

SYSTÈME DES RÉGIMES DE GLACES POUR LA NAVIGATION DANS L'ARCTIQUE

Guide illustré



Janvier 2003



La présente brochure a été élaborée par Garry Timco (Ph. D.) et Michelle Johnston (Ph. D.) du Centre d'hydraulique canadien du Conseil national de recherches du Canada. Transports Canada a accordé un soutien technique une aide financière pour son élaboration.

Les photographies proviennent de plusieurs personnes etorganismes, dont Bob Gorman, Michelle Johnston, Garry Timco, la Gardecôtière canadienne et Fednav Limitée. Un certainnombre de photographies ont été prisespar des spécialistes du Service canadien des glaces.

Janvier2003

Préface

Cette brochure se veut un guide de référence pour le Système des régimes de glaces pour la navigation dans l'Arctique (SRGNA). Il s'agit d'un guide illustré indiquant les quatre étapes à suivre pour appliquer le système des régimes de glaces. En première étape, l'utilisateur caractérise le régime de glaces. En deuxième étape, il établit les multiplicateurs glaciels selon la catégorie de navire. Ensuite, il combine les renseignements sur le régime de glaces et les multiplicateurs glaciels pour établir le numéral glaciel. Enfin, le numéral glaciel sert à décider si le navire peut emprunter l'itinéraire choisi ou en prendre un autre.

Nous espérons que les renseignements contenus dans les pages suivantes aideront le lecteur à mieux comprendre le système des régimes de glaces et qu'il y trouvera une méthode concise pour appliquer le SRGNA.

Pour plus d'information concernant la réglementation sur les navires navigant dans l'Arctique canadien, consulter le site Web de Transports Canada www.tc.gc.ca. La dernière page de la brochure contient des renseignements détaillés sur d'autres personnescontacts.

Table des matières

I.	Le système des régimes de glaces pour la	
	navigation dans l'Arctique	1
	Le Système des régimes de glaces - Définition	2
	Qu'entend-on par système des régimes de glaces?	3
	À quoi sert le Système des régimes de glaces?	4
	Comment fonctionne le Système des régimes de gla	
II.	Régimes de glaces	7
	Caractérisation du régime des glaces	8-9
	Concentration de la glace	
	Stades de formation	
	Stades de décomposition	20-23
	Rugosité de la glace	24
III.	Numéral glaciel	25
	Classification des navires	. 26-27
	Multiplicateurs glaciels selon la catégorie	28
	Calcul du numéral glaciel	
	Tableau des multiplicateurs glaciels	30
IV.	Résumé des quatre étapes	31
	Comment appliquer le SRGNA	. 32-33
V.	Exemples détaillés pour chaque catégorie	
	de navire	35
	Navires de type E	. 36-37
	Navires de type D	
	Navires de type C	
	Navires de type B	. 42-43
	Navires de type A	
	Navires CAČ 4	
	Navires CAC 3	. 48-49
	Navires CAC 2 et CAC 1	50
VI.	Exemples de calcul de numéral glaciel pour	
	chaque type de navire	51
	Comparaison du NG de chaque catégorie	. 52-56
VII	.Renseignements supplémentaires	57

I. Le Système des régimes de glaces pour la navigation dans L'Arctique

Le Système des régimes de glaces - Définition

La glace dans l'Arctique est un matériau dynamique très complexe. Elle varie en épaisseur, en concentration, en âge et en rugosité. Les conditions glacielles dans l'Arctique ne cessent de se modifier tout au long de l'année.

Pour les navires qui naviguent dans l'Arctique canadien, il est important que leur passage à travers les glaces soit sécuritaire tant pour le personnel que pour prévenir la pollution de cette région.

Comment assurer la sécurité?

Transports Canada a adopté une norme réglementaire qui vise à minimiser les risques de pollution dans l'Arctique causée par l'endommagement des navires par la glace. Cette norme s'intitule "Système des régimes de glaces pour la navigation dans l'Arctique (SRGNA)".

Le SRGNA combine l'information sur les conditions glacielles et la capacité d'un navire au milieu des glaces afin d'évaluer le potentiel de dommages par la glace. Ce système utilise le concept de "**régime des glaces**" pour caractériser la glace.

Qu'entend-on par régime de glaces?

Un **régime de glaces** est une région glacielle où les conditions sont plus ou moins homogènes. Sur le plan de la navigation, il s'agit d'une zone dans laquelle un navire est susceptible d'entrer en contact avec certains types de glace en navigant en mode constant. En d'autres termes, le régime de glaces est la glace que le navire va probablement rencontrer.

Le régime de glaces tient compte de plusieurs facteurs glaciels importants: concentration, épaisseur, âge, état de décomposition des glaces et rugosité.



NGCC LOUIS S. ST-LAURENT

À quoi sert le Système des régimes de glaces?

La glace a été la cause de dommages importants aux navires navigant dans l'Arctique. Au cours des 25 dernières années, plus de 200 incidents de dommages ont été signalés. Le tiers environ aurait pu causer une pollution.

Le SRGNA vise à minimiser les risques de dommages en tenant compte des conditions glacielles auxquelles font face les navires sur leur parcours.



Dommage causé par la glace

Comment fonctionne le Système des régimes de glaces?

Le SRGNA tient compte de la capacité du navire à naviguer en toute sécurité dans toutes les conditions glacielles. Des navires différents ont des capacités différentes dans les eaux recouvertes de glace, d'où l'attribution d'une **catégorie de navire**. La catégorie indique la résistance, le déplacement et la puissance du navire. Le risque de dommages à un navire par différents types de glace est établi en utilisant des facteurs de "pondération" appelés **multiplicateurs glaciels**.

Dans le Système des régimes de glaces, un simple calcul met en relation la résistance d'un navire au danger que représente différents régimes de glaces. Le calcul donne un **numéral glaciel**. Les régimes de glaces qui ne devraient présenter aucun danger donnent un numéral glaciel nul ou "positif". Les régimes qui pourraient être dangereux ont un numéral glaciel "négatif". Il va sans dire que la sécurité du navire est une responsabilité qui incombe au capitaine.

Le système des régimes de glaces peut s'appliquer en quatre étapes.

- Étape 1: Caractériser le régime des glaces
- Étape 2: Déterminer le multiplicateur glaciel selon la catégorie du navire
- Étape 3: Calculer le numéral glaciel
- Étape 4: Décider de poursuivre la route ou non

Ces étapes sont traitées dans les pages suivantes.

II. Régimes de glaces

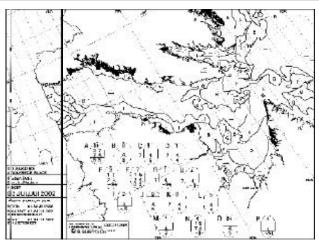
Caractérisation du régime des glaces

Le SRGNA repose sur une évaluation exacte des conditions glacielles. Le Service canadien des glaces (SCG) produit des cartes de glace donnant un aperçu des conditions glacielles dans différentes régions géographiques ainsi que des indications précise des conditions de glace sur certains secteurs. On utilise la technologie la plus perfectionnée pour dresser ces cartes.

Les cartes de glace constituent l'une des ressources les plus utiles pour avoir une vue d'ensemble des conditions glacielles dans une certaine région, et ce, *en anticipant* les besoins. Cette information peut avantageusement servir à une planification stratégique. Les cartes de glace sont également utiles lorsque le navire se trouve dans des conditions glacielles difficiles et qu'il faut trouver un autre itinéraire.

Si les cartes de glace jouent un rôle essentiel pour les navires qui traversent des régions recouvertes de glace, elles ne remplacent cependant pas les observations en temps réel à partir du pont. Le SRGNA repose sur des observations qui sont faites directement du pont et intègre ces données en temps réel à la capacité de chaque catégorie de navire. Il en résulte un itinéraire sur mesure pour chaque navire selon sa résistance aux glaces.

Caractérisation du régime des glaces



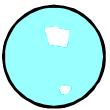
Carte de glace du SCG

Les principaux facteurs utilisés pour définir le régime des glaces sont les suivants:



Les pages qui suivent illustrent les caractéristiques de la glace de mer utilisées pour définir les régimes de glaces.

La couverture de glace dans une région est établie à partir de sa concentration totale, exprimée en "dixièmes". Le SRGNA utilise la concentration partielle de chaque type de glace pour déterminer le numéral glaciel.



Moins de un dixième Eau libre



1 - 3 dixièmes Banquise très lâche



4 - 6 dixièmes Banquise lâche



7 - 8 dixièmes Banquise serrée



9dixièmesBanquise très serrée



9+ dixièmes Banquisetrèsserrée



10dixièmesBanquise compacte/consolidée



Moins de 1 dixième *Eau libre*

1 - 3 dixièmes Banquise très lâche





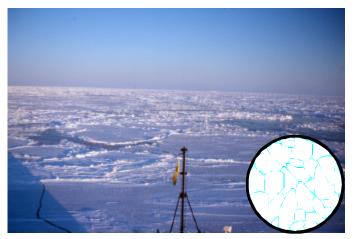
4 - 6 dixièmes Banquise lâche



7 - 8 dixièmes Banquise serrée



9 dixièmesBanquise très serrée



9+ dixièmesBanquise très serrée



10 dixièmesBanquise compacte/consolidée

La glace subit les **stades de formation** suivants:

Nouvelle glace (N) (moinsde 10cmd'épaisseur)

Glace de mer durant ses premiers stades de formation. Elle ne mesure pas 10 cmd'épaisseur et elle forme des plaquettes ou mottes ou elle baigne dans une couche ayant l'apparenced'une soupe. C e terme englobe généralement le frasil, lesorbet, lagadoue et la shuga.

Nilas (NI) (moinsde 10 cmd'épaisseur)

Couche de glace mince e té l'astique, ondulant facilementsous les vagues et ${\tt k}$ houle. Elle a une surface matte.

Jeune glace (YN) (de 10 à 30 cm d'épaisseur)

La jeuneglace peut être divisée en deux sous-stades:

Glace g rise (G) Jeune glace de 10 à 15 cm d'épaisseur, moins souple q u e l e rilas et se brisant sous l'effet de lahoule.

Glace blanchâtre(GW) Jeune glace de 15 à 30 cm d'épaisseur.

Glace mince de premièreannée (FY) (de 30 à 70 cmd'épaisseur)

Glace de mer de 30à70cmd'épaisseur qui se forme à partir de jeune glace. On distingue la glace de premierstade(de30à50cmd'épaisseur)et la glace de deuxièmestade (50à70cm d'épaisseur).

Glace moyenne de première année (MFY) (de 70 à 120cmd'épaisseur) Glace de mer de 70à120 cmd'épaisseur.

Glace épaisse depremière année(TFY) (> 120 c m d'épaisseur) Glace de mer de plus de 120 cm (1,2 m) d'épaisseur.

Glace dedeuxième année(SY)

Glace de mer ayantsurvécuàunesaison de fonte. Elle flotte plus haut sur l'eau que la glace depremièreannée. En général, la fonteestivale l'adoucit et l'arrondit.Les mares d'eau sont souvent bleu verdâtre.

Glace deplusieurs années (MY)

Glace de mer qui a survécu plus d'unesaison defonte. Cette glace, pouvant mesurer plus de 3 m d'épaisseur est très résistante. Elle a une couleur bleuâtre caractéristique etelleestsurélevéeparrapport à la glace de première année. Sasurface est habituellement érodée et ondulée.

Glace deglacier

Glace provenant d'un glacierqui a v êlédans l'océan. 14



Nouvelle glace (N)
Glace de mer de première année, petits floes
de moins de 10 cm d'épaisseur



Nilas (NI)Couche de glace de mer de première année de moins de 10 cm d'épaisseur



Glace grise (G)
Glace de première année qui mesure
de 10 à 15 cm d'épaisseur



Glace blanchâtre (GW)Glace de première année qui mesure
de 15 à 30 cm d'épaisseur



Glace mince de première année (FY)
Glace de première année qui mesure
de 30 à 70 cm d'épaisseur



Glace moyenne de première année (MFY) Glace de première année qui mesure de 70 à 120 cm d'épaisseur



Glace épaisse de première année (TFY) Glace de première année qui mesure plus de 120 cm d'épaisseur



Glace de deuxième année (SY)
Glace de mer ayant survécu à une saison de fonte

18



Glace de plusieurs années (MY)
Glace de mer ayant survécu à au moins
deux saisons de fonte



Glace de glacier Glace d'origine glaciaire

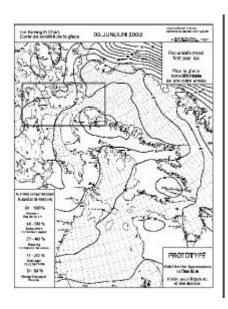
Au printemps, la glace de mer commence à fondre et à se décomposer, perdant de sa résistance. Les **stades de décomposition** sont les suivants:

- Aucune fonte (hiver)
- Fonte de la neige
- Formation de mares
- Trous de fonte (drainage)
- Glace pourrie

La norme réglementaire du SRGNA tient compte du stade de décomposition en ajoutant une valeur de + 1 au multiplicateur glaciel, si la glace est piquée de trous de fonte (et a amorcé le processus de drainage) ou si la glace est pourrie. Cette valeur peut être appliquée à la glace de plusieurs années, à la glace de deuxième année, à la glace épaisse de première année ou à la glace moyenne de première année. Il faut être très prudent lorsqu'on applique un facteur de décomposition à la glace de plusieurs années étant donné que ce type de glace est la principale cause des dommages subis par les navires navigant dans l'Arctique.

Des recherches récentes ont permis de jeter une nouvelle lumière sur la décomposition des glaces de mer. Le Service canadien des glaces, avec l'aide du Centre d'hydraulique canadien, produit des cartes hebdomadaires sur la résistance des glaces dans l'Arctique canadien. Les cartes renseignent sur le stade de décomposition (ou la résistance) de la glace de première année plane.

Les photographies aux pages suivantes peuvent servir de guide à l'application de la valeur de décomposition. 20



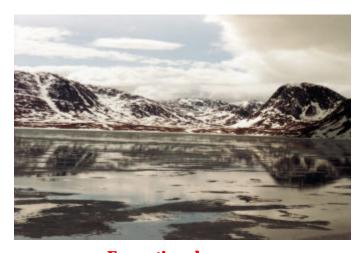
SCG Carte sur la résistance des glaces (prototype)



Aucune fonte (conditions hivernales)



Fonte de la neige



Formation de mares



Trous de fonte Ajouter + 1 au multiplicateur glaciel pour la glace des types MY, SY, TFY et MFY



Glace pourrie Ajouter + 1 au multiplicateur glaciel pour la glace des types MY, SY, TFYetMFY

Rugosité de la glace

Le SRGNA tient également compte de la **rugosité de la glace**. Si le régime des glaces a une concentration globale de 6 dixièmes ou plus et que plus du tiers d'un type de glace est formé de crêtes, de blocaille ou de "hummocks", le multiplicateur glaciel de la glace déformée doit être abaissé d'une valeur de 1.



Glace rugueuseSoustraire d'une valeur de 1 le multiplicateur glaciel

III. Numéral glaciel

Classification des navires

Un navire est caractérisé par sa "catégorie" pour refléter sa résistance, son déplacement et sa capacité à briser la glace. La catégorie est régie par les règlements de Transports Canada selon les caractéristiques du navire.

Les catégories sont désignées soit par "type" qui sert à classer les navires conçus pour la glace de mer de première année ou par "CAC - catégorie arctique canadienne" qui sert à classer les navires conçus pour des conditions glacielles plus sévères.

Catégorie de navire	Type de glace admissible	Épaisseur de la glace (cm)		
CAC1	Aucune limite	Aucunelimite		
CAC2	De plusieurs années	Aucunelimite		
CAC3	De deuxième année	Aucune limite		
CAC4	Épaissede première année	> 120		
Type A	Moyenne de première année	70 - 120		
Type B	Mince de première année (stade 2)	50 - 70		
Type C	Mince de première année(stade 1)	30 - 50		
Type D	Blanchâtre	15 - 30		
Type E	Eaulibre/grise	10 - 15		



Classification des navires

Quelques exemples de navires capables de naviguer dans les glaces



FEDERAL POLARIS Cargo de la Fednav Ltée



PIERRE RADISSON
Brise-glaces de la Garde côtière canadienne

Multiplicateurs glaciels selon la catégorie

Les **multiplicateurs glaciels (MG)** servent à chiffrer la sévérité de chaque type de glace pour un navire. Les valeurs sont positives ou négatives. Si elles sont positives, la glace représente un danger moins élevé pour le navire. Si elles sont négatives, elle représente un danger plus élevé pour le navire.

La réglementation de Transports Canada attribue un ensemble unique de multiplicateurs glaciels pour chaque catégorie de navire.

Il faut savoir que les multiplicateurs glaciels de base d'un navire ne varient pas. Cependant, on peut ajuster les multiplicateurs, au besoin, pour tenir compte de la glace décomposée (conditions moins rigoureuses) ou de la glace rugueuse (conditions plus rigoureuses).

Les multiplicateurs glaciels constituent un élément fondamental du Système des régimes de glaces pour la navigation dans l'Arctique étant donné qu'ils servent à calculer le **numéral glaciel (NG)** ci-contre.

Calcul du numéral glaciel

Pour chaque régime de glaces, on calcule un numéral glaciel (NG). Les multiplicateurs glaciels (MG) du navire et les concentrations de glace (C - en dixièmes) de chaque type de glace sont combinés arithmétiquement sous la forme suivante:

La valeur du numéral glaciel sert à déterminer si un navire est autorisé à pénétrer dans un régime de glaces. Si le numéral glaciel est zéro ou positif, le navire peut poursuivre sa route. Si le numéral glaciel est négatif, le navire devrait ne pas poursuivre et choisir un autre itinéraire.

Tableau des multiplicateurs glaciels

Le **tableau des multiplicateurs glaciels** du SRGNA ci-dessous s'applique aux navires des catégories type et CAC4 et CAC3. Il n'y a pas de multiplicateurs glaciels pour les navires CAC2 et CAC1.

Multiplicateurs glaciels pour chaquecatégoriedenavire

Types deglace		Navires - type				CAC			
		Е	D	С	В	Α	4	3	
MY	Glacedeplusieursann	nées	- 4	- 4	- 4	- 4	- 4	- 3	- 1
SY	Glacededeuxième ar	nnée	- 4	- 4	- 4	- 4	- 3	- 2	1
TFY	Glaceépaissede première année	>120cm	- 3	- 3	- 3	- 2	- 1	1	2
MFY	Glacemoyennede première année	70-120cm	- 2	- 2	- 2	- 1	1	2	2
FY	Glacemincede première année								
	stade2	50-70cm	- 1	- 1	- 1	1	2	2	2
	stade1	30-50cm	- 1	- 1	1	1	2	2	2
GW	Glaceblanchâtre	15-30cm	- 1	1	1	1	2	2	2
G	Glacegrise	10-15cm	1	2	2	2	2	2	2
NI	Nilas	<10cm	2	2	2	2	2	2	2
N	Nouvelleglace	<10cm	"	"	"	"	"	"	"
	Brash(sarrasins)		"	"	"		"	"	"
	Eaubergée		"	"	"		"	"	"
	Eaulibre		"	"	"	"	"	"	"

<u>Décompositionde laglace</u> :Ajouter1au MG pourlesglacesMY,SY,TFY,MFYsiellessontpiquéesde trousdefonteoupourries.

 $\underline{Ruqosit\'edelaglace}: Siler\'egime des glaces aune concentration globale de 6/10 ou plus et que plus du tiers d'un type de glace est déformé, le \ \ \, \underline{MG} \ \ \, de la glace déformée doit être abaissé d'un evaleur de 1.$

IV. Résumé des quatre étapes

Comment appliquer le SRGNA

Le système desrégimes de glaces pour la navigation dans l'Arctique (SRGNA) s'applique en suivant les quatre étapes ci-dessous et illustrées sur la page opposée.

Étape 1: Définir le régime des glaces en se basant sur les conditions glacielles

Les régimesde glaces sont caractérisés par la concentration de la glace et lestypesdeglace que l'on trouve dans le régime, incluant l'eau libre. Les types de glace correspondent à leur stade de formation. Il fautdéterminer quels types de glace sont décomposés ou ont une surface rugueuse.

Étape 2: Déterminer les multiplicateurs glaciels (MG) du navire et apporter les corrections nécessaires

Déterminerles multiplicateurs glaciels de votre navire selon les critères établis par Transports Canada. Si certains types de glace sont décomposés ou rugueux, modifier les multiplicateurs glaciels de ces types de glace.

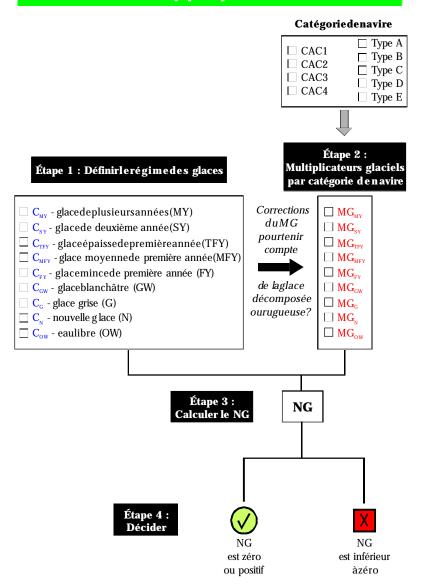
Étape 3: Calculer le numéral glaciel (NG)

Le numéralglaciel (NG) intègre les renseignements sur le régime des glaces et la catégorie du navire. Pour chaque régime, il faut calculer le NG en combinant la concentration de chaque type de glace (incluant l'eau libre) et le multiplicateur glaciel associé à chaque type de glace basé sur la catégorie du navire. Se reporter à lapage 29 pour le calcul du numéral glaciel.

Étape 4: Poursuivre la route ou choisir un autre itinéraire

Calculer le numéral glaciel (NG) pour décider de poursuivre dans un régime de glacesou de choisir un autre itinéraire. Si le NG est égal à zéro ou s'il est positif, le navire peut poursuivre sa route avec laprudence nécessaire. Si le NG est inférieur à zéro ou négatif, le navire doit choisir un autreitinéraire.

Comment appliquer le SRGNA



V. Exemples détaillés pour chaque catégorie de navire

Navires de type E

Les **multiplicateurs glaciels (MG)** pour les navires de type E sont:

Glace de plusieurs années →	MG_{MY}	-4
Glace de deuxième année →	MG_{SY}	-4
Glace épaisse de première année	MG_{TFY}	-3
Glace moyenne de première année	MG_{MFY}	-2
Glace mince de premièreannée (stade 2)	MG_{FY}	-1
Glace mince de premièreannée (stade 1)	MG_{FY}	-1
Glace blanchâtre →	MG_{GW}	-1
Glace grise →	MG_G	1
Nouvelle glace	MG_N	2
Eau libre	MG _{OW}	2

<u>Décompositionde la glace</u>: Si laglaceestpiquée de **trous de fonte** ousielleest **pourrie**, *ajouter 1* au MG pour les glaces MY, SY, TFY, MFY.

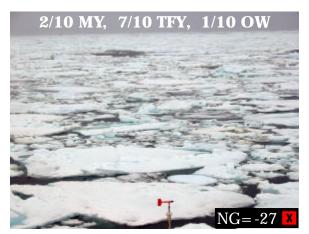


$$\begin{aligned} \textbf{NG} &= \left[C_{_{MFY}} \; x \; \overset{\textbf{MG}_{_{MFY}}}{\textbf{MG}_{_{MFY}}} \right] \; + \; \left[C_{_{OW}} \; x \; \; \overset{\textbf{MG}_{_{OW}}}{\textbf{MG}_{_{OW}}} \right] \\ &= \; \left[3 \quad x \; -2 \, \right] \; \; + \; \left[7 \quad x \quad 2 \, \right] \\ &= \; \boldsymbol{+8} \end{aligned}$$

Navires de type E



$$\begin{split} \textbf{NG} &= [C_{\text{\tiny TFY}} \ x \ \text{\tiny MG}_{\text{\tiny TFY}}] + [C_{\text{\tiny MFY}} \ x \ \text{\tiny MG}_{\text{\tiny MFY}}] \ + \ [C_{\text{\tiny OW}} \ x \ \text{\tiny MG}_{\text{\tiny OW}}] \\ &= [4 \ x \ -3] \ + \ [1 \ x \ -2] \ + \ [5 \ x \ 2] \\ &= -4 \end{split}$$

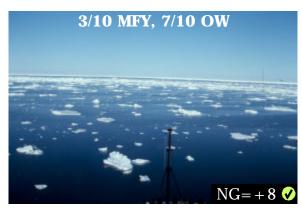


Navires de type D

Les **multiplicateurs glaciels (MG)** pour les navires de type D sont:

Glace de plusieurs années →	MG_{MY}	-4
Glace de deuxième année →	MG_{SY}	-4
Glace épaisse de première année →	MG_{TFY}	-3
Glace moyenne de première année	MG_{MFY}	-2
Glace mince de premièreannée (stade 2)	MG_{FY}	-1
Glace mince de premièreannée (stade 1)	MG_{FY}	-1
Glace blanchâtre →	MG_{GW}	1
Glace grise →	MG_G	2
Nouvelle glace →	MG_N	2
Eau libre	MG _{OW}	2

<u>Décompositionde la glace</u>: Si laglaceestpiquée de **trous de fonte** ousielleest **pourrie**, *ajouter 1* au MG pour les glaces MY, SY, TFY, MFY.

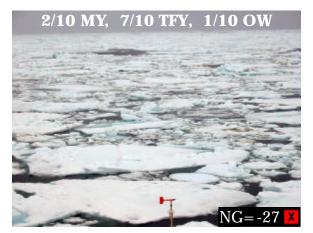


$$\begin{aligned} \textbf{NG} &= [C_{\text{MFY}} \ x \ \textbf{MG}_{\text{MFY}}] \ + \ [C_{\text{ow}} \ x \ \textbf{MG}_{\text{ow}}] \\ &= [3 \quad x \ -2] \quad + \ [7 \quad x \quad 2] \\ &= \ + \ \textbf{8} \end{aligned}$$

Navires de type D



$$\begin{aligned} \textbf{NG} &= \begin{bmatrix} C_{\text{TFY}} \ x \ MG_{\text{TFY}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_{\text{MFY}} \ x \ MG_{\text{MFY}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_{\text{OW}} \ x \ MG_{\text{OW}} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 4 \ x \ -3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \ x \ -2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 5 \ x \ 2 \end{bmatrix} \\ &= -4 \end{aligned}$$



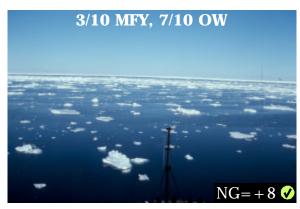
Navires de type C

Les **multiplicateurs glaciels (MG)** pour les navires de type C sont:

Glace de plusieurs années →	MG_{MY}	-4
Glace de deuxième année →	MG_{SY}	-4
Glace épaisse de première année →	MG_{TFY}	-3
Glace moyenne de première année	MG_{MFY}	-2
Glace mince de premièreannée (stade 2) →	MG_{FY}	-1
Glace mince de premièreannée (stade 1)	MG_{FY}	1
Glace blanchâtre	MG_{GW}	1
Glace grise →	MG_G	2
Nouvelle glace →	MG_N	2
Eau libre	MG _{OW}	2

Décomposition de la glace: Si la glace est piquée de **trous de fonte** ou si elle est **pourrie**, *ajouter 1* au MG pour les glaces MY, SY, TFY, MFY.

Rugosité de la glace: Si la régime des glaces au ne concentration globale de 6/10 c



$$\begin{aligned} \textbf{NG} &= \left[\textbf{C}_{\text{MFY}} \; x \; \textbf{MG}_{\text{MFY}} \right] \; + \; \left[\textbf{C}_{\text{ow}} \; x \; \; \textbf{MG}_{\text{ow}} \right] \\ &= \left[3 \quad x \; -2 \right] \; + \; \left[7 \quad x \quad 2 \right] \\ &= \; \boldsymbol{+8} \end{aligned}$$

Navires de type C



$$\begin{aligned} \textbf{NG} &= \begin{bmatrix} C_{\text{\tiny TFY}} \ x \ MG_{\text{\tiny TFY}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_{\text{\tiny MFY}} \ x \ MG_{\text{\tiny MFY}} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_{\text{\tiny OW}} \ x \ MG_{\text{\tiny OW}} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 4 \ x \ -3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \ x \ -2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 5 \ x \ 2 \end{bmatrix} \\ &= -4 \end{aligned}$$

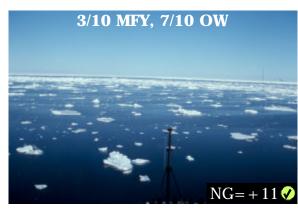


Navires de type B

Les **multiplicateurs glaciels (MG)** pour les navires de type B sont:

Glace de plusieurs années →	MG_{MY}	-4
Glace de deuxième année →	MG_{SY}	-4
Glace épaisse de première année →	MG_{TFY}	-2
Glace moyenne de première année	MG_{MFY}	-1
Glace mince de premièreannée (stade 2)	MG_{FY}	1
Glace mince de premièreannée (stade 1)	MG_{FY}	1
Glace blanchâtre →	MG_{GW}	1
Glace grise →	MG_G	2
Nouvelle glace →	MG_N	2
Eau libre	MG_{OW}	2

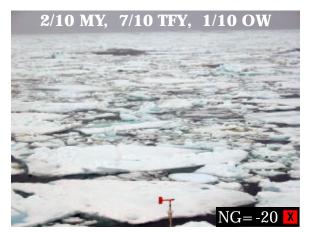
<u>Décomposition de la glace</u>: Si laglaceestpiquée de **trous de fonte** ousielleest **pourrie**, *ajouter 1* au MG pour les glaces MY, SY, TFY, MFY.



$$\begin{aligned} \textbf{NG} &= \left[\textbf{C}_{\text{MFY}} \; x \; \textbf{MG}_{\text{MFY}} \right] \; + \; \left[\textbf{C}_{\text{OW}} \; x \; \; \textbf{MG}_{\text{OW}} \right] \\ &= \left[3 \quad x \; \text{-1} \right] \; + \; \left[7 \quad x \quad 2 \right] \\ &= \; \textbf{+11} \end{aligned}$$

Navires de type B





Navires de type A

Les **multiplicateurs glaciels (MG)** pour les navires de type A sont:

Glace de plusieurs années →	MG_{MY}	-4
Glace de deuxième année →	MG_{SY}	-3
Glace épaisse de première année →	MG_{TFY}	-1
Glace moyenne de première année	MG_{MFY}	1
Glace mince de premièreannée (stade 2)	MG_{FY}	2
Glace mince de premièreannée (stade 1)	MG_{FY}	2
Glace blanchâtre →	MG_{GW}	2
Glace grise →	MG_G	2
Nouvelle glace	MG_N	2
Eau libre	MG _{OW}	2

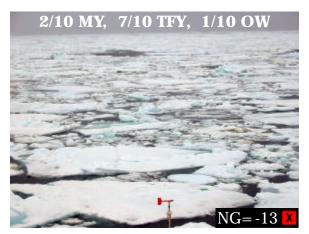
<u>Décomposition de la glace</u>: Si laglaceestpiquée de **trous de fonte** ousielleest **pourrie**, *ajouter 1* au MG pour les glaces MY, SY, TFY, MFY.



$$\begin{aligned} \textbf{NG} &= \left[\textbf{C}_{\text{MFY}} \; x \; \textbf{MG}_{\text{MFY}} \right] \; + \; \left[\textbf{C}_{\text{ow}} \; x \; \; \textbf{MG}_{\text{ow}} \right] \\ &= \left[3 \quad x \quad 1 \right] \quad + \; \left[7 \quad x \quad 2 \right] \\ &= \; + \; \textbf{17} \end{aligned}$$

Navires de type A





Les **multiplicateurs glaciels (MG)** pour les navires CAC 4 sont:

Glace de plusieurs années →	MG_{MY}	-3
Glace de deuxième année →	MG_{SY}	-2
Glace épaisse de première année	MG_{TFY}	1
Glace moyenne de première année	MG_{MFY}	2
Glace mince de premièreannée (stade 2) →	MG_{FY}	2
Glace mince de premièreannée (stade 1)	MG_{FY}	2
Glace blanchâtre	MG_{GW}	2
Glace grise →	MG_G	2
Nouvelle glace →	MG_N	2
Eau libre	\overline{MG}_{OW}	2

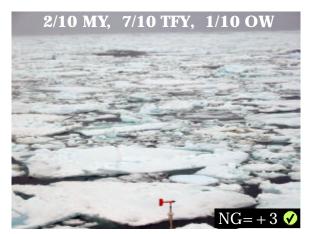
<u>Décompositionde la glace</u>: Si laglaceestpiquée de **trous de fonte** ousielleest **pourrie**, *ajouter 1* au MG pour les glaces MY, SY, TFY, MFY.



$$\begin{aligned} \textbf{NG} &= \begin{bmatrix} C_{MFY} & x & MG_{MFY} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_{OW} & x & MG_{OW} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 3 & x & 2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 7 & x & 2 \end{bmatrix} \\ &= & \textbf{+20} \end{aligned}$$



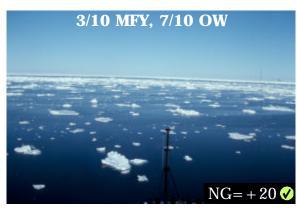
$$\begin{aligned} \textbf{NG} &= [C_{\text{TFY}} \ x \ \textbf{MG}_{\text{TFY}}] + [C_{\text{MFY}} \ x \ \textbf{MG}_{\text{MFY}}] + [C_{\text{OW}} \ x \ \textbf{MG}_{\text{OW}}] \\ &= [4 \ x \ 1] \ + [1 \ x \ 2] \ + [5 \ x \ 2] \\ &= \ + \ \textbf{16} \end{aligned}$$



Les **multiplicateurs glaciels (MG)** pour les navires CAC 3 sont:

Glace de plusieurs années →	MG_{MY}	-1
Glace de deuxième année →	MG_{SY}	1
Glace épaisse de première année →	MG_{TFY}	2
Glace moyenne de première année	MG_{MFY}	2
Glace mince de première année (stade 2)	MG_{FY}	2
Glace mince de premièreannée (stade 1)	MG_{FY}	2
Glace blanchâtre	MG_{GW}	2
Glace grise →	MG_G	2
Nouvelle glace —	MG_N	2
Eau libre	MG _{OW}	2

<u>Décompositionde la glace</u>: Si laglaceestpiquée de **trous de fonte** ousielleest **pourrie**, *ajouter 1* au MG pour les glaces MY, SY, TFY, MFY.



$$\begin{aligned} \textbf{NG} &= \left[\textbf{C}_{MFY} \ \textbf{x} \ \textbf{MG}_{MFY} \right] \ + \ \left[\textbf{C}_{OW} \ \textbf{x} \ \ \textbf{MG}_{OW} \right] \\ &= \left[\textbf{3} \ \textbf{x} \ \textbf{2} \right] \ + \ \left[\textbf{7} \ \textbf{x} \ \textbf{2} \right] \\ &= \ \textbf{+20} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \textbf{NG} &= [C_{\text{TFY}} \ x \ \text{MG}_{\text{TFY}}] + [C_{\text{MFY}} \ x \ \text{MG}_{\text{MFY}}] + [C_{\text{OW}} \ x \ \text{MG}_{\text{OW}}] \\ &= [4 \ x \ 2] \ + [1 \ x \ 2] \ + [5 \ x \ 2] \\ &= \ + \textbf{20} \end{aligned}$$



Navires CAC 2 et CAC 1

Les navires CAC 2 et CAC 1, qui sont soit des briseglaces ou des cargos, sont conçus pour affronter pratiquement tous les types de conditions glacielles. Il n'y a donc pas de multiplicateurs glaciels pour ces types de navires. VI. Exemples de calcul de numéral glaciel pour chaque type de navire



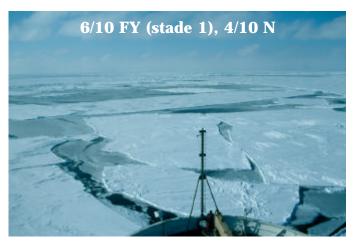
Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glaciel	-30	-30	-30	-20	-10	10	20
Décision	×	×	×	×	×	V	V



Catégorie denavire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glaciel	-40	-40	-40	-30	-20	0	10
Décision	×	×	×	×	×	Ø	\bigcirc



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glaciel	-7	-7	-7	2	20	29	29
Décision	×	×	×	V	 ✓	 ✓	V



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glaciel	2	2	14	14	20	20	20
Décision	(✓	(⋖	(((/)



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glaciel	-24	-24	-24	-16	-6	9	17
Décision	×	×	×	×	×	((



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glaciel	-22	-22	-22	-19	-10	2	23
Décision	×	×	×	×	×	\checkmark	\checkmark



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glaciel	-5	-5	-5	0	5	15	20
Décision	×	×	×	✓	✓	V	⊘



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glaciel	-10	-10	-10	-4	8	14	14
Décision	×	×	×	×	\checkmark	\checkmark	\checkmark



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéralglaciel	-26	-26	-26	-18	-10	7	17
Décision	×	×	×	×	×	✓	✓



Catégorie de navire	TypeE	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glaciel	0	0	0	4	8	16	20
Décision	(

Renseignements supplémentaires

Le Centre d'hydraulique canadien collabore avec Transports Canada, la Garde côtière canadienne et les propriétaires et exploitants de navires pour veiller à ce que le système de régime des glaces repose sur des données scientifiquessolides. Les travaux dans ce domaine se poursuivent.

On peut trouver des renseignements supplémentaires sur le SRGNA dans les publications suivantes:

Normes pour le système des régimes de glaces pour la navigation dans l'Arctique, Transports Canada, Rapport TP 12259F, Ottawa (Ontario), Canada.

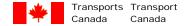
Loi et règlements sur la prévention de la pollution des eaux arctiques.

ASPPR, 1989. Proposals for the Revision of the Arctic Shipping Pollution Prevention Regulations. Transports Canada Report TP 9981, Ottawa (Ontario) Canada. (English only).

Timco, G.W. et Kubat, I. 2002. Fondement scientifiquedu Système des régimes de glace: Document de travail. Rapport technique CHC-TR-002, Transports Canada, rapport TP 13916F, Ottawa (Ontario) Canada.

Timco, G.W. et Johnston, M. 2003. *Ice Decay Boundaries for the Ice Regime System*, CHC Report CHC-TR-009, Ottawa (Ontario) Canada. *(English only)*.

Trousse d'aide à l'utilisateur pour la mise en oeuvre dusystème des régimes (SRGNA), Transports Canada, rapport TP 12819F, Ottawa (Ontario) Canada.



Pour de plus amples informations sur la navigation dans les eaux arctiques canadiennes, veuillez vous adresser à:

M. Peter Timonin, P. Eng.
Directeur régional, Marine
Région des Prairies et du Nord - Marine
Transports Canada
344, rue Edmonton, B.P. 8550
Winnipeg (Manitoba) R3C 0P6
Canada
Courriel: timonip@tc.gc.ca

Pour plus d'informations sur la réglementation et les travaux de R-D sur les eaux recouvertes de glace au Canada, veuillez contacter:

M. V.M. Santos-Pedro, P. Eng.
Directeur, Normes - construction etéquipement
Sécurité
Transports Canada
330, rue Sparks
Ottawa (Ontario) K1A 0N8
Canada
Courriel: santosv@tc.gc.ca

Pour des renseignements additionnels sur l'aspect scientifique du système de régime des glaces, veuillez contacter:

G.W. Timco, Ph.D.
Centred'hydrauliquecanadien
Conseil national de recherches du Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0R6
Canada
Courriel: garry.timco@nrc-cnrc.gc.ca

