



Consultant technique :



Réalisé avec
le soutien financier de :



Les mouillages d'embarcations au lac d'Annecy :

Bonnes pratiques
de mise en œuvre
et solutions
à moindre impact
environnemental





SOMMAIRE

Sommaire	1
Réalisation et validation du guide technique	2
Important	3
Partie 1 – Le lac d’Anney et l’impact potentiel des mouillages	4
1. La genèse du guide technique	5
2. Les mouillages et leur impact potentiel	6
3. La végétation immergée du lac d’Anney	7
4. L’objectif du guide technique et les solutions alternatives	8
Partie 2 - La gestion des autorisations de mouillages	10
1. Le domaine public fluvial	11
2. L’autorisation d’occupation du domaine public (AOT)	11
3. Redevances	11
4. Nature de l’AOT	12
5. Récolement des travaux	13
6. Les mouillages au lac d’Anney	13
Partie 3 - Les mouillages permanents : propositions de solutions techniques et bonnes pratiques de mise en oeuvre	14
1. Principes généraux	15
2. Les techniques existantes	16
3. Les matériels	24
Partie 4 – Les ancrages provisoires : solutions et bonnes pratiques	42
1. Enjeux environnementaux - observations sur les incidences subaquatiques	43
2. Solutions et bonnes pratiques	43
Glossaire	50
Annexe 1 : Hypothèses de dimensionnement des corps morts	52
Annexe 2 : Auscultations subaquatiques – exemple de restitution	56
Annexe 3 : Ancres	59
Annexe 4 : Réf. de fournisseurs et d’entreprises de travaux subaquatiques	60
Annexe 5 : Bibliographie	62

REALISATION ET VALIDATION DU GUIDE TECHNIQUE

LE GROUPE DE TRAVAIL

Le principe du guide a émergé d'un groupe de travail issu de la Commission Lac & Prospective du SILA, qui a également assuré une validation de son contenu technique en date du 10 octobre 2011.

STRUCTURE, ADMINISTRATION OU GROUPE D'USAGERS	REPRESENTANT(S)
Syndicat Mixte du Lac d'Anney - SILA	Thierry BILLET, Vice-Président ; Services Techniques du SILA
Elus des communes riveraines	Michel BEAL, Maire de Saint-Jorioz
Direction Départementale des Territoires DDT	Fabien RIDEAU ; Didier DELEAU ; Marie MILLION
Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques - ONEMA	Jean-Claude RAYMOND ; Guillaume COUTROT
Association des Usagers du Lac d'Anney AULA	Jean-Claude BUFFIN, Président ; André ORIBONI, Vice-Président
Association des Propriétaires Riverains du Lac d'Anney - APRIL	Hubert SCHWARTZ, Vice-Président
Plongeurs	Jean-Pierre COSTE, Président FFESSM74 ; Christian PERRIERE, Président du club de la Coulée Douce
Pêcheurs amateurs - Anney Lac Pêche	Christian GUIRAUDON, Président ; Pierre BOUTILLON, membre du Bureau
Professionnels de la location de bateaux	Marc PECORARO et Guy TRINQUET, Groupement des loueurs de bateaux du lac d'Anney ; Bernard JOSSERAND
Associations de protection de l'environnement	Philippe CHAMBELLANT, Lac d'Anney Environnement

Pour leur contribution active à la validation du document, un remerciement particulier est adressé à Fabien RIDEAU (DDT), Jean-Claude RAYMOND (ONEMA), Hubert SCHWARTZ (APRIL).

De même, les plongeurs du club de la Coulée Douce (Sevrier) ont transmis plusieurs photographies afin d'illustrer le guide technique, qu'ils soient ici remerciés : Christian PERRIERE, Christian BAYLE, Fabienne CHARLES, Yves FRONTENAUD, Didier CAPDEROU, Jean-Luc BERTONCELLO.

AUTEURS DU GUIDE TECHNIQUE

BRL Ingénierie (partie 3 et 4, annexes) : Stéphanie FILLION ; Marie-Claude NICLOT

SILA (coordination, partie 1, mise en page) : Damien ZANELLA ; Gwladys PERRILLAT

DDT (partie 2) : Fabien RIDEAU

PARTENAIRES POUR LA RÉALISATION DU GUIDE



Conseil Général de la Haute-Savoie



Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse

IMPORTANT

La commission Lac & Prospective du SILA a entrepris la réalisation de ce guide technique, consacré à des propositions de mouillages écologiques adaptés au lac d'Annecy, ainsi que des rappels sur les bonnes pratiques d'installation et d'entretien des mouillages et amarrages.

Ce document doit permettre de proposer des principes adaptés aux spécificités de la flottille présente sur le lac (dimension, fréquentation, usages), à la nature des fonds, aux profondeurs des zones de mouillage.

Il est destiné à un public d'utilisateurs, professionnels ou non, disposant néanmoins de connaissances de base en plaisance et en description des milieux aquatiques.



CE GUIDE CONSTITUE UNE AIDE AU CHOIX D'UN PRINCIPE DE MOUILLAGE, MAIS N'ENGAGE PAS LA RESPONSABILITÉ DES AUTEURS, ÉDITEURS ET DIFFUSEURS POUR L'UTILISATION DES INFORMATIONS PRÉSENTÉES, OU EN CAS D'ACCIDENT.

IL APPARTIENT À CHAQUE UTILISATEUR DE SE RAPPROCHER DE SON FOURNISSEUR OU DÉTAILLANT HABITUEL POUR CALIBRER LE(S) DISPOSITIF(S) ENVISAGÉ(S) À SA PROPRE SITUATION.



Un amarrage écologique ? (Crédit : D. ZANELLA – SILA)



PARTIE 1



LE LAC D'ANNECY ET L'IMPACT POTENTIEL DES MOUILLAGES

Depuis sa création en 1957, le Syndicat Mixte du lac d'Annecy (SILA) mène des initiatives exemplaires pour protéger le lac et son écosystème. La construction du réseau d'assainissement collectif a permis de restaurer la qualité des eaux du lac et de la maintenir au fil des ans.

Au-delà de cette préservation de l'eau, c'est la sauvegarde du milieu naturel dans son ensemble qui est essentielle. Une réflexion sur les objectifs à atteindre à l'horizon 2020-2030 est aujourd'hui à l'œuvre, afin d'améliorer de façon continue la qualité du milieu.

La Commission Lac et Prospective du SILA, qui favorise la concertation entre élus, scientifiques et usagers du lac a déjà permis d'engager plusieurs actions, comme le programme de restauration des roselières, l'étude sur le marnage ou la réflexion sur la motorisation électrique des bateaux.

Les mouillages écologiques, qui permettent d'éviter la dégradation des fonds et en particulier des herbiers immergés dans le lac d'Annecy, s'inscrivent parfaitement dans cette logique. Ce document, à la fois pédagogique et détaillé, vous guidera dans la réalisation de ces mouillages à moindre impact environnemental.

Pour que le lac d'Annecy reste un espace préservé et partagé.

Le Président du SILA
Pierre BRUYERE

1. LA GENESE DU GUIDE TECHNIQUE

La Commission Lac & Prospective du SILA est l'organe de concertation, d'information et d'échanges pour la gestion du lac d'Annecy. Elle rassemble les services de l'Etat, les collectivités territoriales et autres administrations, les experts et structures scientifiques, ainsi que l'ensemble des représentants de tous les usages du lac (associations, clubs sportifs, activités économiques...).

Pour répondre à une demande forte des usagers, un groupe de travail consacré à la question des mouillages et la préservation des herbiers lacustres a vu le jour en 2009.

Très vite, le développement de mouillages dits « écologiques », à moindre impact environnemental, s'est imposé comme une des solutions à mettre en pratique au lac d'Annecy.



Une réunion technique du groupe de travail (Crédit : D. ZANELLA – SILA)

L'impact du dispositif se fait ressentir aussi bien sur la végétation aquatique que sur le substrat du fond du lac, même si ce dernier est dénué d'herbiers.

Une des seules études réalisées en eau douce sur cette thématique provient du lac de Constance (OSTENDORP & al., 2008), et a permis de mettre en évidence l'influence d'un corps mort traditionnel et celui d'un dispositif dit « écologique », en comparaison d'une zone témoin végétalisée et dépourvue de mouillage.



(Source : OSTENDORP & al., 2008)

	CORPS MORT TRADITIONNEL	MOUILLAGE «ÉCOLOGIQUE»
Surface d'influence du mouillage	87 m ²	6 m ²
Surface dénudée de végétation aquatique / zone témoin	+ 122 %	+ 15 %
Estimation de l'érosion sédimentaire en particules fines (<0,11 mm) provoquée par le dispositif	907 kg	20 kg
Densité d'invertébrés aquatiques inféodés aux végétaux / zone témoin	- 13 %	- 1 %

3. LA VÉGÉTATION IMMERGÉE DU LAC D'ANNEY

Sans doute moins connus que les roselières aquatiques, émergées et donc facilement observables, les herbiers immergés du lac d'Annecy constituent une composante à part entière de l'écosystème lacustre.



Herbiers immergés du lac d'Annecy (Crédits : R. MASSON)

La transparence élevée des eaux permet à la lumière de pénétrer profondément, ce qui explique pourquoi ces végétaux colonisent le fond du lac jusqu'à une vingtaine de mètres de profondeur.

Plus de 25 espèces sont recensées, parmi lesquelles on retrouve fréquemment le myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum*), la pesse d'eau (*Hippuris vulgaris*), les potamots (*Potamogeton lucens*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*...), le scirpe lacustre (*Schoenoplectus lacustris*), les nombreuses espèces de Characées (*Chara* sp.), etc. La grande naïade (*Najas marina*) constitue en outre une espèce protégée en région Rhône-Alpes.



Nénuphars (Nuphar lutea), scirpes lacustres (Schoenoplectus lacustris) en forme immergée
(Crédit : D. ZANELLA – SILA)



Jeune brochete au milieu des Characées
(Crédit : J.-L. BERTONCELLO)

Insectes, mollusques, crustacés, poissons... la végétation aquatique immergée abrite une faune riche et diversifiée, grâce aux nombreuses fonctions qu'elle supporte : gîte, frayère, nurserie, zone d'alimentation. Par exemple, dans les lacs alpins, les herbiers de Characées jusqu'à 8-10 mètres de profondeur constituent le support de ponte préférentiel des brochets.

Les sédiments superficiels du lac, même s'ils ne sont pas recouverts de végétation, sont l'habitat d'une faune spécifique, adaptée à l'enfouissement. Vers, larves de chironomes, mollusques... peuvent ainsi être dénombrés à hauteur de plusieurs milliers d'individus par m². Si leur présence est relativement discrète, l'importance écologique n'en demeure pas moins importante, en rentrant notamment dans la composition du régime alimentaire de nombreux poissons du lac.

Ces milieux se caractérisent par leur faible tenue mécanique, et une forte sensibilité à l'érosion. L'ancrage des plantes est le plus souvent superficiel, et les tiges végétales relativement fragiles. Dès lors, la mise en place d'un mouillage mal conçu, ou des jetés-relevés d'ancres répétés, peuvent avoir un effet direct sur la stabilité du substrat ou la pérennité de l'herbier.

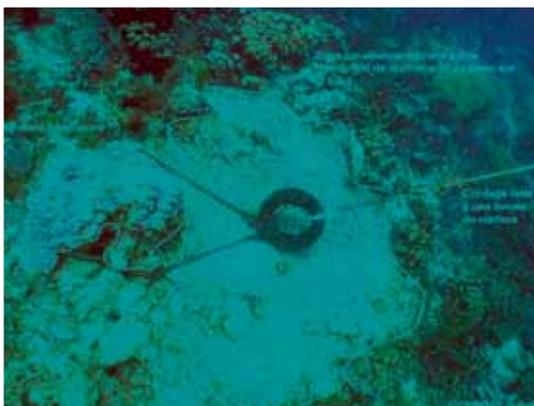
4. L'OBJECTIF DU GUIDE TECHNIQUE ET LES SOLUTIONS ALTERNATIVES

La mise en œuvre de dispositifs de mouillages moins impactants pour l'environnement a déjà été testée en milieu marin, notamment dans le cadre de la protection des herbiers à posidonies et pour les sites de plongée très fréquentés, comme les récifs coralliens.

Plusieurs documents techniques s'y réfèrent (BOUDURESQUE & al., 2006 ; FRANCCOUR & al., 2006 ; PERES & al., 2006) : un des principes consiste à décoller la chaîne de mouillage du fond, estompant ainsi le phénomène d'érosion mécanique. Des systèmes d'ancrages alternatifs au traditionnel bloc béton ont également été développés.

Malheureusement, ces préconisations ne sont pas transposables en l'état au lac d'Annecy. Les configurations retrouvées en milieu lacustre diffèrent fréquemment du milieu marin (taille et poids des embarcations, profondeur d'ancrage, substrat, houle...), pour lesquelles les solutions citées ont été élaborées.

Adapter ces dispositifs aux configurations du lac d'Annecy constitue l'objectif principal de ce guide technique, afin de fournir aux usagers une base documentaire ainsi qu'une aide à la décision pour la réalisation de leur mouillage.



Exemple d'impact d'un mouillage sur un récif corallien
(Crédit : OMMM/L. Juhel, issu de PERES & al., 2006)

D'une façon générale, l'élaboration et l'installation d'un mouillage efficace et sécurisé pour les biens et les personnes demandent un certain nombre de compétences techniques, ainsi que l'intervention de professionnels. Des rappels de bonnes pratiques sont ainsi formulés tout au long du document.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que la mise en œuvre d'un mouillage n'est pas une action anodine : ces dernières années au lac d'Annecy, un certain nombre de mouillages « artisanaux » ont cédé en période de fort coup de vent, provoquant ainsi des dommages parfois considérables pour les embarcations et les infrastructures voisines.



Vue aérienne du Port de Doussard (Crédit : OT Lac d'Annecy)



PARTIE 2



LA GESTION DES AUTORISATIONS DE MOUILLAGES

1. LE DOMAINE PUBLIC FLUVIAL

Le lac d'Anney a été classé dans le domaine public fluvial (DPF) de l'État et dispose du statut de voie navigable en vertu des décrets du 14 janvier 1865 et du 10 novembre 1873.

Dans ce contexte, toute utilisation et occupation du domaine public fluvial est soumise à une **Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT) conformément aux dispositions de l'article L 2122-1 du Code Général de la Propriété des Personnes Publiques (CG3P), selon lesquelles : « nul ne peut, sans disposer d'un titre l'y habilitant, occuper une dépendance du domaine public d'une personne publique mentionnée à l'article L.1 ou l'utiliser dans des limites dépassant le droit d'usage qui appartient à tous. ».**

L'occupation domaniale consentie doit être conforme avec l'usage et la destination du domaine public ou pour le moins être compatible avec ce domaine. L'usage privatif du domaine public ne peut avoir une finalité commerciale contraire à la destination dudit domaine.

La gestion de certains secteurs peut être confiée à des collectivités territoriales (concession).

2. L'AUTORISATION D'OCCUPATION DU DOMAINE PUBLIC (AOT)

Le pôle Lac d'Anney de la Direction Départementale des Territoires (DDT) est compétent pour décider de l'opportunité de l'occupation du DPF et délivrer le titre domanial. France Domaine assure la fixation du montant des redevances domaniales.

Sur demande de l'intéressé, le pôle Lac d'Anney de la DDT instruit la demande d'AOT et examine sa compatibilité avec l'intérêt général. Il contrôle certains points tels que la destination du mouillage, le respect de l'intérêt du domaine, la sécurité et la facilité de la navigation, la protection du site, l'intérêt social.

DDT – PÔLE LAC D'ANNEY

15 rue Henri Bordeaux
74998 ANNECY Cedex 9
Tél. 04 50 66 77 10 - Fax 04 50 66 77 01

L'intéressé doit fournir une demande écrite détaillant le projet, sa nature (caractéristiques, surface, modèle, coupe en travers) et son implantation (schéma et plan précis de localisation) pour toute création ou modification d'un mouillage.

3. REDEVANCES

L'AOT est soumise à redevance (Art L.2125-1 à 6 du CG3P) fixée par France Domaine. Cette redevance tient compte des avantages de toute nature procurés au titulaire de l'autorisation et de la durée d'occupation. Elle peut donc être évaluée en fonction du revenu tiré de cette occupation, en prenant par exemple en compte le chiffre d'affaire rendu possible.

Le montant des redevances varie en fonction de la nature de l'occupation :

- Les AOT délivrées à titre économiques pour des exploitations commerciales. Des pontons ou zones de mouillage peuvent être ainsi exploitées par des communes ou des entreprises privées.
- Les AOT délivrées à titre non économique.

4. NATURE DE L'AOT

Cette autorisation est :

- temporaire (Art L.2122-2 du CG3P) : l'autorisation d'occupation est toujours délivrée pour une durée déterminée. L'occupant ne peut se prévaloir d'un droit à renouvellement de l'autorisation qui lui avait été délivrée. La durée de l'AOT doit permettre l'amortissement financier, technique et économique du bien.
- précaire et révocable (Art L.2122-3 du CG3P) : l'autorisation d'occupation peut toujours être révoquée, le plus souvent pour des motifs d'intérêt général quelle que soit la durée d'occupation qui a été fixée initialement, sans que la personne publique soit contrainte de verser des indemnités au profit du permissionnaire évincé.
- délivrée à titre personnel : l'autorisation d'occupation n'est pas transmissible à des tiers et sa sous-location est interdite. L'administration doit cependant être saisie d'une demande actant le transfert d'une autorisation domaniale d'un occupant à un autre. Dans ce cas, le titre ne peut être cédé qu'à une personne agréée par l'autorité compétente en vue d'une utilisation compatible avec l'affectation du domaine public occupé.
- de nature à conférer à son titulaire, pour la durée de l'autorisation, les prérogatives et obligations du propriétaire (Art L.2122-6 du CG3P). Il revient donc à l'occupant de procéder à l'exécution de l'ensemble des travaux d'entretien du domaine dont la jouissance lui est consentie (sans répartition des obligations d'entretien avec le gestionnaire du DPF).



(Crédit : D. ZANELLA - SILA)

5. RÉCOLEMENT DES TRAVAUX

Au terme des travaux autorisés par l'acte domanial (AOT), peut-être établi un procès-verbal de récolement. Le gestionnaire du domaine vérifie alors la conformité des travaux exécutés par rapport à l'acte. En cas de non-respect des conditions d'exécution des travaux, l'autorité gestionnaire du domaine peut procéder, après mise en demeure, à la résiliation de l'acte domanial aux torts de l'occupant. Le défaut de remise en état du site ouvrira, si besoin, la voie à une procédure de contravention de grande voirie pour atteinte à l'intégrité matérielle du domaine.

Qu'il s'agisse d'un retrait, d'une révocation ou de l'expiration du délai d'origine, l'occupant doit évacuer les lieux et les remettre en état d'origine (Art L.2122-9 du CG3P).

Tout mouillage créé sans AOT est également puni par une contravention de grande voirie et une amende de 150 € à 12 000 € (Art L.2132-5 du CG3P).

L'administration ne peut régulariser unilatéralement la situation d'un occupant sans titre par la délivrance d'une AOT, en l'absence de demande d'occupation. Dans ce cas, seul l'établissement d'une contravention de grande voirie est possible, après mise en demeure de régularisation adressée à l'occupant.

6. LES MOUILLAGES AU LAC D'ANNECY

A. QUELQUES CHIFFRES

En 2011, les AOT au lac d'Annecy portaient sur 475 pontons à usage privé (avec a minima un mouillage complémentaire/ponton), 379 mouillages à usage privé, 389 mouillages pour les 22 loueurs de bateaux que compte le lac (une embarcation = un mouillage), auxquels il convient d'ajouter les mouillages présents dans les ports.

En 1990, on comptait environ 550 pontons à usage privé, et un nombre comparable de mouillages.

B. LA GESTION DES AUTORISATIONS

La DDT précise l'orientation actuelle, à l'heure de publication du guide, prise en lien étroit avec les collectivités territoriales et le SILA, qui consiste à ne pas renouveler les autorisations à titre privé au droit du domaine public, et à rediriger les demandeurs vers des pontons publics collectifs dont la gestion est de compétence communale.

Ce dernier point est également valable pour les demandes de renouvellement d'autorisations situées au droit du domaine privé si l'équipement (mouillage, ponton) est notamment susceptible de limiter le développement des roselières et des herbiers, ou par exemple de constituer une gêne à la navigation.



LES MOUILLAGES PERMANENTS : PROPOSITIONS DE SOLUTIONS TECHNIQUES ET BONNES PRATIQUES DE MISE EN OEUVRE

Les termes suivis d'un *astérisque** sont définis dans le glossaire en fin de document.

1. PRINCIPES GENERAUX

Afin de coller au mieux aux caractéristiques de la flottille présente sur le lac d'Annecy et aux lieux fréquentés pour son « stationnement », plusieurs paramètres type ont été définis, et servent de base aux calculs présentés dans ce guide.

SUBSTRAT	PROFONDEUR D'ANCRAGE	LONGUEUR ET POIDS DE L'EMBARCATION
- Sédiments meubles	- Inférieure à 2 m	- Inférieure à 5 m et à 1 t
- Herbiers immergés	- Entre 2 et 5 m	- Entre 5 et 6.50 m pour 1 à 2 t environ
- Galets / cailloux	- Supérieure à 5 m	- Supérieure à 6.50 m pour 4 à 5 t environ

Les dimensions maximales sont limitées par le Règlement Particulier de Police et de Navigation sur le Lac d'Annecy¹ :

- à une longueur de 9 m pour les bateaux à moteur,
- à une largeur hors tout de 3,50 ou d'une jauge inférieure à 10 tonneaux pour les bateaux à voile.

Le vent constitue un autre paramètre de dimensionnement. Plus que le poids propre du bateau, son fardage* est déterminant pour le dimensionnement du système d'amarrage, compte tenu de l'obstacle qu'il oppose au vent. Par ailleurs, le vent est susceptible de lever une houle sur le plan d'eau, dont la hauteur sera fonction de la vitesse du vent, de la profondeur d'eau et de la longueur de fetch*. Le détail des calculs est proposé dans l'annexe 1.



Coup de vent sur la roselière de Saint-Jorioz
(Crédit : D. ZANELLA - SILA)

¹ • Consultable sur le site internet de la DDT : <http://www.haute-savoie.equipement-agriculture.fr>, rubrique «Transport - Navigation - Lac d'Annecy»

2. LES TECHNIQUES EXISTANTES

L'objectif recherché est de limiter l'impact négatif associé aux équipements de stationnement des bateaux. Des expériences, menées principalement en site maritime, ont fait leurs preuves quant à l'efficacité de dispositifs écologiques. Ils constituent la base de la littérature consultable.

En préambule, on distinguera les amarrages et les mouillages par le fait que les premiers disposent d'un contact direct avec la berge, tandis que les seconds sont isolés de la rive.

Les amarrages sont réalisés sur quais, sur pontons longitudinaux ou transversaux à la berge, doublés d'un système de chaînes sur corps morts*, équipées de bouées ou de pendilles*, permettant l'amarrage perpendiculaire.

Les mouillages sont de type à évitage* (point d'ancrage unique autour duquel le bateau tourne) ou à embossage* (deux points d'ancrage opposés maintenant le bateau dans une direction fixe). Ces mouillages sont généralement installés sur l'appareil constitué corps mort(s)-chaîne(s)-bouée(s).

A. PRINCIPE GÉNÉRAL ET PRÉCAUTIONS

Le principe général est déterminé par :

- un point fixe avec une emprise minimale au sol,
- une limitation des mouvements entre le dispositif et le fond,
- une rationalisation de l'espace en surface.

Les dispositifs de mouillages se définissent en trois parties :

- La constitution d'un point fixe au fond, capable de résister aux efforts qui lui seront appliqués, en fonction de sa fondation,
- La transmission entre le fond et la surface, capable de transférer au point fixe au sol, sans déplacement de celui-ci, les efforts reçus à la surface,
- La fixation au bateau, qui doit répondre aux exigences des déplacements locaux de surface (vagues, courants, vent), de résistance aux efforts exercés par le bateau, de facilité d'utilisation.



La constitution d'un point fixe au fond, capable de résister aux efforts qui lui seront appliqués, en fonction de sa fondation, nécessite d'être capable de déterminer les efforts appliqués, c'est-à-dire de traduire les effets du vent, du courant, des vagues sur le bateau, ainsi que d'apprécier la qualité de la fondation à recevoir et à accepter ces efforts. De même, la transmission des efforts entre la surface et le fond suppose, outre de connaître ces efforts, d'être capable d'apprécier l'aptitude des matériels ou matériaux à y répondre dans les conditions de sécurité fixées ou du risque accepté en fonction de la valeur du bien concerné.

Ces étapes relèvent de reconnaissances et de calculs, et parfois d'essais, qui font appel à des compétences techniques. Ce guide constitue une aide à la décision mais l'utilisateur doit se rapprocher d'un professionnel, de type bureau d'études.

B. AMARRAGE SUR QUAIS OU PONTONS

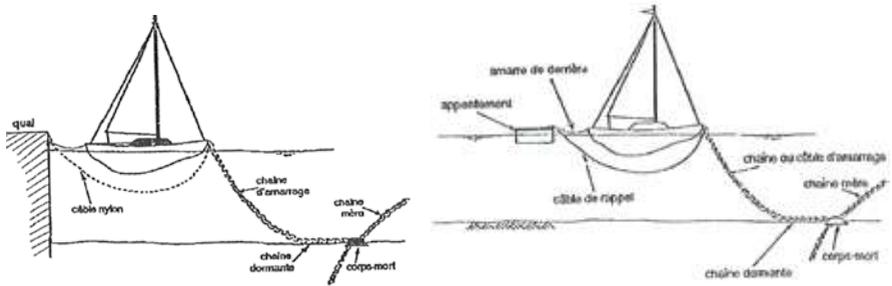
Les ports, les linéaires collectifs (clubs, associations, loueurs), les pontons privés proposent des amarrages sur quais ou pontons.

Lorsque le bateau est amarré longitudinalement, le seul ponton suffit.

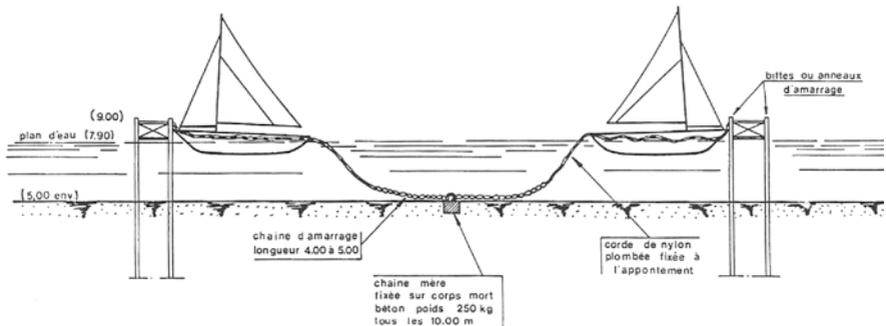
Pour un amarrage perpendiculaire, un second point de fixation est nécessaire, généralement constitué au moyen de bouées ou pendilles, reliées par des chaînes filles* à une chaîne mère* fixée au fond par des corps morts.



Canal du Vassé à Annecy (Crédit : L. RENAUD-SILA)



Extrait de «Les aménagements de plaisance maritime» – Notice PM n°02.03 – CETMEF*



Extrait de «Les aménagements légers pour la plaisance» – Notice STC n°81.1 – STCPMVN*

Selon la dimension des bateaux, il n'est pas nécessaire de placer un corps mort au droit de chaque bateau, les chaînes filles se prenant directement sur la chaîne mère.

C. MOUILLAGES

Organisés ou individuels, les mouillages se distinguent de l'amarrage par l'absence d'ouvrage de transfert entre le bateau et la rive.

1. Le mouillage à évitage et l'affourchage*

Installé sur un point unique, il laisse une grande liberté de mouvement au bateau, en fonction du marnage, des vagues, des courants et des vents.

Ce type de mouillage est généralement privilégié pour des mouillages privés unitaires, car souvent aisément mis en œuvre au moyen d'un corps mort et d'une chaîne d'une longueur de 3 à 5 fois la profondeur, la chaîne traînante contribuant à la résistance de l'ancrage.

Il est néanmoins consommateur d'espace pour un mouillage collectif, et surtout les chaînes endommagent le fond. On cherche donc à réduire la longueur des chaînes ou mieux à les décoller du fond.

L'affourchage consiste en un mouillage composé de deux ancres dont les lignes forment un V partant de l'avant du bateau. Ce type de mouillage réduit l'évitage et consomme moins d'espace.

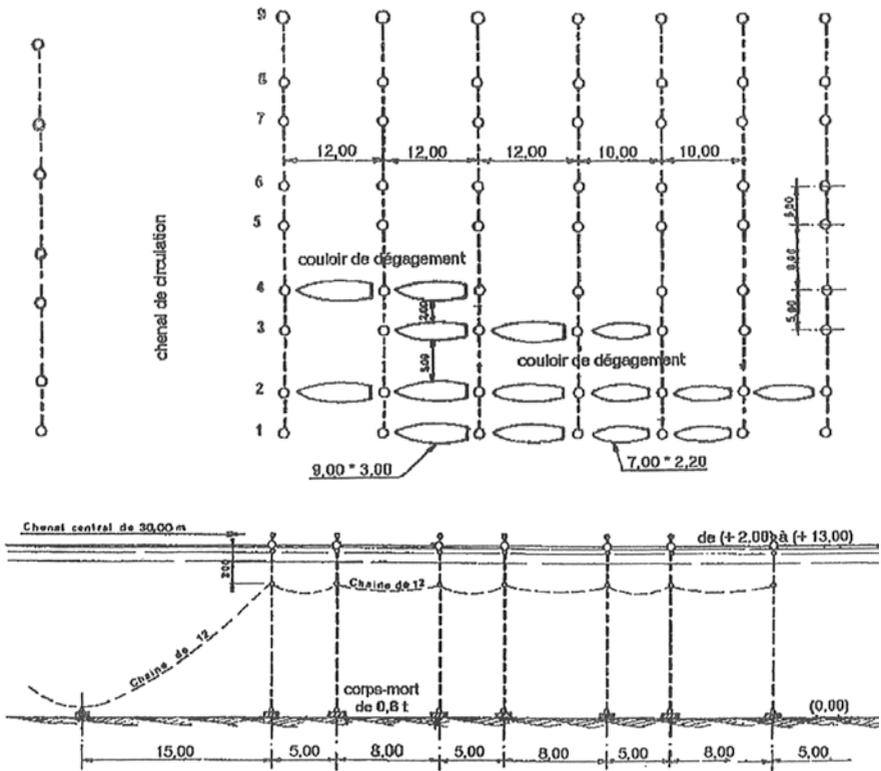


Une situation mixte : amarrages sur pontons et mouillages à évitage (Crédit : H. BONNEL)

2. L'embossage

Le bateau est amarré à l'avant et à l'arrière et maintenu selon une direction qui est généralement celle du vent dominant. Ce type de mouillage est installé pour des équipements collectifs (mouillage organisé, bassin d'échouage en site maritime).

Il fait alors appel à plusieurs lignes de chaînes horizontales (chaînes mères) maintenant les chaînes verticales (chaînes filles). Le relèvement de la chaîne horizontale préserve le fond du ramage* lié au mouvement des chaînes.



Extrait de «Les aménagements légers pour la plaisance» – Notice STC n°81.1 - STCPMVN



Mouillage organisé au large de Duingt (Crédit : M-E CHIRI – SILA)

D. LES SYSTÈMES COLLECTIFS ET L'ORGANISATION DU PLAN D'EAU

Le développement de dispositifs collectifs est à exclure des espaces colonisés par les herbiers ou a fort enjeu environnemental.

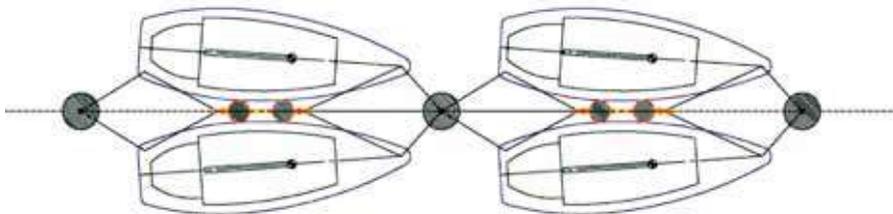
En dehors des ports ou de linéaires de quais et pontons, les mouillages collectifs concernent a priori des professionnels, mais les principes énoncés peuvent tout aussi bien être appliqués à un regroupement de particuliers sur un mouillage organisé.

Au mouillage par évitage (ancrage sur un point unique), on préférera l'embossage (ancrage sur deux points : avant, arrière) qui rend possible la densification au moyen d'un équipement commun à plusieurs bateaux.

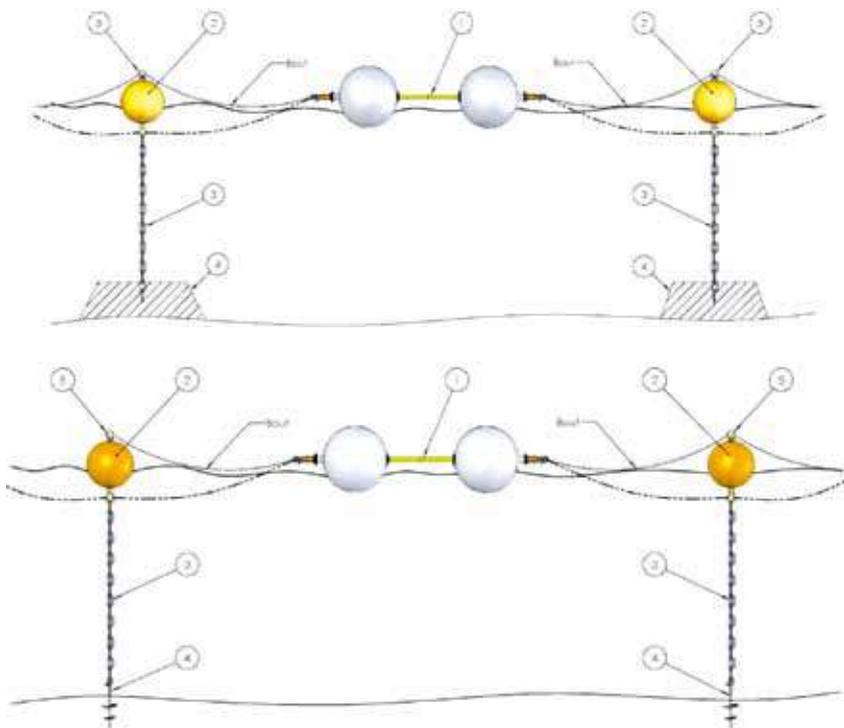
Les mouillages collectifs devront donc être distingués selon qu'il s'agit de «rangement» ou stockage de bateaux, ou bien d'une activité organisée telle que la location de pédalos ou bateaux.

1. Les altères

Un système d'altères permet de doubler les possibilités de mouillage sur une même ligne. Il se prête bien à des unités identiques que sont des pédalos, des voiliers d'une école de voile ou encore les bateaux à moteur d'un loueur, ceci afin de limiter les risques de ragage dus à des oscillations différentes d'unités trop dissemblables. Ce dispositif convient à du stockage car subsiste la difficulté d'accès à partir de la rive.



Extrait de : *Documentation technique Le Béon, fournisseur*
(Crédits : *Documentation technique Le Béon, fournisseur*)



1. haltères 2. bouées sur tige 3. chaîne de liaison 4. ancre à vis ou corps morts 5. tige de bouée

Extrait de : Documentation technique Le Béon, fournisseur

2. Les dispositifs ponctuels réversibles

Le principe consiste à installer, sur un espace limité, une structure susceptible d'accueillir plusieurs embarcations. Démontables, ils peuvent répondre aux besoins d'une manifestation nautique par exemple, ou à un besoin local et saisonnier d'accroissement de la capacité d'accueil. Encore expérimentaux, ces dispositifs demandent à être de nouveau testés dans des sites très exposés au vent et à la houle.



(Crédit : Capitainerie Cap d'Agde)

3. Pontons flottants

Les équipements de type ponton « flottant » ou « modulable » doivent répondre aux objectifs d'accueil du public et de stationnement de leurs équipements. L'installation de structures perpendiculaires à la rive permet de l'ouvrir une perspective sur l'espace nautique et de dégager les berges à d'autres fins.

Selon la saisonnalité de l'activité, on pourra distinguer des équipements permanents ou saisonniers. Les montages présentés dans ce qui suit répondent aux deux besoins.

En épi ou en linéaire de rive, un ponton fait d'éléments en structure métallique sur flotteurs, revêtu de platelage et équipé des deux côtés de catways* (ou bras d'amarrage pour de petites unités), offre un espace d'accueil sécurisé.

La structure est amarrée sur pieux, sur rails fixés au quai, sur bracons (écarteurs articulés à la rive) ou par chaînes croisées sous les éléments des pontons et arrimées au fond sur points fixes que l'on détaillera plus loin.



Ponton du port d'Annecy-le-Vieux
(D. ZANELLA- SILA)

Sur pieux



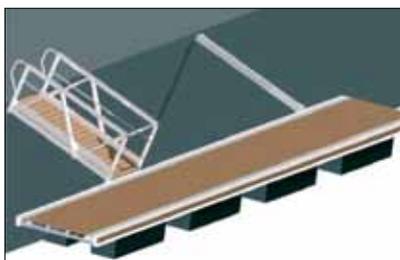
Sur pieux



Sur rail
au quai



Sur chaînes et corps morts



Sur bracons

(Crédit : documentation METALU)

Sa proximité immédiate au rivage la soumet à la houle et au batillage. Sur lignes de mouillages, il sera judicieux d'équiper celles-ci de dispositifs amortisseurs qui atténueront les à-coups des ondulations des pontons. S'il doit être démonté hors saison, cet équipement nécessite un espace de stockage en rapport avec les dimensions des éléments de pontons (longueurs standards 10 et 12 m, mais réalisables à la demande).



(Crédit : Documentation METALU – Base de loisirs de Cany-Barville (76))

4. Pontons modulaires

Des structures modulaires, composées par assemblage de caissons cubiques polyéthylène haute densité, constitueront également des pontons en linéaire de rive ou en épi, sur des sites permanents ou nécessitant un démontage saisonnier.

Ce système offre une grande modularité, mais conviendra sur des sites plus abrités que ceux équipés de pontons classiques.



(Crédits : Documentations MARINEFLOOR ; CUBISYSTEM)

E. RECOMMANDATIONS

S'agissant d'équipements collectifs, il est recommandé de s'adresser à des compétences adaptées (bureaux d'études, fournisseurs) pour le dimensionnement des équipements afin de déterminer les conditions de fondations et structures en fonction de l'usage prévu.

S'agissant d'équipement individuel, la responsabilité du propriétaire reste engagée ; son dispositif devra donc être conçu de façon à ne pas mettre en péril la sécurité des personnes et les biens de tiers. Des périodiques tels que Bateaux, Voiles & Voiliers, Voile Magazine, MotorBoat and Yachting, produisent régulièrement des éditions dédiées aux techniques et matériels d'amarrage.

Concernant les fournisseurs, ils proposent généralement un accompagnement pour le dimensionnement, mais la responsabilité finale incombe au propriétaire.

Sur les quais et pontons collectifs, des catways (ou bras d'amarrage selon les dimensions des bateaux) ou des pieux peuvent se substituer au système corps morts-chaîne mère-chaînes filles. Ils évitent les impacts liés aux corps morts (affouillement*, ensouillage*) et aux chaînes (ragage), mais contraignent la largeur des bateaux et sont généralement d'un montant plus élevé à la fourniture et à la mise en œuvre. En revanche, les catways peuvent être aisément inspectés (entretien périodique) et déplacés à partir du quai ou du ponton, tandis que les pieux et chaînes nécessiteront des moyens nautiques pour la mise en place et des moyens subaquatiques pour leur inspection (entretien périodique).



Exemples d'amarrages sur pontons et catways (Crédit : BRLi)



Exemples d'amarrages sur catways sur quai (Crédit : BRLi)

3. LES MATERIELS

Le choix de la technique et celui des matériels sont déterminés par les données du site (vent, nature des fonds, profondeur), les caractéristiques du bateau, les caractéristiques et qualités de matériaux... données qu'il convient de savoir identifier, quantifier et traduire en valeurs d'efforts auxquels répondre.

Dans un souci de vulgarisation et de commercialisation, certains fournisseurs produisent des abaques permettant de définir un matériel. Ces abaques restent des documents indicatifs soumis à l'appréciation du lecteur qui reste seul responsable de son choix.

Un équipement sous-dimensionné pourra céder ou endommager son voisinage, tandis que surdimensionné, il coûtera en fourniture et en mise en œuvre.

A. LE CORPS MORTS

Le corps mort constitue l'ancrage au fond par son poids et le frottement de sa base sur le substrat.

1. Principe et fonctionnement

Des pneus remplis de béton, des radiateurs en fonte, des blocs moteurs sont parfois utilisés pour constituer un corps mort. Ces éléments constituent des déchets. Le Code de l'environnement définit comme déchet : «tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon».

Leur immersion relève du Code de l'environnement (article L.216-6)².



Exemples pris au lac d'Annecy de corps morts à éviter... (Crédits : D. CAPDEROU ; F. CHARLES)

Les enrochements, les blocs en béton satisfont à l'ancrage et ne sont pas, en tant que tels, nuisibles à l'environnement aquatique.

Immergé, un corps mort perd 45 % de son poids sous l'eau lorsqu'il est en béton, 36 % lorsqu'il est en enrochement lourd, et 13 % lorsqu'il est en acier.

Le bloc en béton est facile à réaliser. Ses dimensions régulières sont calculées pour lui permettre de résister au soulèvement, au glissement et au renversement, en fonction des efforts soumis au bateau, et des caractéristiques du fond.

Le calcul peut être réalisé au moyen de la méthode proposée par la Notice STC n°81.1 du STCPMVN («Les aménagements légers pour la plaisance»). Ce calcul prend en compte les efforts soumis à un bateau à voile ou à moteur en fonction de ses caractéristiques, mais également du vent que l'on a pris en compte dans un cas très pénalisant (valeurs maximales). Le calcul considère également qu'une chaîne traînante participe au poids de la ligne de mouillage.

2 • Le fait de jeter, déverser ou laisser s'écouler dans les eaux superficielles, souterraines ou les eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales, directement ou indirectement, une ou des substances quelconques dont l'action ou les réactions entraînent, même provisoirement, des effets nuisibles sur la santé ou des dommages à la flore ou à la faune, à l'exception des dommages visés aux articles L. 218-73 et L. 432-2, ou des modifications significatives du régime normal d'alimentation en eau ou des limitations d'usage des zones de baignade, est puni de deux ans d'emprisonnement et de 75 000 euros d'amende. [&] Ces mêmes peines et mesures sont applicables au fait de jeter ou abandonner des déchets en quantité importante dans les eaux superficielles ou souterraines ou dans les eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales, sur les plages ou sur les rivages de la mer.

Selon la nature du substrat, les poids des corps morts requis varient en fonction des caractéristiques des bateaux.

LONGUEUR DU BATEAU	GALETS-CAILLOUX	SABLES	VASE
< 5 m	450 à 500 kg	500 à 900 kg	1000 à 1550 kg
De 5 à 6,50 m	600 à 900 kg	800 à 1100 kg	1500 à 2100 kg
De 6,50 à 9 m	1000 à 1500 kg	1300 à 1900 kg	2500 à 3500 kg

Préconisations pour le poids du corps mort en fonction de la longueur du bateau et du substrat

*Calcul résultant de la méthode proposée par la Notice STC n°81.1 du STCPMVN
(«Les aménagements légers pour la plaisance»)*



*Un ancien bloc béton,
support au développement de « Ophrydium versatile »,
un organisme symbiotique associant
un protozoaire cilié et une algue verte*

(Crédit : Y. FRONTENAUD)

2. Mise en œuvre

Il est néanmoins possible de réduire la taille des corps morts en les alourdissant au moyen d'éléments métalliques au moment du coulage. Les dimensions devront toutefois être suffisantes pour résister au renversement et au glissement.

Un ensouillage partiel contribue à augmenter sa stabilité car le sol environnant est mobilisé pour résister aux déplacements. Il réduit également les effets de l'écoulement autour du corps mort, et donc les risques d'affouillement.

Sa surface supérieure doit toutefois rester visible pour permettre l'examen régulier de l'anneau qui en émerge pour la fixation de la ligne d'amarrage.

Le corps mort se prête aux fonds non colonisés par la flore.

Si sa confection reste aisée, selon son poids, il nécessite des moyens plus ou moins importants pour le transport et la mise en place. A défaut d'un ponton de travail, il peut être mis en œuvre à partir de la berge où il aura été confectionné. L'immersion se fait au moyen d'un engin de levage (grue), puis il est repris sur le fond au moyen d'un parachute, hâlé par un bateau de servitude jusqu'au point d'immersion et mis en place par plongeur.

Le déplacement ultérieur d'un corps mort reste possible de la même façon, ou bien également à partir d'un ponton de travail.



Mise en place des coffrages et des ferrillages



Coulage du béton avec maintien de l'anneau de manutention



Prise du béton avant manutention



Equipement du corps mort avec chaîne fille et bouée



Déplacement à terre du corps mort vers la mise à l'eau



Immersion du corps mort



Mise en place du parachute par plongeurs



Mise en suspension du corps mort par parachute



Halage du corps mort par bateau de servitude et positionnement

(Crédits : Capitainerie de Gruissan)

3. Avantages/Inconvénients

Le corps mort est d'une conception relativement facile et d'une réalisation aisée. En revanche, les moyens de mise en place (manutention, positionnement, déplacement) peuvent être lourds selon son poids. Des phénomènes d'érosion liés à l'ensouillage peuvent également être générés.

4. Recommandations

Afin de préserver les herbiers lacustres, l'implantation de nouveaux corps morts sera à tout prix évitée sur les fonds recouverts d'herbiers compte tenu du recouvrement dû à l'emprise du corps mort, et du fait qu'un ensouillage partiel est recommandé pour une meilleure stabilité au glissement.

En dehors des zones d'herbiers, l'impact du corps mort une fois positionné se limite à la présence d'un obstacle au fond qui réduit très localement la profondeur. Il convient de le repérer et de le signaler.

Concernant les corps morts déjà immergés, on pourra envisager de placer un flotteur sur la chaîne immergée, afin de supprimer le frottement de celle-ci sur le fond (voir chapitre D.), mais à la condition que le corps mort soit calculé pour reprendre à lui seul les efforts dus au bateau, sans tenir compte de la chaîne.

Les corps morts peuvent être mis en œuvre à la fois pour des mouillages individuels et pour des mouillages collectifs. Ils constituent alors les points fixes sur lesquels sont arrimées les chaînes auxquelles sont amarrés les pontons.

B. LES ANCRES À VIS

1. Principe et fonctionnement

Les ancres à vis présentent une alternative au corps mort. Elles sont constituées d'un axe, autour duquel s'enroulent un à plusieurs disques hélicoïdaux selon le dimensionnement à prévoir. Elles sont mises en œuvre principalement pour l'ancrage des bouées (balisage) et le mouillage des bateaux.

Elles s'enfoncent dans le fond en tournant et mobilisent ainsi le poids de la colonne de sol située au-dessus des spires (ou hélices).

Plusieurs fournisseurs proposent des systèmes analogues, qui se différencient par la façon de dimensionner (logiciel aux éléments finis, abaques établis sur la base de l'expérience ou d'essais de traction), par les matériaux, la forme des spires ou hélices, etc.

Tandis que les corps morts sont dimensionnés principalement sur l'effort horizontal exercé par le bateau chargé, les ancres sont dimensionnées sur l'effort vertical pour le calcul de la longueur de la tige centrale ainsi que du nombre et du diamètre des hélices, et sur l'effort horizontal pour le diamètre de la tige.

Les ancres à vis proposent un ancrage intéressant pour du mouillage individuel, mais peuvent également satisfaire à l'installation d'autres équipements, de plaisance (pontons) ou d'installations sous-marines (cheminement de conduites sur le fond par exemple).



Exemple de fourniture - Matériel Ancr'Est
(Crédit : Catalogue Le Béon)



Matériel hydraulique de pose



Ancre à 2 étages de spire en position. Le bâti centre et immobilise l'ancre



Ancre enfoncée partiellement. Les montants du bâti immobilisent la clé



Mise en position d'une ancre à 1 étage de spire
Longueur 1500 mm



Vissage direct par clé hydraulique



Phase finale de mise en place



Vissage de l'ancre jusqu'à affleurement du sol

Exemple de mise en œuvre d'une ancre à vis
(Crédits : Documentation générale Ancrages Écologiques
HARMONY Neptune-Environnement/SMAT-Neptune.
Photographies J-F. MAGRÉAU, M. FOULQUIÉ-ADENA, P. ROBERT)

Un dispositif variant est également proposé sous forme d'une spire en forme de tire-bouchon, se présentant comme le système particulièrement adapté aux herbiers à rhizomes, tels que les Posidonies en Méditerranée, car susceptible de s'introduire dans le lit de racines sans les sectionner.

Se pose néanmoins la question de la pérennité de cette fondation végétale sous l'effet de la compression et de la détente des spires, sur le long terme, sur d'autres formes d'herbiers.

(Crédit : Documentation générale Ancrages Écologiques HARMONY)



Les avis des fournisseurs diffèrent **quant à la convenance ou non de l'ancre à vis avec un fond en cailloux et galets.**

L'impact sur le fond est quasi invisible et ne présente pas de perturbation des écoulements (donc de risque d'affouillement) autour.

Selon les fournisseurs, la hauteur d'eau au-dessus de l'ancrage ne pose pas de difficultés.

Plusieurs ancrages peuvent être rendus solidaires **au moyen d'une barre d'accouplement.**

2. Avantages/Inconvénients

Les ancrages à vis présentent l'avantage :

- d'être relativement maniables (en comparaison des corps morts) tant pour le transport que la mise en œuvre,
- de requérir des moyens de mise en œuvre moins lourds (du vissage manuel pour les petites ancrages dans les très faibles profondeurs, au vissage hydraulique à partir d'une barge),
- d'offrir un dispositif permanent ou temporaire réversible.

En revanche, leur dimensionnement reste affaire de spécialistes, nécessitant une connaissance des comportements des sols et des matériaux, car le choix se fait sur les critères suivants :

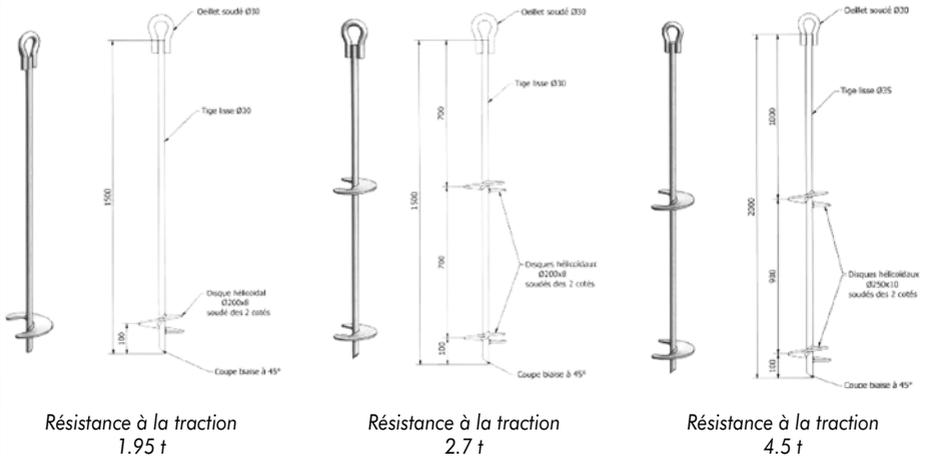
- détermination de la nature du sol sur une profondeur suffisante pour apprécier et qualifier la couche qui sera sollicitée par le dispositif, notamment sur son homogénéité et sur ces caractéristiques de comportement (cohésion, angle de frottement interne),
- détermination des efforts appliqués pour appréciation de la résistance recherchée.

Ces données permettront de déterminer la longueur et le diamètre de la tige, le nombre, le diamètre et l'épaisseur des disques.

A noter que dans des sols un peu lâches, cet équipement est sensible aux sollicitations verticales fréquentes et régulières, telle que les à-coups transmis par un bateau sous l'effet d'une houle courte.

3. Exemple de dimensionnement

A titre indicatif, les ancres représentées ci-après sont susceptibles de répondre à des efforts variant de 1.95t à 4.5t, dans un contexte de sols dont les caractéristiques (angle de frottement interne, cohésion, poids propre) sont des données moyennes à défaut de reconnaissances in situ.



Pour des sols simulés tels que :

- une couche de sables lâches : densité 1.6, angle de frottement interne de 30°, cohésion de 1 kPa
- deux couches de vases très molles (50 %) et de sables lâches (50 %) : densité 1.55, angle de frottement interne de 15°, cohésion de 1.5 kPa

Source : Documentation fournisseur : Ancr'est

Ces éléments ne sont que des exemples. Les modèles d'ancres figurant ci-dessus sont fournis à titre indicatif et ne correspondent à aucun dimensionnement de situation réelle.

4. Recommandations

Les ancrées à vis peuvent être mises en œuvre à la fois pour des mouillages individuels et pour des mouillages collectifs. Elles constituent alors les points fixes sur lesquels sont arrimées les chaînes sur lesquelles sont amarrés les pontons.

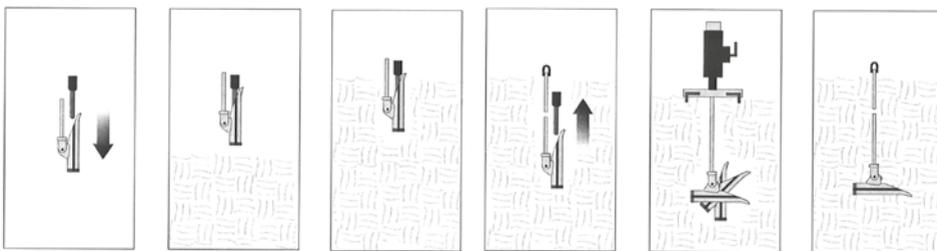
On vient de voir que les paramètres de choix rendent sensibles le dimensionnement. Ces ancrées ne peuvent faire l'objet d'une commande sur catalogue par un plaisancier non averti des techniques de calculs des efforts et de détermination des hypothèses. Tous les fournisseurs contactés précisent qu'une reconnaissance visuelle du site et quelques essais in situ sont indispensables.

Pour les mouillages individuels, un regroupement de plusieurs propriétaires de bateaux permettrait une mutualisation des moyens. De même, lors d'un aménagement collectif, un maître d'ouvrage pourrait faire porter son projet à la connaissance des autres usagers afin que ceux-ci puissent bénéficier d'un coût de mobilisation de moyens de mise en œuvre moins élevé.

C. LES AUTRES SYSTEMES : ANCRE A BASCULEMENT

On trouve principalement ce type d'ancre dans la littérature américaine. Le principe en est donné sur le schéma qui suit, extrait de «Mooring Buoy Planning Guide – Project AWARE foundation and Padi International Resort Association».

Ce type d'ancrage, souvent utilisé pour le tuteurage des arbres, est peu connu en France pour le mouillage mais est amené à se développer. Un fournisseur rhônalpin détient déjà une autorisation de commercialisation sur notre territoire.



D. LA LIGNE D'AMARRAGE

On a vu qu'en dehors des herbiers proprement dits, où le corps mort par sa surface représente une emprise sur le territoire de l'herbier, ce sont principalement les chaînes et leur ragage sur le fond qui endommagent le milieu.

Les recommandations qui suivent, concernant les lignes de mouillage, s'appliquent aussi bien aux corps morts qu'aux ancres à vis.



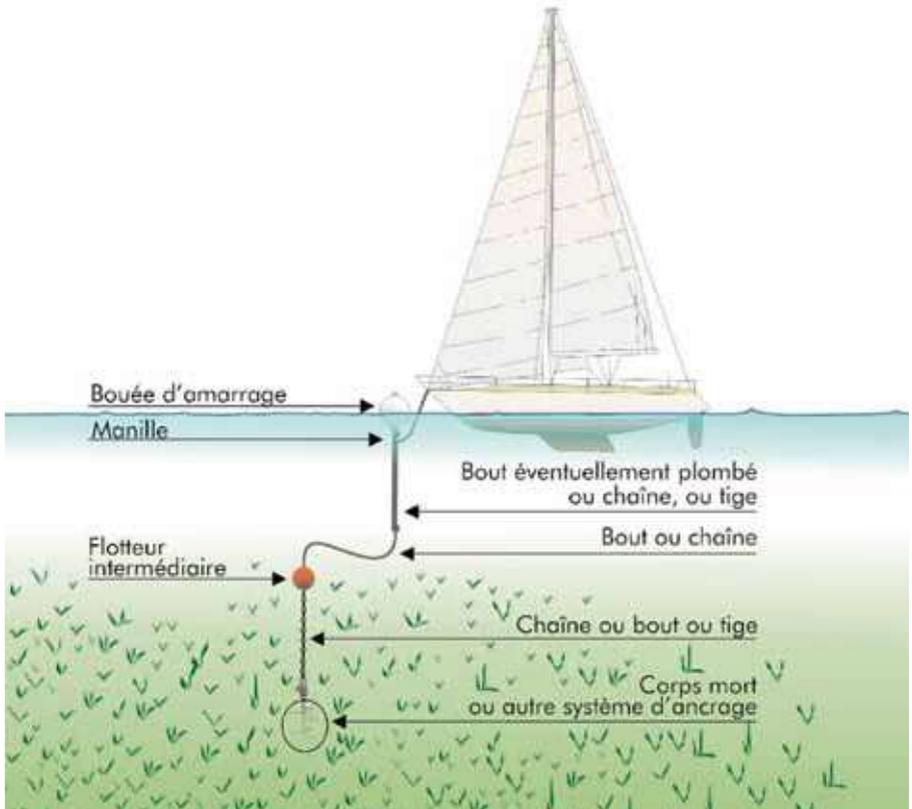
Exemples pris au lac d'Annecy de ragage des chaînes sur le fond du lac (Crédits : D. CAPDEROU ; F. CHARLES)

S'agissant de supprimer le frottement de la chaîne du mouillage individuel ou de la chaîne mère d'un mouillage collectif, il convient d'empêcher celle-ci d'entrer en contact avec le fond.

Un flotteur intermédiaire, placé au-dessus de l'ancrage, relève la ligne de mouillage.

Par ailleurs, la substitution d'un bout* ou d'une tige métallique à la place de la chaîne supprime tout contact dur entre la chaîne et le fond. Au-dessus du flotteur intermédiaire, la ligne de mouillage se poursuit soit par une chaîne, soit par un bout également, ou encore par une tige en partie supérieure. La chaîne et la tige permettent de lester la ligne qui descend alors verticalement sous la bouée de surface et évite ainsi les lignes traînantes pour la navigation. Si on opte pour un bout, il devra donc couler. Des variantes sont proposées par les fournisseurs au niveau de l'interface avec le bateau.

Certains systèmes disposent d'un bout installé sur l'anneau supérieur de la bouée de surface. D'autres proposent une bouée simplement équipée d'un anneau. Enfin, un autre dispositif existe avec tube traversant la bouée pour permettre le coulissement de l'amarrage, bout ou tige, au travers de la bouée, offrant ainsi une continuité du bout d'amarrage.



Mouillage par évitage recommandé sur substrat meuble
(Crédit : BRLi)

Toutes les jonctions d'éléments de la ligne de mouillage se font au moyen de manilles* et/ou émerillons*.

On énumèrera, du bas vers le haut :

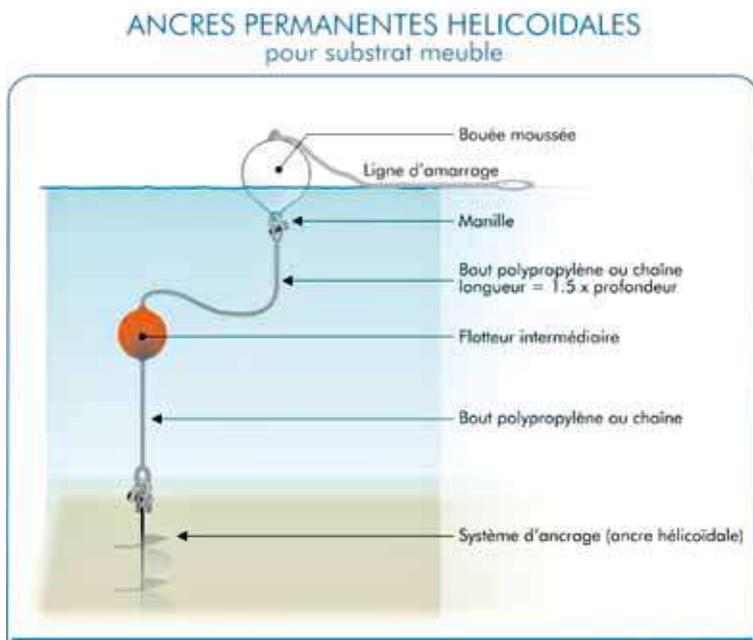
- **L'ancrage** : corps morts ou ancre à vis, équipé d'un anneau supérieur (oméga pour le corps mort, anneau soudé sur la tige pour l'ancre à vis),
- **La ligne inférieure** : chaîne mère, tige ou bout pris sur l'anneau par une manille,
- **Flotteur immergé** (bouée moussée), d'une capacité suffisante pour reprendre le poids de la chaîne, de la tige ou du bout inférieur, équipé de manille et/ou manille et émerillon, pour fixation sur la ligne inférieure et la ligne supérieure,
- **La ligne supérieure** : chaîne fille ou bout pris sur le flotteur immergé, et menant à la bouée de surface, éventuellement par l'intermédiaire d'une tige également,
- **La bouée de surface** (bouée moussée), placée en partie supérieure de la ligne au moyen d'une manille et/ou manille et émerillon.

On admet généralement que la longueur de la ligne entre le fond et la surface est une fois et demie la profondeur ($L = H \times 1.5$). Ceci n'est valable qu'à condition que l'ancrage au fond soit dimensionné sans prendre en compte le poids d'une chaîne traînante entre le fond et la surface.

Dans le cas où la chaîne ne contribue pas à la stabilité de l'ancrage au fond, **la profondeur n'a pas de conséquence sur le choix du mouillage** (dans la limite de conditions de mise en œuvre réalistes).

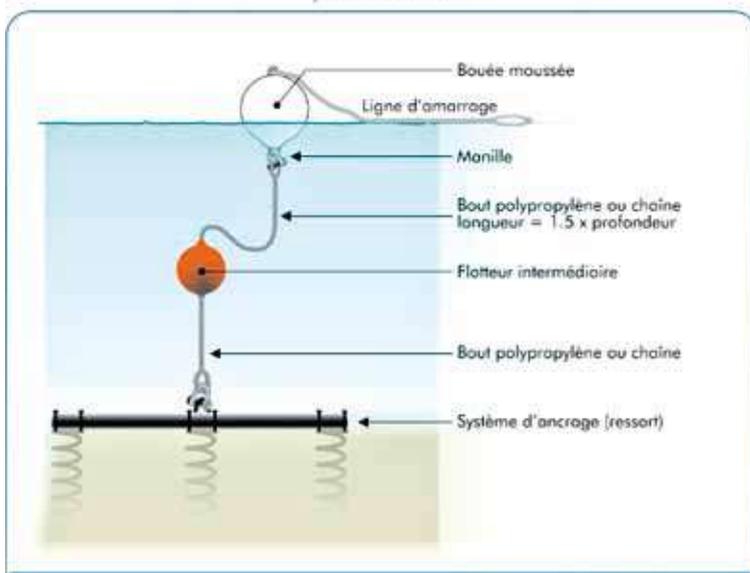
Pour ce qui est des caractéristiques propres à chaque mouillage, le présent document n'a pas vocation à être prescripteur, et il convient au lecteur de se rapprocher de son fournisseur habituel.

1. Schémas de principe



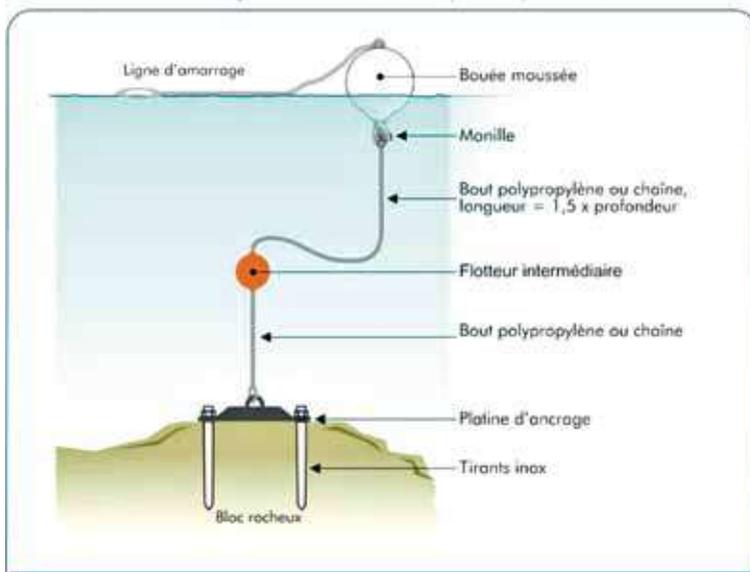
Mouillage pour substrats meubles (sable – vase – craie lacustre) (Crédit : BRLi)

ANCRES PERMANENTES HELICOIDALES pour herbier



Mouillage pour herbiers immergés (Crédit : BRLi)

PERFORATION ET SCELLEMENT pour substrat dur (roche)



Mouillage pour substrats durs (rocher) (Crédit : BRLi)

2. Remarques sur les cordages

On trouve principalement dans les magasins de bricolage, ou chez les accastilleurs, des cordages en polypropylène, en polyamide et en polyester.

Le polypropylène est une fibre synthétique sensible aux UV, et devient cassant. Il est de ce fait peu apprécié comme amarre, bien que peu cher. Mais il présente l'avantage d'être imperméable et de flotter. Entre l'ancrage et le flotteur, il ne sera pas exposé aux UV et soulagera le flotteur du poids d'une chaîne.

Le polyamide est une fibre synthétique également, imputrescible, résistante, assez élastique, mais relativement sensible aux UV. Le cordage en polyamide devient dur.

Le polyester est une fibre synthétique, imputrescible, résistante, souple, peu sensible aux UV, capable de s'étirer. Confectionné en toron ou en tresse, il est apprécié pour sa capacité à amortir les à-coups reçus par le bateau, tant à l'amarrage qu'au mouillage.

A noter que les épissures* se réalisent plus aisément sur le toron que sur la tresse, pour placer une cosse* par exemple (pour protéger ou renforcer une extrémité de cordage).



(Crédit : BRLi)

E. LA MISE EN ŒUVRE

La mise en œuvre est fonction :

- de la taille de l'aménagement,
- des dimensions des équipements,
- de l'accessibilité au site,
- des conditions d'exécution.

Un petit corps mort peut être réalisé et treuillé sur la berge, puis présenté au-dessus de son site final à partir d'une embarcation.

La mise en place par plongeurs et parachute doit être effectuée dans le respect des exigences de la réglementation attachée aux travaux subaquatiques (Décret n°2011-45 du 11 janvier 2011)³. Les coûts de mobilisation sont contraints par l'obligation de la composition de l'équipe de plongée et des moyens dont elle doit disposer pour la sécurité de son personnel.

Enfin, les entreprises de travaux nautiques disposent de barges et pontons de travail. Les coûts sont également plus élevés du fait de la mobilisation de moyens plus lourds, qui devront être démontés et remontés pour être acheminés sur le lac d'Annecy par la route. Néanmoins, une fois sur place, ces moyens sont mobiles et d'un bon rendement.

Les équipements nécessaires sont ceux requis par :

- le levage et la manutention, plus importants pour les corps morts que pour les ancrs à vis,
- le travail subaquatique,
- la mise en place par tarière hydraulique pour les ancrs à vis.

Les fournitures courantes telles que chaînes, bouts, manilles, émerillons, flotteurs, bouées, sont généralement disponibles auprès magasins d'accastillage qui disposent en outre de catalogues de fournisseurs.

Les ancrs à vis font l'objet d'un développement. Plusieurs fournisseurs existent en France. Ils sont les concepteurs ou attachés à un concepteur pour une marque donnée.

F. FOURNITURE / MISE EN ŒUVRE ET RECOMMANDATIONS

Hormis les corps morts et les ancrs à vis, les organes de la ligne de mouillage sont disponibles auprès de magasins d'accastillage ou, à l'exception des bouées, de grandes surfaces de bricolage.

Les coûts d'installation sont élevés lorsqu'ils nécessitent des moyens spéciaux (plongeurs, engins de levage, barges de travail, par exemple). Les coûts qui sont présentés ici résultent de la consultation d'entreprises spécialisées (plongeurs, moyens et travaux subaquatiques), présentes localement ou à l'échelle de la vallée du Rhône et de la côte méditerranéenne.

³ • Disponible sur le site du Ministère de l'Emploi, du Travail et de la Santé : www.travail-emploi-sante.gouv.fr/IMG/pdf/D2011-45-MilieuHyperbare.pdf

Ils peuvent être dissuasifs pour l'installation d'un mouillage unique. Toutefois, un regroupement de commandes, à l'initiative d'un groupe d'utilisateurs, d'une association ou d'une commune, permet de les réduire très significativement. De la qualité des matériaux et de l'installation du mouillage, dépendent sa longévité, sa sécurité pour les biens et les personnes, ainsi que son impact environnemental...

1. Quelques ordres de coûts

CORPS MORTS

Pour un corps mort de 800 kg à 1 tonne, équipé d'une chaîne de 10 à 14 mm, de 8 à 10 ml de longueur et d'une bouée de 400 à 600 mm, le coût de la fourniture est d'environ 800 € HT.

Une entreprise de travaux équipée d'une barge peut placer de 5 à 15 mouillages par jour, selon les distances de déplacement et les conditions d'accès, avec un équipement qui coûte de 2500 à 3500€HT/jour selon les distances à parcourir entre sites et les conditions d'approvisionnement.

ANCRÉS A VIS

Les coûts globaux pour une ligne de mouillage équipée de :

- 1 ancrage galvanisé
- 1 manille lyres NF galvanisée qualité levage
- 1 ligne d'amarrage polyester, longueur 10 m, extrémités épaissées sur cosse inox
- 1 flotteur intermédiaire grande profondeur
- 1 manille lyres NF galvanisée qualité levage
- 1 bouée gonflable, tige courte avec émerillon,

sont de 300€HT pour un bateau de moins de 5 m, 400€HT pour un bateau de 5 à 6,5 m et 600€HT pour un bateau de 6,5 à 9 m.

Les moyens nautiques peuvent se réduire à une équipe de scaphandriers se déplaçant avec une tarière hydraulique à bord d'une petite embarcation, et un second bateau transportant les vis à placer. La mobilisation/démobilisation peut se réduire à 5000€HT et les coûts de travail à 2000€HT/j pour un rendement d'une quinzaine de vis installées.

2. Remarques générales sur l'entretien et les assurances

Les ouvrages immergés, bien qu'invisibles, subissent également les dégradations dues au temps et aux sollicitations qu'ils reçoivent. Une auscultation annuelle permet souvent de prévenir les casses et d'anticiper les réparations. Elle se fait par plongeurs qui examinent l'ensemble de la ligne de mouillage. En intervenant régulièrement, ils remplacent les éléments faibles au fur et à mesure de leur usure.

Un exemple de forme de restitution, par une entreprise spécialisée dans les auscultations subaquatiques, est illustré en annexe 2.

Par ailleurs, selon le contrat d'assurance, les conditions de prise en charge sont fonction de la valeur du bien, définie selon le marché et expertise. Lors d'une casse, selon le montant des dégâts, le plaisancier devra apporter la preuve qu'il n'y a pas eu de négligence de sa part. En cas de

sinistre ultérieur, il devra également justifier qu'il a mis en œuvre les moyens nécessaires pour parer aux conséquences des sinistres précédents. **On mesure là l'importance de la surveillance et l'entretien.**



(Crédit : BRLi)



Les équipements sont parfois fortement sollicités par les conditions climatiques, comme ici en hiver au port d'Albigny. Une auscultation annuelle permet souvent de prévenir les casses et d'anticiper les réparations (Crédit : L. RENAUD - SILA)

G. SYNTHÈSE

Les tableaux qui suivent proposent une synthèse sur les mouillages individuels permanents.

MOUILLAGE INDIVIDUEL SUR CORPS MORTS

Critères	Remarque	Avantages	Inconvénients
Fonds			
Galets cailloux Sables	Ensouillage recommandé	Site de fixation d'organismes subaquatiques	Risque d'affouillement sur les fonds agités
Herbiers	Ensouillage non recommandé		Destruction de l'herbier sur l'emprise du corps mort
Longueur des bateaux			
< 5 m	À dimensionner en fonction de la longueur du bateau en distinguant les voiliers et les bateaux à moteur	Convient à tout type de bateau	Veiller au bon dimensionnement
de 5 à 6,5 m			<ul style="list-style-type: none"> • Veiller au bon dimensionnement
de 6,5 à 9 m			<ul style="list-style-type: none"> • Réduit le tirant d'eau selon sa hauteur s'il n'est pas ensouillé
Profondeur d'eau			
< 2 m	Selon les rives, l'agitation au fond peut varier en fonction de la profondeur, d'où risque d'affouillement		Réduit le tirant d'eau selon sa hauteur s'il n'est pas ensouillé
2 à 5 m			
Plus de 5 m			
Intérêt écologique		Non ensouillé, le corps mort offre une surface de colonisation (type récif) Le corps mort peut être conçu comme abri	Préjudiciable sur fonds d'herbiers
Installation			
Moyens à mobiliser	Dépend des dimensions		Requiert des moyens de levage significatifs selon la taille
Difficulté d'exécution		<ul style="list-style-type: none"> • Ne requiert pas une grande technicité • Travaux encadrés par la réglementation 	Travaux encadrés par la réglementation
Matériels			
Dimensionnement		Simple calcul d'équilibre	
Mise à disposition		Facile à exécuter	Nécessite des moyens de levage
Hormis les corps morts et les ancrs à vis, les organes de la ligne de mouillage sont disponibles auprès de magasins d'accastillage ou, à l'exception des bouées, de grandes surfaces de bricolage			

MOUILLAGE INDIVIDUEL SUR ANCRES À VIS

Critères	Remarque	Avantages	Inconvénients
Fonds			
Galets cailloux			Des réserves sont émises par les fournisseurs sur leur adéquation à ces fonds
Sables	Surveiller le comportement du fond aux abords de la tête de vis dans les zones agitées	Perturbation faible des écoulements (risque d'affouillement quasi inexistant)	Sensibles aux effets de traction (fréquence des oscillations du bateau soumis à la houle)
Herbiers	<ul style="list-style-type: none"> • Convient bien • Vérifier le comportement des racines des herbiers sous l'influence des mouvements des spires 	Pas d'incidence sur les herbiers	
Longueur des bateaux			
< 5 m	<ul style="list-style-type: none"> • À dimensionner en fonction de la longueur du bateau en distinguant les voiliers et les bateaux à moteur • Peu de retour sur les limites supérieures du dispositif 	Convient à tout type de bateau	Le dimensionnement est affaire de spécialistes
de 5 à 6,5 m			
de 6,5 à 9 m			
Profondeur d'eau			
< 2 m		Mise en œuvre manuelle possible dans les faibles profondeurs	
2 à 5 m	Pas d'incidence sur le tirant d'eau		Réquier des moyens spéciaux (plongeurs, tarière hydraulique) en fonction de la profondeur
Plus de 5 m			
Intérêt écologique	<ul style="list-style-type: none"> • Convient bien • Vérifier le comportement des racines des herbiers sous l'influence des mouvements des spires 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible impact • Réversible 	
Installation			
Moyens à mobiliser	Dépend des dimensions, de la profondeur, des moyens mis en œuvre	Maniabilité, variant selon les dimensions, mais plus aisée que les corps morts (encombrement, poids)	Requier des moyens spéciaux (plongeurs, tarière hydraulique) en fonction de la profondeur
Difficulté d'exécution			
Matériels			
Dimensionnement	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionnement par le calcul pour certains fournisseurs, par empirisme pour d'autres • Essais préalables in situ à prévoir 	Possibilité par transporteur	Le fournisseur définit le modèle en fonction des contraintes et des objectifs, comparaison donc difficile entre fournisseurs
Mise à disposition	Hormis les corps morts et les ancres à vis, les organes de la ligne de mouillage sont disponibles auprès de magasins d'accastillage ou, à l'exception des bouées, de grandes surfaces de bricolage		



PARTIE 4



LES ANCRAGES PROVISOIRES : SOLUTIONS ET BONNES PRATIQUES

1. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX OBSERVATIONS SUR LES INCIDENCES SUBAQUATIQUES

En dehors des zones rocheuses, les mouillages provisoires sur ancre génèrent un arrachage de la couche superficielle du fond. Les végétaux aquatiques sont déracinés et l'abri qu'ils constituent pour la faune aquatique est déplacé et disparaît. Les sédiments sont remis en suspension dans la colonne d'eau et sont susceptibles d'être emportés, initiant ainsi des phénomènes d'érosion.

2. SOLUTIONS ET BONNES PRATIQUES

A. PREAMBULE REGLEMENTAIRE

La réglementation en vigueur sur le lac d'Annecy est consultable sur le site internet de la DDT de Haute-Savoie :

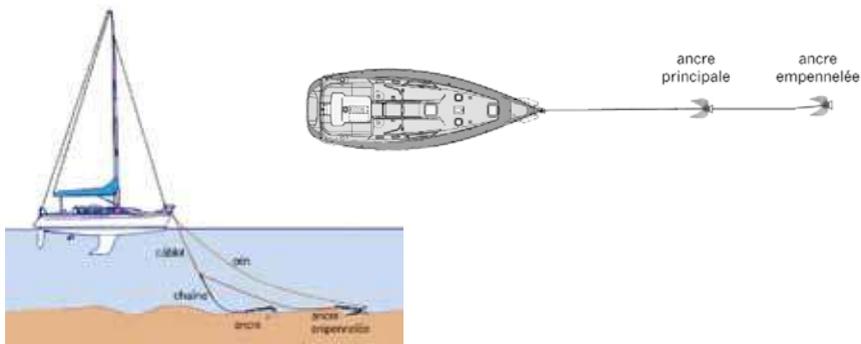
www.haute-savoie.equipement-agriculture.gouv.fr,
rubrique « Transport – Navigation – Lac d'Annecy ».

Elle impose de disposer d' « appareils de mouillage (ancre, chaîne et câble*) adaptés à la longueur du bateau ».

B. LES TECHNIQUES DE MOUILLAGE

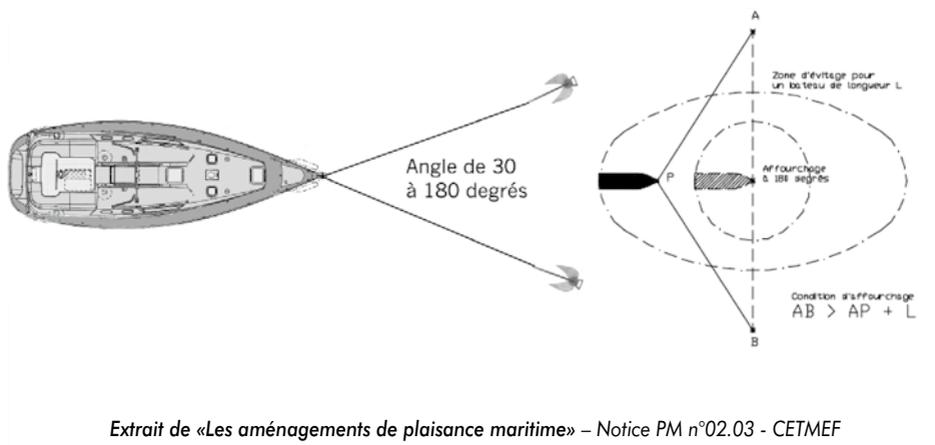
Lorsque le mouillage se fait en pleine eau, il est :

- sur un point unique (mouillage à évitage),
- ou stabilisé sur deux points d'ancrage consécutifs : c'est l'empennelage* qui consiste à mouiller deux ancres, dont une plus petite à l'avant de l'ancre principale à laquelle elle est liée par une chaîne d'une longueur supérieure à la hauteur d'eau, de façon à pouvoir les relever l'une après l'autre.



Extrait de «Les aménagements de plaisance maritime» – Notice PM n°02.03 - CETMEF

- ou stabilisé par deux points latéraux : c'est l'affourchage, utilisé dans les mouillages forains pour limiter l'évitage.



Extrait de «Les aménagements de plaisance maritime» – Notice PM n°02.03 - CETMEF

La longueur recommandée pour la ligne de mouillage varie : 3 à 5 fois la profondeur d'eau ou 5 fois la longueur de la coque.

La ligne de mouillage est constituée de l'ancre, suivie d'une chaîne à laquelle elle est fixée par une manille. La chaîne (ou parfois le câblot qui lui fait suite) est rattachée au bateau. Il est recommandé de placer un orin* au-dessus de l'ancre, qui indiquera la position de l'ancre, et pourra le cas échéant, aider à son relèvement.

C. LE CHOIX DU MOUILLAGE

La tenue du mouillage est déterminée par le type, le poids, la forme de l'ancre, mais également par la nature et les propriétés du fond, ainsi que les caractéristiques de la ligne de mouillage.

La réglementation stipule que *«tout navire est conçu de manière à pouvoir mouiller, être amarré et remorqué en toute sécurité. Les dispositifs à bord sont prévus en fonction de la taille du navire et de sa catégorie de conception, ainsi que de la masse du matériel devant être manipulé au cours des manœuvres.»* (Annexe à l'arrêté du 11 mars 2008 - Journal officiel du 8 avril 2008 – Division 240 – Navires de plaisance à usage personnel et de formation, de longueur de coque inférieure à 24 m - Article 240-2.54).

Le CETMEF rappelle que ⁴ selon la norme ISO 8666 ⁵, la longueur minimale de la ligne de mouillage est de 5 fois la longueur de la coque. Par référence à la norme sur le mouillage des navires de plaisance (J95-017 de décembre 1992), il propose un tableau permettant de choisir son mouillage en fonction de la longueur et de la masse du bateau (voir § suivant). Il propose également un autre tableau qui fait référence à la Division 224 de l'arrêté du 23 novembre 1987, arrêté qui a été modifié par celui de 11 mars 2008, sur lequel les accastilleurs s'appuient pour conseiller les plaisanciers dans le choix de leur ancre.

⁴ • Notice PM n°02.06 - Les aménagements de plaisance maritime

⁵ • ISO 8666 - Petits navires - Données principales

Ainsi pour un bateau de 7,50 à 9,00 m, une ancre de 12 kg est recommandée.

Hormis la masse dépendant du bateau, le choix de la forme se fait en fonction du fond.

Classées en grandes familles, les formes les plus usuelles chez les accastilleurs, sont présentées dans l'annexe 3.

Leurs recommandations sont généralement les suivantes :

LES ANCRES PLATES

De bon rapport qualité/prix, elles sont bien adaptées aux fonds sableux. De conception symétrique, désignées selon la marque et la forme *Fob*, *Fortress*, *Britany*, *Danforth*, *Guardian*, etc., elles se repositionnent généralement en cas de basculement.

Dans les fonds plus «collants», en cas de glissement, les matériaux s'agglutinent sur l'ancre et l'empêchent de se raccrocher.



(Crédit : BRLi)

Les ancres de premier prix, généralement ancres légères, sont souvent utilisées comme ancres secondaires (pour l'empennelage, ou en secours pour confortement).



(Crédit : BRLi)

LES ANCRES EN SOC DE CHARRUE

Elles tiennent leur nom de leur forme. Mécano-soudées ou forgées, désignées selon la marque et la forme *SOC*, *CQR*, *Brake*, *Delta*, *Kobra*, *Brake*, etc., elles sont adaptées à tous les fonds.

Elles offrent une bonne accroche dans les sols plutôt argileux. Les conceptions récentes ont lesté la tête de l'ancre, la rendant lourde, parfois trop lourde pour les bateaux non équipés de guindeau*.

A la descente du mouillage, l'ancre tombe sur le côté et se redresse pour se planter dès que l'on commence à tirer dessus.

C'est une ancre qualifiée de chère par référence à l'ancre plate.



(Crédit : BRLi)



(Crédit : BRLi)

LES ANCRES PELLES

Leur tête est concave, en forme de cuillère et de main ouverte, et elle mobilise le sol en le «ramassant» lorsque le bateau tire dessus. Désignées *Spade*, *FHD*, *Claw*, etc., elles conviennent aux terrains argileux. Comme les ancres charrue, à la descente du mouillage, l'ancre tombe sur le côté et se redresse pour se planter dès que l'on commence à tirer dessus.

LES GRAPPINS

Ils conviennent aux petites embarcations pour les fonds rocheux... mais peuvent y rester à demeure.

Les ancres ont été mises au banc d'essais sur différents types de sols, par la revue *Voiles et Voiliers* en juillet 2009. La Société Internationale de Sauvetage du Léman propose également sur son site internet⁶, un chapitre «Ancre et technique de mouillage», détaillant les types d'ancres possibles.

6 • <http://www.sisl.ch/mouillage/mouillage.htm>

D. LES RECOMMANDATIONS

Les dimensions du mouillage font l'objet de recommandations suivantes dans la Notice PM n°02.03 du CETMEF. Ces tableaux sont connus des plaisanciers et des accastilleurs, et généralement reproduits dans la presse spécialisée.

Annexe 224-0.A.3 Appareux de mouillage

(division «Navires de plaisance» du règlement annexé à l'arrêté du 23 novembre 1987 «Sécurité des navires»)

Masse du navire	Longueur du navire (L)	Masse de l'ancre (kg)	Diamètre de la chaîne (mm)	Diamètre du câblot (mm)
$P \leq 1000 \text{ kg}$	$L < 6.50$	8	6	10
$1 < P \leq 2 \text{ t}$	$6.50 \leq L < 7.50$	10	8	14
$2 < P \leq 3 \text{ t}$	$7.50 \leq L < 9.00$	12	8	14
$3 < P \leq 4,5 \text{ t}$	$9.00 \leq L < 10.50$	14	8	14
$4,5 < P \leq 8 \text{ t}$	$10.50 \leq L < 12.50$	16	10	18
$8 < P \leq 12 \text{ t}$	$12.50 \leq L < 16.00$	20	10	18
$12 < P \leq 16 \text{ t}$	$16.50 \leq L < 18.00$	24	12	22
$16 < P \leq 20 \text{ t}$	$18.00 \leq L < 20.00$	34	12	22
$20 < P \leq 30 \text{ t}$	$20.00 \leq L < 25.00$	40	14	24
$P > 30 \text{ t}$	$L \geq 25.00$	60	16	28

Norme sur les mouillages des navires de plaisance (J95-017)

Masse du navire	Masse de l'ancre (kg)	Diamètre de la chaîne (mm)	Diamètre du câblot (mm)	Longueur de la chaîne (mm)	Longueur du câblot (mm)
$P \leq 300 \text{ kg}$	1,5	NA	6	NA	1
$300 < P \leq 500 \text{ kg}$	3,5	NA	8	NA	1
$500 < P \leq 800 \text{ kg}$	6	6	10	8	1
$800 < P \leq 1000 \text{ kg}$	8	6	10	8	1
$1 < P \leq 2 \text{ t}$	10	8	14	8	1
$2 < P \leq 3 \text{ t}$	12	8	14	2 L	1
$3 < P \leq 4,5 \text{ t}$	14	8	14	2 L	2
$4,5 < P \leq 8 \text{ t}$	16	10	18	2 L	2
$8 < P \leq 12 \text{ t}$	20	10	18	2 L	2
$12 < P \leq 16 \text{ t}$	24	12	22	2 L	2
$16 < P \leq 20 \text{ t}$	34	12	22	2 L	2
$20 < P \leq 30 \text{ t}$	40	14	24	2 L	2
$P > 30 \text{ t}$	60	16	28	2 L	2 L

L : longueur de coque - NA : non applicable



(Crédit : BRLi)

A ces dimensions de mouillage, les recommandations ajoutent que la longueur du mouillage doit être de 5 fois la longueur du bateau.

L'American Boat Yacht Council propose par ailleurs une estimation de l'effort de traction en fonction de la prise en compte du vent.

AMERICAN BOAT AND YACHT COUNCIL (ABYC)

Longueur coque (m)	Vitesse du vent (nœuds)			
	15	30	42	60
7,6	56 kg	222 kg	444 kg	889 kg
9,1	79 kg	317 kg	635 kg	1270 kg
10,6	102 kg	408 kg	816 kg	1632 kg
12,1	136 kg	544 kg	1088 kg	2177 kg
15,2	181 kg	725 kg	1451 kg	2902 kg
18,2	226 kg	907 kg	1814 kg	3628 kg

Outre le fait de disposer d'un système d'amarrage en rapport avec la taille du bateau, les efforts qui lui sont appliqués et la nature des fonds, la principale recommandation concernant l'environnement de l'amarrage portera sur les précautions à prendre lors du relèvement de l'ancre.

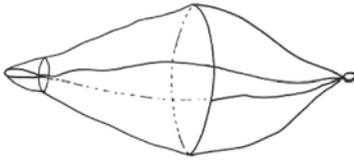
Il conviendra en effet d'approcher le bateau, au moteur, au-dessus de l'ancre, tandis que la ligne de mouillage sera remontée progressivement à bord.

E. AUTRES TECHNIQUES DE MOUILLAGE OU DE STABILISATION

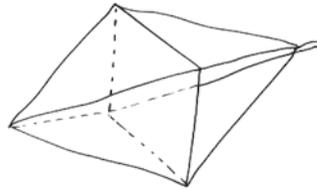
ANCRES FLOTTANTES

Généralement mises en œuvre pour ralentir les bateaux dans le mauvais temps, elles font l'objet de nombreux conseils et échanges sur les forums de discussions de plaisanciers, pour leur fabrication artisanale et leur utilisation.

Les accastilleurs les proposent également. Elles constituent une ancre de dérive et, au large, sans obligation de manœuvre rapide ou par trop grands fonds, un moyen d'éviter le mouillage classique. Les dimensions (longueur, section d'ouverture) sont fonction du bateau.



(Schéma : BRLi)



SYSTÈME ÉLECTRONIQUE D'ANCRAGE

On évoquera enfin un système électronique embarqué qui, asservi à un GPS, permet de maintenir une position. Ce dispositif nécessite un équipement déjà élaboré du bateau, avec plusieurs moteurs permettant de gérer l'orientation et la direction du bateau, ce qui signifie qu'ils restent en fonctionnement.

GLOSSAIRE



Affouillement	: Erosion localisée du fond ou de la berge, provoquée par les courants... L'affouillement autour d'un corps mort entraîne son enfoncement dans le fond
Affourchage	: Mouillage composé de deux ancres dont les lignes forment un V partant de l'avant du bateau ; ce type de mouillage réduit l'évitage
Bout	: Morceau de cordage
Câblot	: Cordage sur la ligne de mouillage, entre l'ancre et le bateau, ou intermédiaire entre la chaîne et le bateau
Catway	: Structure à charpente métallique munie de flotteur, fixée perpendiculairement à un ponton (parfois un quai) pour permettre l'amarrage perpendiculaire au ponton, et faciliter l'embarquement et le débarquement
CETMEF	: Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales (créé par le décret n° 98.980 du 2 novembre 1998). A succédé aux missions du STCPMVN
Chaîne fille	: Chaîne secondaire, verticale, fixée sur la chaîne mère, destinée à l'amarrage d'un bateau. La chaîne fille est suivie d'une bouée ou d'une pendille
Chaîne mère	: Chaîne principale, horizontale, installée parallèlement à un quai (ou un ponton) et à distance, fixée au fond, permettant l'installation de chaînes filles
Corps mort	: Élément pesant laissé au fond à poste fixe, constituant une partie du mouillage ou de l'amarrage. Il est équipé de chaîne ou de cordage remontant à un quai, un ponton par l'intermédiaire d'une pendille, ou jusqu'à la surface, et est signalé par une bouée
Cosse	: Anneau de forme oblongue, présentant une cannelure destinée à recevoir et maintenir le cordage dont on l'équipe
Embossage	: Mouillage constitué de deux points d'ancrage, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière. : Ces ancrages peuvent être des ancres lors d'un mouillage provisoire, ou tout autre point fixe lors d'un mouillage permanent (corps morts, pieux ...)
Émerillon	: Pièce métallique de raccord permettant aux éléments raccordés de tourner indépendamment l'un de l'autre
Empennelage	: Mouillage composé de deux ancres installées l'une derrière l'autre sur une même ligne de mouillage
Ensouillage	: Enfoncement volontairement réalisé dans le fond, d'un corps mort par exemple pour en augmenter sa stabilité (résistance au glissement, au basculement et au soulèvement)
Épissure	: Tressage d'un cordage sur lui-même ou sur un autre pour réaliser une boucle ou une liaison
Évitage	: Espace de dégagement nécessaire à un bateau. Au mouillage sur une ancre unique, il s'agit d'un cercle dont le centre est la position de l'ancre, permettant au bateau de tourner sur 360° autour de son ancre, selon le vent ou le courant
Fardage	: Prise au vent offerte par l'ensemble des superstructures et de la coque du bateau
Fetch	: Distance continue sur le lac sur laquelle le vent peut lever une houle sans obstacle
Guindeau	: Treuil équipant l'avant du bateau, permettant de relever le mouillage qui sera ensuite rangé dans le puits d'ancre (compartiment pour le rangement du mouillage)
Manille	: Pièce métallique recourbée, fermée par un axe qui se visse ou se goupille, permettant des assemblages, entre chaînes, ou entre chaîne et cordage
Orin	: Cordage frappé sur un objet immergé ; relié à un flotteur en surface, il aide à en repérer la position
Pendille	: Petit cordage (ou chaîne) laissé à poste fixe entre un quai (ou un ponton) et un corps mort (ou une chaîne mère), permettant de hisser la chaîne d'amarrage
Ragage	: Frottement dû à un mouvement répétitif susceptible d'engendrer une usure ou une détérioration de la coque ou d'une amarre sur une surface rugueuse ou une aspérité par exemple, ou du fond par une chaîne
STCPVN	: Service Technique Central des Ports Maritimes et Voies Navigables Ministère de la Mer, Ministère des Transports (remplacé par le CETMEF)

ANNEXE 1

Les paramètres pris en compte pour le dimensionnement sont les suivants.

1. LE SUBSTRAT

Il est qualifié selon trois types :

• Les sédiments meubles (sable-vase-craie lacustre)

Compte tenu de l'étendue de cette classe, deux hypothèses de calcul ont été retenues, caractérisées par :

- un angle de frottement interne de 15° et une cohésion de 1500 Pa pour un sol composé de 50% de vase et 50% de sables lâches
- un angle de frottement interne de 30° et une cohésion de 1000 Pa pour un sol composé de sables lâches.

Dans certains calculs la cohésion a toutefois été négligée.

• Les herbiers immergés

Aucun élément dimensionnant ne permet de qualifier le substrat de ce milieu. On en retiendra le nécessaire respect des espèces présentes.

• Les galets et cailloux

L'angle de frottement interne est supposé de 40° et la cohésion nulle.

2. LA PROFONDEUR D'ANCRAGE

Trois hypothèses ont été envisagées :

- Inférieure à 2 m, cas fréquent au lac d'Annecy
- Entre 2 et 5 m
- Supérieure à 5 m

3. LE TYPE D'EMBARCATION

Trois catégories ont été définies :

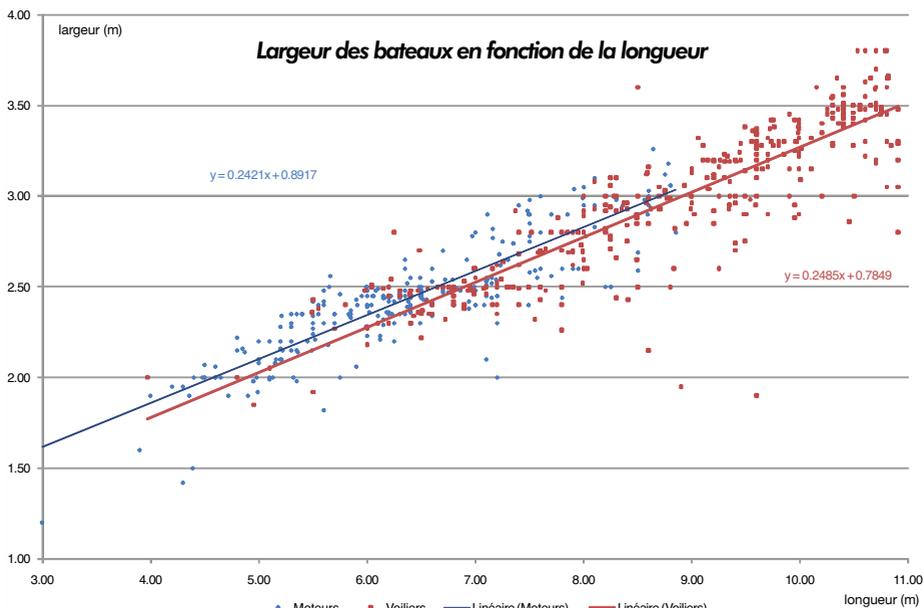
- Moins de 5 m et inférieure à 1 t
- Entre 5 et 6.50 m pour environ 1 à 2 t
- Supérieure à 6.50 m pour 4 à 5 t maximum

Les dimensions maximales sont fixées par le Règlement Particulier de Police et de Navigation sur le Lac d'Annecy, de la façon suivante :

- à une longueur de 9 m pour les bateaux à moteur,
- à une largeur hors tout de 3.50 ou d'une jauge inférieure à 10 tonneaux pour les bateaux à voile.

A défaut de connaître précisément la flottille présente sur le lac d'Annecy, la courbe de correspondance entre longueur et largeur a été établie sur la base d'un échantillon de 520 bateaux connus (source : base de données BRLi). Cette relation a permis de considérer une longueur supérieure de bateaux à voile correspondant à une largeur de 3.50 m, longueur qui s'établit autour de 10.80 m.

HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT DES CORPS MORTS (CF. PARTIE 3, CHAPITRE 3.A.)



4. LE VENT

Les règles Neige et Vents 65, révisées 2009, ont fourni les vitesses de référence pour le calcul des efforts appliqués aux bateaux. Le lac d'Annecy se situe en zone 1, pour laquelle les valeurs normale et extrême des vitesses de vent sont respectivement 28.6 m/s et 37.8 m/s.

Par ailleurs, compte tenu du fetch offert par le lac, on considère que le dimensionnement se fait dans des conditions similaires à celles de constructions en bordure immédiate du littoral, pour lesquelles on adopte une pression constante entre 0 et 10 m égale à celle régnant à 10 m.

Ces valeurs seront également utilisées pour évaluer les hauteurs de vagues à attendre sur les rives, en fonction de la longueur du fetch offert par le lac.

5. LES VAGUES

Les hauteurs de vagues sont déterminées par la formule de Bretschneider. Cette formule donne la hauteur des vagues en fonction de la vitesse du vent, de la profondeur d'eau et de la longueur du fetch.

BRLingénierie
Programmation des formules de Bretschneider
 (application des formules du CERC*)

Affaire : Mouillage écologique - Lac d'Annecy - Profondeur < 2 m

Direction d'où vient le vent		SE Le Favergien	NW Le Rumilien	N La Bise	SE Le Favergien	SSW La Traverse	N La Bise	N La Bise
Vitesse du vent	U	103,00	103,00	103,00	103,00	103,00	103,00	103,00
	soit	28,61	28,61	28,61	28,61	28,61	28,61	28,61
	U_a	43,93	43,93	43,93	43,93	43,93	43,93	43,93
Longueur du fetch	L	9600	4000	6000	5300	2200	9600	5300
	F	9600	4000	6000	5300	2200	9600	5300
Profondeur maximale	h	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Site		1	2	2	3	3	4	5
Hauteur des vagues	H	0,93	0,86	0,90	0,89	0,76	0,93	0,89
Période des vagues	T	3,67	3,02	3,32	3,23	2,59	3,67	3,23
Longueur d'onde	L	20,99	14,23	17,22	16,27	10,45	20,99	16,27
Célérité	c=L/T	5,72	4,71	5,18	5,04	4,04	5,72	5,04
Cambrure	H/L	0,04	0,06	0,05	0,05	0,07	0,04	0,05

(*) : C.E.R.C. (Coastal Engineering & Research Center) 1975, Shore protection manual
 Vol I. US Army Corps of Engineers, Washington D.C. 496 p.

Le même calcul, mené pour les autres profondeurs et pour les vitesses de vent extrêmes et normales, conduit aux valeurs suivantes :

Site		1. Annecy	2. Menthon St-Bernard	3. Talloires	4. Duingt	5. Doussard		
Vent	136 km/h	SE Le Favergien	NW Le Rumilien	N La Bise	SE Le Favergien	SSW La Traverse	N La Bise	N La Bise
Orientation		SE	NW	SSE	SSW	NW	NW	
Fetch max	(m)	9600	4000	6000	5300	2200	9600	5300
Hauteur de vague en fonction de la profondeur	2 m	1,11	1,06	1,09	1,09	0,97	1,11	1,09
	5 m	1,97	1,59	1,78	1,73	1,30	1,97	1,73
	15 m	2,76	1,90	2,28	2,16	1,44	2,76	2,16
Vent	103 km/h	SE Le Favergien	NW Le Rumilien	N La Bise	SE Le Favergien	SSW La Traverse	N La Bise	N La Bise
Orientation		SE	NW	SSE	SSW	NW	NW	
Fetch max	(m)	9600	4000	6000	5300	2200	9600	5300
Hauteur de vague en fonction de la profondeur	2 m	0,93	0,86	0,90	0,89	0,76	0,93	0,89
	5 m	1,55	1,20	1,37	1,32	0,95	1,55	1,32
	15 m	2,02	1,37	1,65	1,56	1,03	2,02	1,56

A proximité des berges, les vagues sont donc de l'ordre de 1 m.

Les calculs des efforts, puis des dispositifs d'ancrage ont été menés sur ces hypothèses.

6. MÉTHODOLOGIE POUR LA DÉTERMINATION DES EFFORTS SELON LA MÉTHODE DU STCPMVN

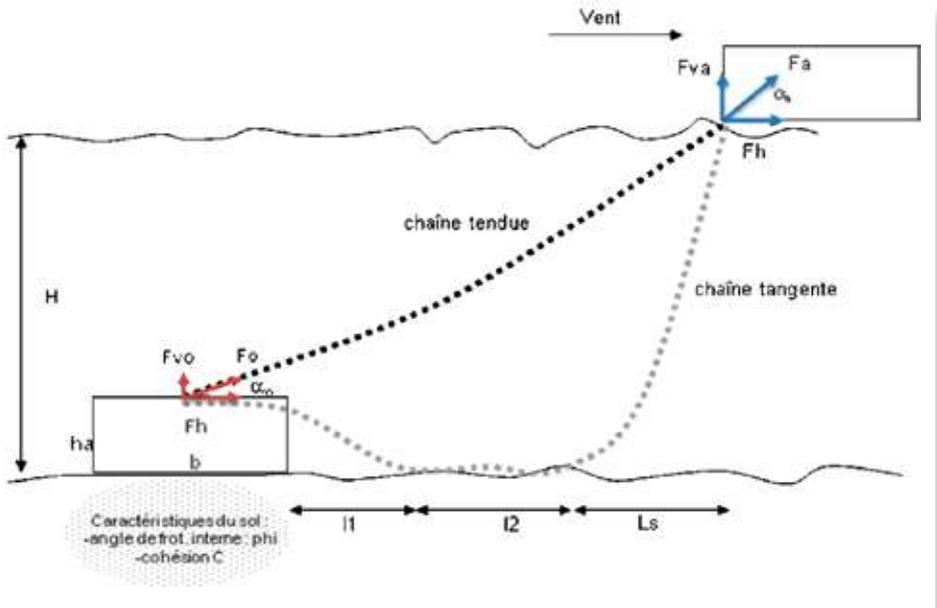
Le schéma suivant présente le principe des calculs qui permettent de déterminer les efforts horizontaux à reprendre par un corps mort, ou les efforts verticaux à reprendre par un ancrage dans le fond.

Le STCPMVN propose une note de calcul d'un ancrage sur corps mort et chaîne selon le schéma ci-dessous. Cette note de calcul est utilisée par les bureaux d'études pour la détermination des systèmes d'amarrage. Le principe consiste à calculer les différentes forces s'exerçant sur le corps mort et à écrire leur équilibre pour déterminer la géométrie du corps mort.

Les conditions extérieures que sont le vent et le courant, exercent des efforts sur le corps mort : le courant sur la coque immergée, le vent sur la coque émergée, qui se traduisent par une force totale.

La géométrie et la composition du corps mort et de la ligne de mouillage (que l'on pourra négliger dans le calcul par sécurité), ainsi que la nature du fond et donc ses caractéristiques, lui confèrent une résistance au renversement et au glissement, sous l'application de la force totale.

La vérification de l'équilibre des offres permet alors d'apprécier si les dimensions du corps morts sont suffisantes.



ANNEXE 2

Source : SECIB

I / Expertise des chaînes de mouillage

L'ensemble des mouillages a été contrôlé point par point.

Les chaînes de mouillage

- Expertise des chaînes et des manilles , vérification du niveau d'usure.
- Expertise visuelle des chaînes mères, et des corps morts
- Contrôle des bouées et des amarrages (sécurisés ou non sécurisés)

Le contrôle porte sur l'ensemble du mouillage:

- la bouée dans son état général, son anneau supérieur et son anneau inférieur
- la manille haute située sur la bouée ou l'ancrage du bateau sur le point haut
- la chaîne de mouillage dans son ensemble
- la manille basse située sur la chaîne mère ou sur le corps-mort

1 Plan du chaînage

- de 0 à 3
- de 4 à 5
- de 6 à 7
- de 8 à 9



Rappel sur la notation

- usure > à 80 % danger de rupture
- usure > à 50 % remplacement immédiat
- usure > à 30 % usure à surveiller
- usure < à 20 % chaîne neuve

Légende:



Corps-mort (CM)



CM ensouillés



Chaîne mère entre 2 corps-morts



Chaîne fille



Pendille



Bouée ronde ou conique



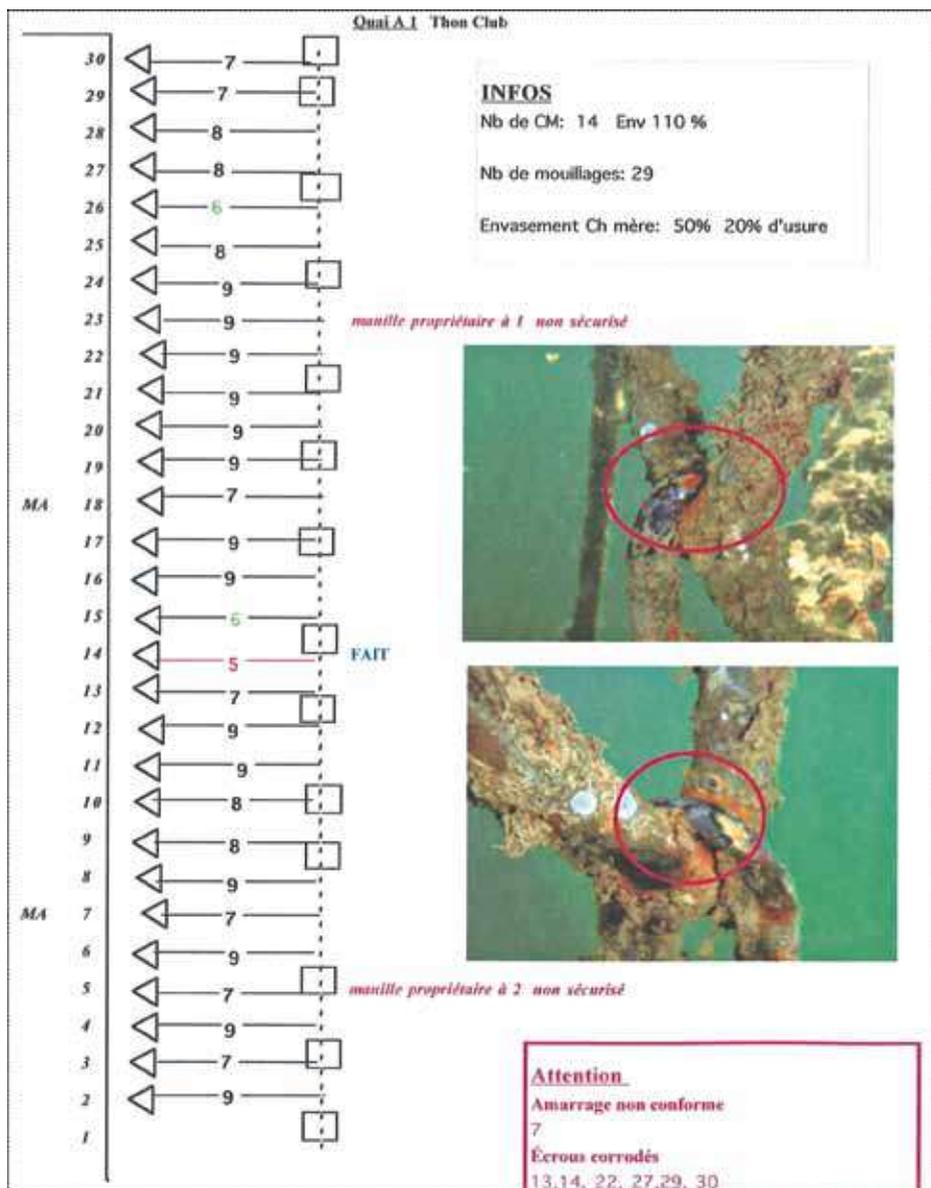
si détruite



Cote d'usure

AUSCULTATIONS SUBAQUATIQUES

EXEMPLE DE RESTITUTION



Quai du CERS (EST 3)

INFOS

Nb de CM: 40 Env de 0 à 20096

Pas de chaîne mère

Nb de mouillages: 40

Attention

Amarrages non conformes

3, 12, 23

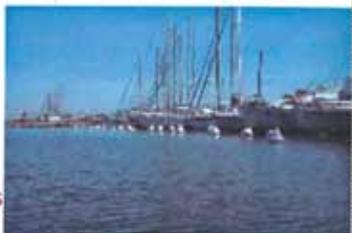
MPHS: mouillage propriétaire HS

écrou corrodé: 12

Fond: alluvions stabilisés et sable sur le bout

CM envasés: 1, 3, 4, 5, 12, 14, 16, 17

19, 21, 23



22	△-8-□				
21	△-8-□				
20	△-8-□				
19	△-8-□				
18	△-8-□				
17	△-8-□				
16	△-8-□				
15	△-8-□				
14	△-8-□				
13	△-8-□				
12 MA	△-8-□				
11	△-8-□				
10	△-8-□				
9	△-8-□				
8	△-8-□				
7	△-8-□				
6	△-8-□				
5	△-8-□				
4	△-8-□				
3 MA	△-8-□				
2	△-8-□				
1	△-8-□				

MPHS

MPHS

MPHS

MPHS

FAIT

MPHS

MPHS

FAIT

MPHS

40

39

38

37

36

35

34

33

32

31

30

29

28

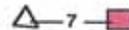
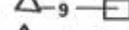
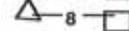
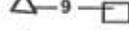
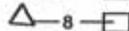
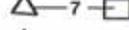
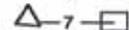
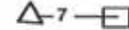
27

26

25

24

23 MA



mouillage propriétaire HS



Bonée HS



○ récupérer mouillage sous bouée et le poser sur le bateau 17 FAIT

Source : documentations fournisseurs disponibles sur catalogues en ligne

ANCRES PLATES



Ancre plates Fob HP
(FOB)



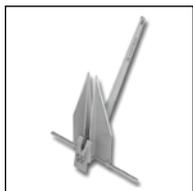
Ancre plates Fob THP
(FOB)



Ancre plates Fob light
(FOB)



Ancre plates Grip
(PLASTIMO)



Ancre plates Fortress
(FORTRESS)



Ancre plates Guardian
(PLASTIMO)



Ancre plates Britany
(PLASTIMO)



Ancre plates Danforth
(DANFORTH)

ANCRES CHARRUES



Ancre «charrues» Brake (MPI)



Ancre «charrues» Kobra (PLASTIMO)



Ancre «charrues» Delta (LEWMAR)



Ancre «charrues» Soc (PLASTIMO)



Ancre «charrues» C.Q.R. (LEWMAR)



Ancre «charrues» Fobrock (FOB)

ANCRES PELLE



Ancre «pelles» Claw (LEWMAR)



Ancre «pelles» spade (SPADE)



Ancre «pelles» FHD (PLASTIMO)

ANNEXE 4



**LISTE NON EXHAUSTIVE,
DONNÉE À TITRE PUREMENT INDICATIF,
ET SANS JUGEMENT DE VALEUR.**

MATÉRIEL ET DÉSIGNATION	FOURNISSEUR OU FABRICANT	SITE INTERNET
Ancre plates		
Britany	PLASTIMO	www.plastimo.com
Danforth	DANFORTH	www.danforthanchors.com
Fob	FOB	www.fob.fr
Fortress	FORTRESS	www.fortressanchors.com
Grip	PLASTIMO	www.plastimo.com
Guardian	PLASTIMO	www.plastimo.com
Ancre en soc de charrues		
Brake	MPI	www.marinepropeller.it/index.php/ita/Prodotti/Ancore/Descrizione-caratteristiche
C.Q.R.	LEWMAR	www.lewmar.com
Delta	LEWMAR	www.lewmar.com
Fobrock	FOB	www.fob.fr
Kobra	PLASTIMO	www.plastimo.com
Soc	PLASTIMO	www.plastimo.com
Ancre pelles		
Claw	LEWMAR	www.lewmar.com
FHD	PLASTIMO	www.plastimo.com
Spade	SPADE	www.spade-anchor.com
Ancre flottantes		
	LAZILAS	www.lalizas.com/catalogue/1/1.php?pg=121
Ancre à vis		
	APPLISUB	(site en construction - info.applisub@gmail.com)
	ANCR'EST	www.ancrest.com/
	NAUTISCAPHE	www.nautiscaphe.com/accueil.php
	NEPTUNE ENVIRONNEMENT	www.portcosparcnational.fr/documentation/pdf/technique_Ancrege%20Harmony.pdf
	SEA TECH & FUN EUROPE	www.skrew-anchor.com/nous_contacter.html
Ancre à basculement		
Manta Ray	CIMAGE	www.cimage-ltd.com
Platipus	FORSIGHT	foresightproducts.com/mantamain.html
Amarrage forain sur ponton		
Fleur de mouillage	CEP VEOLIA EAU ACRI IN PORALU	http://www.polemerpaca.com/domaines-d-activite/environnement-et-amenagement-du-littoral/port-du-futur/fleur-de-mouillage-298.html

REFERENCES DE FOURNISSEURS ET D'ENTREPRISES DE TRAVAUX SUBAQUATIQUES

MATÉRIEL ET DÉSIGNATION	FOURNISSEUR OU FABRICANT	SITE INTERNET
Accastillage (ancres/cordages/chaînes/manilles/émerillons/cosses)		
	ACCASTILLAGE DIFFUSION	www.accastillage-diffusion.com/
	ACCASTILLEURS DU GOLFE	www.accastilleurs-golfe.com/
	APPLISUB	(site en construction - info.applisub@gmail.com)
	BIGSHIP	www.bigship.com/
	CARLIER CHAINES	www.carlier-chain.com
	CAE	
	CORDERIE DOR	www.corderie-dor.fr/
	DAVAINES CHAINES	www.davaine.com/
	KRAIF	www.kraif.com/
	LE BÉON	www.le-beon.com
	MOBILIS	www.mobilis-sa.com
	NAUTISCAPHE	www.nautiscaphe.com/accueil.php
	USHIP	www.uship.fr/
Pontons flottants/catways/passerelles		
	ATLANTIC MARINE	www.atlanticmarine.fr/
	CUBISYSTEM	www.cubisystem.fr
	EASYFLOAT	www.floatech.se/en/startpage.aspx
	MARINEFLOOR	www.marinefloor.eu/
	METALU	www.metalu.com/
	PORTALU	www.poralu.fr/

ENTREPRISES DE TRAVAUX SUBAQUATIQUES EN RÉGION RHÔNE-ALPES

NOM	ADRESSE	TÉLÉPHONE	EMAIL
ATSM	74650 Chavanod	04 50 52 08 38	atsm@aliceadsl.fr
ENTREPRISE FARGIER ASS.	07400 Rochemaure	04 75 52 95 23	fargier.entreprise@wanadoo.fr
ENTREPRISE PASCAL MARTIN	74500 Maxilly	04 50 75 21 63	
HYDROKARST	38360 Sassenage	04 76 21 34 06	com@hydrokarst.fr
O'CAN	07250 Le Pouzin	04 75 63 12 04	info@ocan.fr
SATIF INTERNATIONAL	01122 Montluel Cedex	04 37 85 82 85	contact@satif-sa.com
SECIB	01500 Ambérieu en Bugey	06 07 19 23 98	schenckbecherg@hotmail.fr
SWN SOTRAVIM	01290 Biziat	03 89 31 03 05	sotravim@wanadoo.fr
TRAV. SS MARINS DU LÉMAN	74200 Thonon-les-bains	04 50 71 48 47	info@aquaventure.fr
SIKOO MARINE SOLUTIONS	74410 Saint-Jorioz	04 50 05 37 27	dvd@sikoomarine.com

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LE DOCUMENT OU POUVANT ÊTRE UTILEMENT CONSULTÉES

- **BOUDURESQUE CF, BERNARD G., BONHOMME P, CHARBONNEL E., DIVIAGO G., MEINESZ A., PERGENT-MARTINI C., RUITTON S., TUNESI L., 2006.** Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia Oceanica*. Ramoge, 175 p.
- **Bulletin Officiel du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie et du Ministère des transports, mars 1981, circulaire n°81-22/2/5 du 19 mars 1981.** Nouveaux cahiers des charges types applicables aux concessions de port de plaisance maritimes et fluviaux.
- **CETMEF, BANA A., MARIA M., 2002.** Les aménagements de plaisance maritime. Plan masse et éléments d'indication sur les aménagements. Notice PM n°02.03, 80 p.
- **CSNPSN.** Les pontons de plaisance. Guide de conception, 128 p.
- **DDE Var - Sce AMBA/SMTO, 2002.** Amarrage forain des bateaux. Fiche technique.
- **DREAL Paca, Préfecture maritime de la Méditerranée, CETE Méditerranée, 2010.** Stratégie méditerranéenne de gestion des mouillages des navires de plaisance, 65 p.
- **FFPP/METALU Industries.** Appontements flottants et passerelles. Guide de recommandations, 15p.
- **FRANCOUR P, MAGREAU J-F, MANNONI P-A., COTTALORDA J-M., GRATIOT J., 2006, Ancrages écologiques permanents.** Guide d'aide à la gestion des aires marines protégées en Méditerranée. Université de Nice-Sophia Antipolis & Parc National de Port-Cros, Nice, 68 p.
- **Nautiscaphe, 2009.** Un système d'ancrage subaquatique alternatif au béton. Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime, Hammamet, Tunisie 2009.
- **Neptune Environnement/SMAT-Neptune, Documentation générale.** Ancrages écologiques HARMONY, 31 p.
- **OSTENDORP W, GRETLER T, MAINBERGER M., PEINTINGER M., SCHMIEDER K., 2008.** Effects of mooring management on submerged vegetation, sediments and macro-invertebrates in Lake Contance, Germany. *Wetlands Ecol. Manage.*
- **PERES C., 2006.** Synthèse des types de corps-morts permanents pour le mouillage des bateaux de plongée sur les côtes de Martinique. Observatoire du Milieu Marin Martiniquais, 14 p.
- **Project Aware, PADI, 2005.** Mooring Buoy Planning Guide, 89 p.
- **SILA, 2009, Commission Lac & Prospective.** Groupe de travail «mouillages écologiques». Relevés de conclusions des réunions des 20 mai et 17 juin 2009.

BIBLIOGRAPHIE

- STCPMVN, ALLAIS V., JOLIVET P., LESTOILLES T., 1981. Les aménagements légers pour la plaisance. Notice STC n° 81.1, 250 p.
- *Voiles & Voiliers*, juillet 2009. Article «ancre quand tu nous tiens ...».
- *Voiles & Voiliers HS.*, août 1999. La parler marin, Dictionnaire illustré de la voile, 65 p.
- *Voiles & Voiliers HS.*, août 2009. Tout pour réussir vos mouillages forain, 82 p.
- *Voiles & Voiliers*, BERNIER P., RONZIER Y., 2009. Ports de plaisance, mode d'emploi, 90 p.

■ SITES INTERNET

- alain.fraysse.free.fr
Tuning an anchor rode (régler une ligne de mouillage)
[Simulation du comportement d'un bateau à l'ancre]
- www.boatmoorings.com/whyhelix.php
Helix anchoring
- www.ecoship.fr/WebRoot/StoreLFR/Shops/62061180/4D74/A550/6762/1B6B/E12B/C0A8/28BB/3362/choix-de-votre-ancre.pdf
Choix de votre ancre
[renvoie à la documentation de Plastimo]
- www.grain-de-sel.org/technique/dossiers/mouillage.htm
Conseils de mouillage
- www.hisse-et-oh.com/forums/forums-techniques/
Blogs de plaisanciers
- www.jeanneau-bretagnesud.com/technique.php
Echelle Beaufort, Les appareils de mouillages
- www.sisl.ch/mouillage/mouillage.htm
Ancre et technique de mouillage
- www.stw.fr
Les ancres flottantes
- www.stw.fr
Blogs de plaisanciers

NOTES

A series of 20 horizontal dotted lines for writing notes.



Syndicat Mixte du Lac d'Annecy

7 rue des Terrasses
BP 39
74962 CRAN-GEVRIER Cedex
Tél. 04 50 66 77 77

Site : www.sila.fr