



## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### **Systeme des regimes de glaces pour la navigation dans l'Arctique: guide illustre**

Timco, Garry; Johnston, Michelle

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'editeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

#### **Publisher's version / Version de l'editeur:**

<https://doi.org/10.4224/12328072>

*Rapport de Transports Canada, 2003-01-01*

#### **NRC Publications Record / Notice d'Archives des publications de CNRC:**

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=ff88e87b-d2ef-4927-b391-4a6a4789b4a0>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=ff88e87b-d2ef-4927-b391-4a6a4789b4a0>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.



# 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 et une aide financière pour son élaboration.

Les photographies proviennent de plusieurs personnes et organismes, dont Bob Gorman, Michelle Johnston, Garry Timco, la Gardecôtière canadienne et Fednav Limitée. Un certain nombre de photographies ont été prises par des spécialistes du Service canadien des glaces.

Janvier 2003

## 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 glacial. Enfin, le numéral glacial 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](http://www.tc.gc.ca). La dernière page de la brochure contient des renseignements détaillés sur d'autres personnes-contacts.



## Table des matières

<b>I. Le système des régimes de glaces pour la navigation dans l'Arctique</b>	<b>1</b>
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 glaces? .....	5
<b>II. Régimes de glaces</b>	<b>7</b>
Caractérisation du régime des glaces .....	8-9
Concentration de la glace .....	10-13
Stades de formation .....	14-19
Stades de décomposition .....	20-23
Rugosité de la glace .....	24
<b>III. Numéral glacial</b>	<b>25</b>
Classification des navires .....	26-27
Multiplicateurs glaciaux selon la catégorie .....	28
Calcul du numéral glacial .....	29
Tableau des multiplicateurs glaciaux .....	30
<b>IV. Résumé des quatre étapes</b>	<b>31</b>
Comment appliquer le SRGNA .....	32-33
<b>V. Exemples détaillés pour chaque catégorie de navire</b>	<b>35</b>
Navires de type E .....	36-37
Navires de type D .....	38-39
Navires de type C .....	40-41
Navires de type B .....	42-43
Navires de type A .....	44-45
Navires CAC 4 .....	46-47
Navires CAC 3 .....	48-49
Navires CAC 2 et CAC 1 .....	50
<b>VI. Exemples de calcul de numéral glacial pour chaque type de navire</b>	<b>51</b>
Comparaison du NG de chaque catégorie .....	52-56
<b>VII. Renseignements supplémentaires</b>	<b>57</b>



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.

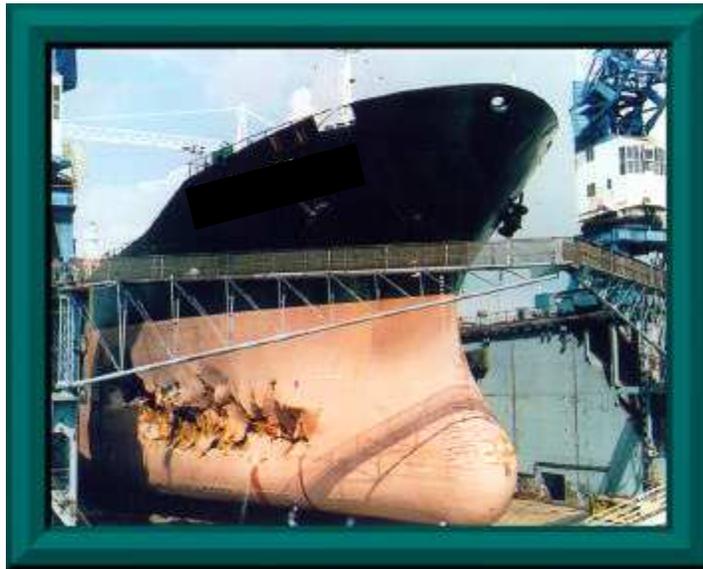


NGCC LOUIS S. ST-LAURENT

## **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.



**Damage 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 glacial**. Les régimes de glaces qui ne devraient présenter aucun danger donnent un numéral glacial nul ou "positif". Les régimes qui pourraient être dangereux ont un numéral glacial "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 glacial selon la catégorie du navire
- Étape 3: Calculer le numéral glacial
- Étape 4: Décider de poursuivre la route ou non

Ces étapes sont traitées dans les pages suivantes.



## II. Régimes de glaces

---

---

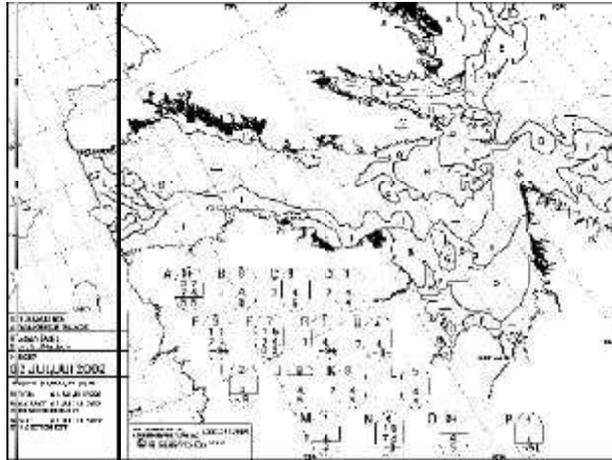
## Caractérisation du régime des glaces

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 précises 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

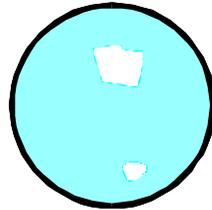
Les principaux facteurs utilisés pour définir le régime des glaces sont les suivants:



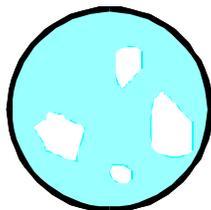
Les pages qui suivent illustrent les caractéristiques de la glace de mer utilisées pour définir les régimes de glaces.

## Concentration de la glace

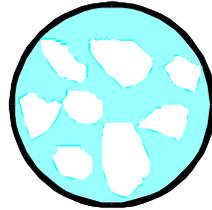
La couverture de glace dans une région est établie à partir de sa concentration totale, exprimée en “dixièmes”. Le SRGNA utilise la concentration partielle de chaque type de glace pour déterminer le numéral glacial.



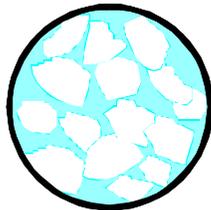
**Moins de un dixième**  
*Eau libre*



**1 - 3 dixièmes**  
*Banquise très lâche*



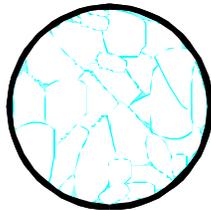
**4 - 6 dixièmes**  
*Banquise lâche*



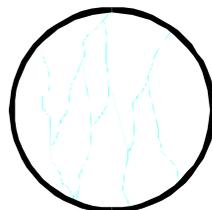
**7 - 8 dixièmes**  
*Banquise serrée*



**9 dixièmes**  
*Banquise très serrée*



**9+ dixièmes**  
*Banquise très serrée*



**10 dixièmes**  
*Banquise compacte/consolidée*

## Concentration de la glace



**Moins de 1 dixième**  
*Eau libre*



**1 - 3 dixièmes**  
*Banquise très lâche*



**4 - 6 dixièmes**  
*Banquise lâche*

## Concentration de la glace

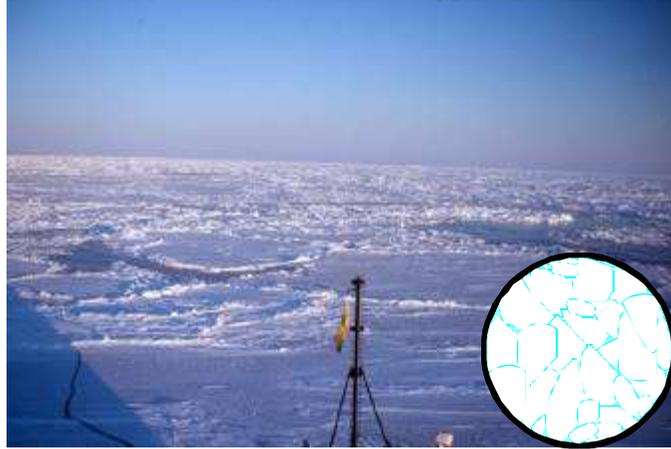


**7 - 8 dixièmes**  
*Banquise serrée*



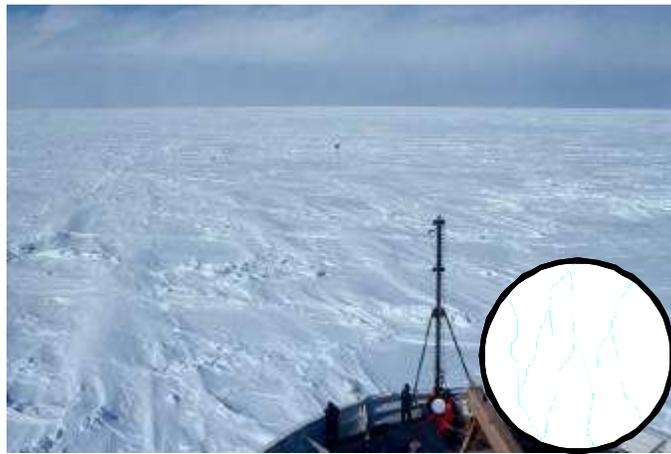
**9 dixièmes**  
*Banquise très serrée*

## Concentration de la glace



**9+ dixièmes**

*Banquise très serrée*



**10 dixièmes**

*Banquise compacte/consolidée*

## Stades de formation

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

### **Nouvelle glace (N)** (moins de 10 cm d'épaisseur)

Glace de mer durant ses premiers stades de formation. Elle ne mesure pas 10 cm d'épaisseur et elle forme des plaquettes ou mottes ou elle baigne dans une couche ayant l'apparence d'une soupe. Ce terme englobe généralement le frasil, le sorbet, la gadoue et la shuga.

### **Nilas (NI)** (moins de 10 cm d'épaisseur)

Couche de glace mince et élastique, ondulante facilement sous les vagues et la houle. Elle a une surface mate.

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

La jeune glace peut être divisée en deux sous-stades:

**Glace grise (G)** Jeune glace de 10 à 15 cm d'épaisseur, moins souple que le nilas et se brisant sous l'effet de la houle.

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

### **Glace mince de première année (FY)** (de 30 à 70 cm d'épaisseur)

Glace de mer de 30 à 70 cm d'épaisseur qui se forme à partir de jeune glace. On distingue la glace de premier stade (de 30 à 50 cm d'épaisseur) et la glace de deuxième stade (50 à 70 cm d'épaisseur).

### **Glace moyenne de première année (MFY)** (de 70 à 120 cm d'épaisseur)

Glace de mer de 70 à 120 cm d'épaisseur.

### **Glace épaisse de première année (TFY)** (> 120 cm d'épaisseur)

Glace de mer de plus de 120 cm (1,2 m) d'épaisseur.

### **Glace de deuxième année (SY)**

Glace de mer ayant survécu à une saison de fonte. Elle flotte plus haut sur l'eau que la glace de première année. En général, la fonte estivale l'adoucit et l'arrondit. Les mares d'eau sont souvent bleu verdâtre.

### **Glace de plusieurs années (MY)**

Glace de mer qui a survécu plus d'une saison de fonte. Cette glace, pouvant mesurer plus de 3 m d'épaisseur est très résistante. Elle a une couleur bleuâtre caractéristique et elle est surélevée par rapport à la glace de première année. Sa surface est habituellement érodée et ondulée.

### **Glace de glacier**

Glace provenant d'un glacier qui a vélé dans l'océan.

## Stades de formation



### **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*

## Stades de formation



### **Glace grise (G)**

*Glace de première année qui mesure  
de 10 à 15 cm d'épaisseur*



### **Glace blanchâtre (GW)**

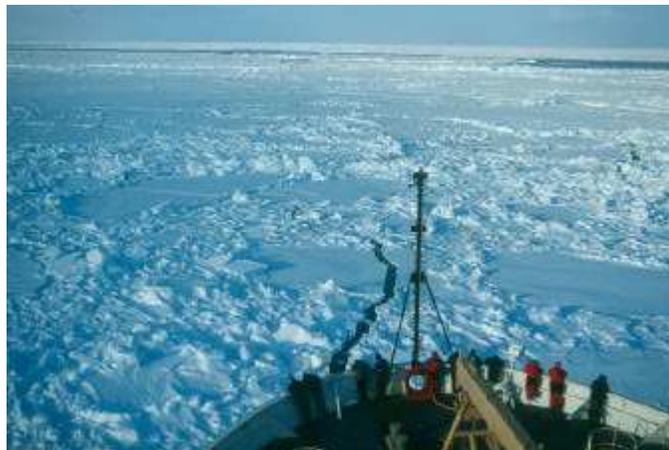
*Glace de première année qui mesure  
de 15 à 30 cm d'épaisseur*

## Stades de formation



### **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*

## Stades de formation



### **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*

## Stades de formation



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



**Glace de glacier**  
*Glace d'origine glaciaire*

## Stades de décomposition

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

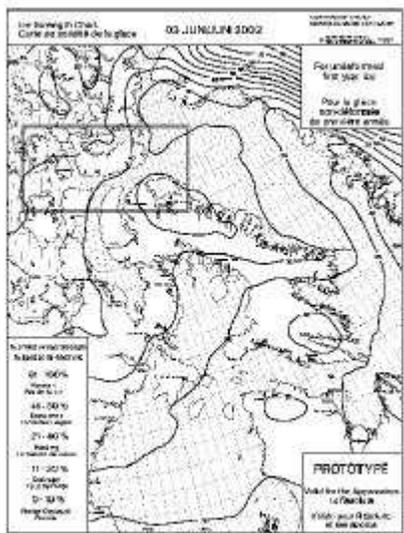
- Aucune fonte (hiver)
- Fonte de la neige
- Formation de mares
- Trous de fonte (drainage)
- Glace pourrie

La norme réglementaire du SRGNA tient compte du stade de décomposition en ajoutant une valeur de + 1 au multiplicateur glaciaire, 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.

# Stades de décomposition



SCG  
Carte sur la  
résistance des glaces  
(prototype)



Aucune fonte (conditions hivernales)

## Stades de décomposition



**Fonte de la neige**



**Formation de mares**

## Stades de décomposition



### **Trous de fonte**

*Ajouter + 1 au multiplicateur glacié pour la glace des types MY, SY, TFY et MFY*



### **Glace pourrie**

*Ajouter + 1 au multiplicateur glacié pour la glace des types MY, SY, TFY et MFY*

## 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 glacial de la glace déformée doit être abaissé d'une valeur de 1.



### **Glace rugueuse**

*Soustraire d'une valeur de 1 le multiplicateur glacial*

### III. Numéral glacial

---

---

## 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.

<b>Catégorie de navire</b>	<b>Type de glace admissible</b>	<b>Épaisseur de la glace (cm)</b>
CAC1	Aucune limite	Aucunelimité
CAC2	De plusieurs années	Aucunelimité
CAC3	De deuxième année	Aucune limite
CAC4	Épaisse de 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

↑  
Accroître la capacité de résister à la glace

## 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 glacial (NG)** ci-contre.

## Calcul du numéral glacial

Pour chaque régime de glaces, on calcule un **numéral glacial (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:

$$\begin{array}{l}
 \text{Glace de plusieurs années (MY)} \longrightarrow \quad [ C_{MY} \times MG_{MY} ] \\
 \text{glace de deuxième année (SY)} \longrightarrow \quad + [ C_{SY} \times MG_{SY} ] \\
 \text{glace épaisse de première année (TFY)} \longrightarrow + [ C_{TFY} \times MG_{TFY} ] \\
 \text{glace moyenne de première année (MFY)} \longrightarrow + [ C_{MFY} \times MG_{MFY} ] \\
 \text{Glace mince de première année (FY)} \longrightarrow + [ C_{FY} \times MG_{FY} ] \\
 \text{glace blanchâtre (GW)} \longrightarrow \quad + [ C_{GW} \times MG_{GW} ] \\
 \text{glace grise (G)} \longrightarrow \quad + [ C_G \times MG_G ] \\
 \text{nouvelle glace (N)} \longrightarrow \quad + [ C_N \times MG_N ] \\
 \text{eau libre (OW)} \longrightarrow \quad + [ C_{OW} \times MG_{OW} ] \\
 \hline
 \text{NG} = \quad ?
 \end{array}$$

La valeur du numéral glacial sert à déterminer si un navire est autorisé à pénétrer dans un régime de glaces. Si le numéral glacial est **zéro** ou **positif**, le navire peut poursuivre sa route. Si le numéral glacial 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 chaque catégorie de navire

Types de glace			Navires - type					CAC	
			E	D	C	B	A	4	3
<b>MY</b>	Glacé de plusieurs années		-4	-4	-4	-4	-4	-3	-1
<b>SY</b>	Glacé de deuxième année		-4	-4	-4	-4	-3	-2	1
<b>TFY</b>	Glacé épais de première année	>120cm	-3	-3	-3	-2	-1	1	2
<b>MFY</b>	Glacé moyen de première année	70-120cm	-2	-2	-2	-1	1	2	2
<b>FY</b>	Glacé mince de première année								
	stade 2	50-70cm	-1	-1	-1	1	2	2	2
	stade 1	30-50cm	-1	-1	1	1	2	2	2
<b>GW</b>	Glacé blanchâtre	15-30cm	-1	1	1	1	2	2	2
<b>G</b>	Glacé grise	10-15cm	1	2	2	2	2	2	2
<b>NI</b>	Nilas	<10cm	2	2	2	2	2	2	2
<b>N</b>	Nouvelleglace	<10cm	"	"	"	"	"	"	"
	Brash (sarrasins)		"	"	"	"	"	"	"
	Eaubergée		"	"	"	"	"	"	"
	Eaulibre		"	"	"	"	"	"	"

Décomposition de la glace : Ajouter 1 au **MG** pour les glaces MY, SY, TFY, MFY si elles sont piquées de trous de fonte ou pourries.

Rugosité de la glace : Si le régime des glaces a une concentration globale de 6/10 ou plus et que plus du tiers d'un type de glace est déformé, le **MG** de la glace déformée doit être abaissé d'une valeur de 1.

#### IV. Résumé des quatre étapes

## Comment appliquer le SRGNA

Le système de régimes 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 régimes de glaces sont caractérisés par la concentration de la glace et le type de glace que l'on trouve dans le régime, incluant l'eau libre. Les types de glace correspondent à leur stade de formation. Il faut déterminer 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

Déterminer les 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.

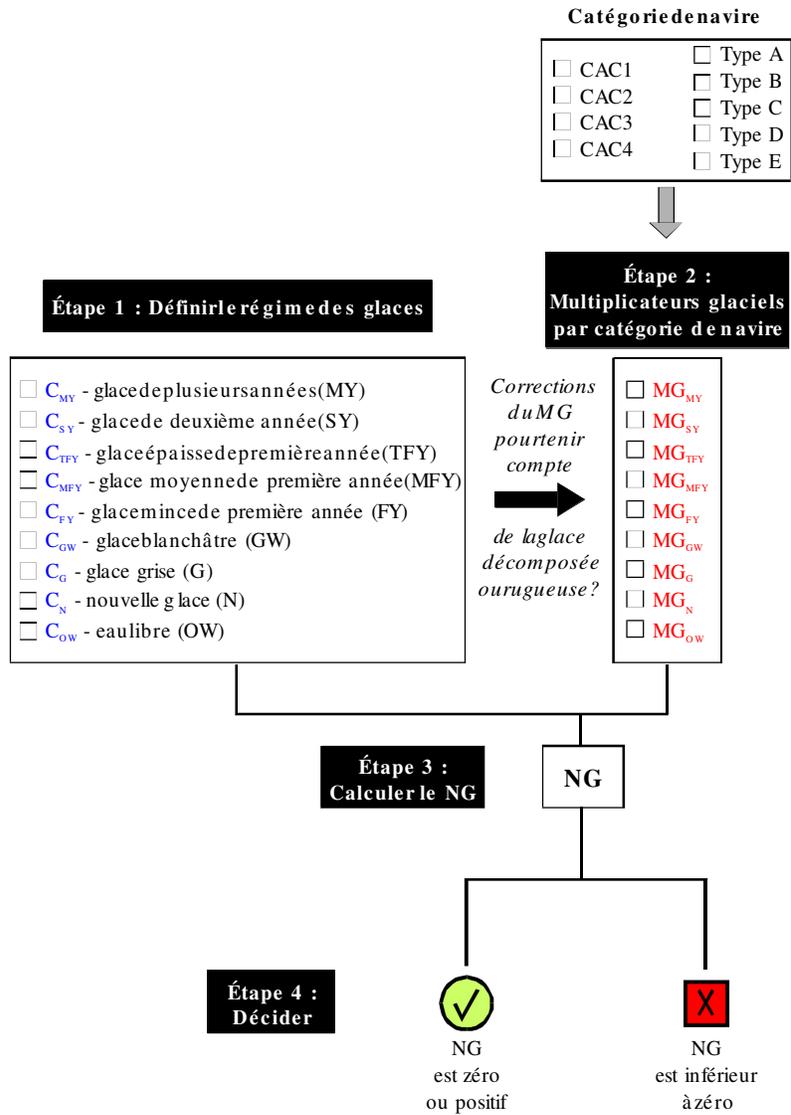
### Étape 3: Calculer le numéral glacial (NG)

Le numéral glacial (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 glacial associé à chaque type de glace basé sur la catégorie du navire. Se reporter à la page 29 pour le calcul du numéral glacial.

### Étape 4: Poursuivre la route ou choisir un autre itinéraire

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

# Comment appliquer le SRGNA





## V. Exemples détaillés pour chaque catégorie de navire

---

---

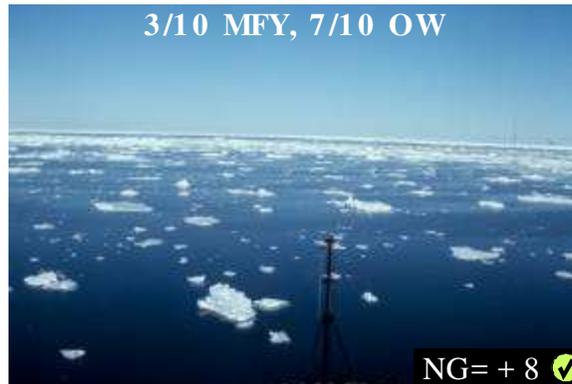
## Navires de type E

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 première année (stade 2) →	$MG_{FY}$	-1
Glace mince de première année (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

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.

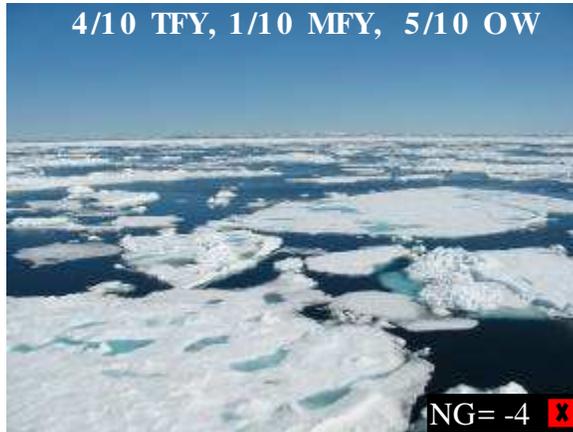
Rugosité de la glace: Si le régime des glaces a une concentration globale de 6/10 ou plus et que plus d'un tiers d'un type de glace est déformé, le **MG** de la glace déformée doit être *abaissé d'une valeur de 1*.



$$\begin{aligned}
 NG &= [C_{MFY} \times MG_{MFY}] + [C_{OW} \times MG_{OW}] \\
 &= [3 \times -2] + [7 \times 2] \\
 &= + 8
 \end{aligned}$$

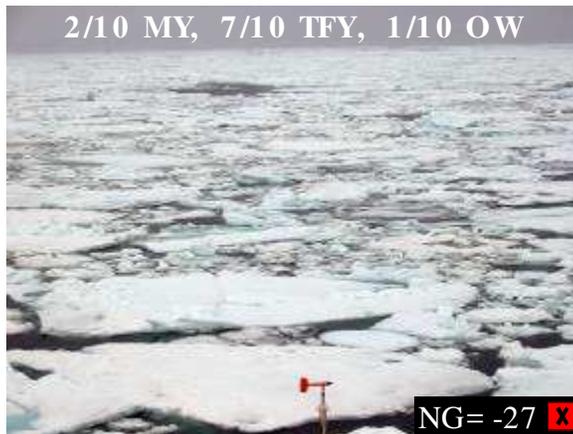
## Navires de type E

4/10 TFY, 1/10 MFY, 5/10 OW



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

2/10 MY, 7/10 TFY, 1/10 OW



$$\begin{aligned}
 \text{NG} &= [C_{\text{MY}} \times \text{MG}_{\text{MY}}] + [C_{\text{TFY}} \times \text{MG}_{\text{TFY}}] + [C_{\text{OW}} \times \text{MG}_{\text{OW}}] \\
 &= [2 \times -4] + [7 \times -3] + [1 \times 2] \\
 &= -27
 \end{aligned}$$

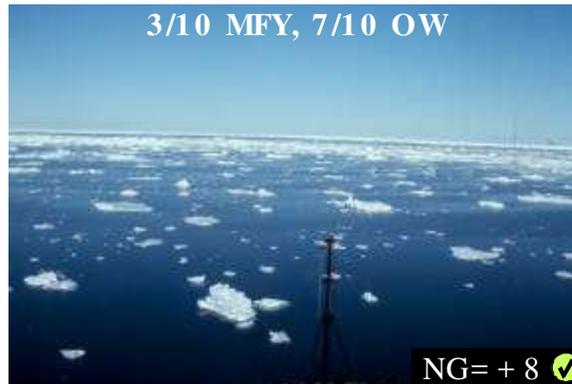
## Navires de type D

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 première année (stade 2) →	$MG_{FY}$	-1
Glace mince de première année (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 le régime des glaces a une concentration globale de 6/10 ou plus et que plus d'un tiers d'un type de glace est déformé, le **MG** de la glace déformée doit être abaissé d'une valeur de 1.



$$\begin{aligned}
 NG &= [C_{MFY} \times MG_{MFY}] + [C_{OW} \times MG_{OW}] \\
 &= [3 \times -2] + [7 \times 2] \\
 &= +8
 \end{aligned}$$

## Navires de type D

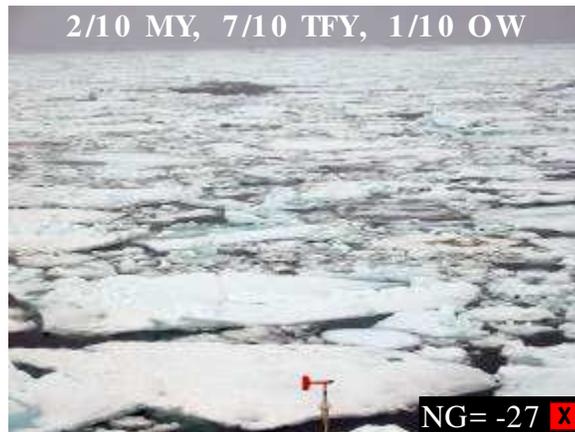
4/10 TFY, 1/10 MFY, 5/10 OW



NG= -4 **X**

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

2/10 MY, 7/10 TFY, 1/10 OW



NG= -27 **X**

$$\begin{aligned}
 \text{NG} &= [C_{\text{MY}} \times \text{MG}_{\text{MY}}] + [C_{\text{TFY}} \times \text{MG}_{\text{TFY}}] + [C_{\text{OW}} \times \text{MG}_{\text{OW}}] \\
 &= [2 \times -4] + [7 \times -3] + [1 \times 2] \\
 &= -27
 \end{aligned}$$

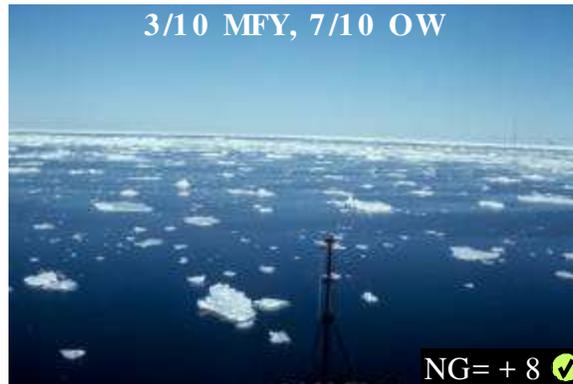
## Navires de type C

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 première année (stade 2) →	$MG_{FY}$	-1
Glace mince de première année (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 le régime des glaces a une concentration globale de 6/10 ou plus et que plus d'un tiers d'un type de glace est déformé, le **MG** de la glace déformée doit être *abaissé d'une valeur de 1*.



$$\begin{aligned}
 NG &= [C_{MFY} \times MG_{MFY}] + [C_{OW} \times MG_{OW}] \\
 &= [3 \times -2] + [7 \times 2] \\
 &= +8
 \end{aligned}$$

## Navires de type C

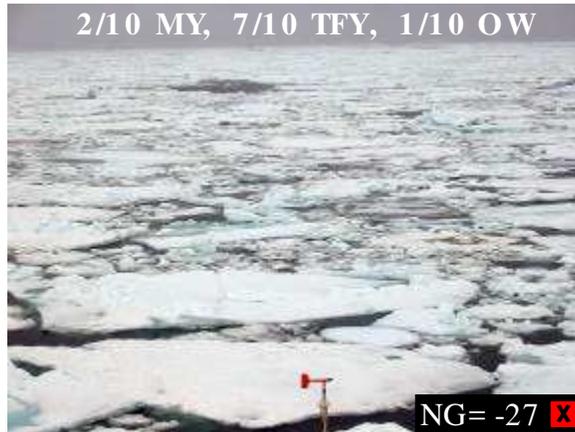
4/10 TFY, 1/10 MFY, 5/10 OW



NG= -4 **X**

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

2/10 MY, 7/10 TFY, 1/10 OW



NG= -27 **X**

$$\begin{aligned}
 \text{NG} &= [C_{\text{MY}} \times \text{MG}_{\text{MY}}] + [C_{\text{TFY}} \times \text{MG}_{\text{TFY}}] + [C_{\text{OW}} \times \text{MG}_{\text{OW}}] \\
 &= [2 \times -4] + [7 \times -3] + [1 \times 2] \\
 &= -27
 \end{aligned}$$

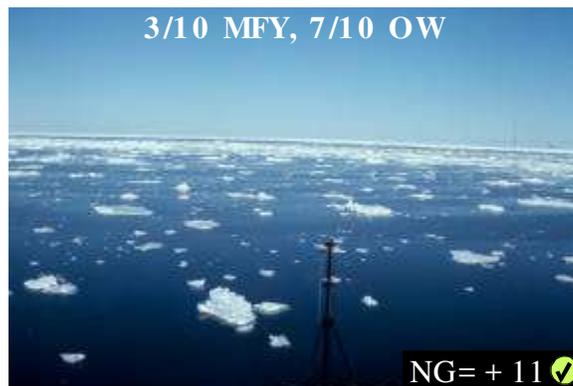
## Navires de type B

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 première année (stade 2) →	$MG_{FY}$	1
Glace mince de première année (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 le régime des glaces a une concentration globale de 6/10 ou plus et que plus d'un tiers d'un type de glace est déformé, le **MG** de la glace déformée doit être abaissé d'une valeur de 1.



$$\begin{aligned}
 NG &= [C_{MFY} \times MG_{MFY}] + [C_{OW} \times MG_{OW}] \\
 &= [3 \times -1] + [7 \times 2] \\
 &= +11
 \end{aligned}$$

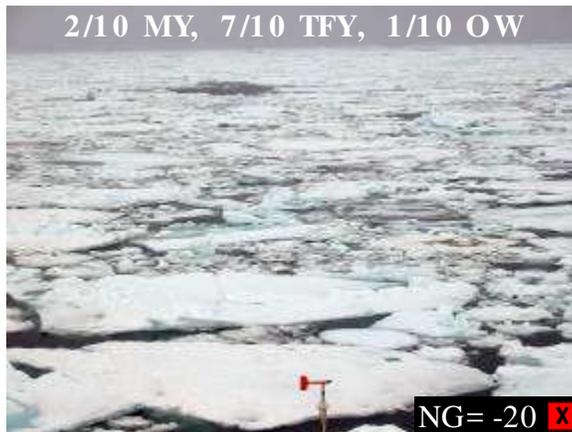
## Navires de type B

4/10 TFY, 1/10 MFY, 5/10 OW



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

2/10 MY, 7/10 TFY, 1/10 OW



$$\begin{aligned}
 \text{NG} &= [C_{\text{MY}} \times \text{MG}_{\text{MY}}] + [C_{\text{TFY}} \times \text{MG}_{\text{TFY}}] + [C_{\text{OW}} \times \text{MG}_{\text{OW}}] \\
 &= [2 \times -4] + [7 \times -2] + [1 \times 2] \\
 &= -20
 \end{aligned}$$

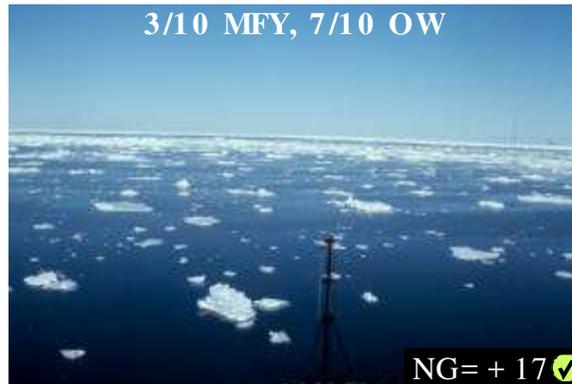
## Navires de type A

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 première année (stade 2) →	$MG_{FY}$	2
Glace mince de première année (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

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.

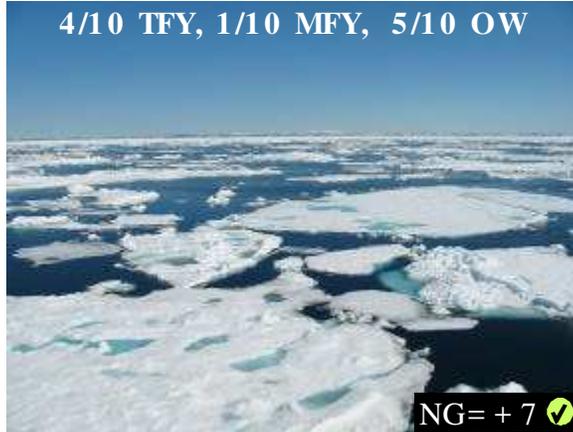
Rugosité de la glace: Si le régime des glaces a une concentration globale de 6/10 ou plus et que plus d'un tiers d'un type de glace est déformé, le **MG** de la glace déformée doit être *abaissé d'une valeur de 1*.



$$\begin{aligned}
 NG &= [C_{MFY} \times MG_{MFY}] + [C_{OW} \times MG_{OW}] \\
 &= [3 \times 1] + [7 \times 2] \\
 &= +17
 \end{aligned}$$

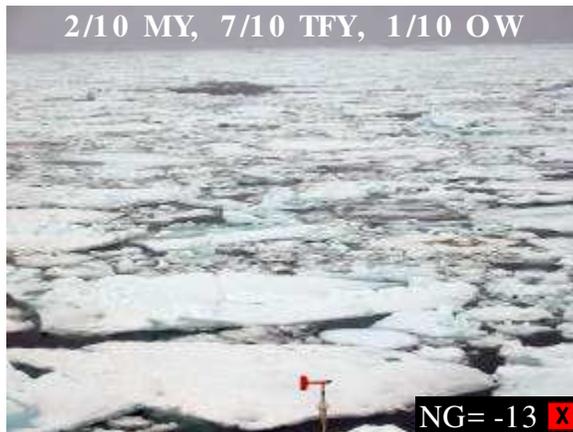
## Navires de type A

4/10 TFY, 1/10 MFY, 5/10 OW



$$\begin{aligned}
 \text{NG} &= [C_{\text{TFY}} \times \text{MG}_{\text{TFY}}] + [C_{\text{MFY}} \times \text{MG}_{\text{MFY}}] + [C_{\text{OW}} \times \text{MG}_{\text{OW}}] \\
 &= [4 \times -1] + [1 \times 1] + [5 \times 2] \\
 &= +7
 \end{aligned}$$

2/10 MY, 7/10 TFY, 1/10 OW



$$\begin{aligned}
 \text{NG} &= [C_{\text{MY}} \times \text{MG}_{\text{MY}}] + [C_{\text{TFY}} \times \text{MG}_{\text{TFY}}] + [C_{\text{OW}} \times \text{MG}_{\text{OW}}] \\
 &= [2 \times -4] + [7 \times -1] + [1 \times 2] \\
 &= -13
 \end{aligned}$$

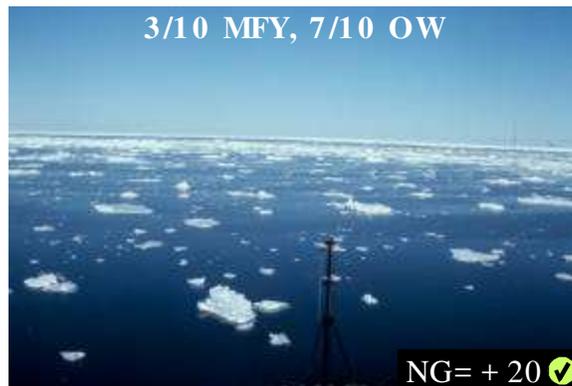
## Navires CAC 4

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 première année (stade 2) →	$MG_{FY}$	2
Glace mince de première année (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

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.

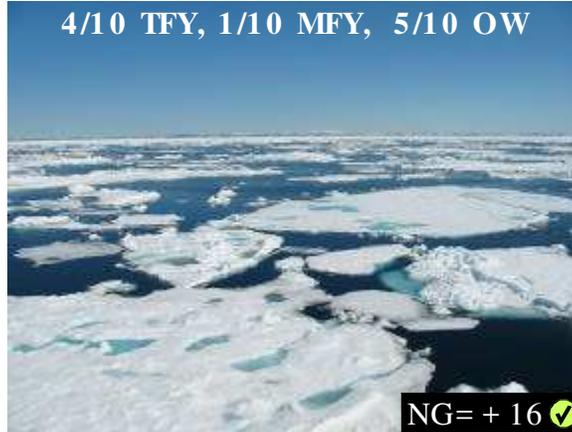
Rugosité de la glace: Si le régime des glaces a une concentration globale de 6/10 ou plus et que plus d'un tiers d'un type de glace est déformé, le **MG** de la glace déformée doit être *abaissé d'une valeur de 1*.



$$\begin{aligned}
 NG &= [C_{MFY} \times MG_{MFY}] + [C_{OW} \times MG_{OW}] \\
 &= [3 \times 2] + [7 \times 2] \\
 &= +20
 \end{aligned}$$

## Navires CAC 4

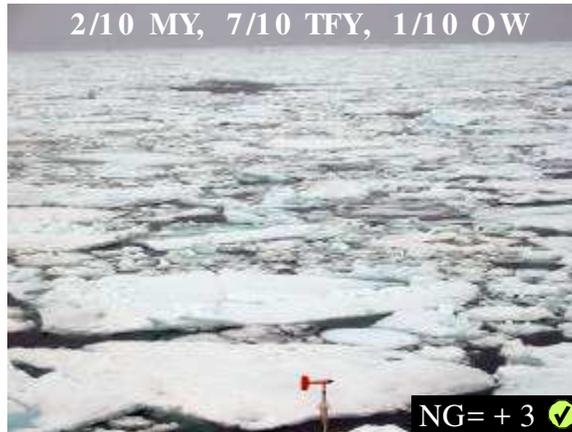
4/10 TFY, 1/10 MFY, 5/10 OW



NG= + 16 ✓

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

2/10 MY, 7/10 TFY, 1/10 OW



NG= + 3 ✓

$$\begin{aligned}
 \text{NG} &= [C_{\text{MY}} \times \text{MG}_{\text{MY}}] + [C_{\text{TFY}} \times \text{MG}_{\text{TFY}}] + [C_{\text{OW}} \times \text{MG}_{\text{OW}}] \\
 &= [2 \times -3] + [7 \times 1] + [1 \times 2] \\
 &= +3
 \end{aligned}$$

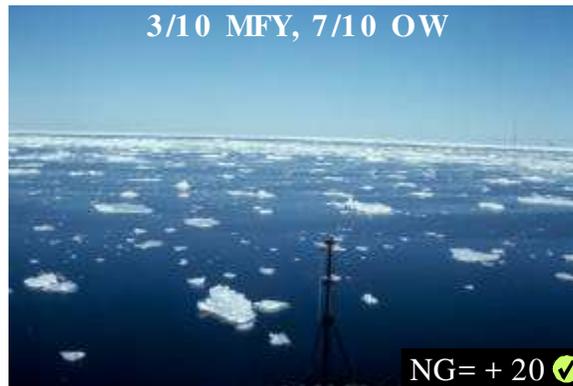
## Navires CAC 3

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 première année (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

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.

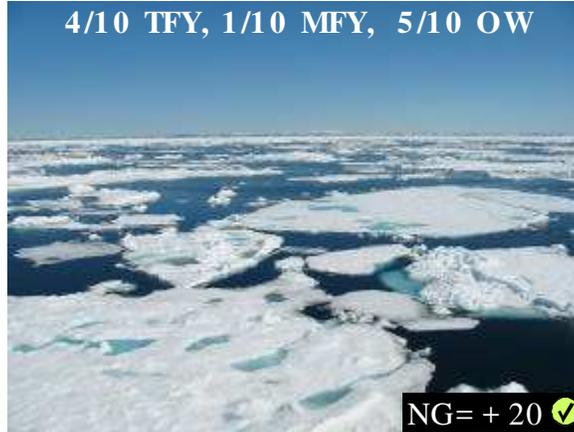
Rugosité de la glace: Si le régime des glaces a une concentration globale de 6/10 ou plus et que plus d'un tiers d'un type de glace est déformé, le **MG** de la glace déformée doit être *abaissé d'une valeur de 1*.



$$\begin{aligned}
 NG &= [C_{MFY} \times MG_{MFY}] + [C_{OW} \times MG_{OW}] \\
 &= [3 \times 2] + [7 \times 2] \\
 &= +20
 \end{aligned}$$

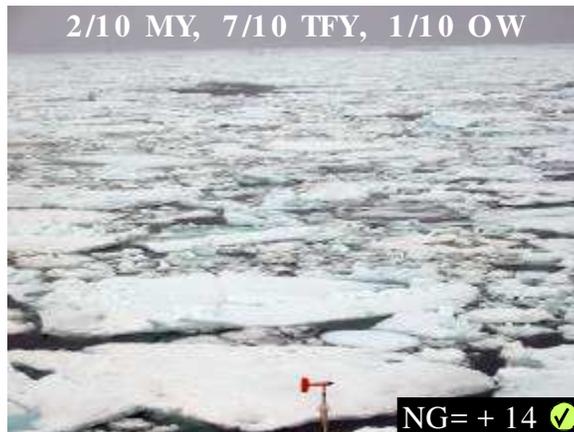
## Navires CAC 3

4/10 TFY, 1/10 MFY, 5/10 OW



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

2/10 MY, 7/10 TFY, 1/10 OW



$$\begin{aligned}
 \text{NG} &= [C_{\text{MY}} \times \text{MG}_{\text{MY}}] + [C_{\text{TFY}} \times \text{MG}_{\text{TFY}}] + [C_{\text{OW}} \times \text{MG}_{\text{OW}}] \\
 &= [2 \times -1] + [7 \times 2] + [1 \times 2] \\
 &= +14
 \end{aligned}$$

## **Navires CAC 2 et CAC 1**

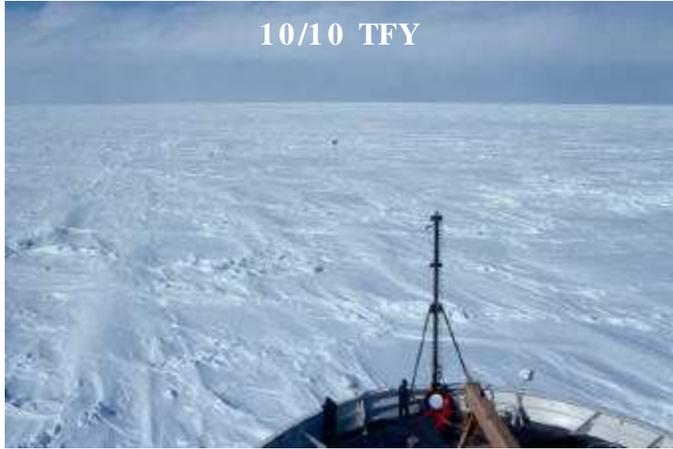
Les navires CAC 2 et CAC 1, qui sont soit des brise-glaces ou des cargos, sont conçus pour affronter pratiquement tous les types de conditions glacielles. Il n'y a donc pas de multiplicateurs glaciels pour ces types de navires.

VI. Exemples de calcul de  
numéral glacial pour  
chaque type de navire

---

---

## Comparaison du NG de chaque catégorie



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glacial	-30	-30	-30	-20	-10	10	20
Décision	✘	✘	✘	✘	✘	✔	✔



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glacial	-40	-40	-40	-30	-20	0	10
Décision	✘	✘	✘	✘	✘	✔	✔

## Comparaison du NG de chaque catégorie



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glacial	-7	-7	-7	2	20	29	29
Décision	✘	✘	✘	✔	✔	✔	✔



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glacial	2	2	14	14	20	20	20
Décision	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔

## Comparaison du NG de chaque catégorie



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glacial	-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 glacial	-22	-22	-22	-19	-10	2	23
Décision	✘	✘	✘	✘	✘	✔	✔

## Comparaison du NG de chaque catégorie



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glacial	-5	-5	-5	0	5	15	20
Décision	✘	✘	✘	✔	✔	✔	✔

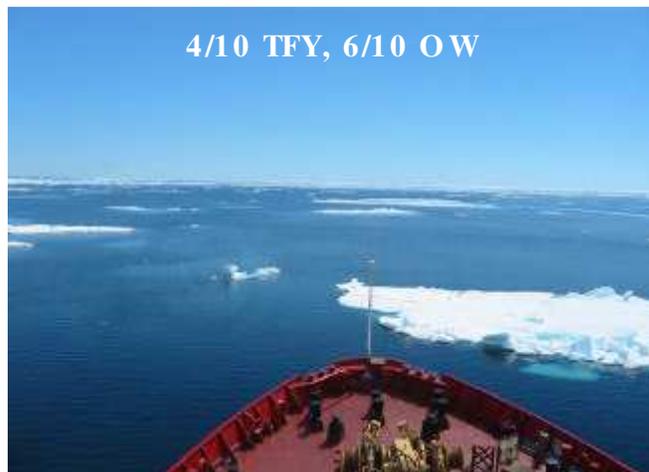


Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glacial	-10	-10	-10	-4	8	14	14
Décision	✘	✘	✘	✘	✔	✔	✔

## Comparaison du NG de chaque catégorie



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glacial	-26	-26	-26	-18	-10	7	17
Décision	✘	✘	✘	✘	✘	✔	✔



Catégorie de navire	Type E	Type D	Type C	Type B	Type A	CAC 4	CAC 3
Numéral glacial	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 scientifiques solides. 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 scientifique du 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 du système 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 et équipement  
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'hydrauliqucanadien  
Conseil national de recherches du Canada  
Ottawa (Ontario) K1A 0R6  
Canada  
*Courriel:* garry.timco@nrc-cnrc.gc.ca

