

I- ECHANTILLONNAGE DE LA LIGNE DE MOUILLAGE

1- Echantillonnage par le règlement national

A l'aide des règlements nationaux édités par les Affaires Maritimes (document 2) et des caractéristiques générales du navire (document 1), préciser l'échantillonnage des lignes de mouillage du navire, à savoir :

- nombre de lignes de mouillage
- poids des ancres
- longueur minimale des lignes de mouillage
- longueur minimale de chaîne sur chaque ligne
- diamètre de la chaîne et du câblot (ou orin)

2- Echantillonnage par le règlement du Bureau Véritas

On se propose de refaire le calcul de l'échantillonnage de la chaîne, du câblot et des ancres à l'aide du règlement édité par le Bureau Véritas.

2-1 A l'aide du document 1 et du règlement BV (documents 3), calculer le nombre d'armement (NA) de ce navire.

2-2 On utilise pour la ligne de mouillage principal une ancre CQR (document 4) et pour la ligne secondaire une ancre FOB (document 5). Etant donné le type d'approbation de ces ancres, déterminer leur poids minimal conformément au règlement du BV (voir paragraphe 5-33: dispositions particulières aux ancres et tableau page 4/4) . Comparer ce résultat par rapport au règlement national (I-1).

2-3 Définir l'échantillonnage de la chaîne. On admet que la partie synthétique de la ligne de mouillage est réalisée en cordage nylon 3 torons (voir document 6), définir l'échantillonnage du câblot (voir paragraphe 5-32-34 du règlement). Comparer par rapport aux résultats du I-1.

3- Echantillonnage du guindeau

Pour la manœuvre du mouillage on utilise un guindeau électrique 12V Lewmar Océan taille 2. Voir les caractéristiques techniques sur le document 7. **La charge de travail** est la charge normale que peut exercer le guindeau pour remonter le mouillage, une surcharge ponctuelle du double est possible. **La traction maxi** est l'effort maxi que peut exercer la chaîne sur le guindeau au mouillage, guindeau bloqué.

L'effort de traction de la chaîne sur le guindeau est essentiellement dû à la force de traînée aérodynamique du navire (fardage), on se propose dans cette étude d'évaluer cette traînée et de la comparer aux performances du guindeau préconisé.

On admet que le navire tire sur son mouillage bout au vent (incidence nulle). Les surfaces présentant une résistance aérodynamiques proviennent :

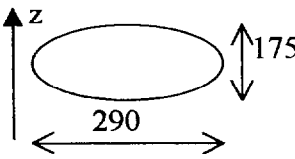
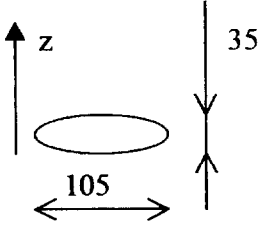

- de la coque au dessus de la flottaison
- du gréement ,constitué:
 - du mât
 - des barres de flèche
 - du gréement dormant (haubans)

On négligera les autres sources de résistance.

On rappelle que la traînée aérodynamique $T = 1/2.C_T.\rho.S.V^2$ avec :

- C_T = coefficient de traînée
- ρ = masse volumique de l'air = 1.23kg/m^3
- S = surface projetée latérale du profil (suivant l'axe z du navire ou du profil) en m^2
- V = vitesse d'écoulement de l'air en m/s . la direction du vent est opposée à l'axe x
- T = traînée = résultante aérodynamique dans le sens d'écoulement du fluide en N

On donne :

Elément	Géométrie			Coefficient de traînée C_T
Coque au dessus de la flottaison	La surface latérale projetée sera déterminée grâce à la vue longitudinale du navire du document 1			0.3
mât		hauteur : 18.15m		0.22
barres de flèche		longueur totale des 4 barres de flèche (2 étages) : 7.8m		0.15
Haubans, étais, pataras	type	Longueur en m	Diamètre en mm	1.2  monofil \varnothing 8 ou 10
	galhaubans	63.4	8	
	Bas-haubans	29.2	10	
	étais	18.38	10	
	pataras	19.82	10	

Note importante : Les questions 3-1, 3-2 et 3-3 sont indépendantes.

3-1 Déterminer pour chaque élément (coque, mât, barres de flèche et haubans), le coefficient $k = 1/2.C_T.\rho.S$. Montrer alors que la traînée aérodynamique totale du navire se met sous la forme $T = K.V^2$ avec $K = 5,8 \text{ USI}$

3-2 On admet pour cette question que la traînée du navire est $T = 5,8 \cdot V^2$ et qu'elle représente la seule force de traction dans la chaîne. On donne dans le tableau ci-dessous l'équivalence de la vitesse du vent en nœuds sur l'échelle Beaufort.

Echelle Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vitesse du vent en nœuds	<1	1 à 3	4 à 6	7 à 10	11 à 16	17 à 21	22 à 27	28 à 33	34 à 40	41 à 47	48 à 55	56 à 63	≥64

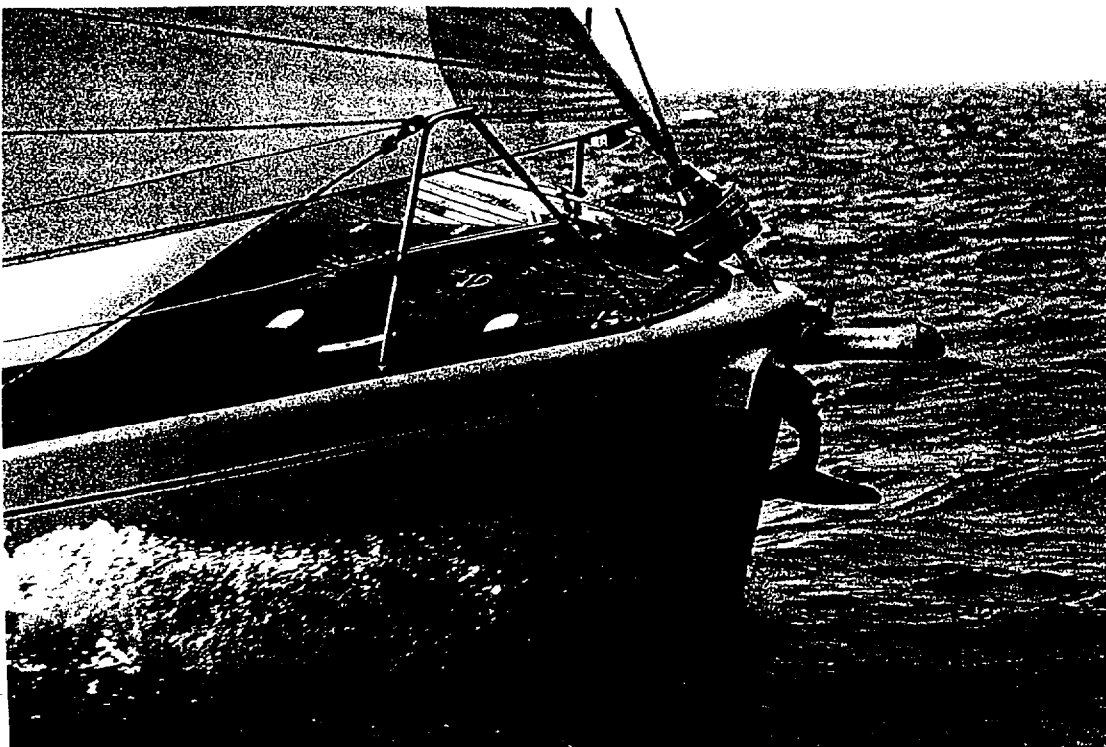
3-2-1 Déterminer jusqu'à quelle force de vent en échelle Beaufort le guindeau peut remonter le mouillage sans l'aide du moteur du navire et sans dépasser la charge de travail. Conclure.

3-2-2 Déterminer jusqu'à quelle force de vent en échelle Beaufort le guindeau peut maintenir le mouillage. Quelles autres forces vont en fait agir sur la chaîne? Conclure.

3-3 On admet que le navire mouille avec une hauteur d'eau maximale de 10m à marée haute. Montrer que la charge de travail du guindeau est suffisante pour remonter le poids propre du mouillage quand l'ancre est à pic (étrave à la verticale de l'ancre).

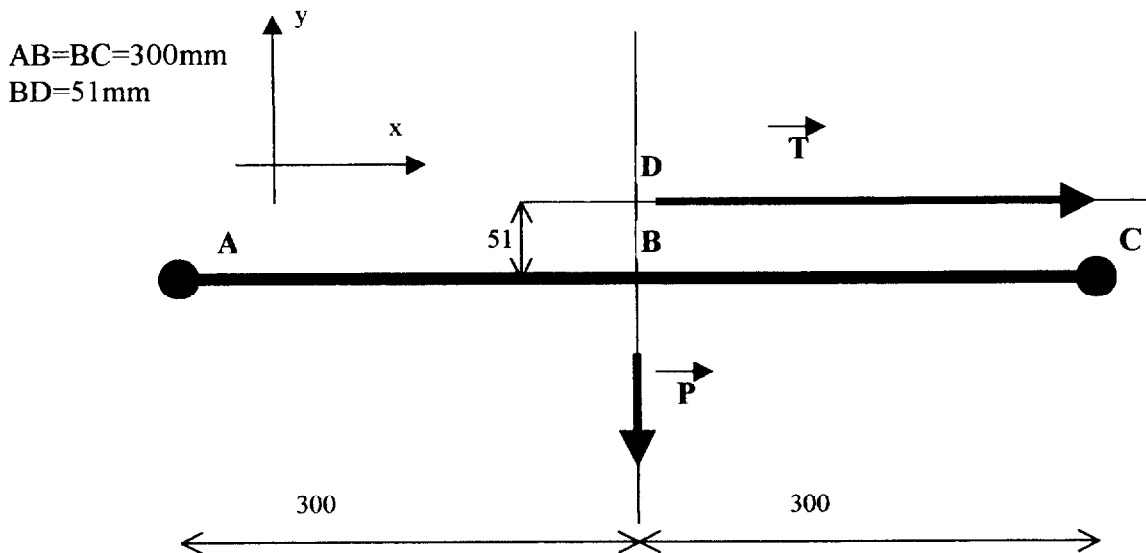
II ECHANTILLONNAGE DU SUPPORT DU GUINDEAU (voir document 8 et photo ci-dessous)

Pour des raisons d'esthétique et de libre accès de la plage avant pour les manœuvres des voiles, la ligne de mouillage passe entièrement sous le pont. De plus symétriquement au davier d'étrave se trouve un bout dehors rétractable permettant de frapper un spi asymétrique. La photographie ci-dessous représente la proue d'un navire en composite possédant le même principe.



Modélisation du support de guindeau

Le support de guindeau est modélisé par une poutre AC en liaison rotule en A avec la cloison étanche au couple C19 et en liaison rotule en C avec le barrot au couple C20. L'action du guindeau sur son support est dû d'une part à la traction maxi de la chaîne T (890 kg, voir document 7) et à son poids propre P (23 kg) d'autre part. Le support de ces 2 forces passe par le point D défini ci-dessous.



- On admet que toutes les actions mécaniques sont ramenées dans le plan (A,x,y)
- La liaison encastrement du guindeau sur la poutre support est considérée ramenée au point B
- Etant donné que le point B est au milieu de AC et en admettant que les rigidités des liaisons en A et C sont identiques, on admettra que les projections sur x des réactions en A et C sont identiques

- 1- En isolant l'ensemble poutre AC + guindeau, calculer les réactions R_A et R_C
- 2- Déterminer et tracer les diagrammes de l'effort normal $N(x)$, de l'effort tranchant $T_y(x)$ et du moment fléchissant $M_{fz}(x)$ subis par la poutre AC.
- 3- A quels types de sollicitations est soumis la poutre support dans les tronçons AB et BC ?

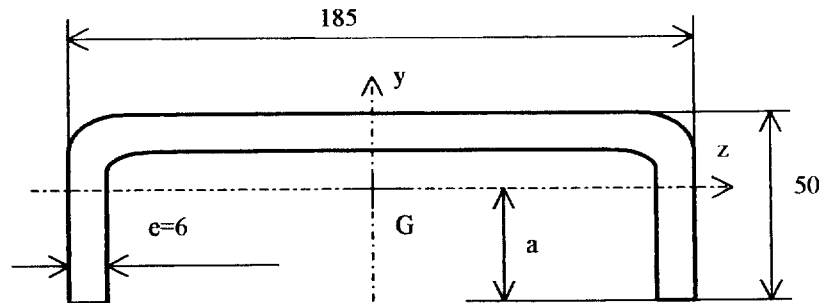
On admet pour la suite du problème qu'au point B, on a :

$$|M_{fz \text{ maxi}}| = 261.5 \text{ N.m} \text{ et } |N| = 4450 \text{ N}$$

- 4- On considère que la poutre AC est constituée d'une tôle en aluminium 5086 H111 de largeur 185mm et d'épaisseur e . La limite élastique de cet alliage est $R_{p0.2} = 100\text{Mpa}$, on prend un coefficient de sécurité de 2. Les épaisseurs e standards en mm des tôles sont 4 (mini utilisée sur la structure), 5, 6, 8, 10 (maxi utilisée sur la structure du navire).

Montrer que l'épaisseur maxi $e = 10\text{mm}$ ne permet pas de satisfaire le cahier des charges.

- 5- On admet maintenant que la poutre AC est réalisée par une tôle d'épaisseur 6mm pliée en U et définie ci-dessous :



- 5-1 En négligeant les arrondis de pliage, calculer S (section de la poutre en mm^2), a (position du centre de surface G en mm), IG_z en mm^4 et $W = IG_z/V$ en mm^3 .

- 5-2 Calculer la contrainte σ_{max} et conclure par rapport aux données de la question 4.

III DEFINITION DU SUPPORT DE GUINDEAU (document réponse 8)

On admet que le support de guindeau a la section définie ci-dessus (question II-5). Le support est soudé à la cloison étanche (couple C19) d'une part et au barrot du couple C20 d'autre part. Une ouverture pratiquée dans ce barrot doit permettre le passage de la chaîne tout en conservant la continuité structurelle du barrot. La liaison du support sur la cloison étanche doit éviter le poinçonnement de celle-ci. Un tube de 70x5 est soudé sur le support pour la descente de la chaîne vers le puits.

- 1- Définir sur les coupes C-C et D-D (support de guindeau échelle 1/5) les axes du guindeau (axe barbotin) en rouge, définir la cotation positionnant ces axes.
- 2- Définir le support de guindeau sur les 3 vues à l'échelle 1/5 et notamment :
 - la liaison avec la cloison étanche (couple C19)
 - la liaison avec le barrot (couple C20)
 - la liaison avec le tube de 70x5
 - le passage de chaîne dans le barrot

On indiquera toutes les soudures en respectant la représentation conventionnelle normalisée

- 3- Indiquer la cotation positionnant le support par rapport au pont et la CL.
- 4- Définir et coter les ouvertures pratiquées dans le support pour le montage du guindeau et le passage de chaîne.