

Lignes de mouillage

Question
de poids ou
de longueur ?Retrouvez la vidéo de l'essai
sur www.voilesetvoiliers.comTexte Sébastien Mainguet.
Photos Benoît Stichelbaut.

Alourdir un bateau sur l'avant nuit gravement à ses qualités marines, on le sait. Mais peut-on raisonnablement réduire la longueur et/ou le poids de la chaîne, en particulier avec des ancres charrue modernes qui tolèrent mieux une traction légèrement oblique ? Pour le savoir, nous avons fait les tests in situ...



Des charges élevées... que nous avons mesurées avec ce peson électronique.

Quel est le rôle d'une ligne de mouillage ? Pour être précis, cela consiste à faire en sorte que la traction exercée sur la verge de l'ancre demeure parallèle au sol, puisque c'est ainsi que l'ancre «travaille» bien et pénètre le mieux dans le sol. Alors que, forcément, le bateau est plus haut ! C'est pourquoi la première qualité d'une ligne de mouillage, c'est d'être longue et aussi d'être lourde – sachant que l'on ne peut pas toujours l'allonger autant qu'on le voudrait, faute de place dans la zone de mouillage. Autant le poids n'est pas la première qualité d'une ancre (il a son importance mais c'est tout de même la géométrie qui est primordiale), autant c'est bien une qualité essentielle d'une ligne de mouillage.

Par rapport aux modèles plus anciens, les ancres charrue modernes ont toutefois la vertu de mieux résister à des tractions un peu obliques... Mais attention, il ne faut pas aller trop loin – au-delà de 10 ou 15 degrés, ça ne fonctionne plus. Or un angle de 10-

grés correspond à six fois la hauteur d'eau. Conclusion : si l'on veut assurer une certaine tenue de l'ancre dans le cas de figure extrême où la ligne serait complètement tendue, si l'on veut envisager de n'utiliser que du câblot et pas du tout de chaîne (ce qui n'est vraiment pas conseillé), il faut mouiller au moins six fois la hauteur d'eau.

En outre, pour une tenue optimale, une traction horizontale est toujours la même requise. L'objet de nos tests en mer était donc le suivant : à quel risque-t-on concrètement avec une ligne de mouillage un peu légère ou un peu courte – et inversen-





Prêt à embarquer. Sur le quai de Concarneau, tout le matériel que nous avons utilisé pour nos tests : une ancre charrue, de la chaîne 8 millimètres, un robuste peson et du câblot.

que gagne-t-on en ajoutant du poids /ou de la longueur ? Et quels résultats obtient-on avec une ligne mixte constituée d'une longueur modérée de chaîne et d'une bonne longueur de câblot ? En bref, comment la tenue du mouillage varie-t-elle en fonction du poids de la ligne d'une part, et de sa longueur d'autre part ? Y a-t-il un des deux éléments qui est plus déterminant que l'autre ? Ou les deux ont-ils une importance équivalente ? Pour répondre à toutes ces questions, nous avons rassemblé le matériel existant (que la société Plastimo, à Locmiquélic, a aimablement mis à notre disposition) : 40 mètres de chaîne acier

LES RÉSULTATS DE NOS TESTS

TYPE DE LIGNE	TOUT CHAÎNE	10 M CHAÎNE + CÂBLOT	TOUT CORDAGE PLOMBÉ	TOUT CÂBLOT
3 x hauteur d'eau (longueur 12 m)	dérage à 200 kg* environ	ne croche pas	ne croche pas	ne croche pas
6 x hauteur d'eau (longueur 24 m)	décroche à 900 kg*	décroche à 430 kg. Puis la charge remonte à 600 kg et se stabilise alors que l'ancre dérape	décroche à 300 kg. Puis la charge remonte à 400 kg et se stabilise alors que l'ancre dérape	décroche à 250 kg
10 x hauteur d'eau (longueur 40 m)	décroche à 1 200 kg	décroche à 580 kg. Puis la charge remonte à 800 kg et se stabilise alors que l'ancre dérape	décroche à 300 kg	dérage à 350 kg

Conditions des essais : fonds de sable 4 mètres. Chaîne 8 millimètres (1,4 kg/m), cordage trois torons 16 millimètres et plombé 14 millimètres (poids 0,2 kg/m). Ancre Plastimo Kobra 12 kilos. * De traction.



Des tests réalistes. Pour simuler la force exercée par un vent très fort sur le davier d'un voilier au mouillage, nous avons utilisé le Santa Maria, un chalutier de 30 tonnes

galva de 8 millimètres (d'un poids au mètre de 1,4 kilo), 40 mètres de câblot polyester trois torons 16 millimètres «standard» (charge de rupture 5,3 tonnes), 40 mètres de câblot polyester trois torons 14 millimètres plombé (d'un poids au mètre de 0,2 kilo, charge de rupture 2,6 tonnes), une ancre Kobra (type charrue à pointe lestée) de 12 kilos et divers petits accessoires - maillons rapides, liaison chaîne-ancre et autres.

A noter que la charge maximale d'utilisation de notre chaîne de 8 millimètres ne dépasse pas 1 tonne (pour une charge de rupture de 4 tonnes), ce qui correspond à peu près à la force exercée (à raison du seul fardage) par un vent de 60 nœuds sur un monocoque de 9 mètres. Sur un monocoque de 12 mètres, le même vent exerce une force de 2 tonnes environ; c'est la charge maximale d'utilisation d'une chaîne de 12 millimètres. Le poids du bateau a également son importance, surtout avec du clapot, mais le fardage est plus déterminant. Avant toute autre considération, il faut bien sûr prendre en compte ces questions pour choisir un diamètre de chaîne.

Pour nos essais en mer, nous avons également un peson électronique capable de mesurer avec précision des charges allant jusqu'à 6 tonnes. Nous avons embarqué le tout sur le *Santa Maria*, un chalutier reconverti pour la pêche au gros en daycharter et basé à Concarneau, puis nous avons jeté notre dévolu sur des fonds de sable dans l'archipel de Glénan, où nous avons procédé à une série de tests sur des fonds de 4 mètres. Outre que de toute façon les marnages sont assez faibles dans cette zone, les coefficients étaient modérés et nous étions à l'heure de l'étalement de pleine mer; en sorte que nous n'avons guère été gênés par des variations de hauteur d'eau. Et Patrice, le patron du bateau, surveillait bien sûr le sondeur tout au long de ces tests.

Trois conclusions intéressantes

Avec ses 30 tonnes et son moteur ayant beaucoup de couple, le chalutier permettait de simuler correctement des conditions de vent très fort au mouillage. Quatre types de ligne de

mouillage ont été testés: tout chaîne, tout câblot, mixte chaîne/câblot (avec toujours 10 mètres de chaîne et le reste en câblot), et enfin tout câblot plombé. Et cela pour des longueurs totales de ligne égales à trois fois, six fois, puis dix fois la hauteur d'eau. Chacun des quatre types de ligne de mouillage a donc été testé à trois reprises, ce qui signifie qu'au total nous avons mouillé une douzaine de fois.

La procédure était la suivante: le peson étant connecté sur la ligne de mouillage à l'avant du bateau, on s'assurait d'abord que l'ancre avait bien croché, puis le chalutier mettait progressivement les gaz en marche arrière. On surveillait alors attentivement les chiffres sur le peson ainsi que la position du bateau. Un petit filot tout proche permettait de prendre un relèvement précis et les eaux étaient assez transparentes pour que l'on

puisse simplement regarder en... A chaque fois, sur le peson, la charge montait progressivement, puis chutait au moment où l'ancre décrochait ou dérapait. On distingue en effet deux cas de figure: l'ancre «décroche» quand elle se dégage complètement du sol et glisse alors rapidement vers le haut; elle «déraper» quand elle «chutait doucement tout en restant en positionnée normalement. Dans le cas du décrochage, le chiffre sur le peson chutait brutalement vers le bas, et le bateau reculait soudainement; dans le second cas (dérapage), la chute sur le peson était moins brutale et le bateau reculait moins vite. A chaque test, il s'agissait pour nous de relever le chiffre sur le peson avant que la charge ne dégringolât. Les résultats complets sont rassemblés dans notre tableau; ils sont donc assez cohérents et significatifs.

ON GAGNE PLUS EN RALLONGEANT QU'EN ALOURDISSANT LA CHAÎNE.

PROBLÈME DE MATHÉMATIQUES : LA FORMULE DE LA CHÂÎNETTE...

Quelle est la formule qui permet de décrire exactement la forme prise par une chaîne suspendue entre deux points? (On parle de chaîne et non pas d'une corde ou d'un câble, parce que la chaîne ne peut pas du tout s'allonger.) C'est la formule dite «la chaînette» (on trouve aussi parfois le terme de «caténaire»): $y(x) = a \cosh(x/a)$. Ici, «y(x)» désigne l'ordonnée associée à l'abscisse x, «cosh» est le cosinus hyperbolique, et «a» le rapport entre la composante horizontale de la tension et le poids au mètre. La formule de la chaînette est très utilisée en architecture, y compris pour construire des arches (la forme la plus stable pour une arche étant celle d'une chaînette renversée). Elle est aussi en lien direct avec le sujet. Moyennant quelques manipulations savantes (dans le détail desquelles nous n'entrerons pas ici), on peut en effet aboutir à des versions très simplifiées de la formule (on trouve par exemple $F = p \cdot l^2 / 2h - p \cdot h / 2$, ou encore

$F = p (4l^2 - 4h^2/8h)/8h$) grâce auxquelles il est possible de calculer, en fonction de la longueur de la ligne «l», de son poids au mètre «p» et de la hauteur totale «h» (hauteur d'eau + franc-bord avant), la composante horizontale «F» de la tension nécessaire dans une ligne de mouillage pour que la chaîne, du côté de la verge de l'ancre, soit amenée dans une position tangente au sol. Cette composante horizontale est bien sûr égale à la force exercée par le vent et/ou le courant et/ou les vagues sur le davier du bateau. Dès le moment où la force exercée est plus importante, la traction sur la verge cesse d'être horizontale et devient de plus en plus oblique, avec les risques de dérapage ou de décrochage associés à ce cas de figure (en particulier quand l'angle dépasse les 10 degrés). Si la force exercée est moins importante, alors une partie de la chaîne repose au contraire sur le fond, et le risque est minimal.



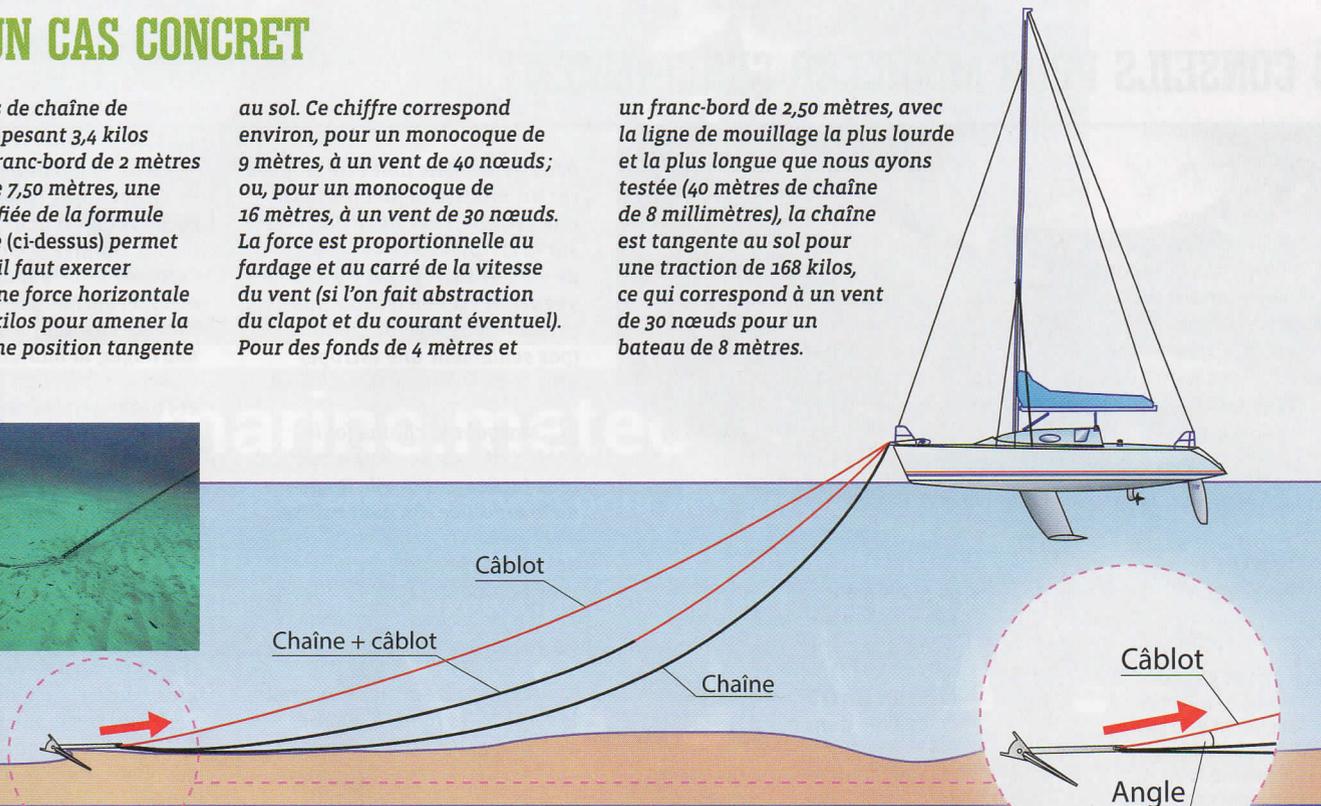
Réputée être la plus grande arche du monde (192 mètres), la Gateway Arch de Saint-Louis (Etat-Unis, Missouri) a une forme de chaînette renversée.

UN CAS CONCRET

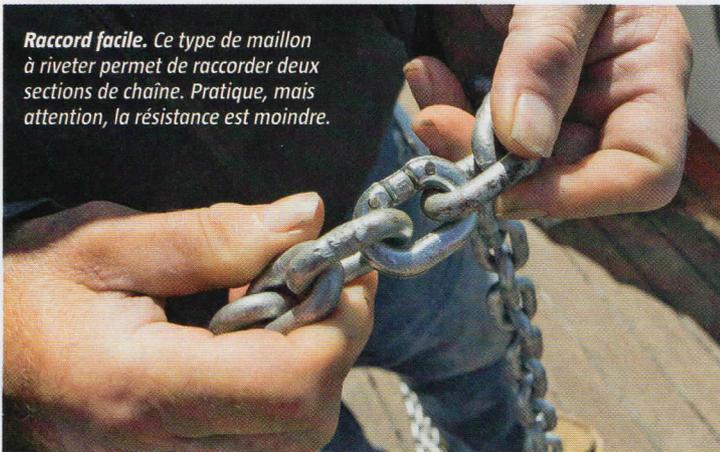
40 mètres de chaîne de 4 millimètres pesant 3,4 kilos au mètre, un franc-bord de 2 mètres et des fonds de 7,50 mètres, une version simplifiée de la formule de la chaînette (ci-dessus) permet de calculer qu'il faut exercer au davier une force horizontale d'environ 628 kilos pour amener la chaîne dans une position tangente

au sol. Ce chiffre correspond environ, pour un monocoque de 9 mètres, à un vent de 40 nœuds; ou, pour un monocoque de 16 mètres, à un vent de 30 nœuds. La force est proportionnelle au fardage et au carré de la vitesse du vent (si l'on fait abstraction du clapot et du courant éventuel). Pour des fonds de 4 mètres et

un franc-bord de 2,50 mètres, avec la ligne de mouillage la plus lourde et la plus longue que nous ayons testée (40 mètres de chaîne de 8 millimètres), la chaîne est tangente au sol pour une traction de 168 kilos, ce qui correspond à un vent de 30 nœuds pour un bateau de 8 mètres.



Raccord facile. Ce type de maillon à riveter permet de raccorder deux sections de chaîne. Pratique, mais attention, la résistance est moindre.



On peut en tirer trois conclusions intéressantes. Tout d'abord, on a pu vérifier in situ qu'une ancre charrue moderne à pointe lestée (ici, la Kobra de Plastimo) était réellement capable de tenir avec une traction oblique dont l'angle ne dépasse pas une dizaine de degrés. On a aussi pu vérifier que la tenue restait nettement meilleure avec une traction horizontale. On notera aussi les (très) bons résultats obtenus avec une ligne mixte chaîne + câblot. Mais attention : ils sont significativement moins bons que ceux obtenus avec une ligne de même longueur uniquement constituée de chaîne. Enfin, on notera que si l'on examine de près une version simplifiée de la formule dite «de la

chaînette» (voir page précédente, «Un problème de mathématiques»), on arrive très vite à la conclusion que pour un même poids total de la ligne, il vaut mieux avoir davantage de longueur et un poids au mètre moindre (sous réserve que la charge d'utilisation maximale soit adaptée) plutôt qu'un poids au mètre plus élevé et une longueur moindre. Autrement dit, on gagne davantage de tenue en ajoutant de la longueur qu'en alourdissant la chaîne. Mais bien sûr, ce n'est pas toujours possible : encore faut-il avoir de la place pour éviter ! C'est pourquoi, dans les régions où les fonds sont importants, on a de toute façon intérêt à choisir une chaîne d'un diamètre généreux. ■



Guindeau indispensable. Avec une lourde chaîne et beaucoup de fond, difficile de s'en passer. En cas de panne, utiliser une estrope et un winch...

5 CONSEILS POUR MOILLER SEREINEMENT



F. BLAZQUEZ

Cousin-Trestec propose une gamme de cordages plombés, de 30 à 50 mètres, de 10 à 16 millimètres de diamètre, de 160 à 366 grammes par mètre.

1 Commencer à reculer dès que l'ancre touche le fond, afin d'assurer un positionnement optimal de l'ancre et faciliter ainsi la pénétration de la pelle dans le sol.

2 Ne jamais laisser la tension sur le guindeau, il n'est pas fait

pour ça. La ligne doit être frappée sur un robuste taquet (utiliser une estrope, avec deux demi-clés sur la chaîne). Avec beaucoup de vent et surtout s'il y a des vagues, il est bon d'avoir une certaine longueur de câblot (pas seulement une estrope) afin de mieux amortir les chocs.

3 Marquer la chaîne (et le câblot) afin de pouvoir visualiser plus facilement quelle longueur a été mouillée. On peut utiliser de la peinture, mais aussi des petits osselets (compter une dizaine d'euros), ou encore un compteur de chaîne intégré au guindeau électrique.

4 Au moindre doute concernant la nature des fonds (présence possible de roches ou d'autres chaînes), il ne faut pas hésiter à poser un orin avant.

5 Pour le mouillage arrière, de deux choses l'une. Ou bien ce mouillage a pour fonction de positionner le bateau sur l'estran (dans le sens de la pente de la plage, par exemple). Dans ce cas, sauf très forts marnages, la hauteur d'eau ne sera jamais très importante, et l'ancre arrière sera dans le bon sens par rapport à la pente éventuelle. Du coup, l'angle de traction sur la verge restera toujours faible et la ligne n'a pas besoin d'être fortement lestée. Ou bien le mouillage sert à positionner le bateau par rapport au courant (en général dans une rivière). Il faut alors prévoir une ligne plus lourde, car le fond peut être plus important, et bien sûr le mouillage arrière devra, ici, avoir la même tenue que le mouillage avant.