

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN CONSTRUCTION NAVALE

Session 2022

U4 – THÉORIE DU BATEAU

Durée : 4 heures – Coefficient : 2

Documents et matériels autorisés :

Tout document autorisé.

Moyens de calculs autorisés :

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet comporte 15 pages numérotées de la façon suivante :

Présentation et mise en situation :	Page 2/15
Texte du sujet :	Pages 3/15 à 7/15
Annexe 1 : Extrait de la table des hydrostatiques du chalutier en assiette nulle	Page 8/15
Annexe 2 : Extrait de la table des pantocarènes du chalutier	Page 9/15
Annexe 3 : Extrait des recommandations sur la sécurité des navires de pêche	Page 10/15
Annexe 4 : Courbe de stabilité du cas de chargement retour pêche	Pages 11/15 à 12/15
Annexe 5 : Textes réglementaires	Pages 13/15 à 15/15

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuilles de copie et dans le cas des questions 8 et 11, sur la feuille de papier millimétré fournie à cet effet.

Tous les documents, copies et papier millimétré, sont à remettre en fin d'épreuve.

CODE ÉPREUVE : 22CICN4TB		EXAMEN BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN CONSTRUCTION NAVALE	
SESSION : 2022	SUJET	ÉPREUVE : U4 – THÉORIE DU BATEAU			
Durée : 4h	Coefficient : 2	SUJET N° 02CICN22		15 pages	

ÉTUDE DE STABILITÉ D'UN CHALUTIER DE 24 M À PERCHES

Le sujet comporte 3 parties indépendantes :

PARTIE I :	Étude du navire lors de l'embarquement du chalut	5 points
PARTIE II :	Étude réglementaire de l'effet de l'eau embarquée sur le pont	9 points
PARTIE III :	Étude réglementaire au vent fort et à la mer forte avec prise en compte de l'influence du matériel de pêche	16 points



Crédit photo : Helmut Ivers – MarineTraffic.com

Présentation et mise en situation :

L'objectif de l'épreuve concerne l'étude de la stabilité d'un chalutier de 24 m, équipé de perches pour la pêche aux poissons plats et aux crevettes, dans les configurations particulières suivantes :

- embarquement de la pontée de poisson ;
- présence d'une quantité importante d'eau sur le pont ;
- croche du filet dans des conditions de mer difficile.

Le référentiel navire est défini de la façon suivante :

- axe x : longitudinal, à la perpendiculaire arrière (PPAR) positionnée au tableau arrière (C0) ;
- axe y : transversal, à l'axe navire (CL), positif sur bâbord ;
- axe z : vertical, à la ligne de base de la carène (BL), positif vers le haut.

Les caractéristiques principales du chalutier sont :

- Longueur de coque : 24,00 m
- Longueur entre perpendiculaires : 21,50 m
- Largeur hors membres : 7,20 m
- Creux : 3,70 m
- Matériau de construction : acier

Les calculs seront réalisés avec :

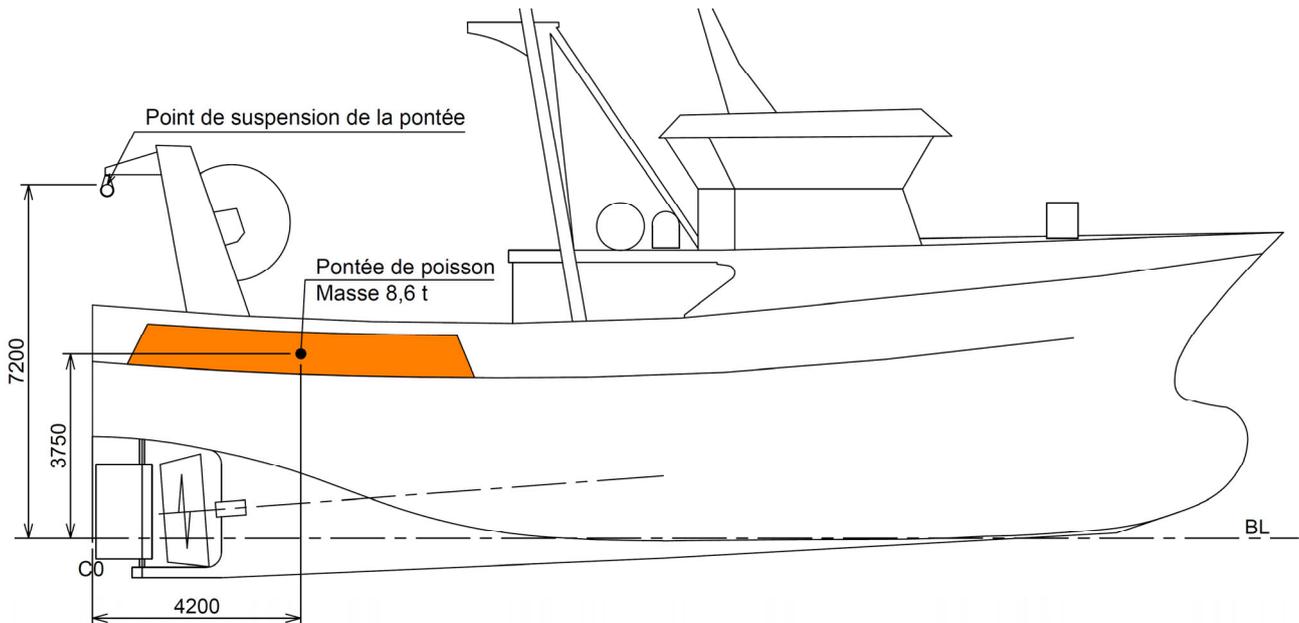
- Masse volumique de l'eau de mer : 1,025 t/m³
- Accélération de la pesanteur : 9,81 m/s²

PARTIE I : Étude du navire lors de l'embarquement du chalut.

Objectif de cette partie : Vérifier la stabilité du navire lors de l'embarquement du chalut.

Pour cette partie, le cas de chargement du chalutier est "retour pêche", qui comprend entre autre la masse de poisson positionnée sur le pont, avec :

Déplacement	Position du centre de gravité par rapport au référentiel navire (corrigée des effets de carènes liquides)		
	LCG / PPAR	TCG / CL	VCG / BL
191,89 t	10,038 m	0,000 m	2,835 m



Lors de la remontée du chalut sur le navire, la réglementation demande de vérifier la stabilité en considérant la pontée répartie entre le pont et le point de suspension au portique (boucle d'oreille), soit $\frac{3}{4}$ au pont et $\frac{1}{4}$ au portique.

Les deux critères réglementaires à respecter sont :

- la hauteur métacentrique initiale ne doit pas être inférieure à 0,45 m ;
- le bras de levier de redressement doit atteindre une valeur égale ou supérieure à 0,20 m pour un angle d'inclinaison égal ou supérieur à 30° .

À partir de la courbe de stabilité du cas de chargement "retour pêche" (voir annexe 4 – pages 11/15 et 12/15), le travail à réaliser est le suivant :

- Question 1 :** calculer la nouvelle position verticale du centre de gravité du navire en considérant qu'un quart de la pontée est positionnée au niveau du point de suspension ;
- Question 2 :** dans les résultats des calculs de stabilité du cas de chargement "retour pêche" réalisés avec la pontée considérée sur le pont, retrouver la hauteur métacentrique initiale et la valeur du bras de levier de redressement à l'angle de gîte de 30° ;
- Question 3 :** en déduire la hauteur métacentrique avec le quart de la pontée au niveau du portique ;
- Question 4 :** déduire des questions 1 et 2 la valeur du bras de levier de redressement avec le quart de la pontée au niveau du portique pour l'angle de gîte de 30° ;
- Question 5 :** conclure sur le respect ou non des critères réglementaires lors de l'embarquement du chalut. Justifier votre réponse.

PARTIE II : Étude réglementaire de l'effet de l'eau embarquée sur le pont.

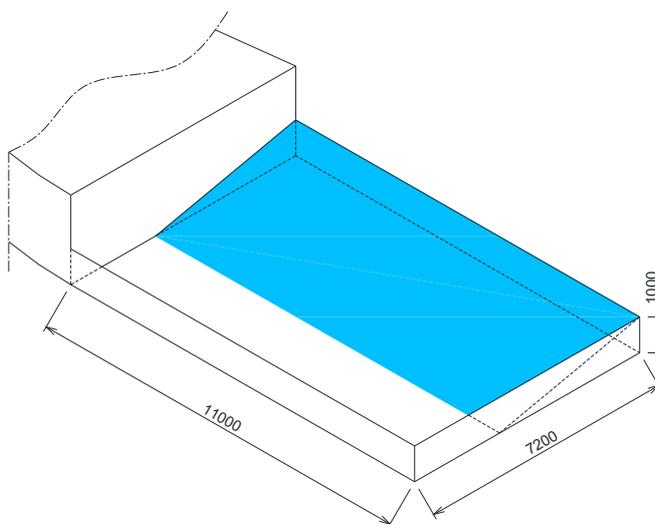
Objectif de cette partie : Étant donné que le navire a un grand pont arrière découvert, il est demandé de vérifier les effets de l'eau embarquée sur le pont suivant la méthode du protocole de Torremolinos de 1993 relatif à la convention internationale de Torremolinos sur la sécurité des navires de pêche.

Pour cette partie, le cas de chargement du chalutier est "départ pêche" avec :

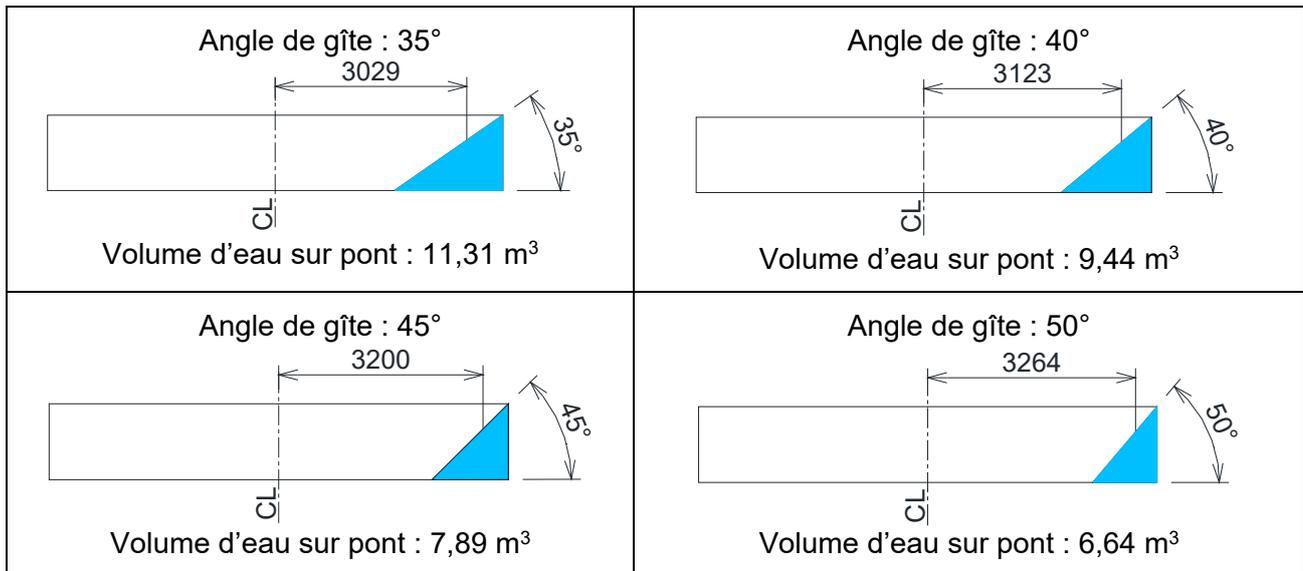
Déplacement	Position du centre de gravité par rapport au référentiel navire (corrigée des effets de carènes liquides)		
	LCG / PPAR	TCG / CL	VCG / BL
205,23 t	10,502 m	0,000 m	2,819 m

Le calcul est réalisé à partir des recommandations de la conférence internationale sur la sécurité des navires de pêche (voir annexe 3 – page 10/15) avec les hypothèses suivantes :

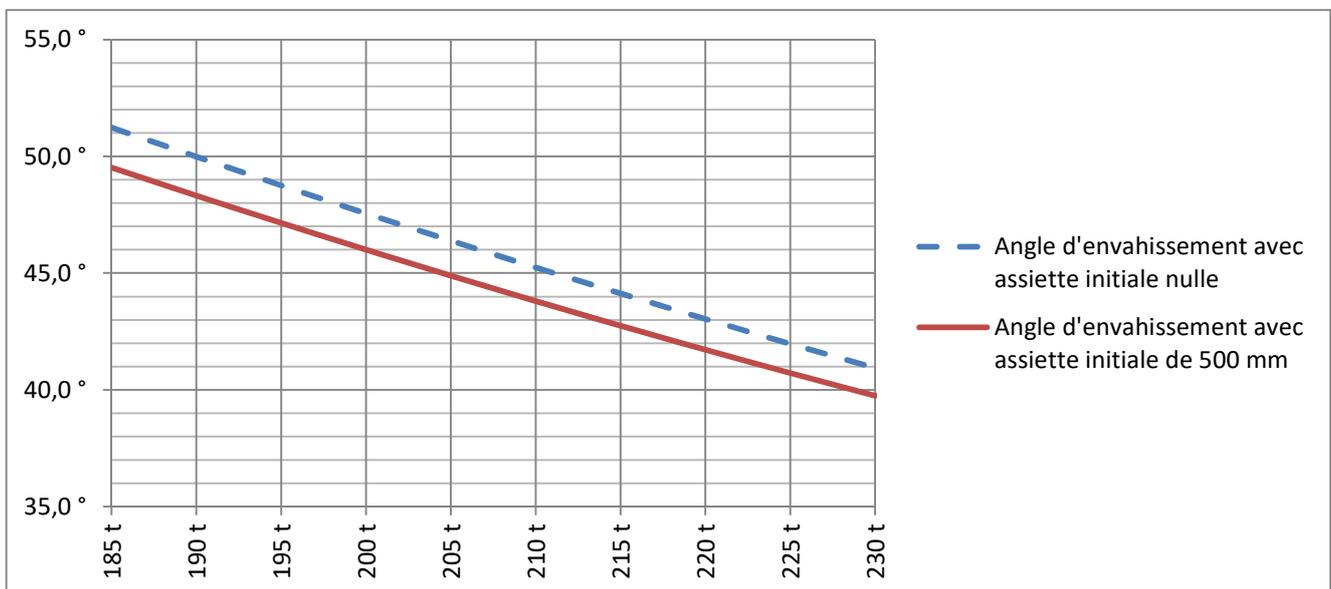
- le moment d'inclinaison statique M_w est calculé à partir de la présence d'eau sur le pont arrière du chalutier en prenant en compte la masse d'eau de mer et le décalage de la masse d'eau par rapport à l'axe navire ;
- les effets dynamiques ne sont pas pris en compte et le coefficient K est égal à 1.



<p>Angle de gîte : 5°</p> <p>Volume d'eau sur pont : 70,07 m³</p>	<p>Angle de gîte : 10°</p> <p>Volume d'eau sur pont : 44,88 m³</p>
<p>Angle de gîte : 15°</p> <p>Volume d'eau sur pont : 29,56 m³</p>	<p>Angle de gîte : 20°</p> <p>Volume d'eau sur pont : 21,76 m³</p>
<p>Angle de gîte : 25°</p> <p>Volume d'eau sur pont : 16,98 m³</p>	<p>Angle de gîte : 30°</p> <p>Volume d'eau sur pont : 13,72 m³</p>



- Question 6 :** à l'aide des éléments hydrostatiques du chalutier (voir annexe 1 – page 8/15), déterminer le tirant d'eau moyen à partir du déplacement du cas étudié ;
- Question 7 :** calculer l'assiette du navire et choisir la table des pantocarènes la plus appropriée (avec assiette initiale nulle ou avec assiette initiale de 500 mm) ;
- Question 8 :** à partir des tables pantocarènes du chalutier (voir annexe 2 – page 9/15), tracer, sur papier millimétré A4 vertical, la courbe des bras de levier de redressement (GZ) pour des angles entre 0° et 60°, on prendra pour échelle :
- abscisses : 2 cm pour 10 degrés ;
 - ordonnées : 5 cm pour 0,1 m ;
- Question 9 :** à partir des courbes suivantes définissant l'angle d'envahissement θ_f en fonction du déplacement du navire, retrouver l'angle d'envahissement θ_f ;



- Question 10 :** calculer le moment d'inclinaison statique M_w pour les différents angles de gîte, en déduire le moment d'inclinaison dynamique $M_{wod} = K M_w$ et les valeurs des bras de levier inclinant ;
- Question 11 :** tracer sur le papier millimétré la courbe des bras de levier correspondant à la perte de stabilité due à l'eau sur le pont de travail ;
- Question 12 :** hachurer sur le papier millimétré les aires a et b, les comparer et conclure sur le respect ou non du critère réglementaire de stabilité avec l'effet de l'eau embarquée sur le pont.

PARTIE III : Étude réglementaire au vent fort et à la mer forte avec prise en compte de l'influence du matériel de pêche

Objectif de cette partie : Il est demandé de vérifier la stabilité du navire dans des conditions de mer forte et de vent fort, avec une éventuelle croche du chalut.

Pour cette partie, le cas de chargement du chalutier est "retour pêche" avec :

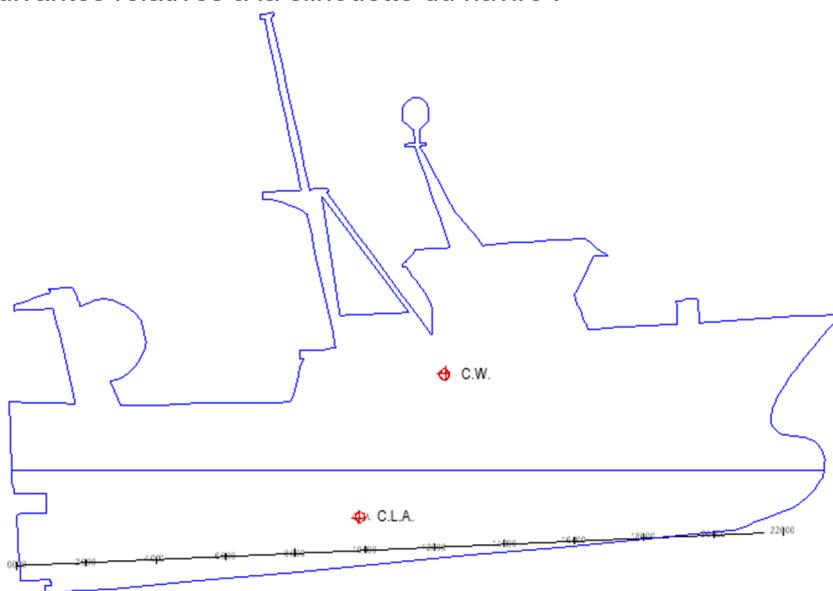
Déplacement	Position du centre de gravité par rapport au référentiel navire (corrigée des effets de carènes liquides)		
	LCG / PPAR	TCG / CL	VCG / BL
191,89 t	10,038 m	0,000 m	2,835 m

Pour cela, on utilisera :

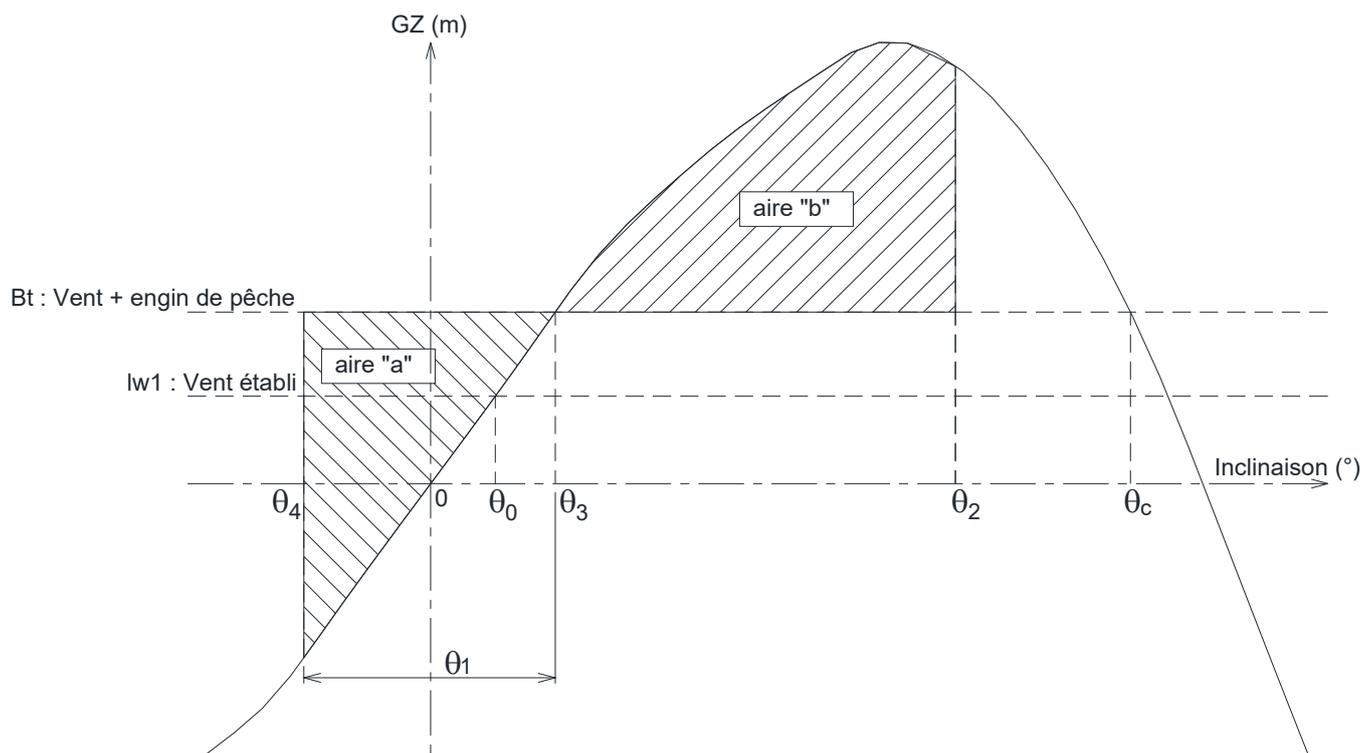
- l'annexe 211-1.A.3 de la réglementation française (voir annexe 5 – pages 13/15 et 14/15) pour le calcul du vent fort et de la mer forte ;
- le §1 de l'annexe 211-2.A.3 (voir annexe 5 – page 15/15) pour la prise en compte de l'influence des matériels de pêche,
- les résultats des calculs de stabilité pour le cas de chargement "retour pêche" (voir annexe 4 – pages 11/15 et 12/15).

Les données à prendre en compte sont les suivantes :

- force de calage de chaque treuil : 5,5 t au diamètre moyen ;
- position du point d'application de la traction des funes (point de suspension des poulies de funes) : $x = 0,950$ m (/PPAR), $y = 3,500$ m (/CL), $z = 6,950$ m (/BL) ;
- navire à bouchain vif ;
- la longueur du navire est prise égale à la longueur de flottaison qui est dans ce cas de chargement $L_{WL} = 23,200$ m ;
- la largeur du navire est prise égale à la largeur de flottaison qui est dans ce cas de chargement $B_{WL} = 7,200$ m ;
- le tirant d'eau moyen pour le cas de chargement est $T_M = 2,297$ m ;
- le coefficient de remplissage (ou coefficient de bloc) est $C_b = 0,488$;
- les valeurs suivantes relatives à la silhouette du navire :



	Area	Longitudinal / PPAR	Vertical / BL	Height / Floatation
Center of Windage (C.W.)	100,89 m ²	12,504 m	5,069 m	2,772 m
Center of Lateral Area (C.L.A.)	58,106 m ²	9,891 m	1,045 m	-1,252 m



Question 13 : Expliquer pourquoi les calculs réglementaires au vent fort et à la mer forte permettent de prendre en compte les effets dynamiques du mouvement du navire.

Les questions suivantes permettent de vérifier le critère réglementaire pour le cas de chargement "retour pêche" :

Question 14 : calculer la pression P due au vent à l'aide des données et de la silhouette du navire ;

Question 15 : en déduire les valeurs des bras de leviers dus au vent lw_1 et lw_2 ;

Question 16 : sachant que la forme du navire est à bouchains vifs, déterminer l'angle de roulis θ_1 ;

Question 17 : calculer le moment inclinant M_e dû à l'influence du matériel de pêche, et en déduire le bras de levier inclinant B_t résultant de l'action simultanée du vent et du matériel de pêche (seul l'action d'un treuil est considérée dans ce cas) ;

Question 18 : à partir de la courbe des bras de levier de redressement GZ et des valeurs du tableau de données correspondantes (annexe 4), déterminer l'angle de gîte θ_0 pris par le navire sous l'action du vent établi ;

Question 19 : déterminer également les angles de gîte θ_3 et θ_4 ;

Question 20 : de même retrouver les angles de gîte θ_c et θ_r , en déduire l'angle de gîte θ_2 ;

Question 21 : à partir des valeurs des aires sous-tendues de la courbe des GZ, déterminer la valeur du critère "a" ;

Question 22 : à partir des valeurs des aires sous-tendues de la courbe des GZ, déterminer la valeur du critère "b" ;

Question 23 : conclure sur le respect ou non du critère réglementaire au vent fort et à la mer forte avec prise en compte de l'influence du matériel de pêche. Justifier votre réponse.

Annexe 1 : Extrait de la table des hydrostatiques du chalutier en assiette nulle

Hydrostatic Curves Forms: Chalutier à perches
AP @ 0.000, FP @ 21.500, VCG: 2.861, Density: 1.025, Trim: 0.000, Heel: 0.000°

	HMP/BL (m)	HAP/BL (m)	HFP/BL (m)	DSPL (t)	VOL (m ³)	LCB (m)	TCB (m)	VCB (m)	LCB/F(%)	W.S. Area (m ²)
1	2.300	2.300	2.300	184.37	179.87	11.080	0.000	1.418	52.41	211.70
2	2.350	2.350	2.350	191.07	186.41	11.026	0.000	1.450	52.64	214.90
3	2.400	2.400	2.400	197.79	192.96	10.974	0.000	1.481	52.87	218.08
4	2.450	2.450	2.450	204.52	199.54	10.924	0.000	1.512	53.08	221.23
5	2.500	2.500	2.500	211.28	206.13	10.876	0.000	1.543	53.29	224.39
6	2.550	2.550	2.550	218.05	212.73	10.830	0.000	1.574	53.48	227.57
7	2.600	2.600	2.600	224.82	219.33	10.786	0.000	1.604	53.67	230.66
8	2.650	2.650	2.650	231.58	225.93	10.744	0.000	1.634	53.85	233.65
9	2.700	2.700	2.700	238.34	232.53	10.705	0.000	1.663	54.02	236.65
10	2.750	2.750	2.750	245.10	239.13	10.666	0.000	1.692	54.19	239.61

	HMP/BL (m)	B ² area (m ²)	WPA (m ²)	LCF (m)	TPC (t/cm)	MCT (t.m)	KMT (m)	KML (m)	T Inertia (m ⁴)	L Inertia (m ⁴)
1	2.300	13.347	130.37	9.539	1.33626	1.82	4.045	24.567	472.523	4163.863
2	2.350	13.710	130.88	9.507	1.34154	1.82	4.019	23.891	478.808	4183.103
3	2.400	14.074	131.33	9.477	1.34610	1.83	3.993	23.230	484.673	4196.735
4	2.450	14.436	131.69	9.446	1.34987	1.83	3.968	22.579	490.025	4203.607
5	2.500	14.799	131.96	9.416	1.35256	1.82	3.943	21.918	494.699	4199.849
6	2.550	15.161	132.07	9.384	1.35372	1.81	3.917	21.219	498.447	4179.190
7	2.600	15.524	132.07	9.360	1.35372	1.79	3.887	20.531	500.802	4151.297
8	2.650	15.887	131.98	9.343	1.35283	1.78	3.855	19.860	501.941	4117.996
9	2.700	16.248	131.92	9.330	1.35214	1.76	3.827	19.246	503.047	4088.449
10	2.750	16.610	131.89	9.320	1.35187	1.75	3.801	18.696	504.169	4066.095

Lexique de la table des hydrostatiques :

- HMP/BL : Tirant d'eau à la perpendiculaire milieu par rapport à la référence (Base Line)
HAP/BL : Tirant d'eau à la perpendiculaire arrière par rapport à la référence (Base Line)
HFP/BL : Tirant d'eau à la perpendiculaire avant par rapport à la référence (Base Line)
DSPL : Déplacement du navire
VOL : Volume de la carène
LCB : Position longitudinale du centre de carène
TCB : Position transversale du centre de carène
VCB : Position verticale du centre de carène
LCB/F(%) : Rapport en pourcentage entre la position longitudinale du centre de carène et la longueur à la flottaison.
W.S. Area : Surface mouillée de la carène
B² area : Surface du plan transversale de la carène au maître couple
WPA : Surface du plan de flottaison
LCF : Position longitudinale du centre de la surface du plan de flottaison
TPC : Déplacement additionnel par centimètre de tirant d'eau d'enfoncement
MCT : Moment nécessaire pour un centimètre d'assiette
KMT : Position verticale de métacentre transversal par rapport à la référence (Base Line)
KML : Position verticale de métacentre longitudinal par rapport à la référence (Base Line)
T inertia : Inertie transversale de la surface du plan de flottaison
L inertia : Inertie longitudinale de la surface du plan de flottaison

Annexe 2 : Extrait de la table des pantocarènes du chalutier

Tables des pantocarènes avec une assiette initiale nulle

Cross Curves Chalutier à perches (PS Heel - Initial Trim: 0.000) page 3/4
 AP @ 0.000, FP @ 21.500, K point @ 0.000, Add. Thickness: 0.000, Density: 1.0250, Length in m, Weight in t
 Min Displacement: 190.00, Max Displacement: 209.00, Heel in degrees

Displ.Md	HAP	HFP	HMP	KN 5	KN 10	KN 15	KN 20	KN 25	KN 30	KN 40	KN 50	KN 60
190.00	2.342	2.342	2.342	0.348	0.683	1.002	1.298	1.560	1.795	2.196	2.542	2.811
191.00	2.350	2.350	2.350	0.348	0.683	1.002	1.297	1.558	1.793	2.195	2.541	2.809
192.00	2.357	2.357	2.357	0.348	0.682	1.001	1.296	1.557	1.791	2.193	2.540	2.807
193.00	2.364	2.364	2.364	0.347	0.682	1.001	1.295	1.555	1.789	2.192	2.539	2.805
194.00	2.372	2.372	2.372	0.347	0.682	1.001	1.294	1.554	1.787	2.190	2.537	2.803
195.00	2.379	2.379	2.379	0.347	0.681	1.001	1.293	1.552	1.785	2.188	2.536	2.801
196.00	2.387	2.387	2.387	0.347	0.681	1.000	1.292	1.550	1.783	2.187	2.535	2.799
197.00	2.394	2.394	2.394	0.346	0.681	1.000	1.291	1.548	1.781	2.185	2.533	2.797
198.00	2.402	2.402	2.402	0.346	0.680	1.000	1.290	1.547	1.779	2.184	2.532	2.795
199.00	2.409	2.409	2.409	0.346	0.680	0.999	1.289	1.545	1.777	2.182	2.530	2.793
200.00	2.416	2.416	2.416	0.345	0.680	0.999	1.288	1.543	1.775	2.180	2.529	2.791
201.00	2.424	2.424	2.424	0.345	0.679	0.999	1.287	1.541	1.773	2.178	2.527	2.789
202.00	2.431	2.431	2.431	0.345	0.679	0.998	1.285	1.539	1.771	2.177	2.526	2.787
203.00	2.439	2.439	2.439	0.344	0.679	0.998	1.284	1.538	1.768	2.175	2.524	2.785
204.00	2.446	2.446	2.446	0.344	0.678	0.997	1.283	1.536	1.766	2.173	2.523	2.783
205.00	2.454	2.454	2.454	0.344	0.678	0.997	1.282	1.534	1.764	2.171	2.521	2.781
206.00	2.461	2.461	2.461	0.343	0.678	0.996	1.280	1.532	1.762	2.169	2.520	2.779
207.00	2.468	2.468	2.468	0.343	0.677	0.996	1.279	1.530	1.760	2.168	2.518	2.777
208.00	2.476	2.476	2.476	0.343	0.677	0.995	1.278	1.528	1.757	2.166	2.516	2.775
209.00	2.483	2.483	2.483	0.342	0.676	0.994	1.276	1.526	1.755	2.164	2.515	2.773

Tables des pantocarènes avec une assiette initiale de 500 mm

Cross Curves Chalutier à perches (PS Heel - Initial Trim: 0.500) page 3/4
 AP @ 0.000, FP @ 21.500, K point @ 0.000, Add. Thickness: 0.000, Density: 1.0250, Length in m, Weight in t
 Min Displacement: 190.00, Max Displacement: 209.00, Heel in degrees

Displ.Md	HAP	HFP	HMP	KN 5	KN 10	KN 15	KN 20	KN 25	KN 30	KN 40	KN 50	KN 60
190.00	2.550	2.079	2.314	0.354	0.698	1.023	1.316	1.569	1.796	2.181	2.513	2.776
191.00	2.557	2.086	2.322	0.354	0.697	1.023	1.314	1.567	1.793	2.179	2.511	2.774
192.00	2.564	2.094	2.329	0.353	0.696	1.022	1.312	1.564	1.790	2.176	2.510	2.772
193.00	2.571	2.101	2.336	0.353	0.696	1.021	1.311	1.562	1.788	2.174	2.508	2.770
194.00	2.579	2.109	2.344	0.352	0.695	1.021	1.309	1.559	1.785	2.172	2.506	2.768
195.00	2.586	2.116	2.351	0.352	0.694	1.020	1.307	1.557	1.782	2.170	2.505	2.765
196.00	2.593	2.124	2.359	0.351	0.694	1.019	1.305	1.554	1.779	2.167	2.503	2.763
197.00	2.601	2.131	2.366	0.351	0.693	1.018	1.303	1.552	1.777	2.165	2.501	2.761
198.00	2.608	2.139	2.373	0.350	0.692	1.017	1.301	1.549	1.774	2.163	2.499	2.759
199.00	2.615	2.146	2.381	0.350	0.692	1.016	1.299	1.547	1.771	2.161	2.497	2.757
200.00	2.622	2.154	2.388	0.349	0.691	1.015	1.297	1.544	1.768	2.158	2.496	2.755
201.00	2.630	2.162	2.396	0.349	0.690	1.014	1.295	1.541	1.765	2.156	2.494	2.752
202.00	2.637	2.169	2.403	0.348	0.690	1.013	1.293	1.539	1.762	2.154	2.492	2.750
203.00	2.644	2.177	2.410	0.348	0.689	1.012	1.291	1.536	1.760	2.151	2.490	2.748
204.00	2.651	2.184	2.418	0.347	0.688	1.011	1.289	1.533	1.757	2.149	2.488	2.746
205.00	2.659	2.192	2.425	0.347	0.688	1.010	1.287	1.531	1.754	2.147	2.486	2.744
206.00	2.666	2.199	2.432	0.346	0.687	1.009	1.285	1.528	1.751	2.144	2.484	2.741
207.00	2.673	2.207	2.440	0.346	0.686	1.008	1.283	1.525	1.748	2.142	2.482	2.739
208.00	2.680	2.214	2.447	0.345	0.685	1.007	1.281	1.523	1.745	2.139	2.480	2.737
209.00	2.688	2.222	2.455	0.345	0.685	1.005	1.279	1.520	1.742	2.137	2.478	2.735

Annexe 3 : Extrait des recommandations de la Conférence Internationale sur la sécurité des navires de pêche

(Lorsqu'il est fait mention de règles, il s'agit des règles de l'Annexe du Protocole de Torremolinos de 1993 relatif à la Convention internationale de Torremolinos sur la sécurité des navires de pêche, 1977)

Directives sur une méthode de calcul de l'effet de l'eau embarquée sur le pont (règle III/6)

1) L'aptitude du navire à résister à l'effet d'inclinaison dû à la présence d'eau sur le pont devrait être démontrée par une méthode quasi statique, en se référant à la figure 1, lorsqu'il est satisfait à la condition ci-après, le navire se trouvant dans les conditions d'exploitation les plus défavorables :

le rapport $C_{wod} = \frac{\text{aire } b}{\text{aire } a}$ ne devrait pas être inférieur à l'unité.

2) L'angle qui limite l'aire b devrait correspondre au plus petit des deux angles suivants :
l'angle d'envahissement θ_f ou 40° .

3) La valeur du moment d'inclinaison M_{wod} (ou du bras de levier correspondant) dû à l'eau embarquée sur le pont devrait être déterminée en prenant pour hypothèse que le coffre est rempli jusqu'au-dessus du pavois mesuré à son point le plus bas et que l'angle de gîte du navire correspond à l'angle d'immersion de ce point. Pour le calcul de M_{wod} , on devrait utiliser la formule suivante : $M_{wod} = K M_w$ dans laquelle :

M_w = moment d'inclinaison statique dû à la présence d'eau sur le pont

K = coefficient

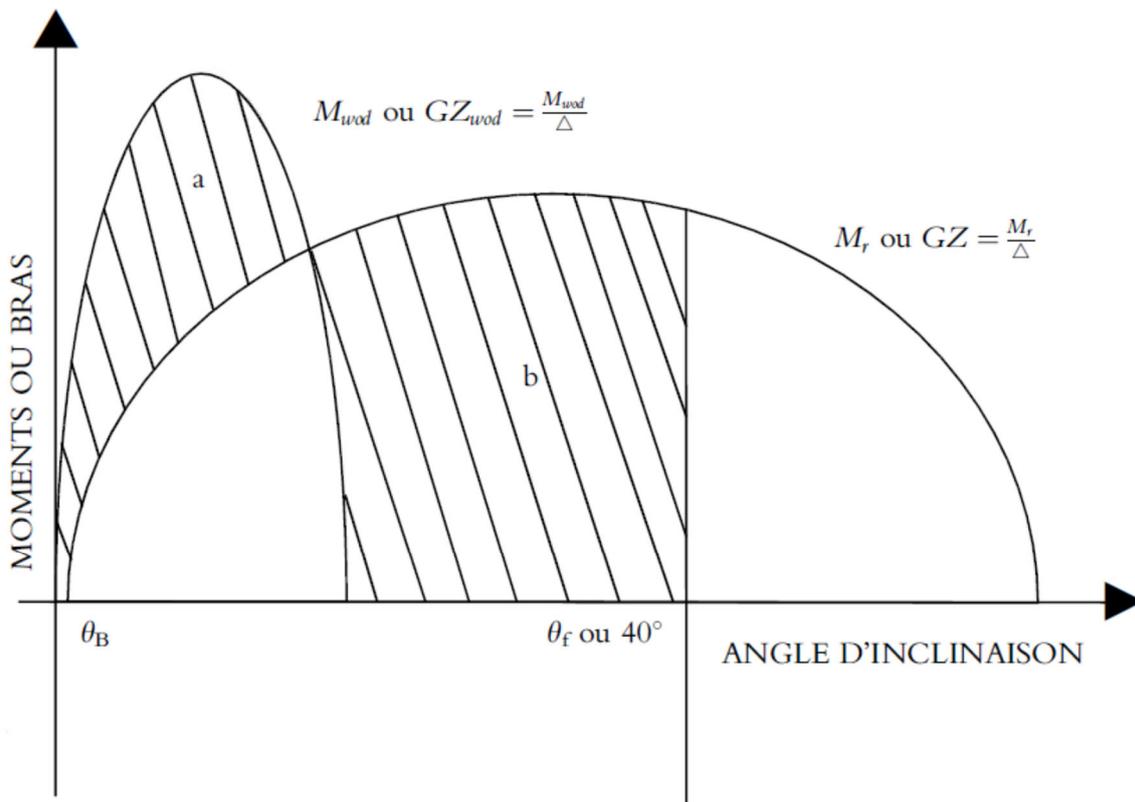


Figure 1

Annexe 4 : Courbe de stabilité du cas de chargement retour pêche

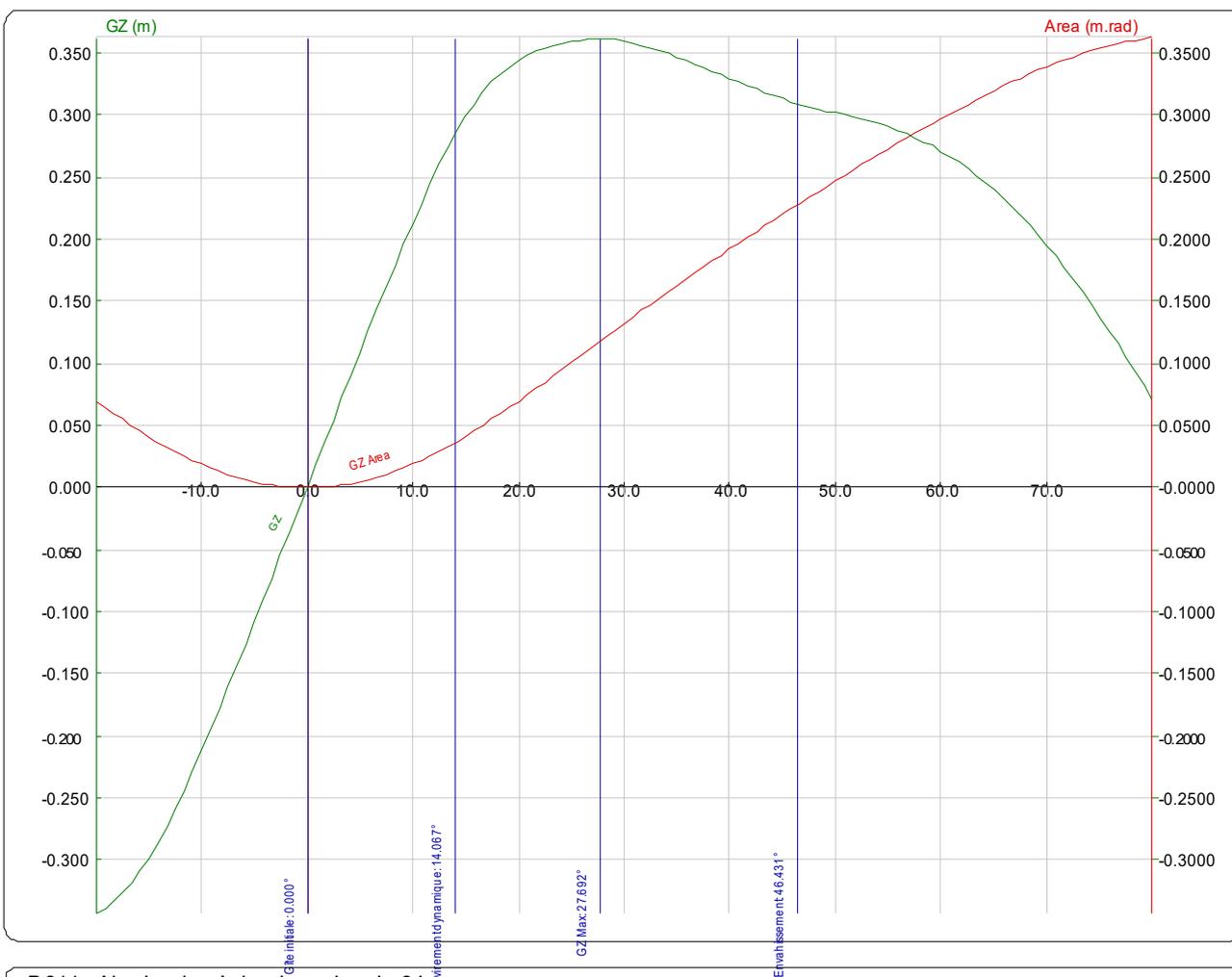
StabilityForms NewProject / Cas de chargement Retour, Loading Condition: Current Load
 Variable / Real FSM, Heel on PS, KPoint @0.000 m, Water Density 1.0250, Length in m, Weights in t
 No Lost Buoyancy
 No Added Water

Hydrostatic Data @ Equilibrium

Heel°	0.000	GMT	1.279	GMTC	1.255	FSMT	4.76
HAP	2.786	GML	21.577	GMLC	21.353	FSML	43.01
HFP	1.808	KMT	4.090	BMT	2.615	OGT	0.506
HMP	2.297	KML	24.366	BML	22.912	OGL	0.705
Trim	0.978	FBMin	0.731	TOA	3.467	OG	0.481

Weight Data @ 0° (KMT0 = 4.090):

	Total Cor:	Total:	Solid:	Liquid:
Wght	191.89	191.89	187.80	4.089
LCG	10.038	10.037	9.925	15.216
TCG	0.000	0.000	0.000	0.000
VCG	2.835	2.811	2.861	1.652



D211 - Navire de pêche de moins de 24 m

226-2.05 Distance verticale de sécurité : Franc-bord résiduel = 0.731 > 0.400

211-2.03 Critères de stabilité :

- | | |
|--|---|
| - 8.3.1. Enfléchissement @ 46.431° > 40.000° | - 8.3.2. Chavirement statique @ 80.000° > 60.000° |
| - 8.3.3. [eq, 40]Area = 0.1921 > 0.1000 | - 8.3.4. GZ Max = 0.361 GZ 30° = 0.359 > 0.250 |
| - 8.3.5. GZ Max @ 27.692° > 25.000° | - 8.3.6. GM = 1.255 > 0.450 |
| - 8.3.7. Calcul du vent non réalisé | |

Stability Forms New Project / Cas de chargement Retour, Loading Condition: Current Load
Variable / Real FSM, Heel on PS, K Point at: 0.000 m, Water Density: 1.0250, Length in m, Weights in t

Status:	Heel:	AP Draft:	FP Draft:	TCB:	VCB:	LCB:	KN:	MS:	GZ:	Area:
	-30.000	2.841	1.697	-1.061	1.726	9.967	-1.782	0.280	-0.359	0.1317
	-27.500	2.813	1.724	-1.005	1.696	9.969	-1.675	0.230	-0.361	0.1160
	-25.000	2.791	1.745	-0.946	1.667	9.971	-1.562	0.182	-0.359	0.1003
	-22.500	2.774	1.762	-0.884	1.639	9.972	-1.444	0.136	-0.354	0.0847
	-20.000	2.763	1.775	-0.815	1.613	9.973	-1.318	0.094	-0.344	0.0695
	-17.500	2.759	1.785	-0.740	1.587	9.974	-1.183	0.058	-0.326	0.0549
	-15.000	2.761	1.793	-0.654	1.562	9.974	-1.036	0.032	-0.299	0.0413
	-12.500	2.770	1.797	-0.556	1.538	9.974	-0.875	0.017	-0.260	0.0291
	-10.000	2.780	1.800	-0.449	1.517	9.974	-0.706	0.010	-0.212	0.0188
	-7.500	2.784	1.802	-0.339	1.500	9.975	-0.532	0.006	-0.161	0.0106
	-5.000	2.786	1.805	-0.227	1.488	9.975	-0.356	0.003	-0.109	0.0048
	-2.500	2.786	1.807	-0.114	1.480	9.976	-0.178	0.001	-0.055	0.0012
	0.000	2.786	1.808	0.000	1.478	9.976	0.000	0.000	0.000	-0.0000
Gîte initiale	0.000	2.786	1.808	0.000	1.478	9.976	0.000	0.000	0.000	0.0000
	2.500	2.786	1.807	0.114	1.480	9.976	0.178	-0.001	0.055	0.0012
	5.000	2.786	1.805	0.227	1.488	9.975	0.356	-0.003	0.109	0.0048
	7.500	2.784	1.802	0.339	1.500	9.975	0.532	-0.006	0.161	0.0106
	10.000	2.780	1.800	0.449	1.517	9.974	0.706	-0.010	0.212	0.0188
	12.500	2.770	1.797	0.556	1.538	9.974	0.875	-0.017	0.260	0.0291
Chavirement dynamique	14.067	2.764	1.795	0.617	1.553	9.974	0.976	-0.027	0.284	0.0367
	15.000	2.761	1.793	0.654	1.562	9.974	1.036	-0.032	0.299	0.0413
	17.500	2.759	1.785	0.740	1.587	9.974	1.183	-0.058	0.326	0.0549
	20.000	2.763	1.775	0.815	1.613	9.973	1.318	-0.094	0.344	0.0695
	22.500	2.774	1.762	0.884	1.639	9.972	1.444	-0.136	0.354	0.0847
	25.000	2.790	1.745	0.946	1.667	9.971	1.562	-0.182	0.359	0.1003
	27.500	2.813	1.724	1.005	1.696	9.970	1.675	-0.230	0.361	0.1160
GZ Max	27.692	2.815	1.722	1.010	1.698	9.969	1.683	-0.234	0.361	0.1172
	30.000	2.841	1.697	1.061	1.726	9.967	1.782	-0.280	0.359	0.1317
	32.500	2.873	1.661	1.112	1.757	9.964	1.882	-0.333	0.354	0.1473
	35.000	2.910	1.617	1.160	1.789	9.961	1.977	-0.387	0.347	0.1626
	37.500	2.950	1.563	1.206	1.824	9.957	2.067	-0.441	0.338	0.1775
	40.000	2.996	1.497	1.251	1.860	9.953	2.154	-0.493	0.329	0.1921
	42.500	3.047	1.418	1.295	1.899	9.948	2.238	-0.544	0.321	0.2062
	45.000	3.106	1.323	1.339	1.941	9.942	2.319	-0.592	0.313	0.2201
Envahissement	46.431	3.144	1.258	1.363	1.967	9.939	2.364	-0.618	0.309	0.2278
	47.500	3.173	1.209	1.382	1.986	9.936	2.398	-0.637	0.306	0.2336
	50.000	3.249	1.075	1.424	2.035	9.930	2.474	-0.679	0.301	0.2468
	52.500	3.339	0.916	1.465	2.087	9.923	2.547	-0.718	0.297	0.2599
	55.000	3.446	0.729	1.503	2.139	9.915	2.614	-0.757	0.291	0.2727
	57.500	3.574	0.510	1.537	2.192	9.907	2.675	-0.797	0.282	0.2852
	60.000	3.727	0.251	1.568	2.245	9.899	2.728	-0.837	0.271	0.2973
	62.500	3.916	-0.062	1.596	2.296	9.890	2.774	-0.878	0.257	0.3088
	65.000	4.152	-0.444	1.620	2.347	9.880	2.812	-0.920	0.240	0.3196
	67.500	4.453	-0.923	1.641	2.396	9.870	2.841	-0.963	0.219	0.3296
	70.000	4.842	-1.536	1.658	2.443	9.859	2.862	-1.007	0.195	0.3386
	72.500	5.357	-2.340	1.672	2.487	9.848	2.875	-1.053	0.168	0.3465
	75.000	6.056	-3.427	1.683	2.530	9.836	2.879	-1.099	0.137	0.3532
	77.500	7.045	-4.960	1.691	2.571	9.824	2.876	-1.144	0.105	0.3585
	80.000	8.534	-7.267	1.698	2.610	9.812	2.865	-1.189	0.071	0.3623

Annexe 5 : Textes réglementaires

ANNEXE 211-1.A.3.

CAPACITE DE REDRESSEMENT PAR VENT FORT ET MER FORTE DES PETITS NAVIRES

(navires à passagers de jauge brute inférieure à 500 et navires de charge et de pêche de longueur LR inférieure à 24 mètres)

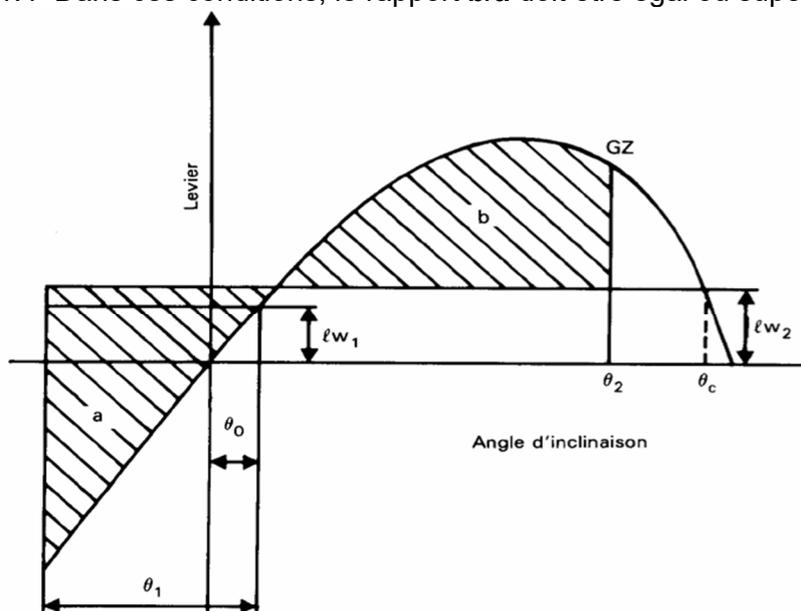
1. L'aptitude du navire à résister aux effets combinés du vent de travers et du roulis doit être démontrée comme suit pour le cas de chargement le plus défavorable :

1.1 Le navire est soumis à la pression d'un vent continu qui s'exerce perpendiculairement à l'axe du navire et qui se traduit par un bras de levier d'inclinaison dû à un vent continu (lw_1)

1.2 On suppose qu'à partir de l'angle d'équilibre (θ_0) qui en résulte, le navire roule au vent en formant un angle égal à (θ_1) par suite de l'action de la houle.

1.3 Le navire est ensuite soumis à la pression de rafales de vent qui se traduit par un bras de levier d'inclinaison dû à des rafales de vent (lw_2).

1.4 Dans ces conditions, le rapport b/a doit être égal ou supérieur à 1.



Les angles de la figure ci-dessus sont définis comme suit :

- θ_0 = angle d'inclinaison dû à un vent continu ;
- θ_1 = angle de roulis au vent dû à l'action de la houle ;
- θ_2 = plus petit des angles θ_f , θ_c ou 50° où :
 - θ_f = angle de début d'envahissement ;
 - θ_c = angle de la deuxième intersection entre les courbes du bras de levier d'inclinaison dû au vent lw_2 et de la courbe des GZ.

2. Les bras de levier d'inclinaison dus au vent lw_1 et lw_2 visés aux paragraphes 1.1 et 1.3 sont des constantes à tous les angles d'inclinaison et doivent être calculés au moyen des formules suivantes :

$$lw_1 = P.A.Z / 1000 \text{ g. } \Delta \quad (\text{m}) \quad \text{et} \quad lw_2 = 1,5 \cdot lw_1 \text{ (m)}$$

dans lesquelles :

P = pression due au vent à déterminer par interpolation linéaire entre les valeurs données dans le tableau 1 ci-dessous (Pa) ;

Tableau 1

h (m)	1	2	3	4	5	6 et +
P (Pa)	316	386	429	460	485	504

- A = aire latérale projetée de la cargaison en pontée et de la partie du navire située au-dessus de la flottaison (m²) ;
 Z = distance verticale depuis le centre de A jusqu'au centre de l'aire latérale du navire située sous l'eau ou approximativement jusqu'à un point situé à la moitié du tirant d'eau (m) ;
 h = distance verticale depuis le centre de l'aire latérale projetée du navire située au-dessus de la flottaison jusqu'à la flottaison (m) ;
 Δ = déplacement (t) ;
 g = accélération de la pesanteur (9,81 m/s²).

3. L'angle de roulis θ_1 visé au paragraphe 1.2 doit être calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\theta_1 = 109 \cdot k \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot \sqrt{r \cdot s} \quad (\text{degrés})$$

dans laquelle :

k = coefficient déterminé comme suit :

k = 1,0 pour un navire à bouchains arrondis qui n'a pas de quille de roulis ni de quille massive ;

k = 0,7 pour un navire à bouchains vifs ;

k = comme indiqué dans le tableau 4 pour un navire ayant des quilles de roulis, une quille massive ou les deux.

X₁ = coefficient tiré du tableau 2 ;

X₂ = coefficient tiré du tableau 3 ;

r = $0,73 \pm (0,6 \text{ OG} / d)$.

dans cette formule :

OG = distance entre le centre de gravité et la flottaison (m)

{ + si le centre de gravité est au-dessus de la flottaison,
 - s'il est en dessous.

d = tirant d'eau moyen sur quille (m)

s = coefficient tiré du tableau 5.

L'angle de roulis des navires pourvus de dispositifs antiroulis autres que les quilles de roulis doit être calculé sans tenir compte du fonctionnement de ces dispositifs.

Tableau 2	
B / d	X ₁
≤ 2,4	1,0
2,5	0,98
2,6	0,96
2,7	0,95
2,8	0,93
2,9	0,91
3,0	0,90
3,1	0,88
3,2	0,86
3,3	0,84
3,4	0,82
≥ 3,5	0,80

Tableau 3	
C _b	X ₂
≤ 0,45	0,75
0,50	0,82
0,55	0,89
0,60	0,95
0,65	0,97
≥ 0,70	1,0

Tableau 4	
$\frac{100 \cdot A_k}{L \cdot B}$	k
0	1,00
1,0	0,98
1,5	0,95
2,0	0,88
2,5	0,79
3,0	0,74
3,5	0,72
≥ 4,0	0,70

Tableau 5	
T	s
≤ 6	0,100
7	0,098
8	0,093
12	0,065
14	0,053
16	0,044
18	0,038
≥ 20	0,035

Les valeurs intermédiaires des tableaux 2 à 5 doivent être obtenues par interpolation linéaire.

Les symboles utilisés dans les tableaux ci-dessus sont définis comme suit :

L = longueur du navire (m) ;

B = largeur du navire hors membres (m) ;

d = tirant d'eau moyen sur quille du navire (m) ;

C_b = coefficient de remplissage ;

A_k = surface totale des quilles de roulis ou sur face de la projection latérale de la quille massive, ou somme de ces surfaces (m²) ;

T = période du roulis (s), calculée au moyen de la formule suivante : $T = \frac{2(C \cdot B)}{\sqrt{GM}}$
 dans laquelle :

C = coefficient de roulis = $0,373 + 0,023 (B / d) - 0,043 (L / 100)$;

GM = distance métacentrique corrigée pour tenir compte de l'effet des carènes liquides (m).

ANNEXE 211-2.A.3
INFLUENCE DES EQUIPEMENTS SPECIFIQUES DE PECHE
(navires de longueur inférieure à 24 mètres)

1. Le bras de levier inclinant B_t est calculé, dans le cas de chargement le plus défavorable, à l'aide de la formule⁽⁴⁾ :

$$B_t = 0,42 l w_2 + (M_e / \Delta)$$

dans laquelle :

$l w_2$ est le bras de levier d'inclinaison dû à des rafales de vent calculé suivant l'annexe 211-1.A.3 ;

M_e est donné par la formule⁽⁵⁾ :

$$M_e = F (d + 0,15 h)$$

dans laquelle :

F = force nominale de traction du matériel de pêche au diamètre moyen d'enroulement, mesurée au point fixe ou calculée (t) ;

d = distance horizontale du point d'application de la traction à l'axe du navire (m) ;

h = distance verticale du point d'application au centre de gravité du navire (m) ;

Δ = déplacement du navire (t).

B_t , bras de levier inclinant, sera utilisé de la même façon que $l w_2$ au paragraphe 1.4 de l'annexe 211-1.A.3.

2. Influence d'une croche passagère.

2.1. Traction sur une seule fune : la gîte ne doit pas dépasser 20° pour une traction égale à la force de calage du treuil au diamètre moyen d'enroulement en tonnes mesurée au point fixe ou calculée.

2.2. Traction simultanée sur les deux funes : la réduction de hauteur métacentrique due à la traction verticale exercée sur les deux funes ne doit pas être supérieure à la hauteur métacentrique GM du cas de chargement considéré.

3. Mesures particulières applicables aux chalutiers munis de portique.

Pour chaque cas de chargement et en supposant la pontée répartie entre le pont et le point de suspension au portique (boucle d'oreille).

Soit 3/4 sur le pont et 1/4 au portique dans les cas de chargement conventionnels.

Soit selon les déclarations de l'armateur dans les cas de chargement.

Les critères suivants doivent être satisfaits :

3.1. Le bras de levier de redressement doit atteindre une valeur égale ou supérieure à 0,20 mètre pour un angle d'inclinaison égal ou supérieur à 30°.

3.2. La hauteur métacentrique initiale ne doit pas être inférieure à 0,45 m.

⁽⁴⁾ La formule adoptée correspond à une rafale de 40 nœuds à l'altitude de 6 mètres.

⁽⁵⁾ Le facteur de 0,15 introduit une correction moyenne de l'influence de la position en hauteur du point d'application de la traction sur la stabilité.