ÉCOLE NATIONALE SUPERIEURE MARITIME

Hervé BAUDU
Professeur en Chef de l'Enseignement Maritime

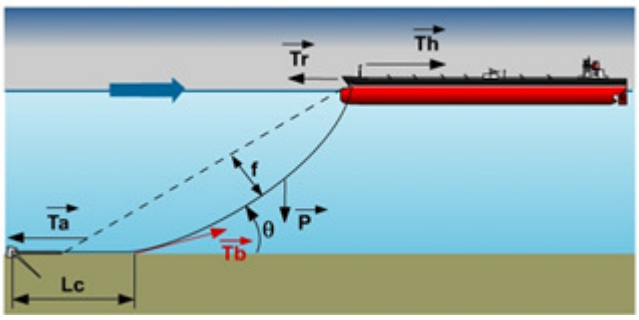
39 avenue du Corail CS 50040
13285 MARSEILLE CEDEX 08
www.supmaritime.fr

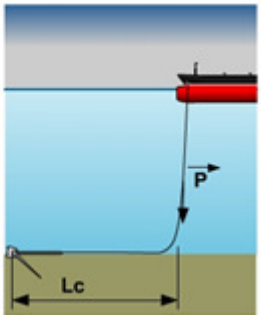
04 91 76 82 82
06 37 89 83 46
herve.baudu@supmaritime.fr

Bulletin du 28 novembre 2012

Etude de deux navires au mouillage qui s'échouent après une tempête - 03/10/12

Ils sont au sec côte à côte. Les cargos BSLE Sunrise (9700 tjb) et Celia (8250 tjb) se sont échoués sur la plage de Sidi Saler. Ils étaient tous deux au mouillage d'attente du port de Valence, quand, poussés par une violente tempête, ils ont dérapé sur leurs ancres. Ils sont échoués depuis et les tentatives de remorquage ont été, jusqu'à présent, totalement vaines. Le Celia présente une gîte de 10°, le BSLE Sunrise de 7°. Une partie des hommes d'équipage sont à bord pour aider le travail des sauveteurs. Les autorités maritimes de Valence ont demandé aux armateurs des deux navires de présenter un plan de sauvetage.





Lorsque le navire est au mouillage sous l'influence des éléments extérieurs, il est soumis à plusieurs forces :

$\vec{Th}$: traction horizontale exercée sur le navire au mouillage sous l'effet du vent ou du courant ou de la houle,

$\vec{Tr}$: tension de rappel qui s'oppose à $\vec{Th}$,

$\vec{Ta}$: tenue de l'ancre enfouie,

$\vec{Tb}$: tension tangentielle basse qui apparaît quand $\vec{Th}$ augmente,

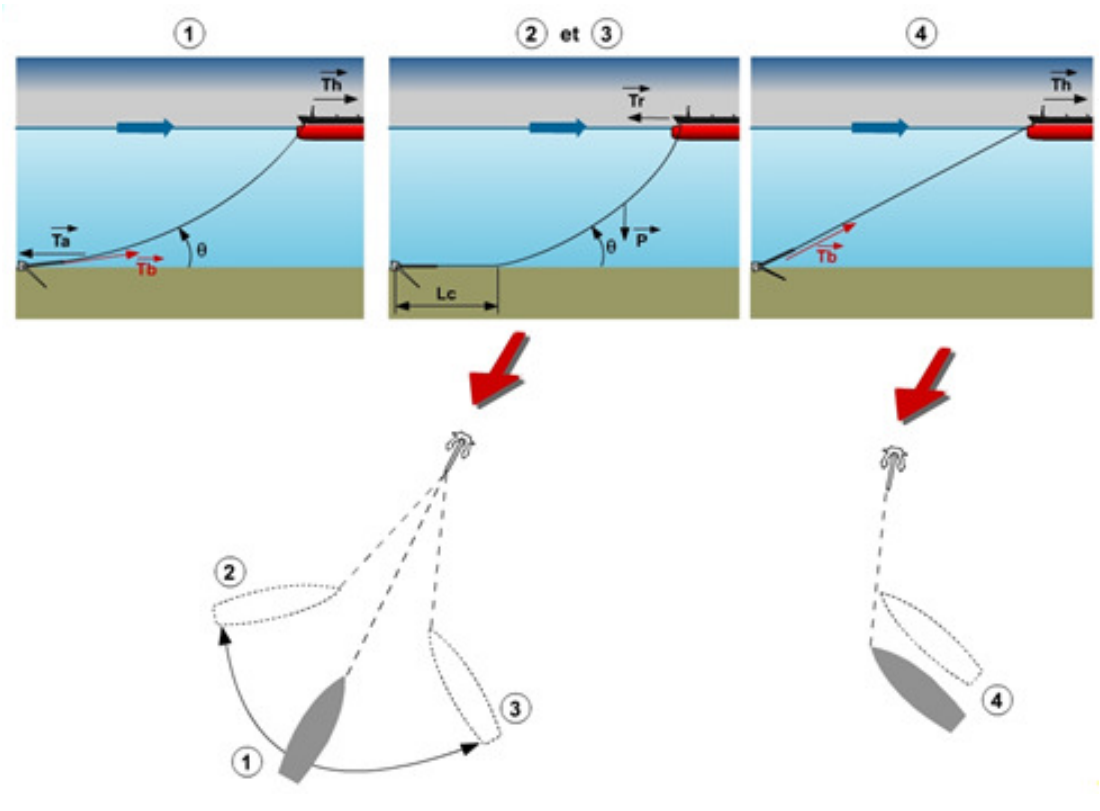
$\vec{P}$: poids de la ligne de mouillage immergée sur la hauteur d'eau,

θ : angle que fait la chaîne tendue avec le fond,

Lc = longueur de chaîne couchée sur le fond

f = flèche entre la chaîne au repos et la chaîne quand elle est sous tension.

Lorsque le vent fraîchit et souffle en rafales, le navire embarde au mouillage et exerce une traction sur son ancre qui n'est plus constante. La chaîne se tend (1) et se détend et le navire prend un mouvement oscillatoire (2) autour de son point de mouillage, la pression du vent est maximale lorsque le navire est ramené sous la pression du poids de la chaîne à une position qui peut atteindre le travers au vent. La variation des efforts dynamiques exercés sur la ligne de mouillage (3) peut réussir à décrocher l'ancre. Lorsque cette dernière n'est plus enfouie, le navire tombe en travers du vent et de la mer. La ligne de mouillage est entraînée sans que son poids puisse retenir le navire. Le navire chasse (4). C'est ce qui s'est passé pour les deux navires cités dans cet exemple.

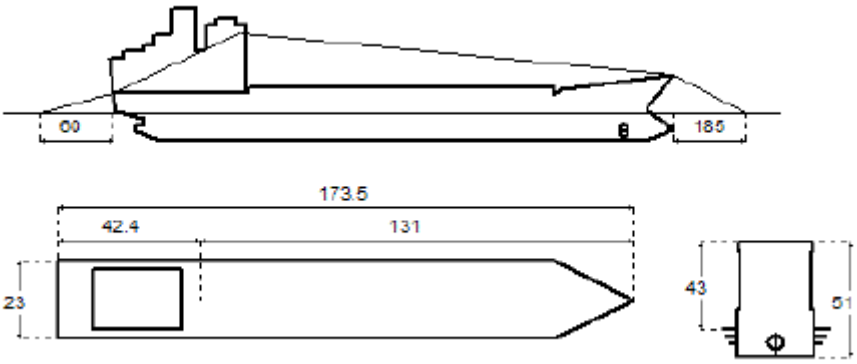


Les forces de pression du vent appliquées sur la surface de voilure du navire au mouillage sont estimées à:

$$F_{tranversale} = 2.S.V^2.\ \sin\alpha\ /\ 100$$

F en tonnes, S en milliers de m², V en nœuds.

$$F_{tranversale\ 45°} = 2.\ (150 \times 23)\ .\ 60^2\ .\ \sin 45° / 100 = 175\ T$$ par vent légèrement de travers



Déplacement Δ = 20000T

L'auteur dégage toute responsabilité consécutive à l'utilisation incorrecte des informations et schémas proposés, et ne saurait être tenu responsable ni d'éventuelles erreurs ou omissions, ni des conséquences liées à la mise en œuvre des informations et schémas contenus dans ce bulletin.

Cherchons à exprimer la force de traction qui s'applique sur l'ancre:

Le nombre d'armement NA défini par les sociétés de classification permet de calculer le poids des ancres et le calibre de la chaîne. Il s'exprime suivant la formule :

$$NA = \Delta^{2/3} + 2 \times h \times B + A / 10$$

Pour le feeder; NA = 2

Δ = déplacement du navire en tonnes à la flottaison en charge été.

h = hauteur effective au-dessus de la flottaison en charge été du plafond du roof le plus élevé, sans compter bouge et tonture.

B = largeur du navire en mètres.

A = surface latérale de la coque en m^2, des superstructures, des roufs de largeur supérieure à ¼ de B au-dessus de la flottaison en charge été et entre les perpendiculaires.

Les caractéristiques de la ligne de mouillage sont:

- Poids de l'ancre: 3 x NA = 6T
- Diamètre de la chaîne: d = 1,60 x $\sqrt{NA}$ soit : 2,25 pour un acier de haute résistance
- Poids au mètre linéaire de la chaîne P = 0,0218 x d^2 = 0,11T

Pour améliorer la tenue au mouillage, il faut éviter que la verge de l'ancre se soulève du sol. Pour cela, il faut augmenter la longueur de chaîne (la touée) quand les conditions nautiques se dégradent. Des études expérimentales ont montré que la chaîne tire horizontalement sur l'ancre jusqu'à une valeur de traction Th telle que :

$$Th = \frac{P}{2H}(L^2 - H^2)$$

P = poids d'un mètre de chaîne dans l'eau (poids dans l'air moins 1/8ème), ici P = 0,1T

L = longueur de chaîne, ici 7 maillons soit 200 mètres

H = profondeur, ici pour 20 mètres

Pour le feeder; Th = 100T

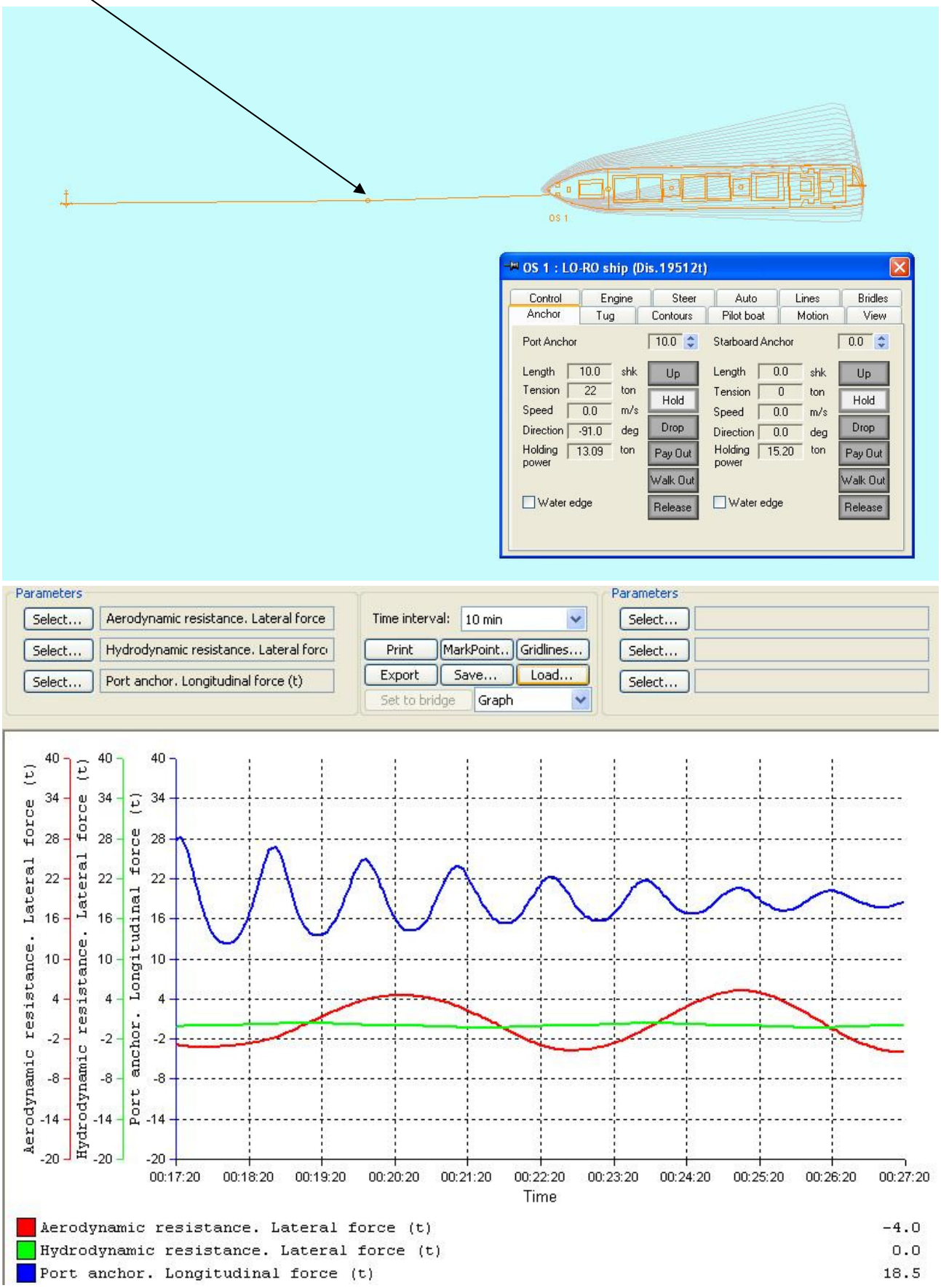
La force de pression du vent exercée sur le navire s'élève à 175T quand le navire atteint sa position de traction maximale (position de rappel au moment où le navire présente sa plus grande surface au vent). Or, avec 60 nœuds de vent, l'ancre est donnée en train de décrocher quand une traction supérieure à 100T est exercée sur la ligne de mouillage. Ce calcul approché des forces statiques ne tient pas compte des effets dynamiques des mouvements du navire qui va ponctuellement les augmenter.

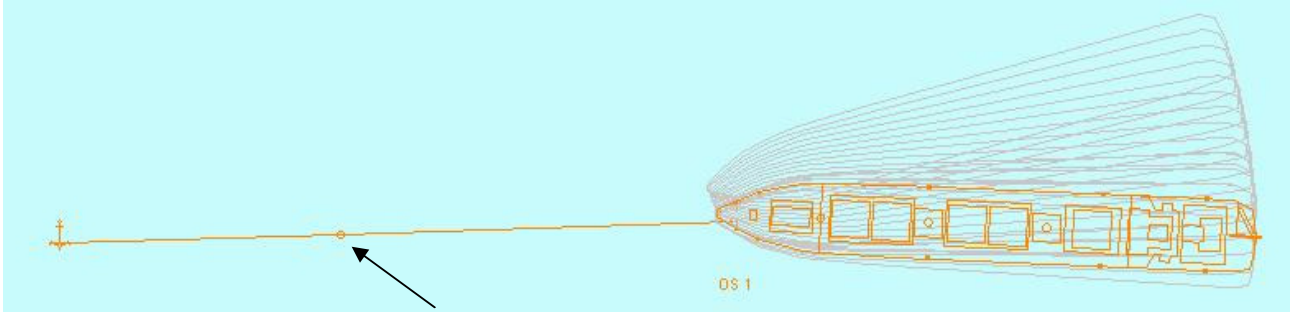
En pratique, le navire ne dérape pas tant que la traction exercée par les éléments (vent, mer) reste inférieure à 7 à 8 fois le poids de la ligne de mouillage filée. Soit dans notre exemple:

(7 maillons à 0,11T au mètre linéaire) x 8 = 170T

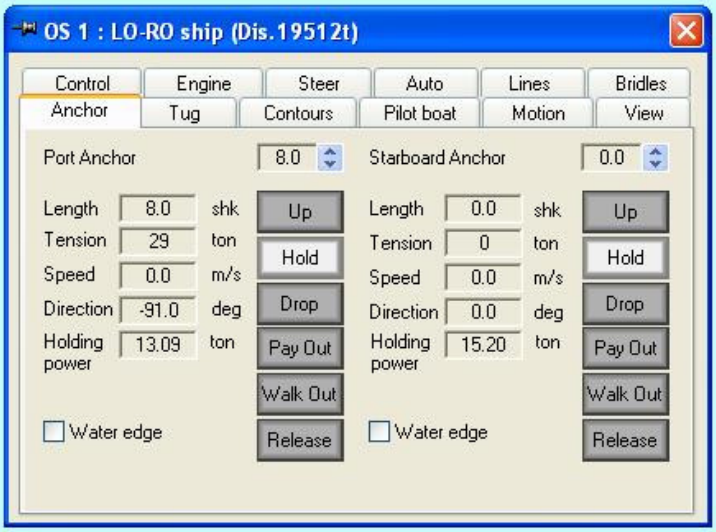
Ce qui correspond à la force exercée par le vent sur les œuvres mortes du navire. IL est donc logique que le navire dérape.

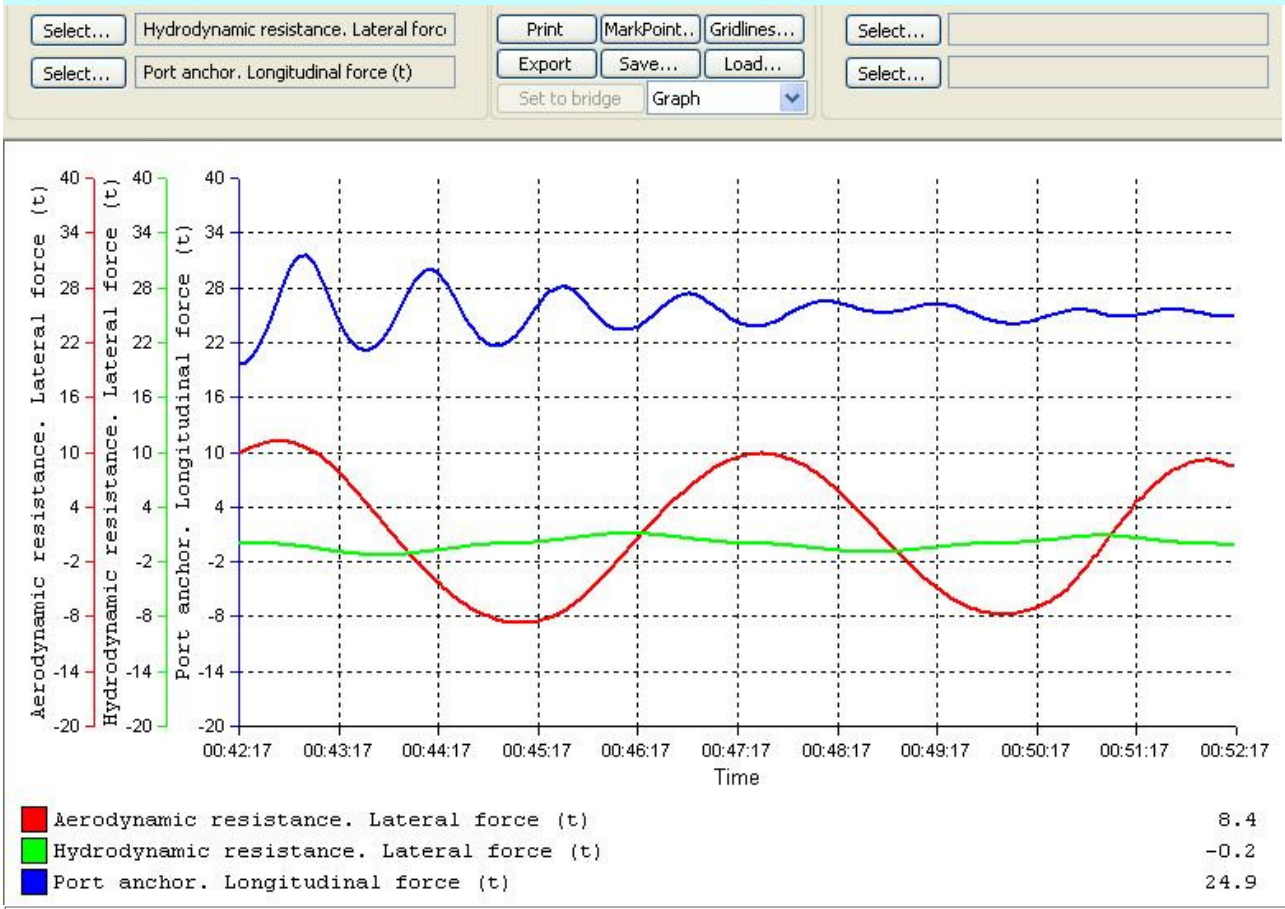
La simulation réalisée sur un navire similaire en tonnage au mouillage avec 10 maillons à l ' eau permet de souligner cette oscillation amortie de la force de traction longitudinale de la ligne de mouillage et de la force de pression aérodynamique latérale qui correspond aux évolutions du navire sur sa ligne de mouillage.
Ce point permet de matérialiser l ' endroit où la ligne de mouillage commence à reposer sur le fond.

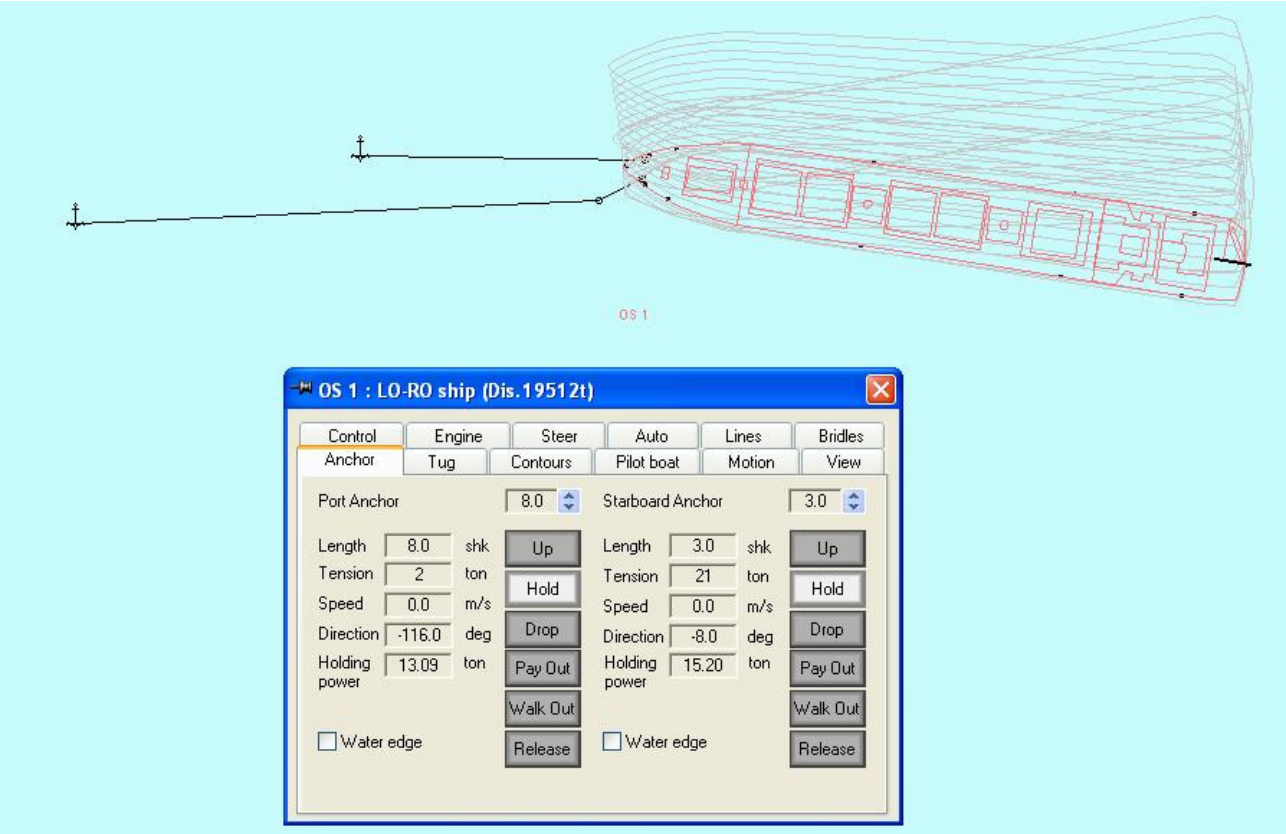




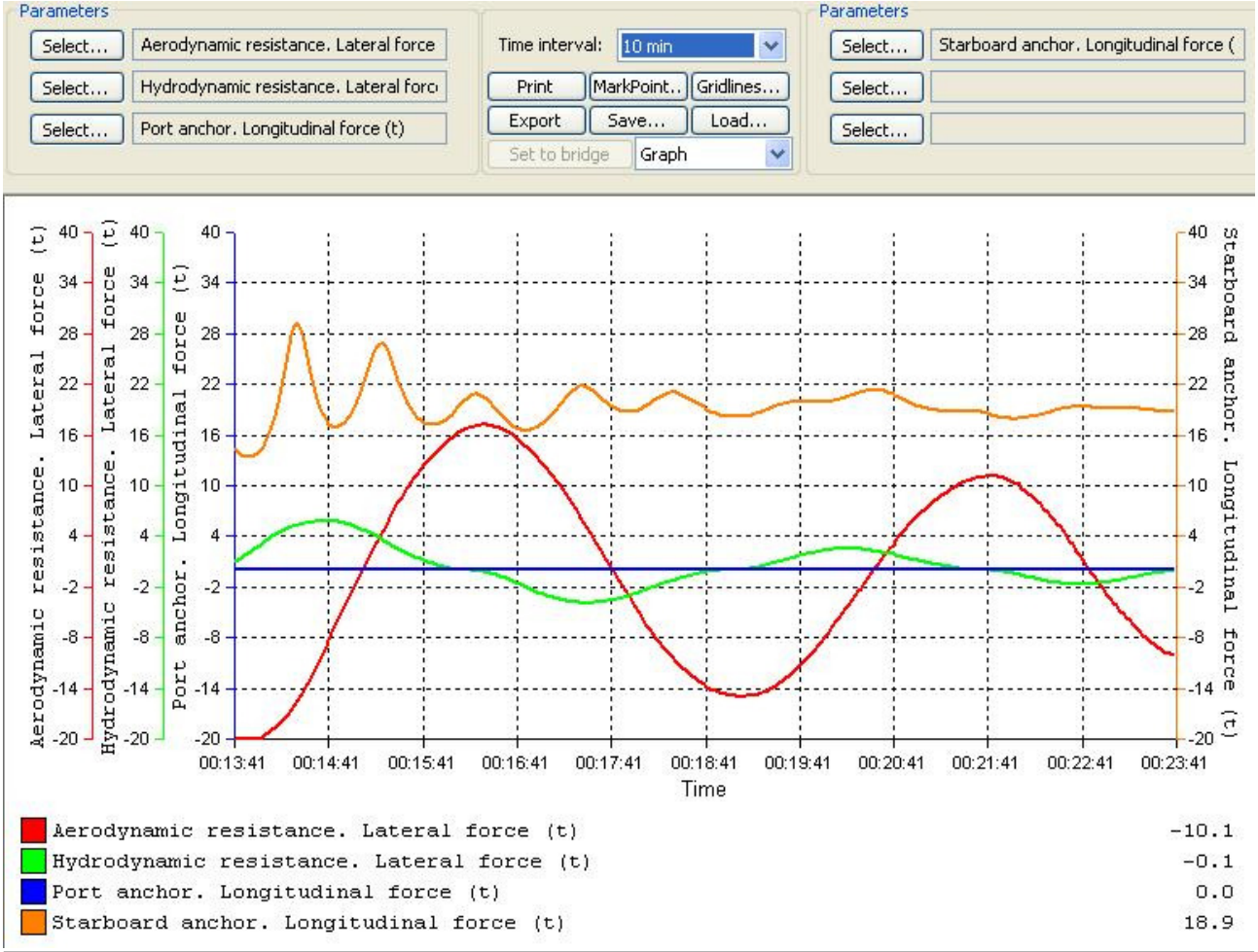
Avec 8 maillons au lieu de 10, on constate que les forces de traction pour une position identique sont plus importantes et que l ' amplitude de ces forces est plus forte. On note également que la longueur de chaîne qui repose au fond est plus faible; donc les risques de déraper sont plus grands.



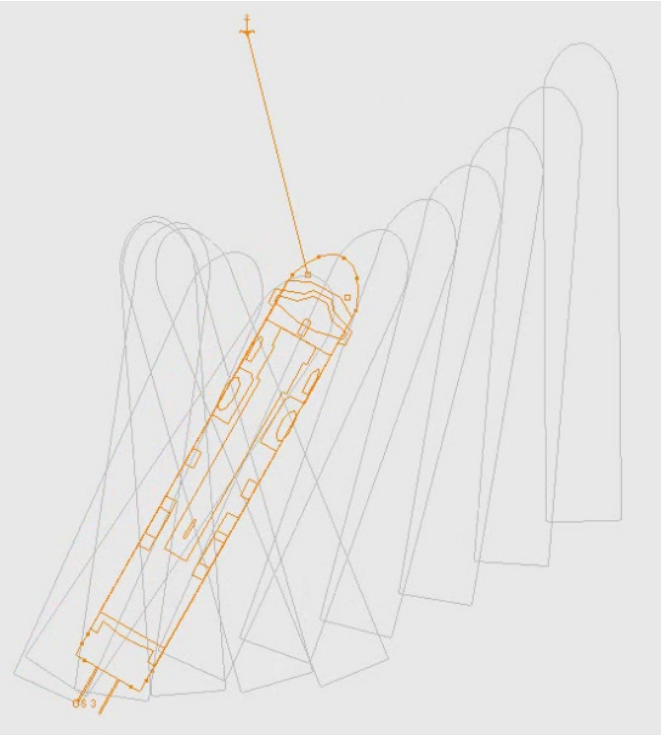




Si les 2 lignes de mouillage sont disposées en barbe (en fait tribord est d'abord mouillé en plomb de sonde puis en dévirant, devient un mouillage en barbe), on constate que c'est encore la ligne de mouillage la plus courte qui supporte la majorité des efforts et non pas une équirépartition des forces de traction.



L'amplitude des embardées est proportionnelle au fardage du navire, ce qui accroit les risques de voir le navire chasser.



Conduite à tenir en cas de mauvais temps:

1. Se poser la question essentielle, subir le mauvais temps au mouillage avec les risques inhérents (proximité des hauts fonds, risques de chasser ou qu'un autre navire chasse sur vous etc.) ou aller l'étaler au large.
2. Préférer mouiller dès le début en barbe si le coup de vent est imminent (mouiller une première ancre, attendre la faveur d'une embardée ou s'aider du propulseur pour mouiller la seconde à un angle d'au moins 40 à 60° de la précédente). Les forces de traction seront alors équitablement réparties.
3. Le navire est au mouillage avant que le temps ne se dégrade: on ballaste le navire si possible, on augmente la touée de façon significative et on tient sa machine parée. Mouiller la seconde ancre en plomb de sonde ne soulage pas les forces de traction aussi efficacement que le mouillage en barbe, il y a même un risque supplémentaire d'emmêler les deux lignes de mouillage. Mouiller la seconde en plomb de sonde ne sert qu'à limiter les embardées d'un navire qui a une importante surface de voilure.
4. Si le navire commence à chasser, la plupart du temps, mouiller la seconde ancre ne sera pas d'une grande utilité. On s'impose une contrainte supplémentaire d'avoir 2 ancres à remonter en cas d'urgence. Il reste alors deux possibilités, appareiller pour mouiller de nouveau en barbe ou filer vers le large.
5. Contrairement aux idées reçues, utiliser la machine pour soulager la tension exercée sur la ligne de mouillage est illusoire. En effet, s'il s'agit d'un moteur diesel lent dont la vitesse minimale est très élevée, il faudra multiplier les lancements et les arrêts pour essayer de conserver toujours de la tension sur la chaîne et ainsi éviter que le navire ne se retrouve travers au vent, auquel cas il se mettra sûrement à chasser. De plus, le nombre de lancements est limité, ce qui n'est pas compatible avec la volonté d'étaler durablement le coup de vent au mouillage. En revanche, la souplesse de conduite d'un navire équipé d'hélices à pales variables et d'un propulseur permettrait d'obtenir de meilleurs résultats.

Pour illustrer la problématique liée à la tenue des navires au mouillage par gros temps, on peut se référer à un cas d ' accident étudié par le BeaMer:
http://www.beamer-france.org/publications-enquete-fr.html

Référence:
Traité de Manœuvre H.Baudu: pages 30 et 343