

**CONCOURS D'ACCÈS AU CORPS DE PROFESSEURS DE LYCÉE PROFESSIONNEL
AGRICOLE**

Concours : **EXTERNE**

Section : **MARITIME**

Option : **NAVIGATION ET TECHNIQUE DU NAVIRE**

SESSION 2025

ÉPREUVE ÉCRITE D'ADMISSIBILITÉ

(Coefficient : 4 – Durée : 5 heures)

Matériel(s) et documents(s) autorisé(s) :

- aucun document n'est autorisé ;
- les calculatrices suivantes sont autorisées :
 - calculatrice non programmable sans mémoire alphanumérique (type collègue) ;
 - calculatrice avec mode examen actif.

Ce sujet comporte **14 pages** y compris celle-ci.

Vérifiez que l'exemplaire qui vous a été remis est complet. Si ce n'est pas le cas, signalez-le aussitôt.

Le sujet est à traiter à partir de vos connaissances, de votre expérience professionnelle et des documents joints.

La clarté de la rédaction et la précision des raisonnements et des argumentations seront prises en compte dans l'appréciation de la copie.

Les six questions indépendantes sont à traiter sur la base de l'évènement de mer du « *LE SOLÉAL* » survenu le 20 septembre 2013. Une partie des données de cet évènement sont extraites du rapport d'enquête du BEA mer publié en août 2014.

Annexe 1 : Informations et chronologie sur l'évènement de mer.

Annexe 2 : Cartes utilisées.

Annexe 3 : Données hydrostatiques.

Annexe 4 : Courbe de déviation du compas.

Annexe 5 : Éphémérides nautiques.

1^{re} QUESTION

Réaliser une analyse argumentée de l'échouement du « *LE SOLEAL* », en mentionnant notamment les événements déterminants et les facteurs contributifs de l'accident, en les répertoriant en différentes catégories (naturel, matériel, humain, ...) et en mentionnant les actions qui auraient dû être réalisées par l'équipe de navigation lors de la préparation et la conduite de la navigation, en utilisant le matériel présent à bord du « *LE SOLÉAL* ».

2^e QUESTION

1. Calculer la distance loxodromique entre les points 1 et 3.
2. À partir du point 3 sur la carte 2 le navire fait une route vraie (R_V) au 255° (carte 4). Une dérive de 2° porte le navire vers le nord. Calculer le cap magnétique (C_M) à suivre en utilisant les informations portées sur la carte 4 et l'annexe 4.

3^e QUESTION

Dans l'annexe 1, on peut lire dans la chronologie de l'évènement : « Le lieutenant de quart suit la navigation, positions radar sur l'échelle 0,75 mille, indications du sondeur cohérentes, alarme visuelle calée sur les fonds de 25 mètres ».

1. En vous basant sur une description synthétique du fonctionnement des sondeurs, expliquer les données indiquées par le sondeur dans la phrase précédente.

2. En vous basant sur une description synthétique du fonctionnement des radars, préciser les réglages à réaliser pour exploiter judicieusement le radar à l'échelle 0,75 mille.

4° QUESTION

1. Déterminer le coefficient de remplissage de la carène ou coefficient de finesse : (Block coefficient : C_b ou δ) du navire au départ du mouillage de Lorino afin de déterminer la valeur approximative du squat par la formule suivante : $Squat = \frac{C_b \times V_N^2}{100}$ en estuaire. Il atteint deux fois cette valeur dans un chenal. (V_N = Vitesse du navire en Nœuds)
2. Expliquer l'effet du squat et déterminer sa valeur avant l'échouement du navire.
3. Le « *LE SOLÉAL* » a un tirant d'eau moyen correspondant à la marque de franc bord hiver, déterminer son tirant d'eau à la marque été et son déplacement correspondant pour une eau de densité 1,027.
4. Calculer la position du centre de gravité à partir de la perpendiculaire arrière au départ de Lorino.
5. Le navire consomme 1 t de combustible par heure. Les soutes sont situées au niveau du centre de flottaison (X_F). Déterminer le déplacement du navire au moment de l'échouement pour eau de densité 1,025 et en déduire la réaction du fond sur la coque.
6. Analyser les opérations de déséchouement réalisés par le « *LE SOLÉAL* ». Établir les mesures immédiates à prendre lors de l'échouement

5° QUESTION

1. Présenter un plan détaillé du rapport de mer depuis le mouillage du « *LE SOLÉAL* » à partir de son appareillage de Lorino en vous appuyant sur vos réponses aux précédentes questions.
2. Rédiger l'introduction et la conclusion de ce rapport de mer.

6° QUESTION

Le prochain voyage du « *LE SOLÉAL* » entre Tokyo et Los Angeles, du point $35^\circ 41' N$, $139^\circ 40' E$ au point $34^\circ 00' N$, $118^\circ 29' W$, doit se faire par une route orthodromique.

1. Calculer la distance orthodromique
2. Calculer la route fond orthodromique initiale
3. Présenter les avantages et les inconvénients de la pratique de l'orthodromie.

Annexe 1 : Informations et chronologie sur l'événement de mer.

Échouement du paquebot de croisière « LE SOLÉAL le 20 septembre 2013 à l'entrée de la baie de Penkigney (Sibérie orientale - Fédération de Russie).

1. Circonstances de l'évènement de mer

Parti du Groenland, *LE SOLÉAL* a été le premier navire à passagers à emprunter la route du nord-ouest par les chenaux de l'archipel canadien. Après avoir fait escale dans le nord-est de la Sibérie orientale, il entreprend une navigation le long des côtes de la région de Tchoukotka. Le 18 septembre il mouille devant le village de **Lorino** d'où il est reparti le 19 vers la baie de Penkigney. Il y a 138 passagers à bord.

Tirant d'eau avant (T_{AV}) = 4,60 m et Tirant d'eau (T_{AR}) = 4,90 m.

2. Informations concernant l'incident

Position (GPS - rapport de mer) : 64°49',60 Nord - 172°46',83 Ouest.

L'échouement s'est produit à 07h07, heure bord, sur la partie avant de la coque, il a été sans conséquences pour les personnes, les biens et l'environnement.

Tirants d'eau après l'échouement : T_{AV} bâbord = 3,05 m, T_{AV} tribord = 3,55 m,
 T_{AR} bâbord = 4,20 m, T_{AR} tribord = 6,00 m.

Le fond irrégulier est meuble, constitué de sable et de galets ronds. Le navire est échoué avec une gîte de 6,8° sur tribord.

3. Contexte

Les marées : Bien que non vérifiées par un organisme habilité, les prédictions d'un site internet donnent aux pêcheurs les renseignements relatifs aux marées sur de nombreuses zones de la côte extrême-orientale de Sibérie.

Pour Alera Bay / Penkigney Bay :

Vendredi 20 septembre *Heure lever du soleil : 05h 22 min et coucher : 21 h 23 min*

BM	01 h 25 (heure bord)	0,0 m	102	07h07 échouement
PM	07 h 50	0,4 m		
BM	13 h 45	0,0 m	99	
PM	20 h 05	0,4 m		

Samedi 21 septembre

BM	02 h 00	0,0 m	95
PM	08 h 25	0,4 m	
BM	14 h 20	0,0 m	90
PM	20 h 40	0,3 m	

Le navire s'est échoué peu avant une pleine mer de vive eau et s'est déséchoué deux heures après une basse mer de coefficient diminuant. La marée, avec de surcroît un faible marnage, n'a donc pas eu une incidence déterminante sur les événements. D'autant de ces informations, qui

auraient été considérées comme sujettes à caution par des agents commerciaux russes se trouvant à bord, l'équipage avait établi des marques sur l'île pour apprécier les fluctuations de la marée. Le marnage ainsi observé aurait été de 0,5 à 0,6 mètres.

À noter qu'une vue satellite de la baie suggère, par transparence, l'emplacement des hauts fonds (cf. carte 5).

4. Le « LE SOLÉAL »

- **Les caractéristiques du navire**

LE SOLÉAL a été construit en 2013 aux Fincantieri Cantieri Navali de Trieste.



Longueur hors-tout	142,10 m
Largeur hors-tout	20,00 m
Franc-bord été	1805 mm
Propulsion	2 Diesel-électrique de 2300 kW
Puissance administrative	17400 kW
Hélices	Deux à pales fixes
Vitesse d'exploitation	16 nœuds
Compartimentage	7 ponts et 17 compartiments étanches

– Un propulseur d'étrave complète les possibilités de manœuvre, ainsi qu'un système de positionnement dynamique.

– Par ailleurs, le navire est doté d'un sonar d'une portée maximale de 300 mètres, mais il génère de nombreux « faux échos » et n'est pas utilisé pour la glace. Il est utilisé pour le lever de doute, en approche à très faible vitesse (2 nœuds).

– 1ère cote du Bureau Veritas avec la marque Ice class 1C (conditions de glace légères - épaisseur de la glace jusqu'à 0,4 m).

– La capacité maximale en passagers est de 264 personnes.

- **L'équipage**

L'équipage se compose de 150 personnes dont 1 chef d'expédition et 10 naturalistes.

Équipe passerelle au moment de l'incident :

- Capitaine, âgé de 51 ans, de nationalité française. C1NM et certificats STCW réglementaires. Officier expérimenté en matière de navigation dans les zones de glace et comme formateur pour les zones polaires. A effectué 9 saisons en zones polaires.
- Lieutenant de quart, âgé de 26 ans, de nationalité française. Titre de chef de quart illimité et certificats STCW réglementaires. Navigue dans la fonction d'officier à la Compagnie du Ponant depuis février 2012.
- Timonier de quart (élève officier), âgé de 21 ans, de nationalité française, titulaire du diplôme d'élève officier 1ère classe et des certificats STCW réglementaires. Effectue son premier embarquement pour la compagnie.
- Le quart en machine est permanent.

5. Chronologie des événements

Le 19 septembre à 22 h 30 min, appareillage de **Lorino (point 1 : 65° 26' N, 171°41' W)**.

Météo et courant : vent est nord-est, mer belle, bonne visibilité (lumière du jour dès 06 h 00). Courant côtier de 1,5 nœuds portant vers l'ouest. La priorité est donnée au routage météo avec, depuis 2013, retour d'informations vers Météo France et la NOAA. Route au Sud jusqu'au point tournant situé au **point 2 : 64° 56' N, 171° 41' W**

Le 20 septembre à 06 h00 min, dans le 191° du cap Neegchan à 1 mille, route au 241° (**point 3 : 64°50 N, 171° 41 W**). Les 4 moteurs de barre sont en service. Suivant les instructions, le lieutenant de quart appelle le commandant ; le temps étant beau, celui-ci dit de continuer à suivre la route littorale pour aller chercher la passe nord d'entrée dans la baie de Penkigney, celle se trouvant entre le cap Naskonokytrykyr et l'île Achinkinkan.

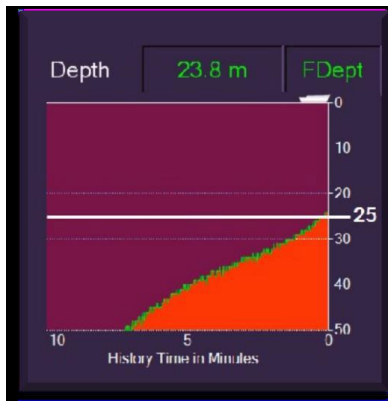
À 06 h 40 min, dans le 176° du cap Ngel'vkytryn à 1 mille. Commandant sur la passerelle.

À 06 h 50 min, route au 250° pour passer au nord de l'île Achinkinkan. Vitesse : 9,5 nœuds.

À 06 h 52 min, route au 255°.

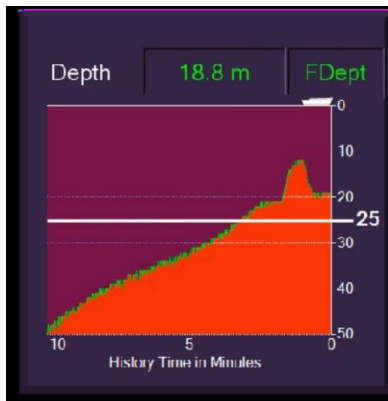
À 06 h 55 min, à l'entrée de la passe. Le lieutenant de quart suit la navigation, positions radar sur l'échelle 0,75 mille, indications du sondeur cohérentes, alarme visuelle calée sur les fonds de 25 mètres. Le timonier est à la barre et le commandant veille au sabord central. Cap au 260° sur le milieu de la passe. Index parallèle (distance de sécurité) réglé à 0,16 mille de la pointe de l'île. De 06 h 55 min à 07 h 03 min, routes évoluant du 256° au 260°, la vitesse est réduite de 9,3 à 6,8 nœuds.

Peu avant 07 h 00 min, arrivée en passerelle de plusieurs naturalistes du bord.



À 07 h 01 min 30 s, la sonde passe à 25 mètres, sans alarme sonore continue ni commentaire (audibles) malgré la coloration en rouge et un bip.

À 07 h 02 min 30 s, sonde à 20 mètres.



À 07 h 03 min 33 s, le fond remonte brutalement pour atteindre un pic à 12 mètres. Presque immédiatement, à plusieurs reprises, commentaire du commandant et du lieutenant : « 14 mètres, ...17 mètres ».

À 07 h 04 min 30 s, le fond redescend à 18,8 mètres et s'établit à 21 mètres pendant 3 minutes.



À 07 h 06 min 50 s, le navire sortant du passage, le commandant donne l'ordre de barre 5° à droite.

À 07 h 07 min 25 s, le commandant donne l'ordre d'augmenter la vitesse.

À 07 h 07 min 35 s, remontée brutale des fonds. Échouement. Barre 10° à gauche 6,8 nœuds (cf. Carte corrigée CIP en Annexe C4).

À 07 h 07 min 45 s, ordre aux personnes ne faisant pas partie de l'équipe de quart de quitter la passerelle.

À 07 h 08 min 30 s, ordre de fermer les portes étanches.

À 07 h 09 min 19 s, ordre de démarrer un 3ème groupe. La gîte est de 6,8° sur tribord.

À 07 h 10 min 43 s, ordre de déballastage des capacités avant.

À 07 h 17 min , annonce de la situation aux passagers.

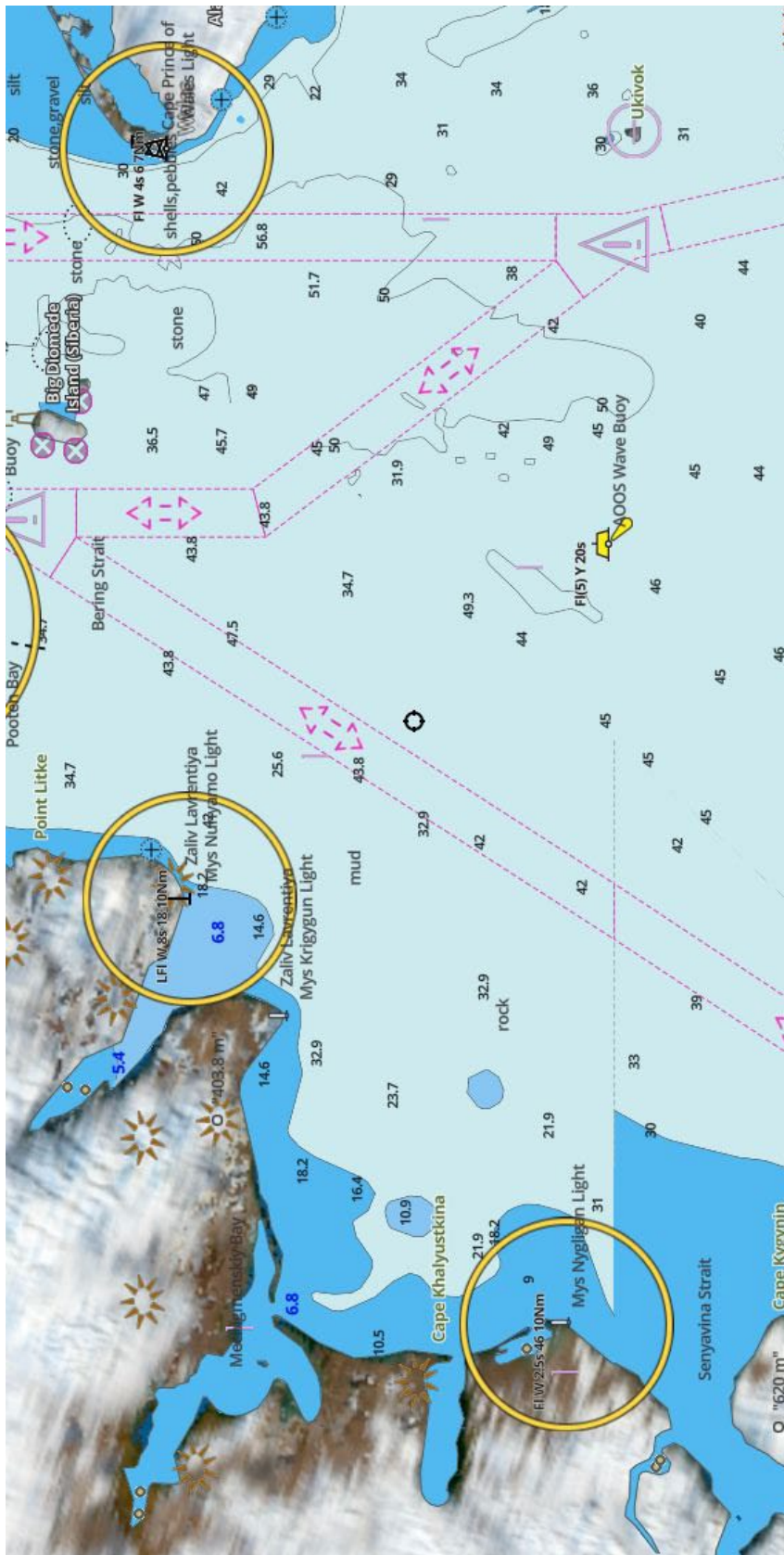
Le 21 septembre,

À 11 h 30 min, sauvegarde des données VDR.

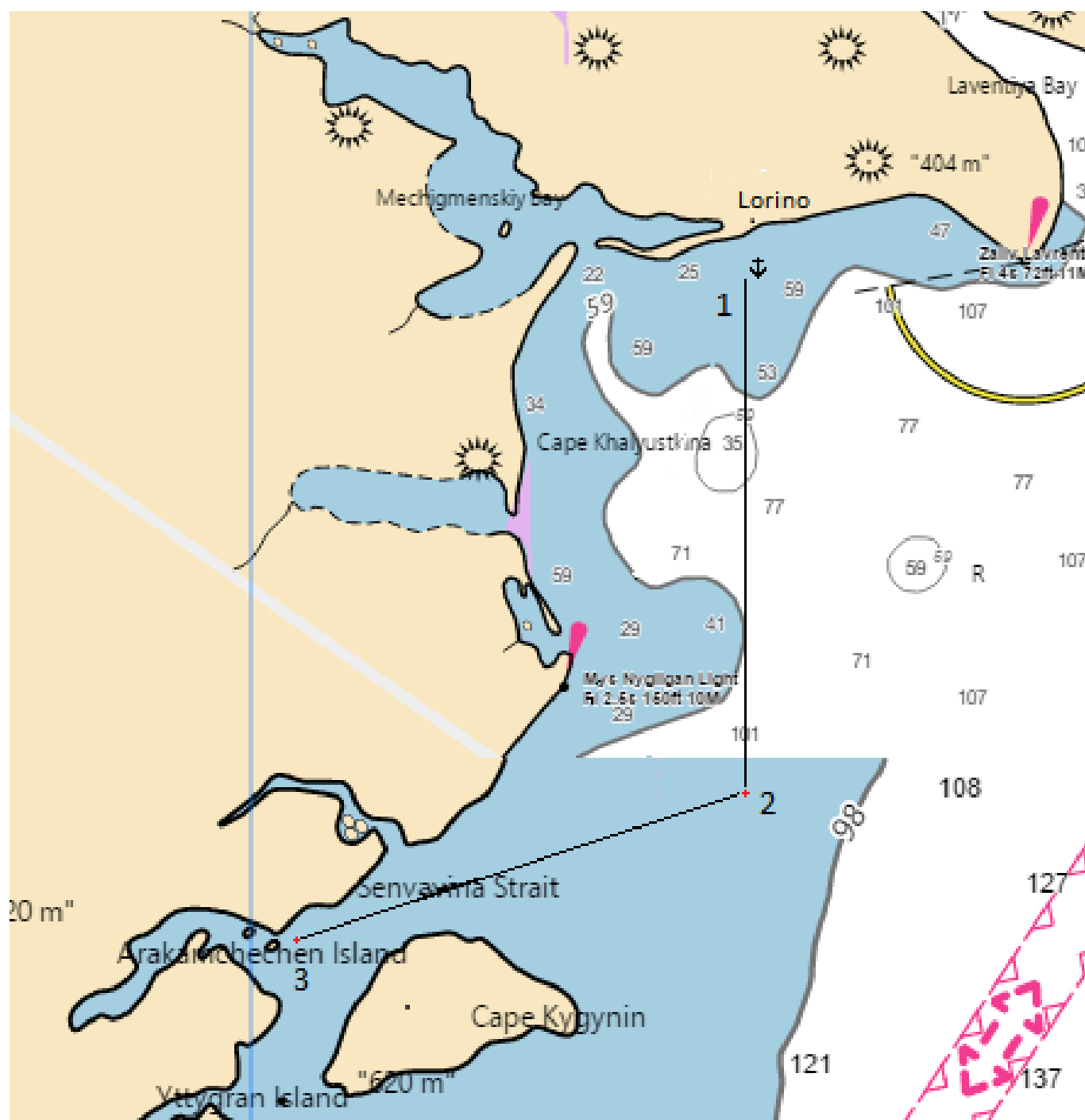
Une fois remis à flot et après avoir récupéré ses ancres, le navire fait le tour de l'île par l'ouest pour remonter vers la baie de Penkigney.

Annexe 2 : Les cartes

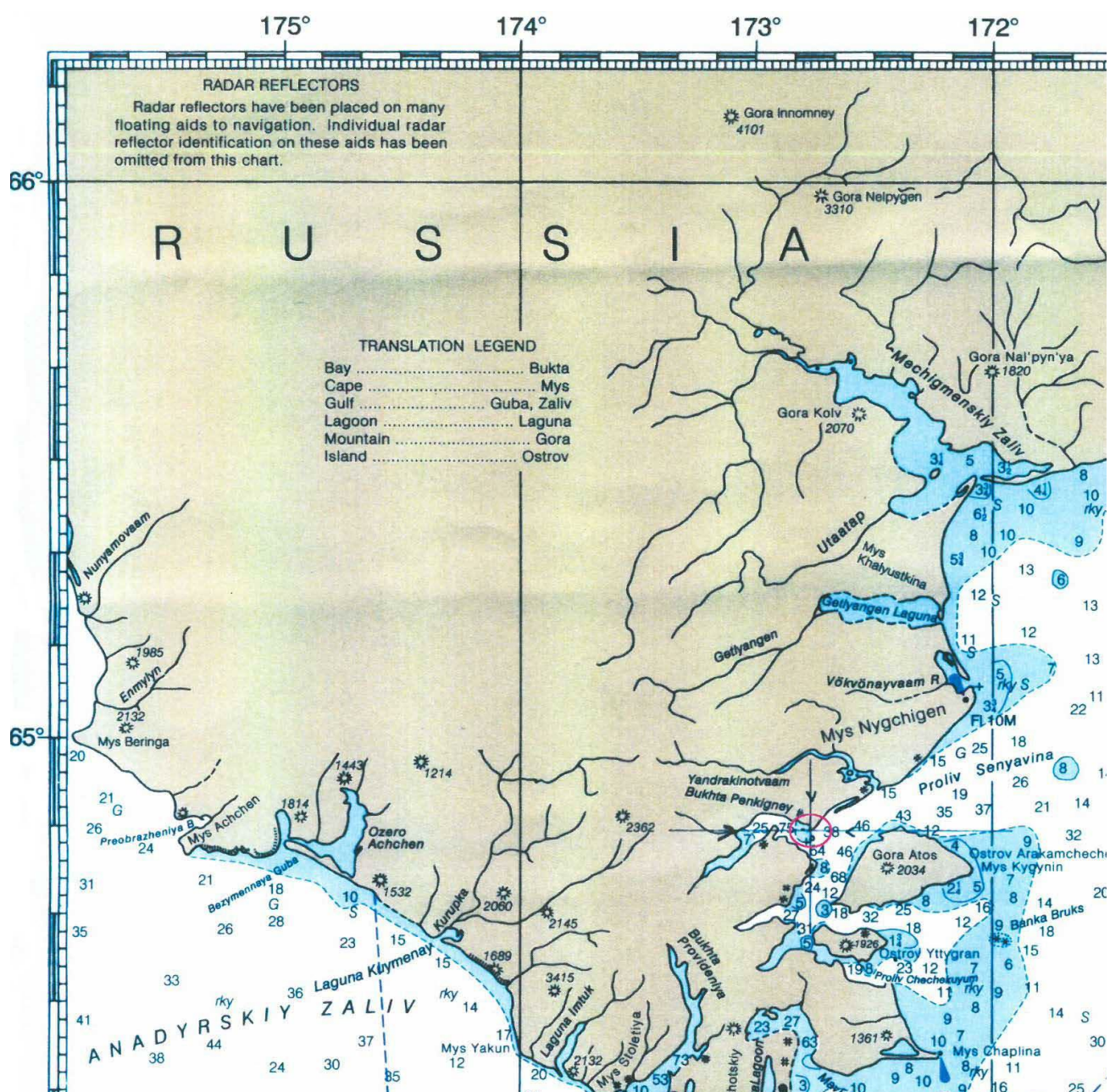
Carte 1



Carte 2

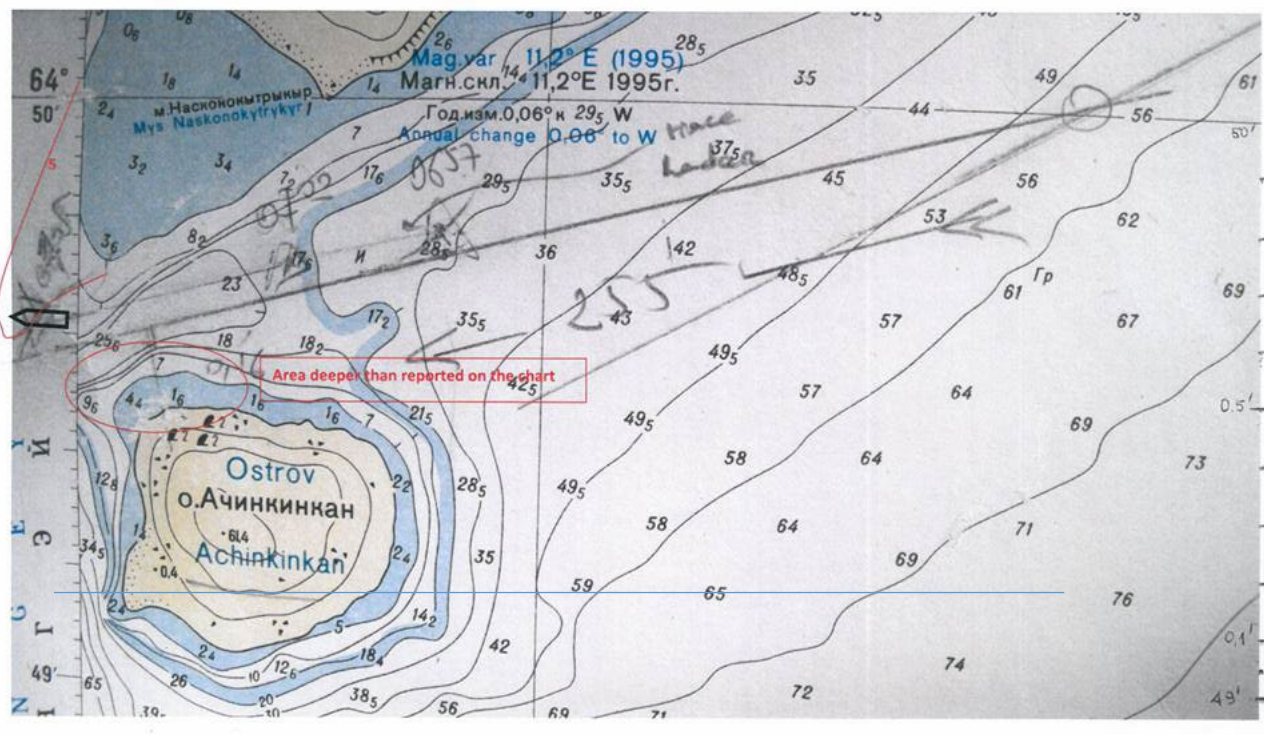


Carte 3



Carte 4

RUSSIAN CHART 69290 – CORRECTED BY M/V LE SOLEAL – 5 MTRS ISOBATHE – 20/09/2013



Carte 5

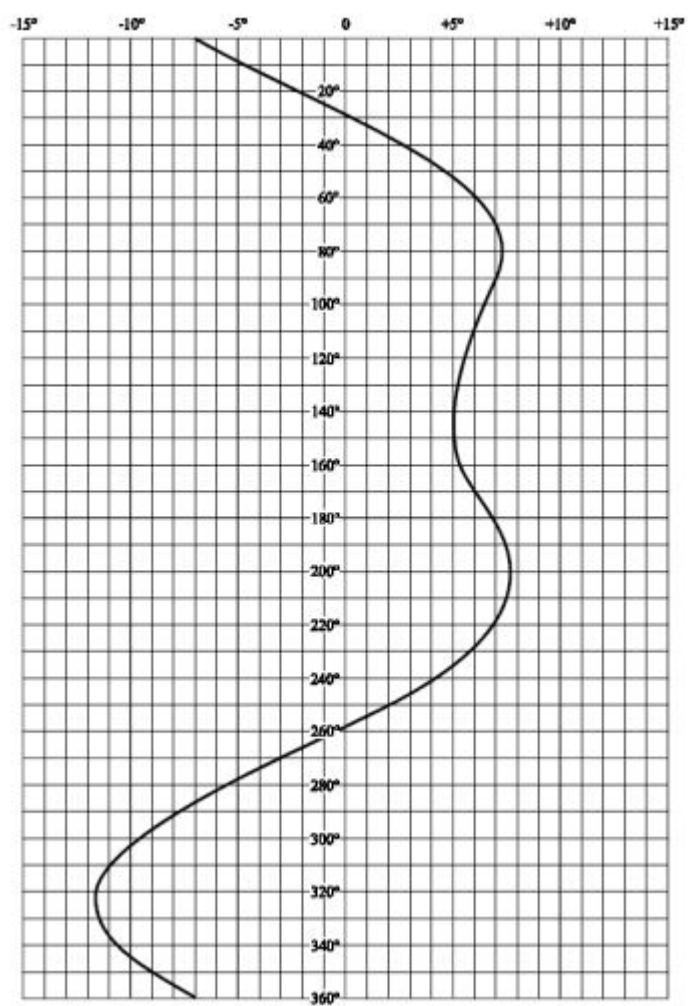


Annexe 3 : La table hydrostatique

SPEC. GRAVITY OF SEA W. = 1,025 t/m³
 TRIM = 0 (EVEN KEEL)
 KEEL THICKNESS = 0 mm

T	V	P	Xc	Zc	Zm	ZM	Xf	MCT	TPC
m	t	t	m	m	m	m	m	t/m	t/cm
4,30	9062,63	9289,20	-3,19	2,30	12,10	298,81	-4,73	19421,8	25,41
4,35	9186,85	9416,52	-3,21	2,32	12,00	297,31	-4,84	19586,5	25,50
4,40	9311,58	9544,37	-3,23	2,35	12,00	295,90	-4,96	19755,5	25,60
4,45	9436,76	9672,68	-3,25	2,38	11,90	294,60	-5,08	19930,4	25,70
4,50	9562,39	9801,45	-3,28	2,41	11,90	293,41	-5,20	20111,7	25,80
4,55	9688,50	9930,71	-3,30	2,43	11,80	292,34	-5,32	20300,3	25,91
4,60	9815,11	10060,49	-3,33	2,46	11,80	291,41	-5,45	20497,5	26,02
4,65	9942,23	10190,79	-3,36	2,49	11,80	290,63	-0,59	20704,6	26,13
4,70	10069,91	10321,66	-3,39	2,52	11,79	290,00	-5,72	20922,7	26,25
4,75	10198,16	10453,11	-3,42	2,55	11,78	289,53	-5,86	21152,9	26,37
4,80	10327,02	10585,20	-3,45	2,57	11,75	289,24	-6,00	21396,3	26,49
4,85	10456,54	10717,95	-3,48	2,60	11,74	289,12	-6,14	21653,4	26,62
4,90	10586,73	10851,40	-3,52	2,63	11,72	289,18	-6,29	21952,5	26,76
4,95	10717,65	10985,59	-3,55	2,66	11,71	289,39	-6,44	22210,7	26,90
5,00	10849,29	11120,52	-3,59	2,69	11,70	289,71	-6,58	22506,0	27,04
5,05	10981,66	11256,20	-3,63	2,71	11,69	290,11	-6,73	22810,7	27,19
5,10	11114,75	11392,62	-3,66	2,74	11,69	290,64	-6,89	23126,9	27,34
5,15	11248,62	11529,84	-3,70	2,77	11,69	291,30	-7,05	23457,4	27,50
5,20	11383,28	11667,86	-3,75	2,80	11,69	292,10	-7,22	23801,2	27,66
5,25	11518,76	11806,73	-3,79	2,83	11,70	292,98	-7,40	24155,3	27,83
5,30	11655,06	11946,44	-3,83	2,86	11,72	293,91	-7,57	24517,1	28,00
5,35	11792,18	12086,98	-3,88	2,88	11,73	294,86	-7,75	24884,1	28,17
5,40	11930,14	12228,39	-3,92	2,91	11,75	295,79	-7,92	25253,4	28,35
5,45	12068,94	12370,66	-3,97	2,94	11,78	296,68	-8,09	25622,1	28,52
5,50	12202,56	12507,62	-4,02	2,97	11,80	297,49	-8,25	25987,1	28,69
5,55	12349,01	12657,74	-4,07	3,00	11,82	298,19	-8,40	26345,8	28,86
5,60	12490,27	12802,53	-4,12	3,03	11,85	298,77	-8,53	26696,9	29,03
5,65	12632,33	12948,14	-4,17	3,06	11,88	299,19	-8,65	27036,8	29,19
5,70	12775,17	13094,55	-4,22	3,09	11,90	299,42	-8,75	27360,5	29,34

Annexe 4 : Courbe de déviation du compas



Annexe 5 : Éphémérides

SOLEIL 2013 à 0h TT

ASCENSION DROITE ET DÉCLINAISON APPARENTES, TEMPS DE PASSAGE

Équinoxe et équateur vrais de la date.

Date	asc. droite			déclinaison			t. passage			Date	asc. droite			déclinaison			t. passage				
	h	m	s	°	'	"	h	m	s		h	m	s	°	'	"	h	m	s		
Juill.	3	6	48	53.356	22	57	35.70	12	4	14.81	Août	18	9	50	0.145	13	6	38.53	12	3	47.70
	4	6	53	0.894	22	52	34.47	12	4	25.64		19	9	53	43.104	12	47	11.36	12	3	33.84
	5	6	57	8.129	22	47	9.33	12	4	36.15		20	9	57	25.560	12	27	32.11	12	3	19.50
	6	7	1	15.037	22	41	20.41	12	4	46.33		21	10	1	7.530	12	7	41.07	12	3	4.69
	7	7	5	21.595	22	35	7.88	12	4	56.14		22	10	4	49.031	11	47	38.50	12	2	49.41
	8	7	9	27.780	22	28	31.88	12	5	5.57	23	10	8	30.083	11	27	24.71	12	2	33.70	
	9	7	13	33.570	22	21	32.59	12	5	14.60	24	10	12	10.705	11	6	59.98	12	2	17.57	
	10	7	17	38.944	22	14	10.18	12	5	23.20	25	10	15	50.916	10	46	24.61	12	2	1.04	
	11	7	21	43.880	22	6	24.82	12	5	31.35	26	10	19	30.733	10	25	38.91	12	1	44.11	
	12	7	25	48.359	21	58	16.71	12	5	39.04	27	10	23	10.174	10	4	43.20	12	1	26.82	
	13	7	29	52.363	21	49	46.04	12	5	46.25	28	10	26	49.253	9	43	37.79	12	1	9.17	
	14	7	33	55.874	21	40	53.00	12	5	52.95	29	10	30	27.987	9	22	23.02	12	0	51.19	
15	7	37	58.879	21	31	37.80	12	5	59.15	30	10	34	6.390	9	0	59.22	12	0	32.88		
16	7	42	1.361	21	22	0.65	12	6	4.81	31	10	37	44.476	8	39	26.72	12	0	14.26		
17	7	46	3.310	21	12	1.77	12	6	9.93	Sept.	1	10	41	22.260	8	17	45.85	11	59	55.35	
18	7	50	4.715	21	1	41.39	12	6	14.50	2	10	44	59.756	7	55	56.95	11	59	36.15		
19	7	54	5.565	20	50	59.73	12	6	18.50	3	10	48	36.980	7	34	0.35	11	59	16.70		
20	7	58	5.852	20	39	57.04	12	6	21.94	4	10	52	13.945	7	11	56.40	11	58	57.00		
21	8	2	5.568	20	28	33.54	12	6	24.80	5	10	55	50.667	6	49	45.43	11	58	37.06		
22	8	6	4.708	20	16	49.48	12	6	27.09	6	10	59	27.160	6	27	27.78	11	58	16.90		
23	8	10	3.266	20	4	45.08	12	6	28.79	7	11	3	3.440	6	5	3.79	11	57	56.54		
24	8	14	1.241	19	52	20.56	12	6	29.92	8	11	6	39.522	5	42	33.80	11	57	35.99		
25	8	17	58.631	19	39	36.17	12	6	30.46	9	11	10	15.423	5	19	58.14	11	57	15.26		
26	8	21	55.437	19	26	32.13	12	6	30.42	10	11	13	51.159	4	57	17.15	11	56	54.37		
27	8	25	51.660	19	13	8.70	12	6	29.80	11	11	17	26.745	4	34	31.18	11	56	33.34		
28	8	29	47.299	18	59	26.13	12	6	28.60	12	11	21	2.200	4	11	40.56	11	56	12.18		
29	8	33	42.355	18	45	24.70	12	6	26.80	13	11	24	37.539	3	48	45.62	11	55	50.92		
30	8	37	36.825	18	31	4.70	12	6	24.42	14	11	28	12.781	3	25	46.71	11	55	29.56		
31	8	41	30.709	18	16	26.40	12	6	21.45	15	11	31	47.943	3	2	44.16	11	55	8.14		
Août	1	8	45	24.005	18	1	30.10	12	6	17.89	16	11	35	23.046	2	39	38.29	11	54	46.67	
2	8	49	16.709	17	46	16.11	12	6	13.74	17	11	38	58.111	2	16	29.41	11	54	25.19		
3	8	53	8.822	17	30	44.72	12	6	9.00	18	11	42	33.164	1	53	17.83	11	54	3.70		
4	8	57	0.341	17	14	56.25	12	6	3.66	19	11	46	8.228	1	30	3.87	11	53	42.24		
5	9	0	51.266	16	58	51.00	12	5	57.73	20	11	49	43.330	1	6	47.81	11	53	20.83		
6	9	4	41.596	16	42	29.27	12	5	51.20	21	11	53	18.497	0	43	29.97	11	52	59.49		
7	9	8	31.330	16	25	51.40	12	5	44.08	22	11	56	53.753	0	20	10.65	11	52	38.26		
8	9	12	20.471	16	8	57.67	12	5	36.38	23	12	0	29.123	−	0	3	9.82	11	52	17.14	
9	9	16	9.019	15	51	48.43	12	5	28.08	24	12	4	4.630	−	0	26	31.10	11	51	56.18	
10	9	19	56.979	15	34	23.96	12	5	19.19	25	12	7	40.295	−	0	49	52.88	11	51	35.38	
11	9	23	44.353	15	16	44.60	12	5	9.73	26	12	11	16.141	−	1	13	14.79	11	51	14.77	
12	9	27	31.148	14	58	50.66	12	4	59.68	27	12	14	52.188	−	1	36	36.50	11	50	54.37	
13	9	31	17.368	14	40	42.45	12	4	49.07	28	12	18	28.456	−	1	59	57.65	11	50	34.21	
14	9	35	3.022	14	22	20.29	12	4	37.89	29	12	22	4.965	−	2	23	17.89	11	50	14.29	
15	9	38	48.118	14	3	44.51	12	4	26.15	30	12	25	41.734	−	2	46	36.86	11	49	54.65	
16	9	42	32.663	13	44	55.41	12	4	13.86	Oct.	1	12	29	18.782	−	3	9	54.19	11	49	35.30
17	9	46	16.669	13	25	53.31	12	4	1.04	2	12	32	56.128	−	3	33	9.53	11	49	16.25	

Variation horaire de l'astre 0.8'