



Outil de gestion



**Guide d'aide à
la gestion des
Aires Marines Protégées**

***Ancrages écologiques
permanents***

Décembre 2006



Nord Est **SUD** Ouest
INTERREG III C

GUIDE D'AIDE À LA GESTION DES AIRES MARINES
PROTÉGÉES EN MÉDITERRANÉE

ANCRAGES ÉCOLOGIQUES PERMANENTS





Comment citer cet ouvrage :

Francour P., Magréau 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 :

Jean-Michel Cottalorda, Mathieu Foulquié-Adena, Jean-François Magréau, Patrice Francour, Philippe Robert, www.freeimages.co.uk.

Maquette et Conception Graphique :

Pierre-Alain Mannoni.

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 confrontées 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 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 Posidonies**. 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 sur ou enfoncée dans 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 trouve 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.



Sommaire

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



SABLE ET VASE

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



GALETS ET ÉBOULIS

- 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. ***Éléments intermédiaires et éléments de Surface***

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

Partie 5. ***Glossaire***

Partie 6. ***Références***





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 ($< 63 \mu\text{m}$) 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 Posidonies. 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 Posidonies, 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 Posidonies, 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 pe-

tite 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 (*Upogenia*, *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 Posidonies 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 comme la grande nacre (*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 Posidonies qui peuvent également s'installer sur des substrats sableux (voir fiche « herbiers de Posidonies »), ces différentes formations n'édifient pas de structures tri-dimensionnelles 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 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 entrainera 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 (ancrage) ou lors de la pose d'une structure permanente sur le fond ; les possibilités d'enfouissement assez rapides ou de déplacement des espèces animales leur 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 de sable (*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 émergeant 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 Posidonies)



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 manuel

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 la longueur de la tige selon l'effort estimé. (voir tableau solutions et coût)



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 **pénétrromètre** ou **scissomètre**. Il faut apprécier et estimer. S'assurer de l'épaisseur 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, fluant et plus vaseux 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 0.80 m à 3 m.

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.

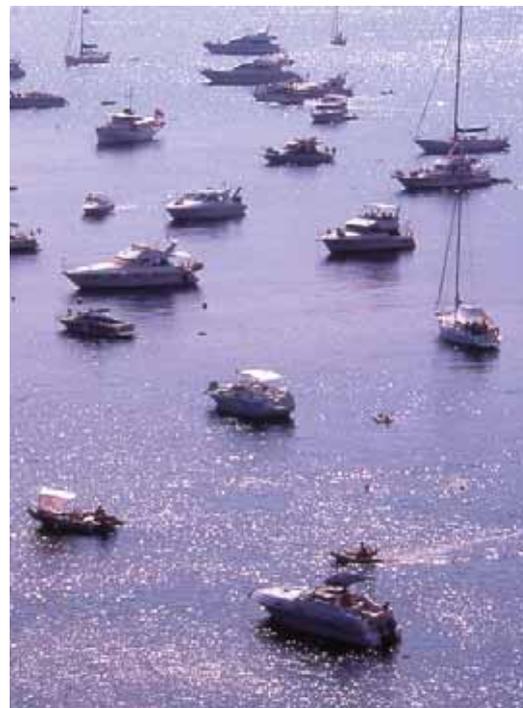


Modèle 4

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.



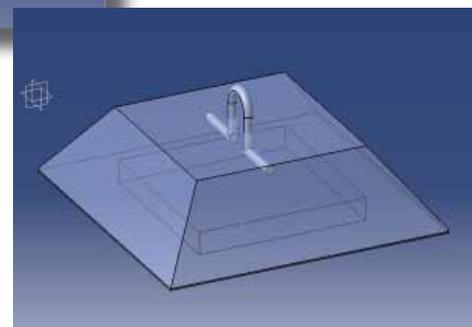
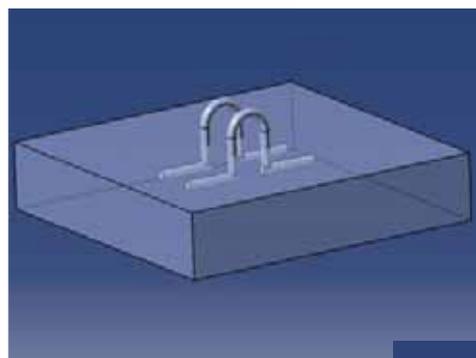
II - Description technique des modèles

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. Certains corps-morts possèdent sous la face inférieure une cavité qui améliore l'effet ventouse de l'ensemble.

Le matériau couramment utilisé pour des raisons de facilité est le béton, qualité « prise mer » de préférence. D'autres ont la forme de polyèdre tronc de pyramide carré, améliorant la stabilité au basculement.

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



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. Le corps-mort occupe de façon permanente une surface du substrat

Il existe un risque de glissement et de dérapage sous l'effet de charge excessive ou de mauvais calcul de la 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 un 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, etc.

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'organeaux mobiles (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 du vent, hauteur de la 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'évitage 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 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 coquillier,

ou de 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. Une houle importante peut faire 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 (voir schéma ci-dessus).

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.

On peut également ensouiller un corps-mort (c'est à dire 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 COÛT ESTIMATIF

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

- Cout estimatif de la fourniture en euros HT, sans frais de livraison
 - Diamètre en
 - 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 METRES

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

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11 METRES

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

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18 METRES

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
 Coût ancrage seu l: simple 500 e, double 1200 e, triple 1500 e

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
 Coût ancrage seul: 30 à 60 e

LIGNE D'EAU FLOTTANTE

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

STRUCTURES FLOTTANTES

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

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 METRES

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

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11 METRES

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

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18 METRES

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

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
 Coût ancrage seul: 60 à 100 e

LIGNE D'EAU FLOTTANTE

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

STRUCTURES FLOTTANTES

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

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. Cela limite fortement ou empêche totalement l'installation d'organismes **sessiles** à la surface des galets ou des petits blocs de roche. Une faune et une flore fixée ne sera observée qu'en présence d'éléments de grande taille, peu ou faiblement mobiles.

Dans la mesure où ni sable ni gravier fin ne viennent 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 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, de ce fait, sont considérées comme très rares. Le petit poisson *Gouania wildenowii* en 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 est adaptée à son

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.

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 graviers fins 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 faible 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 du 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 nombre de points de contact réduits avec le sol.

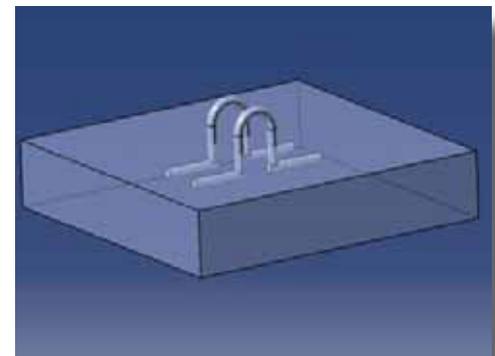
La surface totale de contact est proportionnellement faible et le substrat de relative instabilité, de plus, la forme arrondie et l'aspect souvent lisse des galets favorisent le glissement.

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.

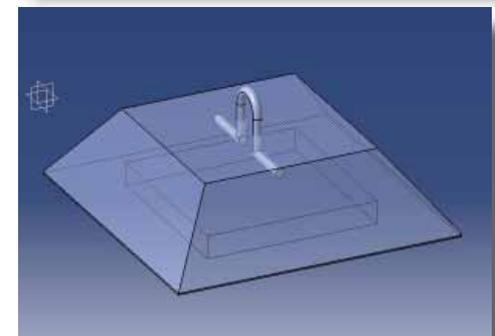


III - Tenue

La tenue est ici très majoritairement liée au poids apparent

IV - Intérêt écologique

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



V - Technique de mise en place

En cas d'éboulis chaotique, il faudra choisir selon l'encombrement du corps-mort, l'endroit précis où 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 COÛT ESTIMATIF

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

- Coût 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 MÈTRES

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

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11 MÈTRES

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

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18 MÈTRES

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
 Coût ancrage seul: double 1200 v, triple 1500 v

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
 Coût ancrage seul: 30 à 60 g

LIGNE D'EAU FLOTTANTE

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

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
 Coût estimatif ancrage seul: 500 g

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 MÈTRES

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

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11 MÈTRES

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

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18 MÈTRES

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

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
 Coût ancrage seul: 60 à 100 g

LIGNE D'EAU FLOTTANTE

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

STRUCTURES FLOTTANTES

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

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. 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 **sciophile** 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 de nombreuses strates allant 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, les cavités dans les zones de roches ou les espaces entre les blocs, renforceront 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'amarage 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 du trou à l'air comprimé, 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 réa-

liser 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

variable en direction et en angle, il faudra utiliser une pièce d'ancrage résistant 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 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 doivent tenir compte de la valeur de l'effort prévu, en particulier 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.

Si la charge augmente, la répartition des efforts doit alors s'effectuer sur plusieurs tirants, plus longs et plus espacés.

SOLUTIONS SELON L'USAGE ET COÛT ESTIMATIF

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

- Coût 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 MÈTRES

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

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11 MÈTRES

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
 Coût ancrage seul: piton 50 e, platine 550 e

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18 MÈTRES

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
 Coût ancrage seul: 550 à 650 e

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
 Coût ancrage seul : 35 à 50 e

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
 Coût estimatif ancrage seul: 50 e

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
 Coût estimatif ancrage seul : 50 à 550 e

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, pas de 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 tridimensionnelle 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 mérrou brun, les paysages grandioses des tombants de gorgones, constituent autant d'attraits 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.

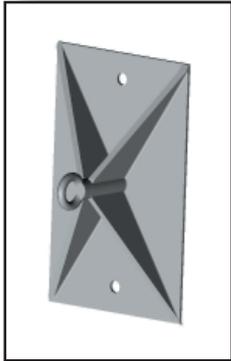
TECHNIQUES D'ANCRAGE ADAPTÉES

Le scellement d'ancrage : se reporter également à la fiche scellement dans « 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 - Tenue

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

IV - 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 occa-

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

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 COÛT ESTIMATIF

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

- Coût 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 MÈTRES

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

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11 MÈTRES

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
 Coût ancrage seul : piton 50, platine 550 e

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18 MÈTRES

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
 Coût ancrage seul: 550 à 650 e

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
 Coût ancrage seul : 35 à 50 e

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
 Coût ancrage seul : 50 e

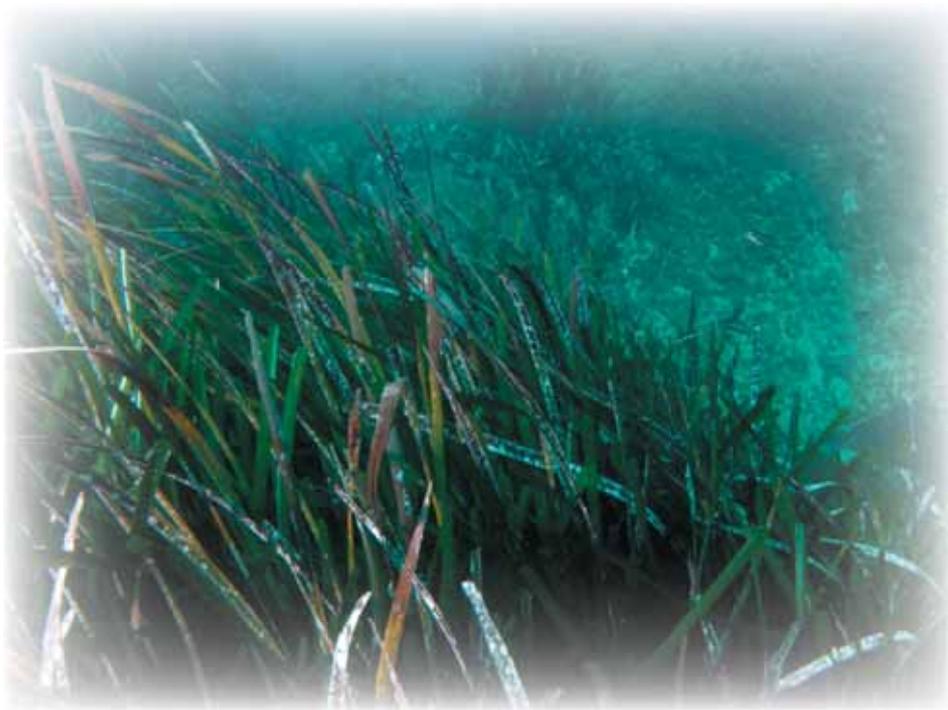
STRUCTURES FLOTTANTES

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
 Coût ancrage seul : 50 à 550 e

STRUCTURES IMMERGÉES

Selon sa nature, les conditions d'exposition 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 atténuant 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 zones couvertes 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 : en France, 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, la reconnaissance mondiale de l'importance économique des herbiers est indéniable et, avec les estuaires, ils font partie des milieux



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

trainants. 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 bateaux 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'herbiers très clairsemés à faisceaux isolés, où 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.

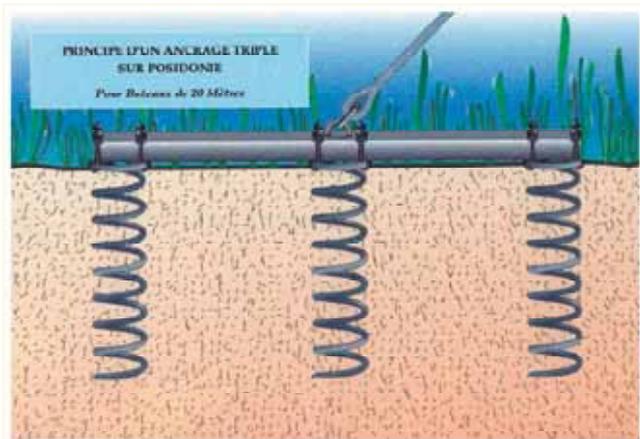
En règle générale, les valeurs moyennes des caractéristiques de l'enroulement hélicoïdal sont : Diamètre de fil : 30 mm, diamètre extérieur : 350 mm, longueur : 800 à 1600 mm, poids : 25 à 42 kg.

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

Une étude scientifique a montré que la pose d'un enroulement dans un herbier vif n'a pas d'impact négatif.

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 **matte** 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.
- éviter 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 du vent, hauteur de la 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 Posidonies 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 **pénétrromètre**, **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 matres 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 Posidonies varient de 0,80 m à 1,60 m.

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 ancrages seront utilisés 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 destruction de ses éléments et la tenue de la vis à sable devient donc très médiocre.



SOLUTIONS SELON L'USAGE ET COUT ESTIMATIF

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

- Coût 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 4 m amarrée en évitage (sur un seul point)

ENROULEMENT HARMONY

EMBARCATIONS LÉGÈRES < 7 MÈTRES

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

EMBARCATIONS MOYENNES 7 À 11 MÈTRES

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

EMBARCATIONS LOURDES 12 À 18 MÈTRES

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

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 e

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 e

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 e

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). Risque de dissémination rapide de <i>C. taxifolia</i> et <i>C. racemosa</i>	
Importance écologique	importante	limitée
Sensibilité/ Vulnérabilité	moyenne à importante (si Cymodocées ou Zostères)	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.

Eléments Intermédiaires et Eléments 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 la 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'objet 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 multipoints.

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 une résistance homogène sur toute sa longueur. S'assurer de la résistance individuelle de chacun de ses composants (manilles, chaîne, câble, cordage, émerillon, bout, 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)

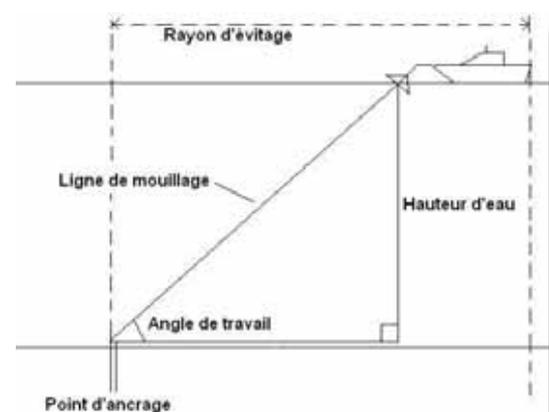
Cette longueur sera calculée selon les paramètres de hauteur d'eau (hautes eaux, majorées de la hauteur de houle possible) et d'angle de travail souhaité de la ligne de mouillage dans ces conditions.

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.

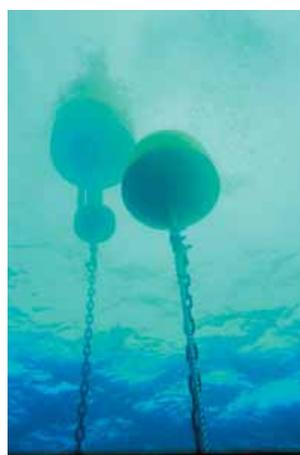
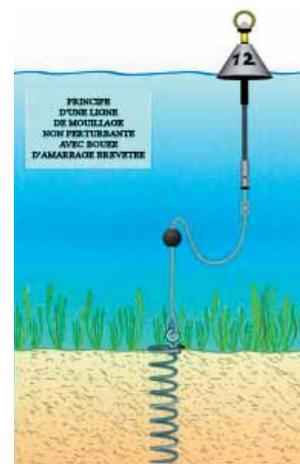
L'amortissement par allongement.

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 élastomère, etc.).



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. Préférer 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 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, polymères 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'amarrant 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.

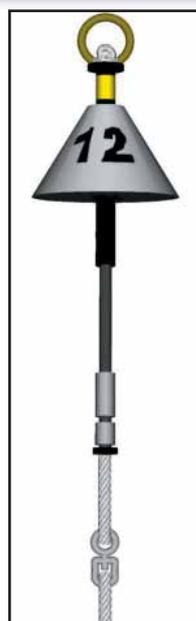
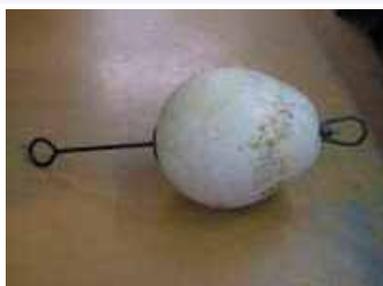
Choix d'une bouée d'amarrage

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 2,50 m 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, J.O. 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 : hautes et allongée s(espar), munies d'une tourelle portant un signal (croix de Saint André

par exemple). Il est bon de se renseigner dans chaque pays auprès des administrations concernées (Affaires maritimes, Service des phares et balises, etc.) 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 chers.

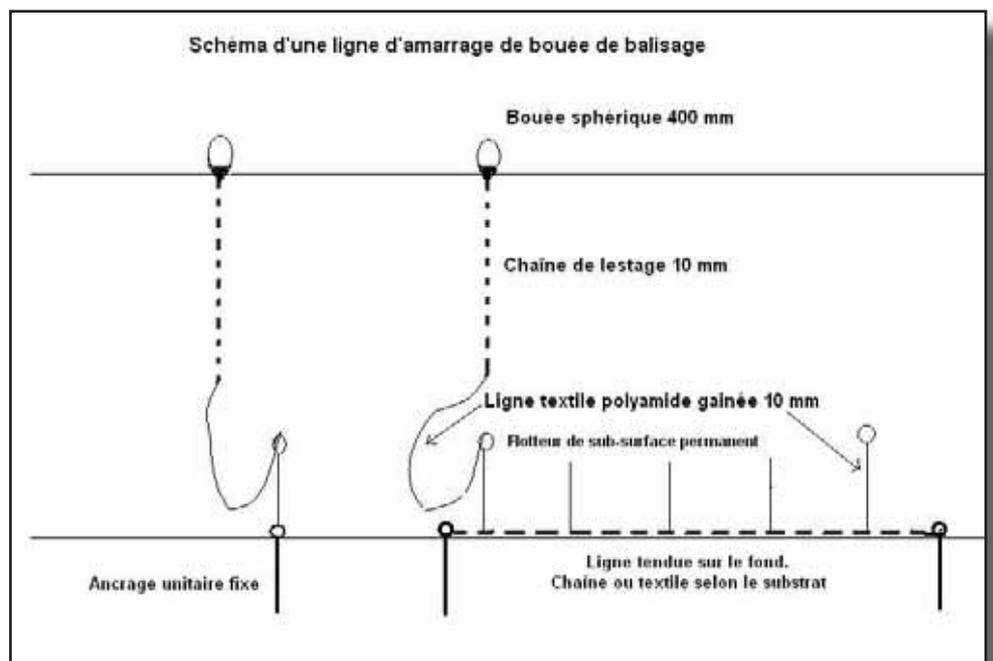
La pose

La pose du balisage saisonnier ou permanent, sous sa forme traditionnelle,

représente un impact répété non négligeable 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'impact 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

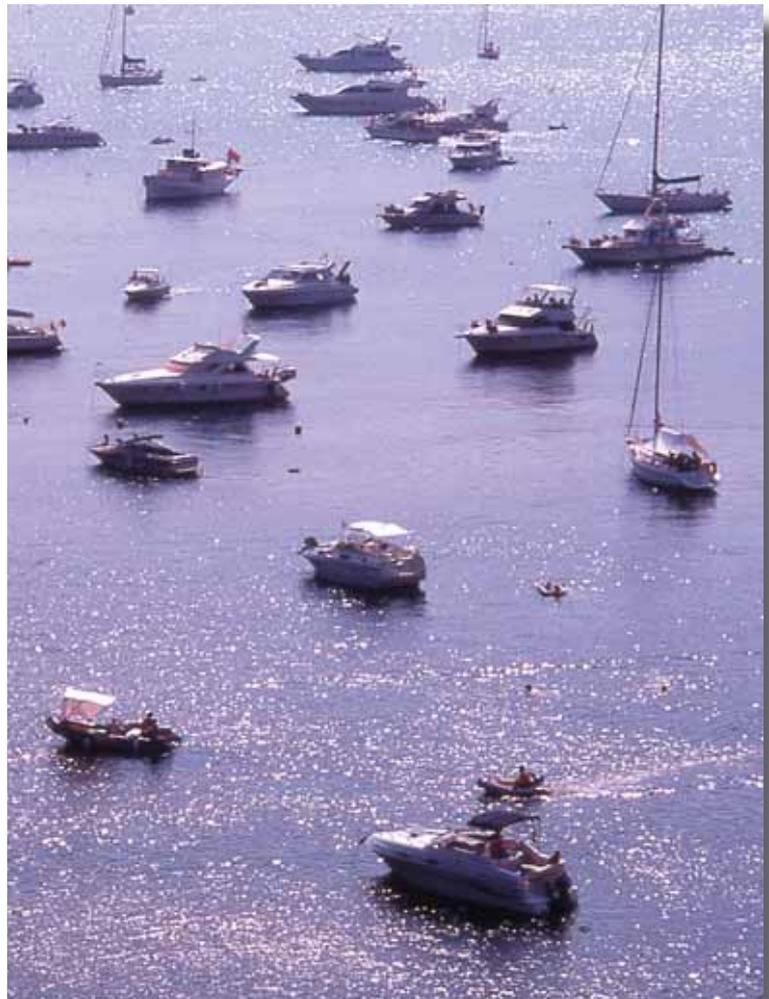
Il faut trouver le juste milieu, lors de la pose, dans le réglage de la tension de la ligne. Celle-ci ne doit pas être tendue à l'extrême entre deux bouées. Il est également important de protéger des frictions les points de contacts entre ligne d'eau et point d'amarrage des bouées. Cette connexion doit 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.

Quel 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 pan-toire 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)

Ensouillé

Se dit d'un navire ou d'un objet (câble, etc.) échoué 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.

Frayère

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

Étage (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 à 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

Étage (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.

Méiobenthos

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 biodiversité 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 éthique.

Pénétrometre

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

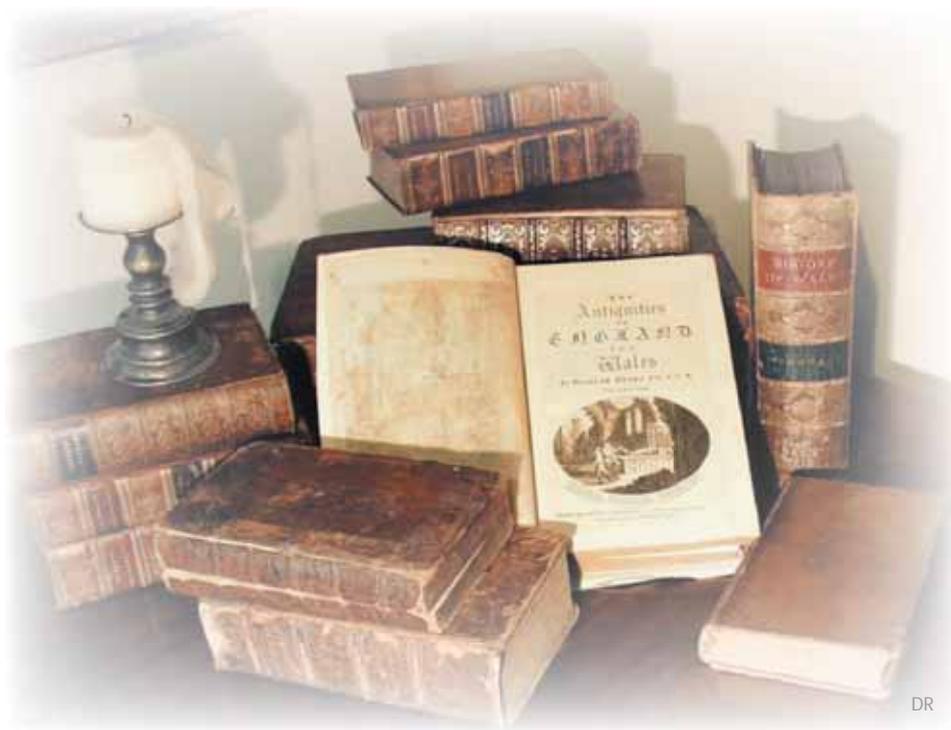
L'étage Supralittoral est situé au-dessus de l'étage Médiolittoral et correspond à la zone d'humectation par les embruns. En tant qu'adjectif (avec une minuscule), qualifie les espèces vivant dans cet espace.

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



DR

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.



Qu'est-ce que le réseau MedPAN ?



What is the MedPAN network?

MedPAN est le réseau des gestionnaires d'aires marines protégées de Méditerranée.

Ce projet d'une durée de trois ans (2005 - 2007) est financé par l'initiative Interreg III C zone Sud. Il rassemble 23 partenaires de 11 pays du pourtour méditerranéen, dont 14 partenaires européens (France, Italie, Grèce, Espagne, Malte, Slovénie) et 9 partenaires de pays non européens (Maroc, Tunisie, Algérie, Croatie, Turquie).

Ces partenaires gèrent plus de 20 aires marines protégées et travaillent la création de plusieurs sites.

Le réseau a pour objectif de faciliter les échanges entre aires marines protégées méditerranéennes afin d'améliorer l'efficacité de la gestion de ces territoires.

En particulier, le réseau permet de :

- promouvoir le partage d'expériences et de bonnes pratiques entre gestionnaires ;
- proposer des solutions aux problèmes de gestion des aires marines protégées ;
- améliorer les compétences des gestionnaires ;
- faire connaître le rôle des aires marines protégées et favoriser leur reconnaissance ;
- diffuser des messages communs à l'ensemble des aires marines protégées.

Le réseau organise plusieurs ateliers thématiques chaque année sur des problématiques de gestion communes à l'ensemble des aires marines protégées.

Le réseau finance la réalisation d'études.

Le réseau a pour vocation de produire des outils méthodologiques destinés à aider les gestionnaires dans leur travail quotidien.

Le réseau publie également le Répertoire global des aires marines protégées de Méditerranée.

MedPAN is the network of managers of marine protected areas in the Mediterranean.

This three-year project (2005 - 2007) is funded by the Interreg III C zone South initiative. It brings together 23 partners from 11 countries around the shores of the Mediterranean, of which 14 partners are European (France Italy, Greece, Malta, Slovenia, Spain) and 9 partners from non-European countries (Morocco, Tunisia, Algeria, Croatia, Turkey).

These partners manage more than 20 marine protected areas and are working towards the creation of several new sites.

The aim of the network is to facilitate exchange between Mediterranean marine protected areas in order to improve the efficiency of the management of these areas.

Specifically, the network can :

- promote the sharing of experiences and good practices amongst managers ;
- suggest solutions to management problems of marine protected areas ;
- improve the capacity of managers ;
- make the role of marine protected areas known and encourage their recognition ;
- disseminate messages common to all marine protected areas.

The network organizes several thematic workshops each year on management issues common to all the marine protected areas.

The network finances the carrying out of studies .

The purpose of the network is to produce methodological tools designed to help managers in their daily work.

The network also publishes the Global directory of marine protected areas in the Mediterranean.

www.medpan.org

Le réseau MedPAN est coordonné par le WWF-France
The MedPAN network is coordinated by WWF-France



*pour une planète vivante**

** for a living planet**