

Demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation éventuelle d'une évaluation environnementale

Article R. 122-3 du code de l'environnement

Ce formulaire sera publié sur le site internet de l'autorité environnementale
Avant de remplir cette demande, lire attentivement la notice explicative

Cadre réservé à l'autorité environnementale

Date de réception :

11/01/2018

Dossier complet le :

11/01/2018

N° d'enregistrement :

F-093-18-C-0002

1. Intitulé du projet

Aménagement d'une Zone de Mouillage et d'Equipements Légers (ZMEL) dans la passe entre l'île de Port-Cros et l'îlot de Bagaud (Parc national de Port-Cros, commune de Hyères, var).

2. Identification du (ou des) maître(s) d'ouvrage ou du (ou des) pétitionnaire(s)

2.1 Personne physique

Nom

Prénom

2.2 Personne morale

Dénomination ou raison sociale

Parc National de Port-Cros

Nom, prénom et qualité de la personne
habilitée à représenter la personne morale

Marc Duncombe , Directeur du Parc national de Port-Cros

RCS / SIRET 188 300 057 00

Forme juridique Etablissement public administratif

Joignez à votre demande l'annexe obligatoire n°1

3. Catégorie(s) applicable(s) du tableau des seuils et critères annexé à l'article R. 122-2 du code de l'environnement et dimensionnement correspondant du projet

N° de catégorie et sous-catégorie	Caractéristiques du projet au regard des seuils et critères de la catégorie (Préciser les éventuelles rubriques issues d'autres nomenclatures (ICPE, IOTA, etc.))
9. Infrastructures portuaires, maritimes et fluviales d) zones de mouillages et d'équipements légers	- Surface totale de la ZMEL : 177.7 hectares - surface d'herbiers préservés : 138.8 hectares - Surface d'implantation des mouillages écologiques : 39.3 hectares - 77 mouillages écologiques

4. Caractéristiques générales du projet

Doivent être annexées au présent formulaire les pièces énoncées à la rubrique 8.1 du formulaire

4.1 Nature du projet, y compris les éventuels travaux de démolition

Le projet consiste en l'aménagement et la gestion d'une zone de mouillages et d'équipements légers dans la passe de Bagaud, cœur marin de l'île de Port-Cros, commune de Hyères dans le Var.

NB : La passe de Bagaud est délimitée par l'article 1 de l'arrêté préfectoral n°189/2017.

Le périmètre de la ZMEL couvre une surface de 177.7 ha sur lesquels l'interdiction d'ancrage ainsi que le règlement de police s'appliqueront. Dans cet espace, l'implantation des mouillages écologiques est prévue sur 39.3 ha, répartis en deux zones distinctes :

- une le long de la côte à Bagaud avec 29 bouées, dont 1 pour les unités de 15 à 30 mètres, sur 20.8 ha ;
- l'autre, côté Port-Cros, pour 45 bouées sur 18.5 ha dont 4 pour les unités de 15 à 30 mètres.

Parmi les 5 bouées pour les grosses unités, 3 ont déjà été installées en 2017 sur la base d'AOT expérimentales (n° O3376, O3377, O3378) d'une durée de 2 ans à compter du 1er janvier 2017; Elles intégreront la ZMEL en 2019.

- 3 bouées supplémentaires, pour accueillir les unités de moins de 9 mètres, réservées aux résidents permanents de Port-Cros seront installées en dehors de cet espace afin de maintenir les usages en place. Leur utilisation sera temporaire à la journée et interdite la nuit.

4.2 Objectifs du projet

La passe de Bagaud est reconnue pour sa richesse écologique notamment par la présence d'espèces patrimoniales d'intérêt communautaire et protégées : herbier de posidonies et grandes nacres, constituant l'essentiel des fonds Natura 2000 recensés sur ce périmètre (138.8 ha d'herbier) suivi par les roches infralittorales. Pour autant, avec ses faibles fonds et son caractère protégé, elle constitue également un site privilégié pour la plaisance en période estivale, où le mouillage à l'ancre est actuellement autorisé. En moyenne 50 bateaux par jour sont au mouillage dans la passe de Bagaud durant l'été avec des jours de pic pouvant atteindre 210 bateaux.

Cette situation génère de fait des dégradations sur le milieu marin.

Accompagnée d'une évolution de la réglementation interdisant le mouillage à l'ancre, la ZMEL en projet a pour but de stopper les impacts occasionnés par les ancres et les chaînes de mouillage des navires sur les fonds marins et de permettre une conservation de ces fonds, tout en régulant la fréquentation par les navires de plaisance.

Le projet répond donc à 3 objectifs :

1. Protéger le milieu marin et conserver les fonds marins patrimoniaux en particulier herbiers de posidonies et grandes nacres.
2. Améliorer la gestion de la fréquentation et l'organisation des usages.
3. Renforcer la sécurité de la navigation et le confort des plaisanciers.

4.3 Décrivez sommairement le projet

4.3.1 dans sa phase travaux

Les travaux d'implantation des mouillages seront réalisés en une tranche en dehors de la période estivale (forte fréquentation) et en dehors de la période hivernale (mauvaises conditions météorologiques) entre janvier et avril 2019. Les travaux seront réalisés en période diurne selon un cahier des charges strict vis-vis des précautions environnementales à respecter.

L'équipement retenu est le mieux adapté pour une implantation dans l'herbier de posidonies. Les ancrages seront fixés par un système d'ancre hélicoïdale (en forme de tire-bouchon) qui s'enfonce dans le substrat sans couper ni broyer ni déstructurer les éléments constitutifs de la matre. Ce système prévoit également le maintien permanent de la ligne de mouillage grâce à la présence d'une bouée intermédiaire, ce qui évite tout contact avec le fond.

Durant la phase travaux, l'installation de l'ancrage sera adapté à la nature des fonds rencontrés et les grandes nacres seront évitées grâce à un accompagnement par plongeur. Les précautions nécessaires seront prises pour éviter toute perturbation des espèces et des habitats. Une emprise minimale est prévue sur le site : pas de dépose d'outils ni de pièces sur le fond, aucun élément ne doit être traîné, vigilance quant à la turbidité de l'eau,...

Les incidences négatives des travaux pourraient porter sur le bruit et la présence de quelques sédiments en suspension. Il s'agit d'incidences limitées et temporaires.

4.3.2 dans sa phase d'exploitation

La mise en service de la ZMEL est prévue pour la saison 2019. Une saison d'exploitation s'entend du 15 avril au 15 octobre en ce qui concerne la ZMEL (le port est, lui, ouvert du 1er avril au 30 octobre).

Les installations mobiles sont démontées en dehors de cette période, remisées et entretenues par l'entreprise titulaire du marché d'entretien des installations. Seuls les ancrages au fond seront maintenus avec un dispositif simple de repérage sur le sol marin, afin d'être ré équipés la saison d'après.

5 dispositifs pour les unités entre 15 et 30 mètres seront maintenus à l'année sur site, avec la possibilité pour les plus petits navires de s'y amarrer, en cas de repli météo ou de grandes traversées (Corse). Les autres navires auront la possibilité de s'amarrer aux pontons du port comme c'est le cas actuellement.

La mise en exploitation de la ZMEL s'assortira d'une interdiction totale de mouillage à l'ancre dans la passe de Bagaud, valable toute l'année.

La zone sera soumise à un règlement de police qui organisera et réglera les usages.

La zone de mouillage sera gérée par le Parc national.

4.4 A quelle(s) procédure(s) administrative(s) d'autorisation le projet a-t-il été ou sera-t-il soumis ?

La décision de l'autorité environnementale devra être jointe au(x) dossier(s) d'autorisation(s).

- Délibération municipale (droit de priorité sur le DPM)
- Dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau incluant un document d'incidences sur l'eau et les milieux aquatiques et une évaluation des incidences Natura 2000
- Demande d'autorisation d'occupation temporaire du DPM
- Avis de l'ABF
- Commission des sites et des paysages
- Commission nautique locale
- Enquête publique au titre du changement substantiel dans l'utilisation du DPM

4.5 Dimensions et caractéristiques du projet et superficie globale de l'opération - préciser les unités de mesure utilisées

Grandeurs caractéristiques	Valeur(s)
- zone 1 côté Port-Cros	18.5 ha - 45 bouées dont 2 existantes
- zone 2 côté Bagaud	20.8 ha - 29 bouées dont 1 existante
TOTAL	39.3 ha - 74 bouées
- zone 3 côté Bagaud : 3 mouillages réservés aux résidents de Port-Cros	3 bouées

4.6 Localisation du projet

Adresse et commune(s) d'implantation

Passe de Bagaud
Coeur marin de l'île de Port-Cros
83400 Hyères

Coordonnées géographiques¹

Long. ___° ___' ___" ___ Lat. ___° ___' ___" ___

Pour les catégories 5° a), 6° a), b) et c), 7° a), b) 9° a), b), c), d), 10°, 11° a) b), 12°, 13°, 22°, 32°, 34°, 38° ; 43° a), b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement :

Point de départ :

Long. ___° ___' ___" ___ Lat. ___° ___' ___" ___

Point d'arrivée :

Long. ___° ___' ___" ___ Lat. ___° ___' ___" ___

Communes traversées :

Joignez à votre demande les annexes n° 2 à 6

- 4.7 S'agit-il d'une modification/extension d'une installation ou d'un ouvrage existant ? Oui Non
- 4.7.1 Si oui, cette installation ou cet ouvrage a-t-il fait l'objet d'une évaluation environnementale ? Oui Non

4.7.2 Si oui, décrivez sommairement les différentes composantes de votre projet et indiquez à quelle date il a été autorisé ?

¹ Pour l'outre-mer, voir notice explicative

5. Sensibilité environnementale de la zone d'implantation envisagée

Afin de réunir les informations nécessaires pour remplir le tableau ci-dessous, vous pouvez vous rapprocher des services instructeurs, et vous référer notamment à l'outil de cartographie interactive CARMEN, disponible sur le site de chaque direction régionale.

Le site Internet du ministère en charge de l'environnement vous propose, dans la rubrique concernant la demande de cas par cas, la liste des sites internet où trouver les données environnementales par région utiles pour remplir le formulaire.

Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Lequel/Laquelle ?
Dans une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type I ou II (ZNIEFF) ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dans la ZNIEFF marine de type I n° 83-000-011 "Parc National de Port-Cros" d'une surface de 1284,67 ha.
En zone de montagne ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans une zone couverte par un arrêté de protection de biotope ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sur le territoire d'une commune littorale ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hyères-les-Palmiers
Dans un parc national, un parc naturel marin, une réserve naturelle (nationale ou régionale), une zone de conservation halieutique ou un parc naturel régional ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Coeur marin de l'île de Port-Cros du parc national de Port-Cros
Sur un territoire couvert par un plan de prévention du bruit, arrêté ou le cas échéant, en cours d'élaboration ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La zone se trouve à proximité du Monument Historique classé du Fort du Moulin de l'île de Port-Cros. 5 bouées de la ZMEL entreront dans le champ de covisibilité des 500 mètres autour du Fort.
Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Dans une commune couverte par un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) ou par un plan de prévention des risques technologiques (PPRT) ? Si oui, est-il prescrit ou approuvé ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plan de Prévention du Risque Naturel d'inondation de la commune de Hyères-les-Palmiers. Par arrêté en date du 30 mai 2016, M. le Préfet du Var a rendu immédiatement opposables certaines dispositions du projet de Plan de Prévention des Risques naturels Inondation lié à la présence du Roubaud, du Gapeau et de ses principaux affluents sur la Commune de Hyères. L'île de Port-Cros est hors zonage réglementaire du PPRNI de la commune.
Dans un site ou sur des sols pollués ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans une zone de répartition des eaux ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un périmètre de protection rapprochée d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine ou d'eau minérale naturelle ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un site inscrit ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	l'îlot de Bagaud est un site inscrit sur sa partie terrestre. La zone du projet se trouve sur la partie maritime le long des côtes de l'îlot de Bagaud, à proximité du site inscrit. NB : Le statut de site inscrit de Bagaud est en cours de suppression en raison de son doublon avec le statut de réserve intégrale.
Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :	Oui	Non	Lequel et à quelle distance ?
D'un site Natura 2000 ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La zone de projet se situe intégralement dans les sites Natura 2000 : FR9301613 "Rade d'Hyères" FR9310020 "Iles d'Hyères"
D'un site classé ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Port-Cros, sur sa partie terrestre, est un site classé. La zone du projet se trouve à proximité du site classé de l'île de Port-Cros.

6. Caractéristiques de l'impact potentiel du projet sur l'environnement et la santé humaine au vu des informations disponibles

6.1 Le projet envisagé est-il susceptible d'avoir les incidences notables suivantes ?

Veuillez compléter le tableau suivant :

Incidences potentielles		Oui	Non	De quelle nature ? De quelle importance ? <i>Appréciez sommairement l'impact potentiel</i>
Ressources	Engendre-t-il des prélèvements d'eau ? Si oui, dans quel milieu ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Impliquera-t-il des drainages / ou des modifications prévisibles des masses d'eau souterraines ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Est-il excédentaire en matériaux ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Est-il déficitaire en matériaux ? Si oui, utilise-t-il les ressources naturelles du sol ou du sous-sol ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Milieu naturel	Est-il susceptible d'entraîner des perturbations, des dégradations, des destructions de la biodiversité existante : faune, flore, habitats, continuités écologiques ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le projet a pour objectif premier de stopper les dégradations causées par les ancrages sur les habitats et les espèces patrimoniaux de la passe de Bagaud. Les ancrages écologiques retenus seront installés sur des zones écologiquement sensibles, avec un procédé garantissant le minimum d'impact lors de l'installation, de l'exploitation et de la suppression des dispositifs. Un cahier des charges strict limitera les perturbations et les dégradations d'un point de vue environnemental (phases travaux et exploitation). Effets reports diffus et limités en cœur de parc cf notice de présentation
	Si le projet est situé dans ou à proximité d'un site Natura 2000, est-il susceptible d'avoir un impact sur un habitat / une espèce inscrit(e) au Formulaire Standard de Données du site ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le projet est inscrit dans le plan d'actions Natura 2000 (DOCOB tome II) au titre de son objectif de préservation d'un habitat d'intérêt communautaire prioritaire dégradé : l'herbier de posidonie. Les ancrages écologiques retenus seront donc installés sur des zones écologiquement sensibles, avec un procédé garantissant le minimum d'impact lors de l'installation, de l'exploitation et de la suppression des dispositifs. Un cahier des charges strict limitera les perturbations et les dégradations d'un point de vue environnemental.

	Est-il susceptible d'avoir des incidences sur les autres zones à sensibilité particulière énumérées au 5.2 du présent formulaire ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il la consommation d'espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le projet impliquera une consommation temporaire d'espace maritime lorsque les dispositifs seront en place pendant la saison d'exploitation de la ZMEL. Toutefois, la consommation de cet espace existe déjà actuellement avec les navires au mouillage et la ZMEL aura pour effet positif de diminuer cette consommation et donc de réduire les impacts.
Risques	Est-il concerné par des risques technologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Est-il concerné par des risques naturels ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des risques sanitaires ? Est-il concerné par des risques sanitaires ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Les risques sanitaires potentiels liés au relargage d'eaux noires depuis la zone de mouillage ne s'appliquent pas à la ZMEL en projet puisque la réglementation spécifique qui s'applique en coeur de parc interdit le rejet des eaux usées dans la bande des 600 mètres délimitant le coeur marin et l'accès y est réglementé pour les navires équipés de cuves à eaux noires.
Nuisances	Engendre-t-il des déplacements/des trafics	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le projet vise à organiser une fréquentation existante et ne générera pas de trafics supplémentaires. Il aura au contraire un effet positif en réduisant le nombre de navires et en organisant les usages sur le plan d'eau.
	Est-il source de bruit ? Est-il concerné par des nuisances sonores ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	En phase travaux, les nuisances sonores (sous-marines) seront limitées par l'utilisation d'une pompe hydraulique peu bruyante et temporaires. En phase d'exploitation, le projet n'est pas de nature à augmenter le niveau de bruit et le risque de nuisances sonores la journée et la nuit dans la mesure où le mouillage existe déjà sur la zone. Au contraire, le règlement de police de la ZMEL permettra de réglementer l'utilisation d'engins sonores et les nuisances de manière plus restrictive.

	<p>Engendre-t-il des odeurs ?</p> <p>Est-il concerné par des nuisances olfactives ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Le projet n'est pas de nature à augmenter le niveau de nuisances olfactives par rapport aux usages actuels.</p>
	<p>Engendre-t-il des vibrations ?</p> <p>Est-il concerné par des vibrations ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Le projet n'est pas de nature à augmenter le niveau de vibrations par rapport aux usages actuels.</p>
	<p>Engendre-t-il des émissions lumineuses ?</p> <p>Est-il concerné par des émissions lumineuses ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Les feux de position des navires au mouillage sont déjà observés sur le site puisque la fréquentation y est forte durant l'été, y compris la nuit. La ZMEL aura une incidence positive permettant de limiter les émissions lumineuses des navires en réduisant le nombre de navires au mouillage dans la passe et grâce à l'application du règlement de police de la ZMEL.</p> <p>Par ailleurs, la pollution lumineuse fait également l'objet d'une réglementation spécifique en coeur de parc national.</p>
Emissions	<p>Engendre-t-il des rejets dans l'air ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Le projet n'est pas de nature à augmenter le niveau de rejets dans l'air par rapport aux usages actuels.</p>
	<p>Engendre-t-il des rejets liquides ?</p> <p>Si oui, dans quel milieu ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Le rejet d'eaux usées est interdit dans la bande des 600 mètres autour de l'île de Port-Cros et de l'îlot de Bagaud, coeur de parc national.</p>
	<p>Engendre-t-il des effluents ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<p>Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Patrimoine / Cadre de vie / Population	Est-il susceptible de porter atteinte au patrimoine architectural, culturel, archéologique et paysager ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le projet ne porte pas atteinte au patrimoine paysager car il vise à organiser une fréquentation existante. Il aura pour effet positif de diminuer la densité de bateaux le long des côtés. De plus, le dimensionnement du projet tient compte d'un cône de vue dégagé de 300 mètres depuis la plage du sud, la plus fréquentée du périmètre. Un passage en commission des sites et des paysages garantira la préservation des paysages et la conservation de la tranquillité et du caractère des lieux.
	Engendre-t-il des modifications sur les activités humaines (agriculture, sylviculture, urbanisme, aménagements), notamment l'usage du sol ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

6.2 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'être cumulées avec d'autres projets existants ou approuvés ?

Oui Non Si oui, décrivez lesquelles :

6.3 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'avoir des effets de nature transfrontière ?

Oui Non Si oui, décrivez lesquels :

6.4 Description, le cas échéant, des mesures et des caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine (pour plus de précision, il vous est possible de joindre une annexe traitant de ces éléments) :

Cf notice de présentation.

Le projet est inscrit dans le plan d'actions Natura 2000 (DOCOB tome II) au titre de son objectif de préservation d'un habitat d'intérêt communautaire prioritaire dégradé par les ancrs des navires : l'herbier de posidonies.

Les mesures destinées à éviter et réduire les effets négatifs concernent essentiellement la phase travaux durant laquelle les nuisances temporaires potentielles seront contrôlées et limitées par tous les moyens adéquats et un cahier des charges strict en matière environnementale.

En phase d'exploitation, le suivi technique et environnemental des dispositifs lors de la maintenance annuelle (pose et dépose) garantira leur bon état.

Des mesures de gestion seront adoptées pour les risques de pollutions (macro-déchets, hydrocarbures) et la surveillance déjà opérée par les agents du parc national y contribuera ainsi que la sensibilisation du public.

Des mesures de suivi sur les espèces patrimoniales seront réalisées afin d'évaluer le niveau de recolonisation de l'herbier et la proportion de grandes nacres cassée et/ou mortes.

7. Auto-évaluation (facultatif)

Au regard du formulaire rempli, estimez-vous qu'il est nécessaire que votre projet fasse l'objet d'une évaluation environnementale ou qu'il devrait en être dispensé ? Expliquez pourquoi.

Considérant l'origine et les objectifs du projet (cf 4.2),

Considérant que le projet doit faire l'objet d'un document d'incidences sur la qualité de l'eau et les milieux aquatiques au titre du dossier de déclaration loi sur l'eau ainsi que d'une évaluation des incidences Natura 2000,

Considérant que le porteur du projet, établissement public de l'État rattaché au Ministère de l'environnement a pour raison d'être la préservation des habitats, faune et flore et que le cœur de son activité consiste dans leur suivi scientifique,

Nous estimons que le projet pourrait être dispensé d'une étude d'impact qui n'apporterait pas plus d'informations concrètes et objectives.

8. Annexes

8.1 Annexes obligatoires

Objet		
1	Document CERFA n°14734 intitulé « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » - non publié ;	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Un plan de situation au 1/25 000 ou, à défaut, à une échelle comprise entre 1/16 000 et 1/64 000 (Il peut s'agir d'extraits cartographiques du document d'urbanisme s'il existe) ;	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Au minimum, 2 photographies datées de la zone d'implantation, avec une localisation cartographique des prises de vue, l'une devant permettre de situer le projet dans l'environnement proche et l'autre de le situer dans le paysage lointain ;	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Un plan du projet <u>ou</u> , pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux catégories 5° a), 6°a), b) et c), 7°a), b), 9°a), b), c), d), 10°, 11°a), b), 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement un projet de tracé ou une enveloppe de tracé ;	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Sauf pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux 5° a), 6°a), b) et c), 7° a), b), 9°a), b), c), d), 10°, 11°a), b), 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement : plan des abords du projet (100 mètres au minimum) pouvant prendre la forme de photos aériennes datées et complétées si nécessaire selon les évolutions récentes, à une échelle comprise entre 1/2 000 et 1/5 000. Ce plan devra préciser l'affectation des constructions et terrains avoisinants ainsi que les canaux, plans d'eau et cours d'eau ;	<input type="checkbox"/>
6	Si le projet est situé dans un site Natura 2000, un plan de situation détaillé du projet par rapport à ce site. Dans les autres cas, une carte permettant de localiser le projet par rapport aux sites Natura 2000 sur lesquels le projet est susceptible d'avoir des effets.	<input checked="" type="checkbox"/>

8.2 Autres annexes volontairement transmises par le maître d'ouvrage ou pétitionnaire

Veillez compléter le tableau ci-joint en indiquant les annexes jointes au présent formulaire d'évaluation, ainsi que les parties auxquelles elles se rattachent

Objet

Études relative aux ancrages écologiques de type "Harmony P" présent dans les eaux du parc national de Port-Cros.
Graphiques de fréquentation plaisancière dans la passe de Bagaud (2014.2015.2017).

9. Engagement et signature

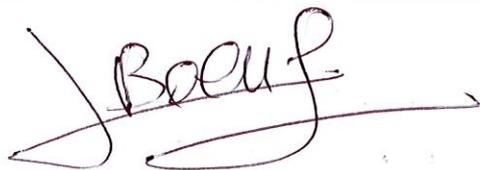
Je certifie sur l'honneur l'exactitude des renseignements ci-dessus



Fait à Hyères

le, 11/01/2018

Signature





Parc national
de Port-Cros

Mise en place d'une Zone de Mouillages et d'Equipements Légers (ZMEL)

dans la passe de Bagaud



NOTICE DE PRESENTATION

Demande d'examen au cas par cas – Autorité Environnementale – DREAL PACA

Article R 122-2 du Code de l'environnement

Table des matières

I. CADRE GENERAL	3
1. Présentation du demandeur	3
2. Fondements du projet et stratégie du Parc national en matière de mouillages organisés.....	3
3. Localisation et contexte	4
II. DESCRIPTION DU PROJET	7
1. Objectifs.....	7
2. Dimensionnement.....	7
a. Méthodologie	7
b. Dimensionnement et localisation retenus.....	8
3. Mise en place.....	9
a. Dispositif technique retenu	9
b. Installation des dispositifs	10
c. Phase travaux	10
d. Phase d'exploitation.....	10
4. Mesures de suivi en phase d'exploitation.....	11
a. Mesures de communication, de sensibilisation et de surveillance de la zone de mouillage	11
b. Suivi de la fréquentation et des effets reports.....	11
c. Suivi technique et environnemental des ancrages.....	13
d. Suivi écologique de la conservation des espèces patrimoniales et de la non-prolifération des espèces invasives	13
5. Coûts estimatifs	15
6. Calendrier prévisionnel	15
Annexes	15
Carte 1 : Plan de situation du projet de ZMEL dans la passe de Bagaud par rapport aux sites Natura 2000.....	16
Carte 2 : Carte des biocénoses marines présentes dans la passe de Bagaud	16
Carte 3 : Projet de ZMEL dans la passe de Bagaud	17
Carte 4 : Projet de ZMEL dans la passe de Bagaud au regard des types de fonds (environ 140 ha d'herbiers préservés)	18
Carte 5 : réglementation de la navigation et des usages maritimes autour de l'île de Port-Cros, 2017	19
Figure 1 : illustrations récentes des dégâts causés par les ancres des navires sur les fonds sous-marins dans la passe de Bagaud. Source : Thomas Abiven, Parc national de Port-Cros, octobre 2017	19
Figure 2 : simulation paysagère de l'implantation des 77 navires au mouillage de part et d'autre de la passe de Bagaud depuis le toit du Fort de l'Estissac, comprenant 5 navires entre 15 et 30 mètres dont 2 avoisinant les 30 mètres.....	20

I. CADRE GENERAL

1. Présentation du demandeur



PARC NATIONAL DE PORT-CROS

Représenté par son Directeur,

Marc Duncombe

181, Allée du Castel Sainte Claire

BP 70220

83406 Hyères Cedex

2. Fondements du projet et stratégie du Parc national en matière de mouillages organisés

Le projet de ZMEL de la passe de Bagaud, dont l'objectif est une mise en place pour la saison 2019, s'inscrit dans les politiques publiques suivantes :

- Le programme de mesures de la directive 2008/56/CE du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (DCSMM). Celui-ci relève, pour la sous-région Méditerranée Occidentale, deux grands enjeux liés à l'état écologique des écosystèmes marins et aux pressions exercées sur les milieux. S'agissant des pressions, le programme de mesure préconise de limiter la destruction des habitats (herbiers, coralligènes) par les ancres de tous types de navires (p.47) avec un objectif particulier qui lui est associé (objectif A4) : maîtriser la pression des usages maritimes sur le milieu en développant l'organisation spatiale des usages (p.52).
- La stratégie nationale pour la biodiversité, plan action MER, révisée en février 2009, et qui reprend les recommandations de la Directive Cadre 2008/56/CE du 17 juin 2008. Stratégie pour le milieu marin
- La stratégie méditerranéenne de gestion des mouillages des navires de plaisance élaborée par la préfecture maritime en septembre 2010 qui formule six grands principes d'orientation :
 - La mer est un bien commun et le domaine public maritime (DPM) est inaliénable.
 - Le développement de la plaisance ne doit pas se faire au détriment des autres usages.
 - Le développement de la plaisance doit respecter la qualité environnementale et paysagère des sites.
 - Le mouillage n'a pas vocation à répondre à l'insuffisance structurelle des places dans les ports.
 - Le mouillage doit être une pratique temporaire et saisonnière.
 - La liberté du plaisancier doit s'accompagner d'un comportement responsable vis-à-vis de l'environnement et des autres usages.
- Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Rhône-Méditerranée pour la masse d'eau dénommée « Iles d'Hyères », FRDC07h.

Il s'inscrit notamment dans l'orientation 4-12 du SDAGE dont l'objectif est de prévoir des modes de gestion adaptés pour organiser les usages maritimes en protégeant les secteurs fragiles.

Il s'inscrit également dans l'orientation 6A-16¹ relative à la mise en œuvre d'une politique de préservation et de restauration du littoral et du milieu marin pour la gestion et la restauration physique des milieux. Celle-ci préconise d'encourager l'organisation des mouillages des navires en privilégiant les aménagements sur des milieux les moins sensibles (en se référant au volet mer des ScOT).

- Volet littoral et maritime du ScOT Provence Méditerranée, en cours d'élaboration et dont un des objectifs proposé est de maîtriser et d'organiser l'accueil de la plaisance à terre et en mer, notamment en recherchant la localisation et les conditions d'accueil des mouillages organisés.
- Le Contrat de baie des Iles d'Or signé le 3 juillet 2017 par les 40 partenaires du projet, dont le programme d'actions opérationnel mis en œuvre sur la période 2016-2021, s'articulera autour de 4 enjeux (déclinés en 13 objectifs opérationnels) :
 - Réduction des pollutions liées aux rejets anthropiques vers les milieux naturels (terrestres littoraux, insulaires et marins).
 - Gestion durable des ressources et des milieux naturels.
 - Préservation et amélioration des fonctionnalités naturelles des milieux en lien avec la gestion du risque.
 - Mise en œuvre d'une animation associant durablement les acteurs du territoire et les démarches existantes.

Le projet s'inscrit également dans deux documents de programmation et de gestion du Parc national de Port-Cros (PNPC) :

- La Charte du Parc national, validée par décret en Conseil d'Etat le 30 décembre 2015 (proposition de Mesure Réglementaire 1 « Mettre en place des mouillages organisés et favoriser une plaisance propre dans les cœurs marins », pages 295 à 297). Plus précisément, le projet de mouillages organisés fait partie des mesures prioritaires de la charte et à ce titre est inscrit dans le programme triennal d'actions validé par les membres du conseil d'administration en séance du 28 novembre 2016.

Par un retour d'expérience significatif, la mise en place de la ZMEL à Port-Cros favorisera l'organisation de la plaisance en cœur marin de Porquerolles et sur l'aire maritime adjacente, en appui aux collectivités territoriales sur des sites identifiés à enjeux par le Parc national (carte des vocations associée à la charte du Parc national de Port-Cros, pages 312 à 343)

- Le Parc national est par ailleurs opérateur et animateur des sites Natura 2000 « Rade d'Hyères » et « Iles d'Hyères ». Il inscrira à ce titre le projet de mouillages dans le plan d'actions Natura 2000 (DOCOB, tome II) au regard de son objectif de préservation d'un habitat d'intérêt communautaire prioritaire, inscrit à l'annexe I « habitat » : l'Herbier de Posidonie. Le DOCOB est en cours de validation.

3. Localisation et contexte

Le projet de mise en place de mouillages écologiques est situé sur la commune de Hyères, dans le Var (83), entre l'île de Port-Cros et l'îlot de Bagaud, en cœur du parc national de Port-Cros ; dans les sites Natura 2000 FR 9301613 « Rade d'Hyères » et FR9310020 « Iles d'Hyères ».

Annexe - Carte 1 : Plan de situation du projet de ZMEL dans la passe de Bagaud par rapport aux sites Natura 2000

Il prend place dans une zone délimitée par arrêté préfectoral² dénommée « passe de Bagaud », délimitée au nord par une ligne reliant à l'ouest la pointe du Bau ou Cap Nord (Bagaud) et la pointe

¹ Pages 206 à 208 du SDAGE

² Art.1 arrêté préfectoral n°189/2017 réglementant la navigation, le mouillage des navires, la plongée sous-marine et la pratique des sports nautiques de vitesse, dans la bande littorale des 600 mètres autour des îles de Port-Cros, de Bagaud et de leurs îlots.

du Miladou ou Grand-père (Port-Cros) à l'est, et au sud par une ligne reliant la pointe du Guérétion ou cap sud (Bagaud) à l'ouest et la pointe de Malalongue (Port-Cros) à l'est.

En 2017, la passe de Bagaud a déjà fait l'objet de l'installation de 3 dispositifs d'ancrages de mouillage écologique pour les unités de 15 à 30 mètres, bénéficiant d'autorisations temporaires d'occupation du DPM, expérimentales, d'une durée de 2 ans à partir du 1^{er} janvier 2017³.

Ces 3 dispositifs intégreront la ZMEL en projet à partir de 2019 et seront soumis à son règlement de police.

De manière générale, la passe de Bagaud, avec ses faibles fonds et son caractère abrité, constitue un site privilégié pour la plaisance en période estivale. La zone est quasi-exclusivement composée d'herbiers de posidonies et pourtant autorisée à l'ancrage.

Annexe - Carte 2 : Carte des biocénoses marines présentes dans la passe de Bagaud

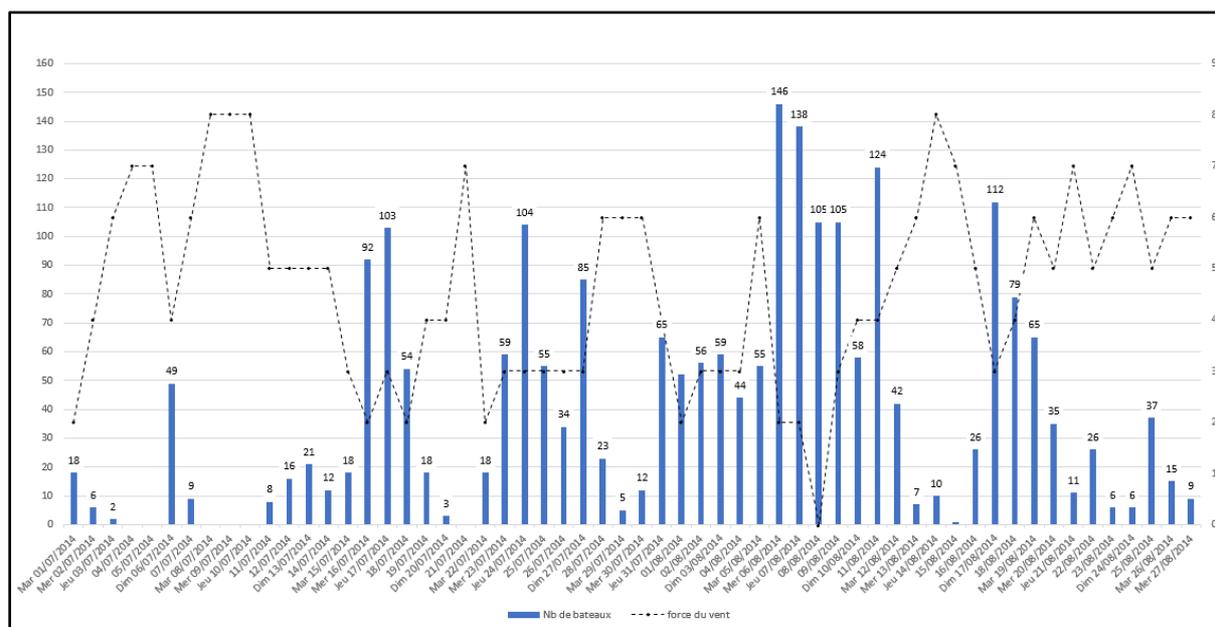
Cette situation génère, de fait, des dégradations du milieu marin et de véritables problèmes de sécurité et de confort constatés et gérés régulièrement par les agents du Parc national.

Annexe - Figure 1 : illustrations récentes des dégâts causés par les ancres des navires sur les fonds sous-marins dans la passe de Bagaud. Source : Thomas Abiven, Parc national de Port-Cros, octobre 2017

En effet, le nombre moyen de bateaux au mouillage dans la passe entre 12 et 14 heures durant les mois de juillet et d'août, varie de 40 à 60 bateaux par jour selon les années⁴.

Les pics de fréquentation varient, selon les années, de 146 à 210 bateaux au mouillage en même temps dans la passe de Bagaud sur une journée (1 à 2 jours de pic généralement atteints durant la semaine du 15 août).

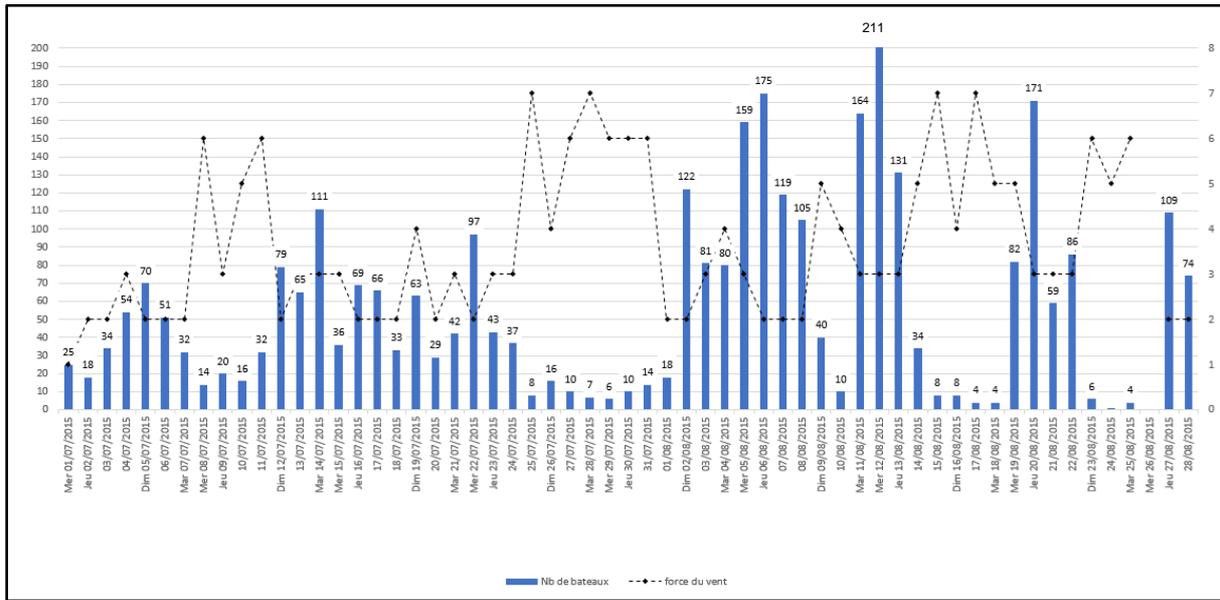
A Port-Cros, le niveau de fréquentation par les navires de plaisance est extrêmement lié à la météo. Lorsque la force du vent est supérieure ou égale à 6 beaufort (= 44 km/h ou 23 nœuds), le taux de fréquentation par les navires, dans la passe de Bagaud, peut être jusqu'à 15 fois inférieur aux jours de beau temps (vent inférieur à 6 beaufort).



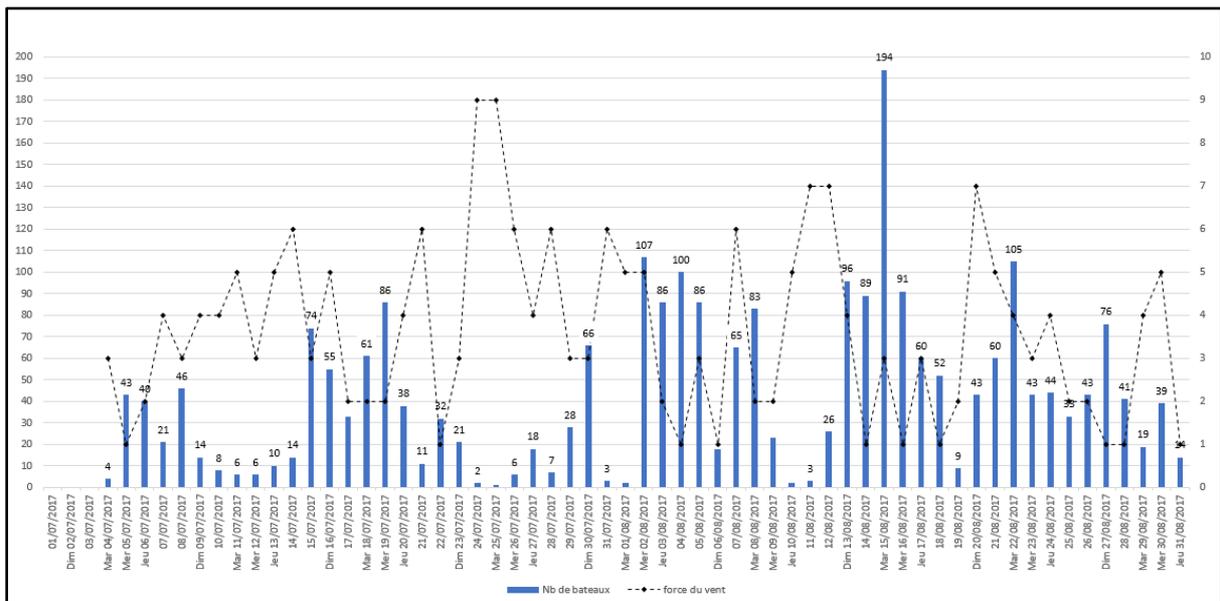
³ AOT n°O 3376, O 3377, O 3378 du 02 mars 2017.

⁴ Etude de la fréquentation plaisancière dans la passe de Bagaud, synthèse de 3 années de comptage (2014.2015.2017), source : PNPC.

Graphique récapitulatif du nombre de bateaux au mouillage dans la passe de Bagaud, par jour, en fonction du vent, été 2014



Graphique récapitulatif du nombre de bateaux au mouillage dans la passe, par jour, en fonction du vent, été 2015



Graphique récapitulatif du nombre de bateaux au mouillage dans la passe de Bagaud, par jour, en fonction du vent, été 2017

Parmi ces navires, environ 8% mesurent plus de 15 mètres dont la majorité mesure entre 15 et 20 mètres, les autres, entre 20 et 30 mètres. La réglementation en cœur de parc national interdit dans la bande des 600 mètres le mouillage des navires supérieurs à 30 mètres⁵.

Enfin, il est constaté à chaque saison, qu'une large majorité des navires (environ 2/3) mouille du côté de Port-Cros, préférant la proximité de l'île plutôt que de mouiller le long de Bagaud, plus éloignée.

⁵ Art.2.7 arrêté préfectoral n°189/2017 réglementant la navigation, le mouillage des navires, la plongée sous-marine et la pratique des sports nautiques de vitesse, dans la bande littorale des 600 mètres autour des îles de Port-Cros, de Bagaud et de leurs îlots.

II. DESCRIPTION DU PROJET

1. Objectifs

Accompagnée d'une évolution de la réglementation interdisant le mouillage forain dans la passe de Bagaud, la ZMEL en projet a pour but de :

- Préserver les fonds sous-marins en supprimant les impacts occasionnés par les ancrages et les chaînes de navires sur les espèces patrimoniales et permettre leur restauration.
- Améliorer la gestion de la fréquentation et l'organisation des usages sur le plan d'eau.
- Renforcer la sécurité et les conditions d'accueil des plaisanciers, en offrant une alternative au mouillage forain.

2. Dimensionnement

a. Méthodologie

Le projet de ZMEL a été élaboré dans une volonté de réguler la fréquentation, par une dédensification de la zone tout en prenant en compte la réalité d'une activité de plaisance historique et de son contexte socio-économique (les plaisanciers constituent la clientèle principale des restaurateurs de l'île de Port-Cros). A travers le dimensionnement du projet, le Parc national s'est fixé pour objectifs :

- de définir le projet dans le cadre de l'arrêté préfectoral délimitant officiellement le périmètre de la passe de Bagaud⁶,
- de réguler la fréquentation par les navires de plaisance,
- de conserver des mouillages dans les différentes conditions météorologiques connues sur ce territoire et de permettre des mouillages en toute sécurité pour les usagers,
- d'accueillir les navires de plus de 15 à 30 mètres en toute sécurité et sur des ancrages écologiques, les ancrages des grosses unités étant les plus dévastatrices pour l'herbier de posidonies (actuellement, les navires de plus de 15 mètres ne sont pas autorisés à utiliser les équipements portuaires),
- de maintenir un chenal suffisant pour la navigation,
- de ne pas entraver l'activité de pêche professionnelle ni celle de la plongée,
- de maintenir une activité économique au village en permettant aux plaisanciers de mouiller en toute sécurité sur une plus large période de la saison et en cas de mauvaises conditions météorologiques,
- de créer une zone tampon de 100 mètres à la côte de l'îlot de Bagaud, réserve intégrale, afin de prévenir les risques de débarquement des personnes et de réinfection par les espèces invasives,
- de maintenir un cône de vue dégagé de 300 mètres depuis la plage du sud pour les baigneurs, et dans l'objectif de conserver la tranquillité et le caractère des lieux,
- de conserver la zone historique d'interdiction de mouillage au nord-est de la passe de Bagaud, ainsi que les zones historiques d'interdiction de circulation et de mouillage au fond de l'anse du Janet (plage du sud) et au fond de l'anse de la Fausse Monnaie.

C'est donc sur cette base qu'a été réalisé un travail sur chacun des items qu'il était nécessaire de prendre en compte pour le dimensionnement du projet, à savoir :

- Les usagers, pour lesquels des réunions de préconsultation ont eu lieu :

⁶ Article 1 : la passe de Bagaud se situe entre les îles de Port-Cros et de Bagaud délimitée au nord par une ligne reliant la pointe du Bau ou Cap Nord (Bagaud) et la pointe du Miladou ou Grand-père (PC) et au sud par une ligne reliant la pointe du Guérétion ou cap sud (Bagaud) et la pointe de Malalongue (PC).

plaisanciers, baigneurs, pêcheurs professionnels, plongeurs, compagnies maritimes, commerçants et habitants de l'île de Port-Cros, activités de découverte en mer.

- Les impératifs de sécurité :

chenal de navigation, conditions météorologiques, rayon d'évitement entre les navires.

- Le caractère des lieux et la tranquillité associés au cœur du parc national
- Les servitudes paysagères.
- Les contraintes techniques :

la nature des fonds, la bathymétrie.

- Les contraintes financières.

L'intégration paysagère est partie intégrante des objectifs du projet de ZMEL. Elle constitue à la fois un objectif et la raison d'être du projet à travers la conservation de la tranquillité des lieux et du paysage attachée à un cœur de parc national. L'objectif de régulation de la fréquentation, par une dé-densification de la zone, contribue par nature au respect du caractère paysager du site.

b. Dimensionnement et localisation retenus

Le périmètre de la ZMEL, qui s'appuie sur le périmètre de la passe de Bagaud défini par arrêté préfectoral⁷, couvre une surface de **177.7 ha** sur lesquels l'interdiction d'ancrage ainsi que le règlement de police s'appliqueront. Au sein de cet espace, l'herbier de posidonie représente une surface de **138.8 ha**.

Dans le périmètre global de la ZMEL, l'implantation des mouillages est prévue sur **39.3 ha (comprenant les rayons d'évitement des navires en surface)**, pour accueillir **74 bouées** (dont les 3 bouées pour les unités de 15 à 30 mètres installées en 2017 sur la base d'une autorisation temporaire du DPM, expérimentale, délivrée pour une durée de 2 ans).

Parmi ces 74 bouées :

- **5 seront réservées** aux unités entre 15 et 30 mètres dont les 3 installées en 2017,
- **69**, pour les unités entre 0 et 15 mètres.

Parmi les 5 bouées pour les unités 15-30 mètres, 2 seront utilisées en priorité par les compagnies maritimes en cas d'attente sur site la journée. Elles pourront être utilisées par les plaisanciers de passage pour la nuit. Au total, les 74 bouées seront réservées aux navires de passage.

Parallèlement et afin de maintenir les pratiques actuelles des habitants de l'île de Port-Cros, **3 bouées** supplémentaires, distinctes, seront installées en dehors des 40 hectares. Elles seront sur fonds sableux en priorité, et réservées aux personnes résidentes ou exerçant une activité professionnelle permanente ou saisonnière sur l'île. En effet, des dispositions particulières et plus favorables sont prévues pour certaines personnes ou activités en cœur de parc national par les décrets issus de la loi de 2009.

Cette dérogation sera cantonnée à des petits navires (< 9 mètres). L'utilisation des bouées se fera de manière temporaire, en journée. L'amarrage à la nuit y sera prohibé.

Au total, la ZMEL comprendra **77 bouées** dont :

- **3** réservées aux résidents de Port-Cros (4 %) ;
- **74** pour les navires de passage. (96 %) dont 2 utilisées de manière prioritaire par les compagnies maritimes en journée.

Les installations seront réparties spatialement dans la passe de Bagaud :

- Environ 60% côté Port-Cros (sur 18.5 hectares – soit 1 bouée/4100 m²)
- Environ 40% côté Bagaud (sur 20.8 hectares – soit 1 bouée/7000 m²)

Annexe – Carte 3 : Projet de ZMEL dans la passe de Bagaud

⁷ Art.1 arrêté préfectoral n°189/2017 réglementant la navigation, le mouillage des navires, la plongée sous-marine et la pratique des sports nautiques de vitesse, dans la bande littorale des 600 mètres autour des îles de Port-Cros, de Bagaud et de leurs îlots.

Annexe – Carte 4 : Projet de ZMEL dans la passe de Bagaud au regard des types de fonds (environ 140 ha d'herbiers préservés)

Annexe – Figure 2 : simulation paysagère de l'implantation des 77 bouées de part et d'autre de la passe de Bagaud

L'emprise des mouillages écologiques, d'environ 40 hectares, ne correspond pas à une surface d'aménagement ou d'artificialisation qui seraient réalisés sur le fond sous-marin puisqu'il s'agira d'ancrages adaptés au substrat (cf.3.a dispositif technique retenu). Cette emprise est théorique et ne correspond pas non plus à la surface totale occupée par les navires sur le plan d'eau puisqu'elle prend en considération la bouée et le rayon d'évitage total sur le plan d'eau. Or, une fois accroché, le navire n'utilisera pas tout l'espace du rayon d'évitage, ce qui permet de répondre à l'objectif d'une dé-densification de la zone de mouillage.

De plus, les ancrages écologiques retenus seront installés sur des zones écologiquement sensibles, avec un procédé garantissant le minimum d'impact lors de l'installation, de l'exploitation et de la suppression des dispositifs.

Des plongées de reconnaissance préalables aux travaux favoriseront la prise en compte des biocénoses. Le cas échéant, le point d'ancrage d'une installation pourra légèrement être déplacé pour préférer une zone plus favorable à proximité qui n'aurait pas été suffisamment repérée sur les cartographies disponibles.

Enfin, ce dimensionnement permet de répondre à **79 %** (49 jours/62) des jours de l'été si l'on prend en considération la moyenne journalière de fréquentation sur les 3 dernières années de comptage 2014, 2015, 2017. Autrement dit, il permet un écrêtage de la fréquentation sur **13 jours de l'été**.

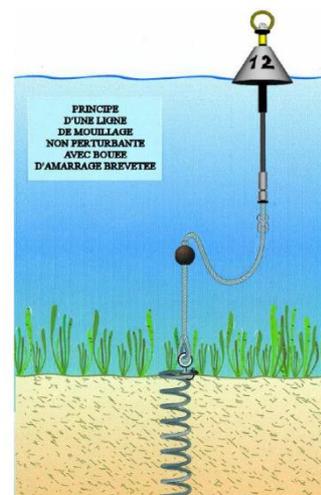
3. Mise en place

a. Dispositif technique retenu

L'équipement retenu devra être le mieux adapté pour une implantation dans l'herbier de posidonies puisqu'il s'agira d'ancrages écologiques, adaptés à la nature du fond. L'installation aura une emprise sur le fond sous-marin la plus réduite possible eu égard aux conditions de sécurité.

Ce système devra prévoir le maintien permanent de la ligne de mouillage grâce à la présence d'une bouée intermédiaire de rappel, pour éviter tout contact avec le fond. De plus, les équipements seront légèrement décollés du fond afin de ne pas nuire à la croissance normale de la posidonie. Des études et des guides⁸ recommandant des installations sur ancrages écologiques seront portés à la connaissance dans le cadre du marché.

Figure 2 : exemple d'une ligne de mouillage adaptée à l'herbier de posidonie installée dans les eaux du parc national.



Les dispositifs techniques d'ancrages devront être garantis pour les conditions allant jusqu'à :

- 6 beaufort installé
- Rafale 7 (maximum 27 nœuds)
- 1,25 mètre de houle

⁸ Francour P., Magreau J.F., Mannoni P.A., Cottalorda J.M., Gratiot J. 2006. Ancrages écologiques permanents. Guide d'Aide à la Gestion des Aires Marines Protégées. Université de Nice-Sophia Antipolis & Parc National de Port-Cros, Nice : 68 pp.

Francour P., Soultrun D., 2000, Suivi des ancrages écologiques de type Harmony dans les herbiers à *Posidonia oceanica* de la rade d'Agay et du parc national de Port-Cros (Var Méditerranée Nord-occidentale), Laboratoire Environnement Marin Littoral LEML, Université Nice-Sophia Antipolis.

b. Installation des dispositifs

Les dispositifs d'amarrage seront installés sur site du **15 avril au 15 octobre** avec une période de pose de 15 jours du 1^{er} au 15 avril et une période de dépose du 15 au 30 octobre.

En dehors de la période estivale, l'interdiction du mouillage dans la passe de Bagaud sera maintenue par arrêté préfectoral. Seules **les 5 bouées** pour les unités de 15 à 30 mètres, avec la possibilité pour les plus petits navires de s'y amarrer, seront maintenues sur site, afin d'offrir un dispositif de mouillage sécurisé en cas de retranchement pour raisons météorologiques durant la période hivernale.

c. Phase travaux

Les travaux d'implantation des mouillages (ancrage au fond) seront réalisés dans la mesure du possible en 1 tranche, entre janvier et avril 2019, par la mobilisation d'une équipe de plongeurs hyperbares.

Un cahier des charges strict sera prévu vis-à-vis du prestataire en matière de précautions environnementales (ancrages adaptés au type de fond, pas de dépôt d'outils sur le fond, pas de dragage, vigilance autour de la turbidité de l'eau, pas d'utilisation de détergents pour le nettoyage des équipements, etc.). En outre, la pose des ancres devra être précédée de prospections réalisées par plongées pour identifier la nature des fonds de manière précise, la compacité de la matie, les zones à forte densité de grandes naces, etc.

Des mesures seront également prises par le Parc national durant cette phase. Elles concernent plus particulièrement :

- La réalisation des travaux en dehors de la période sensible (reproduction et naissance en été) pour les mammifères marins (nuisances sonores).
- L'accompagnement du prestataire et le contrôle par les agents du Parc national.
- Le Parc national se réserve également la possibilité, en cas de mise en suspension importante de matières et de constatation physique d'une perturbation de la visibilité de l'eau, de demander l'interruption temporaire des travaux.

d. Phase d'exploitation

La mise en exploitation de la ZMEL s'assortit d'une interdiction de mouillage forain dans un périmètre englobant l'herbier de posidonies de la passe (140 ha). L'ensemble de la zone sera soumis à un règlement de police qui organisera et réglera les usages. Ce règlement de police sera discuté puis validé par les autorités compétentes.

La ZMEL sera mise en service pour la saison 2019 (15 avril au 15 octobre).

96 % des bouées de la ZMEL seront entièrement réservées à des navires de passages. (3 bouées parmi l'enveloppe globale seront réservées aux habitants de Port-Cros afin de maintenir l'usage par les insulaires).

Leur utilisation sera **gratuite en journée**, et **payante** en cas d'amarrage pour la **nuite**.

Les installations mobiles (lignes et coffres d'amarrage) seront démontées en dehors de la période d'exploitation, remisées et entretenues par l'entreprise titulaire du marché d'entretien des dispositifs. Seuls les ancres seront maintenus, avec un dispositif simple de repérage sur le sol marin, afin d'être rééquipés la saison d'après. Ce dispositif se situera en profondeur pour ne pas encombrer le site et ne devra pas entraver l'activité de pêche professionnelle sur la zone durant l'hiver (pêche à la palangre).

La maintenance inclut : la vérification à terre de la ligne et de la bouée, le remplacement de tout élément affaibli ou dégradé, le remplacement de la signalétique de la bouée, la pose de l'ensemble sur l'ancrage existant, la vérification du dispositif d'ancrage et travaux si nécessaire, la visite de mise en sécurité pendant la saison, la dépose de la ligne et de la bouée en fin de saison, un nettoyage haute pression (aucune utilisation de produit détergent).

4. Mesures de suivi en phase d'exploitation

a. Mesures de communication, de sensibilisation et de surveillance de la zone de mouillage

Pour favoriser l'efficacité de la ZMEL, il est indispensable que le mouillage soit interdit dans un périmètre plus large autour de la zone où les mouillages seront implantés (40 ha environ). La délimitation de la ZMEL étant basée sur le périmètre de la passe de Bagaud, l'ancrage sera interdit sur les 177.7 ha qui couvrent la passe.

De par leur mission de police de l'environnement, les agents du Parc national seront amenés, lors de leurs sorties en mer quotidiennes, à contrôler le respect de la réglementation en vigueur, comme c'est le cas actuellement pour faire respecter les arrêtés préfectoraux réglementant la navigation et les usages maritimes autour de l'île de Port-Cros. L'intervention des agents pourra porter sur tout élément en lien avec la gestion de la ZMEL et l'application de son règlement de police. S'agissant des rejets d'eaux usées, la réglementation spécifique qui s'applique en cœur de parc national interdit tout rejet dans la bande des 600 mètres délimitant le cœur marin et l'accès y est réglementé pour les navires équipés de cuves à eaux noires⁹. Concernant les macro-déchets des plaisanciers, aucun service de collecte systématique n'est prévu. A l'instar de ce qui est pratiqué sur terre, la politique du Parc national s'inscrit dans une volonté de responsabilisation du visiteur : peu de poubelles sont installées sur les plages et sentiers de l'île. En revanche une sensibilisation accrue est assurée, dont le message principal consiste à inviter les visiteurs à ramener leurs déchets au village ou mieux sur le continent. Les résultats observés à terre sont probants tant il y a peu de déchets retrouvés dans la nature.

Toutefois, les agents pourront en complément, comme c'est le cas actuellement, procéder au ramassage des déchets abandonnés observés ponctuellement sur site.

A ce titre, et pour éviter toute dégradation du milieu marin en amont, le Parc national mettra également en place des mesures spécifiques de sensibilisation des usagers : une équipe d'accueil dédiée, à l'entrée de la passe de Bagaud, pour informer les plaisanciers sur le nouveau fonctionnement du plan d'eau et le règlement de police qui s'y applique.

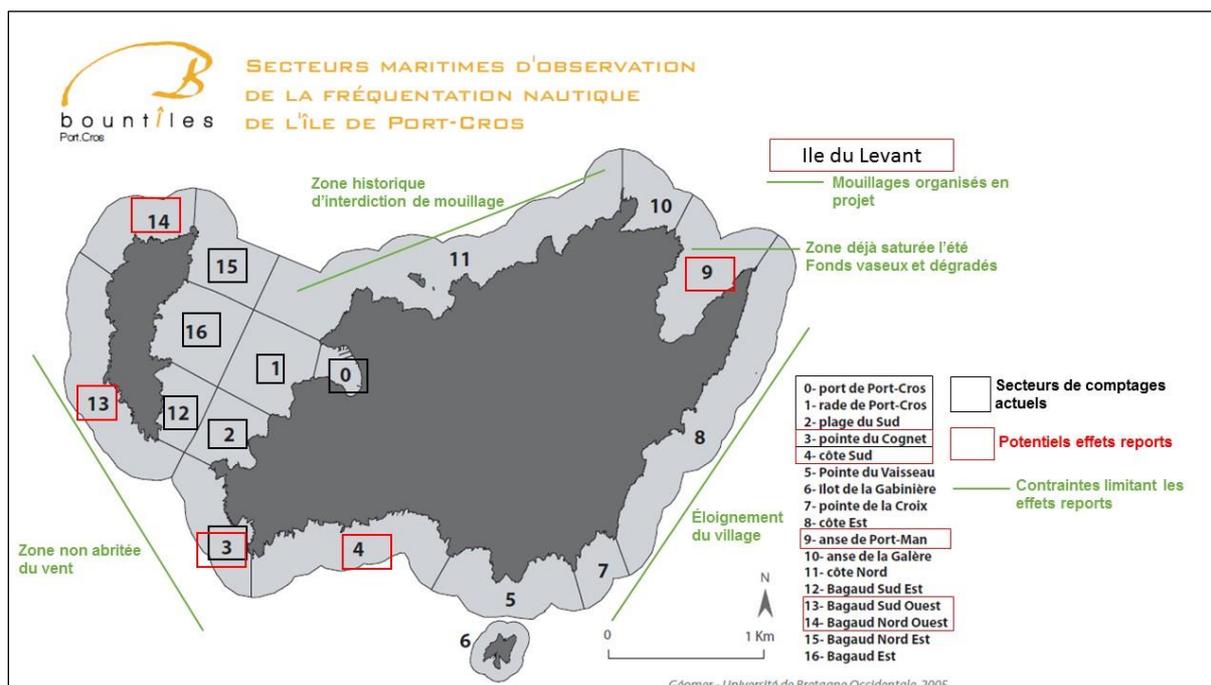
Par ailleurs, une campagne de communication en amont sera conduite par le Parc national avec les différents acteurs de la plaisance : autorités et gestionnaires portuaires, professionnels du nautisme du territoire (loueurs, vendeurs de navires, etc.) afin d'anticiper, les jours de forte fréquentation, une potentielle saturation du site.

b. Suivi de la fréquentation et des effets reports

Le suivi de la fréquentation est assuré par des comptages quotidiens du nombre de navires au mouillage durant les mois de juillet et août, entre 12 et 14 heures, lorsque la fréquentation est la plus forte. Les dernières données disponibles font état du niveau de fréquentation pour les saisons 2014, 2015 et 2017.

⁹ Art2.6 arrêté préfectoral n°189/2017 réglementant la navigation, le mouillage des navires, la plongée sous-marine et la pratique des sports nautiques de vitesse, dans la bande littorale des 600 mètres autour des îles de Port-Cros, de Bagaud et de leurs îlots.

Les comptages sont réalisés selon le zonage ci-après, sur les secteurs 0,1,2,3,12,15 et 16.



Le suivi des secteurs 1,2,12,15,16 ont servi de base au dimensionnement de la ZMEL en projet. Le suivi du secteur 3 a permis de faire un état 0 de la fréquentation de cette zone. Son suivi pour les années à venir permettra d'évaluer les potentiels effets reports.

La mise en place de la ZMEL devrait avoir peu d'effets reports directement en cœur de parc national à Port-Cros, du moins des effets relativement **diffus**.

En effet, l'île de Port-Cros dispose déjà de zones interdites au mouillage en dehors de la passe de Bagaud, représentant 137 ha :

- La partie nord de l'île entre la pointe du Grand-Père et la pointe de la Galère.
- La pointe de la Croix.
- La pointe du Vaisseau.
- L'îlot de la Gabinière.
- La pointe de Montrémian.

Annexe - Carte 5 : réglementation de la navigation et des usages maritimes autour de l'île de Port-Cros, 2017

De plus, la mise en œuvre de la ZMEL s'accompagnera de l'interdiction du mouillage forain dans l'ensemble de la passe de Bagaud. Ainsi, les effets reports attendus se situeront :

- Dans la baie de Port-Man sur la partie est de l'île (secteur 9)
- Au niveau de la Calanque des pommes (secteur 3)
- A l'ouest de Bagaud (secteurs 13 et 14)
- A l'ouest de l'île du Levant

Toutefois, ces 4 sites présentent des contraintes :

- La baie de Port-Man connaît des fonds plutôt vaseux et dégradés par l'ancienne usine de soude (active dans les années 1830) avec peu d'intérêt écologique. La baie est à 15 minutes de bateau du village, ce qui sera potentiellement un frein psychologique au mouillage par les plaisanciers qui souhaitent débarquer sur Port-Cros.
- La baie de Port-Man, la Calanque des pommes et l'ouest de Bagaud sont fortement sujets aux conditions météorologiques. La baie de Port-Man constitue un abri naturel en cas de vent d'ouest mais est peu confortable en cas de vent d'est. La Calanque des pommes est

directement exposée au vent d'ouest, sud-ouest. L'ouest de Bagaud, lui, constitue une zone abritée en cas de vent d'ouest mais reste très exposée du fait de sa situation à l'extérieur de la passe.

- Sur l'île du Levant, un projet de mouillages organisés est en cours d'élaboration. Les effets reports sur cette île seront donc limités dans la mesure où les zones de mouillage seront délimitées et gérées.

Un suivi de la fréquentation par les navires de plaisance est prévu sur le secteur de la Calanque des Pommes puis la baie de Port-Man.

En ce qui concerne l'aire maritime adjacente à long terme, l'organisation des usages balnéaires se fera en cohérence à l'échelle du territoire maritime du Parc national limitant par conséquent les effets reports.

Le Parc national a d'ores et déjà identifié, dans la carte des vocations associée à sa charte, des sites où le mouillage, et plus généralement les activités nautiques, devront être organisés et/ou aménagés. Ces sites sont :

- Le littoral du Pradet.
- Le golfe de Giens.
- La rade d'Hyères.
- La pointe de l'Argentière.
- La baie de Bormes/ Le Lavandou.
- Les 3 Caps.

c. Suivi technique et environnemental des ancrages

Les dommages éventuels liés à la rupture d'un dispositif seront minimisés grâce à la signature par le Parc national d'un contrat d'entretien avec un prestataire de services stipulant l'obligation d'intervenir dans un délai réduit. En cas de décision de suppression d'un ou de tous les dispositifs d'amarrage, le Parc national s'engage à faire intervenir une entreprise.

d. Suivi écologique de la conservation des espèces patrimoniales et de la non-prolifération des espèces invasives

A court terme, le suivi environnemental du projet portera sur les éléments détaillés dans les parties précédentes de ce document, liés aux travaux d'implantation.

A moyen et long terme, le suivi environnemental concernera deux espèces protégées : herbier de posidonies, grande nacre et une espèce invasive : la *Caulerpa taxifolia*.

- Les suivis de l'herbier de posidonies visent avant tout à caractériser la couverture surfacique de l'herbier sur la zone. Ceci afin de mesurer, par l'observation de l'arrêt des dynamiques régressives et de la reconquête spatiale de l'herbier, l'efficacité de la protection du site par la mise en place de la ZMEL et la suppression des impacts occasionnés par les ancres des navires.

Une étude publiée en 2012¹⁰ tentait d'analyser l'impact de l'ancrage sur l'herbier sur plusieurs sites ciblés dans la passe de Bagaud. Les résultats montrent que, globalement, l'herbier de posidonies de la passe présente une bonne vitalité, caractéristique des petits fonds littoraux varois, et conditionnée par l'environnement local. La fréquentation plaisancière autour de l'île de Port-Cros reste modérée par rapport à d'autres sites en Méditerranée française. L'impact de l'ancrage y est toutefois perceptible. Certains descripteurs (taux de recouvrement de l'herbier, densité de rizhomes arrachés, proportion de grandes nacres cassées et/ou mortes notamment) mettent en

¹⁰ ROUANETE., ASTRUCH P., BONHOMME D., BONHOMME P., ROGEAU E., DE SAINT MARTIN T., BOUDOURESQUE C.F., 2012 ; Suivi de l'herbier de Posidonie de la passe de Bagaud, impact de l'ancrage (Parc national de Port-Cros, Var, France). Partenariat Parc national de Port-Cros – GIS Posidonie, GIS Posidonie publ., Marseille, Fr. : 81 p

lumière un écart significatif entre les zones « ancrées » plus dégradées et les zones « non ancrées » mieux préservées. Mais l'ensemble des descripteurs n'ont pas permis, en raison des influences très diversifiées qui structurent l'herbier, d'origine naturelle (hydrodynamisme, turbidité, apports sédimentaires, etc.) ou anthropique (ancrage, pollution, pêche en général, etc.), de mettre en relation avec certitude une valeur d'un descripteur avec une seule source d'impact.

Ainsi, l'étude d'une évolution positive de l'herbier dans la passe de Bagaud suite à l'installation de la ZMEL, se fera par un suivi de son niveau de recolonisation par les agents du Parc national, sur des sites pré-identifiés comme impactés par l'ancrage selon l'étude de 2012 ou par plongée de reconnaissance réalisée par les agents. Sur ces sites, un point zéro avant installation des mouillages sera fait.

Pour cela, un quadrat sera installé (taille du cadre adapté au site qui sera choisi) à l'aide de 4 piquets au sein duquel la limite de l'herbier sera mesurée. Le protocole sera réitéré *a minima* 3 fois sur un pas de temps de 5 ans. Ce suivi pourra faire l'objet d'une prestation spécifique ajoutée aux contrats partenariaux du Parc national, avec le *GIS Posidonie* notamment.

- La proportion de nacres cassées et/ou mortes reste le meilleur indicateur de l'impact de l'ancrage sur les fonds marins.

En complément de l'étude de 2012, un nouveau point 0 a été réalisé en décembre 2017, dans la passe de Bagaud¹¹, basé sur un protocole plus précis qu'en 2012 et qui permettra d'estimer l'état des populations des grandes nacres. Les données récoltées (remise des résultats en mars 2018) apporteront une estimation des densités d'individus, de la vulnérabilité face au mouillage en prenant en compte les densités, les classes de taille et le taux d'individus morts ou cassés ; ainsi qu'une estimation du renouvellement et recrutement des populations.

Les résultats permettront à la fois d'éviter, au moment des travaux, l'installation de dispositifs dans une zone à forte densité de grandes nacres et un suivi de cette espèce.

Une nouvelle étude suivant le même protocole sera réalisée dans un pas de temps de 5 ans après l'installation de la ZMEL.

NB : La mer Méditerranée connaît actuellement une épidémie qui touche les grandes nacres, au départ des côtes espagnoles. Si les eaux du parc national sont touchées par l'épidémie d'ici 2019, un nouveau point 0 sera à refaire. Dans ce cadre, le protocole pourra être adapté aux besoins liés à une situation exceptionnelle de contamination.

- Enfin, le Parc national dispose d'un contrat Natura 2000 pour la période 2017-2021 (inclus) pour l'éradication de l'espèce invasive *Caulerpa taxifolia*, dans ses cœurs et sur l'aire maritime adjacente. Dès sa première observation à Port-Cros en 1994, cette espèce envahissante a fait l'objet d'opérations d'éradication. Au début des années 2000, la principale baie de mouillage de l'île a présenté jusqu'à une centaine de colonies de *Caulerpa taxifolia*. Réparties sur 10 000 m², elles ont nécessité un travail de contrôle et d'éradication conséquent jusqu'en 2006. En ajustant d'année en année les stratégies, la situation a été stabilisée durablement à partir de 2007. Le maintien d'une veille et la réussite des éradications et des stratégies mises en place depuis, ont permis à l'établissement public de conserver les eaux de Port-Cros sous contrôle et même exempte de *Caulerpa taxifolia* depuis fin 2012¹². Depuis cette date, les « missions caulerpe » réalisées à Port-Cros consistent ainsi en des prospections afin de maintenir l'éradication. Elles sont réalisées annuellement durant 3 jours au cours du mois d'octobre, définis en fonction de conditions météorologiques notamment. A partir de 2019, l'organisation des prospections prendra en compte la présence des ancrages de la ZMEL.

¹¹ Partenariat scientifique n°17_04883400PC, Institut Océanographique Paul Ricard et Parc national de Port-Cros

¹² BARCELO A., COTTALORDA J.M *et al*, 2016 ; Définition d'une politique et d'une stratégie globale de gestion concertées du chlorobionte invasif *Caulerpa taxifolia* à l'échelle des cœurs et de l'aire maritime adjacente du Parc national de Port-Cros (Var, France) in scientific Reports of Port-Cros National Park

5. Coûts estimatifs

Le coût prévisionnel du projet est de l'ordre **400 000 à 600 000 euros TTC** pour l'année d'installation.

6. Calendrier prévisionnel

Références :

- Articles R2124-43 et 2124-44 du Code général de la propriété des personnes publiques
- Articles R214-1 et R214-32 du Code de l'environnement

Le projet sera soumis aux procédures administratives suivantes :

- Examen au cas par cas : réalisation ou non d'une étude d'impact.
- Dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau : analyse des incidences Natura 2000 et incidences sur l'eau et les milieux aquatiques.
- Examen en commission des sites et des paysages : analyse des incidences paysagères liées à la préservation de la tranquillité des lieux, aux monuments historiques, au sites inscrits et classés, à la réserve intégrale de Bagaud.
- Examen en commission nautique locale : changement substantiel de l'organisation du plan d'eau.
- Enquête publique : changement substantiel de l'organisation du plan d'eau.

Le calendrier prévisionnel est le suivant :

2017 :

- Saisie de la commune pour exprimer ou non son droit de priorité : refus de la commune.
- Travail interne + consultation du bureau du conseil scientifique du Parc national.
- Préconsultation des usagers.
- Saisie de France Domaine.

2018:

1^{er} semestre :

- Procédures administratives auprès des services de l'Etat (DREAL PACA, DDTM 83).

2^{ème} semestre :

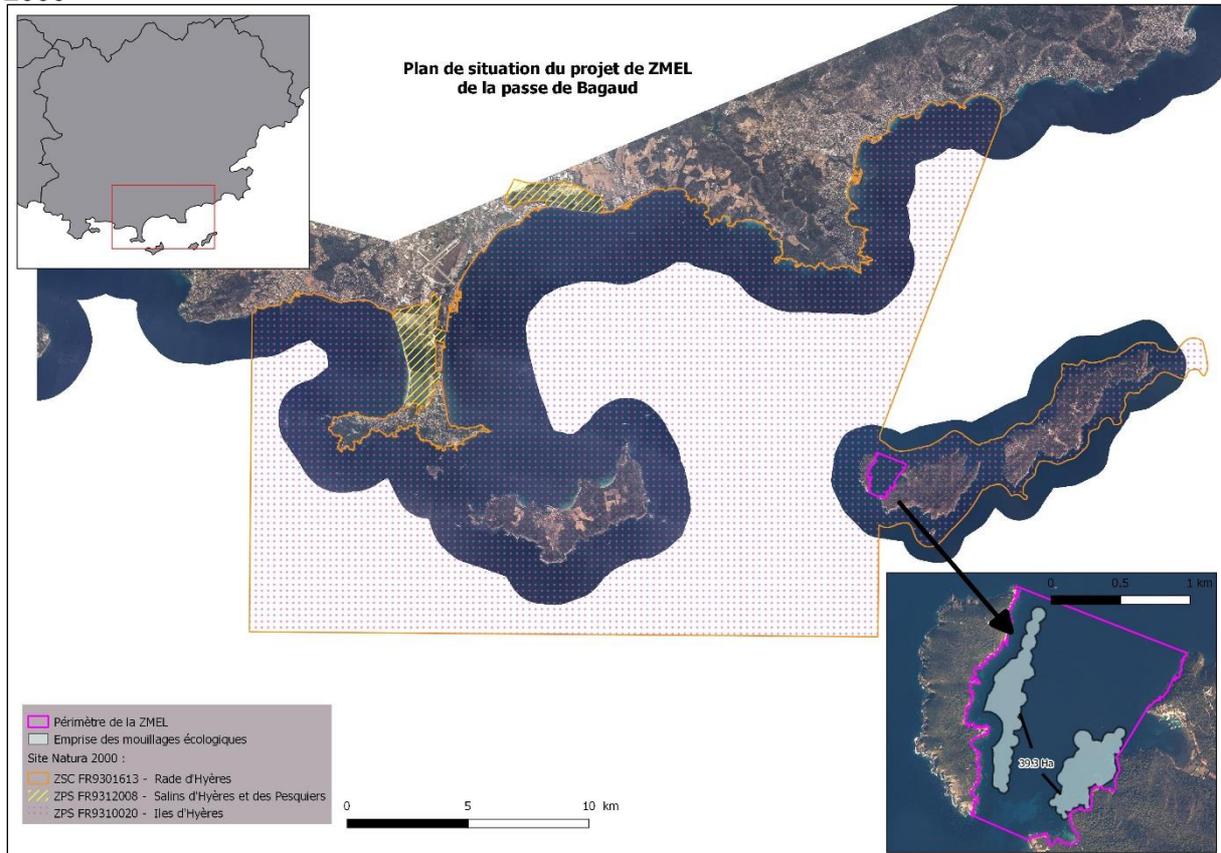
- Enquête publique.
- Préparation du marché.

2019:

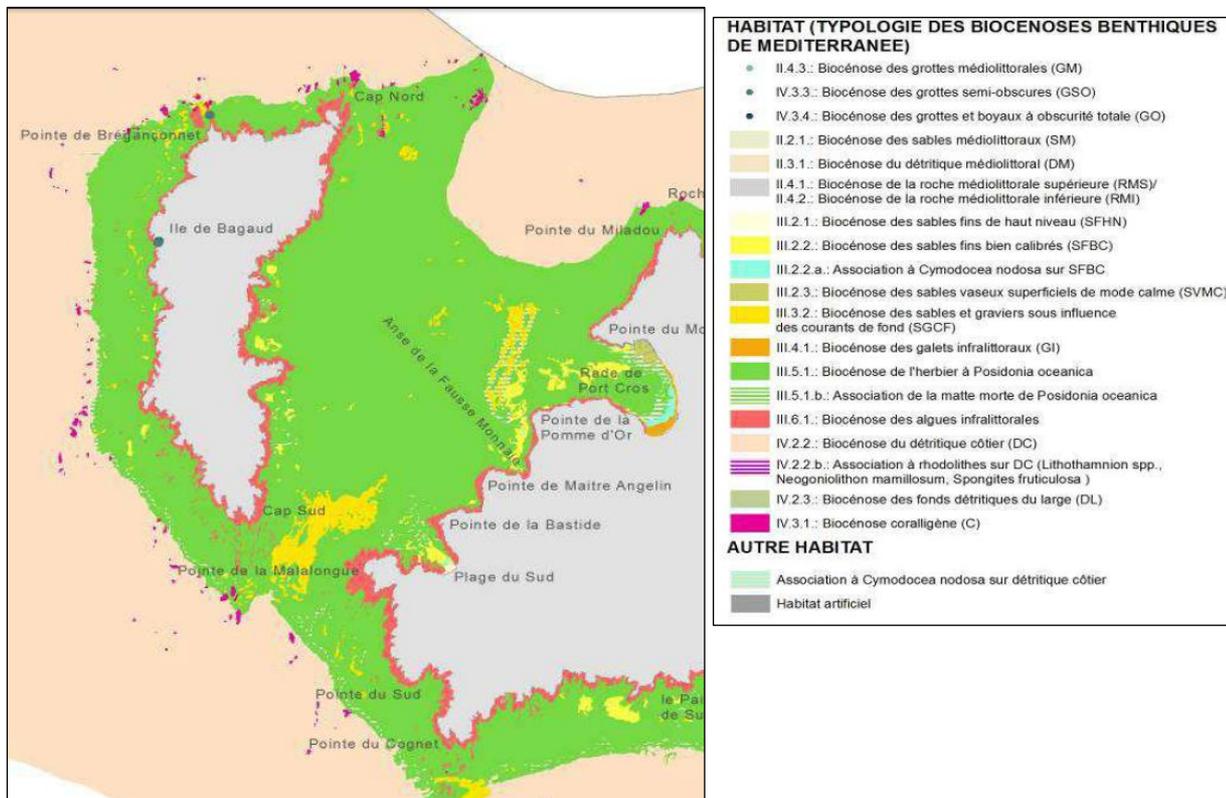
- Travaux d'aménagement.
- Mise en service.

Annexes

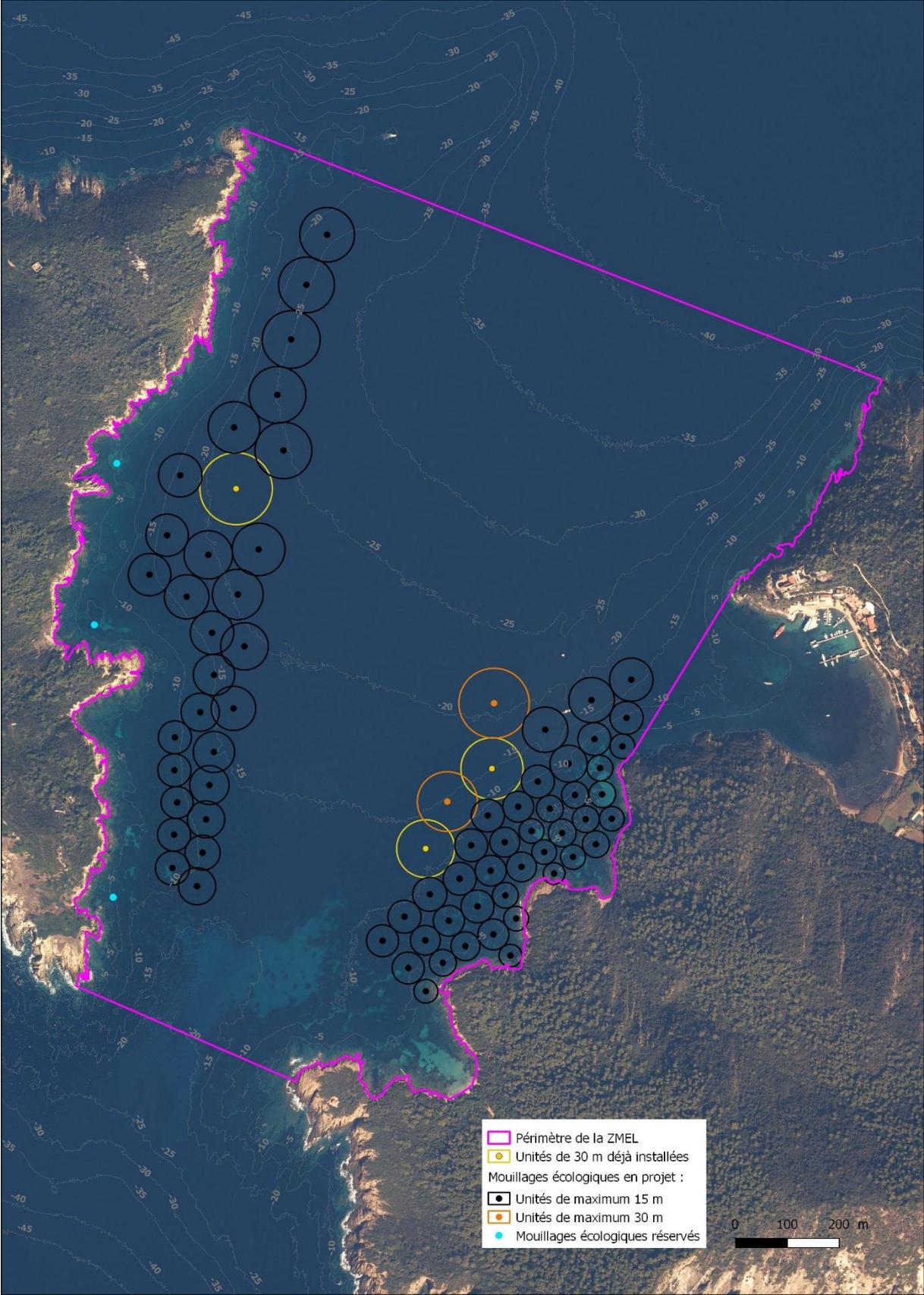
Carte 1 : Plan de situation du projet de ZMEL dans la passe de Bagaud par rapport aux sites Natura 2000



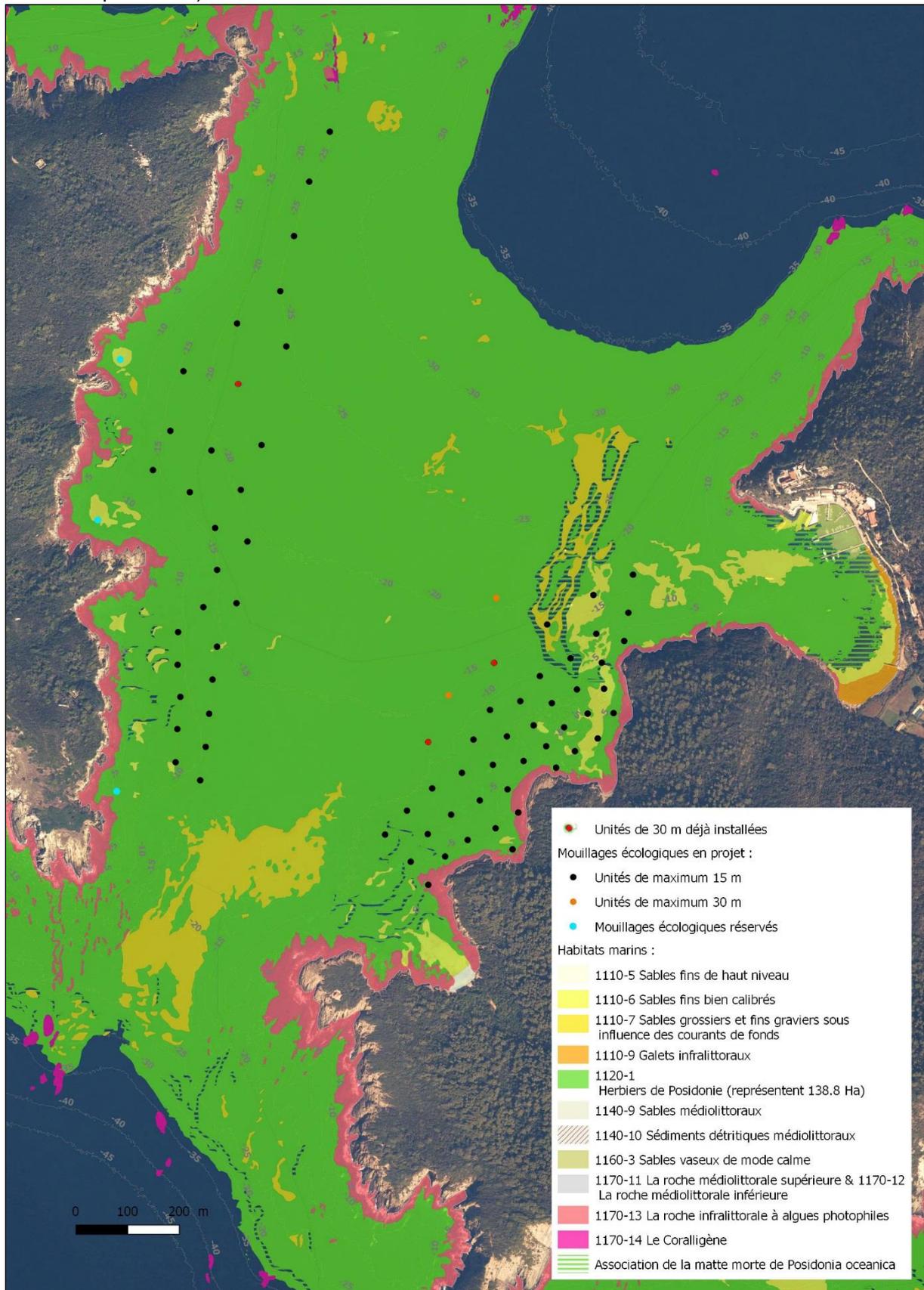
Carte 2 : Carte des biocénoses marines présentes dans la passe de Bagaud



Carte 3 : Projet de ZMEL dans la passe de Bagaud



Carte 4 : Projet de ZMEL dans la passe de Bagaud au regard des types de fonds (environ 140 ha d'herbiers préservés)



Carte 5 : réglementation de la navigation et des usages maritimes autour de l'île de Port-Cros, 2017

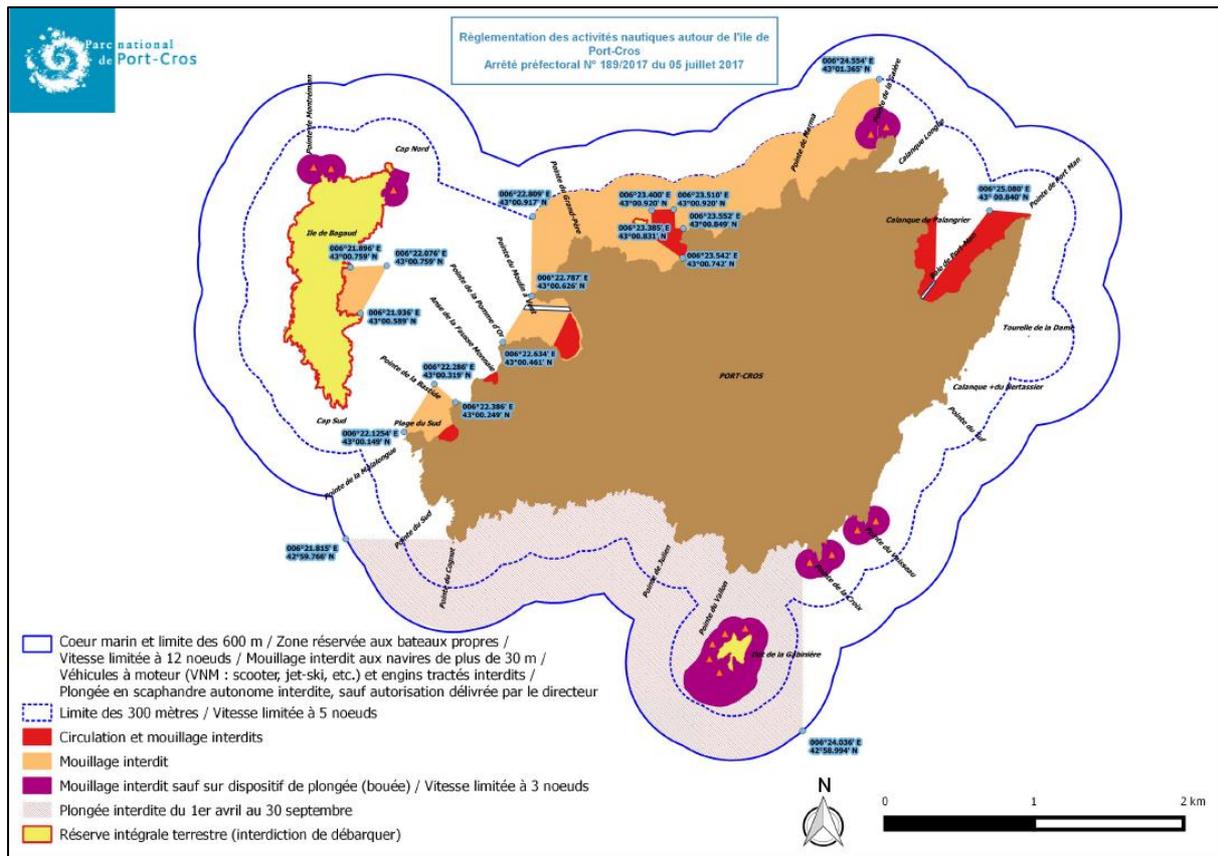


Figure 1 : illustrations récentes des dégâts causés par les ancres des navires sur les fonds sous-marins dans la passe de Bagaud. Source : Thomas Abiven, Parc national de Port-Cros, octobre 2017

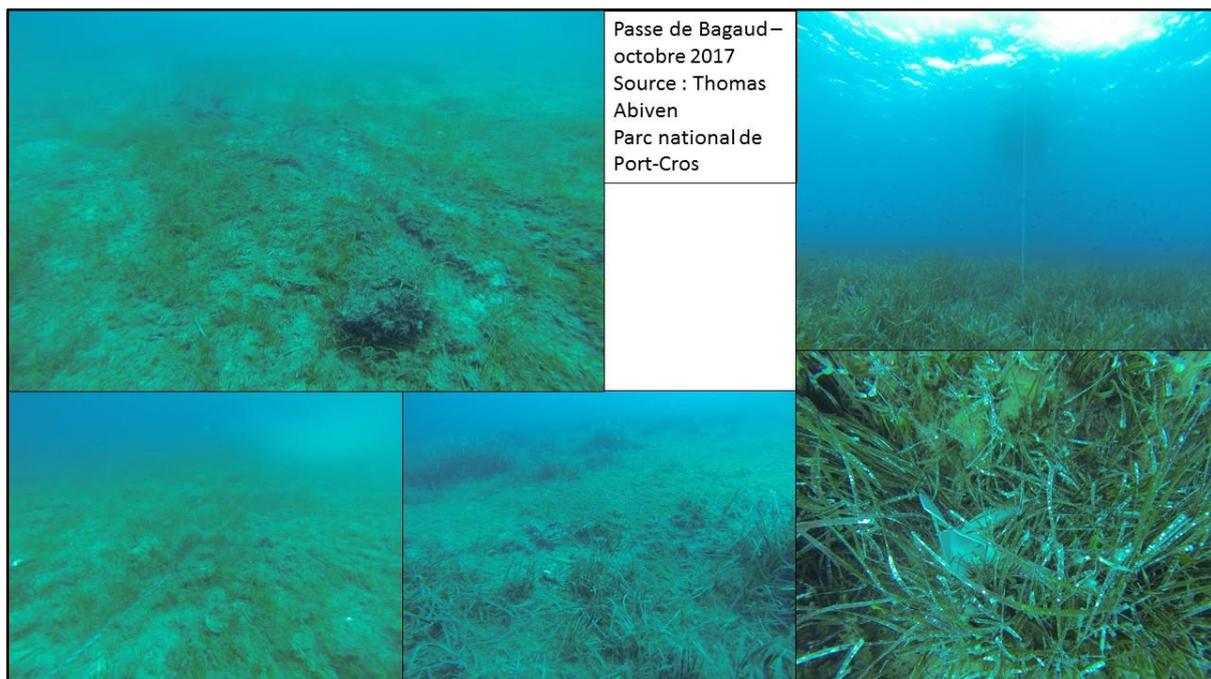
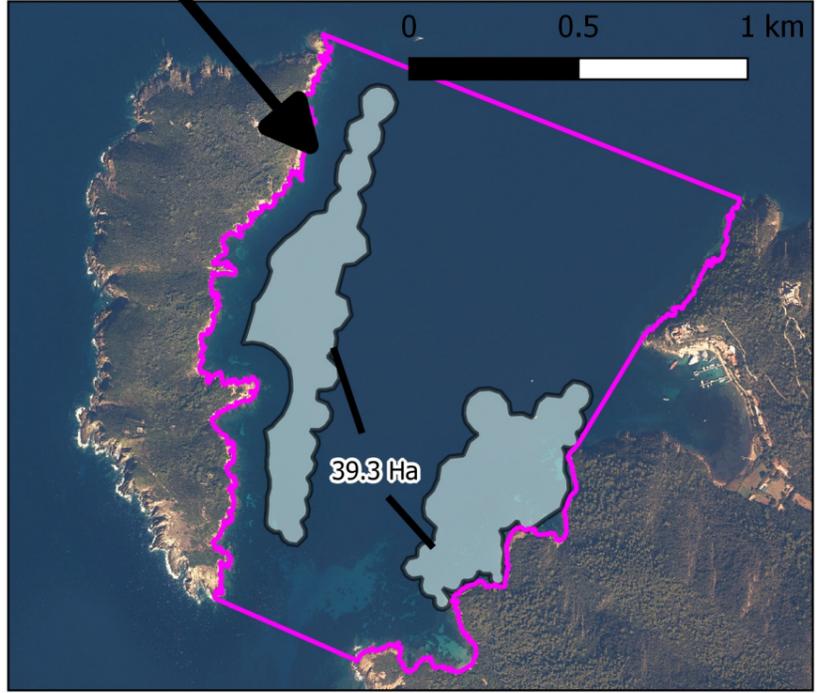
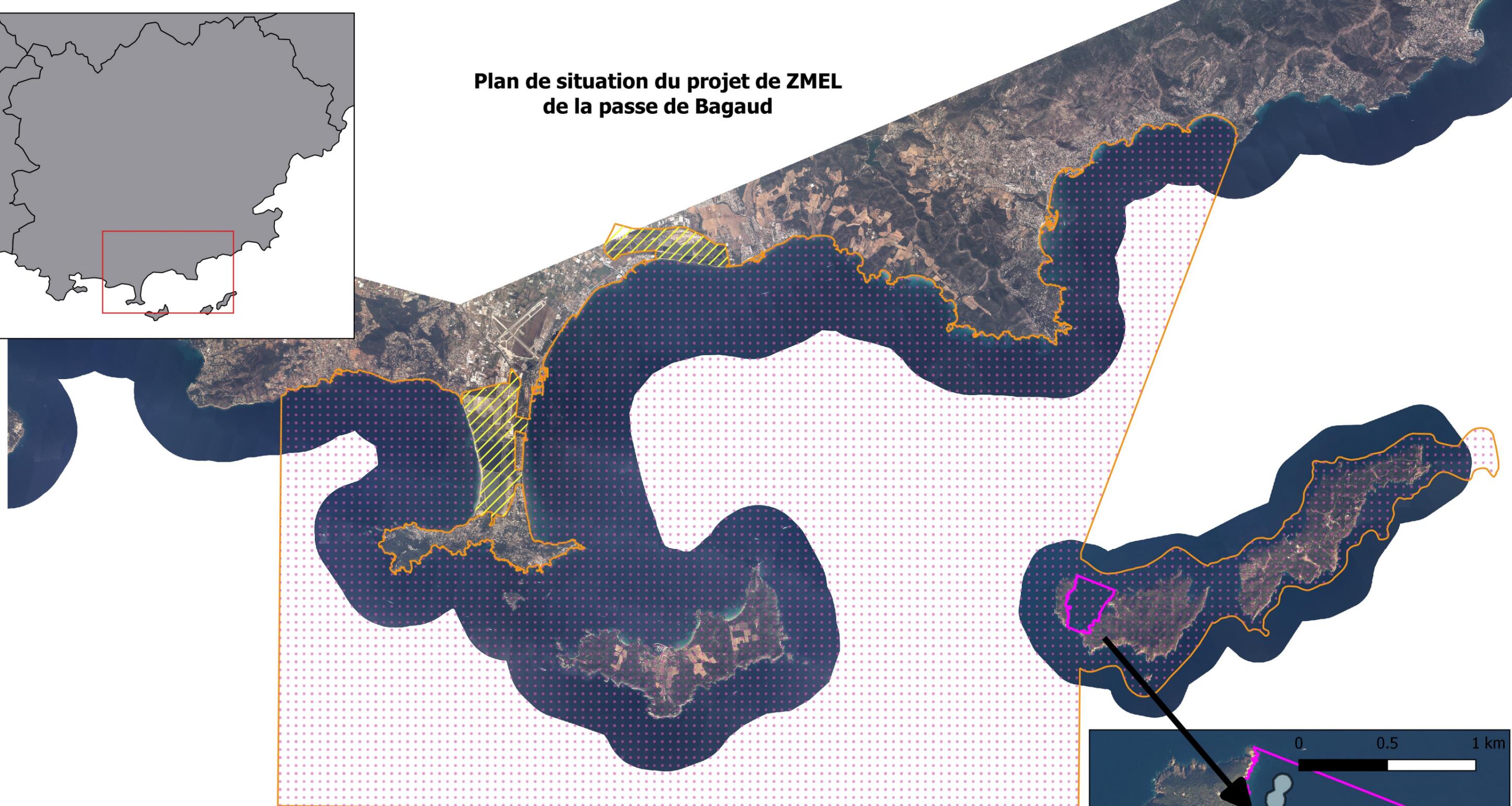
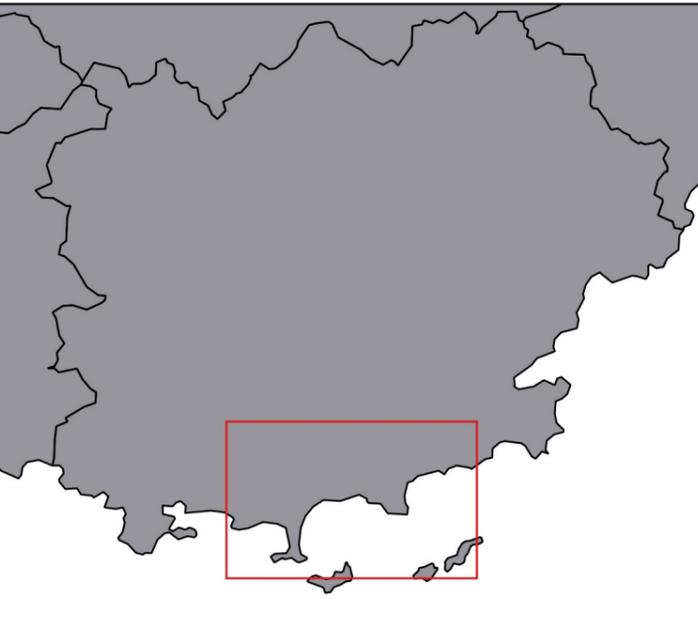


Figure 2 : simulation paysagère de l'implantation des 77 navires au mouillage de part et d'autre de la passe de Bagaud depuis le toit du Fort de l'Estissac, comprenant 5 navires entre 15 et 30 mètres dont 2 avoisinant les 30 mètres.



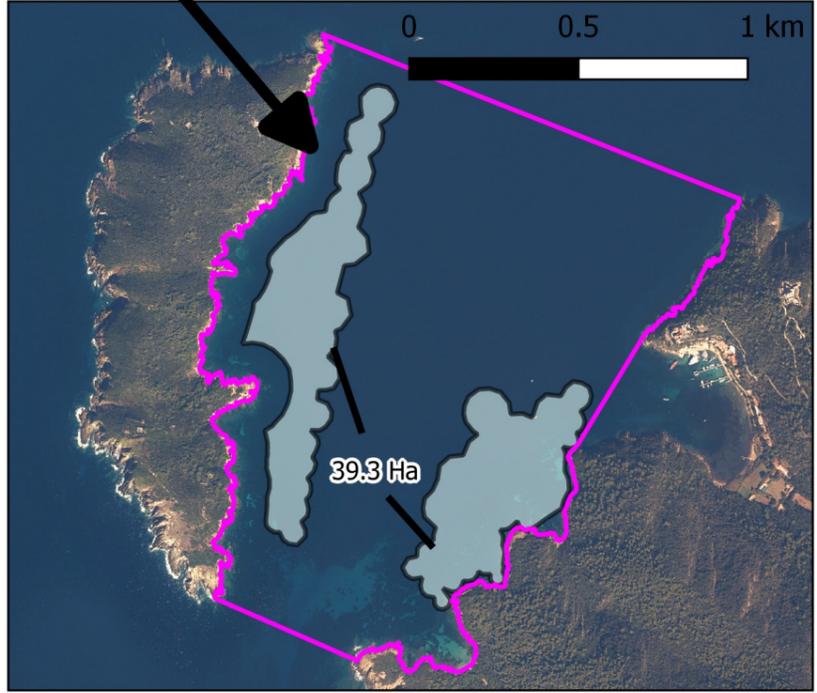
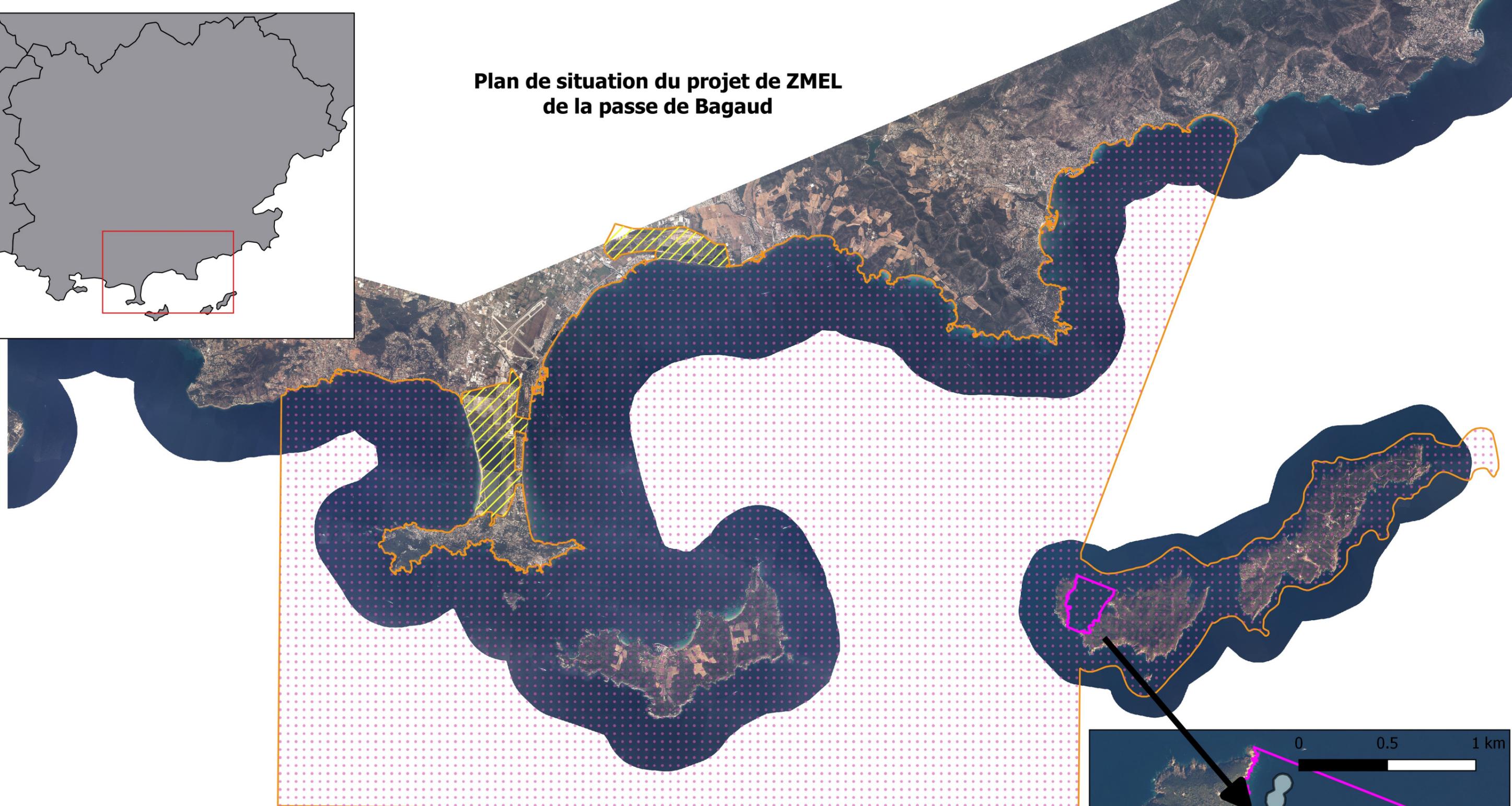
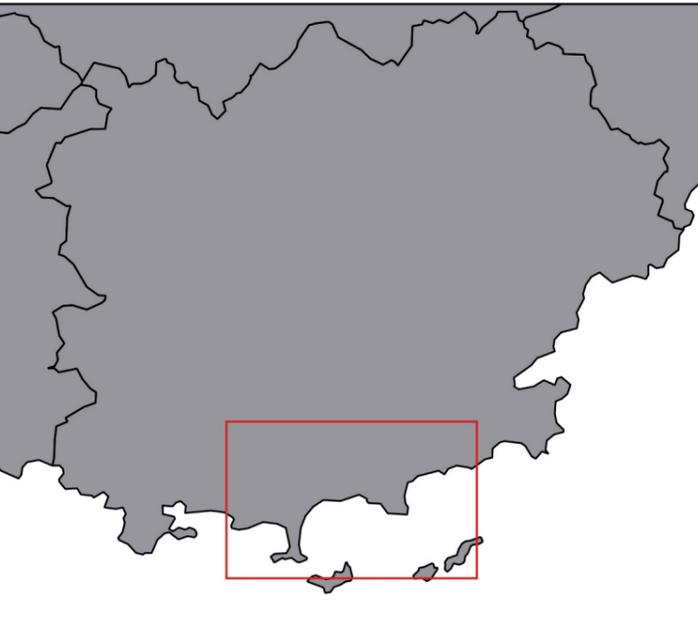
Plan de situation du projet de ZMEL de la passe de Bagaud



- Périmètre de la ZMEL
- Emprise des mouillages écologiques
- Site Natura 2000 :
- ZSC FR9301613 - Rade d'Hyères
- ▨ ZPS FR9312008 - Salins d'Hyères et des Pesquiers
- ZPS FR9310020 - Iles d'Hyères

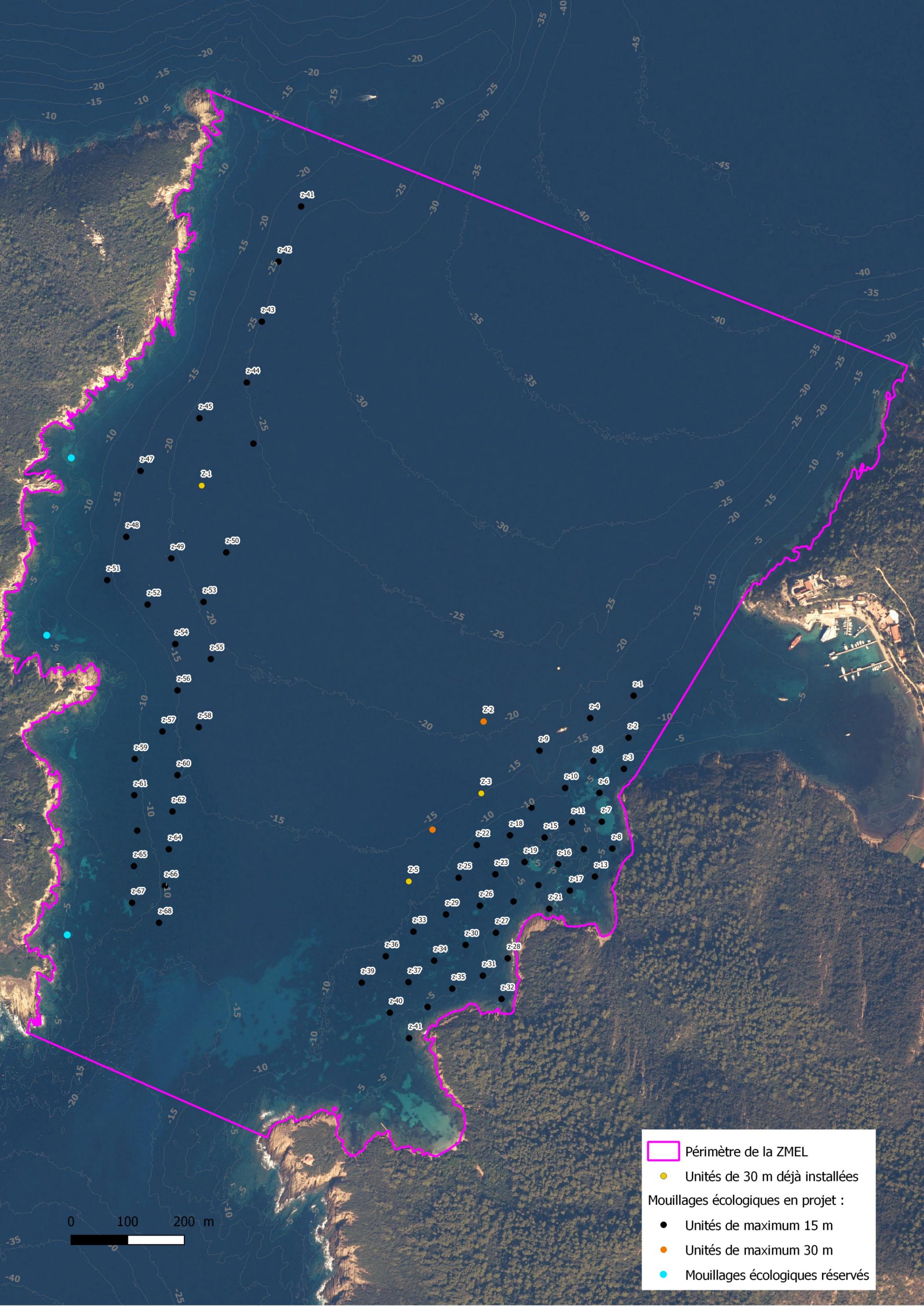


Plan de situation du projet de ZMEL de la passe de Bagaud



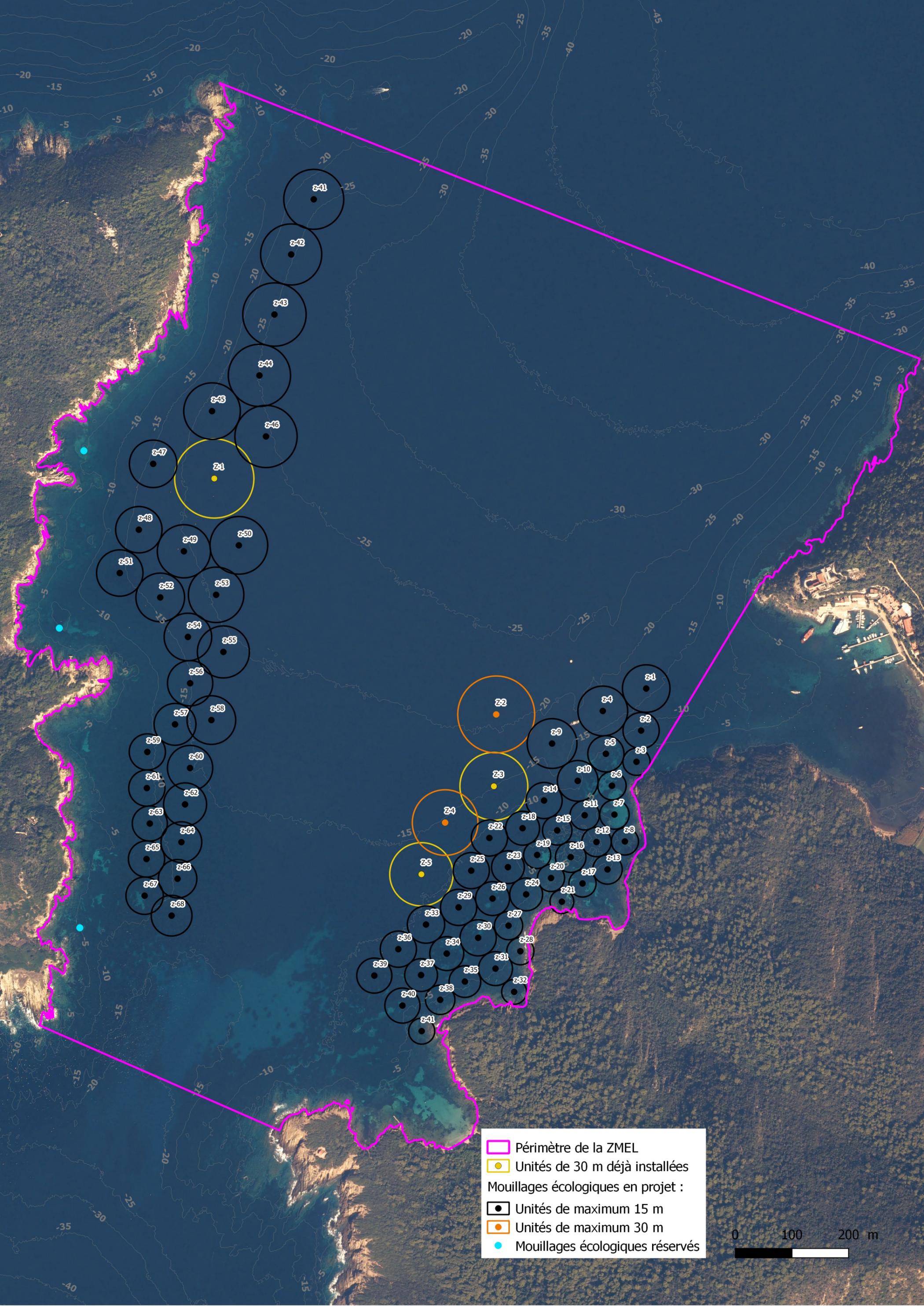
- Périmètre de la ZMEL
- Emprise des mouillages écologiques
- Site Natura 2000 :
- ZSC FR9301613 - Rade d'Hyères
- ▨ ZPS FR9312008 - Salins d'Hyères et des Pesquiers
- ZPS FR9310020 - Iles d'Hyères





- Périmètre de la ZMEL
- Unités de 30 m déjà installées
- Mouillages écologiques en projet :
- Unités de maximum 15 m
- Unités de maximum 30 m
- Mouillages écologiques réservés

0 100 200 m



□ Périimètre de la ZMEL
● Unités de 30 m déjà installées
Mouillages écologiques en projet :
● Unités de maximum 15 m
● Unités de maximum 30 m
● Mouillages écologiques réservés



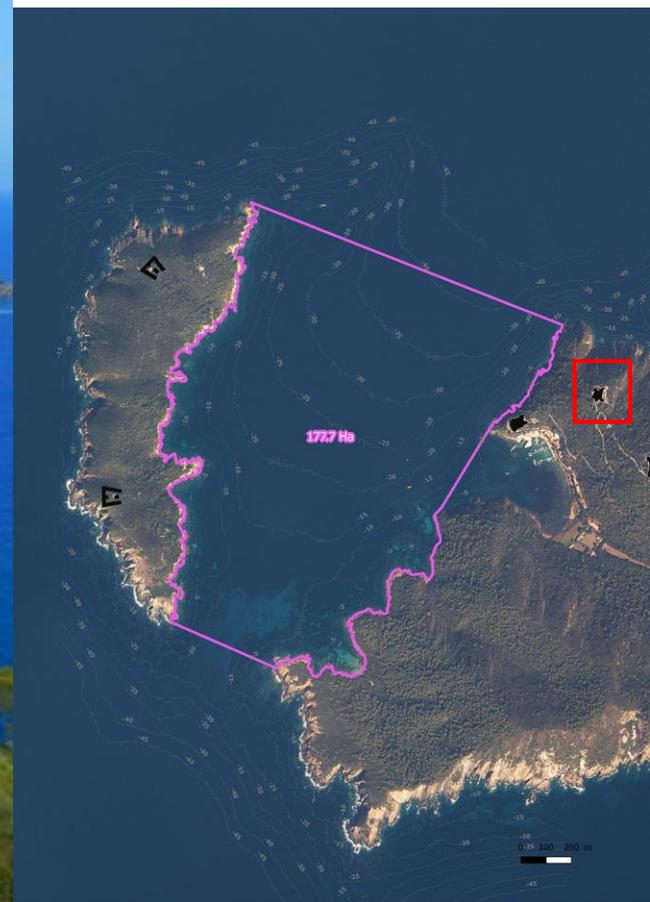


Pass de Bagaud
Vue depuis le toit du Fort de
l'Estissac

30 juillet 2017 – 12h

Nombre de bateaux au mouillage recensés
dans la passe de Bagaud entre 12 et 14 heures
: 66

Localisation cartographique du
point de vue par rapport à la passe
de Bagaud.



Entrée nord de la passe de Bagaud

03 août 2017 – 19h

Nombre de bateaux au mouillage dans la passe de Bagaud recensés entre 12 et 14 heures : 86

Localisation cartographique du point de vue par rapport à la passe de Bagaud.



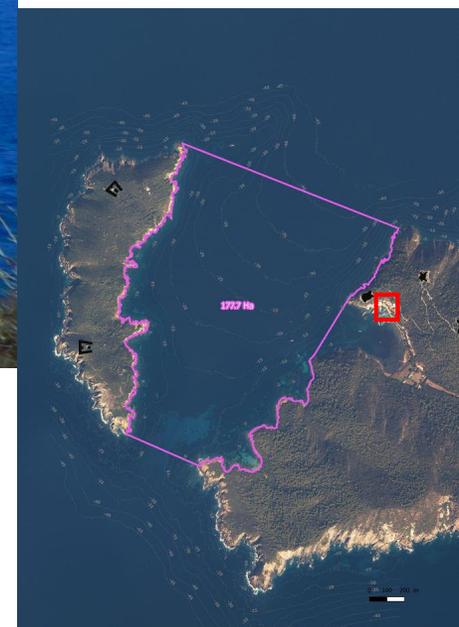


Passé de Bagaud vue depuis la
sortie nord du village de Port-
Cros

13 août 2017 – 13h

Nombre de bateaux au mouillage dans la
passe de Bagaud recensés entre 12 et 14
heures : 96

Localisation cartographique du
point de vue par rapport à la
passe de Bagaud.



GUIDE D'AIDE À LA GESTION DES
AIRES MARINES PROTÉGÉES

ANCrages
ÉCOLOGIQUES
PERMANENTS





Comment citer cet ouvrage :

Francour P., Magreau J.F., Mannoni P.A., Cottalorda J.M., Gratiot J. 2006. Ancrages écologiques permanents. Guide d'Aide à la Gestion des Aires Marines Protégées. Université de Nice-Sophia Antipolis & Parc National de Port-Cros, Nice : 68 pp.

Crédits photographiques :

Cottalorda Jean-Michel., Foulquié-Adena Mathieu., Magréau Jean-François., Francour Patrice., Robert P.hilippe,

Maquette et Conception Graphique :

Mannoni Pierre-Alain.

Introduction

“**Ancrages écologiques permanents**” a été conçu comme un guide pour les gestionnaires d’espaces marins ou côtiers et toutes les structures administratives ou associatives confrontés au problème récurrent des ancrages. A la fois **aide-mémoire, guide de choix et guide technique**, il souhaite aider à répondre aux principales questions qui se posent pour gérer les diverses activités de mouillage ou d’ancrage.

Ancrage ou mouillage ? Les auteurs de ce guide ont volontairement considéré que les deux termes étaient synonymes. Deux catégories d’ancrage (ou mouillage) peuvent être retenues : les ancrages **provisoires** et les ancrages **permanents**. Un ancrage permanent ne peut être déplacé rapidement. Un ancrage provisoire est réalisé avec une ancre (le plus souvent) stockée sur le bateau (ou sur la structure flottante qui doit être immobilisée) et remontée à bord lorsque le bateau reprend son déplacement.

Le fait de “mouiller” une ancre, c’est-à-dire de la jeter par-dessus bord, permet d’immobiliser un bateau car l’ancre se pose et se bloque sur le fond. A la remontée, cette ancre sera tirée avec force pour la dégager du fond. Selon la fragilité du fond ou celle des éléments (animaux, végétaux) qui s’y développent, l’impact peut alors être important. Les zones les plus favorables au mouillage sont conditionnées par des facteurs hydrologiques (courant, exposition à la houle) et météorologiques (exposition aux vents). Le long d’une côte, ces zones ne sont pas si nombreuses et la pression d’ancrage sur les fonds peut être alors être régulière et importante.

Tout responsable ou organisation en charge de la gestion d’un littoral marin sera donc confronté à cette alternative : **préserver au mieux les fonds marins ou autoriser un mouillage libre avec les impacts négatifs potentiels qu’ils peuvent engendrer**. En plus de la fréquentation des bateaux, ils pourront eux-mêmes être amenés à devoir mouiller un bateau ou, de façon permanente, une structure flottante (ponton, barge, bouée d’amarrage) ou immergée (canalisation, panneaux d’information pour sentier sous-marin). Comment dans ces cas là choisir une solution écologique, le moins dommageable possible pour le milieu ?

Ce guide aidera, en fonction du milieu considéré, à choisir la solution écologique la plus adaptée. Il est structuré en deux grandes parties : la **description des principaux milieux** et la **description technique des différents ancrages écologiques permanents** conseillés.

Cinq grandes catégories de milieu ont été retenues : **Sable et vase, Galets et éboulis, Blocs et roches, Coralligène et Herbier de Posidonie**. Chaque milieu est succinctement décrit et son importance écologique précisée. La sensibilité et la vulnérabilité du milieu sont ensuite appréciées en fonction des caractéristiques particulières du milieu : vitesse de régénération, complexité structurale (son architecture), rôle écologique, etc. Ces éléments doivent permettre de comprendre pourquoi le milieu est plus ou moins fragile et pourquoi il est nécessaire de rechercher des solutions alternatives au mouillage par ancre.

Les **solutions techniques** comportent à la fois une description de la **partie immergée** (celle posée ou enfoncée sur le fond) et de la **partie en surface**, sans oublier les **éléments de connexion** entre la surface et le fond. Des conseils de pose sont aussi formulés. Quand plusieurs solutions sont envisageables pour un milieu donné, elles sont présentées de façon synthétique dans un tableau comparatif qui aidera le gestionnaire à retenir la solution optimale selon l’utilisation prévue, la qualité du substrat et l’effort estimé.

Attention toutefois, si ce guide permet de choisir entre les différentes solutions techniques, il ne prétend pas constituer ou remplacer un ouvrage technique nécessaire pour calibrer exactement le mouillage. De même, il n’aborde pas les questions juridiques liées aux problèmes d’autorisation ou de gestion de mouillage.

Si l’emplacement du mouillage ne doit pas être localisé précisément, un gestionnaire peut alors avoir le choix entre différents substrats. Afin de l’aider, un tableau synthétique résume la **vulnérabilité respective de chaque milieu**, des milieux les moins sensibles aux milieux les plus sensibles et vulnérables.

A la fin du guide, trois annexes apportent des renseignements complémentaires : une liste de **références** sur le sujet, un **glossaire** et une liste de **contacts**. Le glossaire définit les termes spécialisés employés dans la partie descriptive des milieux ou des techniques. Ces termes sont indiqués dans le texte par une couleur bleue. Dans la rubrique Contacts, se trouvent une liste non exhaustive d’adresses ou de sites Internet de sociétés spécialisées dans l’étude, la pose, la vente ou la calibration de solutions écologiques d’ancrages permanents.



[This section contains a large area of redacted text, represented by a solid white background.]



Sommaire

Partie 1. ***Ancrages Ecologiques selon les milieux***



SABLE ET VASE

- Le milieu
- Techniques d'ancrage adaptées
- Solutions selon l'usage et coût estimatif



GALETS ET EBOULIS

- Le milieu
- Techniques d'ancrage adaptées
- Solutions selon l'usage et coût estimatif



BLOCS ET ROCHES

- Le milieu
- Techniques d'ancrage adaptées
- Solutions selon l'usage et coût estimatif



FONDS CORALLIGÈNES

- Le milieu
- Techniques d'ancrage adaptées
- Solutions selon l'usage et coût estimatif



HERBIERS DE POSIDONIES

- Le milieu
- Techniques d'ancrage adaptées
- Solutions selon l'usage et coût estimatif

Partie 2. ***Sensibilité et vulnérabilité des milieux : synthèse***

Partie 3. ***Eléments Intermédiaires et Eléments de Surface***

Partie 4. ***Diffusion des produits, contacts***

Partie 5. ***Glossaire***

Partie 6. ***Références***





[This section contains a large area of redacted text, represented by a solid white background.]



ANCRAGES ÉCOLOGIQUES

SUR SABLE
ET VASE



LE MILIEU

I - Description

Le recours à des termes simples comme vases, vases sableuses, sables fins, sables grossiers, sables hétérogènes, etc) traduit bien la nature même de ce milieu particulier, celui des substrats meubles. Fondamentalement, la nature des sédiments est déterminée par la structure géologique du bassin versant et du rivage. La présence de particules fines (< 63 µm) correspond à la fraction vaseuse. Au delà de quelques millimètres, les particules sont considérées comme des graviers ou petits blocs de roche

(voir le chapitre «milieu» de la fiche «galets et éboulis»).

Ces milieux meubles, sablo-vaseux, se rencontrent depuis la ligne de rivage (étage **Supralittoral**) jusqu'aux plus grandes profondeurs (étage **Abyssal**). Les actions de mouillage, quelle que soit leur nature, ne vont avoir lieu que dans une zone allant de quelques mètres de profondeur à 20 ou 30 m maximum. Les seules étages concernés sont donc l'**Infralittoral** et le **Circalittoral**.

mélangés à une petite fraction de coquilles mortes et de petits graviers ou à des débris de feuilles mortes de Posidonie. Plus en profondeur, et jusqu'à une vingtaine de mètres de profondeur, les sables sont fins, bien calibrés et généralement dépourvus d'éléments grossiers, car ceux-ci sont rejetés à la côte par l'hydrodynamisme. Encore plus en profondeur, les fonds peuvent être occupés par des substrats différents (herbiers de Posidonie, fonds rocheux) ou bien, ils restent meubles, presque entièrement découvert de végétation, mais comportent alors une fraction soit vaseuse, soit grossière plus importante.

Juste en dessous du niveau des plus basses mers commence l'étage **Infralittoral**. Les zones les moins profondes peuvent être occupées par des sables fins, généralement assez hétérogènes, le plus souvent

La présence de sédiments plus ou moins vaseux marque le début de l'étage Circalittoral. Selon l'hydrodynamisme, la profondeur et la topographie des côtes, les parts respectives de sable, de vase et de **débris organogènes** (coquilles, tests) sont alors très variables et caractérisent des **biocénoses** particulières s'étendant jusqu'à près de 90 m de fond.



II - Importance écologique

La présence d'un sédiment meuble permet aux animaux présents de s'enfouir facilement, contrairement à des milieux plus compacts (herbiers de Posidonie, fonds de galets ou fonds rocheux et coralligène). Cette caractéristique physique explique qu'au premier regard, un fond de sable paraît ... désert. Quelques poissons plats peuvent nager à sa surface ou s'y reposer; quelques vers tubicoles (Spirographe, Sabelle, Lanice) peuvent dépasser de la surface, mais la diversité paraît généralement très faible en comparaison avec d'autres milieux. Toutefois, plus en profondeur dans le sédiment ou de nuit, la situation est très différente. Ces milieux abritent une faune particulière, généralement de petite taille et

possédant des facultés d'enfouissement. Parmi les espèces de grande taille, se retrouvent de nombreux coquillages bivalves (*Tellina*, *Venus*, *Donax*, ...), des vers annélides (*Nephtys*, *Owenia*, ...), des Crustacés (*Upogonia*, *Callinassa*, ...), des Echinodermes (*Echinocardium*, ...), des poissons (*Gobius*, *Callionymus*, *Solea*, ...). De très nombreuses espèces de petite taille, constituant le **méiobenthos** et la faune **interstitielle**, vivent également dans ces milieux sablo-vaseux. Ils vivent le plus souvent enfouis et occupent l'espace interstitiel laissé libre entre les grains de sable.

L'importance écologique de ces milieux sablo-vaseux est considérable car les

animaux qui y vivent constituent pour la plupart des proies préférentielles pour de nombreuses espèces vivant dans les herbiers de Posidonie ou dans les milieux rocheux (*Coris*, *Symphodus*, *Serranus*, ...), voire dans les mêmes milieux meubles (*Mullus*, *Solea*, ...). C'est également un lieu de **recrutement** pour plusieurs espèces de poissons d'intérêt économique pour la pêche artisanale (*Mullus*, *Solea*, ...) ou des espèces protégées d'invertébrés (*Pinna nobilis*).

Enfin, sur ces milieux meubles, peuvent se développer des formations végétales à base de **phanérogames** : les herbiers à Zostères (*Zostera noltii*) ou à Cymodocées (*Cymodocea nodosa*). Ces

deux **phanérogames** marines sont des espèces protégées : *C. nodosa* (Arrêté du 19 juillet 1988, J.O. du 9 août 1988); *Z. noltii* (Arrêté du 9 mai 1994, J.O. du 26 juillet 1994). Quelques algues de grand intérêt **patrimonial** peuvent aussi se retrouver dans ces milieux meubles littoraux : par exemple *Penicillus capitatus* et *Caulerpa prolifera*. Contrairement aux herbiers de Posidonie qui peuvent également s'installer sur des substrats sableux (voir fiche «herbiers de posidonies»), ces différentes formations n'édifient pas de structure tri-dimensionnelle et restent donc uniquement dans un plan horizontal.

Les zones de sable et de vase non soumises à un trop fort hydrodynamisme (baies abritées...) peuvent également être colonisées par deux espèces de Caulerpes introduites : *Caulerpa taxifolia*

et *Caulerpa racemosa*. Cette végétation pourra peu à peu couvrir une grande partie de ce substrat «ouvert» et ne comportant que peu d'obstacles, ou être arrachée lors de fortes tempêtes.



III - Sensibilité et vulnérabilité

Physiquement, ces milieux se caractérisent par leur faible tenue mécanique. Ils sont d'ailleurs souvent évités pour des mouillages de longue durée, à moins que certaines précautions ne soient prises (longueur de chaîne par exemple). Ces milieux peuvent aussi être caractérisés par leur absence de structure tri-dimensionnelle, du moins à l'échelle concernée par l'ancrage. En surface, ce milieu présente alors une surface plane, sans aspérité ni **bio-construction**.

La présence d'une portion importante de vase ou de particules fines dans le sédiment entraînera un fort pouvoir de succion vis-à-vis d'une surface plane. Cette caractéristique physique (effet ventouse) peut être mise à profit dans certains cas pour renforcer la solidité d'un mouillage.

Quelle que soit la nature du mouillage, seule la surface du sédiment sera concernée et, du fait de son architecture, aucune (ou très peu de) structures tri-dimensionnelles risquent d'être détruites. Lors d'un cycle de mouillage (ancre) ou lors de la pose d'une structure permanente sur le fond; les possibilités d'enfouissement assez rapides ou de déplacement des espèces animales leurs évitent probablement de subir un impact trop important. Toutefois, aucune étude scientifique ne s'est intéressée à ce jour à quantifier de tels impacts en milieu meuble.

Par contre, certaines espèces de grande taille, aux possibilités limitées de déplacement, peuvent se montrer beaucoup plus vulnérables : la grande nacre (*Pinna nobilis*), les oursins des sables (*Echinocardium*, ...). De même,

si des espèces végétales (*Zostera*, *Cymodocea*, *Caulerpa*, *Penicillus*) sont présentes, les impacts peuvent alors être importants (arrachage et destruction, recouvrement).

Des fragments de *Caulerpa taxifolia* ou de *Caulerpa racemosa* se développant sur ces milieux sont parfois remontés avec les ancres et chaînes de bateaux après mouillage. S'ils ne sont pas soigneusement jetés à terre, ils risquent alors de coloniser un nouveau site, une fois les systèmes d'ancrage remis en mer. Les systèmes d'ancrages permanents présentent ainsi, également, l'intérêt écologique de fortement limiter le risque de dissémination des Caulerpes envahissantes par les ancres et chaînes de bateaux.

TECHNIQUES D'ANCRAGE ADAPTÉES

A - La vis à sable

I - Définition et usage

Tout dispositif composé d'une tige munie d'un ou plusieurs disques en forme d'hélice ou de spire de vis d'Archimède.

Bonne adaptation à tous les sols sédimentaires. Très large gamme d'utilisation : amarrage de petit balisage jusqu'à l'amarrage de gros navires.

Ce système d'ancrage est réversible, la vis à sable peut être dévissée et réutilisée sur un autre site.

II - Description technique des modèles

Fabrication en acier galvanisé à chaud. Suivant l'usage projeté et la charge admissible, il existe des modèles de fabrication légère ou très robuste.

Pour les premiers, la tige, formant le corps de la vis, est constituée d'un rondin d'acier de diamètre 18 à 30 mm. Le diamètre du disque peut varier de 150 à 250 mm. L'extrémité supérieure de la tige est cintrée et soudée sur elle-même en for-

me d'œil.

Pour les modèles plus robustes, la tige centrale est constituée d'un tube au diamètre extérieur minimum de 60 mm. Le diamètre des spires (conique ou droite) peut varier de 250 à 400 mm

Ces ancrages peuvent être installés individuellement ou reliés par 2 ou par 3 avec une barre d'accouplement.



III - Principe de tenue

La résistance à l'arrachement vertical est directement liée au volume et à la nature du cône inversé des matériaux se trouvant au dessus de la spire inférieure de la vis. (Il existe également un effet ventouse sur la face inférieure du disque ou de la spire).

Cette résistance varie selon 3 paramètres qui sont la profondeur de vissage dans le sol, le diamètre et l'épaisseur du disque ou de la spire et la résistance mécanique du sol selon la nature du substrat.



IV - Intérêt écologique

L'impact de la vis à sable sur le milieu sable et vase est extrêmement faible. L'encombrement est faible. Seule la tête (de dimension très réduite) de la vis émerge du sol et ne dépasse que de quelques centimètres du niveau du substrat. Cet avantage est particulièrement intéressant pour des zones soumises à des courants. En effet, dans ce cas, tout volume déporté du sol, génère un effet hydraulique de turbulence qui provoque un affouillement. Ce phénomène ne se produit pas avec l'utilisation d'une ancre à sable, car le volume émergent de la tête de l'ancre est insignifiant.

Le biotope n'est pas modifié lors de la pose de l'ancre, il n'y a ni déplacement de matériaux, ni malaxage du sol pendant l'opération de vissage. On peut donc considérer que la biocénose n'est pas particulièrement perturbée.

La mise en œuvre reste simple et ne nécessite pas de gros moyens nautiques ni de techniques pouvant occasionner des dégradations « secondaires ». Le positionnement précis de la vis à sable permet de choisir ou de préférer un type de substrat particulier. (Exemple d'une petite tâche de sable au milieu d'un herbier à posidonie)



V - Technique de mise en place

La pose de vis à sable ne nécessite pas la mise en œuvre de gros moyens techniques ni nautiques.

L'encombrement et le poids des fournitures est très raisonnable. L'encombrement et le poids du matériel de pose est restreint. La taille du bateau de travail peut donc rester modeste.

I) Vissage manuelle

Cette technique ne peut s'envisager qu'avec les petits modèles d'ancre à sable (faible longueur) et dans un sol dont la résistance mécanique n'est pas très élevée. Grâce à un levier placé dans la tête de l'ancre, deux scaphandriers se tenant face à face font tourner l'ancre dans le sol, jusqu'au vissage complet. La limite de cette technique est liée à la force physique développée par les bras des scaphandriers ainsi qu'à la longueur du levier utilisé.

L'absence de véritable point d'appui sur un fond sableux ou vaseux limite considérablement le développement d'un effort important.

II) Vissage par machine hydraulique

Cette technique permet de développer des couples de vissage très élevés si nécessaire, de travailler à toutes profondeurs en maîtrisant la puissance et d'éviter les efforts physiques des scaphandriers.

Le matériel nécessaire se compose d'une centrale hydraulique, de 2 flexibles de longueur suffisante et d'une « visseuse » moteur hydraulique avec tête adaptée pour vissage de l'ancre. Cet outil de vissage possède 2 bras pour manipulation par les scaphandriers. Ceux-ci sont immobilisés sur le fond et servent de point d'appui (autant que faire se peut). Au-delà d'une longueur d'ancre de 1,50 m, il faudra créer de nouveaux points d'appui car les bras de l'outil de vissage deviennent peu accessibles et inefficaces.

Le vissage par machine hydraulique est de loin la meilleure technique de mise en place.

Recommandations

Rechercher toujours la meilleure adaptation de l'ancre à son substrat.

Définir les conditions d'utilisation des dispositifs d'ancre. Se fixer des limites d'utilisation. (taille ou volume des objets ou structures amarrés, vitesse vent, hauteur de houle). Ces deux derniers points permettent d'évaluer l'effort maximum devant être repris par le ou les ancrages projetés

Visser en totalité l'ancre dans le sol. En cas de vissage incomplet, ne pas hésiter à dévisser et à déplacer légèrement l'ancre pour obtenir satisfaction. Il est déconseillé de faciliter le vissage en utilisant la technique de lance à eau (hydro-jetting)



V - Choix du modèle

A / Selon l'utilisation

C'est la résistance souhaitée de l'ancrage qui déterminera le choix du modèle. En règle générale, la résistance est proportionnelle au diamètre de l'hélice et à la longueur totale de l'ancrage. La direction constante ou non de l'effort appliqué sur l'ancrage est également un critère important de choix. Si la direction est connue et constante, (exemple amarrage d'un ponton fixe ou d'une bouée de balisage en mouilla-

ge tendu) il faudra visser l'ancrage dans le prolongement de cette direction, de façon à ce que l'effort s'applique uniquement de manière axiale sur la tige de l'ancrage.

Dans tous ces cas le modèle 1 peut convenir, il suffit d'adapter le diamètre du disque et la longueur totale de la tige.

Si la direction de l'effort appliqué sur l'ancrage est variable en direction et en angle (Exemple : amarrage d'un bateau en évitage, variations dues au vent et à la houle), il faudra visser

l'ancrage verticalement dans le sol. Dans ce cas de figure, la tige de l'ancrage sera soumise à des efforts latéraux (horizontaux) générés par le bateau amarré.

Dans tous ces cas, le modèle 2 et 3 peuvent convenir. La tige composée d'un tube résistera bien mieux à la déformation latérale qu'un rondin d'acier Ø 20 à 30 mm. Il convient d'adapter le diamètre du disque et longueur de tige selon l'effort estimé.



Modèle 1



Modèle 2



Modèle 3

B / Selon la qualité du substrat

La résistance mécanique du sol est l'élément incontournable dans le choix du dimensionnement d'un ancrage. Il ne s'agit pas ici de qualifier précisément cette résistance comme peuvent le faire des professionnels de la mécanique des sols avec des matériels tels que pénétromètre ou scissomètre. Il faut apprécier et estimer. S'assurer de l'épais-

seur disponible suffisante de sédiments correspondant au minimum à la longueur de l'ancrage à installer.

Choix de principe (à effort identique et pour des substrats sédimentaires différents) : plus le sol est meuble, à faible compacité, fluide et plus variable que sableux, plus l'ancrage sera long, à grand diamètre de disque si possible sur deux étages, et à tige très rigide si efforts horizontaux, (modèle N° 3) à tige normale si efforts

uniquement axiaux. (modèle N°1)

Plus le sol est compact, dense, à granulométrie fine, peu sensible à affouillement par effet hydraulique, plus l'ancrage sera « normalement proportionné »

Diamètre de disque moyen, longueur moyenne, mais à tige rigide et peu sensible à la torsion sur elle-même lors du vissage.

C / Selon l'effort estimé.

Les tailles standards de vis à sable varient de 0.80m à 3m.

Au-delà de cette taille, la technique de mise en place devient plus lourde, les moyens nautiques plus importants.

L'ensemble de la mise en œuvre peut alors avoir un impact significatif sur le milieu (déplacement de bateaux plus importants, mouillages répétés, repositionnements.)

Il est donc plus intéressant de multiplier les points d'ancrage pour diviser les efforts, que de réaliser un seul gros ancrage.

Ancrage vis à sable triple sur sol sablo-vaseux

Un dispositif d'ancrage réalisé par vis à sable peut comporter une ou plusieurs vis (2 ou 3) reliées par une barre d'accouplement rigide. (modèle 4)

Il est également possible de relier entre eux deux ancrages triples par exemple, dans ce cas, l'effort de traction est réparti sur 6 ancres.

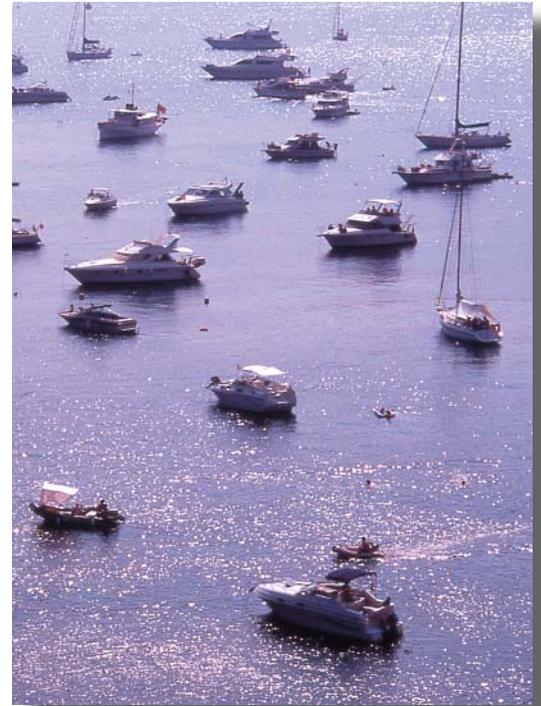


Modèle 4

B - Le Corps-mort

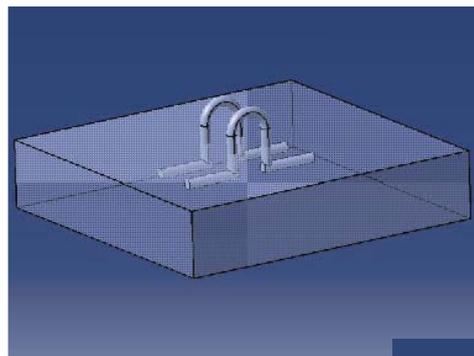
I - Définition et usage

Tout objet de masse volumique élevée, coulé sur le fond pour servir de mouillage à poste fixe. Bonne adaptation aux sols sableux et sédimentaires compacts. Très large gamme d'utilisation : amarrage de petit balisage jusqu'à l'amarrage de gros navires.



II - Description technique des modèles

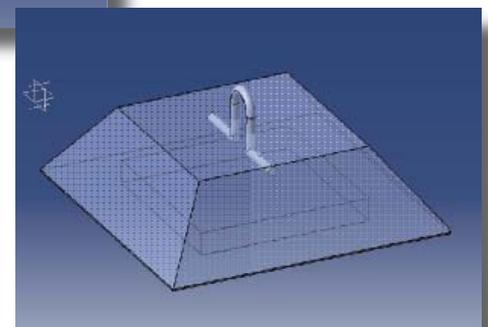
En général un corps-mort classique est de forme parallélépipédique carré. Sa hauteur est égale au 1/5 ou au 1/4 de sa longueur. Le matériau couramment utilisé pour des raisons de facilité est le béton, qualité « prise mer » de préférence. Le ferrailage (armature métallique interne) est conseillé, il améliore la résistance mécanique et augmente la masse volumique de l'ensemble. L'organeau central est constitué d'un rondin d'acier de fort diamètre mis à la forme d'un oméga par exemple, et relié en profondeur avec le ferrailage. Certains corps-morts possèdent sous la face inférieure une cavité qui améliore l'effet ventouse de l'ensemble. D'autres ont la forme de polyèdre tronc de pyramide carré, améliorant la stabilité au basculement.



III - Tenue

La tenue d'un corps-mort est liée à deux facteurs principaux :

Son poids apparent (poids réel à sec, diminué de la poussée d'Archimède)
La taille de la surface de contact avec le sol.



IV - Intérêt écologique

Le corps-mort peut être considéré comme une solution technique acceptable sur un substrat sableux, à condition que ce volume de matière apporté dans ce milieu, n'ait pas d'impacts secondaires autres que celui de sa propre présence.

Occupation permanente d'une surface de substrat

Risque de glissement et de dérapage sous l'effet de charge excessive ou de mauvais calcul de ligne de mouillage.

Pour des zones soumises à des courants, le volume du corps-mort déporté du sol, génère un effet hydraulique de turbulence qui provoque un affouillement.(creusement)



V - Technique de mise en place

La pose se déroule en plusieurs phases

-Transport à terre du corps-mort

-Manutention pour mise à bord d'un bateau de travail, ou mise à l'eau pour remorquage « en flottabilité » sous un caisson par exemple.

-Transport maritime.

-Immersion / descente du corps-mort, pose sur le fond en toute sécurité à l'endroit prévu.

Les moyens mis en œuvre doivent être proportionnés au poids du corps-mort à mettre en place.

-Petit corps-mort :

Toutes les manipulations peuvent être manuelles ou assistées avec un portique simple, palan ou treuil. La descente sur le fond peut être simplement contrôlée et maîtrisée avec la propre ligne de mouillage du corps-mort ou tout autre cordage assuré et freiné sur un taquet ou bitte d'amarrage.

-Moyens et gros corps-morts :

Toutes ces manutentions sont plus délicates et relèvent des techniques professionnelles du levage. Engin de levage terrestre, bras hydraulique sur le bateau, répartition et déplacement des poids à bord d'un bateau etc.

La descente sur le fond s'effectue en général à l'aide du treuil à l'extrémité du bras de levage hydraulique du bateau.

Des moyens nautiques bien adaptés sont toujours gage de sécurité. Il existe d'autres moyens tels que : caissons flottants type catamaran avec portique et treuil, petite barge avec puits central et treuil

L'utilisation de « parachute » (grande poche souple gonflée d'air) est possible, mais réservée à des personnels extrêmement expérimentés dans ce domaine.

En effet les variations non contrôlées du volume d'air du parachute et les fuites éventuelles peuvent se révéler très dangereuses. Il est déconseillé de larguer directement de la surface le corps-mort avec sa ligne de mouillage complète. Dans ces conditions, le dispositif ne descend pas verticalement, la vitesse de descente sur sa face inférieure lui donne une certaine portance, son trajet est oblique et aléatoire..L'arrivée sur le fond est chaotique et très imprécise et le corps-mort peut être retourné, entravant sa ligne de mouillage.

Pour les corps-morts de grande taille posés sur des fonds importants, le recours à un bateau baliseur spécialisé est indispensable.

Recommandations

Prévoir à la fabrication un deuxième organeau, qui servira en cas d'usure du

premier. (Le remplacement d'un organeau sur un corps-mort en service est une opération délicate et coûteuse.)

Toujours dimensionner très largement la section de l'organeau (c'est la seule pièce d'usure). Eviter la réalisation d'organeau mobile (type quelques maillons de grosse chaîne pris dans le béton, le mouvement du dernier maillon provoque une usure permanente.)

Définir les conditions d'utilisation du corps-mort.

Se fixer des limites d'utilisation.(taille ou volume des objets ou structures amarés, vitesse vent, hauteur de houle)

Ces deux derniers points permettent d'évaluer l'effort maximum devant être repris par le corps-mort.

Bien adapter la masse et la forme du corps-mort à l'effort demandé.

Ne pas oublier d'intégrer dans le coût total, l'incidence importante des manutentions et du transport sur site.

V - Choix du modèle

A / Selon l'utilisation

Ce choix est assez simple, mis à part les subtilités de calcul de coefficient de glissement réservé aux bureaux d'études spécialisés, c'est le poids apparent et la forme qui guideront votre choix.

Comme pour tout type d'ancrage, la manière dont sera sollicité le corps-mort est importante.

Cas d'efforts principalement verticaux

et dont les objets amarrés en surface risquent d'être submergés (balisage amarré en mouillage tendu, ou avec ligne de mouillage courte pour raison de rayon d'évitement réduit)

Dans ce type de cas, la forme aplatie du corps-mort n'est pas primordiale, mais son poids apparent doit être supérieur à la poussée d'Archimède provoquée par l'immersion totale de l'objet amarré en surface.

Cas le plus courant :

Efforts horizontaux appliqués par une structure amarrée et transmis au travers d'une ligne de mouillage une ligne de mouillage de longueur appropriée.

Ici, la forme du bloc béton aura toute son importance. On privilégiera une grande surface de contact avec le sol.

Son poids apparent sera proportionnel à l'effort provoqué par l'objet amarré.

B / Selon la qualité du substrat

Un sédiment fin, dense et légèrement sablo-vaseux favorisera grandement l'effet ventouse du corps-mort, et augmentera sa tenue.

Le même bloc soumis au même effort, sur un sable grossier coquillé,

ou madrépores brisés, glissera plus facilement.

Sur un sol sablo-vaseux plus meuble, la tenue sera médiocre en surface, le corps-mort se déplacera facilement latéralement et s'enfouira jusqu'à retrouver un substrat suffisamment dense et porteur.



C / Selon l'effort estimé.

Contrairement à d'autres techniques d'ancrage, le corps-mort est seulement posé sur le fond.

S'il est mal dimensionné, il se déplacera au gré de la direction des efforts dynamiques trop élevés. (Souvent houle importante, faisant beaucoup varier l'angle de travail de la ligne de mouillage.)

Le corps-mort « traditionnel » associe depuis toujours, un bloc d'une certaine masse et une ligne de mouillage particulière. Celle-ci se compose : de quelques mètres de « chaîne dormante » de fort calibre, puis d'une chaîne de mouillage, plus longue et de plus faible diamètre, finalement raccordée à la ligne textile d'amarrage.

Cette méthode classique donne une

bonne résistance à l'ensemble, elle permet d'amortir et de reprendre les efforts suivant leurs valeurs, par différents éléments du dispositif.

Effort faible : seule la chaîne de mouillage travaille (longueur et poids)

Effort plus élevé : La chaîne de mouillage ainsi que la longueur de la chaîne dormante sont sollicités.

Effort très élevés : les deux chaînes ont absorbés une grande partie des efforts, la masse du corps-mort reprend l'effort résiduel. Cette conception traditionnelle de ligne de mouillage est aujourd'hui bannie en raison de son impact destructeur sur le milieu, par balayage incessant de la chaîne sur le fond.

Nous détaillons dans la partie « ligne de mouillage, éléments intermédiaires » une technique de ligne de mouillage

non perturbante. Si l'on supprime l'effet d'absorption d'une partie des efforts par les chaînes, il faut augmenter la masse du corps-mort et respecter un angle de travail convenable de la ligne de mouillage.

L'ensouillage d'un corps-mort (Enfouir le corps-mort dans un trou de profondeur identique à la hauteur du bloc béton)

Cette pratique augmente la résistance, évite les effets d'affouillement, et conserve un tirant d'eau identique sur le site. La pose est alors plus longue et plus coûteuse, les moyens mis en œuvre, (succeuse, hydro-jetting,) plus lourds, le déplacement des matériaux du substrat et la mise en suspension des fines particules représentent un impact négatif pour ce milieu.

SOLUTIONS SELON L'USAGE ET COUT ÉSTIMATIF

- L=longueur
 - TØ =diamètre tige
 - DØ =diamètre disque
 - PR= Poids réel à sec en tonne
 - FSS=Flotteur sub-surface,
 - BRCC= bouée rigide à cheminée centrale

- Cout estimatif de la fourniture en euros HT, sans frais de livraison
 - Toutes les dimensions sont en mm
 - Ligne d'eau : ligne reliant des bouées de balisage entre elles et solidaire de celles-ci.
 - Structures flottantes : par exemple, plateforme de baignade 4 x 4m amarrée en évitage (sur un seul point)

VIS À SABLE

EMBARCATIONS LÉGÈRES < 7 M

VIS : L 1500, TØ 20/30, DØ 250
 Ligne polyamide Ø 18, bouée FSS 11 litres + BRCC
 Coût ancrage seul: 60 €

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11M

VIS : L 1500/1800, TØ 60, DØ 300
 Ligne polyamide Ø 20 / bouée FSS 11 litres + BRCC
 Cout ancrage seul: 400 €

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18M

VIS : L 2000, TØ 60, DØ 350
 Vis unitaire, double ou triple suivant taille et conditions météo
 Ligne polyamide Ø 24/30, bouée FSS 11/25 litres ,BRCC 650
 Cout ancrage seul: Simple 500 €, double 1200 €, triple 1500 €

BALISAGE

Bouée 400/600 :VIS : L 800/1000/1500,
 TØ 16/18/20, DØ 200/250
 Bouée 800 :VIS : L 1500, TØ20, DØ 200/250
 Ligne polyamide Ø 14/16, Chaîne 12-16,
 bouée FSS 6/8 litres
 Cout ancrage seul: 30 à 60 €

LIGNE D'EAU FLOTTANTE

VIS : L 1500, TØ20, DØ 250
 Ligne polyamide Ø 14/16 Chaîne 12 / 16
 bouée FSS 6/8 litres
 Cout estimatif ancrage seul: 60 €

STRUCTURES FLOTTANTES

VIS : L 1500/2000, TØ 60, DØ 350
 Ligne polyamide Ø 24 FSS 11 litres émerillon 20
 chaîne en pleine eau 20
 Cout estimatif ancrage seul: 500 €

STRUCTURES IMMERGÉES

Selon sa nature, les conditions d'expositions et sa flottabilité positive ou négative, une étude spécifique est à réaliser

CORPS-MORT

EMBARCATIONS LÉGÈRES < 7 M

PR= 0,8 à 1,5 T
 Ligne polyamide Ø 18 / bouée FSS 11 litres + BRCC
 Coût ancrage seul: 100 à 250 €

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11M

PR= 2 à 3,5 T
 Ligne polyamide Ø 20 / bouée FSS 11 litres + BRCC
 Cout ancrage seul: 450 €

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18M

PR= 4 à 6 T
 Ligne polyamide Ø 24/30, bouée FSS 11/50 litres ,BRCC 650
 Cout ancrage seul: 550 à 800 €

BALISAGE

Bouée 400/600 : PR= 0,12 T à 0,25 T
 Bouée 800 : PR= 0,40 T
 Ligne polyamide Ø 14/16, Chaîne 12-16,
 bouée FSS 6-8 litres
 Cout ancrage seul: 60 à 100 €

LIGNE D'EAU FLOTTANTE

PR = 0.4 T
 Ligne polyamide Ø 14/16 Chaîne 12 / 16
 Cout estimatif ancrage seul: 100 €

STRUCTURES FLOTTANTES

PR = 2.5 T
 Ligne polyamide Ø 24,
 bouée FSS 11 litres , émerillon 20, chaîne en pleine eau 20
 Cout estimatif ancrage seul: 400 €

STRUCTURES IMMERGÉES

Selon sa nature, les conditions d'expositions et sa flottabilité positive ou négative, une étude spécifique est à réaliser

● ANCRAGES ÉCOLOGIQUES

● SUR GALETS
● ET ÉBOULIS



LE MILIEU

I - Description

Intermédiaires entre les substrats meubles et durs, les zones de galets ou d'éboulis se caractérisent par la présence d'éléments mobiles, de taille variable (de quelques centimètres à plusieurs décimètres de diamètre), reposant en couches plus ou moins épaisses.

Dans les criques des côtes rocheuses de mode plus ou moins battu, des zones de galets sont régulièrement rencontrées. Le diamètre moyen de ces galets n'excède pas une dizaine de centimètres de diamètre; au-delà, on parle de petits blocs rocheux ou d'éboulis. En mode plus calme (plus faible hydrodynamisme), le dépôt régulier de particules plus fines fait évoluer le milieu vers

les zones sableuses. Ces zones de galets sont très liées à la notion d'hydrodynamisme. Comme celui-ci s'amortit rapidement en profondeur, de telles zones de galets sont rarement rencontrées au-delà de quelques mètres de profondeur.

Les zones d'éboulis peuvent se rencontrer dès les premiers mètres jusqu'à plus d'une cinquantaine de mètres de profondeur. Les éléments qui les composent sont plus ou moins mobiles en fonction de leur taille. Quand leur taille devient trop importante (un mètre ou plus de diamètre), le terme éboulis devient inapproprié et il convient de parler de blocs rocheux. Si les zones de galets se rencontrent uniquement sur

des fonds plats, les zones d'éboulis peuvent concerner des zones à pente assez marquée. L'instabilité de ces fonds sera alors d'autant plus grande que la pente sera marquée.

Selon la régularité de la taille des éléments composant le fond de galets ou d'éboulis, l'espace compris entre les éléments sera très différent : très faible espace disponible pour les éléments de taille homogène ou espace plus important en cas de forte hétérogénéité.



II - Importance écologique

Ces milieux, tels qu'ils viennent d'être définis, sont caractérisés par leur relative instabilité. Cette dernière limite fortement ou empêche totalement l'installation d'organismes **sessiles** à la surface des galets ou des petits blocs de roche. Une faune ou une flore fixée ne seront observées qu'en présence d'éléments de grande taille, peu ou faiblement mobiles.

Dans la mesure où ni sable ni fin gravier ne vient colmater les interstices des zones de galets, le milieu est très simple, presque schématique : les débris organiques apportés par la mer et coincés entre les galets servent de nourriture à deux Crustacés Amphipodes **détritivores** (*Melita hergensis* et *Allorchestes aquilinus*). Ces derniers peuvent servir de proies à un poisson Gobiesocidé (*Gouania wildenowii*).

Au fur et à mesure que la taille des blocs augmente, l'instabilité diminue et la diversité de la flore et de la faune augmente. Toutefois, les grandes espèces fixées présentes sur les blocs rocheux (voir fiche «blocs et roches») sont absentes. L'essentiel de la **diversité spécifique** est représenté par des espèces mobiles, vivant dans les interstices, ou fixées (de petite taille) sous les blocs. La diversité est toutefois loin d'atteindre celle rencontrée dans les champs de gros blocs (voir voir fiche «blocs et roches»).

Compte tenu de ces remarques, l'importance écologique de ces milieux est certainement plus limitée que celle d'autres milieux (coralligène, herbiers de **phanérogames**, etc.). Toutefois, certaines espèces sont strictement inféodées à ces milieux et, du fait, sont considérées comme très rares. Le petit poisson *Gouania wildenowii* est un exemple typique.



III - Sensibilité et vulnérabilité

Physiquement, ces milieux se caractérisent par leur grande instabilité. Ils sont d'ailleurs souvent évités pour des mouillages de longue durée, à moins que certaines précautions ne soient prises (longueur de chaîne par exemple).

Quelle que soit la taille moyenne des éléments qui composent ces fonds, ces derniers posent des problèmes lors d'une opération d'ancrage. Sur les fonds de galets, l'instabilité est telle qu'elle rend risquée toute opération de mouillage par ancre, en particulier pour les bateaux : pas d'accrochage franc sur le fond. De ce fait, ces milieux sont souvent évités par les plaisanciers.

Il est actuellement très difficile d'apprécier la vulnérabilité d'un tel milieu. En comparaison avec d'autres milieux, la diversité spécifique est limitée et l'intérêt écologique certainement moindre. Une action de mouillage entraînera un mouvement des éléments par déplacement ou retournement. Comme la majorité des espèces vivants dans ces milieux sont adaptés à leur mobilité, voire leur instabilité, l'impact pourrait être très limité. Si le fond d'éboulis est constitué d'éléments de diamètre assez important, une partie des espèces peuvent vivre en placage sous les petits blocs. Cette présence en face inférieure correspond à un caractère **sciaphile**. Tout retournement des blocs entraînera alors la mort des individus

exposés. Physiquement, ces milieux se caractérisent par leur grande instabilité. Ils sont d'ailleurs souvent évités pour des mouillages de longue durée, à moins que certaines précautions ne soient prises (longueur de chaîne par exemple).

Quelle que soit la taille moyenne des éléments qui composent ces fonds, ces derniers posent des problèmes lors d'une opération d'ancrage. Sur les fonds de galets, l'instabilité est telle qu'elle rend risquée toute opération de mouillage par ancre, en particulier pour les bateaux : pas d'accrochage franc sur le fond. De ce fait, ces milieux sont souvent évités par les plaisanciers.

TECHNIQUES D'ANCRAGE ADAPTÉES

A - La vis à sable : se reporter également à la fiche vis à sable / milieu Sable et vase

I - Particularité

La vis à sable adaptée au substrat galets et petits éboulis correspond aux modèles 2, 3 ou 4 décrits sur la fiche vis à sable.

II - Description technique des modèles

Il s'agit uniquement de vis très robustes, dont la tige centrale est constituée d'un tube au diamètre extérieur minimum de 60 mm. Le diamètre des spires peut varier de 250 à 400 mm. La longueur totale varie de 1 à 2 mètres. La spire sera conique (exemple du modèle 2) la petite taille du bord d'attaque permet un meilleur passage entre

les galets. Le pas (distance entre deux bords de la spire sur un tour complet) sera toujours supérieur au diamètre maximum des plus gros galets composant du site. Ces ancrages peuvent être installés individuellement ou reliés par 2 ou par 3 avec une barre d'accouplement.



Modele 2



Modele 3

III - Tenue

La tenue sera convenable à très bonne si les conditions suivantes sont réunies :
Stabilité de la zone de galets. Présence de sable et de fins graviers assurant une certaine cohésion de l'ensemble de la couche de substrat concerné.

IV - Intérêt écologique

L'intérêt écologique du milieu lui-même étant plus limité que celui de certains milieux beaucoup plus riches, la valeur écologique de la vis à sable reste limitée.



Modèle 4 : Vis à sable avec barre d'accouplement

V - Technique de mise en place

L'utilisation d'une machine hydraulique est indispensable. L'emploi d'un cadre stabilisateur servant de point d'appui à la visseuse hydraulique facilitera le travail. Ce cadre recevra tous les à-coups dus aux chocs, lors du passage de la vis entre les galets.

Recommandations

Estimer la taille des galets et des petits éboulis. Relever la présence ou non, de sable ou petits graviers. Si les galets dépassent 10 cm de diamètre, et si les éboulis sont volumineux et très enchevêtrés, avec absence de sable et gravier, la vis ne pénétrera pas dans ce type de sol. Il faut utiliser une autre technique (voir autres

fiches du milieu galets et éboulis)

Si le sol est composé de galets, sable et graviers ou petits éboulis épars (voir photo ci-contre). Rechercher toujours la meilleure adaptation de l'ancrage à son substrat.

Définir les conditions d'utilisation des dispositifs d'ancrage, se fixer des limites d'utilisation. (taille ou volume des objets ou structures amarrés, vitesse vent, hauteur de houle). Ces deux derniers points permettent d'évaluer l'effort maximum devant être repris par le ou les ancrages projetés. Visser en totalité l'ancrage dans le sol. En cas de vissage incomplet, ne pas hésiter à dévisser



et à déplacer légèrement l'ancrage pour obtenir satisfaction.

Il n'est pas facile pour ce type de milieu, d'apprécier facilement (par sondage simple), l'épaisseur de substrat disponible et la constance de sa composition.

B - Le Corps-mort : se reporter également à la fiche Corps-mort du milieu Sable et Vase

I - Particularité

Le corps-mort est une technique adaptée au milieu galets et éboulis. Les caractéristiques physiques de ce milieu modifient la tenue d'un corps-mort par rapport à celle constatée en milieu sable et vase.

En présence de galets et éboulis, l'effet ventouse d'un bloc béton n'existe plus. La face inférieure du dispositif ne repose que sur un certain nombre de points de contact réduits avec le sol.

La surface totale de contact est proportionnellement faible, le substrat de relative instabilité.

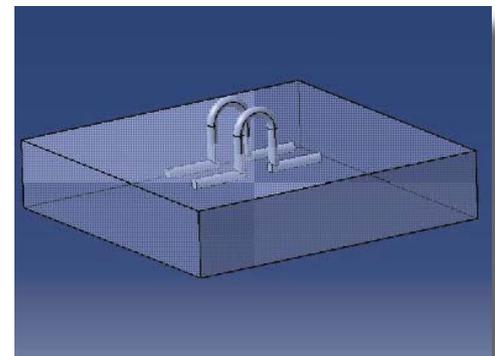
La forme arrondie et l'aspect souvent lisse des galets favorisent le glissement.

II - Description technique des modèles

Pour un usage équivalent, les modèles utilisés sont alourdis pour compenser la facilité de glissement.

On peut tirer un avantage particulier de la présence d'une cavité

dans la face inférieure du corps-mort. Celui-ci prendra plus facilement sa place sur le fond, acceptant mieux les irrégularités du sol et les parties plus saillantes des éboulis.

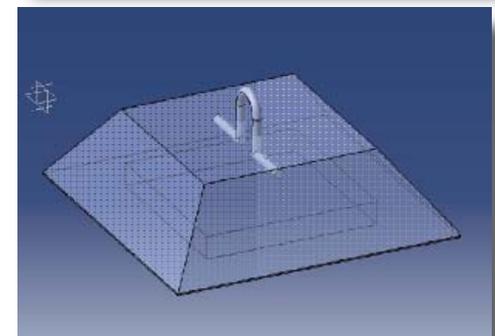


III - Intérêt écologique

L'intérêt écologique du milieu lui-même étant plus limité que celui de certains milieux beaucoup plus riches, la valeur écologique du corps-mort reste limitée.

IV - Tenue

La tenue est ici très majoritairement liée au poids apparent



V - Technique de mise en place

En cas d'éboulis chaotique, il faudra choisir selon l'encombrement du corps-mort, l'endroit précis ou celui-ci reposera au mieux sur le sol, éventuellement bloqué entre certains éboulis plus volumineux ou émergents. Aménager si nécessaire l'endroit en déplaçant certains éboulis. En présence de galets, il est bon de préparer la zone pour obtenir des appuis uniformes et une bonne assiette générale. L'ensouillage partiel augmentera la résistance.

Recommandations

Prévoir à la fabrication un deuxième organeau, qui servira en cas d'usure du premier. (Le remplacement d'un organeau sur un corps-mort en service est une opération délicate et coûteuse.)

Toujours dimensionner très largement la section de l'organeau (c'est la seule pièce d'usure). Éviter la réalisation d'organeau mobile (type quelques maillons de grosse chaîne pris dans le béton, le mouvement du dernier maillon provoque une usure permanente.)

Définir les conditions d'utilisation du corps-mort. Se fixer des limites d'utilisation. (taille ou volume des objets ou structures amarrés, vitesse vent, hauteur de houle). Ces deux derniers points permettent d'évaluer l'effort maximum devant être repris par le corps-mort. Bien adapter la masse et la forme du corps-mort à l'effort demandé. Ne pas oublier d'intégrer dans le coût total, l'incidence importante des manutentions et du transport sur site.

SOLUTIONS SELON L'USAGE ET COUT ÉSTIMATIF

- L=longueur
 - TØ =diamètre tige
 - DØ =diamètre disque
 - PR= Poids réel à sec en tonne
 - FSS=Flotteur sub-surface,
 - BRCC= bouée rigide à cheminée centrale

- Cout estimatif de la fourniture en Euros HT, sans frais de livraison
 - Toutes les dimensions sont en mm
 - Ligne d'eau : ligne reliant des bouées de balisage entre elles et solidaire de celles-ci.
 - Structures flottantes : par exemple, plateforme de baignade 4 x 4m amarrée en évitage (sur un seul point)

VIS À SABLE

EMBARCATIONS LÉGÈRES < 7 M

VIS : L 1500, TØ 60, DØ 250/300
 Ligne polyamide Ø 18, bouée FSS 11 litres + BRCC
 Coût ancrage seul: 400 €

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11M

VIS : L 1500/2000, TØ 60, DØ 300
 Vis unitaire ou montage double
 Ligne polyamide Ø 20 / bouée FSS 11 litres + BRCC
 Cout ancrage seul: simple 500 €, double 1200 €

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18M

VIS : L 2000, TØ 60, DØ 350
 Vis montage double ou triple suivant taille et conditions météo
 Ligne polyamide Ø 24/30, bouée FSS 11/25 litres ,BRCC 650
 Cout ancrage seul: double 1200 €, triple 1500 €

BALISAGE

Bouée 400/600 ,VIS : L 800/1000/1500,
 TØ 16/18/20, DØ 200/250
 Bouée 800, VIS : L 1500, TØ20, DØ 200/250
 Ligne polyamide Ø 14/16, Chaîne 12-16,
 bouée FSS 6/8 litres
 Cout ancrage seul: 30 à 60 €

LIGNE D'EAU FLOTTANTE

VIS : L 1500, TØ20, DØ 250
 Ligne polyamide Ø 14/16 Chaîne 12 / 16
 bouée FSS 6/8 litres
 Cout estimatif ancrage seul: 60 €

STRUCTURES FLOTTANTES

VIS : L 1500/2000, TØ 60, DØ 350
 Ligne polyamide Ø 24, bouée FSS 11 litres, émerillon 20
 chaîne en pleine eau 20
 Cout estimatif ancrage seul: 500 €

STRUCTURES IMMERGÉES

Selon sa nature, les conditions d'expositions et sa flottabilité positive ou négative, une étude spécifique est à réaliser

CORPS-MORT

EMBARCATIONS LÉGÈRES < 7 M

PR= 0,8 à 1,5 T
 Ligne polyamide Ø 18 / bouée FSS 11 litres + BRCC
 Coût ancrage seul: 100 à 250 €

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11M

PR= 2 à 3,5 T
 Ligne polyamide Ø 20 / bouée FSS 11 litres + BRCC
 Cout ancrage seul: 450 €

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18M

PR= 4 à 6 T
 Ligne polyamide Ø 24/30, bouée FSS 11/50 litres ,BRCC 650
 Cout ancrage seul: 550 à 800 €

BALISAGE

Bouée 400/600 : PR= 0,12 T à 0,25 T
 Bouée 800 : PR= 0,4 T
 Ligne polyamide Ø 14/16, Chaîne 12-16,
 bouée FSS 6-8 litres
 Cout ancrage seul: 60 à 100 €

LIGNE D'EAU FLOTTANTE

PR = 0.4 T
 Ligne polyamide Ø 14/16 Chaîne 12 / 16
 Cout estimatif ancrage seul: 100 €

STRUCTURES FLOTTANTES

PR = 2.5 T
 Ligne polyamide Ø 24,
 bouée FSS 11 litres , émerillon 20, chaîne en pleine eau 20
 Cout estimatif ancrage seul: 400 €

STRUCTURES IMMERGÉES

Selon sa nature, les conditions d'expositions et sa flottabilité positive ou négative, une étude spécifique est à réaliser

ANCrages ÉCOLOGIQUES SUR BLOCS ET ROCHES



LE MILIEU

I - Description

Les zones de blocs et de roches font clairement partie des substrats durs. Formés par des blocs de taille imposante (de quelques décimètres à plusieurs mètres de diamètre) ou de roche continue, ces fonds se caractérisent par l'immobilité des éléments qui les composent.

Ces zones de blocs et de roche peuvent se rencontrer dès la surface le long des côtes rocheuses jusqu'à des profondeurs importantes. Si les **biocénoses** de la roche **supralittorale** ou de la roche **médiolittorale** sont peu concernées par les actions de mouillage du fait de leur présence en surface, plus en profondeur, il n'en est pas de même pour la **biocénose** des Algues **photophiles** qui occupe l'essentiel de ce milieu. La description du milieu s'attachera donc principalement à cette **biocénose**.

La stabilité des éléments composant ce milieu permet le développement d'une flore et d'une faune fixée importante à la surface des blocs ou de la roche. La présence de blocs rocheux va être associée à l'existence de nombreux espaces entre ces blocs. Au contraire, dans les zones de roche, le nombre de cavités est beaucoup plus réduit, voire nul. Ces micro-habitats (cavités ou espaces entre les blocs) pourront être colonisés par une faune fixée ou **vagile**, généralement à caractère **sciaphile** assez marqué. L'absence de cavité diminuera donc d'autant la **richesse spécifique**. D'autres facteurs physiques comme la quantité de lumière et l'hydrodynamisme, vont également conditionner la richesse de ces milieux. Un fort hydrodynamisme se traduira par une diminution d'abondance des espèces animales fixées de grande taille, alors que les végétaux (algues *Cystoseira*) seront encore présents.

Excepté les milieux rocheux sous forme de grandes roches plates, ces milieux sont assez hétérogènes et se présentent souvent sous forme d'une mosaïque d'habitats, avec souvent de nombreuses strates, des zones les plus **sciaphiles** (cavités) aux zones les plus **photophiles** (dessus de blocs et des roches). Les peuplements de substrats durs sont dominés qualitativement et quantitativement par les végétaux dans les étages **Infralittoral** et (à un moindre degré) **Circalittoral**.

Des formations bio-construites peuvent se développer sur milieu rocheux (blocs ou roche), comme les trottoirs à *Lithophyllum* ou le coralligène, mais elles ne seront pas considérées ici. Les trottoirs à *Lithophyllum* sont trop superficiels pour concerner les différentes techniques de mouillage et le coralligène est traité séparément (voir fiche «fonds coralligènes»).



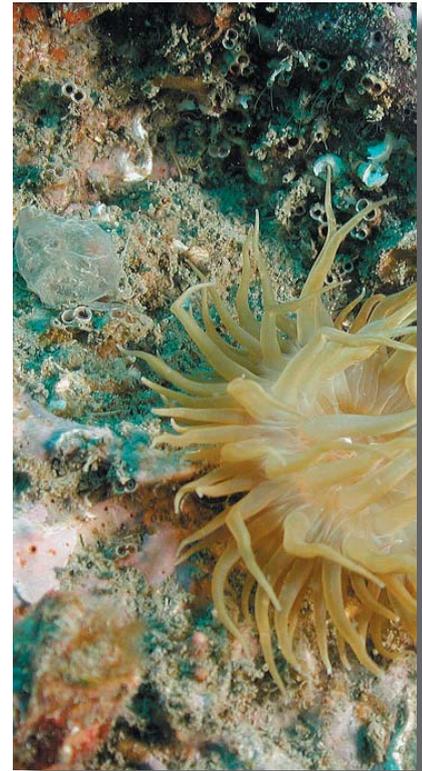
II - Importance écologique

La **biocénose** des Algues **photophiles** occupe majoritairement les zones de blocs et de roches. C'est une **biocénose** d'une grande richesse, regroupant plusieurs communautés algales. En profondeur, peuvent apparaître dans ces milieux des espèces animales présentes également dans le coralligène (gorgones *Eunicella*).

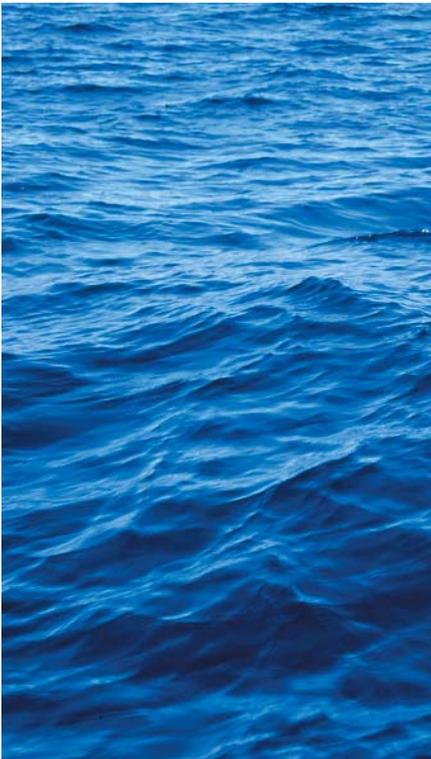
La richesse en espèces de cette **biocénose** est renforcée par le degré d'hétérogénéité et le nombre de strates présentes. Très communément, plusieurs centaines d'espèces fréquentent ces milieux avec toujours comme groupes principaux les algues, les polychètes, les mollusques et les crustacés. La **production** y est élevée et les **réseaux trophiques** complexes, mais ouverts sur d'autres biotopes de substrats durs et de substrats meubles par exportation de matériel organique (proies, déchets,

etc.). En dehors des herbiers de Posidonie (voir fiche «herbiers de posidonies»), ces milieux présentent les **productions** les plus élevées en Méditerranée.

Cette grande importance écologique est renforcée par le rôle de **nurserie** que peuvent jouer ces milieux pour plusieurs espèces de poissons d'intérêt économique et/ou à forte valeur **patrimoniale** : les sars (*Diplodus*), les serrans (*Serranus*), le mérrou (*Epinephelus marginatus*), le corb (*Sciaena umbra*). Selon les espèces, les jeunes trouveront refuge dans les forêts de Cystoseires (serrans, labres) ou dans des cavités, entre les blocs (corb, mérrou). De nombreuses autres espèces de poissons fréquentent ces milieux à l'état juvénile (*Symphodus roissali*) ou à l'état adulte (nombreux Gobies, dont certaines espèces rares ou absentes en dehors de cet habitat).



III - Sensibilité et vulnérabilité



Ces milieux font partie des substrats durs. Le principal obstacle au mouillage sera donc représenté par la dureté du substrat. L'hétérogénéité de l'habitat, cavités pour les zones de roches ou espaces entre les blocs, renforcera les problèmes que représente le mouillage dans ces milieux (**enragage** possible). Par contre la taille des blocs est telle que le milieu est stable (par opposition avec les milieux de galets et éboulis). L'accrochage sera donc important.

A l'opposé, les zones de roches assez plates, de surface importante, pourront poser des difficultés pour assurer un mouillage en raison de l'absence de point d'accroche.

Il est certain, compte tenu de la grande importance écologique de ces milieux, que l'impact d'un ancrage non adapté peut se révéler important. En effet, le développement de peuplements algaux

de grande taille (plusieurs décimètres pour les forêts de Cystoseires) représente un facteur de vulnérabilité important. Si un mouillage ne modifie pas la structure tri-dimensionnelle de l'ensemble du fait de la stabilité des éléments qui le composent, il peut par contre éroder les peuplements algaux ou animaux présents à leur surface. Ces milieux abritent une faune diversifiée, source de nourriture pour d'autres espèces vivant dans les interstices ou les cavités. Toute diminution de la surface algale, surtout des macro-algues, entraînera, comme lors d'épisodes de pollution, des régressions considérables de la **richesse spécifique** de l'ensemble. La diminution significative de la **production** pourra alors avoir des répercussions indirectes sur les milieux adjacents, alimentés en matière organique par ces zones.

TECHNIQUES D'ANCRAGE ADAPTÉES

Le scellement d'ancrage

I - Définition

Tout dispositif suffisamment résistant composé d'une platine ou d'un simple organeau muni d'un ou plusieurs tirants scellés dans la roche grâce à une résine appropriée ou tout autre produit adapté.

Bonne adaptation à tous les substrats rocheux homogènes.
Très large gamme d'utilisation : amarage de petit balisage jusqu'à l'amarrage de grosses structures flottantes ou im-

mergées. Ce système d'ancrage n'est pas réversible.
Les pièces directement scellées ne sont pas récupérables.

II - Description technique des modèles

Fabrication en acier galvanisé à chaud ou en acier inox qualité A4.

Suivant l'usage projeté et la charge admissible, on peut concevoir des modèles de fabrication légère ou très robuste.

Pour les premiers, et à titre d'exemple, une tige filetée de longueur et de diamètre adaptés muni d'un anneau de levage freiné, peut parfaitement cons-

tituer un point d'ancrage résistant dans la roche.

Des modèles plus résistants peuvent prendre la forme d'une platine renforcée résistant aux efforts multidirectionnels et fixée par plusieurs tirants de dimensions appropriées.

Les illustrations présentées ont seulement valeur d'exemple.

III - Tenue

Comme pour tout scellement la résistance du point d'ancrage créé, tient compte de la résistance intrinsèque de chacun de ses composants. Pièce d'ancrage : qualité et résistance matière, soudures..

Matériau de scellement : résine, ciment prise mer.

Résistance mécanique du substrat : qualité de la roche.

IV - Intérêt écologique

L'impact d'un scellement sur un bloc ou une paroi rocheuse peut être considéré comme négligeable. Les perforations dans le rocher pour fixation du ou des tirants n'engendrent pas de troubles particuliers. Les produits de scellement utilisés en quantité infime et très localisés ne peuvent avoir d'impact significatif. L'encombrement est faible, la surface occupée par une platine standard

n'est que de 0,15 m². La mise en œuvre reste simple et ne nécessite pas de gros moyens nautiques ni de techniques pouvant occasionner des dégradations « secondaires »

Le positionnement précis des perforations permet de choisir la position la mieux intégrée du point d'ancrage.



V - Technique de mise en place

La pose d'ancrages scellés dans la roche nécessite la mise en œuvre de moyens techniques et nautiques réduits. L'encombrement et le poids des fournitures est négligeable. L'encombrement et le poids du matériel de pose est minime. La taille du bateau de travail peut donc rester modeste. La pose se déroule en plusieurs phases :

1) Choix final de l'endroit le plus approprié et aménagement sommaire sur la roche de l'état de surface si nécessaire.

2) Perçage de la roche au diamètre et profondeur souhaités avec un perforateur sous-marin pneumatique ou hydraulique. Les systèmes pneumatiques né-

cessitent un compresseur à gros débit et ne peuvent fonctionner qu'à faible profondeur, pour des raisons de perte rapide de pression liée à la profondeur : 1 bar par 10 m d'eau. Le perforateur hydraulique est préférable, il permet de travailler efficacement à toute profondeur et d'utiliser une centrale hydraulique dont l'encombrement est bien moins



dre que celui d'un compresseur d'air. Également il permet de diminuer l'effort physique de l'utilisateur. (le poids du perforateur facilite le perçage et l'absence d'échappement d'air épargne les tympans du scaphandrier.) Outre ce perforateur, le reste du matériel nécessaire se compose d'une centrale hydraulique, et de 2 flexibles de longueur suffisante.

3) Scellement proprement dit. Après nettoyage à l'air comprimé, du trou, injecter à l'aide d'un pistolet une résine de scellement appropriée (livrée sous forme de cartouche).

4) Enfoncer immédiatement et délicatement, le ou les tirants dans les trous remplis de résine. Evacuer le surplus de résine si nécessaire. Laisser agir le temps prévu sur la fiche fabricant, sans bouger les pièces en cours de scellement.

5) Le scellement est prêt à l'emploi. Vous pouvez finir la fixation des éléments prévus (boulonnage final d'une platine par exemple)

Recommandations

Rechercher toujours la meilleure adaptation de l'ancrage à son substrat. Définir les conditions d'utilisation des dispositifs d'ancrage. Se fixer des limites d'utilisation. (taille ou volume des objets ou structures amarrés, vitesse vent, hauteur de houle). Ces deux derniers points permettent d'évaluer l'effort maximum devant être repris par le ou les ancrages projetés. Prendre le temps suffisant pour apprécier la nature et la qualité du substrat rocheux choisi. La présence de fissures et de failles n'est pas toujours facile à constater. Elles sont souvent dissimulées par les algues ou le coralligène. Afin d'éviter les problèmes causés par des phénomènes électrolytiques,

il est conseillé de réaliser votre équipement avec des matériaux de même nature et de nuance identique en qualité. Ne pas faire cohabiter à des distances rapprochées, l'acier standard, l'inox, l'aluminium, le cuivre, le bronze et autres alliages. Cette règle s'applique également aux pièces métalliques éventuelles de la ligne de mouillage (cosses et manilles) montées sur la pièce d'ancrage.

En ce qui concerne le choix des pièces à sceller, il peut être simple et sécurisant de se fournir en éléments bien adaptés à l'usage prévu, chez les négociants en matériel de levage.

(Les pièces portent la mention de la CMU, charge maximum d'utilisation, en kg, tonne ou daN, le coefficient de sécurité en matière de levage est de 5.)



VI - Choix du modèle

A / Selon l'utilisation

Une bonne adaptation à l'usage est primordiale. Si cet ancrage est destiné à recevoir une ligne de mouillage par exemple, l'œil ou organeau d'amarrage aura un diamètre intérieur adapté à la taille de la manille prévue.

Si cet ancrage est destiné à recevoir à la demande une amarre passée en double très rapidement par un plongeur, l'organeau aura une forme très différente, pas forcément circulaire, à grand diamètre de passage pour faciliter le largage rapide et sans contrainte de cette amarre. Si la direction de l'effort appliqué est connue et constante, il faudra orienter le ou les perçages de telle sorte que les pièces scellées travaillent en cisaillement plutôt qu'en arrachement axial.

Si la direction de l'effort appliqué est va-

riable en direction et en angle. Il faudra utiliser une pièce d'ancrage résistante uniformément aux efforts multidirectionnels.

B / Selon la qualité du substrat

C'est l'élément le plus important et le plus difficile à apprécier avec certitude. La roche à l'endroit choisi, doit être « homogène » et sans trace de faille ou de fissure. Les vibrations du perforateur peuvent en effet fragiliser à l'extrême une partie de roche affaiblie. La vitesse de progression du perçage est un élément d'appréciation de la dureté et de la qualité de la roche. L'aspect lisse et régulier des parois du trou est également un bon signe de bonne résistance de la roche. Sur une roche de moindre résistance la profondeur du perçage sera nettement

augmentée. En cas de scellement sur un bloc rocheux isolé, celui-ci est transformé en « corps-mort naturel » (consultez la fiche corps-mort). S'assurer de la stabilité de ce bloc, de ses points d'appui, et de son poids apparent.

C / Selon l'effort estimé.

Le dimensionnement et la conception de la pièce d'ancrage doit tenir compte de la valeur de l'effort prévu. Tenir compte des efforts dynamiques qui sont brefs et souvent violents. (effet de ressac par exemple). Les diamètres et épaisseurs de matière augmentent proportionnellement avec l'accroissement de la charge. Plus la charge augmente, la répartition des efforts s'effectue sur plusieurs tirants, plus longs et plus espacés.

SOLUTIONS SELON L'USAGE ET COUT ÉSTIMATIF

- L=longueur
 - TØ =diamètre tige
 - FSS=Flotteur sub-surface,
 - BRCC= bouée rigide d'amarrage de surface à cheminée centrale

- Cout estimatif de la fourniture en Euros HT, frais de transport non inclus.
 - Toutes les dimensions sont en mm
 - Ligne d'eau : ligne reliant des bouées de balisage entre elles et solidaire de celles-ci.
 - Structures flottantes : par exemple, plateforme de baignade 4 x 4m amarrée en évitage (sur un seul point)

SCELLEMENT D'ANCRAGE

EMBARCATIONS LÉGÈRES < 7 M

Piton à œil : L 250, TØ 20,
 Ligne polyamide Ø 18 / bouée FSS 11 litres + BRCC
 Coût ancrage seul: 50 €

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11M

Soit piton à œil : L 250, TØ 20, soit petite platine à 2 tirants 250 X 20
 Ligne polyamide Ø 20 / bouée FSS 11 litres + BRCC
 Cout ancrage seul: piton 50 €, platine 550 €

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18M

Platine à 2 ou 4 tirants L 250/300, TØ 20/24, selon qualité de la roche.
 Ligne polyamide Ø 24/30, bouée FSS 11/25 litres , BRCC 650
 Cout ancrage seul: 550 à 650 €

BALISAGE

Bouée 400/600/800
 Piton à œil L 200 TØ 16/20
 Ligne polyamide Ø 14/16, Chaîne 12-16,
 bouée FSS 6/8 litres
 Cout ancrage seul: 35 à 50 €

LIGNE D'EAU FLOTTANTE

Piton à œil : L 250, TØ 20
 Ligne polyamide Ø 14/16 Chaîne 12 / 16
 bouée d'amarrage FSS 6/8 litres
 Cout estimatif ancrage seul: 50 €

STRUCTURES FLOTTANTES

Soit piton à œil : L 250, TØ 20, soit petite platine à 2 tirants 250 X 20
 Ligne polyamide Ø 24, bouée FSS 11 litres, émerillon 20
 Chaîne en pleine eau 20
 Cout estimatif ancrage seul: 50 à 550 €

STRUCTURES IMMERGÉES

Selon sa nature, les conditions d'expositions et sa flottabilité positive ou négative, une étude spécifique est à réaliser

● ANCRAGES ÉCOLOGIQUES

● SUR FONDS
● CORALLIGÈNES



LE MILIEU

I - Description

Les fonds rocheux méditerranéens recèlent un **patrimoine** biologique d'une grande richesse, constituant des paysages sous-marins réputés. Cette "ressource" de plus en plus exploitées par le tourisme subaquatique est le coralligène.

Les fonds rocheux de l'étage **Circalittoral** comprennent plusieurs assemblages : le coralligène au sens large, avec le coralligène de paroi et le concrétionnement coralligène, les grottes semi-obscurées et les grottes obscures. Compte tenu de leur disposition, les grottes ne sont généralement pas concernées par les ancrages fixes.

Les concrétionnements coralligènes peuvent atteindre plusieurs mètres d'épaisseur. Si l'édification se fait sur une base rocheuse, l'agrégation de petits concrétionnements se développant sur un substrat meuble peut aussi se rencontrer (coralligène de plateau). Les principaux agents constructeurs sont des algues rouges calcifiées Corallinacées ou Peyssonneliacées. Ce concrétionnement algal peut être "renforcé" par des constructeurs secondaires, des invertébrés **sciaphiles** à test ou squelette calcaire (Foraminifères, Bryozoaires, Serpules, Madréporaires, Mollusques).

La distribution des peuplements coralligènes est soumise à une combinaison de facteurs : la lumière, l'hydrologie, la température, la sédimentation et les interactions

biologiques. Le coralligène de paroi se rencontre sur les roches où les algues calcaires qui édifient le coralligène ne peuvent se développer trop en épaisseur, essentiellement en raison de l'inclinaison de la roche. Sur les zones moins pentues, l'épaisseur du concrétionnement peut devenir importante et de véritables "récifs" se construisent. A plus faible profondeur, le coralligène au sens large peut être précédé par un "pré-coralligène", assemblage transitoire avec les peuplements **infralittoraux** plus photophiles.

Les espèces présentes dans le coralligène de paroi sont majoritairement des grands invertébrés **sessiles**, de forme

dressée : gorgones (*Paramuricea*, *Eunicella*), d'autres colonies de Cnidaires (*Gerardia*), des grands Bryozoaires (*Adeonella*, *Myriapora*, *Pentapora*) ou des éponges (*Axinella*).

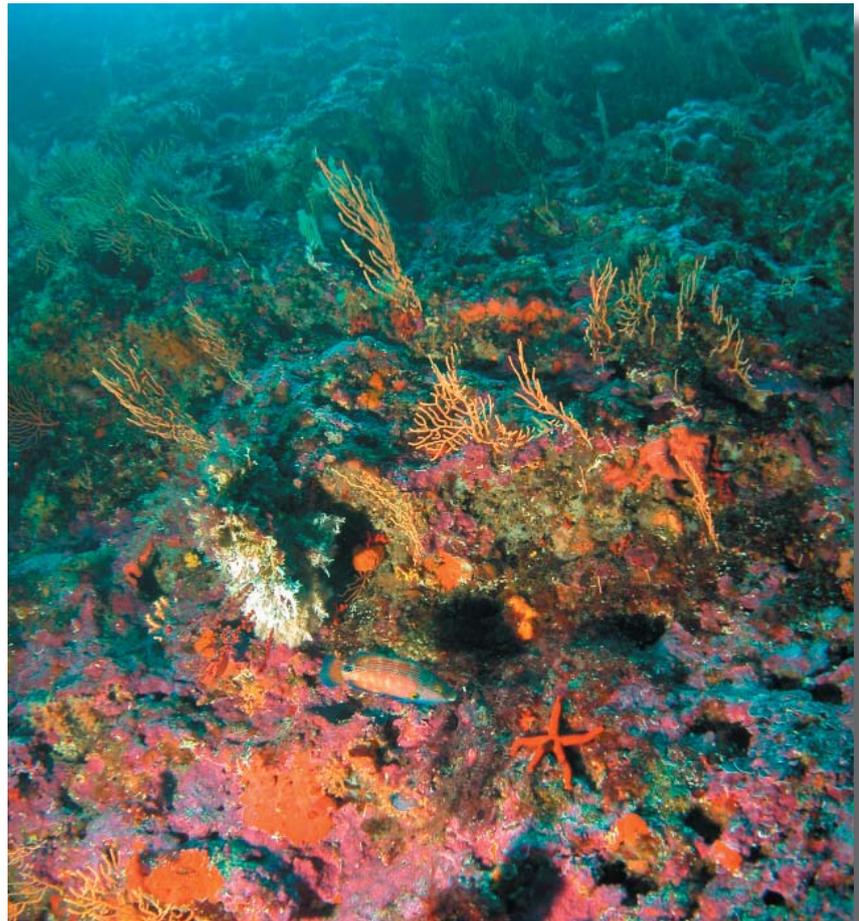
Cette structure qui s'édifie progressivement peut être attaquée par des foreurs des substrats calcaires (microphytes, éponges clones, certains mollusques comme *Lithophaga*) ou des rongeurs comme l'oursin *Sphaerechinus*. De l'équilibre entre construction et forage, résulte une structure tri-dimensionnelle extrêmement anfractueuse, avec une juxtaposition de micro-habitats très variés.



II - Importance écologique

Cette hétérogénéité spatiale se traduit par une richesse spécifique très élevée (plus de 600 espèces pour une seule zone !). Véritable carrefour éco-éthologique pour certains scientifiques, ces zones coralligènes abritent le long des côtes de Méditerranée nord-occidentale plus de 1700 espèces, dont 300 espèces d'algues, 1200 d'invertébrés et une centaine de poissons.

A cette importance écologique s'ajoute maintenant une importance économique majeure : les zones de coralligène représentent avec les épaves et les grottes les milieux les plus recherchés par les plongeurs sous-marins. Des espèces emblématiques comme le méro brun, les paysages grandioses des tombants de gorgones, constituent autant d'attrait pour le tourisme sous-marin.



III - Sensibilité et vulnérabilité

Dans les concrétionnements coralligènes, l'édification de la structure se fait très lentement, à peine un millimètre par an, et par couches successives. Les grandes espèces dressées d'invertébrés, caractéristiques de ces zones coralligènes, ont également une vitesse de croissance très lente : plusieurs dizaines d'années par exemple pour une gorgone. Plusieurs milliers d'années sont donc nécessaires pour construire les grands concrétionnements coralligènes.

Par ailleurs, les strates les plus superficielles, les plus jeunes, sont encore faiblement consolidées et facilement détruites par des chocs mécaniques. De même, le coralligène de paroi qui se développe en couche peu épaisse peut facilement être érodé.

Les grands éléments dressés (Gorgones, Eponges) sont relativement souples et, même s'ils peuvent être endommagés, cassent rarement directement en cas de chocs mécaniques. Par contre, le substrat sur lequel ils sont fixés, des algues rouges calcaires, est beaucoup plus fragile. Ils seront donc le plus souvent arrachés et non pas cassés.

La grande vulnérabilité de ces milieux coralligènes tient en deux points : leur très faible vitesse de croissance, donc de "réparation", et leur relative absence de résistance mécanique, du moins pour les strates les plus superficielles. Un choc mécanique ou un frottement répété conduira alors rapidement à une érosion complète des premières strates. Les grands éléments dressés qui donnent cette physionomie si particulière au paysage coralligène, seront également

les premières victimes de ces impacts, du fait de leur taille (grands Bryozoaires) ou de la faiblesse de leur point d'ancrage sur le substrat (Gorgones, Eponges).

Cette érosion aisée des premières strates du coralligène aura évidemment des répercussions importantes sur tous les autres micro-habitats formant le concrétionnement dans son ensemble, en particulier dans l'épaisseur du coralligène. Aux impacts visibles s'ajoutent donc tous les impacts indirects, invisibles.

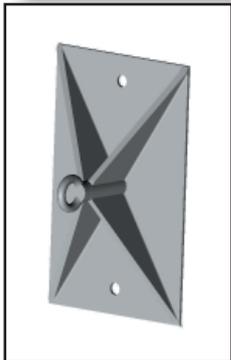
TECHNIQUES D'ANCRAGE ADAPTÉES

Le scellement d'ancrage : se reporter également à la fiche scellement / milieu Blocs et roches

I - Particularité

Le coralligène est un milieu dont le substrat d'origine est rocheux, la technique de scellement sur roche est donc adaptée. Mais la grande vulnérabilité de ce

milieu et sa relative faiblesse de résistance mécanique, obligent à prendre des précautions particulières pour recourir à cette technique d'ancrage.



II - Description technique des modèles

Schématiquement, les modèles adaptés reprennent les formes générales et principes des modèles définis pour le milieu blocs et roches.

Néanmoins, ces pièces doivent être optimisées pour trouver ici le juste équilibre entre : résistance adaptée et faible surface de contact avec le substrat.

Dans ce sens, on peut préférer, autant que faire se peut, le scellement d'un seul tirant, mais de diamètre plus important, et ancré plus profondément dans la roche.

En matière de platine d'ancrage, toute surface de semelle non indispensable à la rigidité de la pièce est supprimée.

III - Intérêt écologique

La grande vulnérabilité de ce milieu justifie pleinement l'utilisation de cette technique dont l'impact est négligeable. La mise en œuvre reste simple et ne nécessite pas de gros moyens nautiques ni de techniques pouvant

occasionner des dégradations « secondaires ». La localisation précise des perforations permet de choisir la position la mieux intégrée du point d'ancrage.

IV - Tenue

La tenue du scellement d'ancrage est excellente si la qualité de la roche offre une bonne résistance mécanique.

V - Technique de mise en place



Le choix du point précis d'implantation doit se faire avec beaucoup de discernement.

Identifier un substrat rocheux de bonne qualité tout en minimisant l'impact sur le coralligène. Il faut s'ancrer dans le dur, en dépassant la couche coralligène.

Précautions à prendre pendant les travaux : éviter les impacts « secondaires », stabiliser le bateau de travail sans ancrer sur la zone. Utiliser des pendeurs sous le bateau pour accrocher le matériel en attente. Sensibiliser le personnel scaphandrier sur leur comportement dans un milieu si fragile.

Éviter les contacts des matériels avec le fond ou les parois, soulager les flexibles

hydrauliques à l'aide de flotteurs rigides afin d'obtenir en profondeur une flottabilité nulle ou légèrement positive de ces matériels.

Recommandations

Prendre le temps suffisant pour apprécier la nature et la qualité du substrat rocheux choisi. La présence de fissures et de failles n'est pas toujours facile à constater. Elles sont souvent dissimulées par les algues ou le coralligène. Afin d'éviter les problèmes causés par des phénomènes électrolytiques, il est conseillé de réaliser votre équipement avec des matériaux de même nature et de nuance identique en qualité.

SOLUTIONS SELON L'USAGE ET COUT ÉSTIMATIF

- L=longueur
 - TØ =diamètre tige
 - FSS=Flotteur sub-surface,
 - BRCC= bouée rigide d'amarrage de surface à cheminée centrale

- Cout estimatif de la fourniture en Euros HT, frais de transport non inclus.
 - Toutes les dimensions sont en mm
 - Ligne d'eau : ligne reliant des bouées de balisage entre elles et solidaire de celles-ci.
 - Structures flottantes : par exemple, plateforme de baignade 4 x 4m amarrée en évitage (sur un seul point)

SCELLEMENT D'ANCRAGE

EMBARCATIONS LÉGÈRES < 7 M

Piton à œil : L 250, TØ 20,
 Ligne polyamide Ø 18 / bouée FSS 11 litres + BRCC
 Cout ancrage seul: 50 €

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11M

Soit piton à œil : L 250, TØ 20, soit petite platine à 2 tirants 250 X 20
 Ligne polyamide Ø 20 / bouée FSS 11 litres + BRCC
 Cout ancrage seul: piton 50, platine 550 €

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18M

Platine à 2 ou 4 tirants L 250/300, TØ 20/24, selon qualité de la roche.
 Ligne polyamide Ø 24/30, bouée FSS 11/25 litres, BRCC 650
 Cout ancrage seul: 550 à 650 €

BALISAGE

Bouée 400/600/800
 Piton à œil L 200/300 TØ 16/20
 Ligne polyamide Ø 14/16, Chaîne 12-16,
 bouée FSS 6/8 litres
 Cout ancrage seul: 35 à 50 €

LIGNE D'EAU FLOTTANTE

Piton à œil : L 250/300, TØ 20
 Ligne polyamide Ø 14/16 Chaîne 12 / 16
 bouée d'amarrage FSS 6/8 litres
 Cout ancrage seul: 50 €

STRUCTURES FLOTTANTES

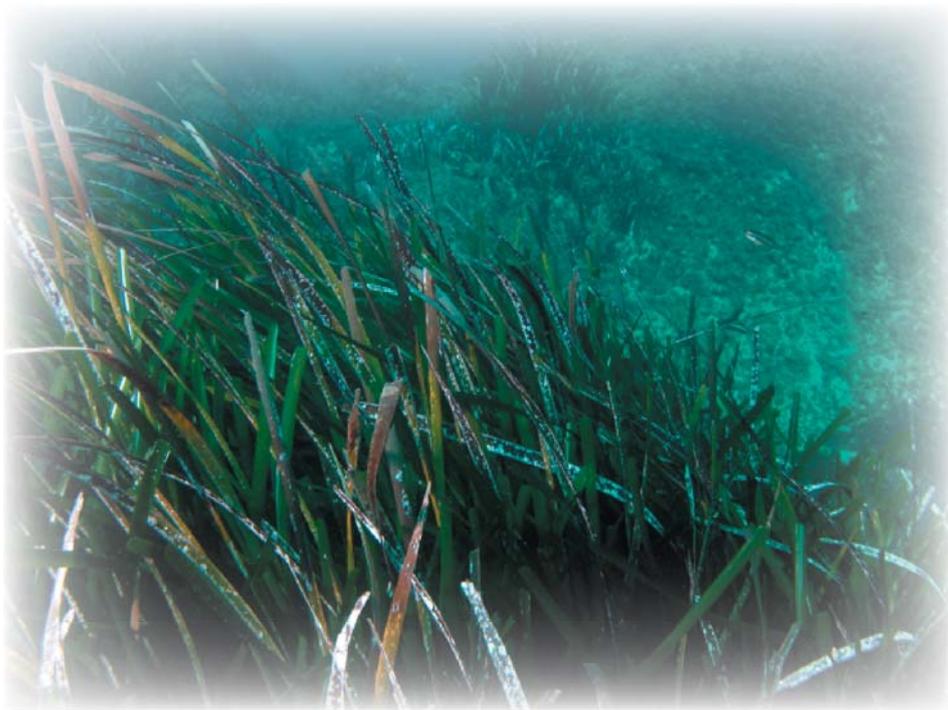
Soit piton à œil : L 250, TØ 20, soit petite platine à 2 tirants 250 X 20.
 Ligne polyamide Ø 24, bouée FSS 11 litres, émerillon 20
 Chaîne en pleine eau 20
 Cout ancrage seul: 50 à 550 €

STRUCTURES IMMERGÉES

Selon sa nature, les conditions d'expositions et sa flottabilité positive ou négative, une étude spécifique est à réaliser



ANCrages ÉCOLOGIQUES SUR HERBIERS DE POSIDONIES



LE MILIEU

I - Description

La Posidonie, *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, est une **phanérogame** marine **endémique** de la Méditerranée qui constitue d'immenses prairies sous-marines, ou herbiers, de la surface jusqu'à 30 à 40 m de profondeur dans les eaux claires. Les herbiers de Posidonie sont le plus souvent installés sur substrats meubles (sables fins à grossiers) ou, dans certains cas, sur roche. Les limites bathymétriques de répartition des herbiers caractérisent l'étage **Infralittoral**.

La Posidonie, en tant que **phanérogame**, possède des feuilles, une tige, des racines et peut se reproduire par l'intermédiaire de fleurs. Un faisceau de Posidonie correspond à une portion de rhizome (ou tige) portant 7 à 10 feuilles, de longueur différentes, les plus jeunes et les plus courtes se trouvant au centre. Le rhizome peut croître horizontalement (il est dit plagiotrope) ou verticalement (orthotrope). Quelle que soit l'orientation du rhizome, la distance entre le rhizome et le substrat correspond au **déchaussement**. Même déchaussé, le rhizome est fixé au sédiment par les racines.

Dressés en pleine eau, les faisceaux de feuilles peuvent atteindre près de 1 m de longueur. Ils constituent un écran ralentissant efficacement le mouvement de l'eau de mer. Transportées par le courant, les particules les plus fines sont alors piégées et sédimentent dans l'herbier, entre les rhizomes. Elles provoquent inexorablement leur enfouissement. La croissance verticale des rhizomes leur permet de lutter contre ce phénomène. Cela entraîne alors l'édification d'une structure où s'entrelacent rhizomes, racines et sédiment, la **matte** de l'herbier.

La reproduction de la Posidonie se fait essentiellement de façon végétative et relativement rarement de façon sexuée. La floraison des Posidonies est en effet peu souvent observée, du moins en

Méditerranée nord-occidentale. La reproduction végétative (duplication des rhizomes) entraîne une croissance verticale ou horizontale de l'herbier. Outre l'édification verticale de la **matte** déjà évoquée, cela permet à l'herbier de coloniser des surfaces horizontales importantes ... mais à une vitesse très faible : moins de 10 cm/an. Les grandes étendues d'herbiers doivent donc être vues comme des constructions monumentales, élaborées très lentement au cours des siècles. Toute destruction d'une certaine ampleur est donc quasiment irréversible à l'échelle humaine !

Ces étendues peuvent être continues ou discontinues selon l'importance du recouvrement (0% - pas d'herbier à 100% - herbier continu). Des phénomènes hydrologiques peuvent également conduire à l'apparition de structures sans végétation, sans faisceau de Posidonie; il s'agit des intermattes et des chenaux intermattes. Localement, l'érosion et la topographie conduisent à l'apparition de tombants de **matte**, de quelques décimètres à plusieurs mètres de hauteur. Une érosion, quelle que soit sa cause, peut entraîner aussi l'apparition de zone couverte par de la **matte** morte, des surfaces où affleurent des rhizomes morts et sans feuille.

La croissance des herbiers se fait majoritairement sur substrat meuble. Une succession écologique (théorique) a été décrite, avec l'installation d'un herbier à Cymodocées (voir fiche «sable et vase») sur sédiment meuble (des sables fins), puis progressivement, dans le temps, l'apparition d'un herbier de Posidonie. Si cette succession reste théorique, il est par contre certain que la croissance

verticale de l'herbier est inexorable. Quand les feuilles affleurent la surface, la structure qui se forme prend le nom de récif-barrière. Cette terminologie a été adoptée car ce phénomène s'observe principalement en fond de baie, là où les feuilles affleurantes forment un arc de cercle, parallèle au rivage, très similaire à un récif corallien frangeant. La lagune, espace compris entre le récif-barrière et le rivage, fonctionne alors comme un lagon; *Cymodocea nodosa*, autre **phanérogame** marine, y trouve des conditions optimales de développement.

Quand les conditions écologiques sont favorables et que la vitalité de l'herbier est importante, la Posidonie peut croître sur roche pour donner une construction particulière : l'herbier sur roche. La **matte** est alors relativement fine, le **déchaussement** limité et la densité des faisceaux importante.



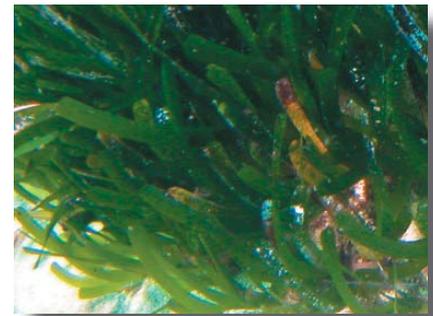
II - Importance écologique

L'herbier de Posidonie est aujourd'hui considéré comme un des écosystèmes les plus importants, voire l'écosystème-pivot de l'ensemble des espaces littoraux méditerranéens. Au même titre que la forêt en milieu terrestre, l'herbier de Posidonie est le terme ultime d'une succession de peuplements et sa présence est la condition *sine qua non* de l'équilibre écologique de beaucoup de fonds littoraux méditerranéens. L'herbier intervient sur la qualité des eaux littorales (production d'oxygène, piégeage de sédiments). Il représente un pôle de biodiversité (20 à 25% des espèces végétales et animales connues en Méditerranée y sont observées) et se trouve à la base de nombreuses chaînes alimentaires. L'herbier constitue un lieu de gîte, de **frayère** et de **nurserie** pour de nombreuses espèces animales qui y trouvent nourriture, refuge et protection. Il joue également un rôle fondamental dans la protection contre l'érosion de la frange côtière et des plages, sans laquelle le trait de côte actuel serait probablement fortement modifié.

La **biomasse** de matière végétale produite dans un herbier est considérable. De façon étonnante, très peu d'herbivores en profitent : en Méditerranée occidentale, un seul poisson herbivore, la saupe (*Sarpa salpa*), et quelques invertébrés (oursins) la consomment préférentiellement. La majeure partie de cette **production** primaire est donc exportée vers d'autres milieux, sous forme de feuilles mortes principalement. Si les invertébrés ne sont pas des consommateurs attirés, ils contribuent toutefois à dilacérer cette **biomasse** végétale. Elle se retrouve alors plus facilement assimilable pour les autres échelons trophiques. L'hydrodynamisme et les courants qui balayent les herbiers contribuent significativement à la dispersion de ces fragments de feuilles. De nombreux écosystèmes, littoraux ou profonds, profitent donc de cette exportation de matière première pour assurer leur fonctionnement.

Cette importance écologique indéniable a motivé des initiatives concrètes,

visant à préserver les herbiers : Arrêté de protection de la Posidonie (19 juillet 1988), prise en considération de l'herbier de Posidonie dans le décret d'application (20 septembre 1989) de la «loi littoral» (3 janvier 1986) et dans le cadre de la conservation des habitats naturels (Directive Européenne du 21 mai 1992). Les herbiers marins sont également pris en considération par l'Unesco, depuis la conférence de Rio en 1992. Enfin, mondialement, l'importance économique des herbiers est indéniable et, avec les estuaires, ils font partie des milieux majeurs : leur valeur économique est estimée à près de trois fois celle des milieux coralliens.



III - Sensibilité et vulnérabilité

Physiquement, les herbiers de Posidonie ou les zones de **matte** morte se caractérisent par une tenue mécanique très variable. La **matte** peut présenter une **compacité** très variable selon la nature du sédiment qui s'y trouve : une fraction importante de particules fines dans le sédiment conduira à une faible **compacité**, alors que la présence de sable fins ou grossiers, avec peu de particules fines, augmentera considérablement la **compacité** de la **matte**. La résistance de l'herbier à un impact extérieur sera alors très différente. De plus, un fort **déchaussement** des rhizomes accentuera la sensibilité de l'herbier à une pression d'ancrage : un rhizome déchaussé, éloigné du sédiment, sera plus facilement arraché par une ancre qui s'est glissée dessous qu'un rhizome plaqué contre le substrat.

Par ailleurs, l'importance écologique des herbiers tient en grande partie à sa structure tri-dimensionnelle. Des arrachages répétés par des ancres de faisceaux peuvent provoquer à terme une modification profonde de cette **bio-construction** et, par voie de conséquence, une diminution probable de son rôle écologique.

Interface entre la zone terrestre et les zones du large, les herbiers sont probablement à l'heure actuelle les milieux qui ont le plus souffert des impacts anthropiques. Les causes de régression de l'herbier sont nombreuses. Elles sont, pour leur grande majorité, engendrées par des nuisances d'origine anthropique comme la pollution urbaine, la construction d'ouvrages sur la bande littorale, l'action d'agents polluants d'origine industrielle, l'utilisation d'arts

traînants. Depuis plusieurs années, de nombreux auteurs ont attiré l'attention des scientifiques et des administrations sur le problème de l'impact des mouillages forains sur l'herbier de Posidonie.

Par leur étendue et leur réputation de milieu qui "accroche", les herbiers sont souvent victimes des ancrages par les plaisanciers en Méditerranée. Les enquêtes réalisées montrent clairement que la grande majorité des plaisanciers préfèrent mouiller sur un herbier que sur un autre fond (sable, roche) afin d'assurer son mouillage. Récemment, plusieurs études ont clairement montré et quantifié l'impact des ancrages de bateau sur les herbiers. Elles recommandent sans hésitation, quand cela est possible, le recours à d'autres méthodes que les ancres.

TECHNIQUES D'ANCRAGE ADAPTÉES

L'enroulement d'acier Ancrage HARMONY type P

I - Définition et usage

Tout dispositif composé d'un enroulement hélicoïdal d'acier (forme de tire-bouchon) dont le fil, le diamètre extérieur, la longueur et le pas, permettent la pénétration dans le substrat particulier de l'herbier (matte) pour devenir un point d'ancrage très résistant.

Parfaite adaptation à tous les sols de «matte» vivante ou morte de posidonie. Très large gamme d'utilisation : amarage de petit balisage jusqu'à l'amarage de gros navires.

Dans certaines conditions, l'herbier se développe sur la roche, l'épaisseur de

sa matte est très faible.

Dans ce cas utiliser la solution technique décrite dans la fiche ancrage sur roche en épargnant au mieux l'herbier sur la zone d'implantation.

Dans les cas d'herbier très clairsemé à faisceaux isolés, ou le substrat n'est plus une matte, mais redevient purement sableux, appliquer la technique d'ancrage vis à sable.

Ce système d'ancrage est réversible. L'enroulement peut être dévissé et réutilisé sur un autre site.



II - Description technique des modèles

Fabrication en acier spécial et galvanisé à chaud.

Suivant l'usage projeté et la charge admissible, il existe des modèles dont la longueur totale varie.

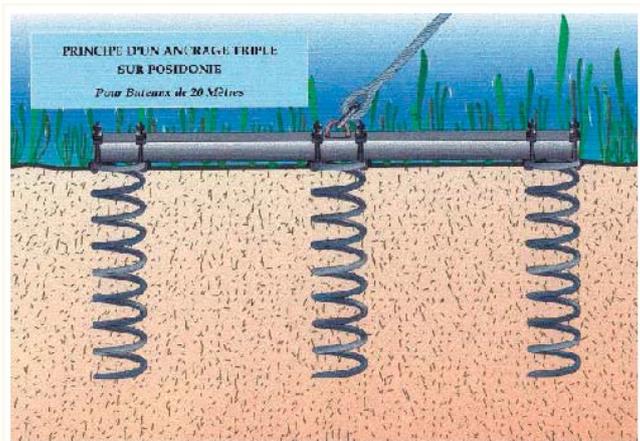
En règle générale, les valeurs moyennes des caractéristiques de l'enroulement hélicoïdal sont : Diamètre de fil : 30 mm, diamètre extérieur : 350 mm, longueur : 800 à 1600 mm, poids : 25 à 42 kg.

Le point d'amarrage est constitué d'une bride montée sur la spire supérieure rapprochée.

Il est facilement démontable et remplaçable.

Ces enroulements peuvent être installés individuellement ou reliés par 2 ou par 3 avec une barre d'accouplement.

Ces modèles font l'objet d'un brevet européen étendu



III - Tenue

L'enroulement hélicoïdal d'acier pénètre par vissage, sur toute sa longueur, la «matte» de posidonie. Cette matte est constituée d'un réseau dense et très enchevêtré de rhizomes et de racines de la plante.

Le fil très rigide de ce tire-bouchon géant crée son propre passage à travers ce réseau sans couper, ni broyer,

ni déstructurer les éléments constitutifs de la matte.

C'est l'absence d'altération de la matte qui confère à l'ancrage une excellente résistance. A la traction celui-ci mobilise un énorme volume de sol autour de lui-même, car les efforts se répartissent sur l'ensemble du réseau ambiant.



IV - Intérêt écologique

La pose d'un enroulement dans un herbier vif n'a pas d'impact négatif. C'est la conclusion de l'étude scientifique.

La forme de l'ancrage n'affecte ni les feuilles ni les rhizomes de la plante. Aucune surface d'herbier n'est occupée. Aucun effet

d'affouillement si le dispositif est plaqué au sol. Aucune altération de la matre lors de la pose

La mise en œuvre reste simple et ne nécessite pas de gros moyens nautiques ni de techniques pouvant occasionner des dégradations « secondaires »



V - Technique de mise en place

La pose d'enroulement à posidonie ne nécessite pas la mise en œuvre de gros moyens techniques ni nautiques. L'encombrement et le poids des fournitures est très raisonnable. L'encombrement et le poids du matériel de pose est restreint. La taille du bateau de travail peut donc rester modeste.

I) Vissage manuel :

Cette technique ne peut s'envisager qu'avec les petits modèles d'enroulement (faible longueur). Grâce à un levier placé dans les deux organes montés sur la dernière spire, deux scaphandriers se tenant face à face font tourner l'ancre dans le sol, jusqu'au vissage complet. La limite de cette technique est liée à la force physique développée par les bras des scaphandriers ainsi qu'à la longueur du levier utilisé. Cette méthode de pose est techniquement possible, mais nous la déconseillons en raison du piétinement de l'herbier pendant le vissage manuel.

II) Vissage par machine hydraulique :

Cette technique permet de : Développer des couples de vissage très élevés si nécessaire. Travailler à toutes profondeurs en maîtrisant la puissance. Eviter les efforts physiques des scaphandriers. Eviter les déplacements sur le fond (piétinement de l'herbier).

Le matériel nécessaire se compose d'une centrale hydraulique, de 2 flexibles de longueur suffisante et

d'une « visseuse » moteur hydraulique avec tête adaptée pour vissage de l'enroulement. Cet outil de vissage possède 2 bras pour manipulation par les scaphandriers. Ceux-ci sont immobiles sur le fond et servent de point d'appui, sans gros effort particulier.

Le vissage par machine hydraulique est de loin la meilleure technique de mise en place.

Recommandations

Rechercher toujours la meilleure adaptation de l'ancrage à son substrat. Définir les conditions d'utilisation des dispositifs d'ancrage. Se fixer des limites d'utilisation. (Taille ou volume des objets ou structures amarrés, vitesse vent, hauteur de houle)

Ces deux derniers points permettent d'évaluer l'effort maximum devant être repris par le ou les ancrages projetés. Utiliser toujours pour la mise en place des techniques non agressives de déplacement de fournitures et de matériel de pose. (remorquage des matériels en flottabilité, choix des points d'amarrage)

Visser en totalité l'ancrage dans le sol.

En cas de vissage incomplet, ne pas hésiter à dévisser et à déplacer légèrement l'ancrage pour obtenir satisfaction.



VI - Choix du modèle

A / Selon l'utilisation

C'est la résistance souhaitée de l'ancrage qui déterminera le choix du modèle.

En règle générale, la résistance est proportionnelle à la longueur totale de l'ancre.

B / Selon la qualité du substrat

La résistance mécanique d'une matre de posidonie est très variable selon sa compacité.

Cette compacité est liée à la densité de l'herbier (nombre de faisceaux de feuilles au mètre carré) ainsi qu'à la nature et à la granulométrie des sédiments qui y sont emprisonnés.

Il ne s'agit pas ici de qualifier précisément cette résistance comme peuvent le faire des professionnels de la mécanique des sols avec des matériels tels que pénétromètre, scissomètre ou carottier.

Il faut apprécier et estimer la densité de l'herbier et sa compacité.

S'assurer de l'épaisseur disponible suffisante de matre correspondant au minimum à la longueur de l'ancre à installer.

Choix de principe (à effort identique et pour des mattes de compacités très différentes) : Plus la compacité est faible, plus l'ancrage sera long, pour une meilleure résistance aux efforts latéraux, et plus on multipliera le nombre d'ancres reliées entre elles en montage double ou triple. Plus la compacité est élevée, plus l'ancrage sera « normalement proportionné » et les montages doubles ou triples seront réservés à des charges très importantes.

C / Selon l'effort estimé.

Les tailles standards d'enroulement à posidonie varient de 0.80m à 1.60m.

Au-delà de cette taille, la technique de mise en place devient plus lourde, les moyens nautiques plus importants.

L'ensemble de la mise en œuvre peut alors avoir un impact significatif sur le milieu (déplacement de bateaux plus importants, mouillages répétés, repositionnements.)

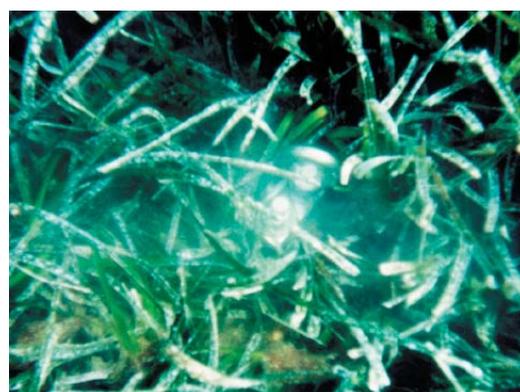
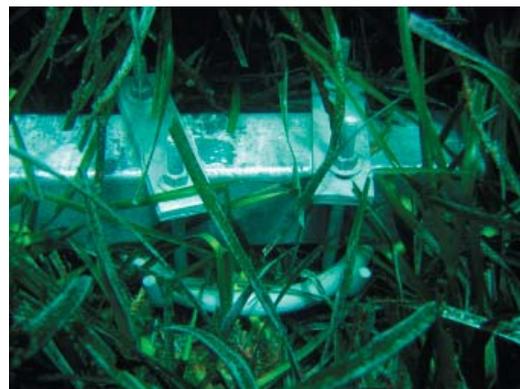
Il est donc plus intéressant de multiplier les points d'ancrage pour diviser les efforts, que de réaliser un seul gros ancrage.

A même compacité de matre, plus les efforts sont importants, plus les ancres seront utilisées

reliés entre eux avec barre d'accouplement ou même des dispositifs multiples reliés entre eux.

Confusion dangereuse.

Une vis à sable ne doit pas être implantée dans un herbier pour les raisons suivantes. Le bord d'attaque du disque de la vis à sable, lors de sa rotation, vient sectionner ou arracher les faisceaux de feuilles à la surface du sol, puis sur toute la hauteur du passage de la vis, les rhizomes sont déchirés, arrachés ou broyés. Cet impact destructeur entraîne une autre conséquence: la résistance mécanique de la matre est nettement affaiblie par déstructuration de ses éléments et la tenue de la vis à sable devient donc très médiocre.



SOLUTIONS SELON L'USAGE ET COUT ÉSTIMATIF

- L=longueur
 - ExtØ =diamètre extérieur
 - FØ =diamètre de fil
 - FSS=Flotteur sub-surface,
 - BRCC= bouée rigide d'amarrage de surface à cheminée centrale

- Cout estimatif de la fourniture en Euros HT, frais de transport non inclus.
 - Toutes les dimensions sont en mm
 - Ligne d'eau : ligne reliant des bouées de balisage entre elles et solidaire de celles-ci.
 - Structures flottantes : par exemple, plateforme de baignade 4 x 4m amarrée en évitage (sur un seul point)

ENROULEMENT HARMONY

EMBARCATIONS LÉGÈRES < 7 M

Enroulement : L 1000/1200, ExtØ 350, FØ 30
 Ligne polyamide Ø 18 / bouée FSS 11 litres + BRCC
 Coût ancrage seul: 300 €

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11M

Enroulement : L 1500, ExtØ 350, FØ 30
 Ligne polyamide Ø 20 / bouée FSS 11 litres + BRCC
 Coût ancrage seul: 400 €

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18M

Enroulement : L 1500/1600, ExtØ 350, FØ 30
 Ligne polyamide Ø 24/30, bouée FSS 11/25 litres , BRCC 650
 Cout ancrage seul: simple 450 €, double 1200 €, triple 1500 €

BALISAGE

Bouée 400/600
 Enroulement : L 800/1000, ExtØ 300, FØ 22
 Bouée 800
 Enroulement : L 1000/1200, ExtØ 350, FØ 30
 Ligne polyamide Ø 14/16, chaîne 12/16, bouée FSS 6/8 litres
 Coût ancrage seul: 250 à 300 €

LIGNE D'EAU FLOTTANTE

Enroulement : L 1500, ExtØ 350, FØ 30
 Ligne polyamide Ø 14/16 Chaîne 12 / 16
 bouée FSS 6/8 litres
 Coût ancrage seul: 400 €

STRUCTURES FLOTTANTES

Enroulement : L 1500, ExtØ 350, FØ 30 unitaire ou montage double
 Ligne polyamide Ø 24, bouée FSS 11 litres, émerillon 20
 Chaîne en pleine eau 20
 Coût ancrage seul: 450 à 1200 €

STRUCTURES IMMERGÉES

Selon sa nature, les conditions d'expositions et sa flottabilité positive ou négative, une étude spécifique est à réaliser



Partie 3.

Sensibilité et vulnérabilité des milieux ***Synthèse***



Sensibilité et vulnérabilité

	Sables et Vases	Galets et Eboulis
Tenue mécanique (accrochage)	faible	moyenne
Résistance mécanique à un choc	correcte	correcte
Stabilité du milieu	bonne stabilité du substrat	grande instabilité
Structure tridimensionnelle	non, pente plus ou moins marquée	non, pente plus ou moins marquée
Bio-construction	absente	absente
Autres caractéristiques	Pouvoir de succion peut être important (vase). Dissémination rapide de <i>C. taxifolia</i> et <i>C. racemosa</i>	
Importance écologique	importante	limitée
Sensibilité/ Vulnérabilité	moyenne à importante (si <i>Cymodocea</i> ou <i>Zostera</i>)	limitée

La sensibilité et la vulnérabilité d'un milieu peut être appréciée en fonction de ses différentes caractéristiques : tenue mécanique (accrochage d'un mouillage), résistance mécanique à un choc, stabilité, structure tridimensionnelle, présence de **bio-constructions** et importance écologique. L'emplacement d'un mouillage permanent n'est pas

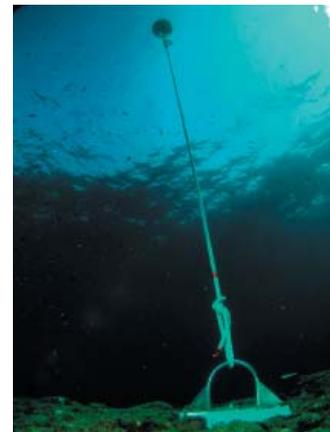
forcément localisé très précisément et un gestionnaire peut alors avoir le choix entre différents substrats. Même si des techniques d'ancrages écologiques ont été détaillées, il convient alors de choisir, quand cela est possible, le milieu le moins sensible ou le moins vulnérable. Dans l'absolu, tout milieu, quel qu'il soit, subira un impact négatif. Toutefois,

les conséquences, à l'échelle de son fonctionnement écologique ou de son intégrité, ne seront pas les mêmes. Fonctionnement et intégrité ne seront pas atteints dans les milieux les moins sensibles ou les moins vulnérables. Par contre, à l'opposé, sur les milieux les plus sensibles et les plus vulnérables, l'intégrité des milieux pourra être atteinte,

des milieux

Blocs et Roches	Coralligène	Herbiers de Posidonie
bonne	bonne	variable
correcte	faible	variable
stabilité du substrat variable	bonne stabilité du substrat	bonne stabilité du substrat
relief marqué et pente de nulle à forte, à relief marqué	importante (concrétionnement)	importante (matte)
absente	oui (concrétionnement)	oui (matte)
grande hétérogénéité possible du milieu		vulnérabilité fonction du déchaussement des rhizomes et de la compacité de la matte
importante	majeure	majeure
moyenne à importante (si espèces dressées)	très importante	importante à très importante

avec destruction de l'architecture spatiale et donc simplification de la complexité. La **diversité spécifique** d'une **biocénose** étant étroitement liée à la diversité en habitats et à la complexité spatiale, cette destruction pourra avoir des conséquences majeures sur son fonctionnement (disparition d'espèces, diminution de la **production**).





Partie 3.

Éléments Intermédiaires et Éléments de Surface



ÉLÉMENTS INTERMÉDIAIRES

I - Définition et généralités

Tout dispositif se situant entre un point d'amarrage fixe (ancrage) et un objet ou une structure.

Ce dispositif a pour but d'assurer la liaison entre ces deux

éléments afin de les rendre solidaires.

L'ensemble de ce dispositif sera nommé ici : ligne d'amarrage ou ligne de mouillage



II - Principe

La ligne d'amarrage permet de limiter, retenir ou immobiliser dans ses mouvements l'objet qui y est attaché. L'ensemble des forces appliquées (vagues, vent, courant) sur un objet amarré en surface par exemple, génère un effort, globalement horizontal, qui est transmis intégralement par la ligne d'amarrage sur le point d'ancrage au sol. L'élément intermédiaire, ligne d'amarrage subit donc des contraintes importantes et variables.

A propos de la notion de tension : la tension dans la ligne de mouillage évolue suivant deux paramètres : la valeur de l'effort horizontal et la valeur de l'angle de la ligne de mouillage par rapport à l'horizontale. L'angle de travail sera donc un des éléments à prendre en compte pour la conception d'une ligne de mouillage.

A titre d'exemple,

Effort horizontal	Angle	Tension
1 tonne	0°	1 tonne
1 tonne	30°	1,2 tonne
1 tonne	60°	2 tonnes
1 tonne	80°	5.8 tonnes
1 tonne	85°	11.4 tonnes

III - Conception

La ligne de mouillage doit être parfaitement adaptée à l'usage ainsi qu'aux conditions d'utilisation. Les critères retenus pour l'élaboration d'une ligne d'amarrage sont : la résistance, la longueur appropriée, l'effet d'amortissement des mouvements, la longévité et maintenance, la réduction ou la disparition des impacts négatifs sur le milieu.

On peut avoir recours à plusieurs solutions pour l'amarrage d'un objet.

Amarrage sur une seule ligne de mouillage : en évitage, l'objet peut évoluer librement sur 360° autour de son point d'ancrage, il se présentera logiquement toujours face au vent et à la mer. Cette disposition de libre orientation apporte souplesse et douceur dans les mouvements et ramène au minimum les efforts potentiels appliqués sur l'ob-

jet amarré. Par contre la surface du cercle d'évitage peut poser problème en matière de gestion du plan d'eau.

L'amarrage en évitage est conseillé sur des sites exposés soumis à des vents variables en force et en direction.

Amarrage sur deux lignes de mouillage diamétralement opposées : en embossage, l'ob-

jet ne peut évoluer que sur un axe longitudinal, avec un faible déplacement latéral. Cette disposition réduisant considérablement les mouvements, provoque des à-coups dans les déplacements et accroît donc la valeur des efforts dynamiques. Dans les cas où le vent et la mer s'appliquent par le travers sur l'objet embossé, les surfaces soumises à ces ef-



forts sont en général bien supérieurs aux surfaces concernées par vent de face. Attention de laisser un libre mouvement vertical suffisant à l'objet amarré..

La solution de l'embossage réduit la surface occupée sur le plan d'eau, mais sollicite davantage les organes d'amarrage, les lignes de mouillage et les points d'ancrage.

L'embossage est conseillé sur des sites

relativement abrités avec un vent de direction constante qui définira l'orientation des installations.

Amarrage multipoint.

Cette technique permet pratiquement d'immobiliser un objet dans le plan horizontal. C'est le cas pour l'amarrage d'un ponton flottant le long d'un quai par exemple ou d'une plate-forme isolée. Dans ce cas les lignes de mouillages seront conçues pour permettre avant tout les mouvements verticaux de la structure amarrée.

Amarrage tendu.

La longueur de la ligne de mouillage ne permet aucun mouvement vertical de l'objet amarré. Le positionnement de l'objet est immuable, la résistance de la ligne de mouillage doit être nettement supérieure à la valeur de la poussée d'Archimède provoquée par l'immersion totale de l'objet amarré.

IV - Résistance

La résistance nécessaire sera calculée en fonction de l'effort théorique maximum transmis par la ligne, suivant les conditions d'utilisation données. (Définition des limites d'utilisation). La tension sera alors estimée selon l'angle de travail le plus pénalisant de la ligne d'amarrage. La valeur obtenue doit être majorée d'un coefficient de sécurité, pour tenir compte des valeurs extrêmes sous ef-

forts dynamiques et de l'usure possible de certains éléments (manilles etc..)

La ligne créée doit présenter sur toute sa longueur une résistance homogène. S'assurer de la résistance individuelle de chacun de ses composants (manilles, chaîne, câble, cordage, émerillon, bote, etc) . Utiliser des techniques de jonction adaptées (sertissage, serre-câble, épis-

sure, nœuds, surliure) sans créer un point de faiblesse.

Les résistances annoncées par les fabricants peuvent être mentionnées en terme de « rupture » sans coefficient de sécurité, ou de Charge Maximum d'Utilisation avec un coefficient de sécurité.

V - Longueur appropriée. (hors configuration d'un mouillage tendu)

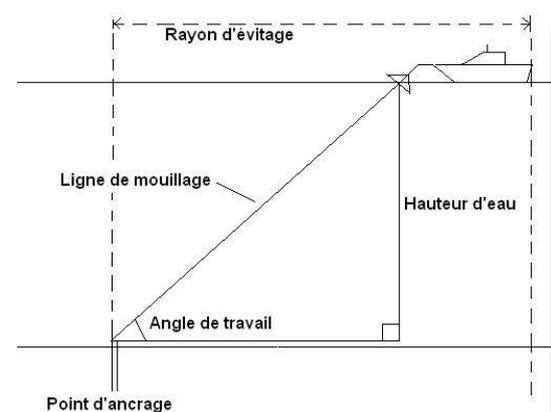
Cette longueur sera calculée selon les paramètres de hauteur d'eau (hautes eaux, majorées de la hauteur de houle possible) et d'angle de travail souhaité de la ligne de mouillage dans ces conditions.

La longueur totale de la ligne d'amarrage sera donc équivalente à la longueur de l'hypoténuse d'un triangle rectangle dont la hauteur est égale à la hauteur d'eau maximale et dont l'angle adjacent par rapport à la base, est l'angle de travail de la ligne de mouillage.

Pour maintenir une tension convenable, nous conseillons un angle maximum de 45°. Pour cette valeur, la tension dans la ligne de mouillage sera égale à la valeur de l'effort horizontal multiplié par 1,414.

D'autre part, l'angle de travail à 45° est un bon compromis entre tension et rayon d'évitage.

Si l'angle de travail diminue, la tension décroît, mais le rayon d'évitage augmente.



VI - Effet d'amortissement des mouvements.

Cet effet est recherché afin de réduire les à-coups provoqués par la houle et le ressac dans tous les organes d'amarrage.

La force antagoniste nécessaire à l'obtention de l'amortissement des mouvements, est depuis fort longtemps matérialisée par la masse d'une chaîne « dormante » reliée au point d'ancrage sur le fond. (Voir fiche corps-mort du milieu Sable et Vase paragraphe choix du modèle). Cette technique efficace, ne peut être retenue en raison de son impact négatif sur les milieux (pilonnage et balayage incessant de la chaîne sur le substrat)

Une autre technique s'appuie sur la poussée d'Archimède. Il s'agit de positionner à mi profondeur sur la ligne d'amarrage un flotteur immergé. Ce flotteur de volume suffisant, maintient par sa poussée, la partie basse de la ligne de mouillage tendue verticalement. Cette poussée verticale permanente représente une force antagoniste à l'effort horizontal appliqué sur l'objet amarré.

L'amortissement sera proportionnel au volume du flotteur de sub-surface installé. Cet effet est également accru par le « frein » que représente tout mouvement d'un corps immergé, (relation entre la vitesse, la surface et la masse volumique du fluide) Cette solution comporte deux avantages: l'amortissement des mouvements et l'absence d'impact négatif sur les milieux. En effet, la poussée du flotteur empêche tout contact de la ligne de mouillage avec le substrat.

Une solution mixte utilise les avantages des deux techniques précédentes.

Un flotteur de sub-surface est installé à mi-profondeur et maintient sous tension la première partie cordage de la ligne de mouillage. La deuxième partie entre le flotteur et la surface est constituée d'une chaîne de fort diamètre. La poussée du flotteur constitue un premier « amortisseur » la longueur et la masse de la chaîne à tendre absorbent les à-coups plus importants. Le volume du flotteur est calculé pour obtenir une poussée significative malgré la charge d'une partie de longueur de chaîne.

La position du flotteur et la longueur de chaîne sont telles que tout contact de la ligne d'ancrage avec le sol soit impossible.

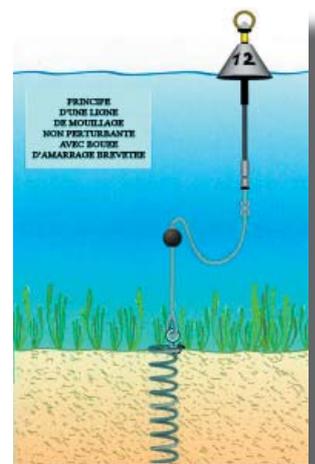
L'amortissement par allongement.

Le matériau utilisé pour réaliser une ligne de mouillage, peut constituer en lui-même par ses caractéristiques un effet d'amortissement.

C'est le cas d'un cordage polyamide 3 torens par exemple (à 75% de la charge de rupture, l'allongement est de 45%)

Pièce amortisseur.

Il existe des pièces spécifiques conçues pour jouer le rôle d'amortisseur, ressort elastomère.



VII - Longévité et maintenance.

La durée de vie d'une ligne d'amarrage est liée à sa conception (bonne adaptation à l'usage) et à la qualité de ses composants. Préférez toujours les montages simples et efficaces. Pour augmenter la longévité il faut éviter l'usure.... Cette usure n'est pas inéluctable. Tout mouvement provoquant une friction induit une usure. (Exemple de mouvements provoquant l'usure: manille dans l'œil d'une bouée, ou manille sur un émerillon, manille dans une cosse). Il faut donc rechercher des montages où les mouvements incessants des pièces sont supprimés. Utilisation de bagues intermédiaires entre manille et œil, suppression de pièces de jonction intermédiaires telles que manilles et cosses au pro-

fit de nœud étranglés sans jeu (nœud de grappin par exemple) Dans les cas où la chaîne sert de lest (sous une bouée par exemple), utiliser de préférence une chaîne plus courte et de fort diamètre par rapport à une chaîne de petit calibre et de longueur supérieure, cette dernière s'use beaucoup plus vite par effet d'électrolyse et de friction des maillons entre eux.

L'utilisation, en remplacement d'une chaîne, d'un lest monobloc massif tel qu'une pièce de fonte, monté sur une ligne textile et à bonne distance sous une bouée, peut remplir parfaitement son rôle sans provoquer d'usure particulière.



VIII - Intérêt écologique.

La ligne d'amarrage munie d'un flotteur intermédiaire, qui dans n'importe quelle condition reste en « pleine eau » sans contact direct avec le milieu représente à l'évidence, un intérêt écologi-

que de premier ordre..Cet avantage concerne l'ensemble des milieux sur lesquels ce type de ligne non perturbante sera installé.



IX - Choix des matériaux.

En règle générale, les matériaux utilisés pour la confection des lignes d'amarrage sont métalliques, textiles, polymère ou une combinaison des deux.

- Tous les matériaux métalliques sont résistants, mais feront toujours l'objet de corrosion par oxydation et/ou électrolyse.

- Tous les éléments de type chaîne subissent des usures rapides dues aux chocs et aux frictions provoqués par des mouvements répétés.

- Tous les matériaux souples de type textile (polyester, polyamide, polypropylène, polyéthylène, etc.) toronnés ou

tressés sont très résistants et insensibles à la plupart des agents chimiques et organiques. Par contre ils offrent une relative fragilité à l'usure mécanique due aux frottements répétés sur un corps quelconque. Le rapport résistance/longévité sera en faveur des éléments textiles à la condition que ceux-ci soient bien protégés des phénomènes de friction et de ragage.

- Tous les cordages ayant une gaine extérieure tressée en polyester résistent bien aux frictions et abrasions.. Les cordages tressés 8 torons (4 x 2) en polyamide sont insensibles au détournage, Le cordage

polyamide 3 torons possède un bon allongement et absorbe bien les chocs.

Le câble textile, âme tressée en Aramide (kevlar) avec gaine extérieure tressée en polyester représente un rapport résistance/longévité exceptionnel.

Exemple : Ø 17,5 mm, résistance 20 tonnes, poids/mètre 242 gr.

Certains éléments sont des combinaisons textile/métal. C'est le cordage mixte : cordage polypropylène multi torons, dont l'âme de chacun est constituée d'un câble acier. Ce cordage résiste assez bien au ragage et conserve une relative souplesse.



X - Recommandations.

Utiliser des matériaux de bonne qualité, surtout en ce qui concerne les manilles, dont le filetage du manillon s'oxyde souvent très vite.

Les manilles doivent toujours être «freinées» (le manillon est assuré par un lien pour éviter le desserrage.). Il est préférable d'utiliser un collier nylon plutôt qu'un fil métallique. Eviter autant que faire se peut les jeux entre les diverses pièces de jonction (manille, cosse, organeau, chaîne, émerillon.)

L'usure permanente des chaînes est provoquée par les mouvements des maillons entre eux. Afin de réduire cette usure, utiliser, pour un poids identique, une chaîne courte et de grosse section, plutôt qu'une longueur supérieure et de moyenne section. Le cordage mixte sur tout ou partie de la ligne de mouillage remplace très avantageusement la chaîne en servant également de lest.. Le montage sous une bouée de ligne polyamide avec lest tubulaire acier ou fonte, placé quelques mètres sous la bouée, est une solution excellente en matière de longévité, il suffit de protéger la section

haute en polyamide, des coups d'hélices, par un tube en PEHD par exemple. Vérifier les éventuels effets électrolytiques entre les divers éléments utilisés. Eviter toute abrasion mécanique sur les parties textiles. Si nécessaire, protéger ces parties avec des fourreaux tressés, des sections de tubes polyéthylène ou des spirales de protection en PEHD.

Quelques points de repère.

Une manille montée sur une chaîne doit être d'une taille immédiatement supérieure au diamètre de la chaîne. (ex : chaîne 14 mm, manille 16 mm).

Allongement moyen à 75 % de la charge de rupture	
Cable acier	2.5%
Coaxial polyester	17%
Coaxial polyamide	22%
8 torons polypropylène	25%
3 torons polypropylène	27%
8 torons polyester	28%
3 torons polyester	32%
8 torons polyamide	35%
3 torons polyamide	45%

©Cousin-Trestec

Ømm	Chaîne	polyamide
8	2300	1330
10	4300	2040
12	5000	2940
14	7000	4020
16	9000	5200
18	11500	6570
20	14000	8140
22		9800
24		11800
30		17400

Tableau de résistances comparées entre une chaîne liège éprouvée et un cordage polyamide 3 torons

Longueur bateau	Déplacement	Ø mm
8 m	2 - 4 T	12 - 14
10 m	5 - 6.5 T	14 - 16
12 m	8 - 11 T	16 - 20
16 m	12 T	20
20 m	20 T	24

©Cousin-Trestec

Tableau amarrage et mouillage : diamètre conseillé pour polyamide 3 torons et polyester 3 torons

ÉLÉMENTS DE SURFACE

I - Bouée d'amarrage pour embarcations

Définition. : Tout corps flottant permettant de localiser la présence d'un dispositif d'amarrage et supportant une ligne de mouillage accessible à l'utilisateur.

La bouée d'amarrage peut être réduite dans certains cas à l'usage de simple bouée de marquage munie d'un filin permettant de récupérer la ligne d'amarrage en attente sur le fond mais en règle générale, pour des raisons de sécurité, de facilité et de confort, la bouée cumule diverses fonctions.

Signal visuel : de forme sphérique ou conique et de couleur souvent blanche, sa taille doit permettre de la repérer facilement et d'y apposer une signalétique. (N°, taille de bateaux, limites d'utilisation, pictogramme). Cette bouée doit être résistante., elle doit supporter les chocs accidentels contre les coques, et résister aux rayons ultra-violets ainsi qu'aux agressions chimiques.

Support d'amarrage. : la bouée n'est pas un organe d'amarrage, elle permet simplement d'accéder à la ligne de mouillage pour s'y amarrer solidement. Une bouée d'amarrage n'est pas conçue pour offrir la résistance mécanique suf-

fisante d'une pièce intermédiaire entre l'amarre du navire et la ligne de mouillage. De nombreuses bouées sont munies d'une tige métallique traversante terminée en forme d'anneau pour la partie supérieure et dotée d'un émerillon en partie inférieure. Ces bouées sont souvent très mal utilisées, en effet, de nombreux bateaux s'amarent directement sur l'anneau de la tige métallique. Or, cet anneau sert uniquement pour la prise momentanée de la bouée, et ne constitue pas un solide organe d'amarrage.

Choix d'une bouée d'amarrage

Il existe de nombreux modèles de bouées de conception et de prix très variables.

- **Bouée sphérique gonflable à tige** : solution peu onéreuse, mais manque de fiabilité dans le temps. La matière est souvent sensible aux UV. En cas de fuite la bouée n'est pas insubmersible. Difficulté de marquage sur le flotteur. La tige traversante incite à une mauvaise utilisation. La forme du flotteur nécessite un lestage pour une tenue verticale. Nécessité de s'amarrer sous la bouée directement à la ligne de mouillage.

- **Bouée biconique rigide à tige** : choisir un matériau non cassant, préférer le PEHD au PVC par exemple. Choisir un modèle dont le volume intérieur est moussé pour assurer une parfaite flottabilité quoiqu'il arrive.. La tige traversante incite à une mauvaise utilisation. La forme du flotteur nécessite un lestage pour une tenue verticale. Nécessité de s'amarrer sous la bouée directement à la ligne de mouillage.

- **Bouée conique à cheminée centrale** : Corps en PEHD, volume intérieur moussé.. Très bonne longévité et facilité de marquage. Absence de tige métallique, absence de corrosion. Facilité d'amarrage grâce au passage de la ligne de mouillage à travers la cheminée centrale du flotteur. Confort d'utilisation : la boucle d'amarrage peut être amenée à 2,50m au dessus de la surface grâce au tube de protection coulissant dans le corps de bouée. Bouée conçue pour l'utilisation d'une ligne de mouillage textile. Absence de lestage pour une tenue verticale.



II - Balisage.

Les bouées de balisage en général et celles des plages en particulier sont normalisées pour chaque pays. Elles sont en général de couleur jaune et de forme sphérique pour la délimitation des zones. Selon la nature de l'activité de la zone, les restrictions ou les interdictions les concernant, les diamètres utilisés sont de 400, 600 et 800 mm, et les espacements sont proportionnels au diamètre. Pour la France, le balisage et la signalisation de la bande littorale maritime fait l'objet de l'Arrêté du 27 mars 1991, JO du 28 avril 1991.

Les bouées de délimitation de chenal sont de forme conique à tribord (noir ou vert) et cylindrique à bâbord (rouge) ; néanmoins les bouée de chenal peuvent aussi être de couleur jaune (Chenal traversier de balisage de plage). Les bouées signalant un site particulier correspondant à des informations figurant sur les cartes marines officielles peuvent avoir des formes variées : haute et allongée (espar), munie d'une tourelle portant un signal (croix de Saint André par exem-

ple). Il est bon de se renseigner dans chaque pays auprès des administrations concernées, affaires maritimes, service des phares et balises pour connaître en détail la réglementation applicable.

Le matériel.

Beaucoup de fabricants proposent des bouées normalisées., le choix ne pourra donc s'opérer techniquement que sur la nature de la matière, sa robustesse et l'insubmersibilité., Les bouées les plus résistantes sont réalisées en polyéthylène haute densité (PEHD) selon le procédé de roto moulage.. L'injection interne de mousse polyuréthane assure l'insubmersibilité.. L'organeau de la bouée est protégé et renforcé par un œil métallique serti. Une bouée possédant ces caractéristiques figure parmi les modèles les plus chères.

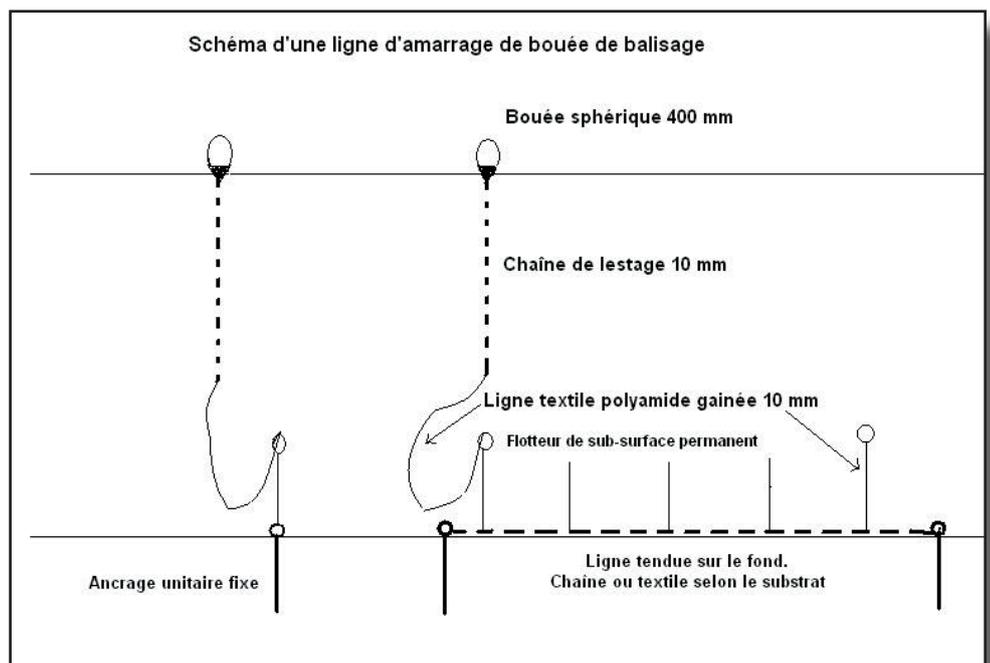
La pose

La pose du balisage saisonnier ou permanent, sous sa forme traditionnelle, représente un impacte répété non né-

gligeable sur les milieux. En effet, les lignes d'amarrage des bouées sont pratiquement toujours constituées par une longueur de chaîne.. Cette longueur est toujours supérieure à la hauteur d'eau, pour tenir compte du marnage et de la houle. Sous chaque bouée de balisage, plusieurs mètres de chaîne balaient et pilonnent sans cesse le fond. (C'est la partie de chaîne qui s'use extrêmement rapidement). Il suffit de modifier la ligne d'amarrage pour supprimer l'impacte négatif de ces chaînes.

La technique décrite ci-dessus comporte deux avantages :

- Absence de dégradation : La chaîne de lestage plus courte, (mais équivalente en poids), ne repose plus sur le fond.
- Faible usure du matériel : La position verticale de la chaîne en pleine eau, lui assure une bien meilleure longévité.



III - Ligne d'eau flottante.

Ce matériel vient en complément des bouées de balisage. Sa fonction est de renforcer la matérialisation d'une limite qui se veut infranchissable. C'est souvent le cas pour assurer une meilleure protection à des baigneurs ou visiteurs de sentier sous-marin, ou pour barrer l'accès à une zone de protection intégrale ou de mouillage interdit par exemple. Selon le site et le pays où ce dispositif est installé, il faut s'assurer des éventuelles conséquences que cela peut entraîner.

En France par exemple, la pose de bouées reliées par une ligne d'eau le long de la côte, est souvent assimilée à la création d'une Zone Réservée Uniquement à la Baignade (ZRUB). Si c'est le cas, cette zone doit faire l'objet d'une surveillance de l'activité baignade par un professionnel qualifié.

Le matériel.

La ligne est constituée d'une longueur de cordage en polypropylène orange ou « jaune sécurité » sur laquelle sont enfilés et immobilisés des flotteurs cylindriques ou ovoïdes, tous les 2 mètres environ. Des boucles épissées forment les extrémités. Il n'y a pas de grande variante dans la fabrication de ce genre de matériel. On trouve en général des éléments finis de 10, 20, 25, 30, 50, et 100 mètres.

La pose.

Il faut trouver le juste milieu, lors de la pose, dans le réglage de la tension de la ligne. Celle-ci ne doit pas être tendue à l'extrême entre deux bouées. Il est également important de protéger des frictions les points de contacts entre ligne d'eau et point d'amarrage des bouées. Cette connexion doit être fixe et protégée par une « fourrure » quelconque (gaine ou spirale PEHD). Les lignes d'amarrage des bouées servant de points d'amarrage aux lignes d'eau, doivent supporter sans usure, les mouvements occasionnés par ces lignes flottantes.

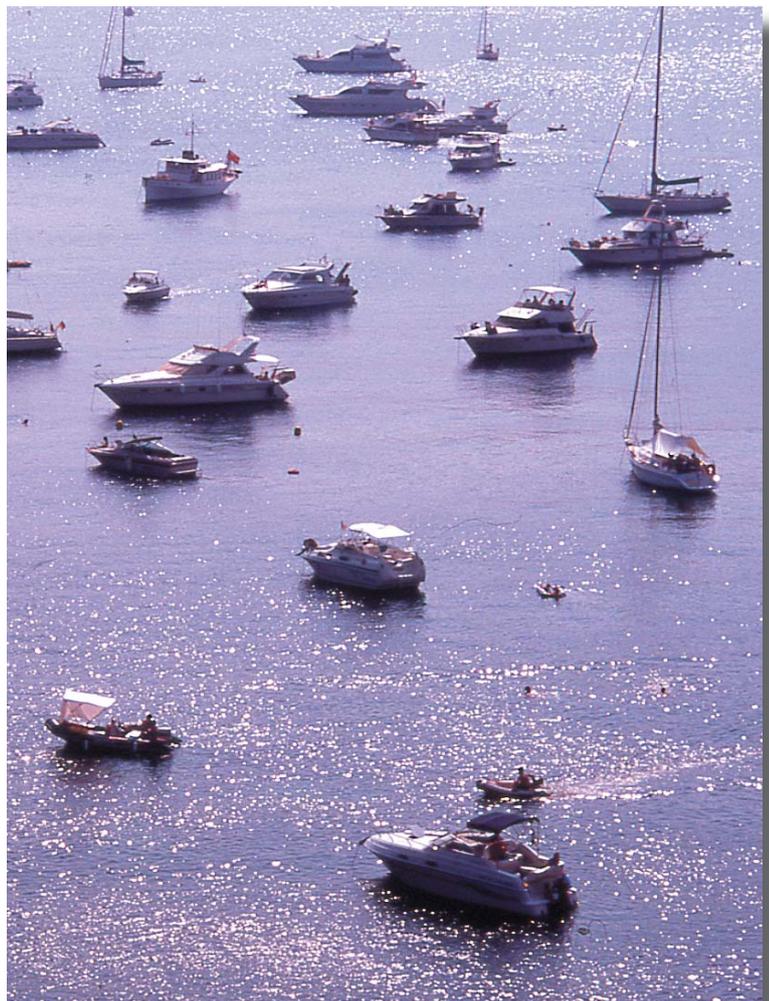
IV - Structure flottante ou immergée.

Quelle que soit le type de structure, les points d'ancrage recevant les lignes de mouillage devront satisfaire aux critères suivants :

La forme des pièces constituant les points d'ancrage doit permettre aux efforts de s'exercer de manière axiale, de façon à provoquer un arrachement et non pas un cisaillement.

Les pièces sollicitées doivent être suffisamment renforcées (boulonnage multiple, goussets soudés) pour transmettre les efforts sans risque de rupture.

Dans le cas des structures flottantes amarrées en évitage, deux points d'ancrage « au vent », (extrémité de la structure face au vent) permettent de répartir les efforts et d'équilibrer les mouvements par un montage en pantoire ou patte d'oie. Ce même montage peut également être réalisé au point central de la structure flottante. En ce qui concerne les structures immergées, les points d'ancrages doivent être disposés de façon à reprendre de manière harmonieuse la poussée d'Archimède exercée sur la structure.



Partie 4.

Diffusion des produits - Contacts

Cette fiche présente une liste non exhaustive de fabricants, revendeurs, et fournisseurs de biens et de services. Ce n'est en aucun cas le résultat d'une sélection quelconque ou d'une recommandation des auteurs de l'ouvrage. Il s'agit plutôt d'un répertoire d'entreprises dont les produits ont été régulièrement utilisés pour la fourniture et/ou la mise en œuvre des divers ancrages écologiques réalisés en Méditerranée Nord-Occidentale.

Ce recueil de contacts pourra s'enrichir des expériences et connaissances de tous les gestionnaires d'espaces marins protégés en Méditerranée.

I - Dispositifs d'ancrage.

- Vis à sable.

-Petit et moyen modèle:

Chez les fournisseurs locaux ou régionaux distribuant chaîne noire et chaîne galvanisée et autres équipements portuaires et maritimes.

-Moyen et grand modèle :

Neptune Environnement.
Ancrages Harmony
446 Rte des catalanes
83230 Bormes-les-Mimosas
France
+33 (0) 494 152 638
neptune.env@wanadoo.fr

- Corps-morts.

Chez les entreprises de travaux portuaire et maritime., chez les entreprises de produits préfabriqués en béton., renseignements possibles auprès des centrales à béton.

- Enroulements à Posidonie.

Neptune Environnement.
Ancrages Harmony
446 Rte des catalanes
83230 Bormes-les-Mimosas
France
+33 (0) 494 152 638
neptune.env@wanadoo.fr

- Scellement sur roche.

-Tirants et anneaux : chez tous les revendeurs de produits inox (A4) fournitures pour la marine et l'industrie, chez les fournisseurs en matériel de levage (produits acier haute résistance et produits inox A4)

- Platine d'ancrage et pièces spéciales

Chez les façonniers chaudronnier/soudeur travaillant l'inox (assisté ou non de découpe laser)

- Résine de scellement :

Chez les fournisseurs de scellement pour l'industrie et le bâtiment. Société HILTI par exemple (Préciser utilisation sous-marine)

II - Lignes de mouillage

Cordages textile.

COUSIN Trestec SA
8 rue Abbé Bonpain BP 39
59117 Wervicq Sud.
France
+33 (0) 320 144 000
contact@cousin-trestec.com

Flotteurs de sub-surface.

Flotteur à cheminée centrale :
Fournisseurs pour la pêche
professionnelle (chalut, palangrier)

Tous types de flotteurs :

MOBILIS SA
370 rue Jean de Guiramand
13290 Les Milles - France
+33 (0) 442 371 500
mobilis@mobilis-sa.com

Accessoires : Cosse, manille, émerillon

Chez les fournisseurs locaux ou régionaux distribuant chaîne noire et chaîne galvanisée et autres équipements portuaires et maritimes. Chez les fournisseurs en matériel de levage (produits acier haute résistance et produits inox A4)

Sté LEVAC à Lyon, Toulon, Alger info@levac.fr
<http://www.levac.fr>

Cordage mixte, ligne d'eau flottante :

SIMA
88 rue Delbos BP 36
33028 Bordeaux Cedex
sima.france@wanadoo.fr

Bouées de surface.

Bouées d'amarrage, bouées à cheminée centrale et tige coulissante, bouées de balisage, bouées espar, balisage hauturier, équipements lumineux.

MOBILIS SA
370 rue Jean de Guiramand
13290 Les Milles - France
+33 (0) 442 371 500
mobilis@mobilis-sa.com

III - Structures flottantes.

Pontons modulaires démontables :

CUBISYSTEM France
+33 (0) 233 045 000
contact@cubisystem.com

JETFLOAT International
+43 (0) 624 674 294
office@jetfloat-international.com

Pontons rigides aluminium :

Poralu Marine
ZI rue des Bouleaux
01460 Port - France
+33 (0) 474 767 811
Distributeur des amortisseurs SEAFLEX.
contact-marine@poralu.com



Partie 4.

Glossaire



Abyssal

Etage (avec une majuscule) à très faible pente, commençant au-delà du talus continental. La plaine abyssale est généralement située vers 4000 ou 5000 m de profondeur (extrêmes = 2500 à 6000 m). En tant qu'adjectif (avec une minuscule), qualifie les espèces vivant dans cet espace.

Affouillement

Creusement par un flux hydraulique (courant, tourbillon, remou)

Biocénose

Communauté d'espèces animales ou végétales en équilibre dynamique plus ou moins stable dans un territoire défini

Bio-construction

Structure tri-dimensionnelle édifiée par des organismes marins, végétaux ou animaux.

Biomasse

Masse des organismes vivants présents dans un milieu donné, exprimée généralement par unité de surface (ex : grammes par mètre carré).

Biotope

Milieu biologique présentant des facteurs écologiques définis, nécessaires à l'existence d'une communauté animale et végétale donnée et dont il constitue l'habitat normal

Circalittoral

Etage (avec une majuscule) compris entre l'étage Infralittoral (limite de répartition des phanérogames marines et des algues pluricellulaires photophiles) et la limite de la zone euphotique (zone sous influence de la lumière solaire). Cette dernière limite dépend de la plus ou moins grande transparence des eaux, en général une centaine de mètres (= limite des algues les plus tolérantes aux faibles éclaircissements = sciaphiles). En tant qu'adjectif (avec une minuscule), qualifie les espèces vivant dans cet espace.

Compacité

Caractéristique physique décrivant la résistance d'un sol à l'enfoncement d'un objet. Dans un sol faiblement compact, un objet pénétrera plus facilement que dans un sol compact. La compacité peut être mesurée à l'aide d'un pénétromètre.

Couple (de vissage)

2 forces égales parallèles et de direction opposée, agissant en sens inverse aux extrémités d'un levier

Débris organogènes

Restes d'origine organique, c'est-à-dire de structures biologiques édifiées par des animaux (tests ou piquants d'oursins, coquilles de mollusque, fragments de squelette de bryozoaires, de cnidaires) ou des végétaux (thalles calcaires).

Déchaussement

Distance entre un rhizome (équivalent de la tige pour les posidonies) et le substrat. L'accroissement du déchaussement est généralement dû à un déficit sédimentaire. Même fortement déchaussé, un rhizome est toujours vivant (porteur d'un faisceau de feuilles) s'il reste fixé au substrat par ses racines.

Détritivore

Régime alimentaire à base de détritus, de restes animaux ou végétaux.

Diversité spécifique

Grandeur permettant d'apprécier le nombre d'espèces présentes dans un milieu ou une station donnée. Plusieurs paramètres ont été développés pour mesurer cette diversité, le plus simple reste le nombre d'espèces.

Endémique

Fait pour une espèce animale ou végétale de n'exister que dans un lieu donné.

Enragage

Action d'enraguer, de bloquer ou de coincer un objet dans un trou. Un poisson peut s'enraguer dans un trou pour se protéger. Une ancre peut s'enraguer dans une anfractuosité, entre deux roches.

Ensouillage

Enfouissement dans le sol marin après creusage d'une souille (fosse)

Ensouill 

Se dit d'un navire ou d'un objet (câble, ...)  chou  sur le fond et situé dans une dépression (naturelle ou artificielle) du sédiment. Le terme s'utilise aussi pour tout bloc solide posé sur le fond, voire pour un enrochement tout entier.

Fray re

Endroit où plusieurs individus d'une même espèce se réunissent pour se reproduire par émission de leurs gamètes en pleine eau. Généralement, le rassemblement sur une frayère s'effectue après déplacement des animaux sur des distances plus ou moins importantes.

Infralittoral

Etage (avec une majuscule) compris entre l'étage Médiolittoral (zone de balancement des marées ou limite des plus basses eaux) et la limite compatible avec la vie des phanérogames marines et des algues pluricellulaires photophiles, soit environ 15-20 m dans l'océan et 30   40 m de profondeur en Méditerranée. Il est colonisé par des organismes qui exigent une immersion continue. En tant qu'adjectif (avec une minuscule), qualifie les espèces vivant dans cet espace.

Interstitial

Milieu représenté par l'espace compris entre des objets plus ou moins sphériques empilés les uns sur les autres (grains de sable, graviers, galets, blocs rocheux). Sert aussi à qualifier (adjectif) le mode de vie d'une espèce.

Marnage

Variation du niveau du plan d'eau / Amplitude des marées.

Matte

Construction monumentale résultant de la croissance verticale et horizontale des rhizomes de posidonie, avec un enchevêtrement de rhizomes, de racines et de particules sédimentaires piégées entre eux.

Médiolittoral

Etage (avec une majuscule) de l'espace littoral compris entre les niveaux des plus hautes et des plus basses mers. En tant qu'adjectif (avec une minuscule), qualifie les espèces vivant dans cet espace.

M iobenthos

Ensemble des métazoaires benthiques passant à travers une maille carrée de 500 micromètres de côté et retenus par une maille carrée de 100 à 40 micromètres de côté.

Nurserie

Espace où les juvéniles ou les jeunes d'une espèce trouvent le micro-habitat nécessaire à leur développement en stade sub-adulte.

Organeau

Anneau robuste, boucle ou anse métallique.

Patrimoine, Patrimonial

Le patrimoine naturel peut être considéré comme la biodiversit sur laquelle l'homme agit en la transformant ou en l'exploitant (au sens de la consommation d'une ressource), la conservant ou en la restaurant et en lui donnant de ce fait une valeur économique, écologique, socio-culturelle voire  thique.

Pénétromètre

Appareil servant à mesurer par pénétration, l'indice de consistance ou de résistance d'un corps

Phanérogame

Plante qui possède des racines, tiges et feuilles et est dotée d'une reproduction sexuée par l'intermédiaire de fleurs et graines. En milieu littoral méditerranéen, il existe des phanérogames marines vivant à de faibles profondeurs (= besoin de lumière pour la photosynthèse) : zostère, cymodocée et posidonie.

Photophile

Qualifie les organismes qui exigent ou supportent un éclairage important. (contraire : sciaphile).

Production

En écologie, désigne la quantité de matière vivante (= matière organique) élaborée par un maillon de la chaîne alimentaire par unité de temps, de surface ou de volume. On distingue la production primaire (végétaux) de la production secondaire (animaux).

Ragage

Détérioration due au frottement d'un corps quelconque sur un autre corps.

Recrutement

Processus par lequel la fraction la plus jeune de la population s'intègre pour la première fois à l'ensemble des poissons adultes et sub-adultes. Ce recrutement se traduit généralement par un changement d'habitat (de la pleine eau vers le fond). Pour les spécialistes de la pêche, c'est la fraction la plus jeune qui devient accessible à l'exploitation.

Réseaux trophiques

L'ensemble des végétaux et animaux reliés entre eux par des relations trophiques (consommation) forment une chaîne trophique. Plusieurs chaînes trophiques peuvent être inter-connectées; elles forment alors un réseau trophique.

Richesse spécifique : voir Diversité spécifique

Sciaphile

Qualifie les organismes qui ne supportent pas un éclairage important (contraire : photophile).

Sessile

Qualifie les organismes vivants fixés sur un substrat solide (contraire : vagile).

Scissometre

Appareil servant à déterminer la résistance au cisaillement des sols fins.

Supralittoral

L'étage Supralittoral est situé au-dessus de l'étage Médiolittoral et correspond à la zone d'humectation par les embruns. En tant qu'adjectif (avec une minuscule), qualifie les espèces vivant dans cet espace.

Vagile

Qualifie un organisme benthique capable de se déplacer sur le fond (marche, reptation, saut...) ou de nager à son voisinage immédiat (contraire : sessile).

Partie 5.

Références



Bellan-Santini, D., Lacaze, J. C., and Poizat, C. (éditeurs). 1994. *Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée. Synthèse, menaces et perspectives*. Secrétariat Faune Flore. Muséum National Histoire Naturelle pub., Paris.

Bianchi C.N., Bedulli D., Morri C., Ambrogi A.O., Zurlini G. 1989. L'herbier de posidonies : écosystème ou carrefour biocénotique. in : *International. Workshop on Posidonia oceanica beds*, Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V., eds, GIS Posidonie publ., Marseille, 2: 257-272.

Dauvin J.C., Bellan G., Bellan-Santini D., Castric A., Comolet-Tirman J., Francour P., Gentil F., Girard A., Gofas S., Mahe C., Noël P., de Reviers B. 1994. Typologie des ZNIEFF-Mer, liste des paramètres et des biocénoses des côtes françaises métropolitaines. *Coll. patrimoines naturels*, 12, 2^o édition, Secrétariat Faune-Flore/MNHN, Paris : 1-64.

Francour P., Ganteaume A., Poulain M. 1999. Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros national park (north-western Mediterranean sea). *Aquatic Conserv. : mar. Freshw. Ecosyst.*, 9: 391-400.

Francour P., Koukouras A. 2000. Methods for studying the impact of diver frequentation and mooring on coralligenous communities. in : *Introductory guide to methods for selected ecological studies in marine reserves*, Goni R., Harmelin-Vivien M., Badalamenti F., Le Direac'h L., Bernard G., eds, GIS Posidonie publ., Marseille: 69-74.

Francour P., Soltan D. 2000. *Suivis des ancrages de type 'Harmony' dans les herbiers à Posidonia oceanica de la rade d'Agay et du parc national de Port-Cros (Var, Méditerranée nord-occidentale)*. Contrat Société SMAT & Laboratoire Environnement Marin Littoral. LEML, publ., Nice : 1- 33.

Harmelin J. G. 1995. Gorgones : les plus beaux ornements de la Méditerranée sont-ils menacés ? *Océanorama*, 24: 3-9.

Laborel J. 1986. *Biogenic constructions in the Mediterranean. A review*. RAC/SPA and IUCN, publ., Tunis : 1- 33.

Laubier L. 1966. Le coralligène des Albères. Monographie biocénotique. *Ann. Inst. océanogr.*, 43(2): 137-316.

Maurin H. 2000. L'inventaire du patrimoine naturel. *Coll. patrimoines naturels*, 42 : 7-14.

Milazzo M., Badalamenti F., Ceccherelli G., Chemello R. 2004. Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean): effect of anchor types in different anchoring stages. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 299: 51-62.

Pérès J. M. 1953. Les formations détritiques infralittorales issues des herbiers de posidonies. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, 4(9): 29-38.

Ramade F. 1990. *Conservation des écosystèmes méditerranéens. Enjeux et perspectives*. Programmes des Nations Unies pour l'Environnement publ., Paris : 1-144.

Sant N., Delgado O., Rodriguez-Prieto C., Ballesteros E. 1996. The spreading of the introduced seaweed *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh in the Mediterranean sea: testing the boat transportation hypothesis. *Bot. mar.*, 39: 427-430.



[This section contains the main body of text, which is currently blank.]



Année 2014 – Fréquentation plaisancière dans la passe de Bagaud

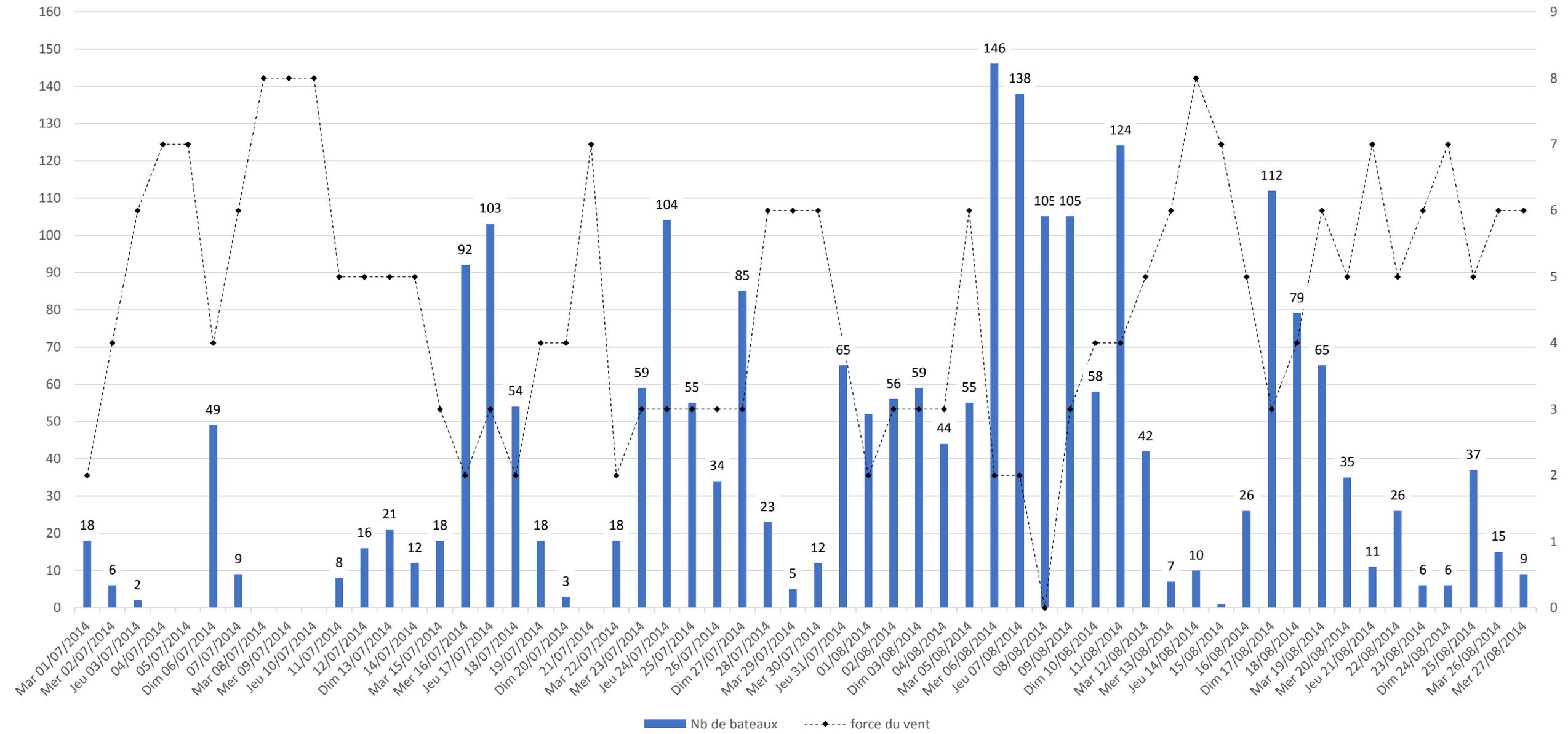
Protocole :

- ***uniquement dans la passe***
- entre 12h et 14h
- du 1^{er} juillet au 27 août 2014 = 58 jours de comptage

Chiffres clés :

- Moyenne journalière : 41 bateaux/jour
- Pic de fréquentation : 146 bateaux, atteint le 06 août
- 8 jours durant l'été ont connu plus de 100 bateaux au mouillage dans la passe.

Eté 2014 :



Année 2015 – Fréquentation plaisancière dans la passe de Bagaud

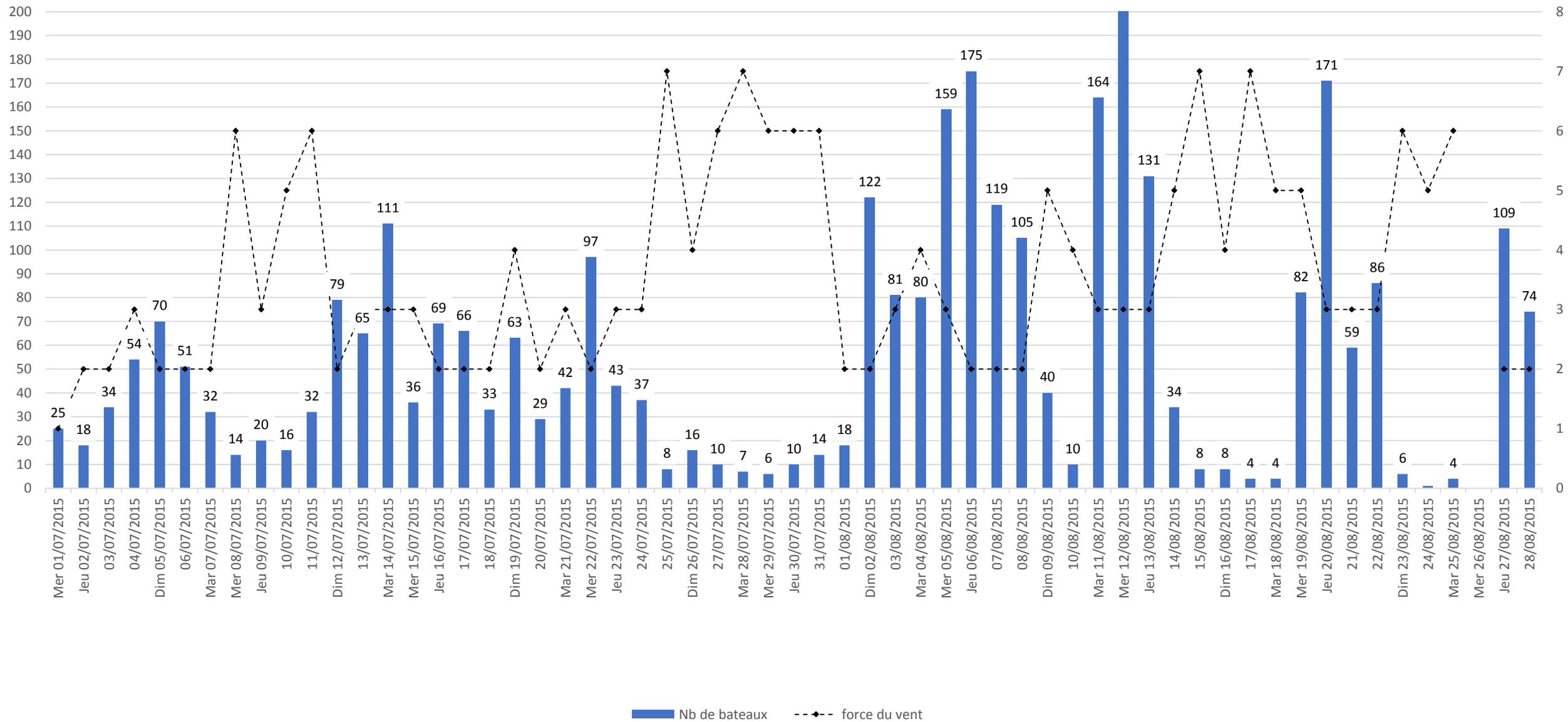
Protocole :

- ***uniquement dans la passe***
- entre 12h et 14h
- du 1^{er} juillet au 28 août 2015 – 26 août manquant = 58 jours de comptage

Chiffres clés :

- Moyenne journalière : 59 bateaux/jour
- Pic de fréquentation : 210 bateaux, atteint le 12 août
- 11 jours durant l'été ont connu plus de 100 bateaux au mouillage dans la passe.

Eté 2015 :



Année 2017 – Fréquentation plaisancière dans la passe de Bagaud

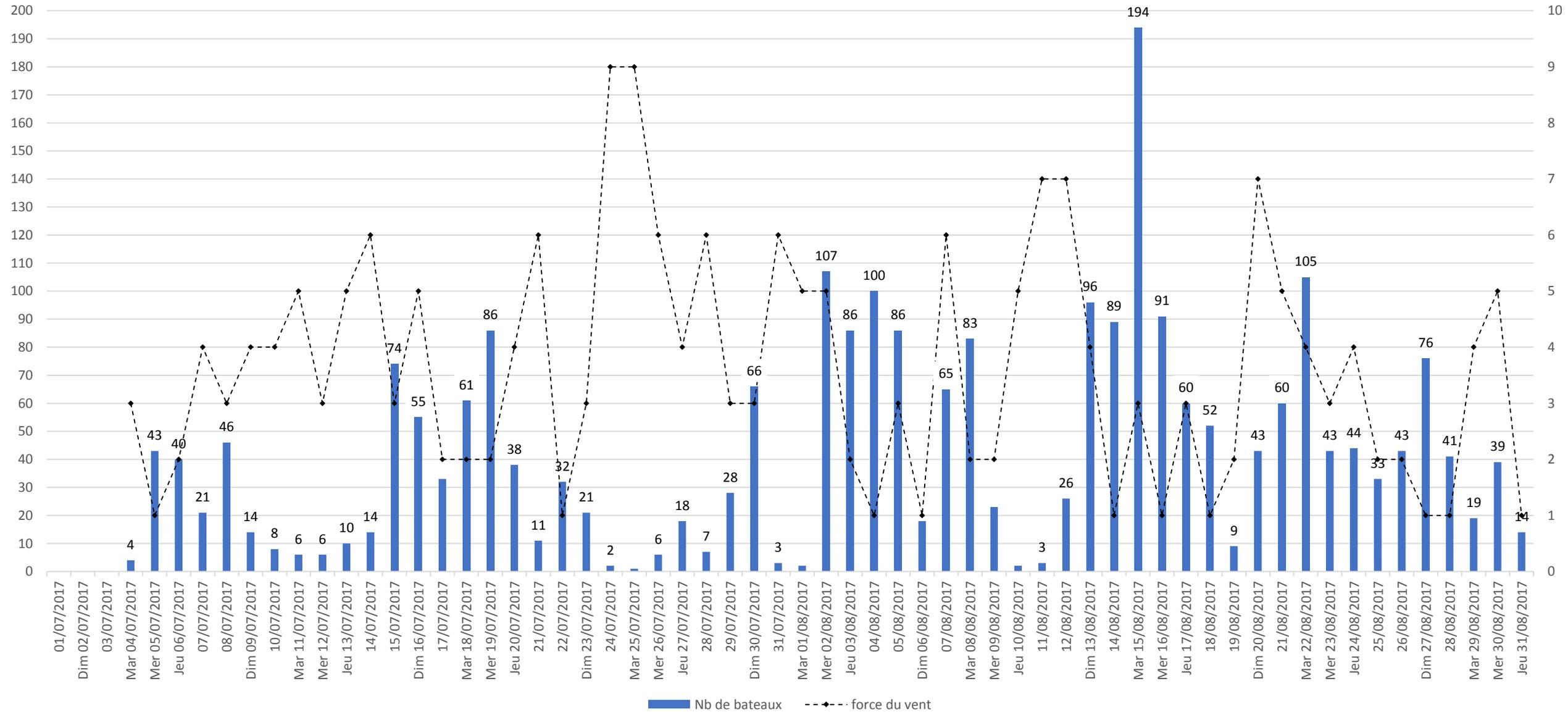
Protocole :

- ***uniquement dans la passe***
- entre 12h et 14h
- du 4 juillet au 31 août 2017 = 59 jours de comptage

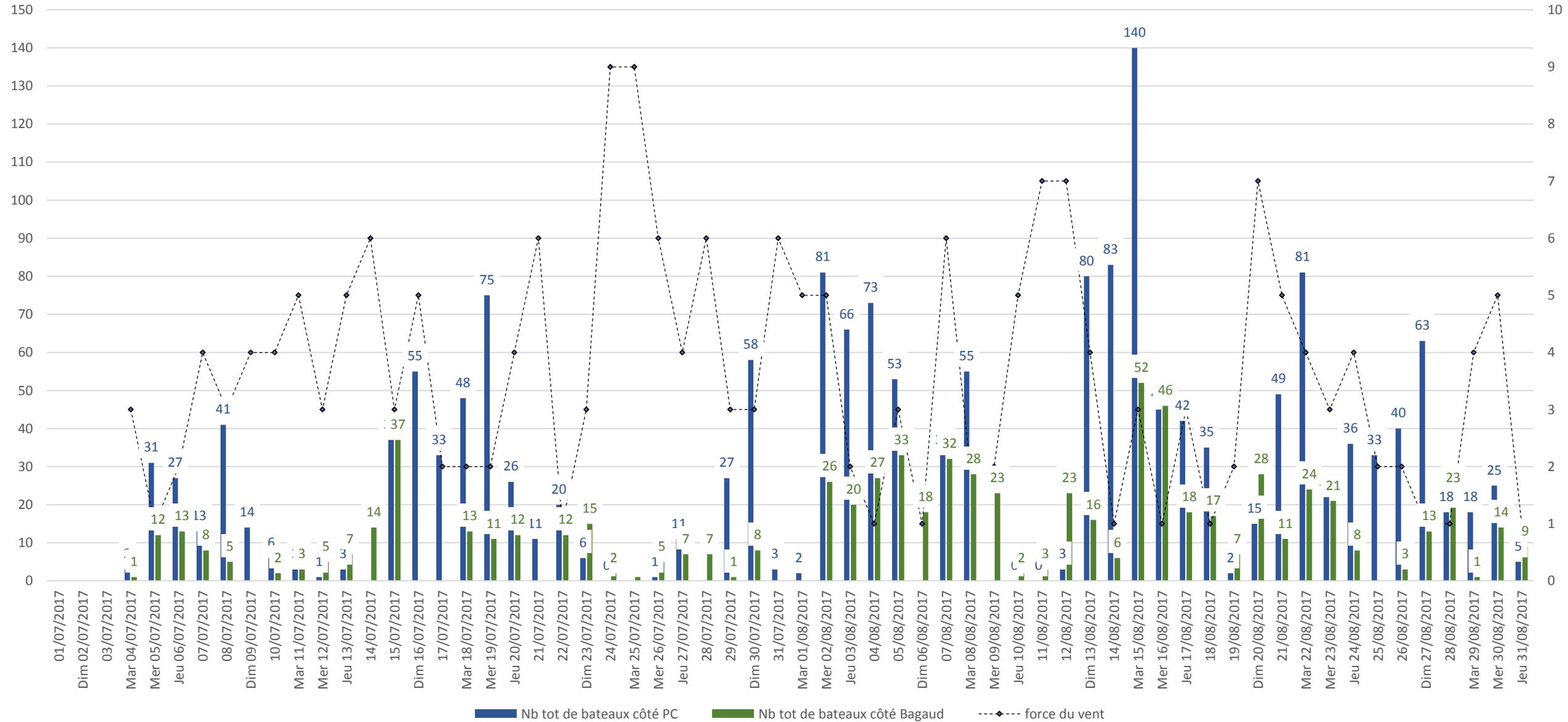
Chiffres clés :

- Moyenne journalière : 46 bateaux/jour
- Pic de fréquentation : 194 bateaux, atteint le 15 août
- 4 jours durant l'été ont connu plus de 100 bateaux au mouillage dans la passe.

Eté 2017



Eté 2017



PROTECTION DES FONDS MARINS

***ANCRAGES ÉCOLOGIQUES
HARMONY***



NEPTUNE ENVIRONNEMENT

446 route des catalanes
83230 Bormes-les-Mimosas. FRANCE
Tel/Fax: + 33 (0) 494 152 638
email: neptune.env@wanadoo.fr

PROTECTION DES FONDS MARINS

LES ANCRAGES ÉCOLOGIQUES

HARMONY

Les plus beaux sites côtiers ou insulaires méditerranéens représentent en toutes saisons, un véritable pôle d'attraction pour la majorité des plaisanciers.

L'importante concentration de bateaux sur ces lieux de mouillage forain constitue **une atteinte grave à l'écosystème local.**

L'IMPACT DU MOUILLAGE REPETITIF

A chaque manœuvre de mouillage, l'ancre dérape, puis « croche ». La chaîne, sous l'effet de la houle et du vent, « rague » et balaye le fond sur tout le secteur d'évitage du bateau.

Lors de l'appareillage du navire, l'ancre laboure à nouveau le fond.

Les ravages causés sur toute forme de vie fixée, animale ou végétale, sont importants et particulièrement dramatiques sur l'herbier de posidonie.

(CF : **Arrêté de protection de la posidonie**, JO du 9/08/88.)

(**Impact des mouillages forains sur l'herbier à *Posidonia Océanica*** dans le Parc National de Port-Cros, **GIS POSIDONIE** Marseille novembre 1997.)

D'autre part, la probabilité d'apparition de *Caulerpa Taxifolia* par colportage accidentel, est directement liée au nombre et à la fréquence des opérations de mouillage.

L'EVOLUTION DU MOUILLAGE FORAIN

La formule du mouillage organisé sur corps-morts balisés, pour réduire l'impact néfaste évoqué précédemment n'est pas satisfaisante.

En effet, la surface permanente occupée sur le fond, associée au balayage répété de la chaîne sur la zone périphérique du corps-mort, stérilise une surface importante de sol.

Conclusion :

Pour le corps-mort, l'impact est parfaitement localisé et permanent, alors qu'il est plus diffus et renouvelé dans le cas du mouillage individuel.

L'agression dans les deux cas reste évidente.

Il faut donc apporter une nouvelle solution technique permettant de concilier : développement des activités nautiques et protection du milieu.

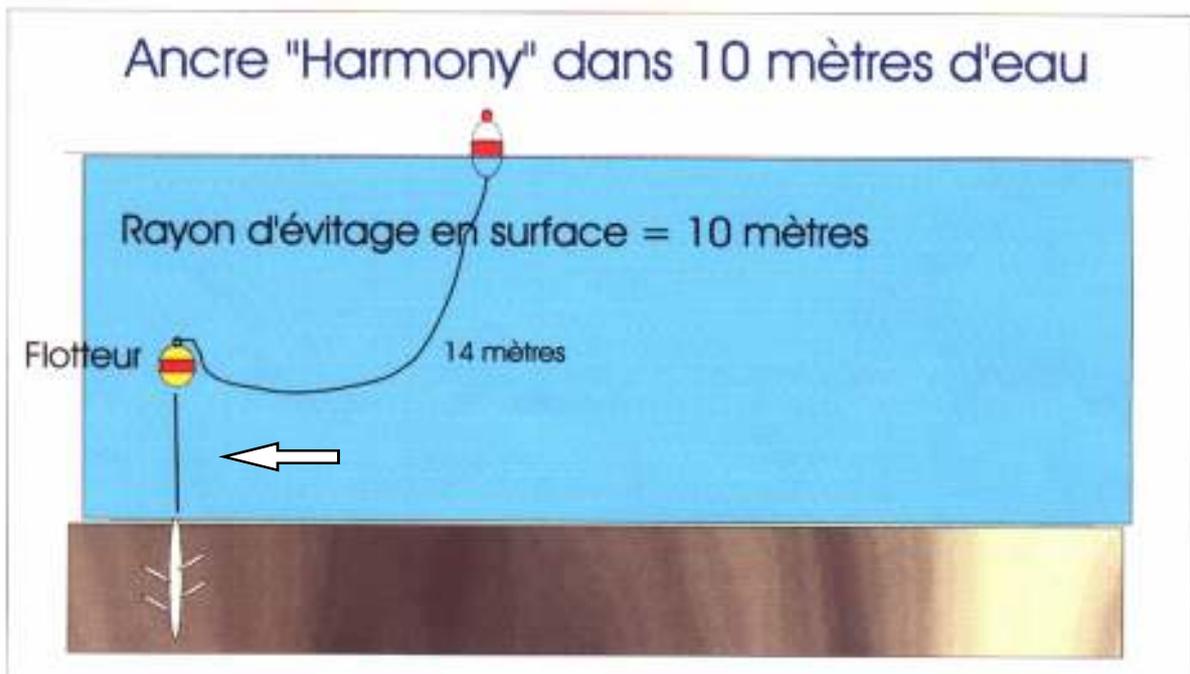
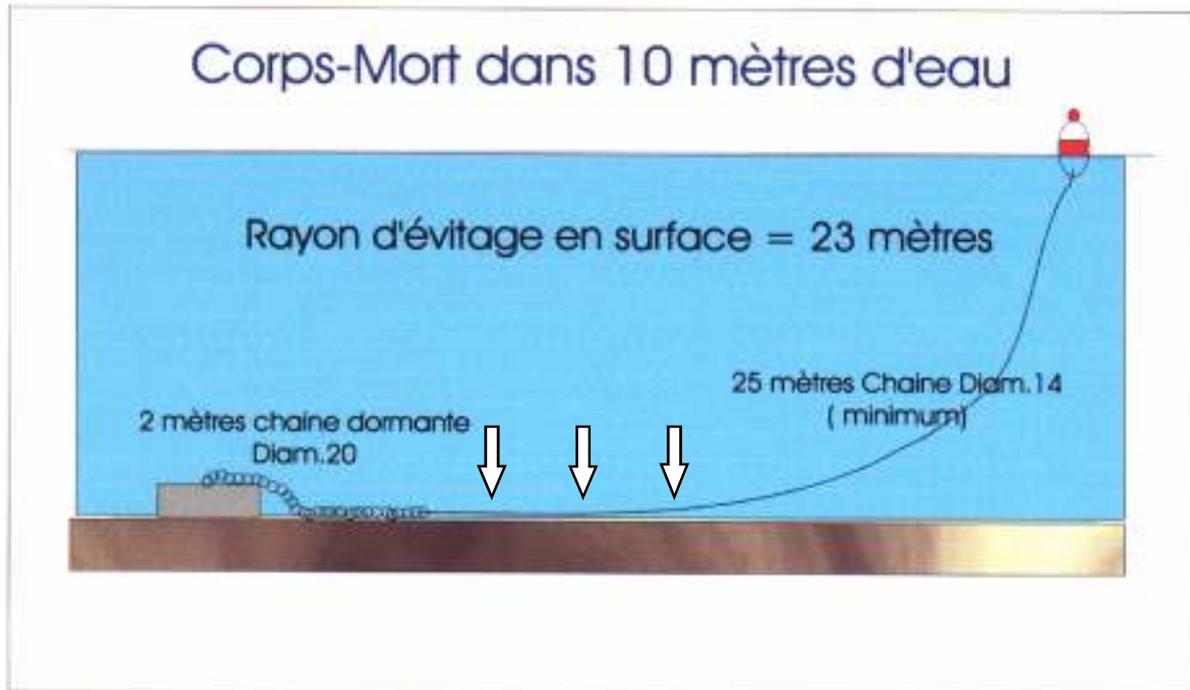
UN ANCRAGE INTEGRE DANS SON ENVIRONNEMENT

La gamme *HARMONY* répond aux critères suivants :

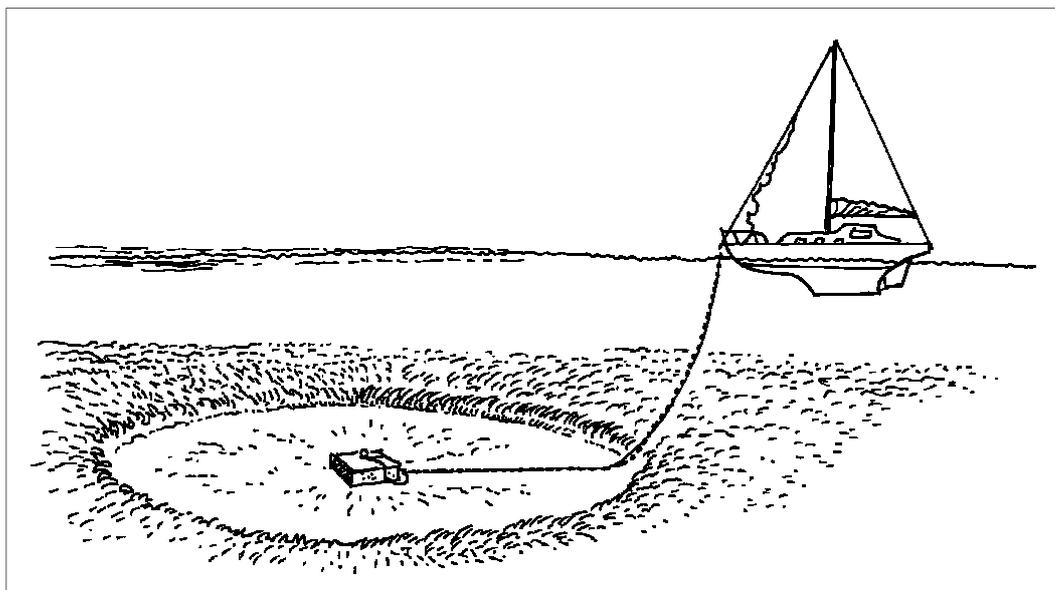
- ✓ Ancrage simple, résistant et fiable.
- ✓ Impact environnemental négligeable (la surface occupée sur le fond est infime.)
- ✓ Aucun contact de la ligne de mouillage sur le fond.
- ✓ Le point d'ancrage affleure le sol et ne constitue aucun obstacle pour les engins de pêche.
- ✓ Parfaite adaptation à divers substrats : éboulis, sable divers, vase, matte morte, et matte vivante de posidonie.
- ✓ Facilité de mise en place et d'enlèvement.
- ✓ Fonction polyvalente.

Schémas comparatifs

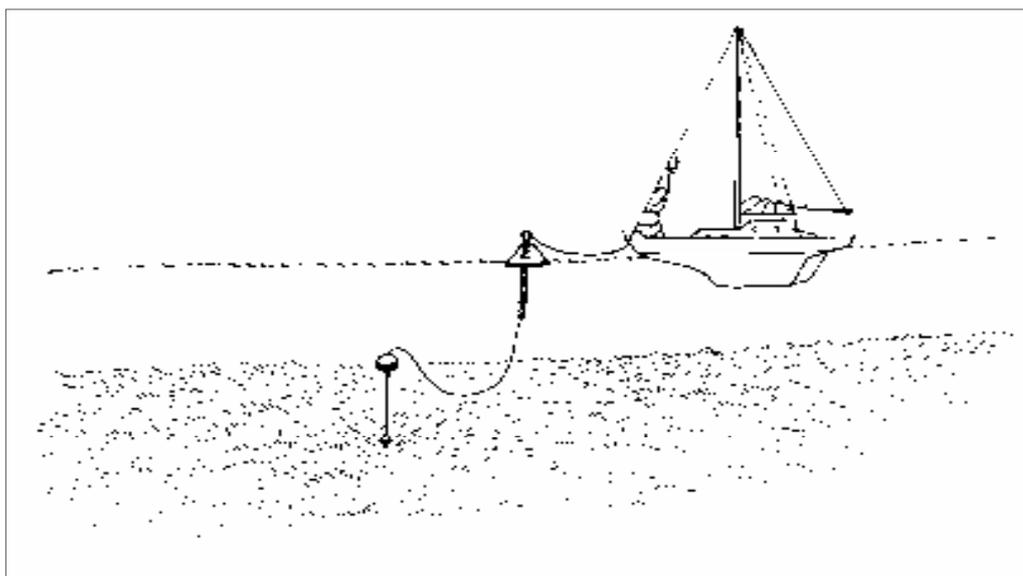
Exemple et Proportions pour un bateau de 14 mètres



Impact des dispositifs d'amarrage sur l'herbier de posidonie



Amarrage sur corps-mort



Amarrage sur ancrage *HARMONY* type *P*

LE PRINCIPE D'ANCRAGE

Quelle que soit la nature du sol, **l'ancre ne repose pas sur le fond.**
Elle pénètre le sol verticalement jusqu'à **parfait affleurement.**
Le poids n'est donc plus un facteur de tenue.

La résistance mécanique du sol conditionne chaque type d'ancre ainsi que son dimensionnement.

Ces ancres sont les seules à pouvoir accepter, sans aucune déformation et quelle que soit l'orientation de la traction, un effort vertical ainsi qu'un effort horizontal très élevé.

Avant toute mise en place, il convient donc de qualifier le sol concerné.

UN ANCRAGE ADAPTÉ À CHAQUE TYPE DE SOL

SOL SABLEUX OU SEDIMENTAIRE

Un **pieu en acier spécial** galvanisé à chaud, doté d'un ou deux étages de spires hélicoïdales de diamètre adapté, est **vissé verticalement dans le sol.**

La tige, extrêmement rigide, est un tube de 60 mm de diamètre.

La spire inférieure conique est auto foreuse.

Double possibilité d'amarrage en tête d'ancre : organeau et perçage.



SOL MATTE VIVANTE OU MORTE DE POSIDONIE

La « matte » de posidonie

Un substrat tout à fait particulier...

Un ancrage particulièrement adapté!

Qu'est ce que la « MATTE » ?

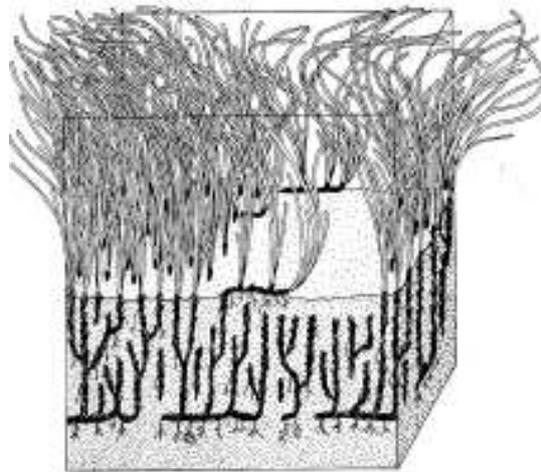


Diagramme schématique

L'ensemble très compact, constitué par un lacin très dense de rhizomes et par le sédiment qui les entoure, est nommé « Matte »

C'est l'ensemble de ce réseau très enchevêtré de rhizomes qui donne à ce sol particulier, une résistance mécanique très élevée.

Il faut donc s'ancrer dans la matte, sans la fragiliser, pour conserver son intégrité biologique et ses caractéristiques physiques.

Un enroulement hélicoïdal d'acier spécial pénètre par vissage, sur toute sa longueur, la « matte » de posidonie.

Le fil très rigide (30 mm de diamètre), de ce tire-bouchon géant crée son propre passage à travers ce réseau **sans couper, ni broyer, ni déstructurer les éléments constitutifs de la matte.**

La pose d'un enroulement, n'affecte ni les feuilles, ni les rhizomes de la plante

A la traction, l'enroulement mobilise un énorme volume de sol autour de lui-même, car les efforts se répartissent sur l'ensemble du réseau ambiant resté intact.



Pratique dangereuse

Une vis à sable ne doit pas être implantée dans un herbier pour les raisons suivantes :

Une vis à sable introduite dans la matse, provoque par la rotation de son disque, l'arrachement des faisceaux de feuilles et, sur toute la hauteur de son passage, les rhizomes sont déchirés et broyés.

L'impact est destructeur et la résistance de la matse est nettement affaiblie par la déstructuration de ses éléments.

La tenue de la vis à sable devient alors très médiocre.

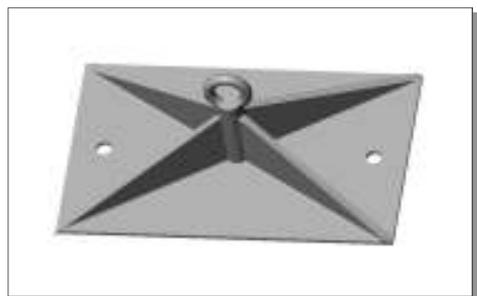
SUBSTRATS DURS (roches, coraux...)

Perforations de profondeur appropriée, scellement de tirants acier inox, minimum diamètre 20 mm.

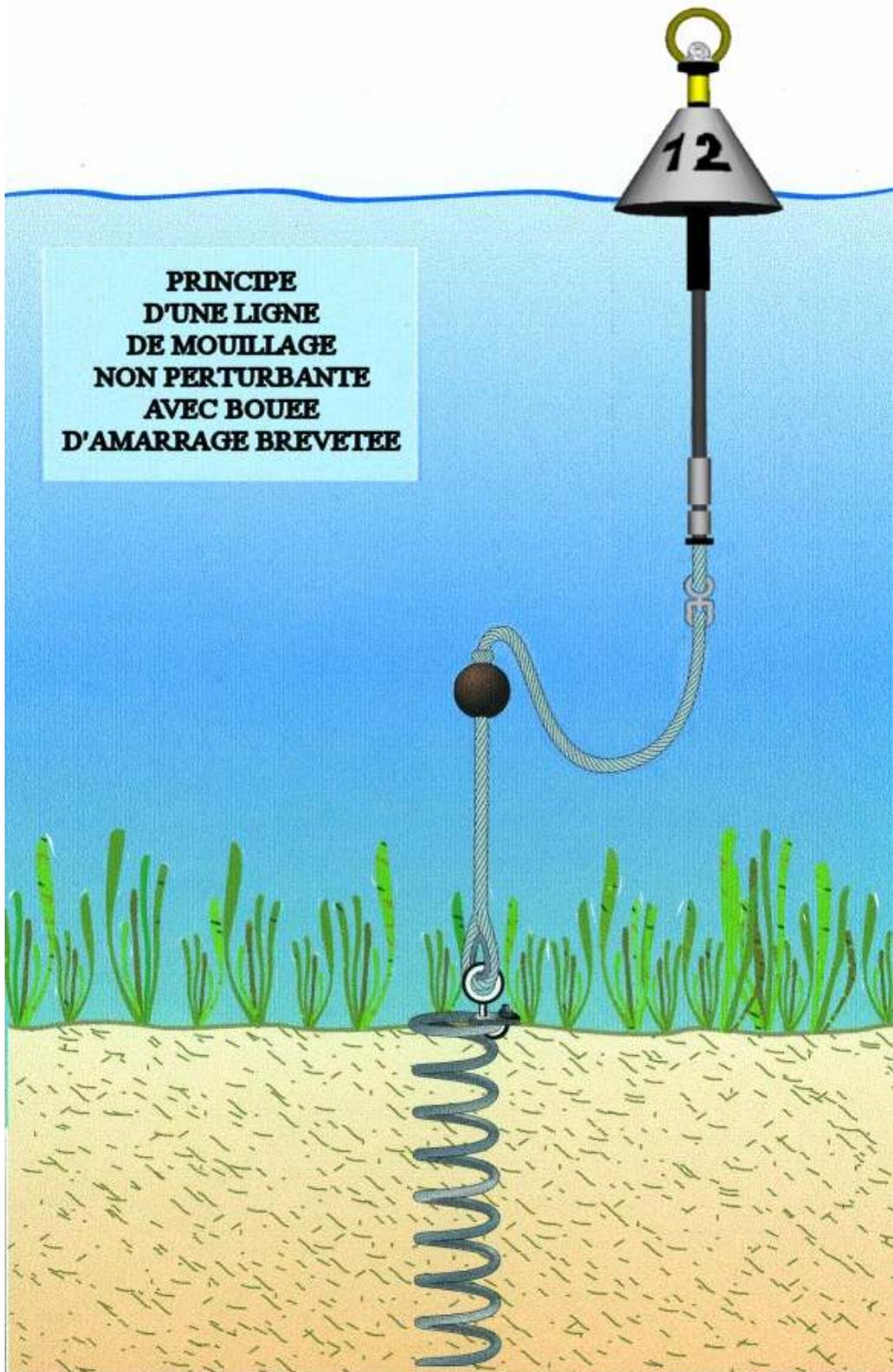
Pose d'un anneau simple ou d'une platine d'ancrage inox renforcée, boulonnée sur les tirants scellés. (Dépose éventuelle simple et rapide)

Emprise au sol de l'ancrage pour bateau de 20 mètres par exemple : 0,10 M2.

Protection de la biocénose des substrats durs primaires ou secondaires (coralligène).



**PRINCIPE
D'UNE LIGNE
DE MOUILLAGE
NON PERTURBANTE
AVEC BOUEE
D'AMARRAGE BREVETEE**



LA LIGNE DE MOUILLAGE

Elle est constituée uniquement de cordage polyamide éprouvé.
Elle est **maintenue sous tension permanente**, en pleine eau, par un flotteur intermédiaire, afin que même au repos, elle ne soit **pas en contact avec le fond**.

L'extrémité supérieure forme une boucle d'amarrage en surface, l'autre extrémité est fixée par une manille haute résistance à la tête affleurante de l'ancrage. La bouée d'amarrage possède **une cheminée centrale dans laquelle coulisse un tube de protection de 3 mètres**. L'utilisateur peut aisément avec une gaffe, par une traction verticale, amener à sa hauteur la boucle d'amarrage.

La ligne de mouillage traverse en continu la bouée de surface, évitant l'emploi d'une tige métallique à anneau. (Les problèmes de corrosion de résistance et de fiabilité sont résolus)
La prise de bouée devient un réel plaisir...

La longueur totale de la ligne est déterminée pour obtenir un angle de traction de 45°. Le rayon d'évitage en surface est donc **égal à une fois la hauteur d'eau**. (Dans la technique traditionnelle du corps-mort, la longueur de la ligne de mouillage doit être **égale à trois fois la hauteur d'eau**.)

CHAMP D'APPLICATION

LES CARACTERISTIQUES AINSI QUE LA MISE EN ŒUVRE DE NOS ANGRES SONT CONFORMES AUX TEXTES SUIVANTS :

LOI «LITTORAL» du 3 janvier 1986 et son décret d'application du 22 octobre 1991.
ARRETE DE PROTECTION DE LA POSIDONIE du 19 juillet 1988.

L'ensemble de cette gamme d'ancrages est calculé pour reprendre les **efforts verticaux et horizontaux** engendrés par le corps flottant de surface.
(Ex: bouée, balise, navire, ponton, structure d'accueil, amarrage permanent sur site de plongée répétitive, etc)

Chaque type d'effort, entre dans une plage d'utilisation, qui détermine la taille et l'échantillonnage de l'ancre correspondante.
Calculs basés sur les mesures de résistance *in situ* réalisées par le Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement. CETE.

La pose d'ancrages multiples et solidaires permet de satisfaire **des efforts de traction très élevés** si nécessaire.

Les calculs standards de nos ancres et des lignes de mouillage prennent en compte **un vent de 120 km/h ainsi que le courant de surface induit**.



Bouée d'amarrage télescopique
à tige coulissante

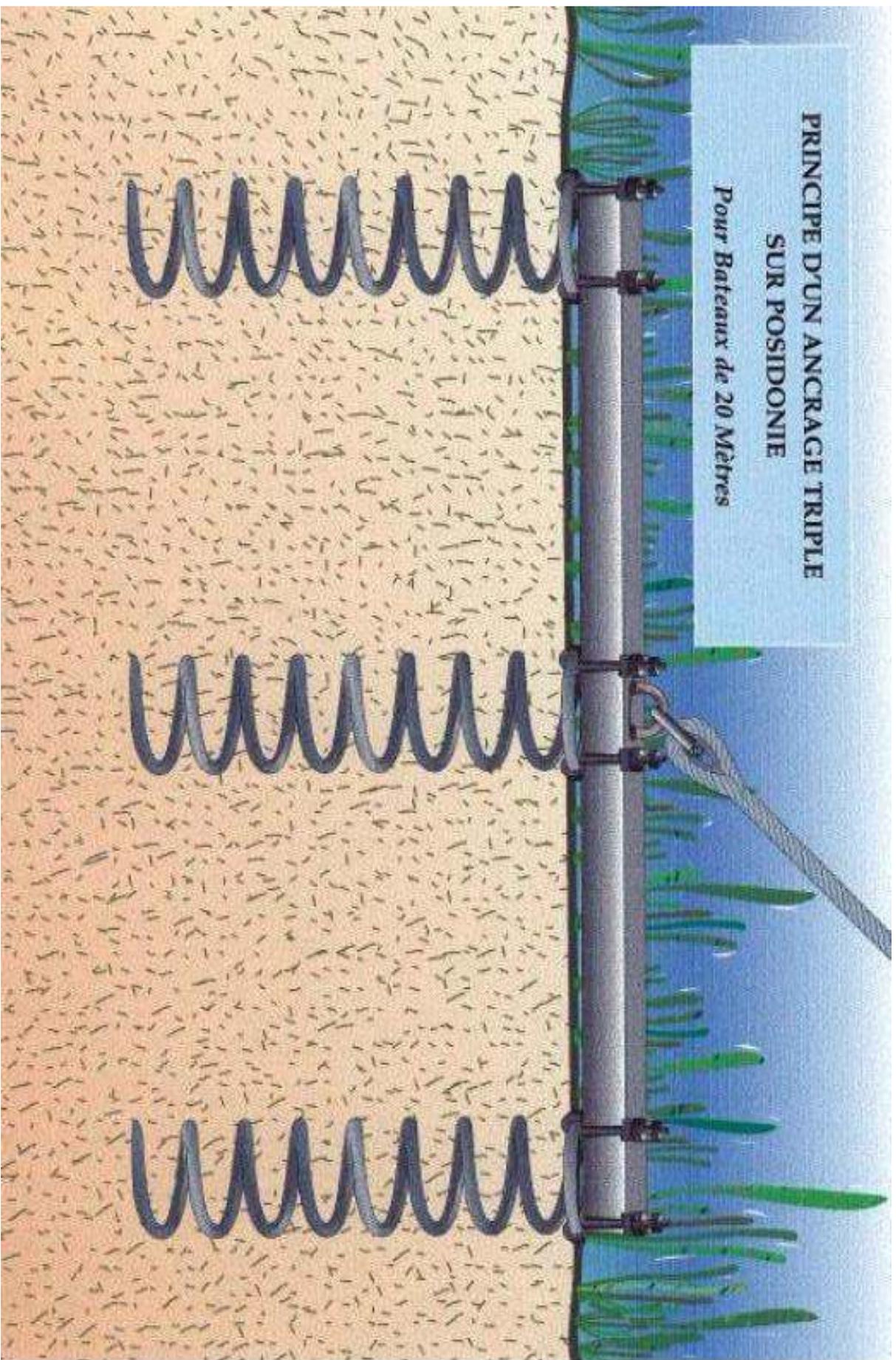
Pour facilité sa prise,
la boucle d'amarrage peut
sortir de 2 m au dessus de la bouée



Fiabilité et longévité de la ligne polyamide.
Protection du cordage contre les prises d'hélices.
Amarrage en direct sur la ligne de mouillage.

**PRINCIPE D'UN ANCRAGE TRIPLE
SUR POSIDONIE**

Pour Bateaux de 20 Mètres



VALIDATION TECHNIQUE

En 1997, une campagne d'essais d'arrachement et de mesures de résistance des ancrés *HARMONY*, a été réalisée sous le contrôle du **C. E. T. E. Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement d'AIX en PROVENCE.**

Les efforts verticaux et horizontaux appliqués sur les différents types d'ancrages ont été mesurés et classés selon les substrats testés (divers sols sédimentaires et divers types de matse de posidonie)



Effort vertical

Effort horizontal
Renvoi d'angle

EXEMPLES DE MESURES

✓ **Un seul ancrage** dans le sable reprend un effort de **33 kN** soit **3,36 tonnes**
Equivalence à un corps-mort béton de 6 tonnes et de dimensions : 2,3 m de côté x 0,5 m de hauteur. **Surface 5,30 m²**

✓ **Un seul ancrage** dans la matse vivante de posidonie reprend un effort de **24 kN** soit **2,45 tonnes**.
Equivalence à un corps-mort béton de 4,5 tonnes et de dimensions : 2 m de côté x 0,5 m de hauteur. **Surface 4 m²**

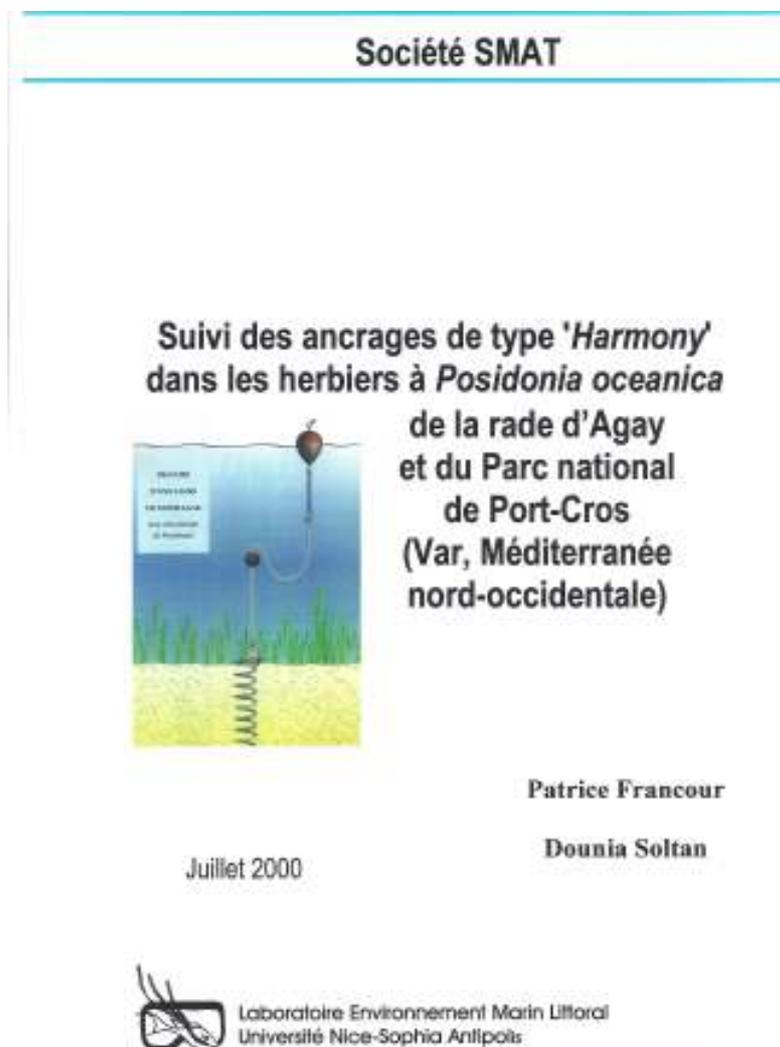
✓ A titre indicatif, **un voilier de 16 m x 4,50 m** soumis à un vent de face de 120 km/h et au courant associé, génère un effort horizontal de **14 kN** soit **1,43 tonne**.

Un seul ancrage remplace 6 tonnes de béton.

LES ANCRAGES *HARMONY* ET LEURS MODES OPERATOIRES SONT BREVETES
(Brevets français et européen)

VALIDATION SCIENTIFIQUE

En 1999 et 2000, un suivi scientifique d'impact sans précédent a été réalisé.



La mission du Laboratoire Environnement Marin Littoral LEML, Université Nice-Sophia Antipolis a permis, dans le cadre de l'implantation d'ancrages *HARMONY* dans un herbier vif, d'en mesurer l'impact. Notamment par le suivi de l'évolution des paramètres suivants :

Les limites de l'herbier autour des mouillages

Le déchaussement des rhizomes de posidonie

La proportion des rhizomes plagiotropes et orthotropes.

La densité moyenne des faisceaux de *P oceanica* dans un rayon de 25 m autour des installations

Le recouvrement moyen de l'herbier dans un rayon de 25 m.

Conclusions après 2 ans:

Absence d'impact négatif sur l'herbier

MISE EN ŒUVRE

De part leur concept, ces ancrages ne nécessitent pas, pour leur mise en place ou l'enlèvement, de gros moyens matériels ni humains.

Un équipement hydraulique particulier et une équipe de scaphandriers classés permettent l'implantation de ces ancres.

LA TECHNOLOGIE *HARMONY*

C'EST LE FRUIT DE TROIS ANNEES

D'études techniques,

De recherches,

De fabrication et de mise au point de prototypes,

D'essais en mer sur tous types de sols,

De mesures de résistance à l'arrachement (vertical et latéral) dans les conditions réelles *in situ*, sous le contrôle du **Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement** d'AIX EN PROVENCE, et avec le concours du Groupement d'Intérêt Scientifique **G I S Posidonie** de MARSEILLE LUMINY,

D'exploitation des résultats obtenus,

De dépôts des brevets (systèmes d'ancrage et modes opératoires)

De développement et de fabrication d'une gamme d'ancrages écologiques.

ET C'EST DEPUIS 1998

Un succès commercial l'installation croissante de nos ancrages et de leur diverses applications, en France et sur le bassin méditerranéen.

L'accord du comité scientifique du Parc National de Port-Cros.

Une recommandation par une commission du S.D.A.G.E, piloté par la DIREN PACA et L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse.

Un suivi scientifique sans précédent, de l'impact des ancrages *HARMONY* sur l'herbier à *POSIDONIA OCEANICA* pendant deux ans. Laboratoire Environnement Marin Littoral Université Nice-Sophia Antipolis

POLYVALENCE D'UN SAVOIR-FAIRE RECONNU

Nous réalisons les travaux suivants :

Etude, Conception, Réalisation et Installation.

- Ancrages amovibles constituant de véritables fondations pour tous types de **structures légères et démontables édifiées sur le domaine public maritime.**
- Ancrages tout équipé pour **l'amarrage des navires.**
Ancrage simple ou multiple pour grosses unités, (entretien et contrôle annuels)
Quel que soit le type de substrat : éboulis, sable, roche, vase, matte morte ou herbier vivant de posidonie
- **Zones de mouillage organisé « clef en main »**
Elaboration du projet, rédaction du dossier de **demande d'AOT**,
« **Autorisation d'Occupation Temporaire** »
Entretien et contrôle annuels.
- Ancrage spécifique du **balisage exposé.**
Certitude du positionnement et de la tenue.
A chaque saison, il suffit de reconnecter la ligne de mouillage de la balise à son ancrage préalablement repéré.
- Ancrage des **chaînes-mères** en lieu et place des corps-morts.
- Ancrage de tous types de **pontons**
- Ancrage **d'émissaire de pompage ou de rejet.**
- Réalisation de **sentier sous-marin**

Une réponse parfaitement adaptée à chaque besoin.

Avec étude préalable de :

- **La nature et le type d'objet ou de structure à amarrer.**
- **Le calcul des efforts, le type de sol, la hauteur d'eau.**
- **Les conditions météo d'exposition (vent, courant, houle, ressac...)**

QUELQUES RÉFÉRENCES

PARC NATIONAL DE PORT-CROS

Implantation de tout les types d'ancrages sur sol de :
sable, éboulis, roche, vase, matte morte et matte vivante de posidonie.
Vaste champ d'application : du simple amarrage de balisage exposé,
et jusqu'à l'amarrage de bateaux de 50 tonnes. (Total : 110 ancres)

PARC NATIONAL MARIN GREC, Ile de ZAKYNTHOS

Ancrage de tous les équipements du Parc National Marin
Pose de 60 dispositifs sur sol de :
Matte vivante de posidonie, Cymodocée, et substrat rocheux.

GOUVERNEMENT DE LA PROVINCE DE VALENCIA

Réalisation de 20 dispositifs d'amarrage pour bateaux de plaisance.
Ile de BENIDORME (Espagne)

TOULON PROVENCE MÉDITERRANÉE. Communauté d'agglomération

Dispositifs d'amarrage pour bateaux de plongée (50 tonnes) sur les sites : **Iles des Embiez, Cap Sicié, Presqu'île de Giens.**

VILLE DE MARSEILLE

Pose de 87 ancres écologiques sur herbier, sable et roche, pour balisage côtier permanent.
Calanques de Marseille et îles du Frioul

Calanque de PORT MIOU Ville de CASSIS

30 dispositifs d'amarrage pour bateaux 17 m sur herbier vif

RÉSERVE NATURELLE MARINE de Cerbère-Banyuls

Réalisation globale du sentier sous-marin et de 15 dispositifs d'amarrage pour bateaux de plongée.
Conseil Général des Pyrénées Orientales.

Conseil Général des BOUCHES du RHÔNE

91 ancrages pour émissaire 820 m de long, sur herbier vif, à La Ciotat

MARINE NATIONALE

Protection des herbiers par rideaux géotextile pendant les opérations de dragage. St Mandrier.

Conseil Général des ALPES- MARITIMES.

Ancrage du balisage hauturier de 3 zones marines protégées. Profondeur 54 M,

CNRS Université de Perpignan (CEFREM)

Ancrage tripode d'une bouée scientifique POEM 8 m de haut à Canet en Roussillon par 28 m de fond

OBSERVATOIRE MARIN SIVOM du littoral des maures

Conception et pose de 6 dispositifs d'amarrage pour bateaux de plongée 40 Tx, sur épave et site hauturier

VILLE de BORMES-LES-MIMOSAS.

Réalisation d'un réseau permanent d'ancrages écologiques pour balisage littoral ZIEM, ZRUB, chenaux, bande 300 m, sur herbier, sable et roche.

DOMAINE DU CAP BÉNAT (Var)

Fourniture et pose d'un réseau permanent d'ancrages écologiques pour balisage littoral.

ZONE MARINE D'AGDE Natura 2000 (34) ADENA.

17 dispositifs d'amarrage pour bateaux de plongée 40 Tx.
Réalisation du sentier sous-marin.

VILLE DE SAINT RAPHAËL

Etude complète avec dossier de demande d'AOT, Réalisation de deux zones de mouillage organisé en 1998. **Baie d'Agay.**

Notre matériel hydraulique de pose



Notre navire de charge polyvalent

Catamaran aluminium insubmersible Armé au commerce



Catamaran 8,50 m X 3.00 m Construction aluminium « Strongall » **chantier META**. Tirant d'eau 0.50 m / 0.70 m Motorisation HB: **2 x 200 CV**. Navire **insubmersible**. **Navire de charge armé au commerce.**

Centrale hydraulique fixe, Portique hydraulique de levage. Potence pivotante latérale. Charge embarquée: 1500 kg Surface de pont libre 16 m². Sondeur vidéo bi fréquence, DGPS, VHF.



ANCORAGE SUR SOL SABLEUX OU SEDIMENTAIRE



Ancre à 2 étages de spire en position
Le bâti centre et immobilise l'ancre.



Mise en position d'une ancre à 1 étage de spire
longueur 1500 mm



Ancre enfoncée partiellement.
Les montants du bâti immobilisent la clé



Vissage direct par clé hydraulique



Phase finale de mise en place.



Vissage de l'ancre jusqu'à affleurement du sol.



Ancre type S installée dans une tâche de sable au milieu de l'herbier à Posidonie.

La ligne de mouillage est toujours maintenue sous tension, même au repos, et ne peut en aucun cas, être en contact avec le fond.

(Protection du biotope)



Tête affleurante d'un ancrage installé dans un éboulis
Aucune destruction lors de la pose.



Ancre type S, longueur 2.20 m
Implanté sur fond sableux.

ANCRAGE MULTIPLE POUR GROSSES UNITES

Trois ancres reliées par une barre d'accouplement (longueur: 3m section: 12cm)

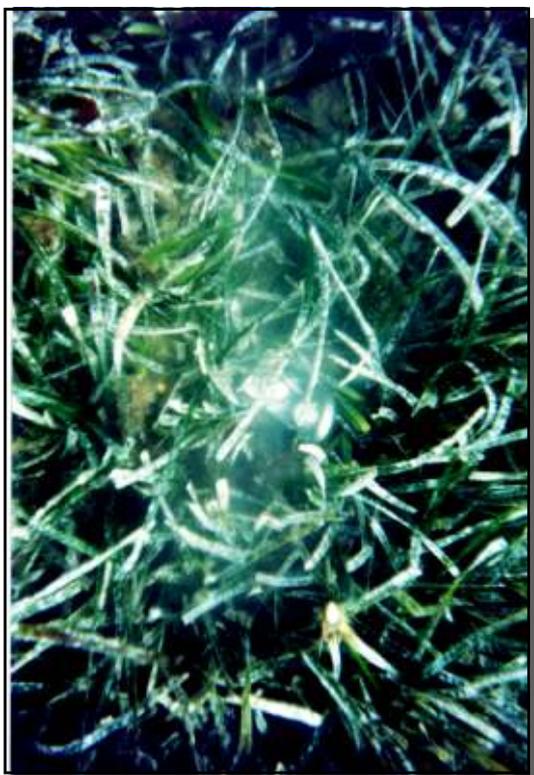
Type éprouvé pour bateaux de 20m



ANCORAGE SUR MATTE VIVANTE DE POSIDONIE



Vissage d'un enroulement hélicoïdal d'acier spécial *HARMONY* Type P
Ancrage sans altération de l'herbier à *Posidonia Océanica*

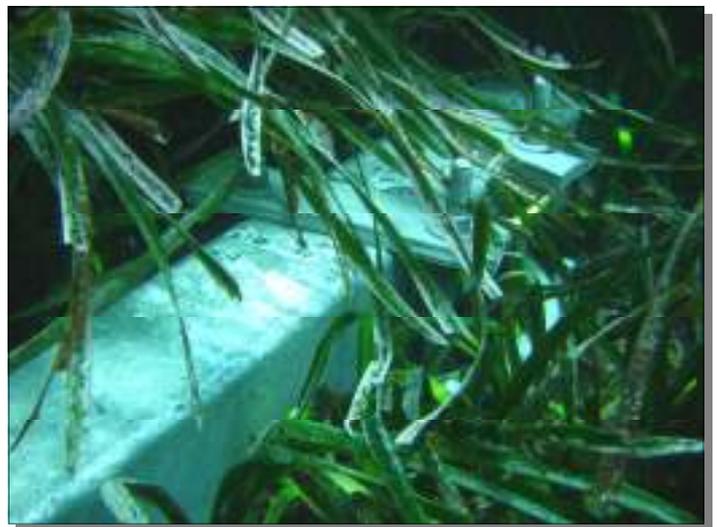


L'ancre est installée, seul un point d'ancrage robuste mais très discret se distingue au milieu de l'herbier.



Le point d'ancrage sur l'herbier est tellement discret qu'il convient de le baliser immédiatement.

Détail de la connexion:
enroulement / barre d'accouplement.



Pose d'émissaire sur herbier vif de posidonie



L'amarrage de la conduite (exemple d'un faible diamètre) est réalisé sans aucune pièce saillante; aucun risque d'accrochage d'engins de pêche
Emissaire de l'île verte lg 820 m La Ciotat, Bouches du Rhône



ANCORAGE *HARMONY*
SUR CAULERPA TAXIFOLIA



L'équipement des zones contaminées, soumises à forte pression de mouillage, évite l'arrachage accidentel de l'algue par les ancres des bateaux.

Plus aucune dissémination de l'algue par colportage

ANCORAGE SUR SUBSTRAT DUR



Platine d'ancrage à deux tirants scellés
Ex: pour bateau 20 mètres.
(Photo le jour de la pose)



Même type de platine, quelques mois plus tard, colonisée par la biocénose. Aucun impact négatif sur le milieu.

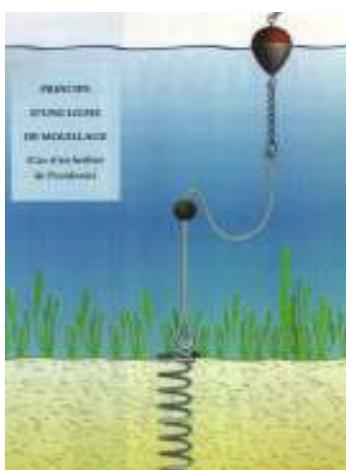


Perçage de la roche avec perforateur hydraulique pour scellement des tirants.



Anneau simple d'ancrage scellé.
pour petites unités, balise, petit ponton etc..

Suivi des ancrages de type '*Harmony*' dans les herbiers à *Posidonia oceanica*



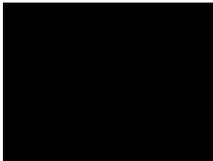
de la rade d'Agay
et du Parc national
de Port-Cros
(Var, Méditerranée
nord-occidentale)

**Résumé et Conclusions
générales de l'étude**

Septembre 2000

Patrice Francour

Dounia Soltan

 Laboratoire Environnement Marin Littoral
Université Nice-Sophia Antipolis

Introduction : le mouillage et l'herbier de posidonie

La fréquentation de la zone littorale par l'homme s'est fortement accrue au cours des dernières années et de nombreuses activités ont recours au mouillage forain : la plaisance, la plongée et la chasse sous-marines, mais également la pêche amateur. Mouiller son ancre est un geste simple qui peut paraître sans conséquence. Toutefois, la remontée d'une ancre avec des feuilles de posidonie ou avec une gorgone est la preuve que le fond peut subir certains dommages.

Dans la tranche bathymétrique concernée par le mouillage forain en Méditerranée (0 _ 40 m de fond), les principaux biotopes présents sont les herbiers de phanérogames marines (essentiellement la posidonie ou la cymodocée), les fonds sableux, les zones rocheuses et les fonds coralligènes. Par leur répartition en profondeur (de la surface à 40 m de fond), les herbiers de phanérogames marines sont les premières biocénoses à être touchées par l'action des ancrages forains. Les fonds rocheux sont, dans la mesure du possible, évités afin que l'ancre ne reste pas bloquée sur le fond. Les fonds coralligènes sont généralement présents plus en profondeur (au-delà de 30 m de profondeur en moyenne) et, sauf activités particulières (plongée sous-marine par exemple), ils ne sont que rarement concernés par le mouillage forain. Enfin, les fonds de sable ne sont utilisés que par beau temps, pour des mouillages temporaires de courte durée, à cause de la plus faible tenue de l'ancre sur de telles surfaces, en comparaison d'autres milieux plus 'accrocheurs'.

L'importance de l'herbier de posidonie n'est plus à démontrer, elle est reconnue par tous. L'herbier de posidonie est aujourd'hui considéré comme un des écosystèmes les plus importants de l'ensemble des espaces littoraux méditerranéens. Au même titre que la forêt en milieu terrestre, l'herbier de posidonie est le terme ultime d'une succession de peuplements et sa présence est la condition *sine qua non* de l'équilibre écologique de beaucoup de fonds littoraux méditerranéens.

Les causes de régression de l'herbier sont nombreuses. Elles sont, pour leur grande majorité, engendrées par des nuisances d'origine anthropique comme la pollution urbaine, la construction d'ouvrages sur la bande littorale, l'action d'agents polluants d'origine industrielle, l'utilisation d'arts traïnants. Depuis plusieurs années, de nombreux auteurs ont attiré l'attention des scientifiques et des administrations sur le problème de l'impact des mouillages forains sur l'herbier de posidonies. Lors d'expérimentations réalisées dans le parc national de Port-Cros, il a été montré que l'impact du mouillage forain est certain, non négligeable et qu'il augmente avec (i) une faible tenue mécanique de la matrice de l'herbier et (ii) un déchaussement important des rhizomes de posidonie.

Les solutions possibles

La gestion du mouillage forain dans un espace marin fréquenté peut revêtir quatre aspects fondamentaux :

- 1 _ une limitation aussi importante que possible du mouillage dans les zones les plus sensibles;
- 2 _ la mise en place et le maintien d'un système de jachère permettant la reconstitution de l'herbier à *Posidonia oceanica*;
- 3 _ une information du public sur les effets négatifs du mouillage forain pour le milieu;
- 4 _ le développement de *méthodes alternatives*.

L'une des premières méthodes alternatives proposées a été le recours à des **corps morts en béton**. Installés de façon permanente sur le fond, ils offrent la possibilité d'installer une bouée d'amarrage en surface. Compte tenu de la densité relative du béton dans l'eau, il est nécessaire d'immerger des corps morts de grande taille pour résister à la traction d'un bateau d'une dizaine de mètres de long en cas de vent et de houle établis. Par ailleurs, si ces corps morts sont installés sur un milieu sensible (herbier de posidonie), **les atteintes directes par recouvrement sont irréversibles**. Des phénomènes d'érosion ont également été constatés à la périphérie des corps morts. Récemment, une gamme de mouillage non dégradant pour les fonds a été mise au point par la société SMAT : **la gamme de mouillage "Harmony"**. Selon le modèle développé, il s'agit d'enroulements d'acier ou de longues vis d'Archimède, enfoncés dans le substrat à l'aide d'un système hydraulique.

L'appréciation de leur impact sur l'herbier de posidonie fait l'objet du présent travail.

Pour cela, nous résumerons dans les paragraphes suivants les principaux résultats obtenus sur une série de trois enroulements solidaires immergés à Port-Cros et sur des enroulements isolés, installés à proximité du port d'Agay.

Principaux résultats obtenus à Port-Cros

Entre janvier et octobre 1999, les mesures réalisées ont montré que les limites de l'herbier autour de la barre de liaison ont varié au plus de 5%, en plus (croissance de l'herbier) ou en moins (régression). Cette variation correspond donc probablement à l'erreur de mesure qui peut être faite sous l'eau. ***Aux erreurs de mesure près, les limites de l'herbier de posidonie n'ont donc pas été modifiées sur le pourtour de la barre de liaison.***

Les autres paramètres mesurés pour apprécier la vitalité de l'herbier, à savoir la proportion rhizomes plagiotropes (croissance horizontale) / orthotropes (croissance verticale), l'affouillement de l'herbier (ou érosion du substrat), la densité et le recouvrement de l'herbier, n'ont pas varié entre le début et la fin de l'étude. Par contre, le déchaussement des rhizomes (la distance hors sédiment pour simplifier), a légèrement augmenté lors de l'étude, passant de 5 à 10 cm.

Principaux résultats obtenus à Agay

Sur les huit enroulements installés à Agay, deux étaient installés dans un herbier de cymodocée envahi par l'algue verte *Caulerpa taxifolia*, **cinq dans un herbier de posidonie** et un sur du sable. Entre les mois de mars et de novembre 1999, nous n'avons pas noté de modification du milieu autour des différents enroulements installés dans la cymodocée ou le sable. ***Dans l'herbier de posidonie, autour des enroulements, les limites sont restées stables également ou traduisent même une croissance de l'herbier.*** Pour une seule bouée (bouée n°4) une régression de faible ampleur (moins de 15%) a été enregistrée. Pour l'ensemble des bouées, les autres paramètres mesurés n'ont pas évolué de façon significative, sauf encore pour la bouée n° 4. En début d'étude, il s'agissait de la seule bouée installée au sein d'un herbier, sur une zone sans végétation et pour laquelle, la platine fixée sur la dernière spire était loin du sédiment (plus de 10-15 cm).

Impact des Mouillages 'Harmony'

Les enroulements installés, soit isolément, soit par trois avec une barre de liaison, **n'ont pas montré d'impact sur le milieu**. Dans le cas des installations suivies à Agay, nous avons même pu observer une croissance de l'herbier.

Dans le cas de Port-Cros, le seul paramètre qui indique une régression est le déchaussement. Bien que la distance entre la barre et le sédiment n'ait pas varié, le déchaussement des rhizomes à la périphérie de l'herbier est passé de moins de 5 cm à près de 10 cm. Dans le cas d'Agay, une seule régression des limites de l'herbier a été constatée et elle concernait la seule platine pour laquelle le déchaussement des rhizomes était important en début d'étude (mars) et pour laquelle la distance entre la platine et le sédiment était également élevée.

L'étude n'a duré que 10 mois, mais les mouillages étudiés ont été soumis aux rigueurs de la période hivernale et ont été fortement sollicités durant la période estivale. Compte tenu des vitesses de régression parfois constatées dans l'herbier de posidonie, cette période de 10 mois, incluant les conditions hivernales et la forte fréquentation estivale, ***permet de s'assurer des conclusions avancées.***

Recommandations

Si les ancrages de type 'Harmony' suivis dans cette étude n'ont pas montré d'impacts sur l'herbier de posidonie, en fonction des différentes observations et mesures faites, nous pouvons suggérer quelques recommandations.

Il semble très important d'***éviter une distance excessive entre le haut des enroulements et le substrat.*** Que cela soit dans le cas d'enroulements reliés par une barre de liaison ou d'enroulements simples avec une platine, l'existence d'une surface pleine (dessous de la barre ou de la platine) à une certaine distance du substrat peut provoquer un affouillement de l'ensemble (érosion du sédiment) et, à terme, une déstabilisation des rhizomes voisins et de l'herbier de posidonie. Ceci est particulièrement important dans le cas d'installations à faible profondeur.

L'installation d'un enroulement ou d'une série d'enroulements dans une zone d'intermatte de faible surface (zone sans rhizomes vivants, au sein d'un herbier) pourrait sembler *a priori* comme une solution intéressante, car aucun rhizome vivant n'est alors endommagé lors de la pose. Toutefois, les observations faites ici laissent penser que *l'installation d'un enroulement dans une intermatte préexistante de faible surface peut conduire à l'érosion des limites d'herbier et/ou à l'augmentation du déchaussement des rhizomes*. Ce facteur sera d'autant plus sensible que l'enroulement n'est pas totalement enfoncé dans le substrat. Bien évidemment, si la surface de l'intermatte est très importante, l'installation d'un enroulement en son milieu n'aura pas de conséquence sur l'herbier environnant.

En respectant ces recommandations simples, les impacts négatifs sur un herbier dense seront très limités, voire inexistant. Nous pouvons toutefois nous poser la question dans le cas d'un herbier de plus faible densité ou de plus faible recouvrement. En effet, ces herbiers sont plus sensibles que les précédents à la pression de mouillage forain et représentent les zones à équiper en priorité de systèmes alternatifs. Bien que ces herbiers n'aient pas été étudiés ici, en fonction des observations faites, nous pouvons supposer que les recommandations précédentes doivent être encore plus scrupuleusement suivies. *Toute surface ou volume déporté du sédiment risque d'entraîner un affouillement de l'ensemble et/ou une augmentation du déchaussement des rhizomes, donc une fragilisation de l'herbier*. Afin d'éviter ce phénomène, il convient donc de recommander pour les installations dans l'herbier de posidonie, le respect des deux points suivants : (i) enfoncer au maximum l'enroulement, surtout si une surface pleine doit être rapportée dessus (barre ou platine), et (ii) éviter d'installer un enroulement dans une intermatte de faible surface.

En conclusion, le recours à des mouillages fixes, de type 'Harmony', constitue une avancée significative pour supprimer les impacts des mouillages forains sur un herbier de posidonie. Ce type d'installation n'a pas montré d'impact négatif sur l'herbier environnant sur la durée de l'étude.