

ATMA 2006



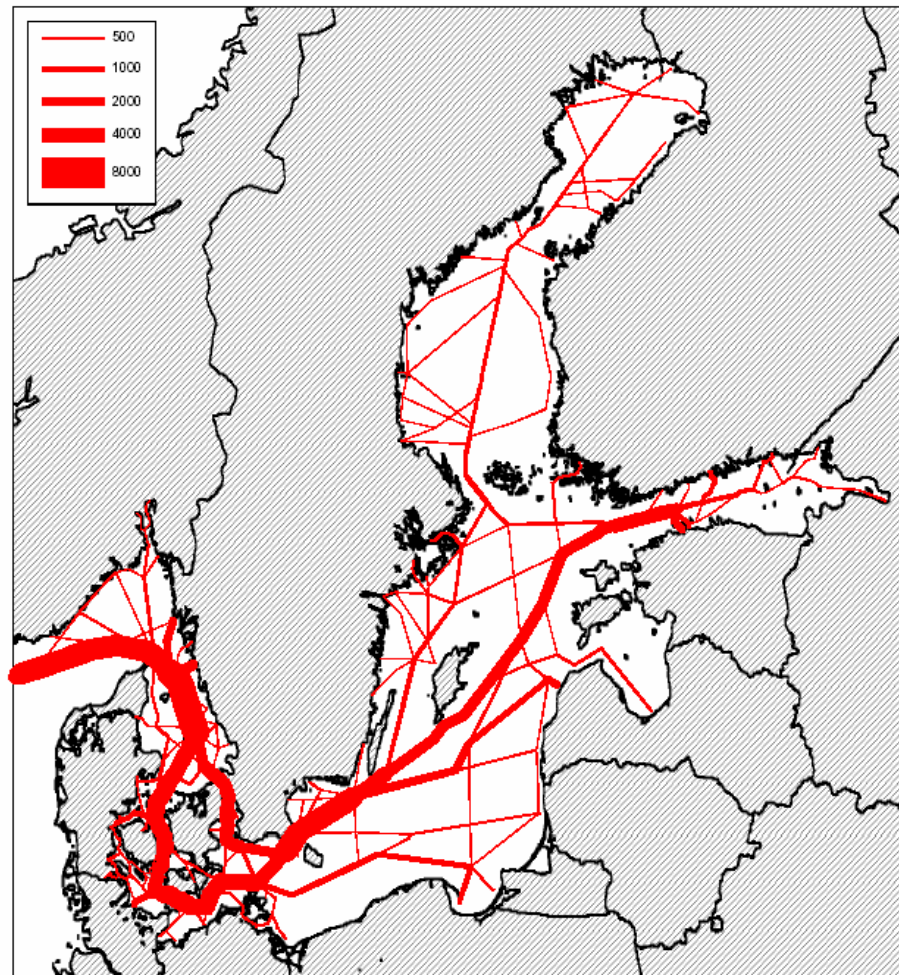
TOTAL

**Transport maritime pétrolier
dans la glace et par grand froid**

Le transport maritime de pétrole brut et de produits pétroliers dans la glace et par grand froid se pratique depuis de nombreuses années, notamment en mer Baltique et au Canada.

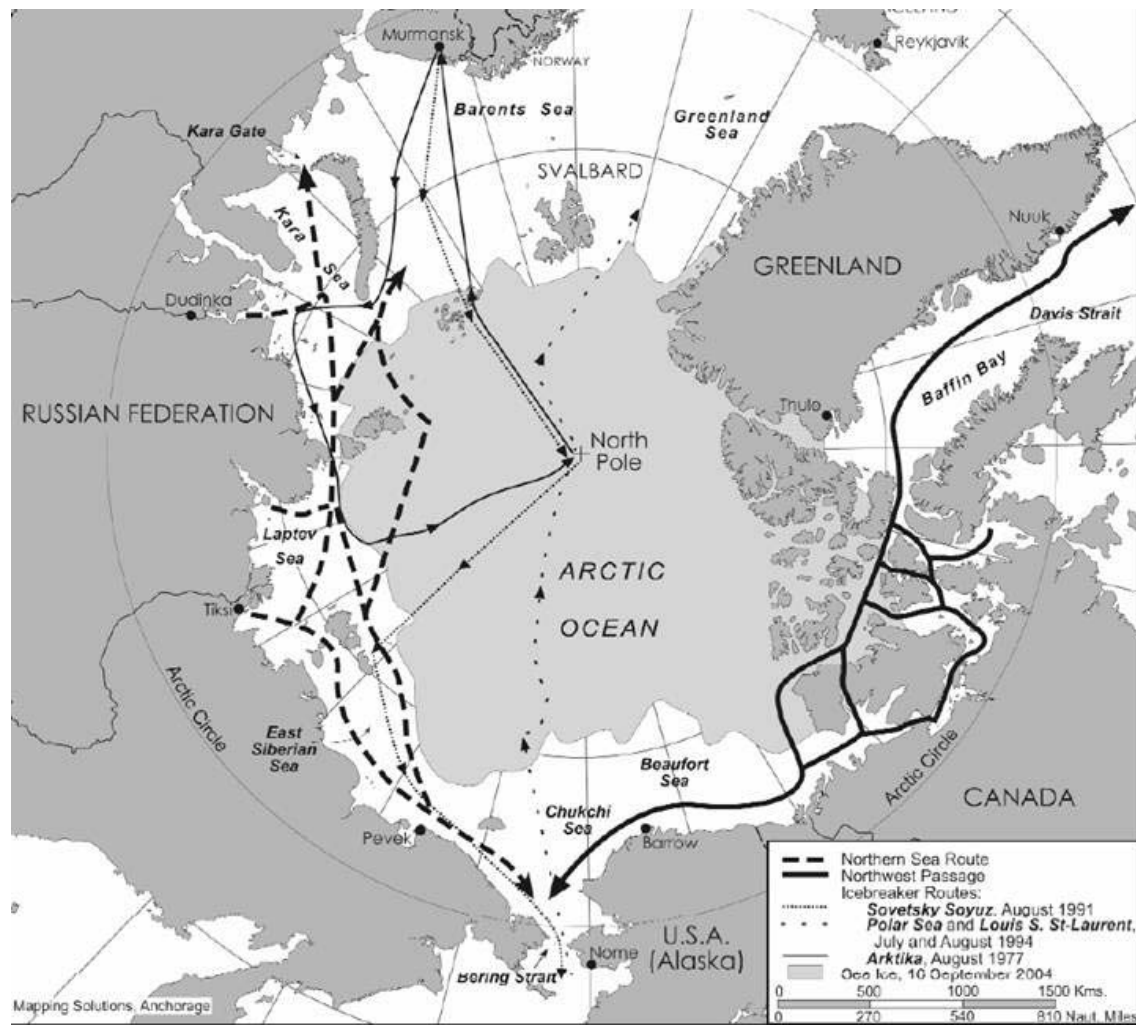
Aujourd'hui, cette activité est appelée à fortement se développer, tout d'abord dans ces mêmes zones par une augmentation du trafic maritime, puis dans de nouvelles zones avec l'ouverture de routes maritimes principalement dans l'océan Arctique au Nord de la Russie et du Canada.

Prévision de trafic pétrolier en baltique en 2015



(Source VTT)

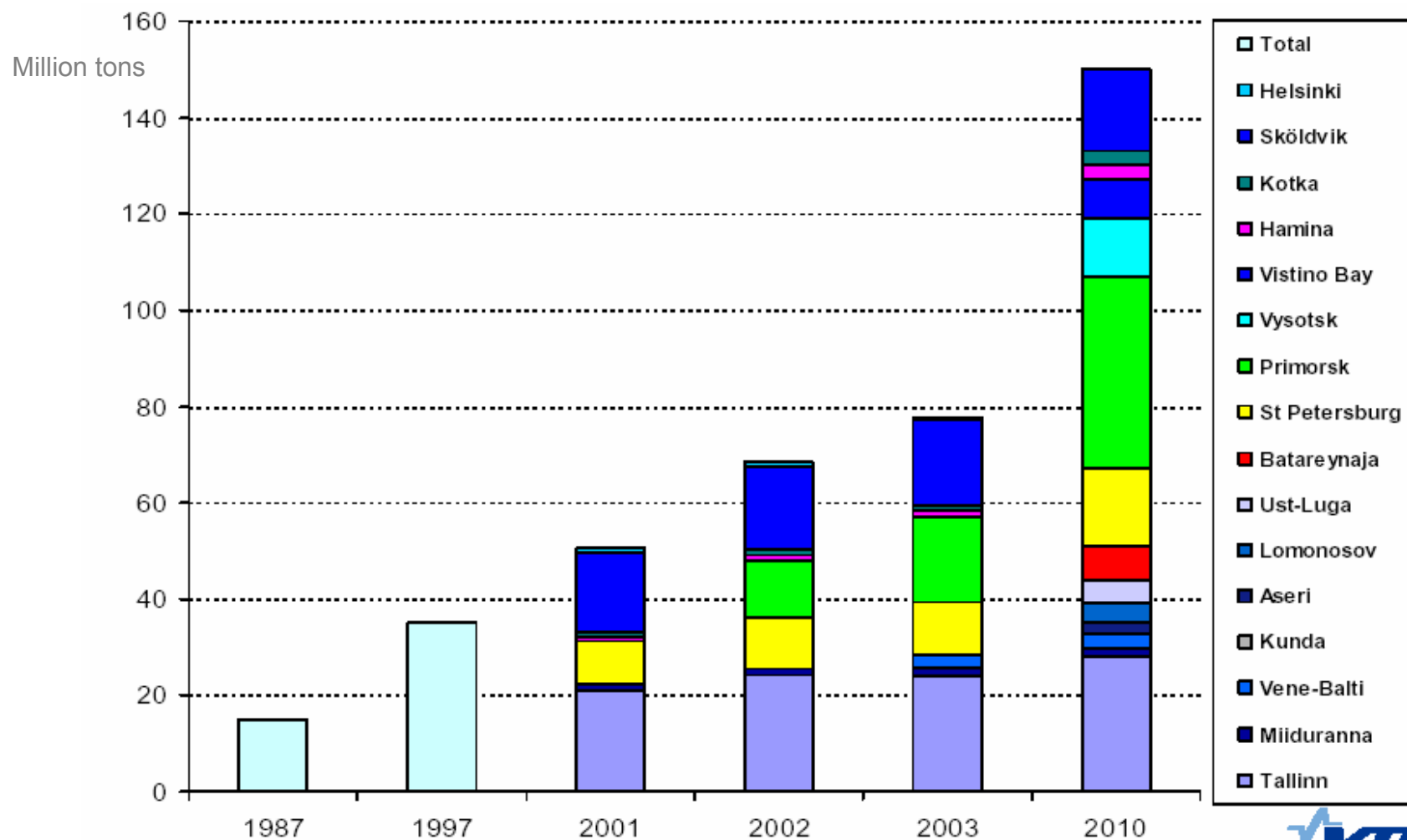
Routes maritimes dans l'océan arctique



Routes existantes pour le transport de brut Russe



Prévisions d'exportation de brut – golfe de Finlande



Prévisions d'exportation de brut des ports Russes

(in mbpd)				
Region		2005	2010	Growth
North Baltic	<i>Ice ports</i>	1.84	2.20	19.57%
	<i>Non-Ice ports</i>	0.95	1.02	
	Total	2.79	3.22	
North Russia	<i>Ice ports</i>	0.23	0.76	230.43%
	<i>Non-Ice ports</i>	0	0	
	Total	0.23	0.76	
Far East	<i>Ice ports</i>	0.07	0.25	257.14%
	<i>Non-Ice ports</i>		0.75	
	Total	0.07	1.00	
Ice ports, Total		2.14	3.21	50.00%

Environnement

Les navires et leurs équipages sont confrontés à un environnement hostile et sont soumis à des contraintes fortes et diverses en terme de navigation dans la glace notamment à cause des phénomènes suivants

- basse température de surface
- vents forts
- basse température de l'eau de mer à l'aspiration
- état des glaces variant de la gadoue à la banquise
- neige, pluie et neige mêlées et pluie verglaçante
- brouillard et ciel couvert, particulièrement à la surface de séparation glace-eau
- danger de fort et rapide givrage de la superstructure

Epaisseur de glace (cm) et type de glace

- The Baltic (Gulf of Finland/Gulf of Bothnia) 40/80 Glace jeune
- The Caspian Sea 70 Glace jeune
- Azov Sea (Black Sea) 70 Glace jeune
- The White Sea 80 Glace jeune
- Barents Sea (Arctic) 120 Glace de plusieurs années
- The Sea of Okhotsk (East Siberia/Sakhalin) 140 Glace de plusieurs années
- The Kara Sea (Arctic) 180 Glace de plusieurs années

La température en Baltique est de l'ordre de -15°C , et dans l'Arctique de -45°C

Aides à la navigation

Il existe un très vaste dispositif destiné à aider à des degrés divers les navires qui se déplacent dans des eaux couvertes de glaces.

Les services ainsi assurés par les bureaux des glaces des états côtiers vont de la transmission de renseignements généraux et de prévisions à jour sur l'état des glaces à la diffusion d'avis détaillés sur les routes à suivre pour les navires faisant route sans escorte en passant par tout ce qui est escorte navale au moyen de brise-glace, et ce, selon les disponibilités et les besoins.

Navigation assistée par remorqueur brise-glace



Navigation derrière un brise glace



Chenal de navigation



Navigation en convoi



A bord



A bord



A bord

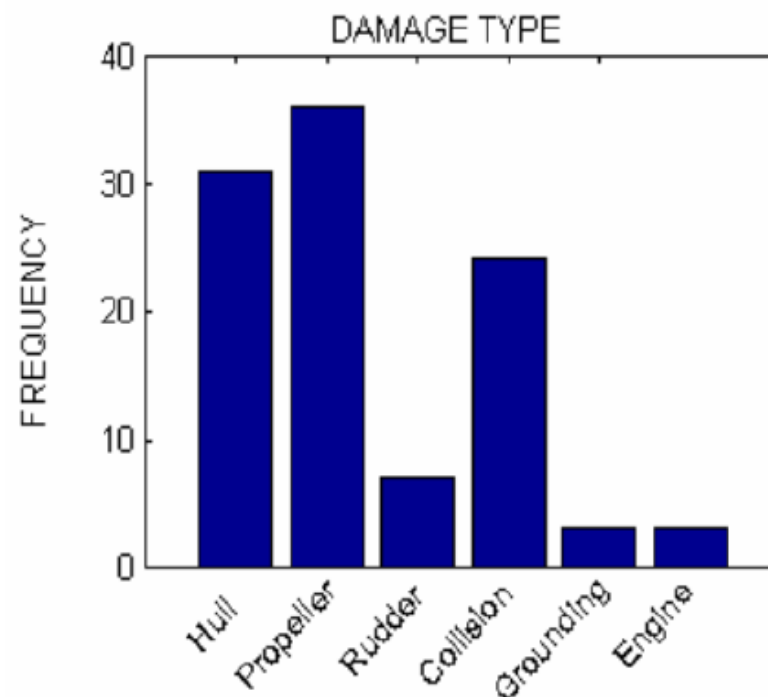


Un examen des accidents survenus en mer Baltique lors de la saison de glace de l'hiver 2002-2003 donne un bon aperçu de la diversité et de la sévérité de ces contraintes.

Statistiques d'accidents

L'HELCOM (Helsinki Commission) a recensé les avaries s'étant produites dans la Baltique pendant l'hiver 2002-2003:

- Enfoncements et cassures dues au contact avec la glace (30)
- Collisions dues à la glace (23)
- Echouements dues aux mauvaises conditions de navigation (3)
- Avarie d'hélice (36)
- Avarie de gouvernail (7)
- Avarie machine (3)
- ☐ Renforts glace insuffisants (5)
- ☐ Dommages superficiels (peinture) (3)



Exemple d'avarie due à la glace (1)



Exemple d'avarie due à la glace (2)



Exemple d'avarie due à la glace (3)



Réglementation

Il existe des règles édictées par les autorités des pays riverains, définissant les caractéristiques minimales des navires suivant l'épaisseur de la glace, essentiellement en ce qui concerne:

- L'échantillonnage de la structure
- La puissance installée
- L'échantillonnage de l'hélice et de l'arbre porte hélice.
- L'échantillonnage du gouvernail et de l'appareil à gouverner
- Divers équipements machine

Règles spécifiques applicables

BALTIC SEA:

- Bay and Gulf of Bothnia, Gulf of Finland – Finnish-Swedish Ice Class Rules (FSICR)
- Gulf of Finland (Russia territorial waters) - Russian Maritime Register (RMR) Ice Class Rules

ARCTIC OCEAN:

- Barents, Kara, Laptev, East Siberian and Chukchi Seas - Russian Maritime Register (RMR) Ice Class Rules
- Beaufort Sea, Baffin Bay, etc - Canadian Arctic Shipping Pollution Prevention Rules (CASPPR)

OKHOTSK SEA:

- Russian Maritime Register (RMR) Ice Class Rules

Russian Maritime Register (RMR)

Ship category	Permissible ice thickness, m		Operation modality
	Independent operation in open drift ice cake *)	Following icebreaker lead in very close pack and compact ice **)	
LU1	0.40	0.35	Occasional
LU2	0.55	0.50	Regular
LU3	0.70	0.65	Regular
*) Typical speed for the independent operation conditions: 5 kts			
**) Minimum speed for sailing in the lead: 3 kts			

Table 1 - Parameters of Permissible Ice Conditions for Non-Arctic Ice Categories

Ship category	Typical speed, knots	Ice concentration and type	Permissible ice thickness, m		Ice isthmus break-through technique
			Winter-spring navigation	Summer-autumn navigation	
LU4	6-9	Open drift first-year ice	0.6	0.8	By continuous motion
LU5		Open drift first-year ice	0.8	1.0	
LU6		Open drift first-year ice	1.1	1.3	
LU7		Close pack first-year ice	1.4	1.7	By occasional ramming
LU8	10	Close pack first-year and second-year ice	2.1	3.1	By regular ramming
LU9	12	Close pack, very close pack and compact multi-year ice	3.5	4.0	By ramming through ice isthmuses and, occasionally, compact ice patches

Table 2 - Parameters of Permissible Ice Conditions for Independent Operation at Typical Average Speeds

Classification

Les sociétés de classification ont développé des règles pour attribuer aux navires des marques Glace reconnues par les états riverains. Ces règles sont actuellement essentiellement basées sur les Finnish-Swedish Ice Class Rules:

Ice class notation	h_G (m)
IAS	1,0
IA	0,8
IB	0,6
IC	0,4

H_g (m) épaisseur de glace

Les navires peuvent opérer dans des chenaux ouverts par des brise-glace, ou en eau libre avec de petits packs de glace

Classification

L'IACS est en train de travailler sur des règles adaptées à l'Arctique (Polar rules).

FS Equivalency			RMRS Equivalency			IACS Polar Rules
FSICR	RMRS		FSICR	RMRS		
				LU 9		PC 1 ?
	LU 9			LU 8		PC 2 ?
	LU 8			LU 7		PC 3 ?
	LU 7			LU 6		PC 4 ?
	LU 6			LU 5		PC 5 ?
1AS	LU 5		1AS	LU 4		PC 6
1A	LU 4		1A	LU 3		PC 7
1B	LU 3		1B	LU 2		
1C			1C	LU 1		
	LU 2					
	LU 1					

Comparaison de diverses notations Glace

Classification Society	Ice Class				
Finnish-Swedish Ice Class Rules	IA Super	IA	IB	IC	Category II
Russian Maritime Register of Shipping (Rules 1995)	UL	L1	L2	L3	L4
Russian Maritime Register of Shipping (Rules 1999)	LU5	LU4	LU3	LU2	LU1
American Bureau of Shipping	IAA	IA	IB	IC	D0
Bureau Veritas	IA SUPER	IA	IB	IC	ID
CASPPR, 1972	A	B	C	D	E
China Classification Society	Ice Class B1*	Ice Class B1	Ice Class B2	Ice Class B3	Ice Class B
Det Norske Veritas	ICE-1A*	ICE-1A	ICE-1B	ICE-1C	ICE-C
Germanischer Lloyd	E4	E3	E2	E1	E
Korean Register of Shipping	ISS	IS1	IS2	IS3	IS4
Lloyd's Register of Shipping	1AS	1A	1B	1C	1D
Nippon Kaiji Kyokai	IA Super	IA	IB	IC	ID
Registro Italiano Navale	IAS	IA	IB	IC	ID

MT Mastera (Ice Class 1AS)

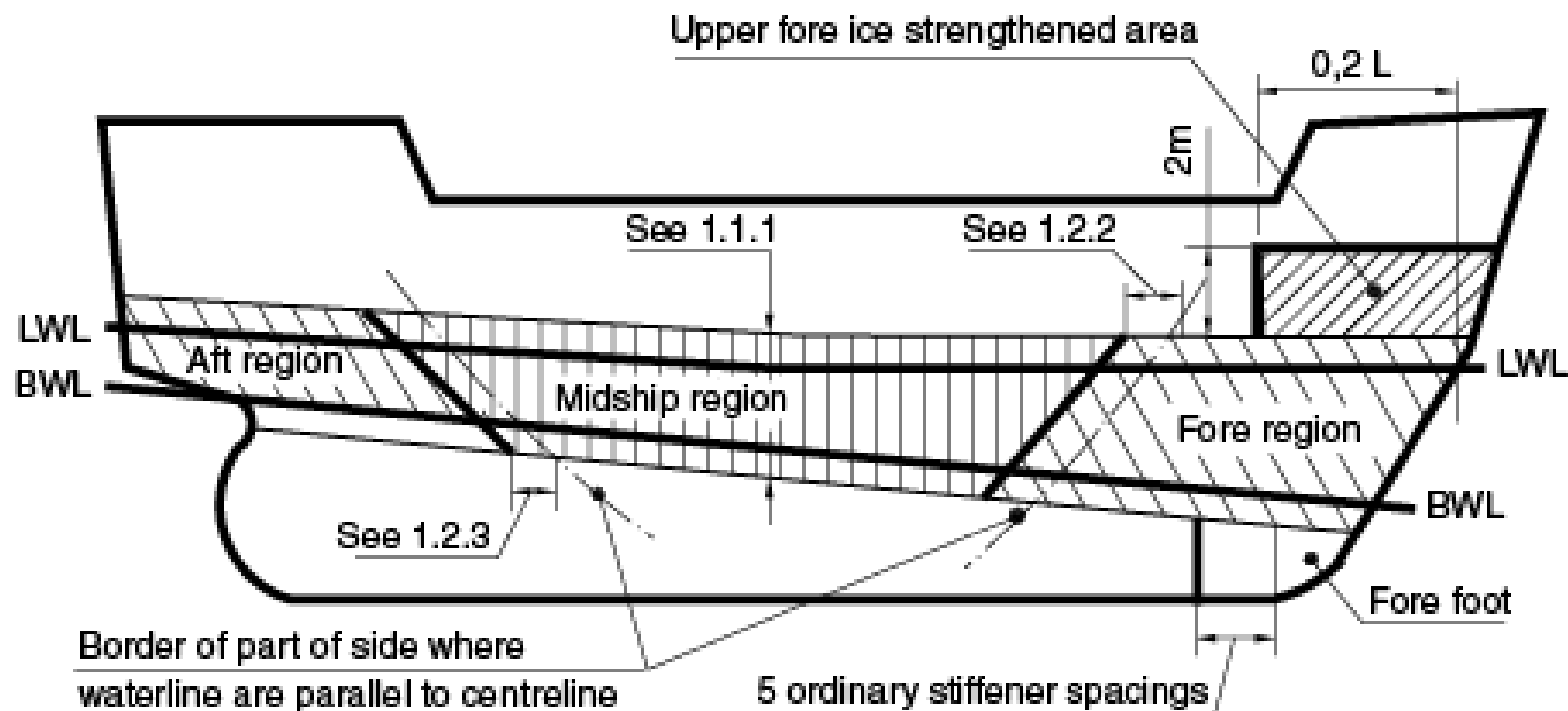


***Mastera: double-acting tanker operating in astern mode in first year Baltic ice
(courtesy of Neste Oil)***

Puissance machine requise (calculée) en MW

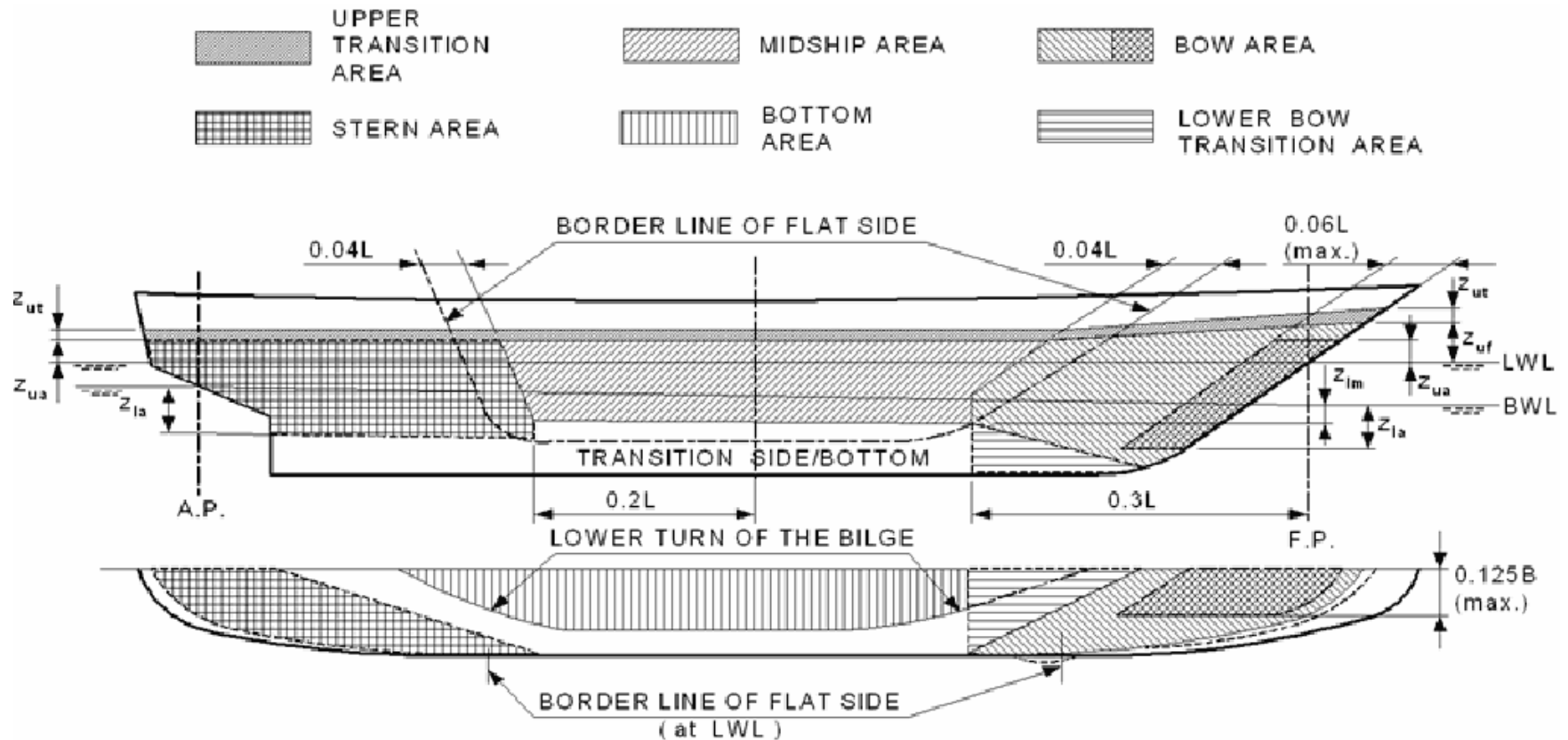
	Without ice	1C	1B	1A	1A*	ICE-05	ICE-10	ICE-15
VLCC Lpp=320, B=58, T=22	24	26	41	59	75	28/23	63/50	101/81
VLCC Lpp=320, B=58, T=15	24	25	40	58	74	22/18	51/41	84/67
Suezmax Lpp=264, B=48, T=17	14	17	27	39	49	20/16	45/36	73/59
Aframax Lpp=233, B=44, T=15	12	13	21	30	38	17/13	39/31	63/51
Panamax Lpp=174, B=32,2, T=12,2	8	7	11	15	20	11/9	26/21	43/34
Panamax Lpp=120, B=32,2, T=14	11	7	11	16	20	12/9	27/22	45/36
Prop? L=175, B=27, T=11,36	7	6	9	13	17			

Renforcements coque (Baltique)



Augmentation poids coque métallique: 4-5% ICE-1C, 6-7% ICE-B, 8-10% ICE-1A et 1AS

Renforcements coque (Arctique)



Steel grades to be used are to be determined based on the design temperature

Restrictions de navigation (Baltique)

Exemple de restrictions appliquées en Baltique

(Classe glace & port en lourd)

Typical restrictions to navigation 1994/95-2003/04

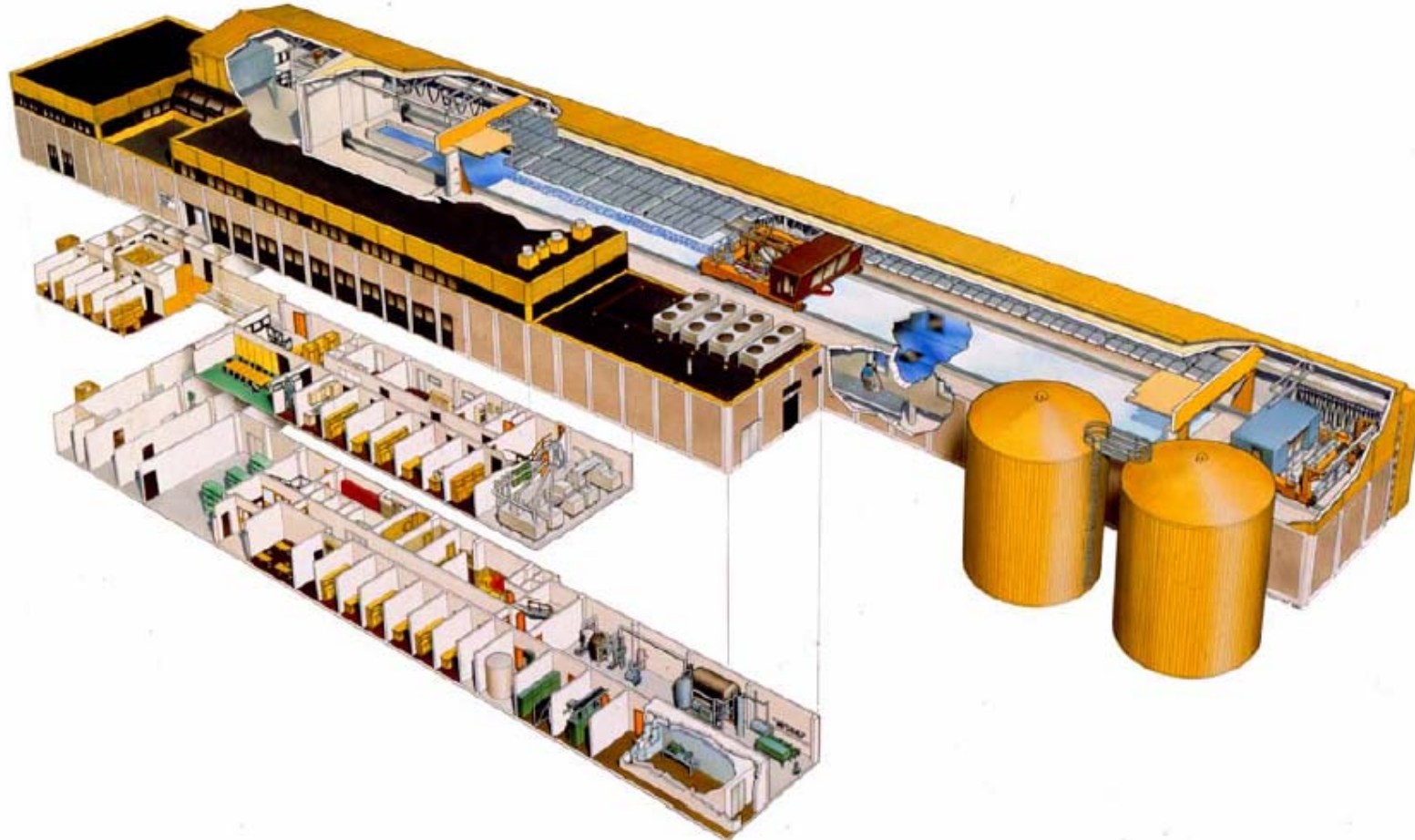
Harbour	Dec. 1	Dec. 11	Dec. 21	Jan. 1	Jan. 11	Jan. 21	Feb. 1	Feb. 11	Feb. 21	Mar. 1	Mar. 11	Mar. 21	Apr. 1	Apr. 11	Apr. 21	May 1	May 11	May 21
Tornio, Kemijoki, Oulu	-	I, II 2000	I, II 2000	IA, IB 2000	IA, IB 2000	IA 2000	IA 3000	IA 3000	IA 4000	IA 4000	IA 4000	IA 4000	IA 4000	IA 4000	IA 4000	IA 3000	IA, IB 2000	I, II 2000
Raahe	-	-	-	I, II 2000	I, II 2000	IA, IB 2000	IA 3000	IA 3000	IA 4000	IA 4000	IA 4000	IA 4000	IA 4000	IA 4000	IA 3000	IA 2000	IA, IB 2000	I, II 2000
Kokkola, Pietarsaari	-	-	-	-	I, II 2000	I, II 2000	IA, IB 2000	IA 2000	IA 2000	IA 2000	IA 3000	IA 3000	IA 3000	IA 2000	IA, IB 2000	I, II 2000	-	-
Vaasa	-	-	-	-	-	I, II 2000	IA, IB 2000	IA 2000	IA 2000	IA 2000	IA 2000	IA 2000	IA 2000	IA, IB 2000	I, II 2000	-	-	-
Kaskinen	-	-	-	-	-	I, II 2000	I, II 2000	IA, IB 2000	IA 2000	IA 2000	IA 2000	IA 2000	IA 2000	IA, IB 2000	I, II 2000	-	-	-
Port, Rauma, Uusikaupunki	-	-	-	-	-	I, II 1300	I, II 1300	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 1300 IC, II 2000	I, II 1300	-	-	-	-
Naantali, Turku	-	-	-	-	-	-	-	I, II 1300	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	I, II 1300	I, II 1300	-	-	-	-
Hanko, Koverhar	-	-	-	-	-	-	-	I, II 1300	I, II 1300	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	I, II 1300	I, II 1300	-	-	-	-
Inkoo, Kantvik	-	-	-	-	-	I, II 1300	I, II 1300	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 1300 IC, II 2000	I, II 1300	-	-	-	-
Helsinki	-	-	-	-	-	I, II 1300	I, II 1300	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	I, II 1300	-	-	-
Porvoo	-	-	-	-	-	I, II 1300	I, II 1300	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 2000 IC, II 3000	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	-	-	-
Lovisa, Kotka, Hamina	-	-	-	-	I, II 1300	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 2000	IA, IB 2000	IA 2000	IA 2000	IA 2000	IA, IB 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	IA, IB 1300 IC, II 2000	I, II 1300	-	-

Note: During severe winter the restrictions will be higher in most ports.

Dimensionnement des navires

L'expérience déjà acquise sur la navigation dans la glace et l'arrivée de nouveaux projets dans l'océan Arctique conduisent actuellement à la révision de certains outils, comme la création de bassin à glace pour mieux déterminer la puissance propulsive (parfois excessive si l'on applique le calcul du règlement), ou la mise en place de calculs éléments finis pour calculer l'hélice en prenant en compte les interactions hélice-glace.

Bassin à glace



Optimisation de la puissance (Ex. Aframax 1A)



MTE 6/04
15.1.2004



Ref.: MARC Report A 317, Model Tests in Ice with an Aframax Size Tanker for [redacted]
Heavy Ind., October 2003

Subj: Engine Output for Aframax size Tankers

STATEMENT OF COMPLIANCE

Referring to the results of ice model tests done for Aframax size Tankers (MARC Report A 317) we hereby confirm that, according to paragraphs 3.2.2 and 3.2.5 of the Finnish - Swedish Ice Class Rules 2002, on the condition that the finally selected main engine and the propeller combination are able to generate the required thrust to overcome the resistance of the vessel in an ice channel determined in the model tests, the engine output of the four proposed engine types comply with the requirements for the minimum engine output for the Ice Classes IA, IB and IC for the original and modified hull forms as stated in the table below.

Engine type and power	Original hull form (M-259)	Modified hull form (M-259B)
7S60MC (14.28 MW)	IB	IA

Please note that an individual statement of compliance is required for each vessel for the possible application of an ice class certificate (see appendix 3).

Helsinki, 15 January 2004

Senior Maritime Inspector Jorma Kämäräinen

Appendix 1. A copy of the original hull form

Appendix 2. A copy of the modified hull form

Appendix 3. Instructions for the application of the ice class certificate for a vessel

Fee 61 EUR

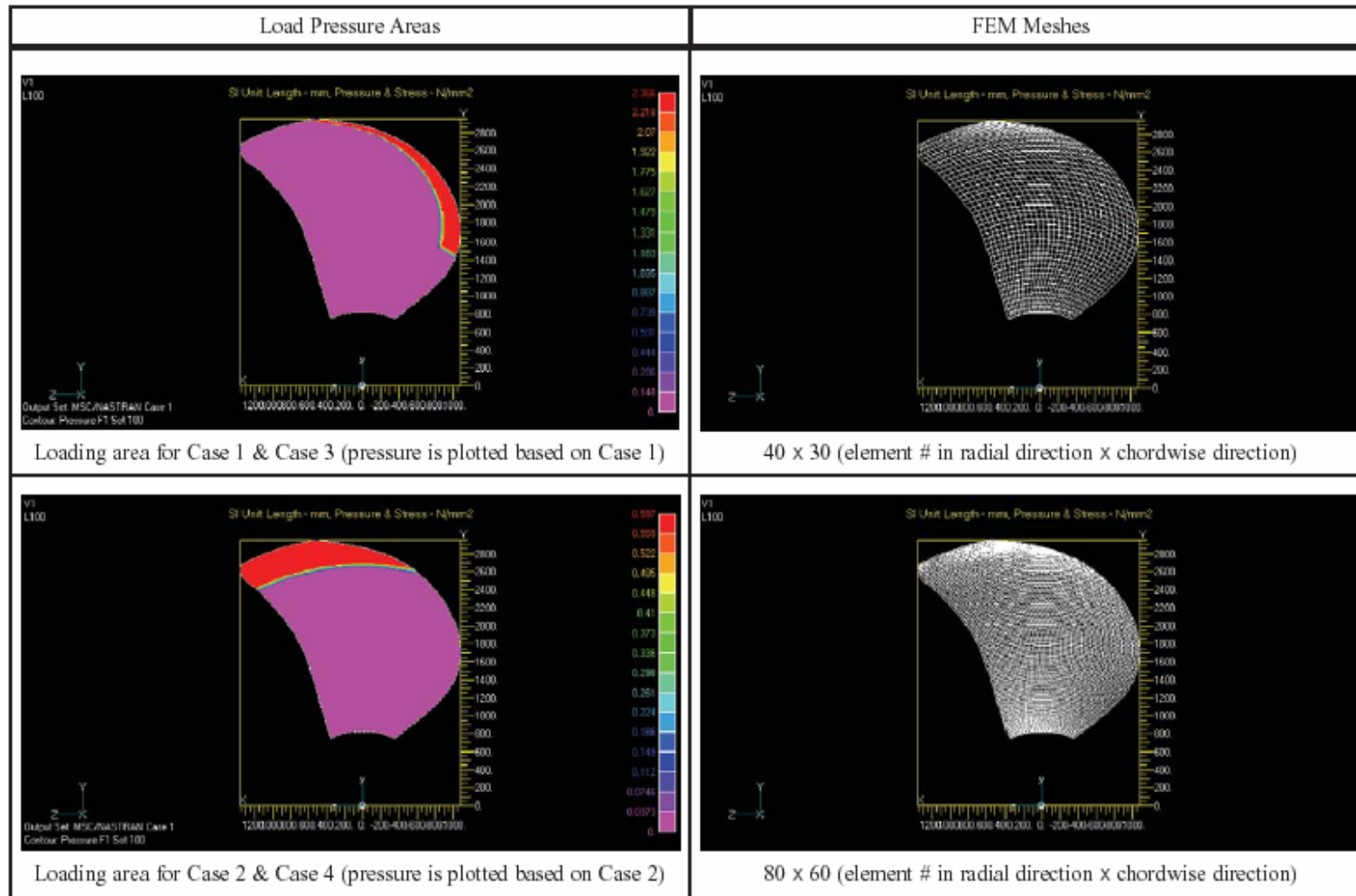
Appendix 3.

Street address	Postal address	Telephone	Telefax	Telex
Puckkatunkatu 5	PL 171	+ 358 - 20 448 40	+ 358 - 20 448 4336	141471 mkh fi
00180 Helsinki	00181 Helsinki			
Finland	Finland			

Puissance moteur retenue après essai
au bassin: 14.28 MW

Alors que la puissance calculée suivant
les FSICR est de l'ordre de 30MW

Calcul éléments finis



Equipements

Afin de naviguer en sécurité, il est nécessaire que tous les équipements et tous les auxiliaires du navire restent opérationnels en permanence dans les zones froides. On doit donc prévoir des dispositifs antigel et dégivrants adéquats pour les équipements exposés.

Ces dispositifs ne sont pas couverts par les notations de classe Glace. Des recommandations ont été éditées par certaines autorités (ex.: [Navigation dans les glaces en eaux canadiennes](#) publié par la Garde côtière canadienne)

Des notations de classe spécifiques ont également été développées par les sociétés de classification pour tenir compte de ces exigences (« COLD » pour le BV, « DEICE » pour les DNV, ...).

Vue de la plage avant



Givrage passerelle



Dégivrage manuel



Exemples d'équipements spéciaux

Anti-icing device on deck:

Protected locations/covers for deck equipment and cargo systems (valves, P/V, ...)

De-icing equipment (steam, electrical,...)

Special anti-slippery deck paint

Machinery

Heating coils to fuel and fresh water tanks exposed to cold

Unused coils to be drained. Draining system.

Low suction of cooling water. Monitoring system + alarm of pressure and temperature at intakes of cooling water at all time when in ice.

Procedure for clearing ice from sea chest in event of blockage (back flow).

ballast water heated in engine cooling system.

Extra fuel and fresh water storage (delays / maneuvering)

Heated screen of cooling water intake

Accommodation / bridge

Heating throughout the accommodation. Humidity control and monitoring device.

Clear view screens

Deballasting

Efficient bubbling system in water ballast tanks to prevent formation of an ice layer.

Suction pressure monitoring device + alarm / tripping down of ballast pump.

Covers / lid / heavy tarpaulin for water / ballast tank air pipes.

Miscellaneous

High powered search lights (min. 6M Candella): 3 forward search lights to illuminate at more than a mile ahead + 2 search lights on bridge wings.

Heating of (forward) emergency fire pump

Heating of life boat engines

Heating of whistles

Space heaters as necessary (paint store etc..)

Hydraulic equipment kept running

Salt / snow shovels /scrappers

Safety lines on deck

Efficient draining system for fire line / bridge window washing line / fresh water line / steam line.

Navigation

La navigation dans la glace demande des équipages ayant subi une formation particulière et expérimentés, ainsi que des procédures spécifiques de navigation détaillées, qui doivent être suivies à la lettre.

L'expérience renseigne que trois règles fondamentales de manœuvre dans les glaces sont de mise.

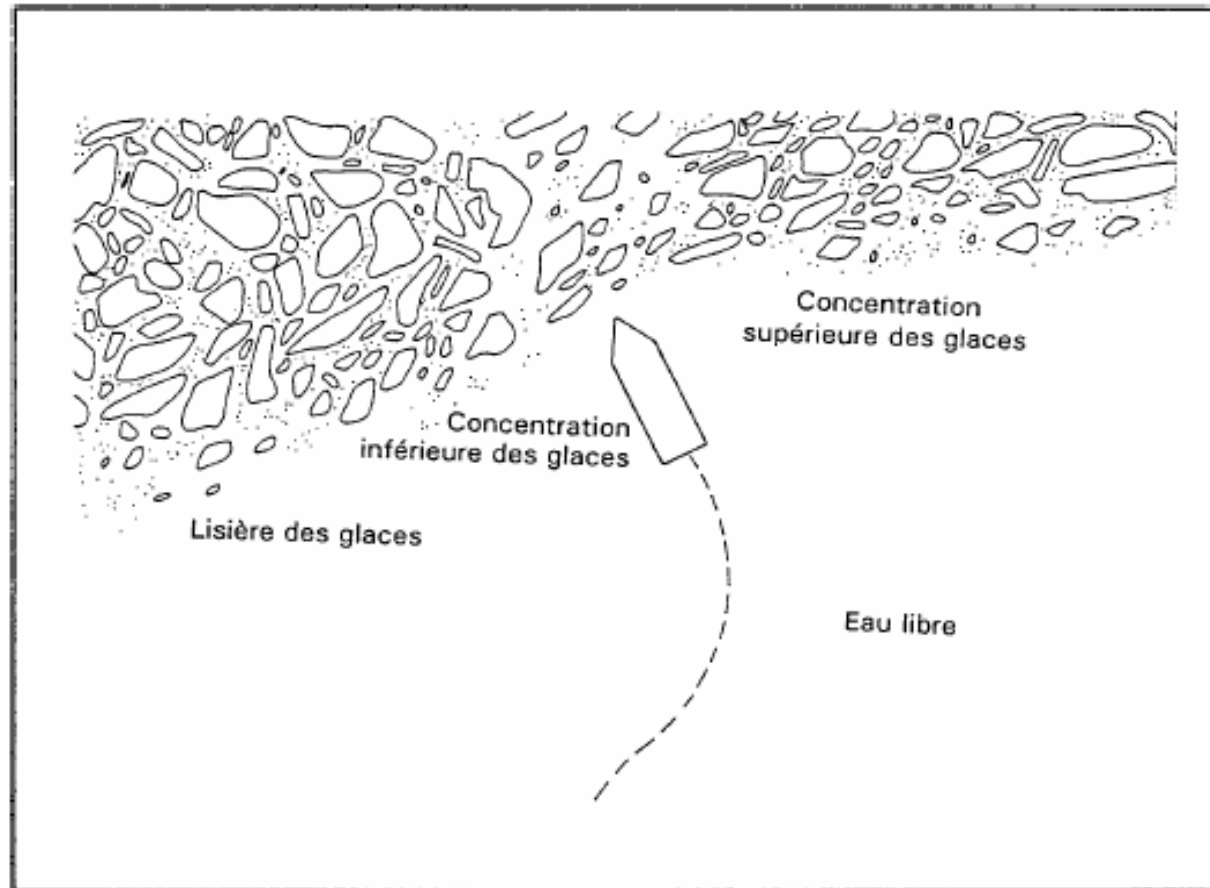
- le navire doit constamment maintenir son erre, même en mouvement très lent;
- le mouvement du navire doit épouser celui des glaces et non pas s'opérer au rebours; et
- une vitesse excessive est synonyme de dégâts par les glaces.

Simulateur IceNav



Procédures de navigation

Bonne façon d'aborder un champ de glaces : approche lente et perpendiculaire à la lisière
(Parnell, 1986)



Source: Navigation dans les glaces en eaux canadiennes

Développement du transport de GNL

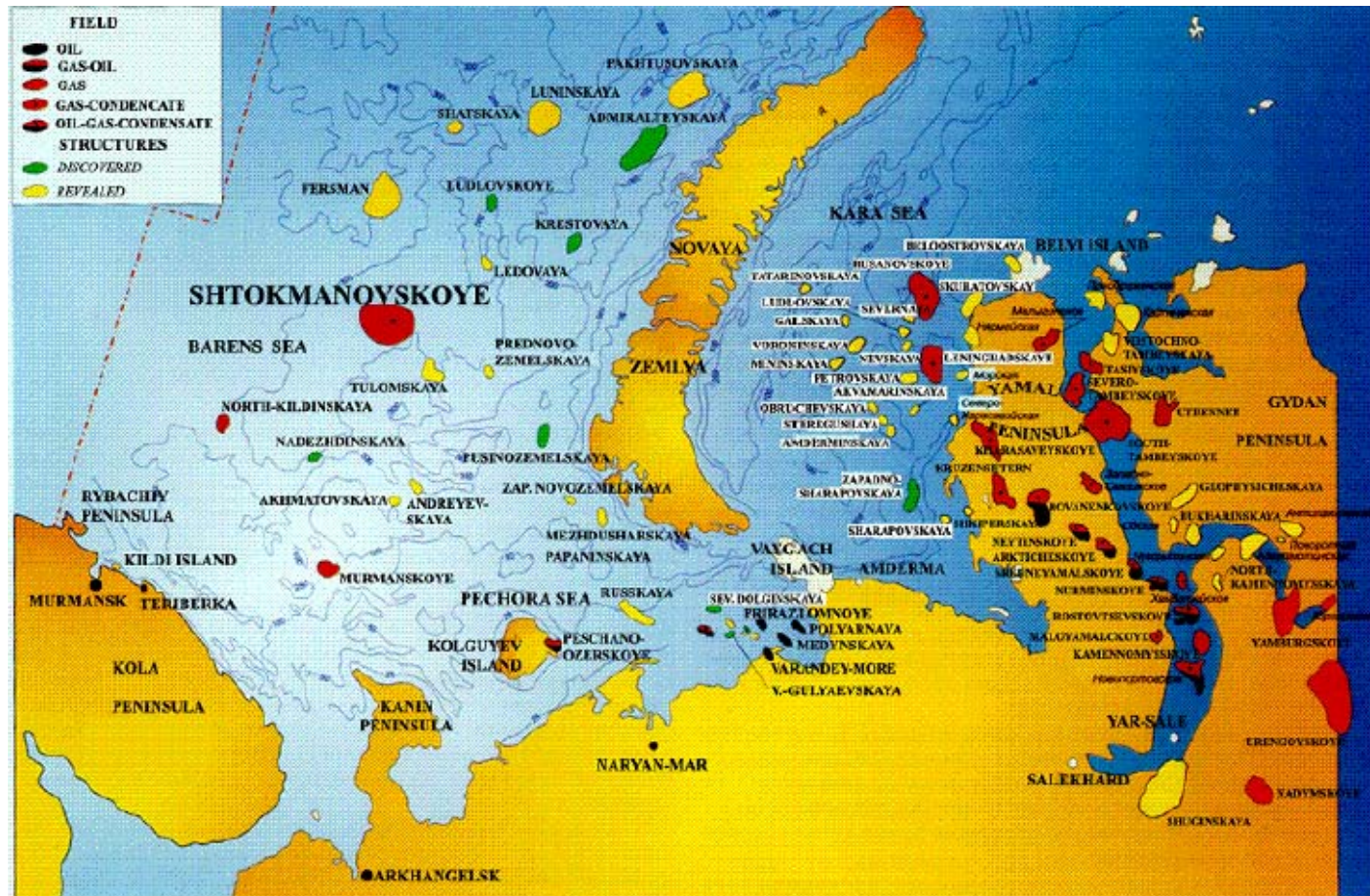


Figure 1: Gas fields (in red) of the Western Arctic regions of Russia² (courtesy of CNIIMF)

Restrictions de navigation (Kara Sea)

Table 4: Comparison of Ice Classes for Kara Sea winter – spring seasonal ice conditions

		Navigation Conditions in Kara Sea: Winter – Spring Season			
		Extreme	Heavy	Medium	Easy
RMRS 1999 Ice Class Rules	Independent Operation	LU8	LU8	LU7	LU6
	Icebreaker Assisted	LU7	LU7	LU6	LU5
IACS Polar Rules Notes 1 & 4	Independent Operation	PC2	PC2	PC3	PC5
	Icebreaker Assisted	PC3	PC3	PC4	PC6 ^{Note 3}
RMRS 1981 Ice Class Rules Notes 1 & 2	Independent Operation	-	-	ULA	UL
	Icebreaker Assisted	ULA	ULA	ULA	UL ^{Note 3}
Finnish Swedish Ice Class Rules FSICR Note 1	Independent Operation	-	-	-	-
	Icebreaker Assisted	-	-	-	1AS ^{Note 3}
Extreme navigation conditions: mean re-occurrence time once in ten years Heavy, medium and easy navigation conditions: mean re-occurrence time once in three years Note 1: Based upon recommendations²⁴ for Ice Class for safe navigation from Ob Bay to Murmansk Note 2: Based upon equivalencies in RMRS 2003 paper²² at ArcOp workshop Note 3: Up to December/January only²⁴ Note 4: Based upon equivalencies in LR 2004 paper²³ at ArcOp workshop					

Développement du GNL



Projet de méthanier Brise Glace (Aker)