages est privilégiée dans les zones sableuses, même en présence d'herbiers de Cymodocée. En effet, cet herbier présente une forte capacité de régénération et d'évitement des obstacles, contrairement à celui de la Posidonie, beaucoup plus sensible aux perturbations. Aucun mouillage n'est donc prévu au sein des herbiers de Posidonie. Par ailleurs, le type d'ancrage retenu a été spécifiquement choisi afin de limiter l'impact sur les herbiers, grâce à une emprise au sol très réduite.

D'un point de vue agitation et exposition au vent, la zone OUEST est, d'après les études réalisées (fréquentation, agitation, etc...), la plus abritée et donc sécurisée pour la mise en place d'une ZMEL (vent d'Ouest dominant). De plus Le bord Est de la baie ne fait pas partie de la commune de Monacia d'Aullène et ne peut être ainsi pris en compte dans l'implantation de la ZMEL.

Au nord-Est de l'anse de Furnellu, se jette le ruisseau de Spartano. Ce ruisseau peut créer des mouvements de sable. Les positionnements de mouillages dans cette zone sont à éviter.

La surface totale du projet de ZMEL de Furnellu est d'environ 43 ha et peut être divisée en 2 secteurs de mouillage :

- Secteur 1 : en fond de baie, au droit de la plage accueillera les plus petits bateaux de longueur inférieure ou égale à 6m (emprise d'environ 15 ha),
- Secteur 2 : en partie Sud de la baie, sera occupé par les bateaux plus grands (emprise d'environ 28 ha),

La capacité de 34 postes (dont 2 de passage) est dimensionnée pour absorber l'usage moyen observé de la zone de mouillage (32 unités/jour en haute saison), tout en limitant les pics de fréquentation estivaux exerçant une pression accrue sur les herbiers (pics à 35 bateaux).

Les bouées de mouillage sont dédiées pour navires de plaisance de taille maximale de 10 m. Les bouées pour petites unités sont localisées préférentiellement près du littoral et les bouées pour grandes unités généralement vers le large.

La répartition des mouillages a notamment été conçue en prenant en compte les vents de type marin et thermique ainsi qu'au regard de la profondeur des fonds et de la position des herbiers.

La création de la ZMEL prend en compte les usages actuels avec les zones de baignade et les zones d'interdiction de mouillage.

La création de la ZMEL sera associée à une zone d'interdiction de mouillage (ZIM) du rivage à la limite des 300m, en dehors des espaces balisés (chenal d'accès central de 15m de large, une zone de baignade de 140m de profondeur depuis le rivage) pour protéger les herbiers à Posidonie et de Cymodocée et préserver l'ouverture visuelle de l'espace au croisement des perspectives paysagères.

En cas de dépassement de la capacité d'accueil de la ZMEL, un effet de report pourra être observé principalement vers la zone d'abri naturelle de Roccapina, celle-ci n'étant pas un aménagement de plaisance, l'effet report pourra aussi se faire vers le port de Pianottoli, situé à proximité et susceptible d'absorber une partie de la fréquentation excédentaire.

Différents scénarii ont été envisagés avec plus ou moins de bateaux de catégories différentes tout en maintenant des mouillages à l'évitage pour libérer la vue (éviter parking à bateau) et permettre de réduire les efforts et donc les ancrages sur le fond marin.

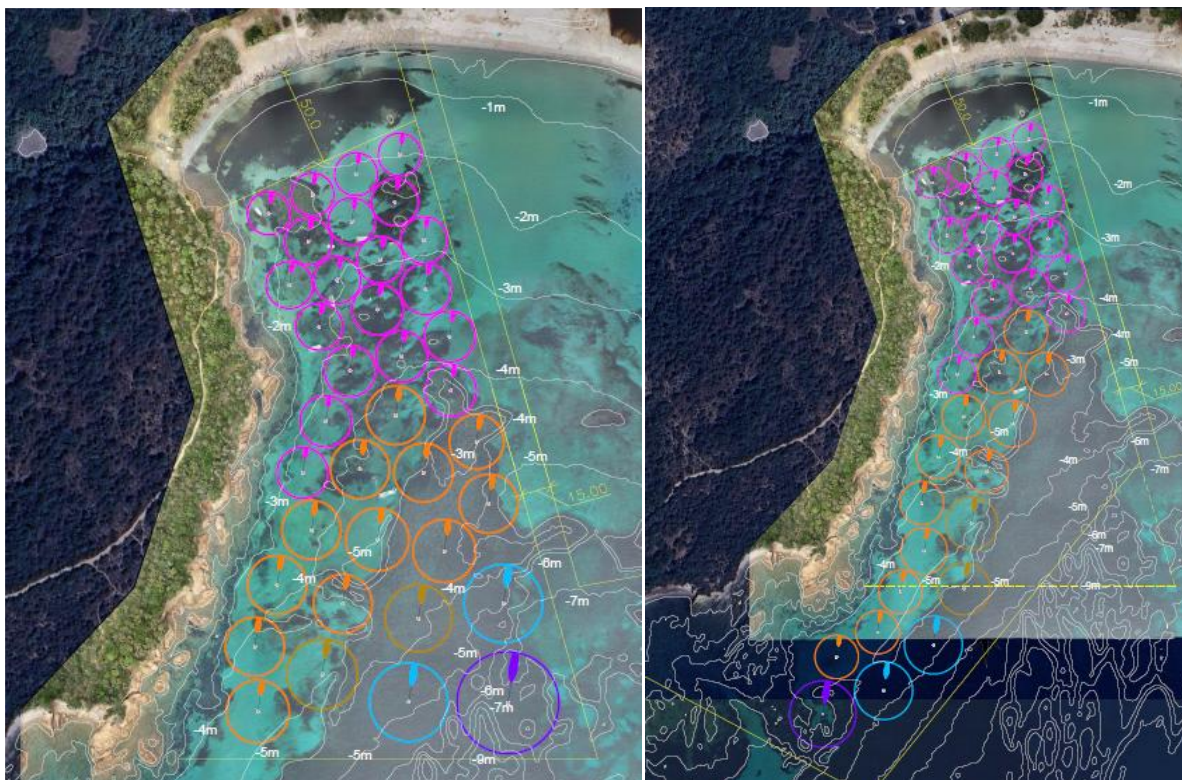


Figure 22 : Plan d'aménagements initialement proposés non retenues

Tenant compte de l'ensemble des contraintes et de l'étude de fréquentation, le plan d'implantation proposée et retenu est le suivant :

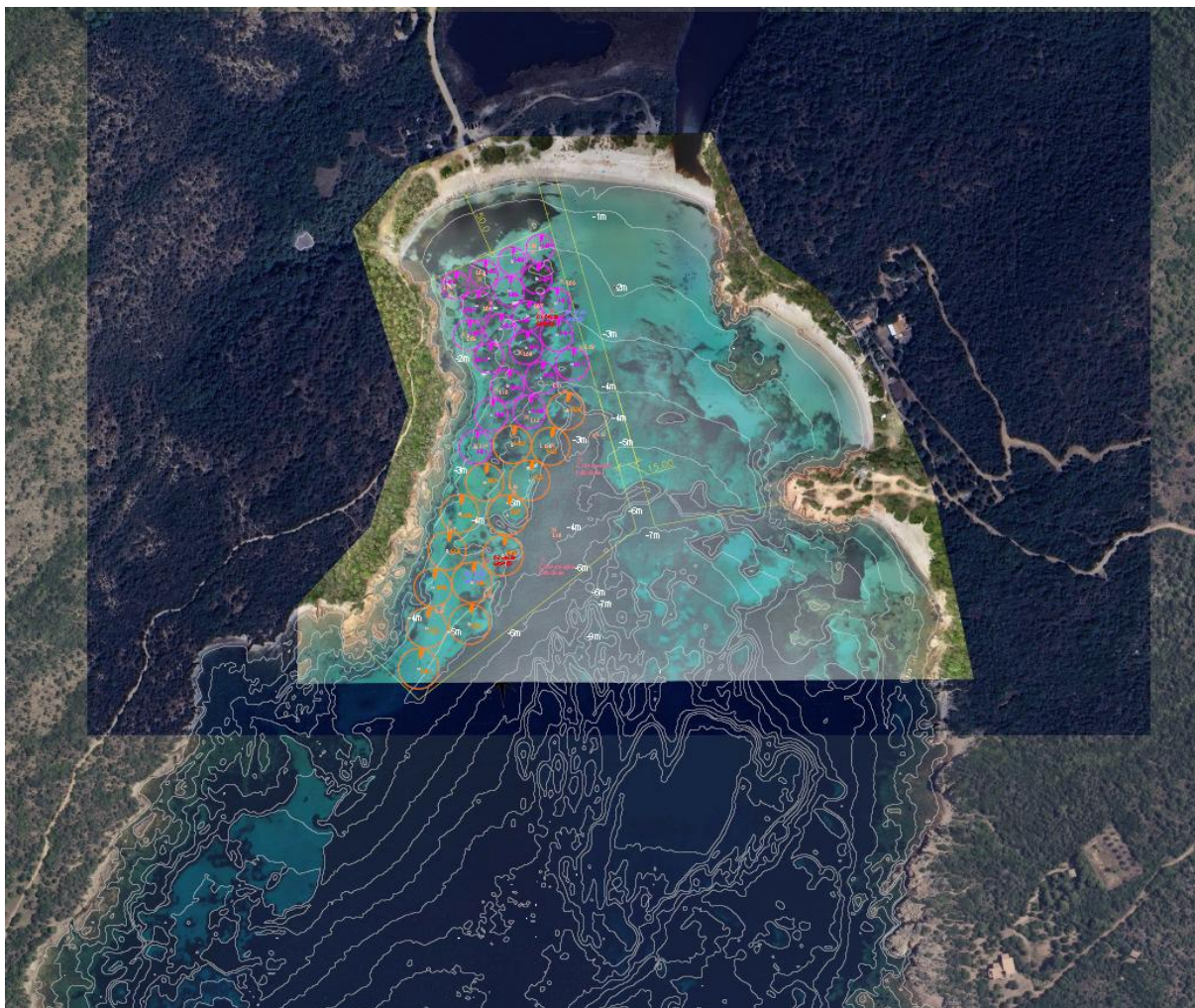


Figure 23 : Vue générale de la ZMEL retenue dans la baie de Monacia d'Aullène

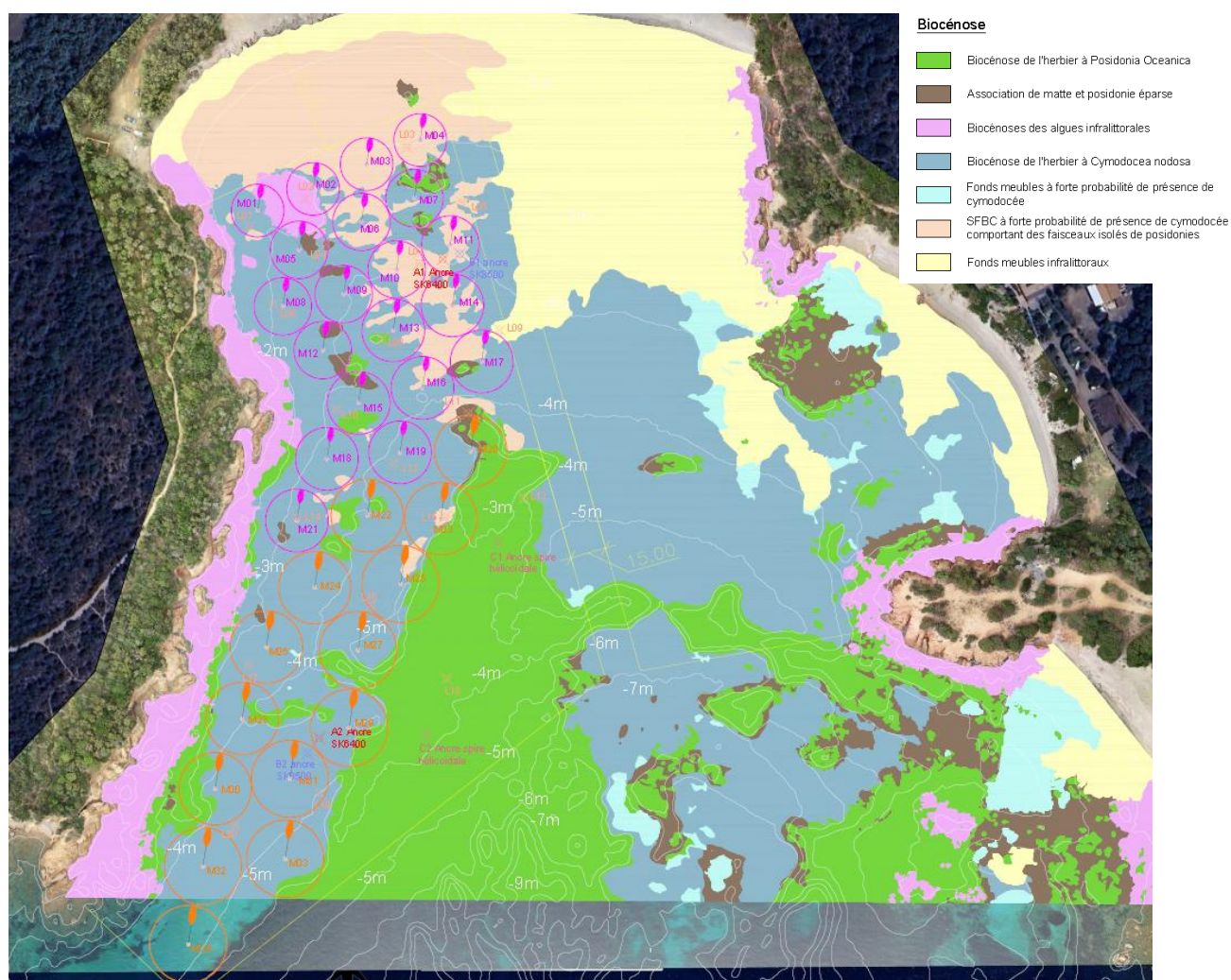


Figure 24 : Implantation de la ZMEL retenue et biocénoses dans la baie de Monacia d'Aullène

3.3. Aspect paysager de la ZMEL retenue

Afin d'évaluer l'impact du projet de ZMEL de Furnellu, différents cas de figure d'occupation ont été modélisés en 3D et simulés depuis plusieurs points de vue représentatifs des principaux enjeux de perception, comprenant les perspectives depuis :

- le fond de l'anse et sa plage (vue 1) ;
- le sentier de la Tour d'Olmetu (vue 2) ;
- la Tour d'Olmetu (vue 3)
- La perception en mer (vue 4).

Les figures suivantes présentent la situation la plus courante pendant la période d'exploitation de la ZMEL (taux moyen d'exploitation).



Figure 25 : Points de vue pour intégration paysagères

Depuis le fond de l'anse et sa plage, la perception paysagère (Figure 26) varie selon les périodes d'occupation de la ZMEL.

Le projet occupe l'ensemble de la partie ouest du fond d'anse dont l'organisation des mouillages permet cependant de réduire la densité de bateaux par rapport à la situation existante, tout en préservant une ouverture sur la gauche de l'horizon marin.

La disposition des bateaux le long du trait de côte, en partie ouest de la baie, contribue à l'atténuation du marqueur visuel des embarcations.

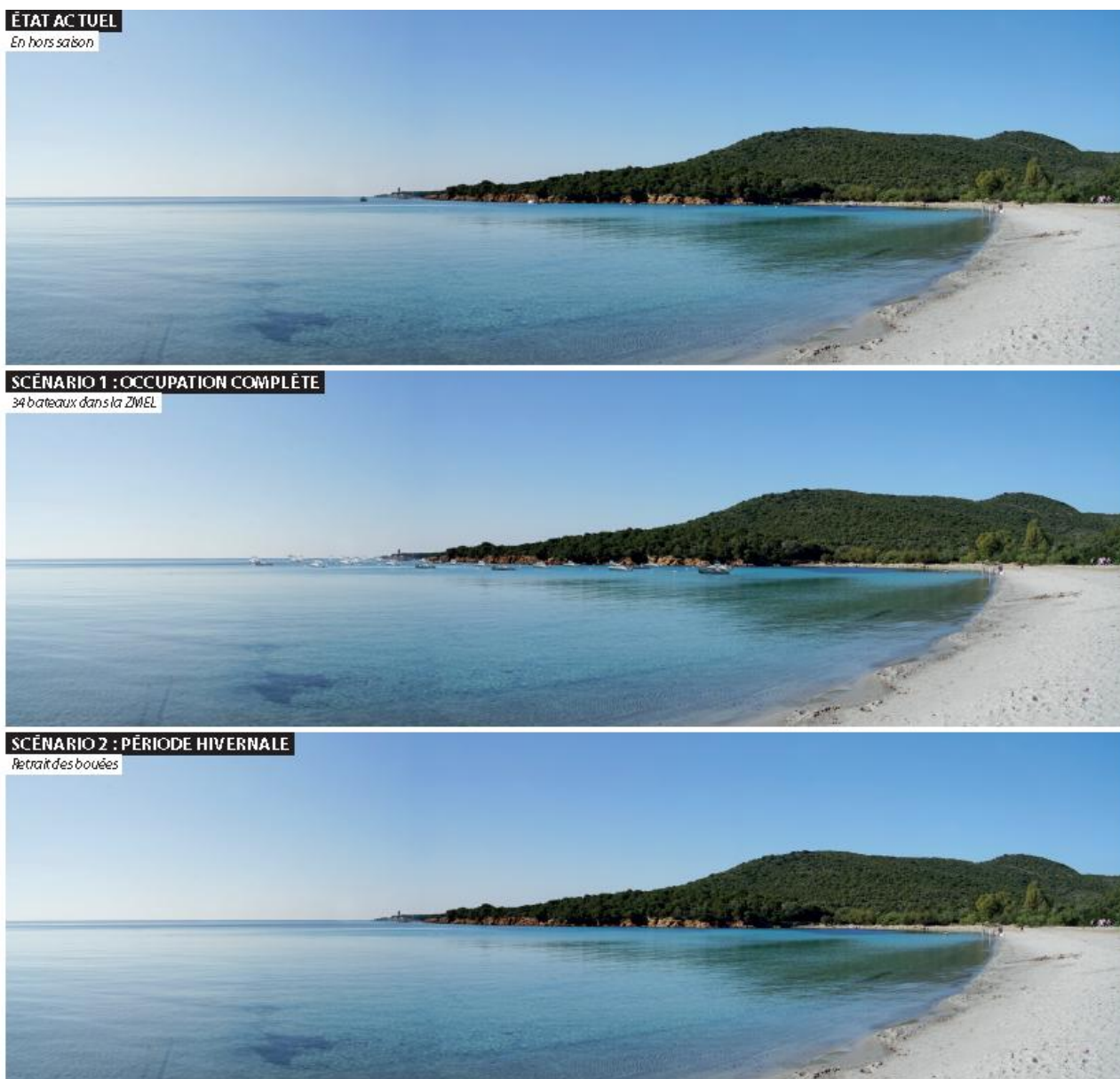


Figure 26 : Perceptions de la ZMEL - Vue 1 - COMPOSITE

La perception de la baie depuis le sentier menant à la tour d'Olmetu (Figure 27) offre plusieurs points de vue dégagés en léger surplomb sur le centre de la baie.

L'organisation des bateaux au sein de la ZMEL introduit une occupation visible de la baie. Le regroupement des embarcations dans un secteur défini (en bord de côte) permet toutefois de limiter l'effet de dispersion.

Dans l'ensemble, la rationalisation du mouillage par la ZMEL contribue à encadrer et maîtriser l'impact visuel des embarcations.



Figure 27 : Perceptions de la ZMEL - Vue 2 - COMPOSITE

Les simulations des différents taux d'occupation depuis le point de vue de la tour d'Olmetu (Figure 28) présentent une évolution modérée par rapport à l'état existant. Les mouillages se confondent avec le trait de côte rocheux dans l'arrière-plan de la baie.



Figure 28 : Perceptions de la ZMEL - Vue 3 - COMPOSITE

La simulation depuis le centre de la baie (Figure 29), à hauteur d'embarcation, met en évidence l'évolution de la perception visuelle liée à la mise en place de la ZMEL.

La présence des bateaux se traduit par une occupation ponctuelle et relativement homogène de l'espace marin. La perception d'ensemble demeure lisible, le mouillage organisé limitant l'effet de désordre. La plan d'eau apparaît néanmoins plus densément occupé en période estivale, modifiant temporairement la lecture naturelle du site en comparaison avec le scénario 2, sans marque visuelle permanente (retrait complet des bouées).

Si l'occupation estivale induit une modification sensible de la perception en mer, celle-ci reste limitée dans le temps et contrôlée dans l'espace, avec un impact visuel réversible.

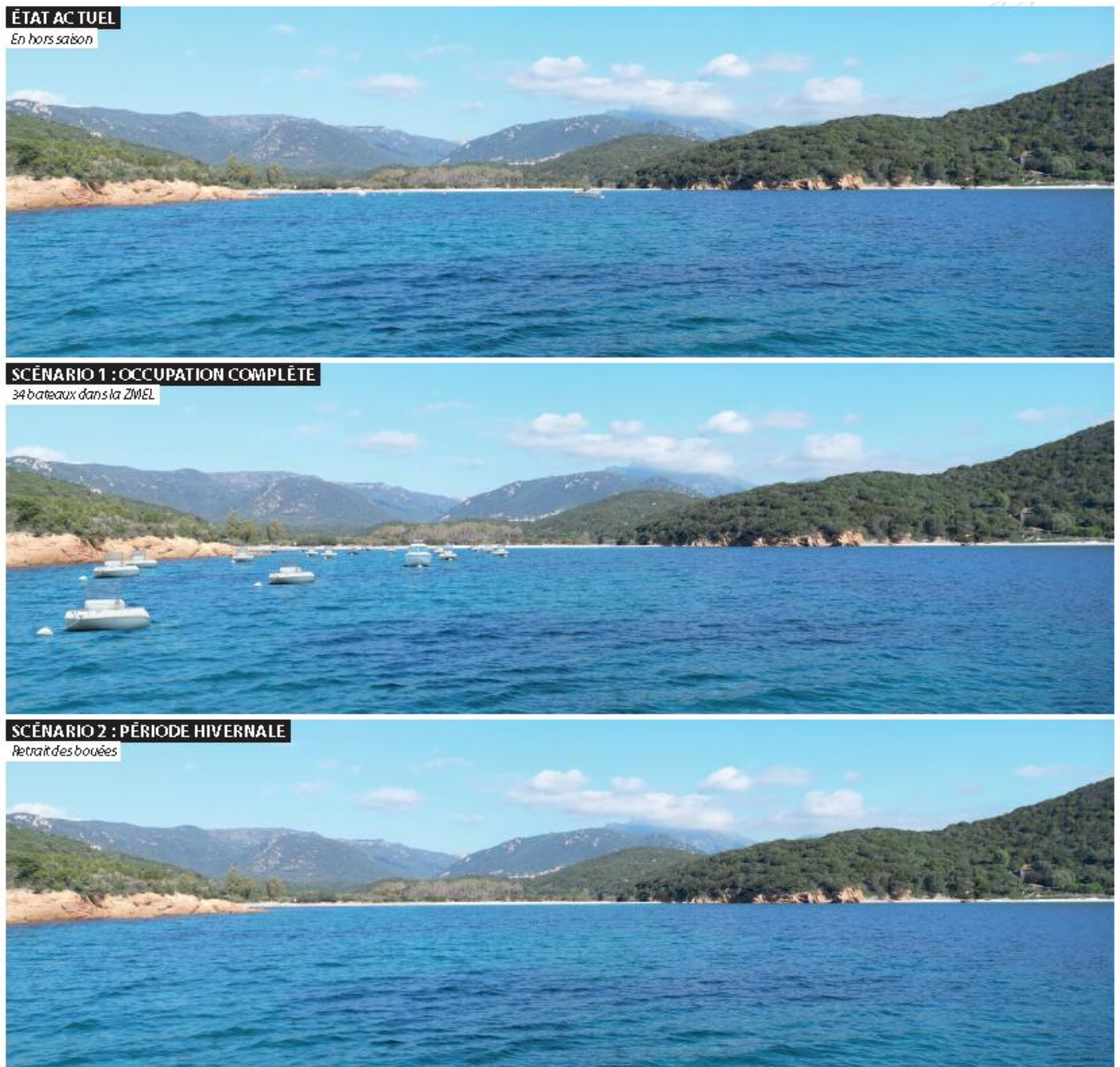


Figure 29 : Perceptions de la ZMEL - Vue 4 - COMPOSITE

3.4. Etude techniques

3.4.1. Mouillage envisagé : Mouillage à l'évitage

3.4.1.1. Principe du mouillage

Pour un mouillage à l'évitage, le navire est amarré à une bouée qui tourne (évite) autour d'un point fixe sur le fond marin. Avec ce système le navire se positionne dans la direction d'un moindre effort en fonction des vents, courants, clapots et houles (360° autour du point fixe). Ce système présente l'inconvénient de prendre beaucoup de place (car les cercles d'évitages ne doivent pas se croiser) mais permet la diminution des efforts ainsi que la réduction des ouvrages d'amarrage (lignes de mouillages, et ancrage).

L'angle vertical d'amarrage des mouillages α est envisagé à 45° pour réduire la taille des cercles d'évitages Principe du mouillage

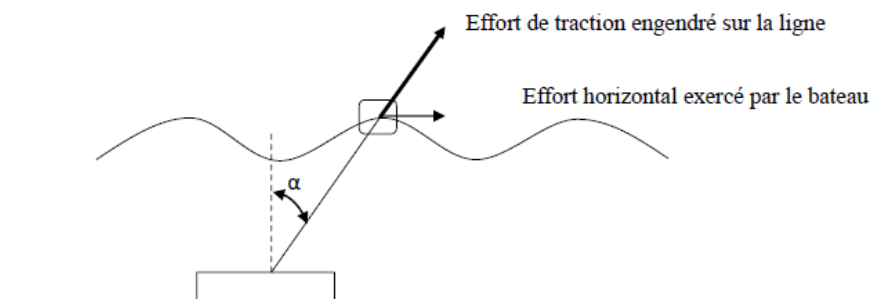


Figure 30 : Angle Vertical d'Amarrage

Afin de minimiser la taille de cercles d'évitages, l'angle d'amarrage peut être réduit à 45° (au minimum), cependant, cela augmente les efforts sur le système d'ancrage sur le fond marin.

3.4.1.2. Descriptif du mouillage

Vu la configuration du site, le mouillage à l'évitage pour un seul navire se composera des éléments suivants :

- Un système d'ancrage sur le fond marin : ancres-à-vis dans du sable, ancre hélicoïdale (Posidonie), scellements sur de la roche si le substrat le permet. Dans le cas où une seule ancre ne serait pas suffisante il pourra être envisagé la combinaison de plusieurs ancres avec la mise en place de profilés galvanisés de liaison. Le corps mort ne sera proposé qu'en dernier recours, si selon les résultats des tests de lancement, il ne peut être envisagé d'autres solutions.
- Une chaîne-mère d'amarrage (ou éventuellement bout) avec accessoires : manilles, émerillons, plaques d'affourche, (cosses), ... reliant l'ancrage sur le fond marin et la chaîne fille au niveau de la bouée de subsurface,
- Une bouée de subsurface positionnée à une certaine profondeur permettant de tendre la chaîne-mère et d'éviter que les chaînes-mères et filles ne raguent sur le fond
- Une chaîne-fille d'amarrage (ou éventuellement bout) avec accessoires : manilles, émerillons, plaques d'affourche, (cosses), ... reliant la chaîne-mère au niveau de la bouée de subsurface jusqu'à la bouée d'amarrage en surface,
- Une bouée de surface permettant l'amarrage du bateau à l'avant.

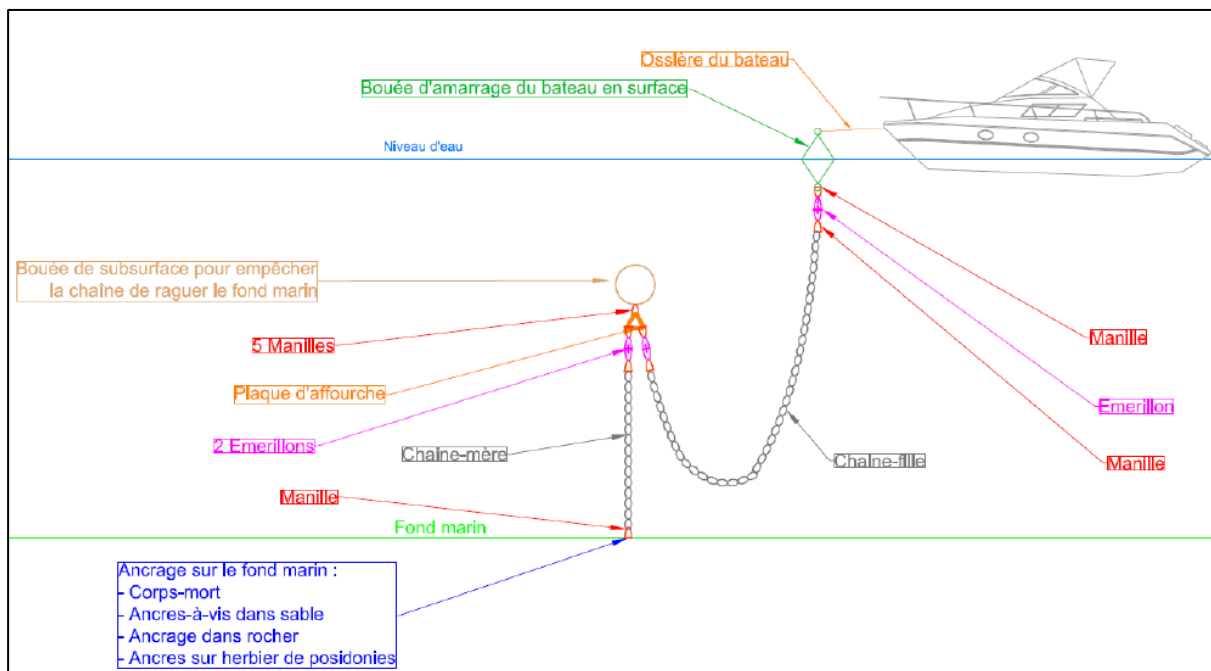


Figure 31 : Coupe de principe du mouillage à l'évitage

A noter que les dispositifs sur ancrs nécessitent un entretien plus important contrairement à un autre système (type corps-mort) pour des mouillages à l'évitage. En effet, le fait que le bateau puisse éviter (tourner) autour de l'ancre peut conduire l'ancre à se desserrer nécessitant une remise en place (revissage/ré enfonçage).

Cette première technique, faiblement impactante, nécessite des hauteurs de sable comprises entre 2 et 3 m. Les lançages réalisés ont permis de définir les hauteurs de sable dans la zone pressentie pour valider la technique d'ancrage.

3.4.2. Ancrages étudiés

Les ancrages étudiés pour ce projet sont des ancrages limitant les impacts sur les biocénoses protégés à savoir les herbiers de Posidonie et les herbiers de Cymodocée. Les ancrages choisis permettent une réduction notable de l'emprise au sol par rapport à la mise en place de corps-morts (solution non étudiée car non retenue).

3.4.2.1. Ancre-à-vis

Nous définissons 2 catégories d'ancres-à-vis selon leur taille et leur nombre de pales.

Tableau 11 : Catégories d'ancres-à-vis

Catégorie d'ancre	1	2
Référence	Ancre SKREW modèle SK6400	Ancre SKREW modèle SK8500
Longueur	1,40 m	1,90 m
Nombre de pale	2	3
		

Le prédimensionnement et les estimations sont basées sur les ancres utilisées lors des essais de traction réalisés sur site décrits au chapitre 3.4.3 et dans le rapport de MANE.

3.4.2.2. Ancres hélicoïdales

Les ancres utilisées lors des essais de traction sont des ancres de longueur 1,50m

Le prédimensionnement et les estimations sont basées sur les ancres utilisées lors des essais de traction réalisés sur site décrits au chapitre 3.4.3 et dans le rapport de MANE.

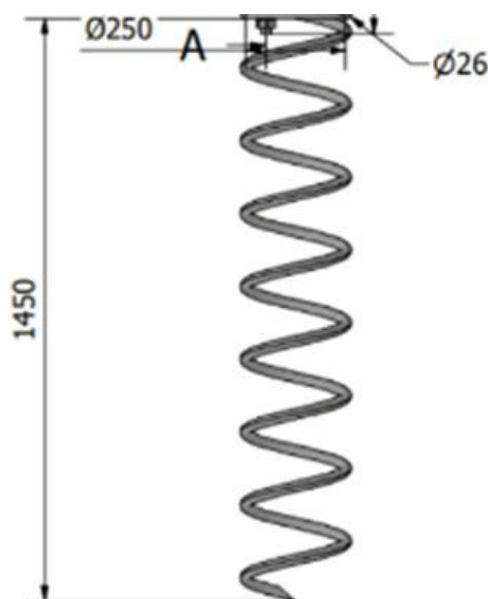


Figure 32 : Caractéristiques des ancrs hélicoïdales

Ce type d'ancre est spécifique à une utilisation dans l'herbier de Posidonie. Des essais de traction ont été réalisés avec ces ancrs, cependant elles ne seront finalement pas mises en place car aucun mouillage dans l'herbier de Posidonie n'est finalement pas envisagé.

3.4.2.3. Scellement dans la roche

Le scellement dans la roche sera mis en place pour les mouillages dont le sol ne présente pas les caractéristiques suffisantes (épaisseur de sédiments) pour la mise en place d'ancre à vis ou hélicoïdale.

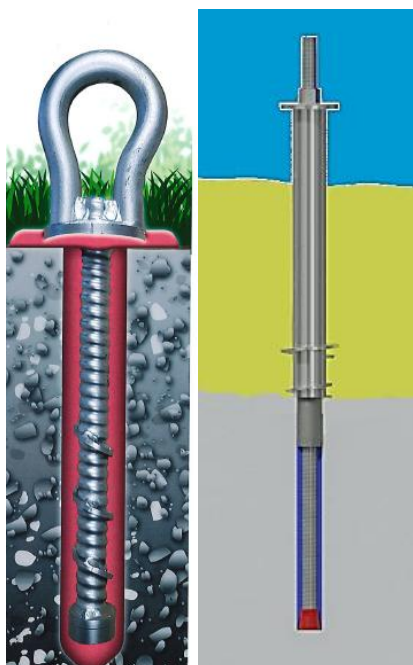


Figure 33 : Ancrage par scellement chimiques

3.4.3. Essais de traction

Des essais de tractions ont été réalisés sur site en juillet / août 2025 par la société MANE dont la méthodologie et les résultats sont détaillé dans le rapport spécifique transmis en annexe.

Les essais de tractions réalisés permettent de déterminer la tenue des ancrages pressentis dans le substrat.

Les ancrages testés sont les suivants :

- Ancre hélicoïdale
 - Enroulement d'acier spécial, 50 HRC, traitement thermique.
 - Diamètre fil : 30 mm
 - Diamètre extérieur total : 345 mm
 - Longueur totale : 1450 mm
 - Poids : 39 kg
- Ancre SKREW modèle SK6400
 - Longueur verge : 1.40 m
 - Diamètre verge : 60 mm
 - Nombre de disque : 2
 - Poids : 11 kg
- Ancre SKREW modèle SK8500
 - Longueur verge : 1.90 m
 - Diamètre verge : 76 mm
 - Nombre de disque : 3
 - Poids : 21 kg

Tableau 12 : Localisation des essais de tractions

Informations sur les Points de repérage				Lambert 93		WGS84 degrés minutes secondes	
Numéro	type essais	Substrat théorique	Profondeur théorique	Est	Nord	longitude	latitude
A1	Essais tenue ancre à vis SK6400	SFBC à forte probabilité de présence de Cymodocée comportant des faisceaux isolés de posidonie	-3	1201521.4488	6061624.7151	8° 59' 38,91219"	41° 29' 5,31709"
B1	Essais tenue ancre à vis SK8500	SFBC à forte probabilité de présence de Cymodocée comportant des faisceaux isolés de posidonie	-3	1201528.6688	6061626.9581	8° 59' 39,22895"	41° 29' 5,37169"
A2	Essais tenue ancre à vis SK6400	Biocénose de l'herbier à Cymodocea nodosa	-4,5	1201469.8860	6061424.8351	8° 59' 36,05062"	41° 28' 59,00123"
B2	Essais tenue ancre à vis SK8500	Biocénose de l'herbier à Cymodocea nodosa	-4,5	1201464.9620	6061418.5418	8° 59' 35,81903"	41° 28' 58,81046"
C1	Essais tenue ancre spire hélicoïdale	Biocénose de l'herbier à Posidonia Oceanica	-3	1201544.2985	6061506.5001	8° 59' 39,50616"	41° 29' 1,45096"
C2	Essais tenue ancre spire hélicoïdale	Biocénose de l'herbier à Posidonia Oceanica	-5	1201514.7292	6061426.3402	8° 59' 37,97749"	41° 28' 58,93982"

Les résultats des tests de traction pour chacune des stations sont présentés dessous.

- Ancre vis sable (SK6400) – Point A1 - profondeur 3 m
 - Procédure suivie jusqu'à 1 unité (parachute) de 1t puis arrachement progressif à partir de 900 kg
 - Résultat : 1000 kg soit 1t
- Ancre vis sable (SK6400) – Point A2 - profondeur 4,5 m
 - Procédure suivie jusqu'à 1 unité (parachute) de 1t puis arrachement progressif à partir de 900 kg
 - Résultat : 1000 kg soit 1t
- Ancre vis sable (SK8500) – Point B1 - profondeur 3 m
 - Procédure suivie jusqu'à 1 unité (parachute) de 1t puis arrachement progressif
 - Résultat : 1000 kg soit 1t
- Ancre vis sable (SK8500) – Point B2 - profondeur 4,5 m
 - Procédure suivie jusqu'à 1 unité (parachute) de 1t puis arrachement progressif
 - Résultat : 1000 kg soit 1t
- Ancre hélicoïdale – Point C1 - profondeur 3 m
 - Procédure suivie jusqu'à 1 unité (parachute) d'une tonne et quasiment une deuxième unité de 1t
 - Résultat : 1 800 kg soit 1,8t
- Ancre hélicoïdale – Point C2 - profondeur 5 m
 - Procédure suivie jusqu'à 1 unité (parachute) d'une tonne et quasiment une deuxième unité de 1t
 - Résultat : 1 800 kg soit 1,8t

3.4.4. Principe de prédimensionnement

Les caractéristiques des navires projet et les conditions climatiques ont été définis ci-avant.

Plusieurs précisions sont à noter :

- La houle a une direction de provenance fixe.
- Le vent peut avoir toutes les directions.
- Le courant a la même direction que le vent.
- Le clapot a la même direction que le vent et son intensité varie selon le fetch correspondant. Lorsque la houle est présente, le clapot n'est pas présent simultanément.

Outre ces éléments, la profondeur d'eau au droit du mouillage est nécessaire pour calculer les vitesses orbitales des houles et clapots. Plus la profondeur est petite plus ces vitesses sont importantes.

Toutes ces données (caractéristiques des bateaux, des données climatiques et bathymétriques) nous permettent de définir des efforts dits climatiques sur les navires projets en fonction de l'ensemble des directions par pas de 10°.

Les efforts d'amarrage sont évalués en fonction des sollicitations combinées de vent, de courant, de clapot et de houle selon le principe des facteurs/coefficients d'accompagnement (ROSA 2000/Eurocodes) et de la concomitance de ces sollicitations.

Ainsi, on calcule tous les efforts qui s'appliquent sur un bateau dans toutes les directions possibles. On obtient alors un tableau récapitulatif des efforts sur le bateau en fonction de la position du bateau.

Ces efforts sur les bateaux sont ensuite transmis aux bouées d'amarrage, et enfin aux systèmes d'ancrages sur le fond marin en fonction des angles d'amarrage.

Afin de dimensionner l'ancrage il est comparé pris en compte 70% de la tenue de l'ancre définit lors des test de traction par rapport à l'effort vertical calculé, ou 90 % de la tenue de l'ancre définit lors des test de traction par rapport à l'effort à 45° calculé.

La tenue d'un ancrage composé de deux ancres liaisonnés par une barre est donc :

$$T = 70\% \times n_{\text{ancre}} \times T_{\text{ancre}} = 70\% * 2 * 1 = 1,4 \text{ tonne} \approx 13,72 \text{ kN (en effort vertical)}$$

Ou

$$T = 90\% \times n_{\text{ancre}} \times T_{\text{ancre}} = 90\% * 2 * 1 = 1,8 \text{ tonne} \approx 17,66 \text{ kN (en effort à 45°)}$$

3.4.5. Caractéristiques des bateaux projets

Afin de dimensionner les moyens d'ancrages pour les mouillages ajoutés, nous considérons les caractéristiques suivantes pour les bateaux projets :

Tableau 13 : Caractéristiques des bateaux projet

Longueur bateau	m	6	8	10
Largeur bateau	m	2.5	3	3.4
Tirant d'eau du bateau	m	1	1.2	1.4
Poids du bateau	t	2	6	10
Surface exposée vent face	m²	4	5	6.5
Surface exposée vent travers	m²	8	12	20
Surface exposée courant ou houle de face	m²	3	3.5	4.5
Surface exposée courant ou houle de travers	m²	6	8.5	12

Les dimensions des bateaux présentés ci-dessus sont issus de l'étude de fréquentation et des dimensions moyenne d'un bateau pour une longueur donnée (PIANC)

3.4.6. Résultat des prédimensionnements

Les dimensionnements ont été réalisés pour un mouillage à l'évitage pour des bateaux de 6, 8 et 10 m en fonction des conditions BEAUFORT 5 pour un angle d'amarrage vertical de 45°.

Après différents tests, les valeurs dimensionnantes pour ce mouillage sont définies dans le cas de conditions climatiques les plus contraignantes :

- Vent et courant de direction 270°N et houle de direction 180°N.

Les principaux résultats du calculs des efforts sur la ligne d'ancrage sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Récapitulatif des efforts obtenus en prédimensionnement pour les différents navires

		Effort sur ancrage pour un beaufort 5		
		Effort à 45° (en kN)	Effort horizontal (en kN)	Effort vertical (en kN)
zonage houle 1	Bateau 6m	13,76 kN Equivalent 1,4t	9,73 kN équivalent 1t	9,73 kN équivalent 1t
	Bateau 8m	13,83 kN Equivalent 1,4t	9,78 kN équivalent 1t	9,78 kN équivalent 1t
zonage houle 2	Bateau 8m	16,70 kN Equivalent 1,7t	11,81 kN Equivalent 1,2t	11,81 kN Equivalent 1,2t

En fonction des efforts préalables, il a pu être établi les caractéristiques des mouillages.

Il est fait le choix de mettre deux ancres à vis minimum pour un seul mouillage car cela permet de stabiliser l'ancrage, de réduire le risque déchaussement de l'ancrage et d'empêcher le dévissage des ancres. Ces ancres seront liées entre elles par une barre fixe, solidement serré sur les vis. La barre de liaisonnement ne repose pas sur le sol et ne rague pas, elle n'a aucun impact sur le fond marin.

Les ancres seront espacées de 2m environ : la barre de liaison mesurera 2 m de long pour une dimension maximale de 20cm*20cm (largeur / hauteur). Des études d'exécution permettront de définir précisément la taille et l'épaisseur de cette barre/ profilé métallique. Cette barre pourra être en acier galvanisé pour résister à la corrosion. La bouée de subsurface permettra à la barre d'être au-dessus du fond et des herbiers et de ne pas raguer sur le fond marin.

Ce type de disposition est courant et a déjà fait ses preuves comme sur la Figure 35, installé dans différentes ZMEL comme celle de **la Rague d'Agay à Saint-Raphaël** depuis de nombreuses années.

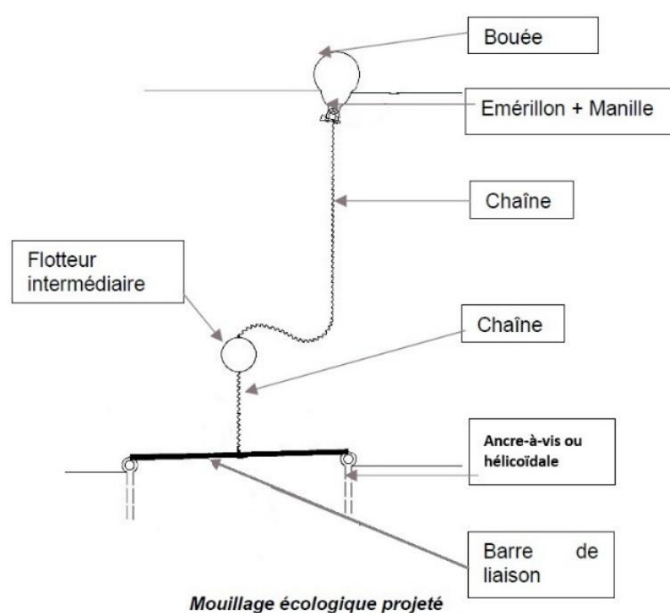


Figure 34 : Schéma d'un mouillage avec double ancre à vis



Figure 35 : Double ancre à vis – Saint-Raphaël / Rague d'Agay

3 mouillages à l'évitage seront situés sur de la roche ou avec de la roche à moins de 1.5m nécessitant la mise en place d'un scellement chimique. Leur ancrage est donc composé d'un scellement chimique dans la roche à travers la couche de sable

Le tableau de synthèse du nombre d'ancrage nécessaire par point est présenté ci-après.

Une épaisseur supplémentaire de chaîne de 2.6mm a été intégrée pour pallier la corrosion correspondant à 15 ans.

NOTA : La tenue des ancres est dépendante des caractéristiques des sols. Les dimensions et quantités d'ancres indiqués dans le tableau sont déterminées à partir des données issues des tests de traction et peuvent légèrement varier sur site en fonction des points des ancrages.

Tableau 15 : Récapitulatif des mouillages

Type d'amarrage	Point d'ancrage	Substrat	Distance à l'herbier de Posidonie	Longueur bateau (m)	Profondeur (m)	type d'ancrage	Coordonnées Lambert 93		Effort pondéré sur l'ancrage dans l'axe à 45°(kN) flot	Nombre ancre
							Longitude	Latitude		
Evitage	1	Cymodocée	24,86	6	2	scellement chimique	8°59'35.6543" E	41°29'6.2142" N	13,76	1
Evitage	2	Algue infra	15,81	6	2	scellement chimique	8°59'36.6763" E	41°29'6.4489" N	13,76	1
Evitage	3	Cymodocée	14,12	6	2	ancre à vis	8°59'37.6685" E	41°29'6.7272" N	13,76	2
Evitage	4	Cymodocée	8,26	6	2	ancre à vis	8°59'38.6599" E	41°29'6.9965" N	13,76	2
Evitage	5	Cymodocée	10,77	6	2	ancre à vis	8°59'36.3430" E	41°29'5.6443" N	13,76	2
Evitage	6	Cymodocée	14,13	6	2	ancre à vis	8°59'37.4968" E	41°29'5.9564" N	13,76	2
Evitage	7	Cymodocée	3,08	6	2	ancre à vis	8°59'38.4774" E	41°29'6.2203" N	13,76	2
Evitage	8	Cymodocée	15,84	6	2	scellement chimique	8°59'35.9743" E	41°29'4.9006" N	13,76	1
Evitage	9	Cymodocée	20,04	6	3	ancre à vis	8°59'37.0799" E	41°29'5.0028" N	13,86	2
Evitage	10	Cymodocée	18,91	6	3	ancre à vis	8°59'38.0612" E	41°29'5.2822" N	13,86	2
Evitage	11	Cymodocée	10,61	6	3	ancre à vis	8°59'39.0563" E	41°29'5.5612" N	13,86	2
Evitage	12	Cymodocée	11,4	6	3	ancre à vis	8°59'36.6284" E	41°29'4.2716" N	13,86	2
Evitage	13	Cymodocée	2,59	6	3	ancre à vis	8°59'37.9187" E	41°29'4.4653" N	13,86	2
Evitage	14	Cymodocée	24,56	6	3	ancre à vis	8°59'39.0102" E	41°29'4.7414" N	13,86	2
Evitage	15	Cymodocée	2,88	6	3	ancre à vis	8°59'37.1998" E	41°29'3.5257" N	13,86	2
Evitage	16	Cymodocée	15,94	6	4	ancre à vis	8°59'38.3629" E	41°29'3.6614" N	13,97	2

Evitage	17	Cymodocée	1,78	6	4	ancre à vis	8°59'39.4588" E	41°29'3.9563" N	13,97	2
Evitage	18	Cymodocée	12,3	6	3	ancre à vis	8°59'36.5564" E	41°29'2.8046" N	13,86	2
Evitage	19	Cymodocée	16,21	6	4	ancre à vis	8°59'37.8730" E	41°29'2.8176" N	13,97	2
Evitage	20	Cymodocée	4,5	8	4	ancre à vis	8°59'39.1376" E	41°29'2.7618" N	16,81	2
Evitage	21	Cymodocée	12,15	6	3	ancre à vis	8°59'35.9354" E	41°29'2.0065" N	13,86	2
Evitage	22	Cymodocée	2,7	8	4	ancre à vis	8°59'37.1990" E	41°29'2.0018" N	16,81	2
Evitage	23	Cymodocée	3,15	8	4	ancre à vis	8°59'38.5112" E	41°29'1.8834" N	16,81	2
Evitage	24	Cymodocée	15,4	8	4	ancre à vis	8°59'36.1622" E	41°29'1.0867" N	16,81	2
Evitage	25	Cymodocée	3,82	8	5	ancre à vis	8°59'37.7030" E	41°29'1.0496" N	16,85	2
Evitage	26	Cymodocée	13,89	8	4	ancre à vis	8°59'35.2165" E	41°29'0.3376" N	16,81	2
Evitage	27	Cymodocée	3,58	8	5	ancre à vis	8°59'36.8524" E	41°29'0.2011" N	16,85	2
Evitage	28	Cymodocée	2,74	8	4	ancre à vis	8°59'34.6873" E	41°28'59.4016" N	16,81	2
Evitage	29	Cymodocée	3,64	8	5	ancre à vis	8°59'36.5870" E	41°28'59.1650" N	16,85	2
Evitage	30	Cymodocée	2,97	8	4	ancre à vis	8°59'34.1081" E	41°28'58.4832" N	16,81	2
Evitage	31	Cymodocée	19,07	8	5	ancre à vis	8°59'35.4584" E	41°28'58.5419" N	16,85	2
Evitage	32	Cymodocée	13,08	8	5	ancre à vis	8°59'33.7844" E	41°28'57.4547" N	16,85	2
Evitage	33	Cymodocée	8,22	8	5	ancre à vis	8°59'35.2648" E	41°28'57.4712" N	16,85	2
Evitage	34	Cymodocée	13,5	8	5	ancre à vis	8°59'33.4392" E	41°28'56.4373" N	16,85	2

3.5. Proposition d'un plan de balisage

À la suite de la mise en place de la zone de mouillage, il sera nécessaire de mettre à jour le plan de balisage de la baie interdisant le mouillage en dehors de la ZMEL.

Une étude spécifique de mise en compatibilité des usages est transmise en annexe avec plusieurs propositions. Le scénario privilégié est présenté ci-après

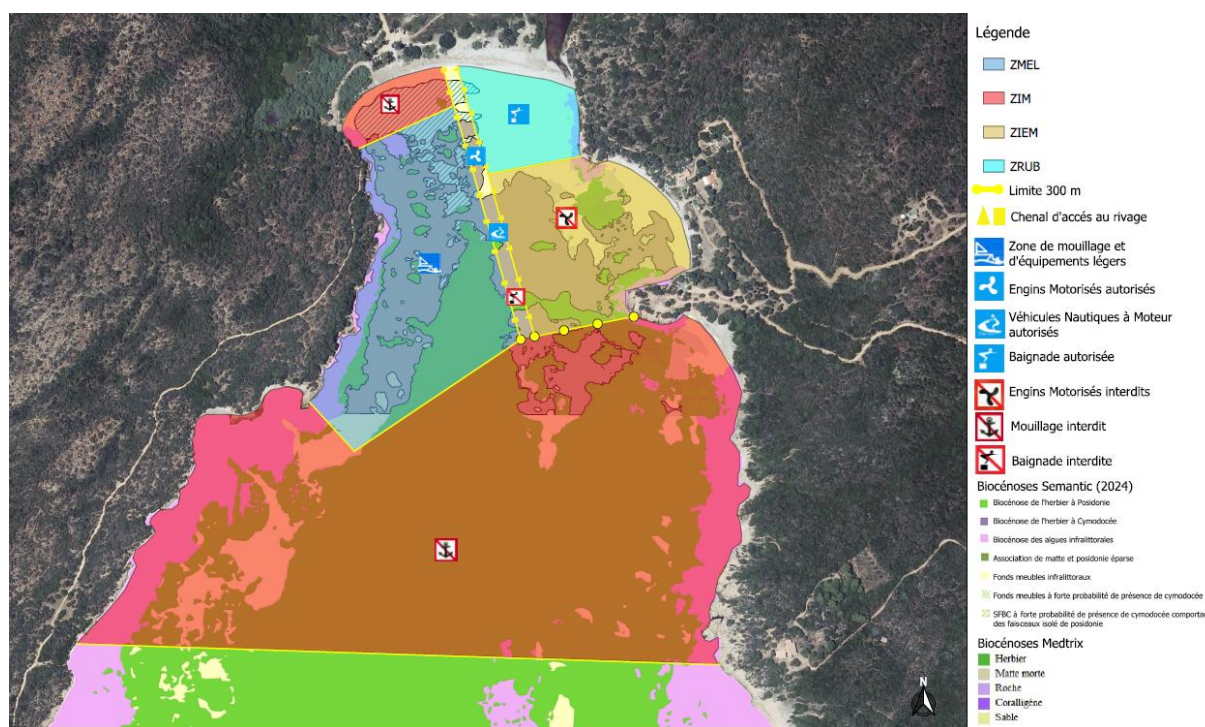


Figure 36 : Proposition d'un plan de balisage à la suite de la mise en place de la ZMEL

Une ZIM (Zone d'Interdiction de Mouillages) au niveau de la plage principale à l'Est ainsi que la ZRUB figurant dans le plan de balisage actuellement en place ont été maintenues.

Une ZIEM (Zone d'Interdiction aux Engins Motorisés) a été créée au niveau de la plage secondaire sur la commune voisine.

Une nouvelle ZIM a été créée à l'arrière de la future ZMEL. Cette nouvelle ZIM permettra de protéger les herbiers de posidonie et d'éviter que les bateaux viennent mouiller autour de la ZMEL.

3.6. Planning prévisionnel des travaux

Pour la réalisation des travaux, il a été établi un planning prévisionnel potentiel :

Semaines	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
Période de préparation (études d'exécution, commandes, ...)														
Nettoyage du plan d'eau														
Mise en place de la zone de mouillage														

Ce planning est prévisionnel susceptible de modifications. Il s'agit d'un planning enveloppe qui suivant les moyens des entreprises et les conditions, pourra être réduit.

Le nettoyage du plan d'eau (enlèvement des macrodéchets) a été estimé à environ 15 jours ouvrés de travail soit 3 semaines.

Il a été considéré la pose d'environ 4 ancrages simples par jour-mer : il faut environ 20 jours ouvrés pour la pose de tous les ancrages des différents mouillages + 5 à 10 jours pour la pose des lignes de mouillages (chaines, bouées, ...) y compris balisage, soit environ 6 semaines de travail pour la pose.

Attention, ce planning ne tient pas compte des interruptions de travaux liés à de potentielles intempéries (mer agitée empêchant le travail).

3.7. Estimations

Une estimation du projet a été établie sur la base du prédimensionnement décrit précédemment.

Le montant global comprend 10% d'aléas techniques. Ces derniers s'expliquent par l'hétérogénéité de la tenue des sols pouvant fortement varier sur un espace réduit et par conséquent pouvant faire varier le nombre d'ancrage nécessaires.

Au regard de la taille de la ZMEL envisagée (34 bateaux), la mise en place d'une bouée météorologique ne semble pas pertinente, la prise en compte et la considération de la météo prévisionnelle (abonnement) à 48h semble plus opportun.

4. SYNTHÈSE ET MISE EN ŒUVRE DES ETUDES

4.1.1. Tableau de synthèse des études

Tableau 16 : Synthèse des études

Etude réalisée		Application au projet
Fréquentation	Etude de la fréquentation par photo drones sur deux saisons Analyse de la dimension des bateaux	Définition de la grille de mouillage
Mouillages et Macrodéchets	Cartographie et identification des macrodéchets	Evaluation de la quantité de macrodéchets et des procédures de retrait
Usages du plan d'eau	Analyse des zones et du balisage	Définition des zones d'implantation possibles en fonction des activités du secteur
Caractéristiques environnementales (biocénoses)	Cartographie des sol et localisation des espèces protégées Suivi de la vitalité des herbiers de Posidonie	Définition des zones d'implantation possibles en fonction des biocénoses du site
Caractéristiques physiques (houles, vents, bathymétrie, ...)	Etude des vents dominants sur site Etude et propagation de houles sur site Cartographie de la bathymétrie	Définition des conditions d'exploitation et permet le dimensionnement des équipements
Sol et sous-sol	Réalisation de lançages pour définir l'épaisseur de sédiments	Définition du type d'ancrage
Paysage	Définition des secteurs à enjeux Modélisation et intégration du projet	Définition des zones d'implantation possibles
Dimensionnement	Essai de traction Calculs	Définition des ancrages et des équipements à mettre en place

4.1.2. Bénéfices écologiques et environnementaux mesurables de cette solution

La solution proposée de mouillage à l'évitage sur 2 ancras avec bouée de subsurface permet de préserver les herbiers de posidonie et de cymodocée en limitant au maximum les emprises au sol (surface) : efforts réduits par les mouillages à l'évitage, emprises réduites par la mise en place d'ancres-à-vis.

L'ensemble des mouillages forains/macrodéchets seront retirés permettant d'éviter les dégradations des herbiers.

La plan de mouillage proposé permet de limiter les nuisances visuelles et d'améliorer la perception paysagère de la zone.

Le plan de balisage proposé permet de réduire la pression de mouillage sauvage sur les herbiers de posidonie et de cymodocée.

5. CONCLUSION

L'étude paysagère menée par Composite souligne la compatibilité de la Zone C pour l'établissement d'une ZMEL du fait de la faible emprise visuelle qu'elle présente depuis le sentier.

L'étude de propagation réalisée par GDU Engineering montre, quant à elle, une diminution de l'amplitude des houles extrêmes de l'entrée vers le fond de l'anse du Furnellu, avec des valeurs moyennes divisées de moitié : 3.1m en Z3 décennale contre 1.7m en Z1 décennale.

En tenant compte des constats établis par ces deux études et de l'emprise des herbiers de Posidonie, la bande littorale la plus propice à la mise en place d'une ZMEL pour 34 navires est la suivante :

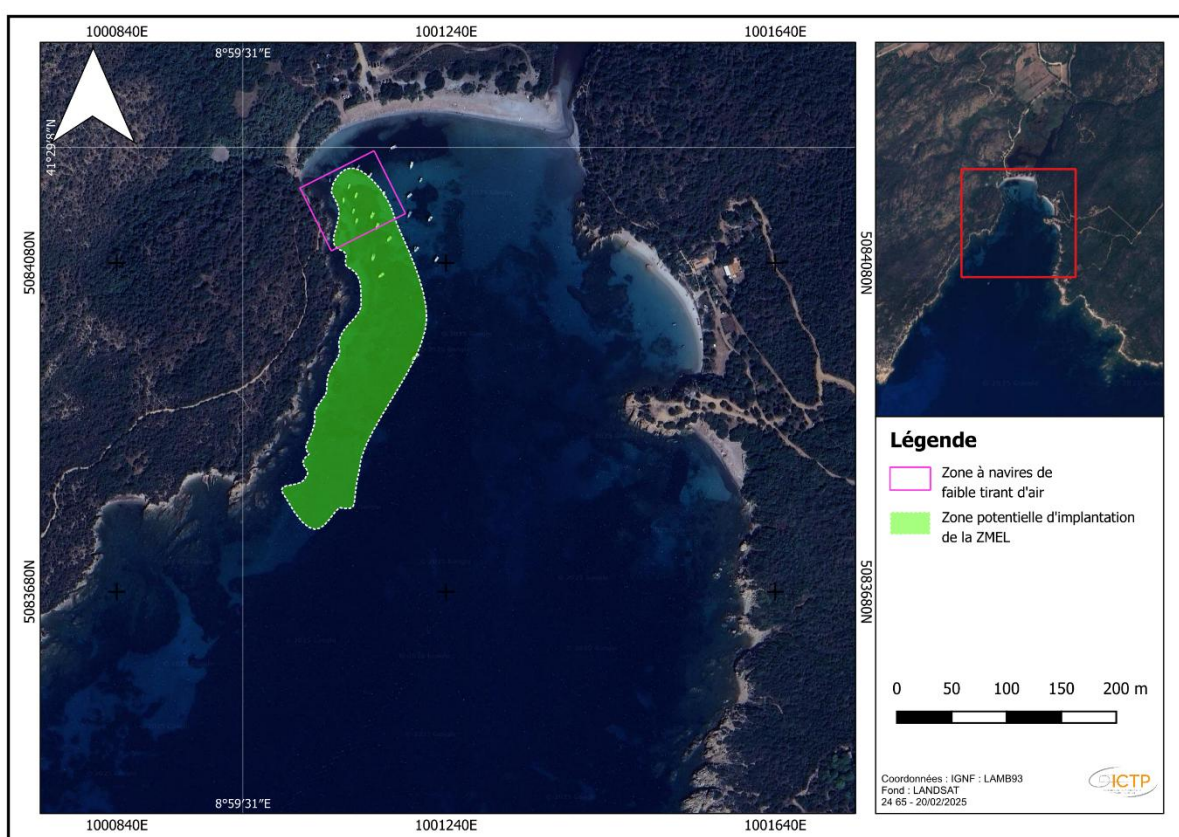


Figure 37 : Zone potentielle d'implantation de la ZMEL

Cette bande se situe au sein de la Zone paysagère C, mais chevauche légèrement la Zone A1 (Composite). Ce choix d'implantation, malgré des recommandations paysagères différentes, reste nécessaire en raison des contraintes hydrodynamiques locales, qui ne permettent pas l'extension de la ZMEL vers l'entrée de l'anse du Furnellu Polygone / Zone 3).

Néanmoins, et afin de limiter au mieux l'impact visuel de la ZMEL sur la Zone A1, cette dernière n'accueillera que les navires de faible tirant d'air, soit des semi-rigides de taille <6m, tout en conservant une distance d'éloignement à la côte d'au-moins 100m.

L'emprise de la ZMEL s'étend également au Sud et comprend la partie Sud de la Zone 1 ainsi que l'intégralité de la Zone 2 (GDU Engineering) qui présentent une agitation atténuée sur le rivage en comparaison avec la Zone 3.

L'étude de fréquentation réalisée sur deux saisons a permis d'affiner la grille de mouillage avec un nombre total de 34 emplacements (dont 2 de passage) jusqu'à 8m de longueur.

L'ancre-à-vis et le scellement chimique sont les deux types d'ancrages retenus pour la ZMEL. 31 ancres sont situés dans un substrat sableux (présence d'herbiers de Cymodocée) permettant la mise en place d'ancre à vis. 3 points d'implantation présentent des hauteurs de sable trop faible, c'est pourquoi des scellements sont envisagés.

Aucun mouillage n'est prévu dans l'herbier de Posidonie.

Des essais de traction ont été réalisés afin d'évaluer la tenue des ancres étudiées et a permis de définir que la totalité des ancres à ancre-à-vis est composée d'un complexe de deux ancres de longueur 1,90m liaisonnées par une barre fixe.

À la suite de ces études, il a été défini un projet de ZMEL tenant compte de l'ensemble des contraintes du site. Une estimation du montant des travaux est jointe à ce rapport.