



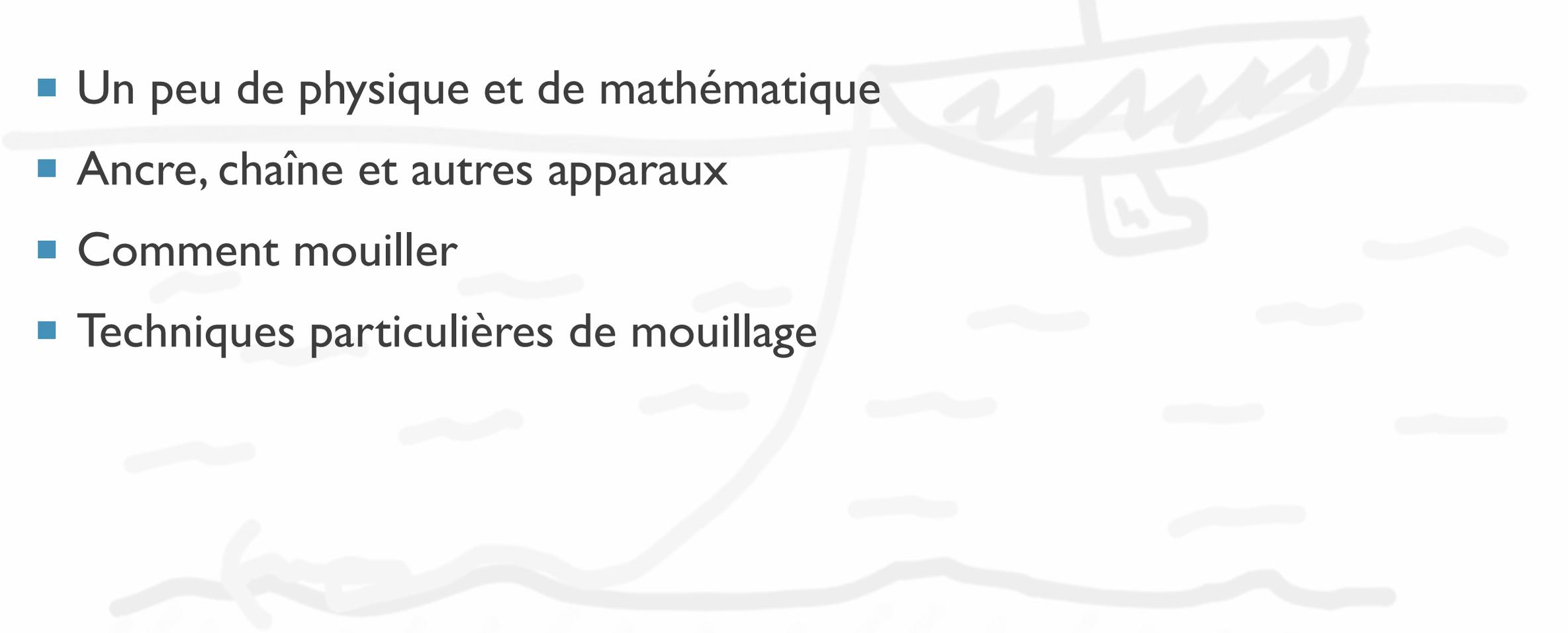
TECHNIQUES DE MOUILLAGE

FORUM GYC – 14/04/2020





TABLE DES MATIÈRES

- Un peu de physique et de mathématique
 - Ancre, chaîne et autres appareils
 - Comment mouiller
 - Techniques particulières de mouillage
- 
- A faint, light-colored illustration of a boat is visible in the background. The boat is shown from a side profile, with a curved hull and a flat deck. A rope is attached to the front of the boat and extends downwards, ending in a hook-like shape, likely representing an anchor. The background also features some wavy lines suggesting water or a horizon.



UN PEU DE PHYSIQUE...



ON A TOUS APPRIS...



Minimum 3 fois la hauteur d'eau pour du "tout chaîne"



Plus le vent monte,
plus il faut augmenter le ratio "longueur de chaîne / hauteur d'eau"

FORCE EXERCÉE SUR UN BATEAU AU MOUILLAGE

- Très peu de données “qualifiées” et vérifiées (car spécifique au profil de coque et des structures aériennes)
- Une référence : La norme H-40 de l'ABYC (American Boat & Yacht Council) pour les équipements de pont.

TABLE I - DESIGN LOADS FOR SIZING DECK HARDWARE

LOA See Notes ft. (m)	Beam See Notes		Permanent Mooring lbs. (kN)	Storm Anchor lbs. (kN)	Working Anchor lbs. (kN)
	Sail ft. (m)	Power ft. (m)			
10 (3.0)	4 (1.2)	5 (1.5)	480 (2.1)	320 (1.4)	160 (0.7)
15 (4.5)	5 (1.5)	6 (1.8)	750 (3.3)	500 (2.2)	250 (1.1)
20 (6.1)	7 (2.1)	8 (2.4)	1080 (4.8)	720 (3.2)	360 (1.6)
25 (7.6)	8 (2.4)	9 (2.7)	1470 (6.5)	980 (4.4)	490 (2.2)
30 (9.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	2100 (9.3)	1400 (6.2)	700 (3.1)
35 (10.7)	10 (3.0)	13 (4.0)	2700 (12.0)	1800 (8.0)	900 (4.0)
40 (12.2)	11 (3.4)	14 (4.3)	3600 (16.0)	2400 (10.7)	1200 (5.3)
50 (15.2)	13 (4.0)	16 (4.9)	4800 (21.4)	3200 (14.2)	1600 (7.1)
60 (18.3)	15 (4.6)	18 (5.5)	6000 (26.7)	4000 (17.8)	2000 (8.9)



60 Kts



42 Kts



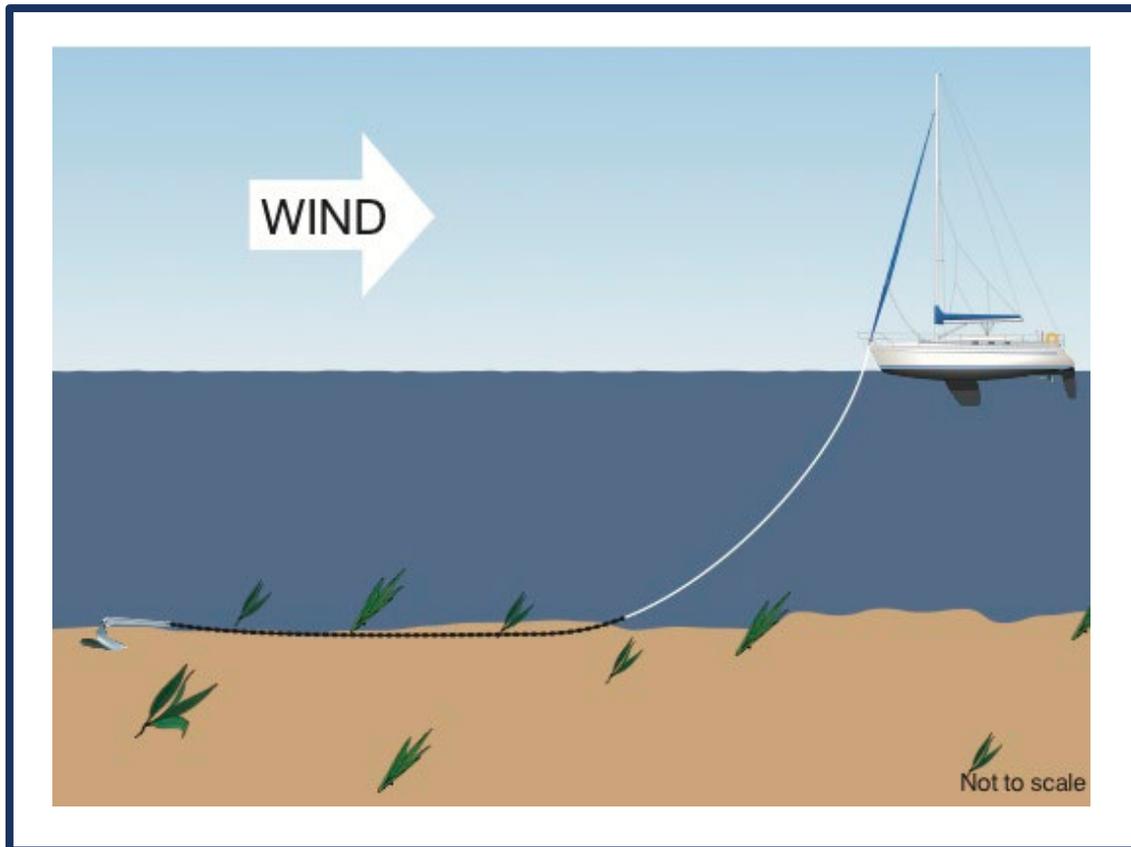
30 Kts

1 kN = 100 Kg

Considérer la longueur ou largeur pour la charge la plus élevée

Ces données tiennent compte de l'action du vent, du courant et des vagues

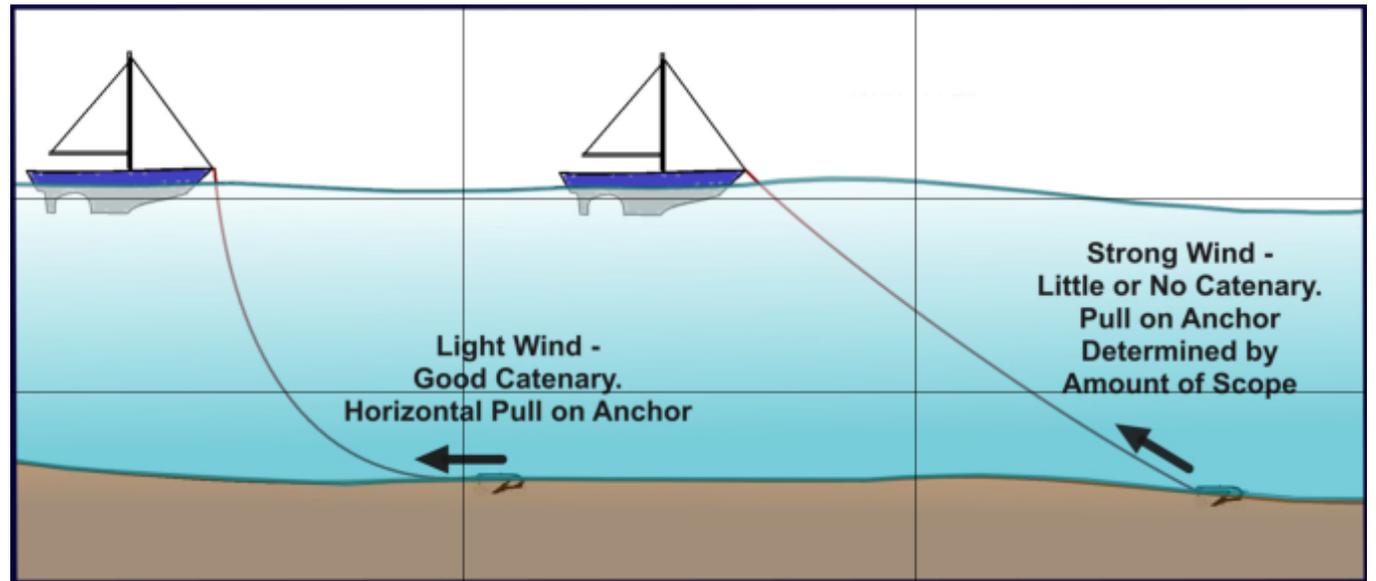
LE PRINCIPE DE LA CATENAIRE



- L'effet caténaire de la chaîne sur la puissance de retenue est déterminé par la quantité de chaîne suspendue entre le bateau
- Le principe est de maintenir la traction sur l'ancre la plus horizontale possible ($< 15^\circ$ par rapport au fond)
- L'ancre tient la chaîne qui tient le bateau...

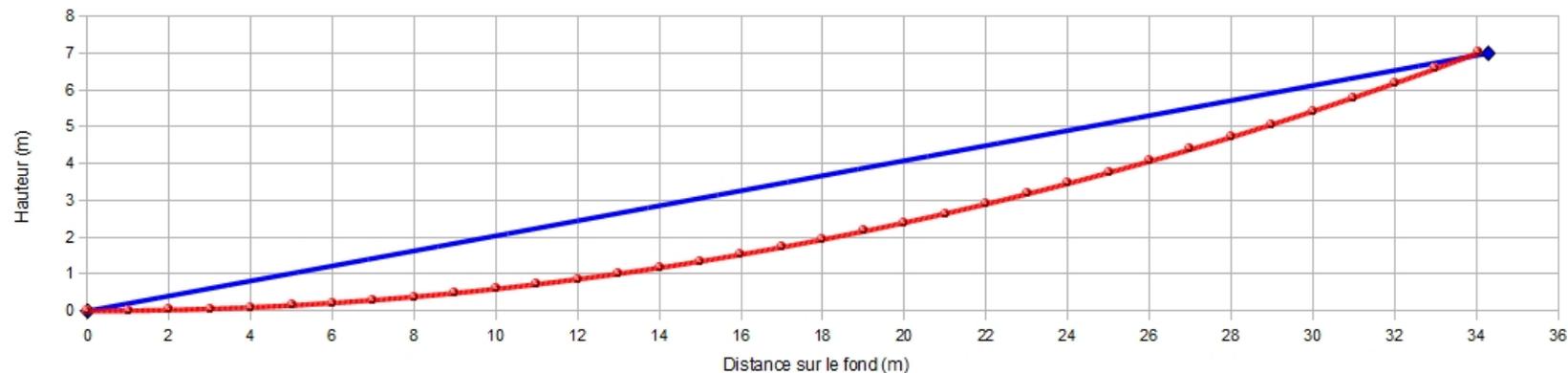
ET QUAND LA CHAÎNE EST TENDUE

- Plus la chaîne est tendue, plus le risque que la traction sur l'ancre ne soit plus horizontale
- Une fois la chaîne tendue "à bloc" l'angle entre la verge de l'ancre et le fond augmente
- Plus aucune élasticité dans la ligne
- Risque de décrochage de l'ancre



EXEMPLE DE TENSION MAXIMALE SUR LA CHAÎNE

- Pour une chaîne de 10 mm de 35 m tendue par une force de 164 kg de manière à ne plus reposer sur le fond tout en rejoignant l'ancre avec un angle nul (la définition de la caténaire),
- Le davier du bateau se trouvant 7 m au dessus du fond (scope de 5)
- Le bateau se trouve à 34,06 m de la verticale de l'ancre.
- Le « stretch » disponible est de 23 cm
- L'angle entre le jas de l'ancre et le fond passe de 0° à 11,5°

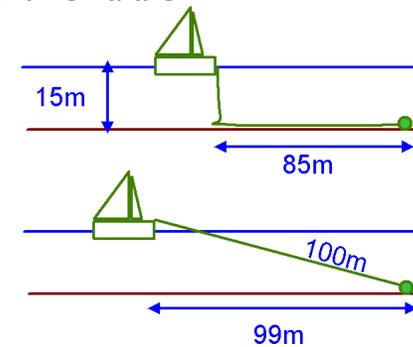


MAIS ALORS QUE FAIRE ?

-
- Une ancre
 - Avec une tenue maximale
 - Qui s'enfuit rapidement dans quasi toutes les positions (même après décrochage)
 - De la chaîne
 - Minimum 3:1
 - Idéalement 5:1
 - Maximum 8:1...
 - De l'élasticité
 - Une solution d'amortissage
 - Un ligne mixte chaîne-cablote

UNE LIGNE ÉLASTIQUE ... POURQUOI FAIRE ?

- Hauteur d'eau de 15 mètres, avec une ligne de 100 mètres, par vent fort au moment d'une rafale
- Le « tout chaîne » :
 - au repos, le bateau est à 85 mètres de l'ancre et les efforts sur le mouillage débutent
 - chaîne étirée au maximum, le bateau est à 99 mètres de l'ancre
 - il a donc pu reculer de 14 mètres pour amortir la rafale
- La « ligne mixte » : 50 m chaîne + 50m cablot
 - au repos le bateau est à 85 mètres de l'ancre
 - ligne étirée, le textile mesurera $50\text{m} + 20\% = 60$ mètres et la ligne aura 110 mètres de long
 - ligne étirée, le bateau sera donc à 109 mètres de l'ancre
 - il a donc pu reculer de 24 mètres, pour amortir la rafale. Plus la distance est grande, plus doux sera l'effort de « freinage »
- Au moment de l'étirement complet :
 - en « tout chaîne » quand elle est étirée, le blocage est total créant un pic de tensions important au moment de l'étirement complet.
 - en « mixte », quand la ligne est droite, elle reste élastique puisque le câblot n'est qu'à 20% de sa limite de rupture et possède toujours sa souplesse propre



Cas 100m "tout chaîne"

L'effet de blocage du « tout chaîne » est d'autant plus brutal et néfaste que la ligne de mouillage est longue par rapport à la hauteur d'eau

CHAINE OU CABLOT ? ... LES 2 MON CAPITAINE !

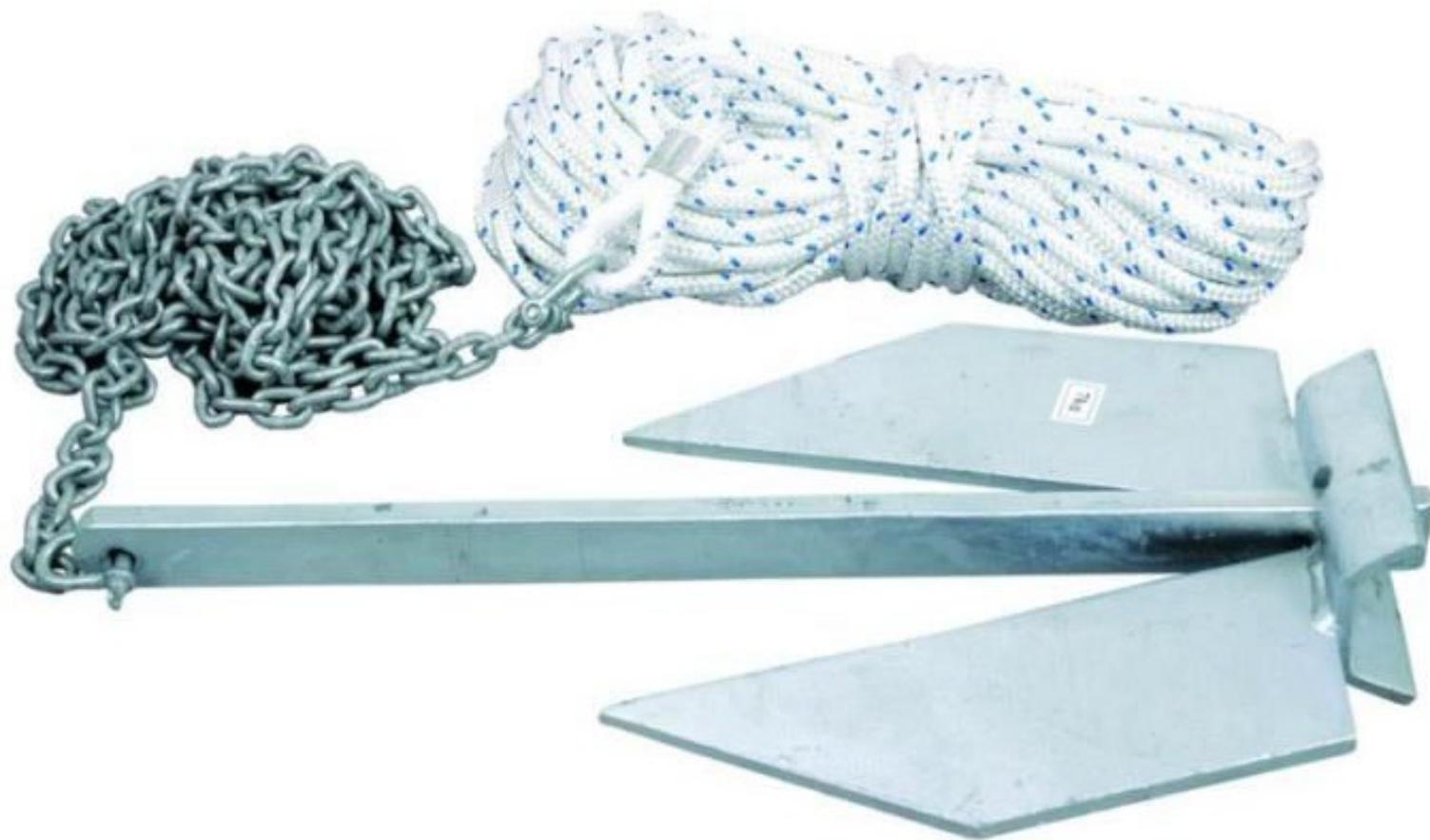
- Le bateau est retenu
 - par le travail mécanique de l'ancre lors de l'enfouissage
 - par le poids de la chaîne qui fait office d'amortisseur et repositionne l'ancre sur la pointe, tout en conservant un bon angle de tire
- Tous les modèles mathématiques concordent, il faut adopter un mouillage mixte avec un **minimum de 6 mètres de câblot.**
- Le câblot fait office d'amortisseur alors que la chaîne, outre le fait qu'elle est insensible au ragage permet un bon positionnement sur le fond de par son propre poids.
- La chaîne assure un bon amorti dans le petit temps et le câblot une bonne élasticité dans le gros temps et les vagues
- **Il faut rechercher le plus de poids possible dans les fonds et le plus d'élasticité dans les hauts**

Un mouillage mixte n'a à encaisser dans une rafale qu'une surtension dynamique de 2.2 fois la tension statique alors qu'elle doit en encaisser 5 fois plus sur une ligne tout en chaîne, au risque qu'elle se rompe



ANCRES, LIGNE ET APPARAUX





LA LIGNE DE
MOUILLAGE

ANCRE À PLATEAU



Fortress, Danforth

- Probablement la plus utilisée au monde
- Tenue importante sur sable et vase
- N'aime pas les roches et fonds durs
- Se plante sur le côté sur une pelle (!!!), décroche et a du mal à se replanter
- Dérape assez facilement en cas de courant fort.
- Se range facilement (et se démonte)
- Existe en alu (lègère)

ANCRES SOC DE CHARRUE



Delta, Kobra, CQR

- Soc de charrue avec verge au-dessus (articulée ou non)
- Lache rarement en traction horizontale
- Pénètre sable, boue et herbiers
- Très sensible aux conditions de mer (houle, renverses de courant)
- Laboure le sol sans décrocher, dérape lentement, mais régulièrement
- Maniable, facile à « mouiller » et à remonter, peut se replanter d'elle même si elle a par malheur décroché temporairement.
- Parfois articulée (CQR)

ANCRE BRUCE



- Bruce ou autres marques dérivées
- Hybride avec 3 pelles non lestées
- Vase, sable... mais pas de végétation
- Se plante et se décroche aussi rapidement...

LES ANCRÉS À PELLE CONCAVE

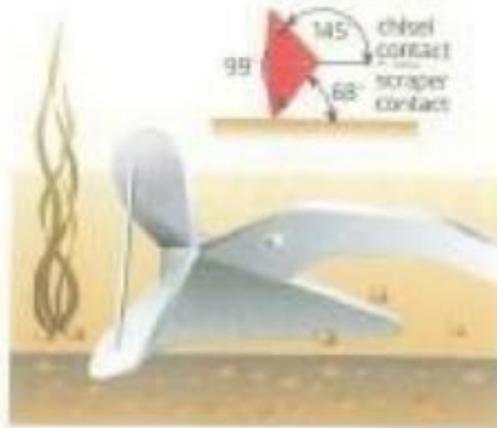


Spade, Rocna, Manson, Vulcan

- Arceau et/ou pointe plombée
- Tenue exceptionnelle sur tout type de sol
- Surface de résistance en opposition avec le fond
- S'enfonce au point de disparaître totalement
- Capacité à se réenfourir après un retournement
- Chère

COMPORTEMENT SUR LE FOND

ENGAGING WITH THE SEABED



DELTA

Convex flukes have a relatively steep angle of attack to the seabed



DANFORTH

The articulated stock gives the flat flukes a very shallow angle of attack



SPADE

Concave-type anchors rely on the same effect as a chisel blade to dig into the seabed



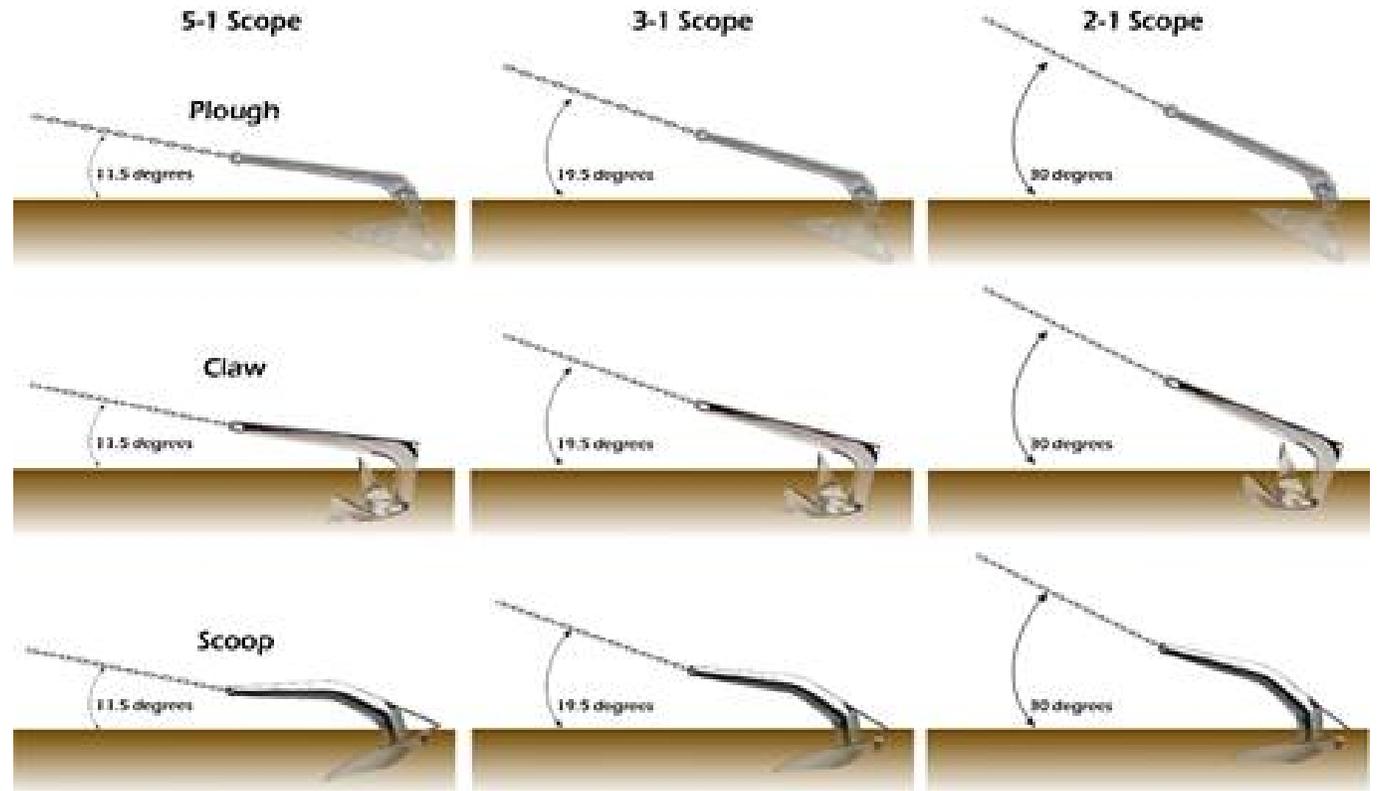
BÜGEL

With sharp-toed anchors, the 'chisel' comparison is even clearer

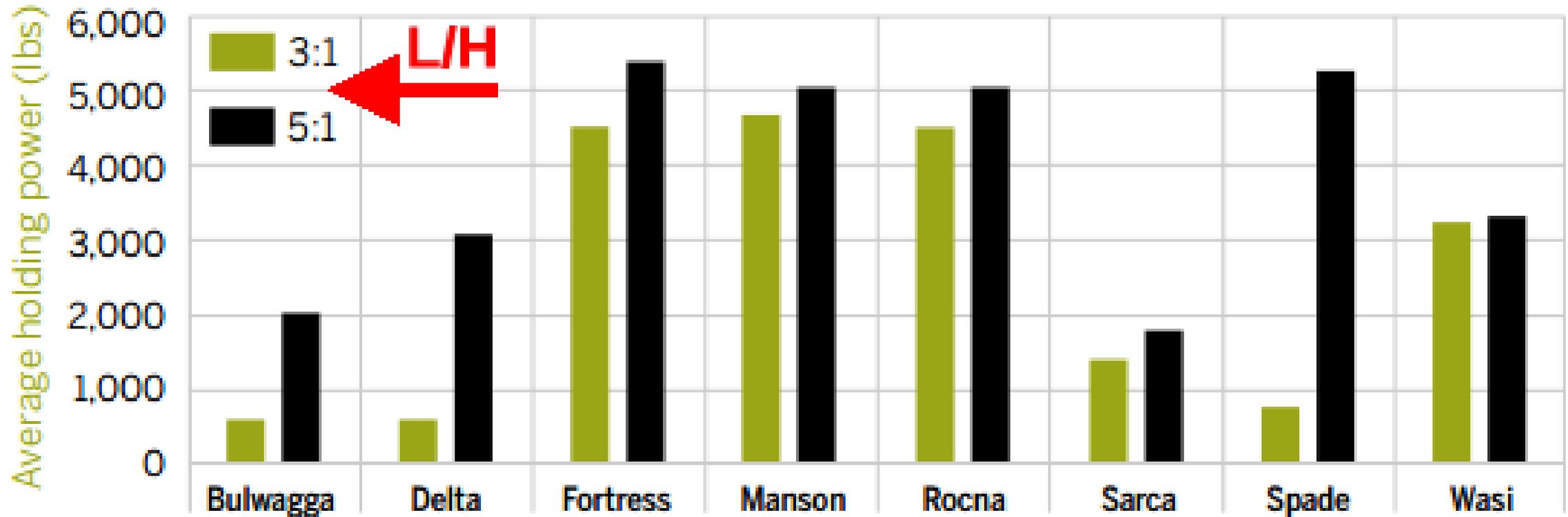
RELATION ENTRE L'ANGLE DE LA CHAÎNE ET LE TYPE D'ANCRE

- Selon le type d'ancre, la capacité d'enfouissement diminue inversement à l'angle entre le jas et le fond
- Pour rappel : l'angle du jas sur le fond est fortement influencé par le scope et l'élasticité de la ligne de mouillage

Effect of Scope on Angle of Anchor



EFFECT OF SCOPE ON HOLDING POWER



LA CHAÎNE

- En acier galvanisé ou zingué à chaud
- Surtout pas en inox (casse comme du verre sous traction lorsqu'elle a été tordue).
- Pour être utilisée avec un guindeau, elle doit être à la norme A DIN 766, c'est-à-dire à maillons courts calibrés, adaptés à passer par des roues dentées.



Chaînes à maillons A DIN 766					
	Diamètre en mm				
	6	7	8	10	12
Poids/mètre	0.79 kg	1.25 kg	1.42 kg	2.25 kg	3.8 kg
Charge max. d'utilisation	800 kg	1250 kg	1600 kg	2500 kg	3550 kg
Résistance à la rupture	1600 kg	2500 kg	3200 kg	5000 kg	7100 kg

La charge maximale d'utilisation correspond généralement à la moitié de la résistance à la rupture

LE CABLOT

■ Un seul choix : le **NYLON/POLYAMIDE**

- Coule dans l'eau de mer (densité est de 1.14.)
- C'est l'une des fibres synthétiques les plus résistantes et les plus faciles à trouver.
- Élastique: il peut s'allonger de 17% sous une charge égale à 20% de sa résistance à la rupture.
- Résiste aux tensions causées par la houle (étirement et détente) et aux chocs
- Durable. Résiste à l'usure de surface et à l'abrasion interne causées par les torsions et l'étirement.
- Se détériore peu lorsqu'il est exposé au soleil.

Avantages & désavantages des différentes fibres				
Caractéristique	Synthétique			Naturelle
	Polypropylène	Nylon	Polyester	Chanvre de Manille
Coût	bas	moyen	haut	haut
Résistance	satisfaisant	excellent	bon	satisfaisant
Elasticité	bon	excellent	aucun	aucun
Flottabilité	bon	aucun	aucun	aucun
Résis. frottement	mauvais	bon	excellent	satisfaisant
Résis. pourriture	excellent	excellent	excellent	mauvais
Résis. au soleil	satisfaisant	bon	bon	satisfaisant
Résis. aux chocs	satisfaisant	excellent	bon	mauvais
Caractéristique principale	solidité & flotte	élasticité	solidité	solidité (réduite au contact de l'eau)
Utilisation principale	amarre ligne flottaison manoeuvre	remorquage mouillage	amarre drisse	amarre manoeuvre

Nylon									
Diamètre (mm)	6	8	10	12	14	16	18	20	24
Résistance à la rupture (kg)	860	1540	2400	3560	4850	5520	6900	8630	12400

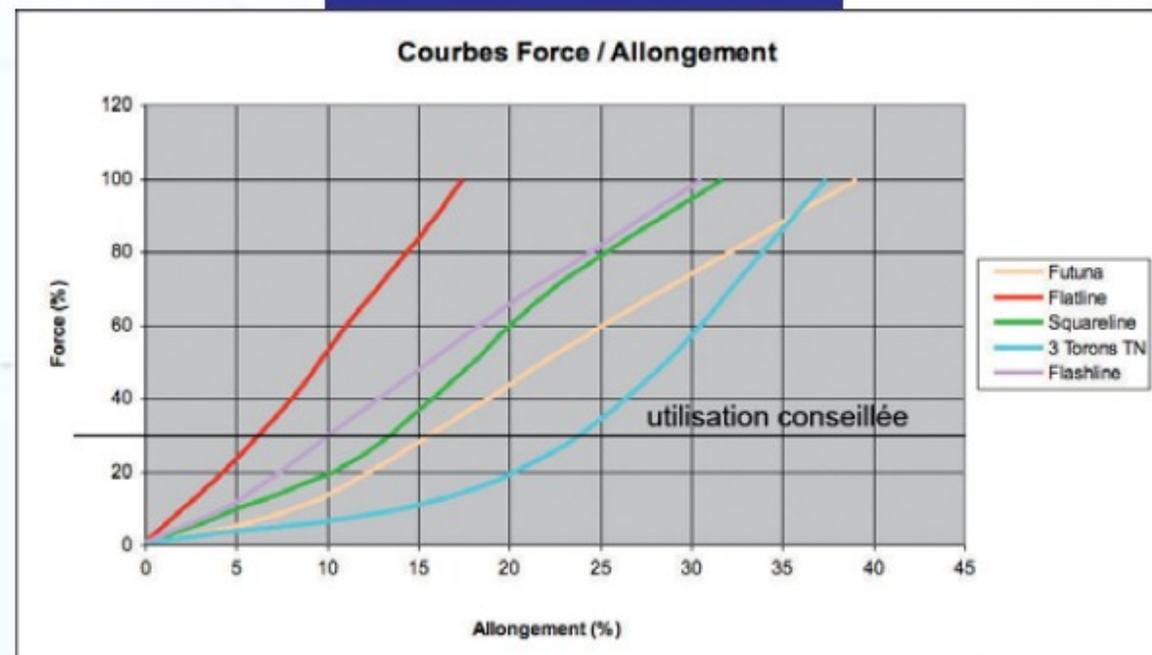


QUEL CORDAGE ?

A charge égale (30% de la limite de rupture),
le 3 torons s'allonge

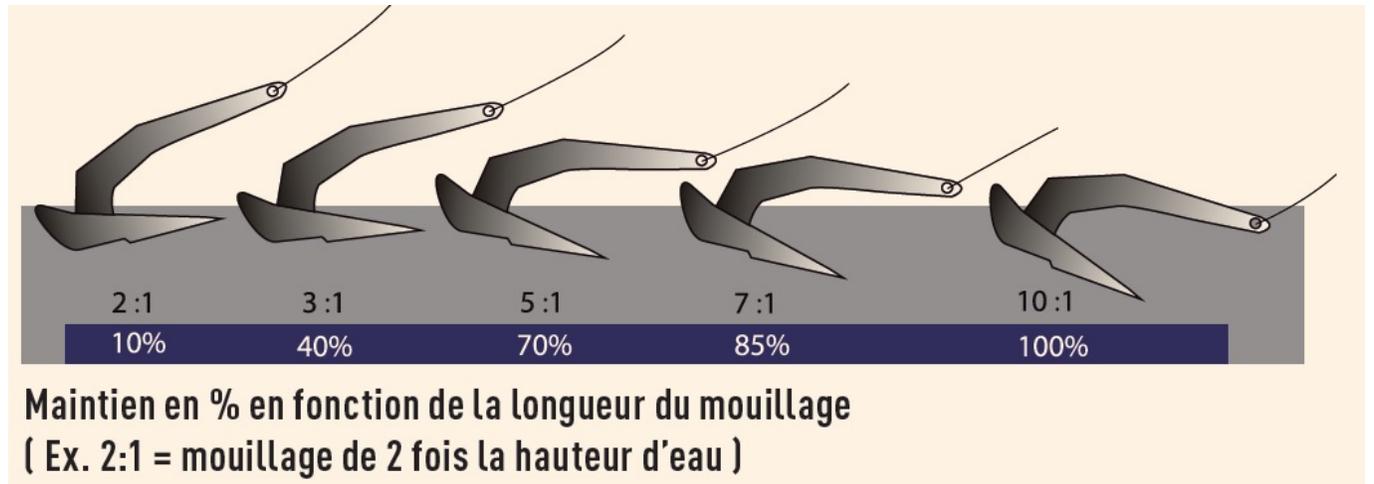
- 5 fois plus que le « flat-line » et
- 2 fois plus que le « square-line » (8 torons).

Amarrage & mouillage



LONGUEUR DU MOUILLAGE

- 3 fois pour le lunch par force I
- Normalement : 4 à 5 x la hauteur d'eau et/ou minimum 20 m
- 9 à 10 x la hauteur d'eau si plus de 40 noeuds



ET POUR TOUT TENIR ENSEMBLE

- Chaîne – ancre :
 - Pas de manille galva (résistance inférieure à la chaîne)
 - Pas de manille inox (casse sans prévenir)
 - Emerillon articulé : attention en torsion : rupture
 - Chappe Inox
 - Powerball Wasi (cher mais très efficace)



- Cablot – Chaîne



LA LIGNE DE MOUILLAGE IDÉALE



- Ancre moderne et efficace
- Chaîne de minimum 5 x la longueur du bateau
- Cablot de longueur égale à la chaîne (épissé ou à ajouter)
- 2 lignes de cablot de 8 à 10 mètres avec
 - Amortisseurs en caoutchouc
 - Main de fer, manille ou herse à bouton en Dyneema



TECHNIQUES DE MOUILLAGE

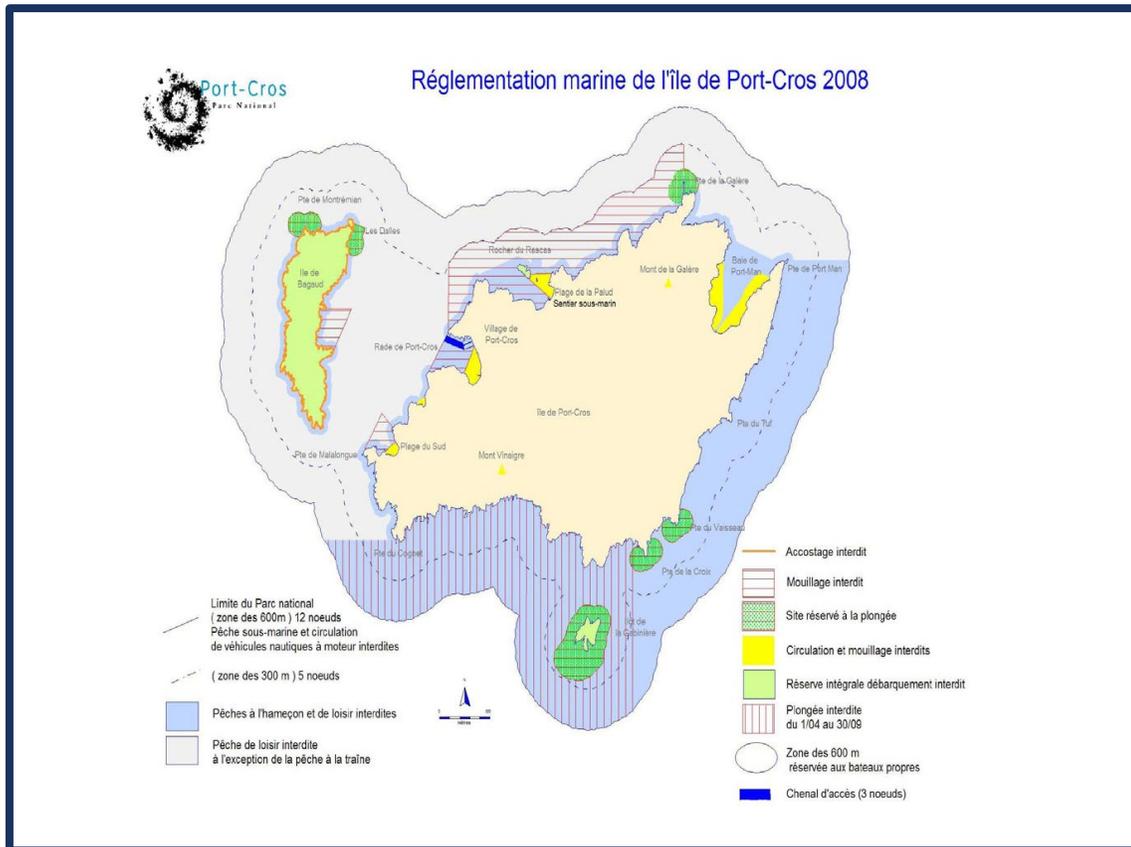


AVANT DE MOUILLER

- Y a t'il assez d'eau sous le bateau ?
- Situation à l'écart du trafic ?
- A l'abri des éléments (et le restera-t'il) ?
- Autres bateaux
- Espace suffisant pour éviter sans danger
 - Si on a le temps et la place... faire le tour complet de la zone d'évitage
- Distance de sécurité si dérapage (attention marée basse)
- Nature du fond
- Prévision météo
- Variation de hauteur d'eau (marée)



OÙ MOUILLER (GEOGRAPHIE) ?

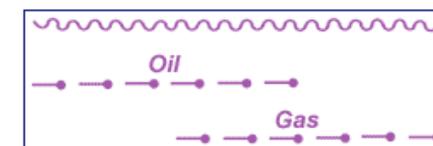


- Première contrainte : zones réglementées
- A l'abri du vent dominant qui soulève la houle et les vagues
- MAIS... il vaut mieux subir le vent plutôt que des vagues
- Dans les criques ou derrière les caps : attention aux retours de houle, effets venturi ou vents thermiques qui s'inverseront avec la nuit...

LES CARTES INDIQUENT LA NATURE DES FONDS

- Les fonds de sable et de vase (dure) sont à privilégier
- Les galets tiennent bien si l'ancre est enfouie profondément
- Eviter les herbiers (l'ancre glisse)
- Eviter les zones rocheuses (blocage de l'ancre)
- Eviter les structures sur le fond
- Pas ligne de mouillage tirant vers le bas

S	Sand
M	Mud
Cy, Cl	Clay
G	Gravel
Co	Coral
Cb	Cobbles
Sn	Shingle
P	Pebbles
St	Stones
Rk, Rky	Rock, Rocky
Ch	Chalk
Sh	Shells
Wd	Weed
S/M	Two layers (example: sand over mud)
	Kelp
	Spring in seabed

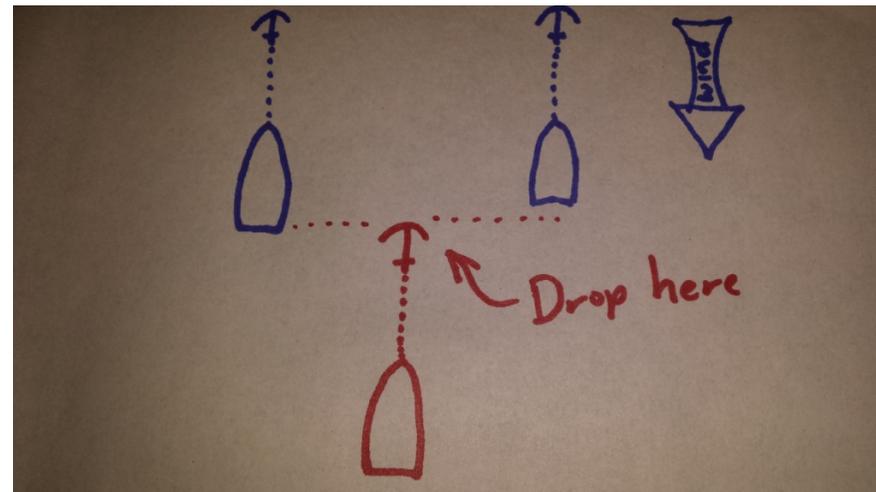
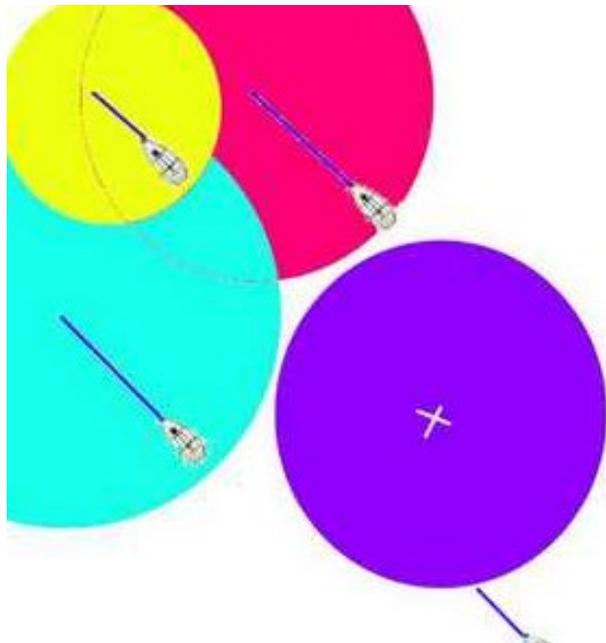


RÉALISER LE MOUILLAGE

- Calculer la longueur de mouillage nécessaire
- Diriger le bateau (face au vent) vers l'emplacement sélectionné et ralentir jusqu'à l'arrêt
- Laisser l'ancre filer avec assez de ligne que pour atteindre le fond
- Ensuite reculer doucement (moteur ou dérive)
- Lorsque la longueur est atteinte, bloquer la ligne
- Le bateau doit s'arrêter net
- Tester la tenue par un bon coup de marche arrière (le bateau doit faire tête)
- Prendre ses repères (visuels) ou alarme de mouillage et sondeur

AVEC D'AUTRES BATEAUX

Se positionner dans les trois quart de leur arrière et mouiller long, en surveillant que le bateau puisse faire un 360° sans rencontrer d'obstacle (impératif en mouillage de nuit)



RELEVER LE MOUILLAGE

- Ne pas utiliser le guindeau (seul) pour faire avancer le bateau
- Venir le plus possible à la verticale de l'ancre
 - En s'aidant au moteur
 - En remontant la chaîne en avançant





TECHNIQUES PARTICULIÈRES DE MOUILLAGE

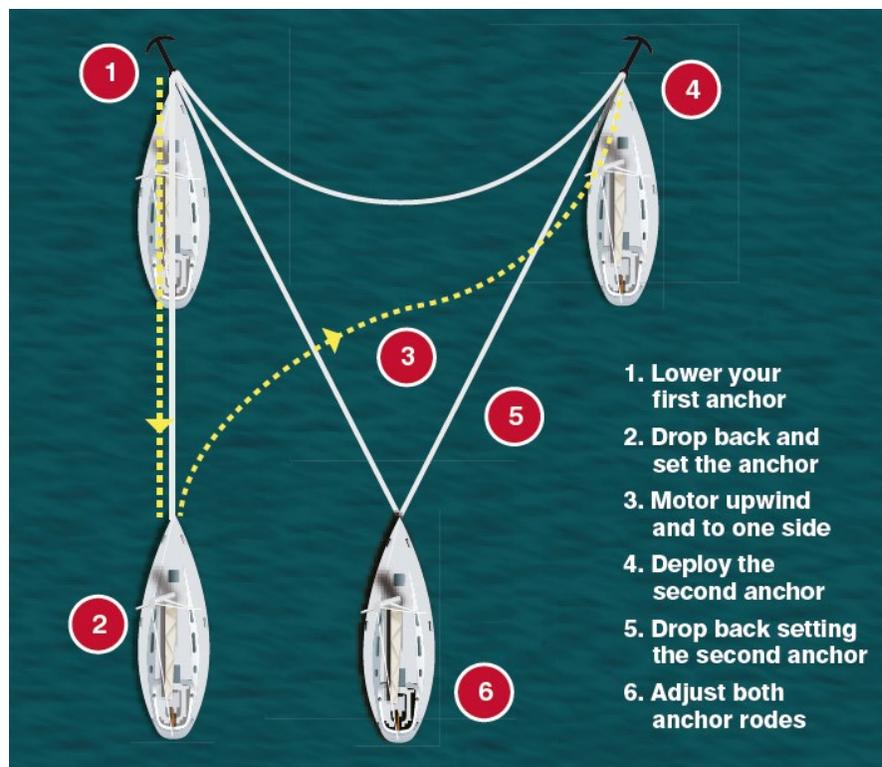


AJOUTER DU POID



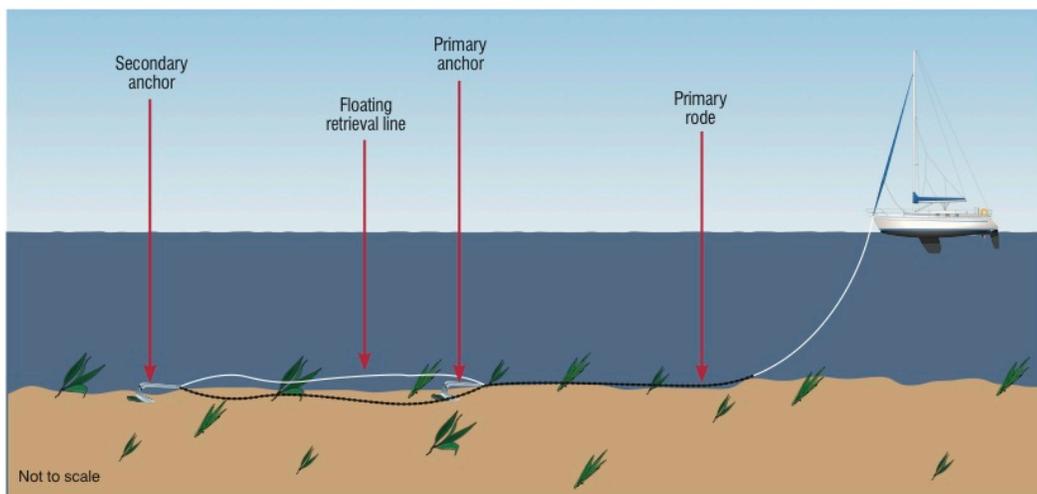
- Rendre votre ligne de mouillage plus lourde en ajoutant simplement un poids.
- Souvent en plomb, abaissés le long de la chaîne ou du cablot après avoir mouillé
- En tirant la caténaire de l'ancre vers le fond, ils redressent la traction sur l'ancre et réduisent le cercle d'oscillation.
- Constituent également un amortisseur efficace

AFOURCHER



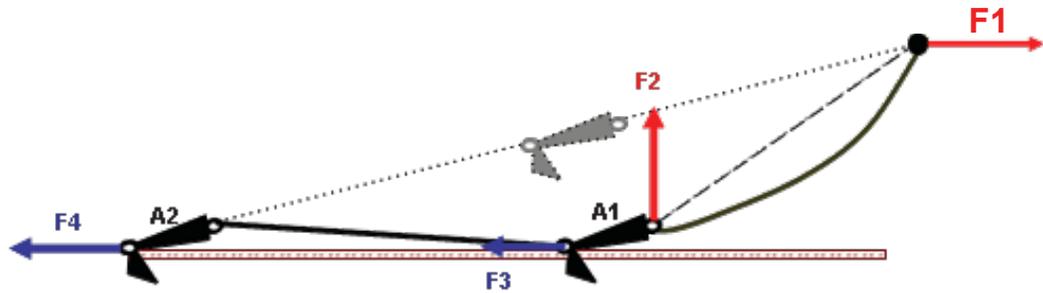
- Configuration à deux ancres posées en "V", avec un angle compris entre 45° et 90°
- Situations utiles
 - Mauvaise tenue
 - Espace limité pour la rotation
- Rayon d'évitage restreint (le bateau se déplace selon un ellipse)
- Respecte les fonds (les chaînes de se baladent pas)
- Si le vent tourne beaucoup... risqué d'emmêlage des chaînes

EMPENELLER



- Deux ancrs l'une derrière l'autre
- La plus légère devant, la seconde ensuite avec 2 m de chaîne
- Utile dans dans le gros temps, mais difficile à réaliser,
- Selon certains tests : augmentation de la puissance de retenue jusqu'à 30% par rapport à une seule ancre
- Attention : si les ancrs commencent à traîner, l'ancre secondaire a peu de chances de se replanter car elle traîne dans le sol déjà perturbé par l'ancre primaire,

EMPENNELER... PAS SI SÛR QUE ÇA MARCHE

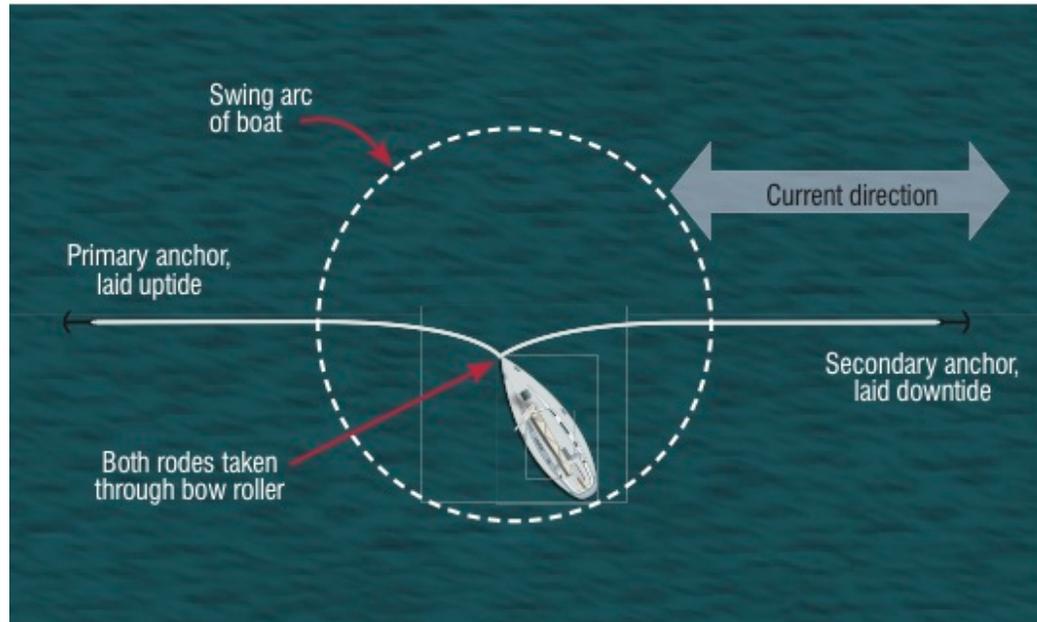


Dans le cas d'empennelage, les conditions météo sont telles que

- une force importante $F1$ s'applique au point de fixation de la ligne de mouillage.
- $F1$ tire et, a cause de la force $F3$, oblige la ligne de mouillage a se tendre appliquant ainsi une force $F2$ sur la premiere ancre.
- La direction de cette force $F2$ (verticale) correspond exactement a celle qu'on applique pour lever l'ancre.
- $F2$ peut devenir suffisante pour arracher l'ancre $A1$.
- On se retrouve avec un mouillage classique mais avec une entre $A2$ plus petite que $A1$.

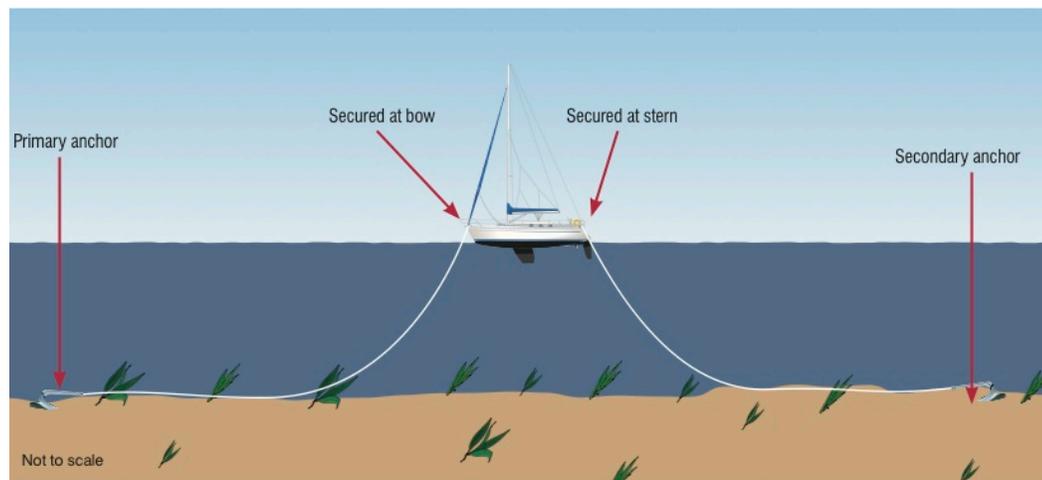
Pour des conditions météo difficiles, n'est-il pas mieux de mouiller son ancre la plus lourde, avec un poids de chaîne maximum et une longueur maximum du mouillage pour obtenir un angle le plus petit possible ?

LE MOUILLAGE BAHAMIEN



- Similaire à l'affourchage, mais les ancres sont places à 180° l'une de l'autre
- Fixation des 2 ancres à la proue
- Très utile dans les zones à courants de marée
- Réduction du cercle de rotation (rayon de +/- 1,5x la longueur du bateau)
- En cas de vent fort, conversion en affourchage possible (alonger les deux lignes)
- Déploiement pas trop facile

AVANT-ARRIÈRE



- Similaire au mouillage bahamien, mais
- Les ancres sont fixées respectivement à la proue et la poupe
- Risque principal :
 - Changement d'orientation du vent ou des vagues
 - Houle laterale ou force de rotation sur l'ensemble
- A n'utiliser que dans des zones calmes et protégées et par météo clémente



QUESTIONS ?