

Approche simplifiée du tableur sur les mouillages d'Artimon

La dernière version du tableur propose des simplifications et des explications. Son utilisation reste néanmoins ardue pour qui ne possède pas de notions de physique. Il est possible de simplifier son interprétation, pour qui souhaite définir l'équilibre de sa ligne de mouillage. Rappel sur cette notion d'équilibre

- La résistance de la ligne sera égale à celle de son constituant le plus faible
- Le tableur n'aborde que trois aspects de cette ligne
 - La qualité de l'ancre
 - La résistance de la chaîne
 - Celle du câblot ou/et celle de l'amortisseur
- Ne sont pas pris en compte, et ce sera à vous de faire des recherches
 - La qualité de la liaison chaîne/ancre
 - Le rague de l'amortisseur sur le pont pour les systèmes à plat pont, ou dans les chaumards pour les systèmes plongeant
 - La qualité des épissures pour les liaisons chaîne-câblot, ou/et celle de l'amortisseur
 - La configuration de votre étrave et son aptitude à l'installation d'un système d'amortissement plus ou moins sophistiqué.
 - La notion fondamentale de circulation des équipiers sur un pont quelques fois étroit et encombré
- Enfin, garder en tête que ce tableur n'est qu'un outil d'aide à la définition de vos composants de mouillage. Il doit en particulier montrer les limites de résistance de votre ligne en fonction de vos programmes de navigation. A cet effet la version IV propose sept feuilles de calcul, dont un regroupement des saisies des données et de la lecture des résultats (synthèse) :

Les sept feuilles de calcul du tableur V4

introduction	synthèse	calculs	mixte	mou	divers	explications	⊕
--------------	-----------------	---------	-------	-----	--------	--------------	---

- Introduction : donne des indications sur les intentions de l'auteur, et précise les dernières modifications de la V4
- Synthèse : propose la mise en page des données utilisateur et la lecture des résultats
- Calculs : gère les paramètres de calcul des données des lignes de mouillage avec amortisseur
- Mixte : gère les paramètres des lignes de mouillage mixtes
- Mou : calcule l'énergie cinétique, avec du mou dans la chaîne
- Divers : traite de la qualité de ancres, des calculs de fardage axiaux (ABYC), de la masse de la chaîne, et du rayon des demi tubes à souder sur le davier, pour éviter le rague de la chaîne dans les systèmes d'amortisseurs à plat pont
- Explication : donne ligne par ligne les explications des feuilles de calcul, réservées aux mathématiciens ou aux physiciens, et dans tous les cas aux experts du programme Excel

Feuille de synthèse

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	CALCUL DES PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT D'UNE LIGNE DE MOUILLAGE (Réponse dynamique à la rafale)												
2	<i>(certaines lignes sortant de l'écran cliquez sur le premier mot de la ligne (ou de la demi ligne) pour avoir le texte complet sous les yeux en haut de l'écran)</i>												
3	Données Entrez toutes les données identifiées en jaune (ne pas en oublier pour faire des comparaisons cohérentes). Les données en jaune pâle sont seulement nécessaires pour étudier le cas												
4	Respectez les limites indiquées pour éviter des confusions d'interprétation des résultats et assurer la cohérence des comparaisons. Ne pas oublier de taper Entrée après avoir entré la												
5	Excel n'aime pas être bousculé. Il se peut qu'il y ait un temps d'attente pour entrer effectivement une nouvelle donnée. Attendez jusqu'à ce que la mention "Prêt" apparaisse en bas à g.												
6													
7	diamètre de la chaîne en mm				d=	12	les chaînes de diamètre 9,11,13 et 15mm n'étant pas disponibles si vous entrez ces diamètres le tableur calcule						
8	longueur de la chaîne (cas tout chaîne) en mètres				Lc=	50	N'entrez que des nombres entiers. Le tableur est limité à 100m. Si vous entrez plus de 100m le tableur calculera :						
9	Grade de la chaîne				G=	40	les chaînes de diamètre inférieur à 8mm ne sont disponibles qu'en Grade 40, si vous entrez un Grade supérieur l						
10	hauteur du davier sur le fond en mètres (marée haute)				h=	10	Le tableur est limité à 4m; si vous entrez moins de 4m il calculera avec 4m.						
11	longueur de l'amortisseur à plat pont en mètres				La=	10	il s'agit de la longueur au repos du bout amortisseur en nylon (polypropylène et polyester déconcellés) installé à						
12	diamètre " " " " en mm				Da=	20	entrez le diamètre du nylon polyamide du bout à plat pont ou du bout sur lequel est monté l'amortisseur élastomè						
13	Mou de la ligne de mouillage en mètres				Mou=	10	il s'agit de la distance que va parcourir le bateau surpris au mouillage par vent nul lorsqu'un vent de vitesse Vm si						
14	vitesse du vent établi (lue sur l'anémomètre) en noeuds				Vo=	30				Fardage statique	Fo=	187	
15	vitesse additile induite par la rafale en noeuds				ΔVr=	14	= % de Vo =	47		Fardage additionnel rafale	ΔFr=	216	
16	vitesse de la rafale (lue sur l'anémomètre) en noeuds				Vr=Vo+ΔVr=	44,0				Fardage total	Ft=Fo+ΔFr=	403	
17	type d'amortisseur à plat pont					1	Si bout amortisseur 3 torons nylon (polyamide) entrez 1, si nylon 8 torons entrez 2, si amortisseurs élastiques en						
18	longueur du bateau en mètres				Lb=	13	Le tableur est limité à des longueurs de 6 à 24m. En-dessous de 6m il calculera avec Lb=6m, au-dessus de 24m						
19	maître bau en mètres				Mb=	4	pour les catamarans entrez le maître bau d'une coque						
20	longueur flottaison en mètres				Lf=	10							
21	maître bau à la flottaison en mètres				Mbf=	4							
22	Déplacement du bateau en tonnes				Δ=	20							
23	Vitesse du vent surprenant le bateau au mouillage en noeuds				Vm=	1	comme indiqué plus haut c'est le cas de l'apparition brutale d'une rafale (grain, orage, mistral, bora...) alors que l						
24	Temps de montée du vent au mouillage avec mou en s				Tm=	1	il s'agit du temps de montée du vent surprenant un bateau au mouillage par vent nul et avec du mou dans la chaîn						
25	masse sèche de la chaîne au mètre en kg				m=	3,30	la masse immergée est égale à 0,868 x par la masse sèche (voir feuille divers ligne 72)						
26	constante d'élasticité de la chaîne en Newtons				Kc=	19792034	K d'une longueur L K=Kc/L (F=KΔL-KcΔL/L)						
27	constante d'élasticité de l' amortisseur en kg				Ka=	22000	F = Ka x ΔL/La . Pour le nylon 3 torons entrez 22000, pour le 8 torons entrez 14400 (ces deux valeurs correspo						
28	constante d'élasticité du câble en kg				Kca=	22000	Si câble en nylon polyamide 3 torons entrez 22000, si 8 torons nylon polyamide (Squareline) entrez 14400. Voir						
29	longueur du câble (ligne mixte ou patte d'oe des catas) en m				Lca=	50	Il s'agit du câble allongeant la chaîne, à l'extérieur du bateau, en ligne mixte. C'est également la longueur d'un d						
30	Diamètre du câble (" " " " " " " " " ") en mm				Dca=	24							
31	nature du textile du câble					1	Si câble en nylon 3 torons polyamide entrez 1, si nylon 8 torons (Squareline) entrez 2						
32	longueur de la chaîne (" " " " " ")				Lcm=	50	En ligne mixte le tableur est limité à 70m de chaîne. Si vous entrez plus de 70m le tableur calc Le tableur limite le						
33	coefficient de correction des fardages ABYC du tableur				β=	0,4	le tableur suppose que moins les rafales sont fortes plus les fardages se rapprochent du fardage statique bateau						
34	coefficient de correction " " " (cas du mou dans la chaîne)				βm=	0,33	la rafale Vm remplace les rafales ci-dessus						
35	Nombre de coques (monocoque ou catamaran)				Nc=	1	Pour un monocoque entrez 1 pour un catamaran entrez 2.						
36	coefficient de correction complémentaire des fardages				β' =	0,8	Si vous souhaitez simuler une augmentation ou une diminution des coefficients de correction β du tableur entrez :						
37	Température de l'air en degrés C				Tc=	20	Le fardage, toutes choses égales par ailleurs, est proportionnel à la masse volumique de l'air, elle-même inversé						
38	Coefficient de correction lié à la température de l'air				Kt=	0,98	Ce coefficient multiplicateur calculé par le tableur en fonction de la température de l'air que vous avez entrée ajo						
39	Coefficient de correction de tenue de votre ancre				ε=	0,66	Cette donnée est nécessaire pour activer l'alarme de dérapage. Entrez la tenue de référence de votre ancre sur l						
40	Coefficient de correction de tenue du fond				ψ=	0,66	Cette entrée est nécessaire pour activer l'alarme de dérapage. Entrez 1 si la tenue du fond est excellente (sable						
41	Coefficient de correction de la vitesse limite (cas du mou)				δ=	1	Les vitesses limites en dérive travers au vent indiquées dans la feuille mou résultent d'une seule expérience en ca						
42	Charge maximale d'utilisation de l'amortisseur élastomère				CMUat=	3000	Il est nécessaire d'entrer ces données pour activer les alarmes. Pour les amortisseurs Forsheda entrez 160kg pr						
43	Limite de rupture de l'amortisseur élastomère				Lrar=	5850	Il est nécessaire d'entrer ces données pour activer les alarmes. Pour les Forsheda entrez la valeur de rupture du						
44													
45	Résultats (cellules vertes)												
46	<i>Les tensions sont exprimées en kg. Les valeurs affichées sont égales à la valeur de dérapage de l'ancre s'il y a dérapage. La valeur de dérapage est approximée en fonction de l'angle d'inclinaison</i>												
47													
48	Tension critique (décolt de la verge) tout chaîne				Tcc =	344						angle de la chaîne sur le fond à la jonction en degrés α=	
49	Tension critique (décolt de la verge) ligne mixte				Tlmc=	1066						angle de la chaîne sur le fond à la jonction en degrés α=	
50	Tension dynamique max tout chaîne				Ttc=	1356	DERAPAGE!						
51	" " chaîne + amortisseur textile ou élastomère				Tapp =	701						angle de la chaîne sur le fond à la jonction en degrés α=	
52	" " " " " " + ligne mixte textile				Tlm =	612						angle de la chaîne sur le fond à la jonction en degrés α=	
53	Tension de dérapage tt chaîne avec ou ss amotr				Tderapc =	1511	voir explication feuille divers ligne D25						
54	Tension de dérapage ligne mixte				Tderapl m =	2282						angle de la chaîne sur le fond à la jonction en degrés α=	
55	Tenue de l'ancre à 0 degré d'inclinaison sur le fond simulé				Tr=	2370	Cette valeur est utilisée pour ne pas afficher des tensions d'un niveau absurde alors que l'ancre aura dérapé dep						
56	Charge maximale d'utilisation de la chaîne en kg				CMUc=	2000							
57	Limite élastique de la chaîne en kg				Le=	5287							
58	Limite de rupture de la chaîne en kg				Lr=	8500	vitesse max tout chaîne en noeuds =						0,51
59	Limite de rupture de l'amortisseur textile en kg				Lra=	7639	vitesse max amortisseur plat pont " =						0,51
60	Limite de rupture du câble en kg				Lrc=	11000							
61	Si l'ancre est engagée (obstruction) ou ne dérape pas				Ttc=	1356	vitesse max ligne mixte " =						0,48
62	" " " " " " " "				Tapp=	701	vitesse max tt chaîne mou ligne en nds =						#N/A
63	" " " " " " " "				Tlm=	612	vitesse max amotr mou ligne en nds =						#N/A
64	charge maximum d'utilisation de l'amortisseur textile en kg				CMUa=	1910	vitesse max ligne mixte " =						#N/A
65	charge maximum d'utilisation du câble en kg				CMUca=	2750							
66	Tension d'utilisation de l'amortisseur textile ou élastomère kg				Tapp=	701							
67	Tension d'utilisation de l'amortisseur si obstruction				Tapp=	701							
68	Tension d'utilisation du câble				Tlm =	612							
69	Tension d'utilisation du câble si obstruction				Tlm =	612							

Simplification des saisies et de la lecture des résultats

introduction | synthèse | **RECAP** | calculs | mixte | mou | divers | explications

Si vous êtes un habitué du programme Excel, sans pour autant être un matheux ni un physicien émérite, vous pouvez facilement adapter le programme initial en intégrant une feuille sous forme de tableau de bord. Il vous faudra définir vos priorités de saisie et de lecture. Pour cet exemple, la feuille « RECAP » a été ajoutée, entre « saisie » et « calculs »

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q				
1	Saisie des données							Lecture des résultats													
2								vent total en nds => 44 Val: kg													
3	diamètre de la chaîne en mm							12	Tension dynamique max tout chaîne										1356	DERAPAGE!	
4	longueur de la chaîne (cas tout chaîne) en mètres							50	Limite de rupture de la chaîne en kg										Lr=	8500	
5	Grade de la chaîne							40	Tension critique (décolt de la verge) tout chaîne											344	
6	hauteur du davier sur le fond en mètres (marée haute)							10	Tension de dérapage tout chaîne avec ou sans amortisseur											1511	
7	longueur de l'amortisseur en mètres							10,00	Charge maximale d'utilisation de la chaîne en kg										CMUc=	2000	
8	diamètre " " " en mm							20	Si l'ancre est engagée ou ne dérape pas sans amortisseur										Ttc=	1356	
9	Mou de la ligne de mouillage en mètres							10	Limite élastique de la chaîne en kg										Le=	5287	
10	vitesse du vent établi (lue sur l'anémomètre) en noeuds							30,0													
11	vitesse additile induite par la rafale en noeuds							14,0													
12	vitesse de la rafale (lue sur l'anémomètre) en noeuds							44													
13	type d'amortisseur à plat pont, ou plongeant							1	Tension dynamique max chaîne + amortisseur textile ou élastomère											701	
14	longueur du bateau en mètres							13,0	Limite de rupture de l'amortisseur textile en kg											7639	
15	maître bau en mètres							4,0	Si l'ancre est engagée ou ne dérape pas avec amortisseur										Tapp=	701	
16	longueur flottaison en mètres							10,0	charge maximum d'utilisation de l'amortisseur textile en kg										CMUa=	1910	
17	maître bau à la flottaison en mètres							3,5													
18	Déplacement du bateau en tonnes							20,0													
19	Vitesse du vent surprenant le bateau au mouillage en noeuds							Vm=	1	Tension dynamique max chaîne + ligne mixte textile											833
20	Temps de montée du vent au mouillage avec mou en s							1	Limite de rupture du câblot en kg											7639	
21									Tension critique (décolt de la verge) ligne mixte										Tlmc=	488	
22	longueur du câblot (ligne mixte ou patte d'oe des catas) en m							Lca=	10	Tension de dérapage ligne mixte											1859
23	Diamètre du câblot (" " " " ") en mm							Dca=	20	Si l'ancre est engagée ou ne dérape pas, pour ligne mixte										Tlm=	833
24	longueur de la chaîne (" " " " ")							Lcm=	50	charge maximum d'utilisation du câblot en kg											1910
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					

Construction du tableau de bord

- Insérer une nouvelle feuille de calcul
 - Activer la feuille « Synthèse »
 - Clic sur le signe « + » de la barre des feuilles de calcul, ce qui crée une nouvelle feuille nommée temporairement « Feuil1 »
 - Renommer cette « Feuil1 » en « RECAP » (ou tout autre nom à votre goût)
 - Sauvegardez
- Récupérez par « Copier » les données que vous souhaitez traiter dans la feuille « Synthèse »
- Collez avec l'option « Valeurs » dans votre tableau de bord de la feuille « RECAP »
 - Construisez le tableau de bord en fonction de vos besoins de simulation.
 - Pour cet exemple, trois hypothèses de lecture de résultats, et les saisies de données qui s'y réfèrent
- Activez les liaisons entre les cellules de la feuille de « synthèse » et celle de la feuille de « RECAP »
 - Pour les valeurs à saisir, exemple : dans la cellule F10 de la feuille de synthèse (longueur de l'amortisseur) tapez « =RECAP!G7 ». Dans ces conditions, vous avez asservi les données de la cellule F10 de la feuille de « synthèse » aux saisies de la cellule G7 de la feuille « RECAP »

- Pour la lecture des résultats sur RECAP, on fera l'inverse, en asservissant les cellules de lecture de « RECAP » à leurs homologues sous « synthèse ». Ainsi, et pour exemple, la cellule O7 de RECAP indiquera : « =synthèse!F58 » donnant automatiquement la lecture des données de la feuille de synthèse, qui sont-elles mêmes le résultat des données entrées par G7 de RECAP...

Le tableur d'Artimon est protégé, ce qui offre une bonne sécurité. Vous aurez intérêt à sauvegarder le tableur initial et à travailler sur des copies pour les différentes options de tableau de bord à construire.

Logique de construction des tableaux de bord

Le but est d'avoir en lecture directe à l'écran les valeurs à saisir et les résultats de ces options. Ainsi pour cet exemple :

On recherche, pour une configuration donnée, les effets de réglage des options « toute chaîne » « amortisseur à plat pont » ou « ligne mixte ». Pour cet exemple, on voit qu'avec 44 nœuds de vent (synoptique 30 + rafales 14) le bateau dérapera avec 50 m de chaîne de 12 en toute chaîne. Le mouillage tiendra avec un amortisseur à plat pont et en ligne mixte. On verra aussi qu'il suffit de rallonger la chaîne de 10 mètres pour que le mouillage tienne.

Logique du savoir-faire en mouillage sur ancre

Il y aura autant de moyens de mouillage, que d'habitudes de leurs pratiques, et il faudra tenir compte de l'équilibre de l'ensemble de la ligne. Ainsi :

- Inutile de mettre trop long de câblot sur la ligne mixte, l'épissure avec la chaîne ne doit jamais raguer au sol
- Tenir compte de l'affaiblissement (mini 30%) de l'épissure du câblot, sur la chaîne.
- Penser que trop long de mouillage, peut poser des problèmes de voisinage, surtout si ce sont les voisins qui dérapent.
- Calculer soigneusement les limites d'utilisation et de rupture de la manille de mouillage en amortisseur plongeant. La manille Kong est donnée pour une CMU de 1,5t et une rupture à 5t. Elle doit impérativement être associée à un câblot nylon qui permettra d'amortissement des rappels. L'inox est sensible aux chocs
- Gérer le raguage de la chaîne pour l'amortisseur à plat pont. La solution d'un rajout de 2 demi tube inox pour protéger le davier est inopérante pour les davieres en fonte d'aluminium.
- Gérer le raguage du câblot d'amortissement pour les lignes plongeantes
- Trouver des solutions pour l'amarrage sur ancre, arrière au quai : là il ne doit pas y avoir trop de souplesse... le quai recule très mal !!!!
- Penser qu'une fois dépassée la limite d'élasticité de la chaîne, elle se déforme et devient caduque. Une fois dépassée sa limite de rupture, elle se rompt, et là on perd tout le mouillage.
- Penser que les manœuvres sur les liaisons du câblot d'amortissement, par gros temps, peuvent être dangereuse pour l'équipage, et rechercher des solutions sécurisantes.

Dans tous les cas, sauf rupture, la manille de mouillage offre des solutions adaptées, si on travaille dans les limites de sa CMU... Au-delà, la solution est peut-être au large...

Michel, à Preveza sept 2016...