CARACTÉRISATION DE LA SAISON D'EAU LIBRE AU LARGE DE TERRE-NEUVE

Mai 2005

Rapport C-CORE : R-04-093-341

Cette page est intentionnellement laissée en blanc

CARACTÉRISATION DE LA SAISON D'EAU LIBRE AU LARGE DE TERRE-NEUVE

Version 2

Rapport préparé pour :

C-TNLOHE

Rapport préparé par :

C-CORE
Ian Jordaan and Associates

Rapport C-CORE :

R-04-091-341
Mai 2005

C-CORE
Édifice Captain Robert A. Bartlett
Chemin Morrissey, St. John's
(T.-N.-L.)
Canada A1B 3X5

Téléphone : 709 737-8354
Télécopieur : 709 737-4706

Info@c-core.ca
www. c-core.ca

Le présent rapport devrait être cité comme suit :

C-CORE (2005), *Caractérisation de la saison d'eau libre au large de Terre-neuve*, rapport C-CORE R-04-093-341, version 2, mai.

Équipe de projet :

Freeman Ralph (gestionnaire)

Ian Jordaan (conseiller technique)

Tony King

Jim Bruce

Elaine Martin

Stephen Soper (stagiaire)

Avant-propos

Le présent rapport a été préparé par C-CORE pour le Canada-Terre-Neuve-et-Labrador Office des hydrocarbures extracôtiers (C-TNLOHE). Il vise surtout à aider C-TNLOHE à évaluer la possibilité de permettre le recours à certains types d'installations de forage (en particulier les plateformes autoélévatrices) dans la zone extracôtière de Terre-Neuve sur une base saisonnière.

Il faut néanmoins comprendre que les informations contenues dans le présent rapport ne doivent **pas** être interprétées comme approuvant une certaine période d'exploitation pour les installations de forage à plateforme autoélévatrice.

En raison de la forte variabilité des conditions glacielles dans la zone extracôtière de Terre-Neuve, le C-TNLOHE a décidé d'établir des périodes d'exploitation pour les plateformes autoélévatrices chaque saison, selon les conditions glacielles réelles (et d'autres facteurs) et pas nécessairement selon les données historiques sur les glaces. L'Office fondera sa décision sur la zone géographique proposée et sur les résultats du programme de surveillance des glaces pour l'année en question, compte tenu des conditions réelles (observées) et prévues des banquises et des icebergs, ainsi que des conditions météorologiques.

Néanmoins, les résultats du présent rapport peuvent être très utiles à des fins de planification générale et pour mieux comprendre les conditions des banquises et des icebergs dans la zone extracôtière de Terre-Neuve.

SOMMAIRE

Une analyse a été effectuée pour cerner la saison d'eau libre pendant laquelle, en moyenne, les icebergs et les banquises ont un effet négligeable sur les activités vulnérables à la glace dans les zones extracôtières de Terre-Neuve où des activités d'exploration sont probables. La figure 1 montre la région considérée; les zones présentant un intérêt particulier étant aussi indiquées.

Les sources de données comprennent les données sur les icebergs provenant des cartes d'analyse des icebergs de la Patrouille internationale des glaces et du Service canadien des glaces, ainsi que la base de données d'observation des icebergs du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) [2004]. Il convenait de retenir les données du PRDE (2004) pour l'analyse comme elles couvraient la plus longue période et comprenaient le plus grand nombre d'observations sur le plus grand nombre de mois. Les données sur les banquises analysées proviennent des cartes régionales des glaces du Service canadien des glaces. Les données sur les icebergs et les banquises analysées couvraient des périodes de 44 et 36 ans, respectivement.

Il a fallu établir des critères pour définir ce qu'on entendait d'un mois « habituellement » libre de glace. Lorsque des icebergs (ou des banquises dont la concentration était supérieure à 1/10e) ont été observés, en moyenne, moins d'une fois en cinq ans dans un degré carré donné au cours d'un mois particulier, alors ce mois dans ce degré carré a été désigné comme étant libre de glace. La figure 1 montre les saisons d'eau libre pour les quatre zones d'intérêt particulier cernées dans le tableau 1. La présence d'icebergs a fait varier la saison d'eau libre sur les côtes est et sud, tandis qu'au large de la côte ouest, la banquise a dominé. Les données sur les icebergs ont été analysées de manière plus poussée afin de mieux définir la présence d'icebergs et de catégoriser les périodes selon la présence légère, modérée ou forte d'icebergs. Des prévisions à long terme plus précises sur la vigueur des saisons des glaces permettraient de gagner en efficacité dans la planification des activités vulnérables à la glace. L'Office pourrait aussi autoriser le début de ces activités au cours d'une année donnée en fonction de la vigueur prévue de la saison (présence légère, modérée ou forte).

Les estimations de la durée de la saison d'eau libre de glace se veulent prudentes. Diverses stratégies (détection à longue distance et prévision à longue échéance, manœuvres d'évitement, etc.) permettraient d'atténuer les risques et de prolonger la saison effective d'eau libre. Pour l'analyse du risque lié aux glaces ou de la saison d'eau libre dans d'autres zones susceptibles d'être la cible d'activités d'exploration ou de production (p. ex., le Labrador), il est recommandé de mettre en place des programmes de surveillance continus et complets sur le long terme afin de fournir les données environnementales requises.

Tableau 1 Saison d'eau libre selon les conditions moyennes à long terme

Région		Saison d'eau libre
Jeanne d'Arc	(46°-47° de latitude N., 48°-49° de longitude O.)	Août à janvier
South Whale	(44°-45° de latitude N., 52°-53° de longitude O.)	Juillet à mars
Bassin Laurentien	(45°-46° de latitude N., 55°-56° de longitude O.)	De juillet à mars
Port-au-Port	(48°-49° de latitude N., 59°-60° de longitude O.)	Mai à décembre

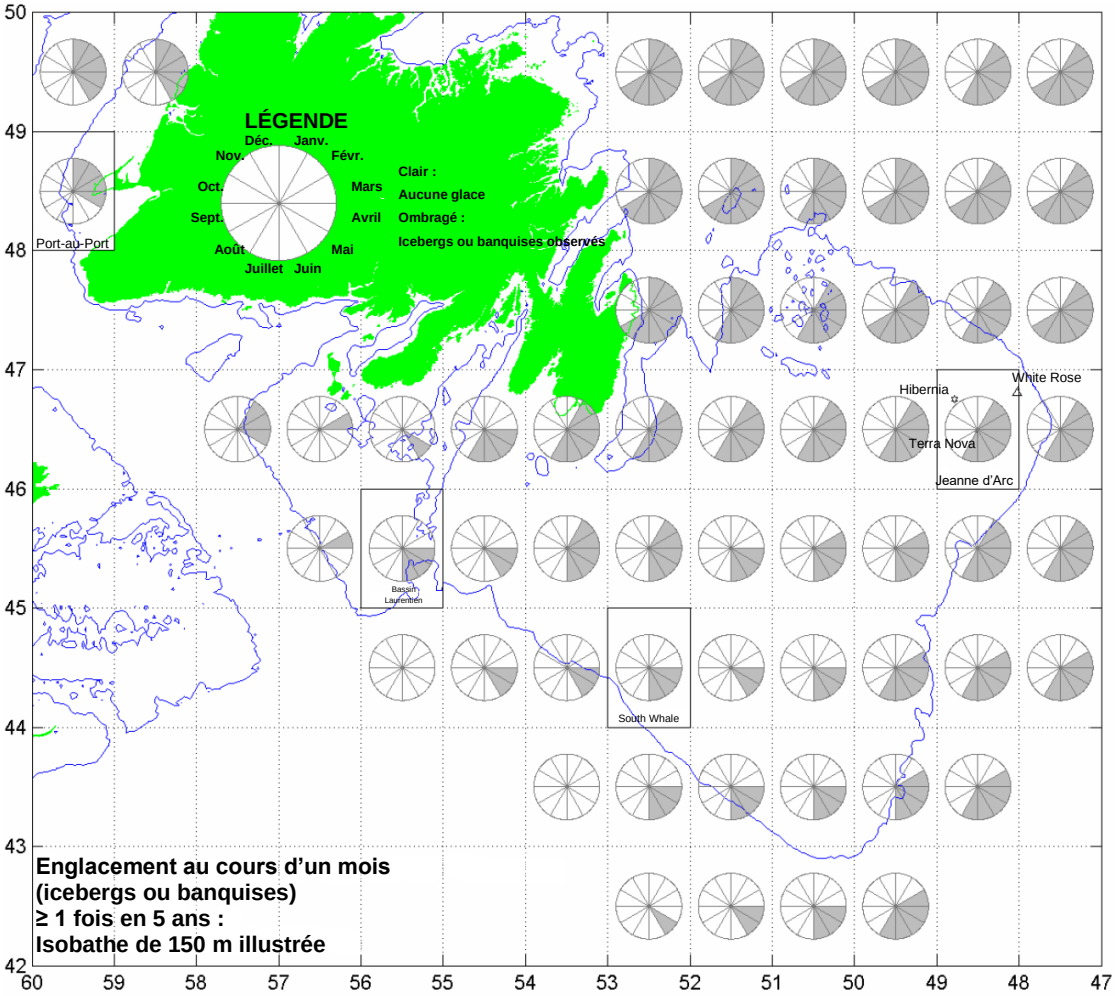

Figure 1 Saison habituelle d'eau libre (sans ombrage) selon le nombre d'englacements « 1 fois en 5 ans »

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE.....i

1 INTRODUCTION 1-1

1.1 Contexte..... 1-1

1.2 Objectifs..... 1-1

2 SOURCES DES DONNÉES 2-1

2.1 Données sur les icebergs..... 2-1

2.2 Données sur les banquises 2-6

3 PROCÉDURE D'ANALYSE 3-1

3.1 Analyse des données sur les icebergs 3-1

3.2 Analyse des données sur les banquises..... 3-3

4 RÉSULTATS 4-1

4.1 Icebergs..... 4-1

4.2 Banquise 4-11

5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS 5-1

5.1 Conclusions 5-1

5.2 Recommandations..... 5-1

6 RÉFÉRENCES 6-1

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3-1 Critères utilisés pour définir les saisons caractérisées par une présence légère, modérée ou forte d'icebergs (Marko et coll., 1994) 3-2
Tableau 3-2 Exemple de calcul montrant la présence de banquises au cours d'un mois 3-4
Tableau 4-1 Période où les eaux sont libres d'icebergs dans certaines zones de la région étudiée, selon le seuil d'occurrences d'icebergs 4-3
Tableau 4-2 Période où les eaux sont libres d'icebergs dans certaines zones de la région étudiée, selon le seuil d'occurrences d'icebergs en fonction de la catégorisation de la saison des glaces (présence légère, modérée ou forte) 4-3
Tableau 4-3 Période où les eaux sont libres de banquises dans certaines zones de la région étudiée définie par la présence de banquises 4-12
Tableau 5-1 Saison d'eau libre selon les conditions moyennes à long terme 5-1

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 Zone visée par l'analyse des glaces (légèrement ombragée) avec indication des zones d'intérêt particulier (Jeanne d'Arc, South Whale, bassin Laurentien et Port-au-Port) 1-2
Figure 2-1 Exemple de carte des icebergs publiée par la Patrouille internationale des glaces 2-2
Figure 2-2 Icebergs dérivant au sud du 48e degré de latitude nord au cours d'un mois et d'un an (Patrouille internationale des glaces, 2005) 2-3
Figure 2-3 Carte des icebergs du Service canadien des glaces 2-4
Figure 2-4 Observations d'icebergs selon la base de données sur les icebergs des Grands Bancs du PRDE 2-5
Figure 2-5 Exemple de carte régionale des glaces du Service canadien des glaces visant la région de la côte est 2-7
Figure 3-1 Format utilisé pour montrer le nombre d'occurrences de glaces au cours d'un mois, par degré carré 3-2
Figure 3-2 Exemple d'espacement de 0° 15' des noeuds pour les points de données sur les banquises 3-4
Figure 4-1 Carte des icebergs de la Patrouille internationale des glaces montrant les icebergs pouvant avoir dérivé dans le golfe du Saint-Laurent 4-4
Figure 4-2 Mois et années pendant lesquels des icebergs ont été observés dans la zone étudiée 4-5
Figure 4-3 Mois pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans la base de données du PRDE (2004) 4-6
Figure 4-4 Mois pendant lesquels la présence d' icebergs a été enregistrée dans la base de donné es du PRDE (2004) ⩾ 1 fois en 5 ans 4-7
Figure 4-5 Mois au cours d'années caractérisées par une présence « légère » d' icebergs pendant lesquels la présence d' icebergs a été enregistrée dans la base de données du PRDE (2004) ⩾ 1 fois en 5 ans 4-8
Figure 4-6 Mois au cours d'années caractérisées par une présence « modérée » d'icebergs pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans la base de données du PRDE (2004) ⩾ 1 fois en 5 ans 4-9
Figure 4-7 Mois au cours d' années caractérisées par la présence « forte » d' icebergs pendant lesquels la présence d' icebergs a été enregistrée dans la base de données du PRDE (2004) ⩾ 1 fois en 5 ans 4-10
Figure 4-8 Occurrences de banquises au cours d'un mois – au moins une observation chaque année ... 4-13
Figure 4-9 Occurrences de banquises au cours d'un mois – plus de « 1 fois en 5 ans », en moyenne 4-14
Figure 5-1 Saison habituelle d'eau libre (sans ombrage) selon le nombre d'englacements « 1 fois en 5 ans » 5-2

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte

Bien qu'il soit important de tenir compte des icebergs et des banquises dans le cadre des activités d'exploration et de mise en valeur au large de Terre-Neuve, on n'en observe pas à longueur d'année, ni même tous les ans. Les activités de routine sont généralement menées tout au long de l'année, et les risques liés à la glace sont atténués par l'adoption de techniques de surveillance et de gestion des glaces « classiques ». Par contre, il est parfois souhaitable d'effectuer certaines activités pendant les périodes sans glace. Le C-TNLOHE a retenu les services de C-CORE pour faire réaliser une analyse visant à déterminer la période pendant laquelle la zone extracôtière de Terre-Neuve peut être considérée comme étant libre de glace.

Ce rapport ne se veut pas une analyse probabiliste de la fréquence ou de la force de choc des icebergs ou des banquises. Il se veut plutôt un guide général documentant les mois où les glaces ont une influence négligeable sur les activités en zone extracôtière. S'agissant d'activités précises au cours d'une année donnée, il revient au C-TNLOHE de décider s'il faudrait s'adonner ou non à une activité vulnérable à la glace à un moment précis. Ces décisions ne seront en aucun cas limitées par le contenu de ce rapport.

1.2 Objectifs

L'étude visait d'abord les objectifs suivants :

- caractériser la présence d'icebergs et de banquises en zone extracôtière de Terre-Neuve dans les régions où des activités d'exploration ou de mise en valeur, ou les deux, sont probables;
- utiliser ces données pour définir la saison « d'eau libre » et lors de laquelle les icebergs et les banquises ont une influence négligeable sur les activités en zone extracôtière.

Les zones étudiées (zone ombragée dans la figure 1-1) couvrent la majeure partie de la région extracôtière au sud du 50e degré nord. Sont également indiqués les degrés carrés couvrant des zones d'intérêt particulier (Jeanne d'Arc, South Whale, bassin Laurentien et Port-au-Port).

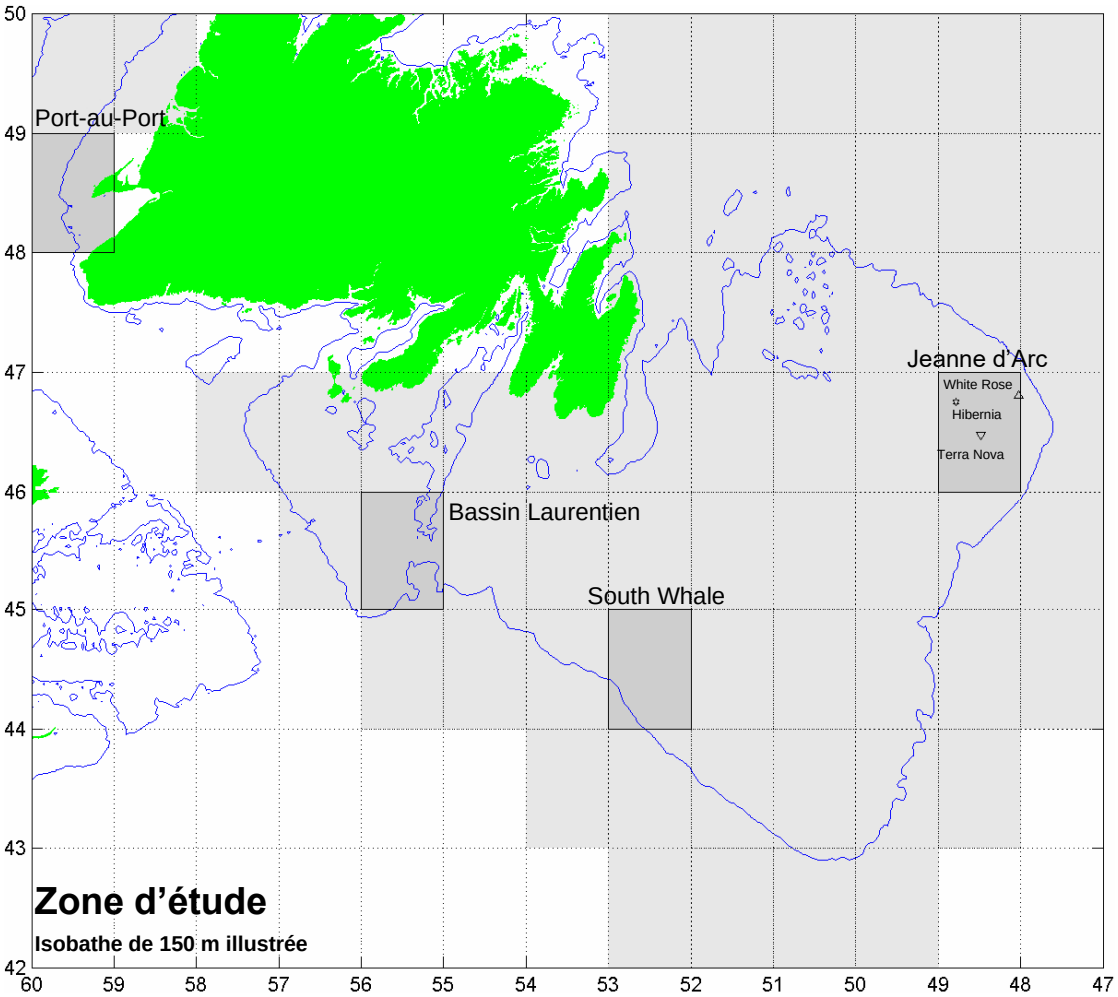

Figure 1-1 Zone visée par l'analyse des glaces (légèrement ombragée) avec indication des zones d'intérêt particulier (Jeanne d'Arc, South Whale, bassin Laurentien et Port-au-Port)

2 SOURCES DES DONNÉES

2.1 Données sur les icebergs

La saison d'eau libre dans la zone extracôtière de Terre-Neuve a été définie au moyen de données sur les observations d'icebergs provenant de diverses sources, notamment la Patrouille internationale des glaces, le Service canadien des glaces et la base de données d'observation des icebergs du PRDE (2004).

La Patrouille internationale des glaces, mise sur pied d'abord et avant tout pour éviter une autre catastrophe comme le Titanic, qui a sombré en 1912, effectue des levés pour définir les limites de toutes les glaces connues et alerter les navigateurs transatlantiques des risques potentiels de collision avec des icebergs. Les cartes des icebergs de la Patrouille internationale des glaces (figure 2-1) de 1960 à 2004 ont été examinées afin d'en dégager des tendances sur la présence d'icebergs. Les données de ces cartes ont également été incorporées à la base de données sur les icebergs de la Memorial University (Jordaan et coll., 1999) pour calculer la densité surfacique des icebergs. La Patrouille internationale des glaces donne également le nombre d'icebergs dérivant au sud du 48e degré nord (Patrouille internationale des glaces, 2005) au cours d'un mois et d'une année, comme le montre la figure 2-2. La Patrouille internationale des glaces consigne également les observations d'icebergs dans une base de données qui indique leur emplacement, leur taille, leur forme, la source de l'observation et diverses autres données. Il convient de noter que la base de données comprend des observations qui ne sont pas représentées dans les cartes de la Patrouille internationale des glaces. Si les conditions des icebergs sont telles qu'il n'y a aucun risque pour les navigateurs transatlantiques (c'est-à-dire si les icebergs sont limités au nord des Grands Bancs, mais tout de même au sud du 48e degré nord), il est peu probable que des cartes soient produites. Par conséquent, bien que la figure 2-2 (bas) indique la présence d'icebergs dérivant au sud du 48e degré nord en octobre, en novembre et en décembre, la Patrouille internationale des glaces a produit des cartes pour ces mois.

Le Service canadien des glaces, une entité du Service météorologique du Canada (SMC), se spécialise dans les données sur les eaux navigables canadiennes. Des cartes des icebergs (et des banquises) sont publiées en ligne quotidiennement (Service canadien des glaces, 2005). Aux fins du présent rapport, des cartes des icebergs du Service canadien des glaces remontant à 1988 ont été comparées à d'autres sources de données. Un exemple de carte des icebergs du Service canadien des glaces est présenté à la figure 2-3, où l'on peut voir que la zone couverte s'étend plus au nord que sur les cartes de la Patrouille internationale des glaces. Le Service canadien des glaces et la Patrouille internationale des glaces échangent des informations, bien que les deux équipes analysent et interprètent les renseignements chacune de leur côté. Lorsque la glace s'étend au sud du 48e degré nord, il incombe à la Patrouille internationale des glaces de déterminer les limites de toutes les glaces connues.

La base de données sur les icebergs des Grands Bancs du PRDE (PRDE, 2004) contient plus de 200 000 observations d'icebergs et constitue la plus grande source de données sur les observations d'icebergs. Cette base de données et les documents connexes se trouvent en ligne (PRDE, 2005). Il s'agit d'une compilation de données sur les observations provenant de diverses sources, dont la Patrouille internationale des glaces, des données de surveillance des icebergs provenant des acteurs du secteur (qui comprennent des données des services environnementaux de la Provincial Airlines remontant à 1973), des données sur les observations provenant des navires et des phares ainsi que des données sur les emplacements des icebergs remontant jusqu'à 1619 provenant de la base de données sur les collisions entre navires et glaces (Hill, 2004). La figure 2-4 montre les observations d'icebergs en zone extracôtière de Terre-Neuve selon la base de données du PRDE.

Les données des levés de la Patrouille internationale des glaces de 1960 à 1998 ont été extraites de la base de données sur les icebergs de la Memorial University (Jordaan et coll., 1999) et mises à jour selon les cartes fournies par la Patrouille internationale des glaces qui allaient jusqu'en 2004. Ces cartes montrent le nombre d'icebergs par degré carré sur une base mensuelle ou bihebdomadaire. Les cartes du Service canadien des glaces datant de 1988 à 2004 ont été analysées manuellement. Les données de cartes visant des intervalles d'environ une semaine ont été reproduites manuellement dans des feuilles de calcul; plus de 500 cartes des icebergs ont été ainsi traitées. Les données sur les observations d'icebergs dans la base de données du PRDE (2004) ont été analysées pour en tirer le nombre d'observations d'icebergs par degré carré par mois. Les données sur les observations antérieures à 1960 étant peu fréquentes, ces données ont été rejetées.

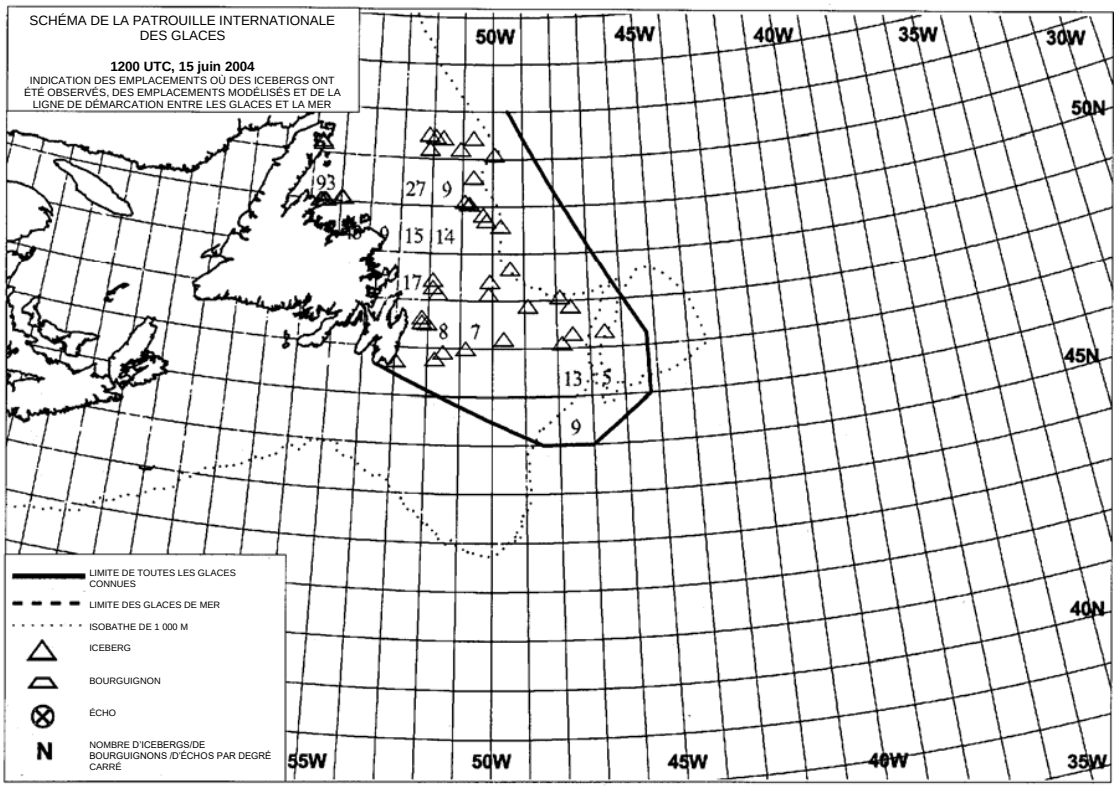

Figure 2-1 Exemple de carte des icebergs publiée par la Patrouille internationale des glaces

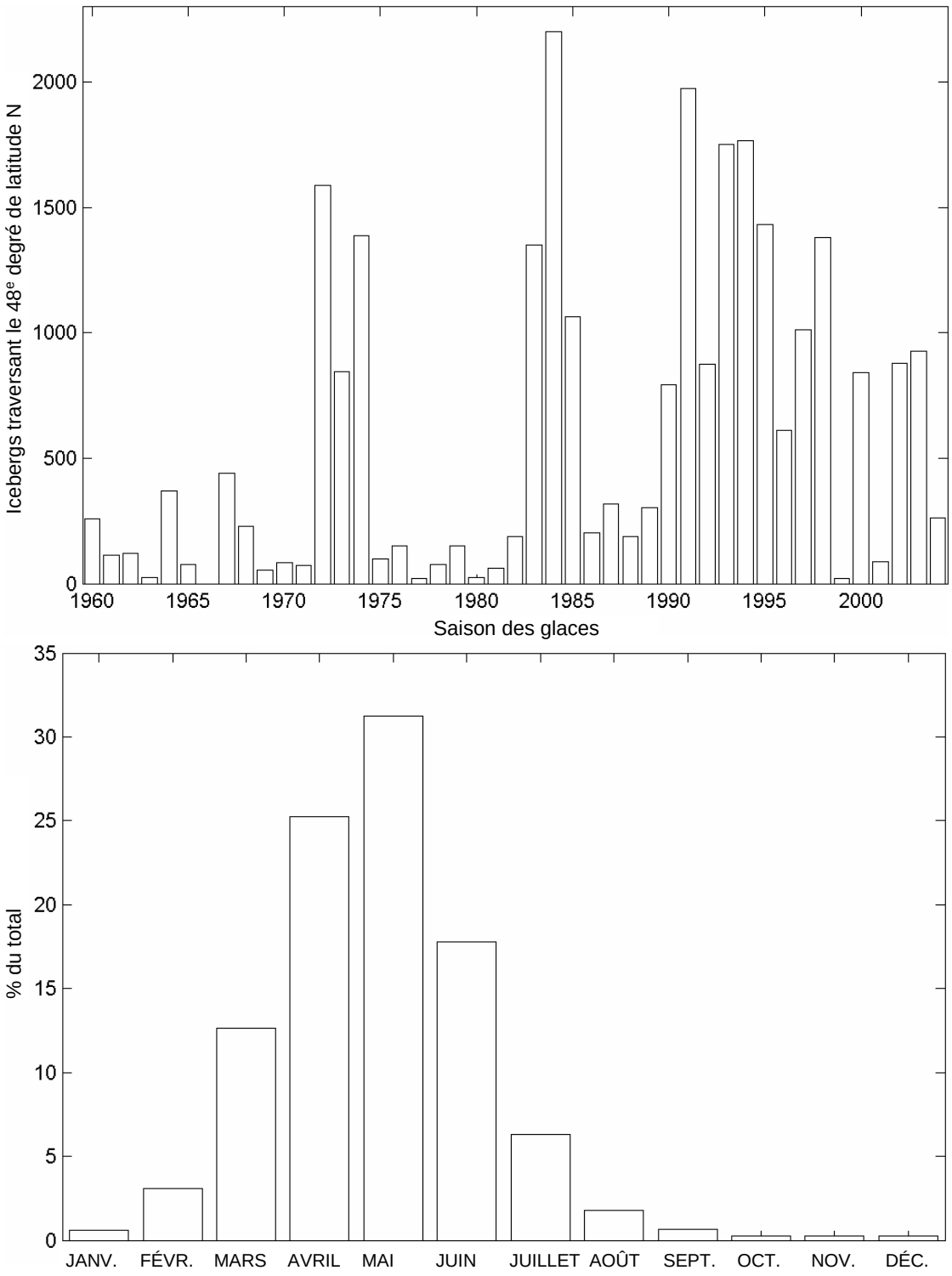

Figure 2-2 Icebergs dérivant au sud du 48e degré de latitude nord au cours d'un mois et d'un an (Patrouille internationale des glaces, 2005)

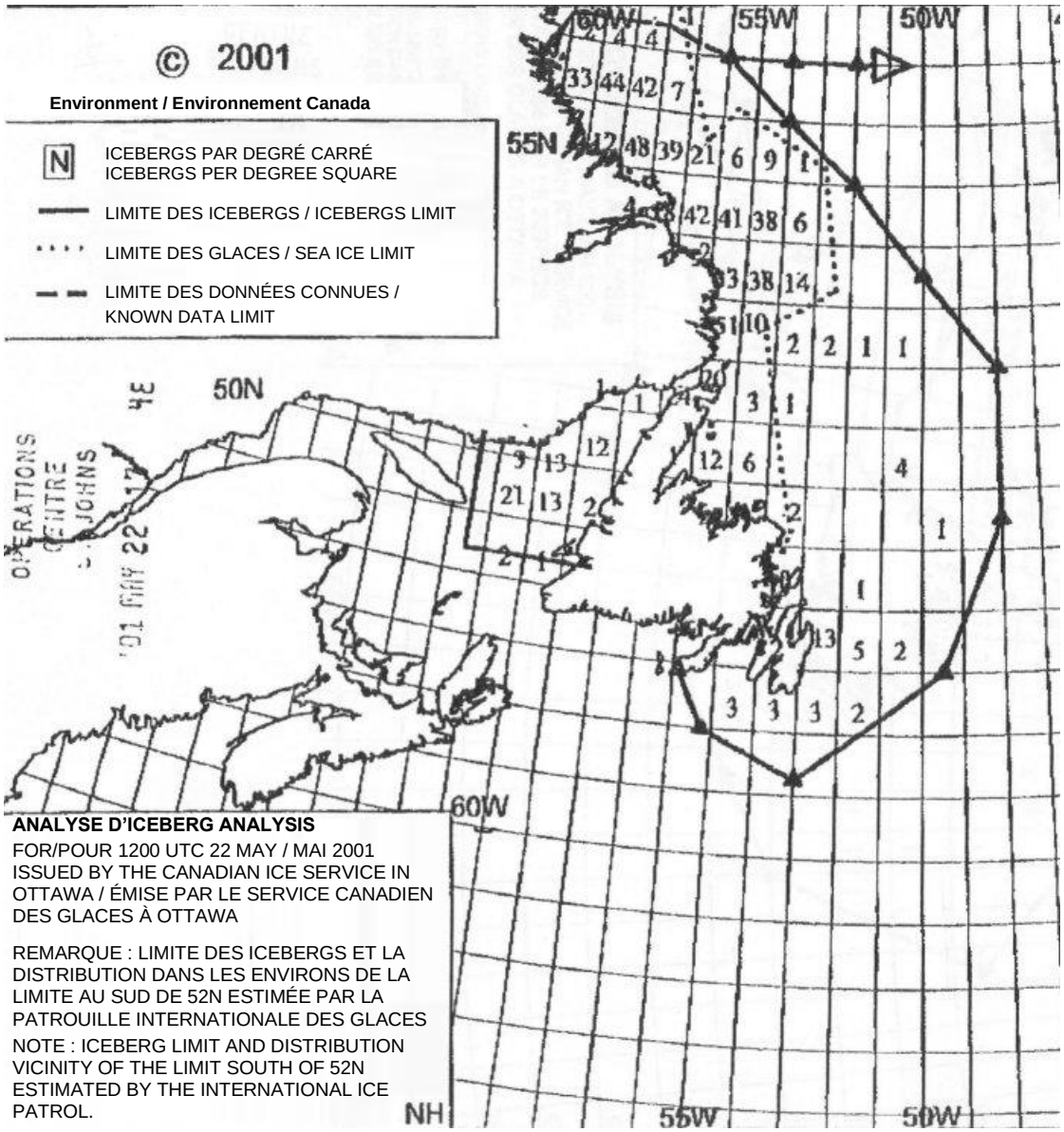

Figure 2-3 Carte des icebergs du Service canadien des glaces

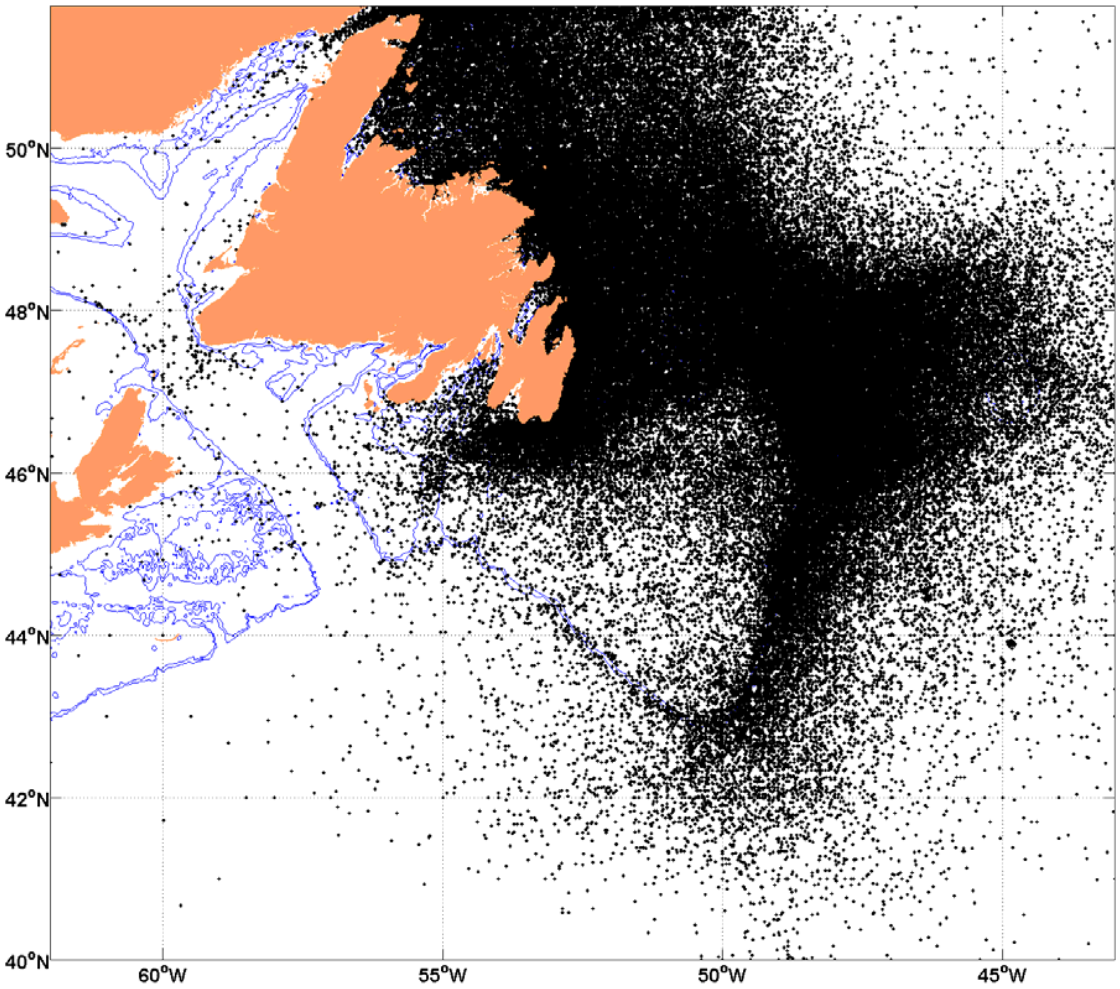

Figure 2-4 Observations d'icebergs selon la base de données sur les icebergs des Grands Bancs du PRDE

2.2 Données sur les banquises

La seule source de données utilisée pour analyser le nombre d'occurrences de banquises et de leur concentration était les cartes régionales des glaces visant la côte est du Canada (Service canadien des glaces, 2005). Ces cartes montrent les conditions glacielles estimées pour la région englobant le golfe du Saint-Laurent ainsi que les côtes est et sud de Terre-Neuve-et-Labrador, comme le montre la figure 2-5. Elles ont été créées comme suite à l'analyse et à l'intégration de toutes les données existantes sur les conditions glacielles, y compris les données météorologiques et océanographiques, les observations à partir du rivage, d'un navire ou d'un aéronef, les données provenant d'un radar de bord ainsi que les données provenant de l'imagerie satellitaire. La concentration de la glace, son stade de formation (y compris son épaisseur) et la forme du type de glace prédominant sont présentés au moyen du code de l'œuf de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) (Service canadien des glaces, 2005). Les cartes sont habituellement produites hebdomadairement, de décembre à juillet. Il en existe pour la période de 1969 à aujourd'hui. L'analyse des banquises présentée dans le présent rapport repose sur les données allant jusqu'à la fin de la saison des glaces de 2004.

Le Service canadien des glaces a également produit des cartes régionales des glaces entre 1969 et 1998 dans un format matriciel numérisé SIGRID-2 (OMM, 1994). Ceci a permis d'extraire en temps opportun des données sur la concentration des banquises, à des intervalles de 0° 15' à la fois en longitude et en latitude, et couvrir ainsi les régions des Grands Bancs ainsi que des côtes sud et ouest de Terre-Neuve, à l'aide du programme informatique ***ICE'98*** (Canatec, 1999). Il n'existe pas de données au-delà de 1998 en format SIGRID-2, car la norme est en cours de révision; on passera des données matricielles aux données vectorielles. Pour les années 1999 à 2004, les données sur la concentration des banquises ont été extraites manuellement des cartes régionales aux mêmes intervalles de 0° 15'.

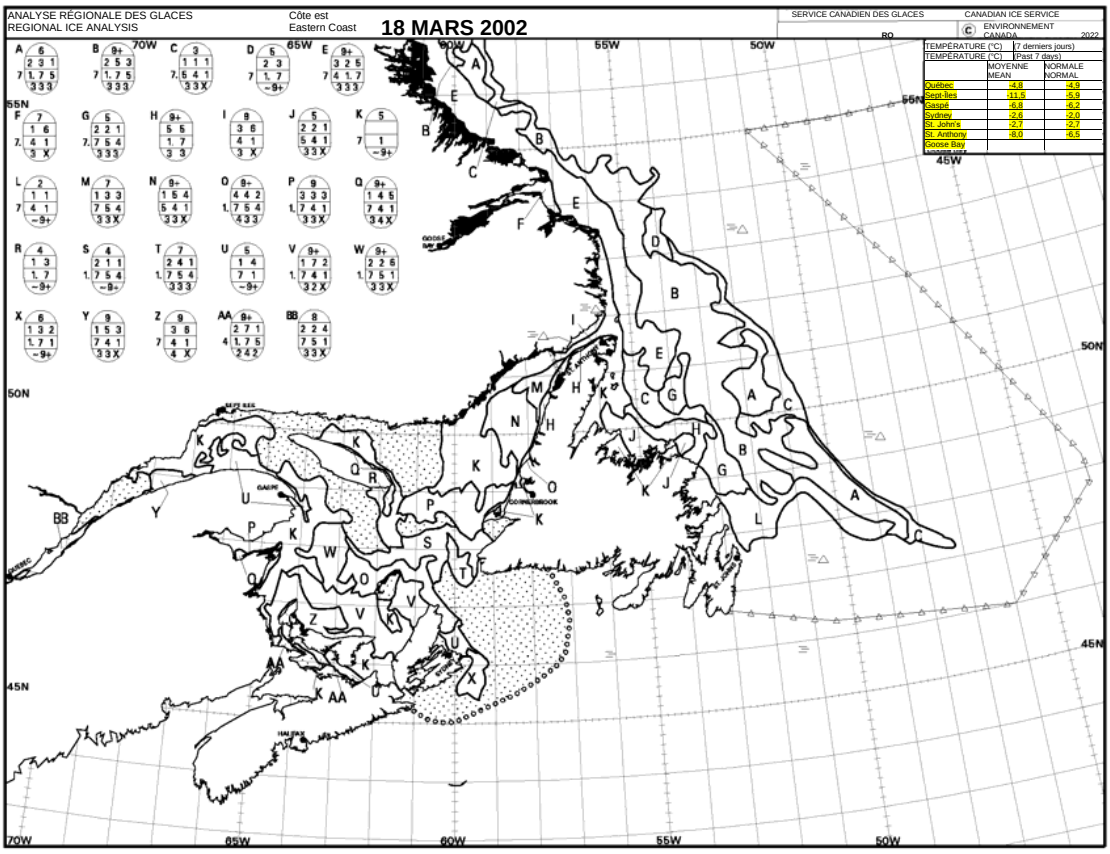

Figure 2-5 Exemple de carte régionale des glaces du Service canadien des glaces visant la région de la côte est

3 PROCÉDURE D'ANALYSE

3.1 Analyse des données sur les icebergs

Les données de la Patrouille internationale des glaces, du Service canadien des glaces et du PRDE (2004) ont été traitées pour permettre une présentation dans un même format. Les données sur les icebergs sont présentées dans un graphique circulaire et reflètent la présence d'icebergs dans un degré carré donné au cours d'un mois précis (figure 3-1). Les 12 parties du cercle représentent les mois, chaque partie étant claire ou ombragée, suivant que des icebergs ont été observés ou non, en fonction de divers critères. Les critères suivants ont été utilisés pour indiquer la présence d'icebergs pour un mois et un degré carré donnés :

- tout iceberg observé pendant la période au cours de laquelle des données étaient consignées;
- les icebergs observés au moins une fois en cinq ans pendant chaque mois;
- les icebergs observés au cours d'une saison caractérisée par une présence faible, modérée ou forte d'icebergs au moins une fois en cinq ans pendant chaque mois.

Pour vérifier le degré de prudence du critère « une fois en cinq ans » qui permet de distinguer la présence ou l'absence habituelle de glaces, la probabilité de collision avec un iceberg a été calculée pour une structure ou une installation effectuant une procédure de durée limitée (c.-à-d. un mois) lorsque la probabilité qu'un iceberg entre dans le degré carré dans lequel l'activité est menée est de 20 % (une fois en cinq ans pendant ce mois). La probabilité de contact résultante était de l'ordre de 10^{-4} (1 sur 10 000). À la lumière de cette analyse, il a été conclu qu'il est raisonnable d'établir comme critère qu'un degré carré sera considéré comme « libre de glace » lorsque la probabilité qu'un iceberg pénètre dans le degré est inférieure à une fois en cinq ans au cours d'un mois donné.

Les saisons des icebergs ont été catégorisées selon une présence légère, modérée ou forte d'icebergs (qui était fonction du nombre d'icebergs qui ont dérivé au sud du 48e degré nord). Une saison caractérisée par une présence légère d'icebergs a habituellement des saisons d'eau libre plus longues qu'une saison caractérisée par une présence modérée ou forte d'icebergs. Le tableau 3-1 montre les critères utilisés par Marko et coll. (1994), qui sont conformes à la pratique de l'industrie locale (Pip Rudkin, Provincial Aerospace Limited, communication personnelle). Cela s'arrime aux pratiques de l'industrie, qui consistent à établir des prévisions quant aux prochaines saisons des glaces (soit d'évaluer s'il y aura présence légère, modérée ou forte de glaces). Une comparaison des résultats des divers ensembles de données selon les différents critères a permis de déterminer l'ensemble de données et les critères les plus représentatifs, comme cela est présenté dans la partie 4.1 et dans l'annexe A.

Dans tous les cas, les données ont été traitées pour déterminer, selon des intervalles mensuels, si des icebergs ont été observés dans chaque degré carré. Le nombre d'icebergs (variable qui entre dans le calcul de la densité des icebergs, qui elle est utilisée pour calculer la probabilité de collision) n'a pas été pris en considération, puisque la présente analyse ne vise qu'à définir ce qu'on entend par « saison d'eau libre ».

Tableau 3-1 Critères utilisés pour définir les saisons caractérisées par une présence légère, modérée ou forte d'icebergs (Marko et coll., 1994)

Saison des glaces	Icebergs dérivant au sud du 48e degré nord
Présence légère	< 200
Présence modérée	≥ 200 et ≤ 600
Présence forte	> 600

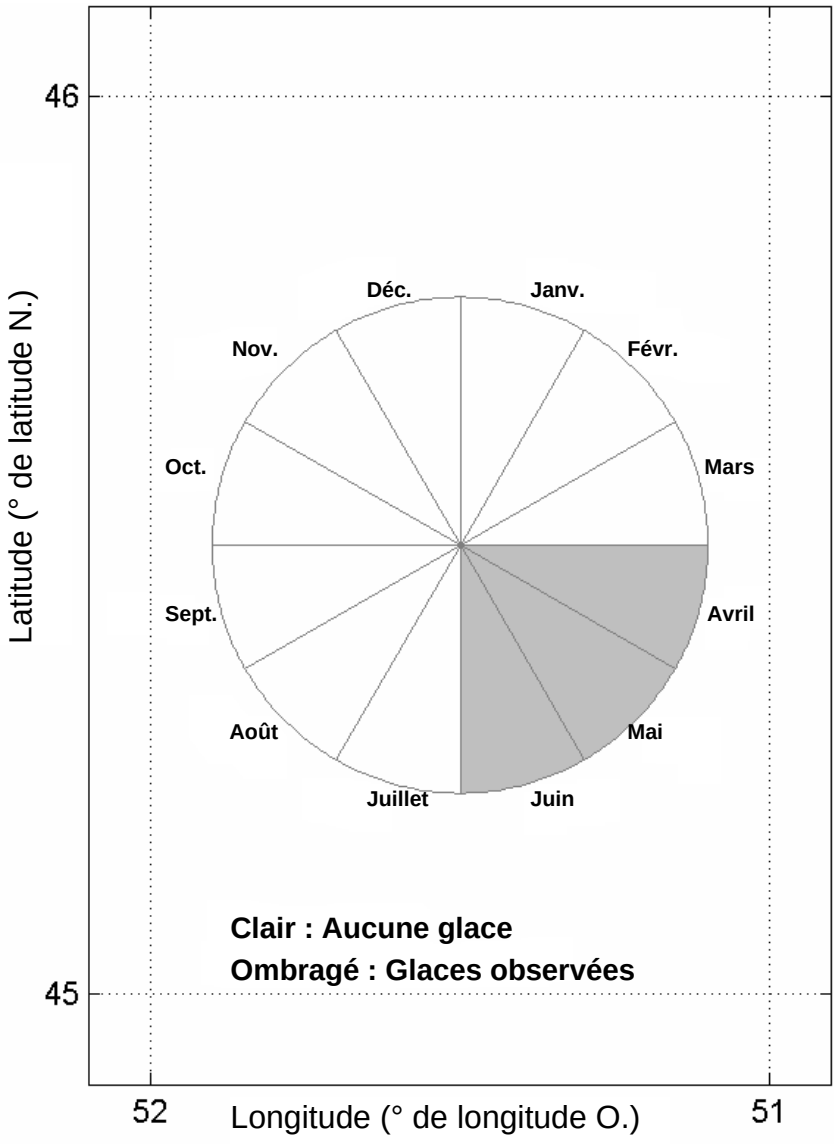

Figure 3-1 Format utilisé pour montrer le nombre d'occurrences de glaces au cours d'un mois, par degré carré

3.2 Analyse des données sur les banquises

Les données sur la concentration des banquises au cours d'une semaine, couvrant les Grands Bancs, les bancs de Saint-Pierre et la côte ouest de Terre-Neuve, ont été extraites de l'ensemble de données sur les banquises du Service canadien des glaces, comme cela est indiqué dans le chapitre précédent, pour des noeuds de réseaux à des intervalles de 0° 15' en latitude et en longitude (figure 3-2). Les données couvrent une période de 36 ans, soit de 1969 à 2004 inclusivement.

L'analyse des données a consisté à calculer la probabilité de rencontrer **une** banquise dont la concentration est supérieure à 1/10e, au cours d'un mois, à chaque noeud de réseau. L'utilisation d'une concentration de glace supérieure à 1/10e donne un résultat très prudent, car il arrive fréquemment que des activités soient réalisées par des navires de cote glace malgré des concentrations allant jusqu'à 5/10e.

Le tableau 3-2 renferme une description de la méthode utilisée pour calculer la fréquence moyenne de la présence de glaces, en un seul noeud, pour un seul mois, au tableau 3-2. Le calcul tenait seulement compte de la présence de glace pendant une partie du mois, et non de la durée de présence de la banquise. Une fréquence unique et représentative était ensuite attribuée à chaque degré carré de la région étudiée selon la fréquence maximale à tous les noeuds de réseau situés à la frontière ou à l'intérieur du degré carré.

Un degré carré était alors considéré comme étant « libre de glace » pour un mois donné s'il n'y avait pas de banquise, par exemple, quatre années sur cinq en moyenne.

Tableau 3-2 Exemple de calcul montrant la présence de banquises au cours d'un mois

Noeud de réseau X, mois 2 :					
Année	Concentration des glaces observée (en dixième)				Présence de glaces pendant le mois?
	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	
1	0	0	0	0	Non
2	0	0	0	0	Non
3	4	5	5	5	Oui
4	0	0	0	0	Non
5	0	0	0	0	Non
6	8	0	0	0	Oui
7	0	9	5	0	Oui
8	0	0	0	0	Non
Nombre total d'années où des glaces ont été observées au cours du mois 2					3
Fréquence de la présence de banquises au cours du mois 2					0,375 (ou 3 en 8 ans)

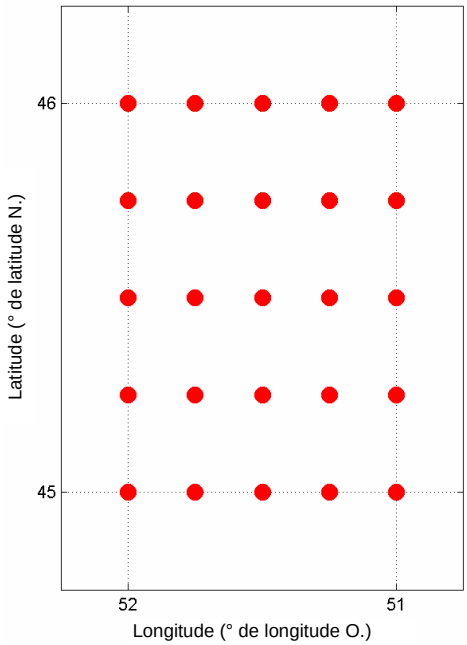

Figure 3-2 Exemple d'espacement de 0° 15' des noeuds pour les points de données sur les banquises

4 RÉSULTATS

4.1 Icebergs

Il a fallu comparer les diverses sources de données sur les icebergs pour offrir la meilleure représentation du nombre d'occurrences d'icebergs. Il n'y avait pas d'ensemble de données qui convenaient à toutes les régions considérées. Il a donc fallu utiliser différents ensembles de données pour caractériser les diverses zones.

Des icebergs passent parfois par le détroit de Belle-Isle et dérivent dans le golfe du Saint-Laurent. La Patrouille internationale des glaces cherche surtout à protéger les navigateurs transatlantiques au large des côtes est et sud-est, de sorte que la zone d'activité s'étend du 40e degré nord au 52e degré nord, et du 39e degré ouest au 57e degré ouest, et exclut le golfe du Saint-Laurent. Par conséquent, les cartes de la Patrouille internationale des glaces ne montrent pas les icebergs au large de la côte ouest de Terre-Neuve. Il est probable que les icebergs figurant sur certaines cartes de la Patrouille internationale des glaces (figure 4-1) entre Terre-Neuve et le Cap-Breton, et sur le plateau néo-écossais, aient dérivé dans le golfe du Saint-Laurent. La base de données du PRDE (2004) montre des icebergs au large de la côte ouest de Terre-Neuve (figure 2-4), mais ces données datent surtout des années 1960. Les cartes du Service canadien des glaces montrent les occasions où il y avait un nombre important d'icebergs près de la péninsule de Port-au-Port sur la côte ouest, pas plus tard qu'en 2001 (figure 2-3), mais ces observations ne sont pas consignées dans la base de données du PRDE (2004). Canatec (1997) a utilisé les données de la Patrouille internationale des glaces et du Service canadien des glaces pour calculer la fréquence des icebergs au large de la péninsule de Port-au-Port, et Sandwell (1998) a utilisé ces données pour générer la force de choc des icebergs. Des sondages ont été menés auprès des résidents de la région de Port-au-Port, et il n'y a eu aucun signalement d'icebergs. Dans un cas, un pêcheur à la retraite (né en 1925) a indiqué n'avoir jamais vu d'icebergs dans les environs de la péninsule de Port-au-Port (Roy Gaudon Sr., 2005, communication personnelle), ce qui laisse à penser que les icebergs dans la région devraient être, au mieux, considérés comme un événement peu fréquent. Les données du PRDE (2004) et du Service canadien des glaces ont été utilisées pour déterminer les mois au cours desquels des icebergs ont été observés, tandis que les données du Service canadien des glaces (visant la période allant de 1988 à 2004) ont été utilisées pour déterminer la fréquence des icebergs au cours d'un mois avec des périodes de récurrence d'une fois en cinq ans (annexe A, figure A-7). Comme la présence d'icebergs au large de la côte ouest ne semblait pas liée au nombre d'icebergs dérivant au sud du 48e degré nord sur la côte est, ces données n'ont pas été prises en compte selon les critères servant à catégoriser les saisons des icebergs (présence légère, modérée et forte).

La figure 4-2 montre les mois pendant lesquels la présence d'iceberg a été consignée dans les différents ensembles de données. Les données sur les icebergs recueillies en dehors de la zone délimitée par le 42e degré nord au 50e degré nord et le 47e degré ouest

au 60e degré ouest ont été rejetées. On constate que la majorité des observations d'icebergs dans les données de la Patrouille internationale des glaces ont été consignées entre mars et juillet, ce qui, comme le montre la figure 2-2 (bas), correspond aux mois au cours desquels la majorité des icebergs dérivent au sud du 48e degré nord. Les données du PRDE (2004) montrent les observations d'icebergs enregistrées sur une période de 12 mois pour un certain nombre d'années. Bien que les données du Service canadien des glaces indiquent la présence d'icebergs pendant les 12 mois de certaines années, la période couverte par l'ensemble de données est nettement inférieure à celle des données de la Patrouille internationale des glaces ou du PRDE (2004).

La figure 4-3 montre les mois où des icebergs ont été consignés dans la base de données du PRDE (2004) pour la région. Il convient de noter que, dans cette figure, certains mois sont désignés comme ayant des icebergs sur la base d'une seule observation, ce qui explique que certains degrés carrés aient des icebergs dans chacun des 12 mois, ou un iceberg au cours d'un mois alors que les mois précédents et suivants sont « libres de glace » (p. ex., le mois de novembre dans le degré carré dont le centre se trouve à 49° 30' de latitude N., 49° 30' de longitude O.). Cette réalité met en évidence la nécessité de définir ce qu'on entend par « période sans glace » sur une base probabiliste. L'annexe A présente les statistiques correspondant aux données de la Patrouille internationale des glaces et du Service canadien des glaces. Le nombre de mois au cours desquels des icebergs ont été consignés au nord-est des Grands Bancs dans le degré carré où se trouve Terra Nova varie, passant de 7 mois dans les données de la Patrouille internationale des glaces à 12 mois complets dans les données du PRDE (2004). À la lumière de ce qui précède, il apparaît que les données du PRDE (2004) sont la source de données qui convient le mieux et qui est la plus prudente (à l'exception de la côte ouest). La même conclusion peut être tirée pour presque tous les autres degrés carrés étudiés. Ainsi, toute analyse supplémentaire fournie dans les présentes sera fondée sur les données du PRDE (2004), sauf si elle vise la côte ouest, puisque ces données produisent les résultats les plus prudents (saison d'eau libre la plus courte). La figure 4-4 montre les mois où la présence d'icebergs a été consignée dans chaque degré carré, à raison d'au moins une fois en cinq ans.

Le tableau 4-1 montre les résultats pour certaines régions d'intérêt. La figure 1-1 montre les degrés carrés correspondant à ces régions. Aux fins de la présente analyse, une période où les eaux sont libres d'icebergs s'entend d'une période d'au moins trois mois consécutifs qui répondent au critère pour être réputés « libres d'icebergs ». Le critère d'« une fois en cinq ans » est utilisé ici pour caractériser les conditions « habituelles » ou « moyennes ». La saison d'eau libre qui correspond à cette condition a été mieux définie en décomposant l'ensemble des données en saisons des icebergs catégorisées par une présence « légère », « modérée » ou « forte » d'icebergs selon le nombre d'icebergs dérivant au sud du 48e degré nord (voir section 3.1). Les figures 4-5, 4-6 et 4-7 montrent également ces données, alors que le tableau 4-2 indique les périodes correspondantes où les eaux sont libres d'icebergs. L'annexe A présente les résultats selon les données du Service canadien des glaces et de la Patrouille internationale des

glaces. Les données du Service canadien des glaces ne couvraient pas un nombre suffisant de saisons caractérisées par une présence « légère » ou « modérée » de glaces (3 et 2, respectivement) pour appliquer le critère d'« une fois en cinq ans ».

Tableau 4-1 Période où les eaux sont libres d'icebergs dans certaines zones de la région étudiée, selon le seuil d'occurrences d'icebergs

Région	**Période où les eaux sont libres d'icebergs : Au moins 3 mois consécutifs au cours desquels les eaux sont libres de glace**	
	Tous les icebergs	**Moins de « 1 fois en 5 ans » au cours d'un mois**
Jeanne d'Arc 46-47° de latitude N. et 48-49° de longitude O.	Aucun	D'août à janvier
South Whale 44°-45° de latitude N. et 52°-53° de longitude O.	De septembre à novembre	De juillet à mars
Bassin Laurentien 45°-46° de latitude N. et 55°-56° de longitude O.	D'août à janvier	De juillet à mars
Port-au-Port 48°-49° de latitude N. et 59°-60° de longitude O.	De juin à janvier	Toute l'année

Tableau 4-2 Période où les eaux sont libres d'icebergs dans certaines zones de la région étudiée, selon le seuil d'occurrences d'icebergs en fonction de la catégorisation de la saison des glaces (présence légère, modérée ou forte)

Région	**Période où les eaux sont libres d'icebergs : ≥ 3 mois consécutifs où les eaux sont libres de glace**		
	Saison caractérisée par une présence « légère » d'icebergs, moins de « 1 fois en 5 ans » au cours d'un mois	**Saison caractérisée par une présence « modérée » d'icebergs, moins de « 1 fois en 5 ans » au cours d'un mois**	**Saison caractérisée par une présence « forte » d'icebergs, moins de « 1 fois en 5 ans » au cours d'un mois**
Jeanne d'Arc 46-47° de latitude N. et 48-49° de longitude O.	De juillet à février	D'août à janvier	Aucun
South Whale 44°-45° de latitude N. et 52°-53° de longitude O.	De juin à avril	De juillet à avril	De juillet à mars
Bassin Laurentien 45°-46° de latitude N. et 55°-56° de longitude O.	Toute l'année	De juin à mars	De juillet à mars
Port-au-Port 48°-49° de latitude N. et 59°-60° de longitude O.	S. O.	S. O.	S. O.

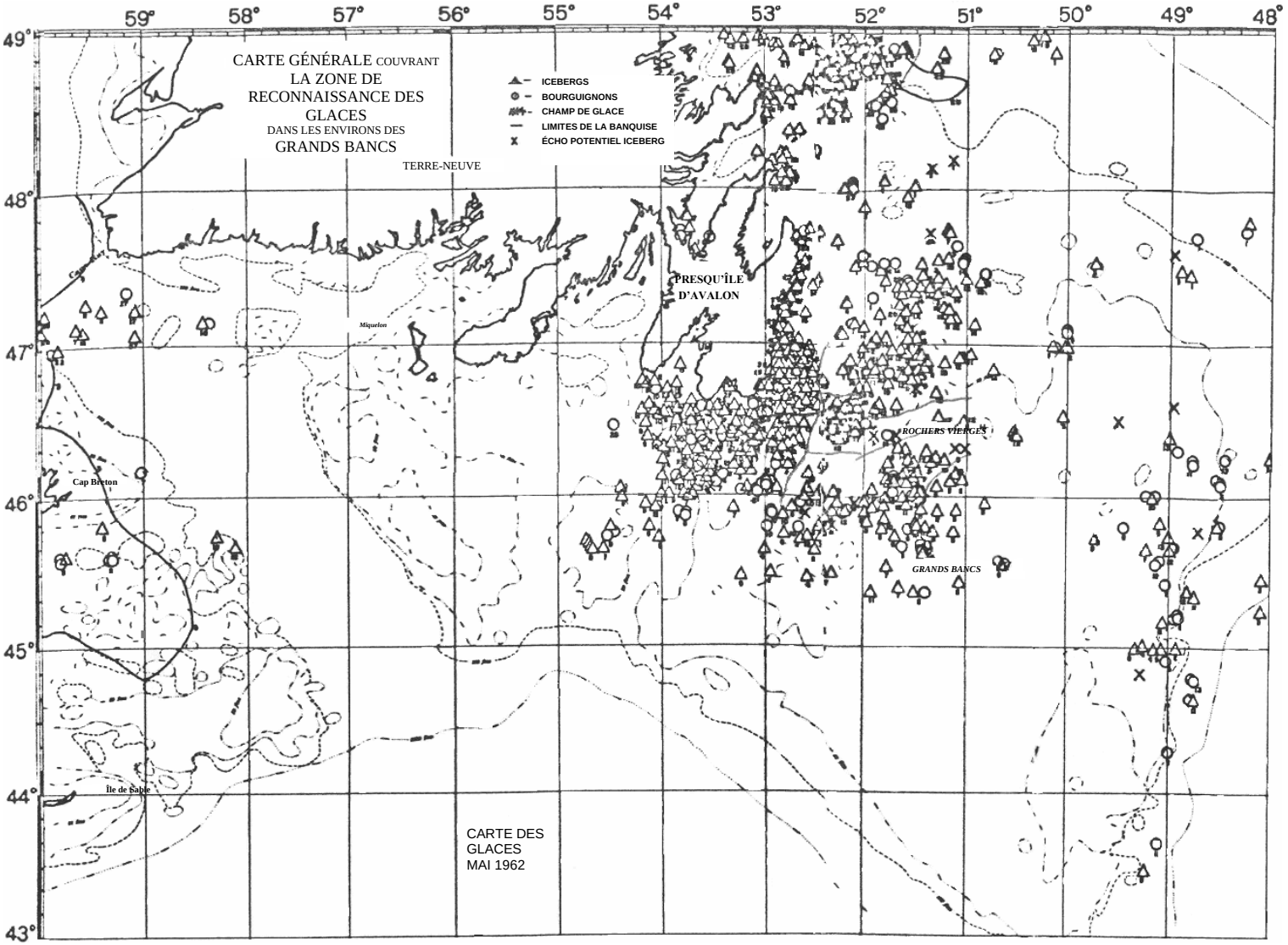

Figure 4-1 Carte des icebergs de la Patrouille internationale des glaces montrant les icebergs pouvant avoir dérivé dans le golfe du Saint-Laurent

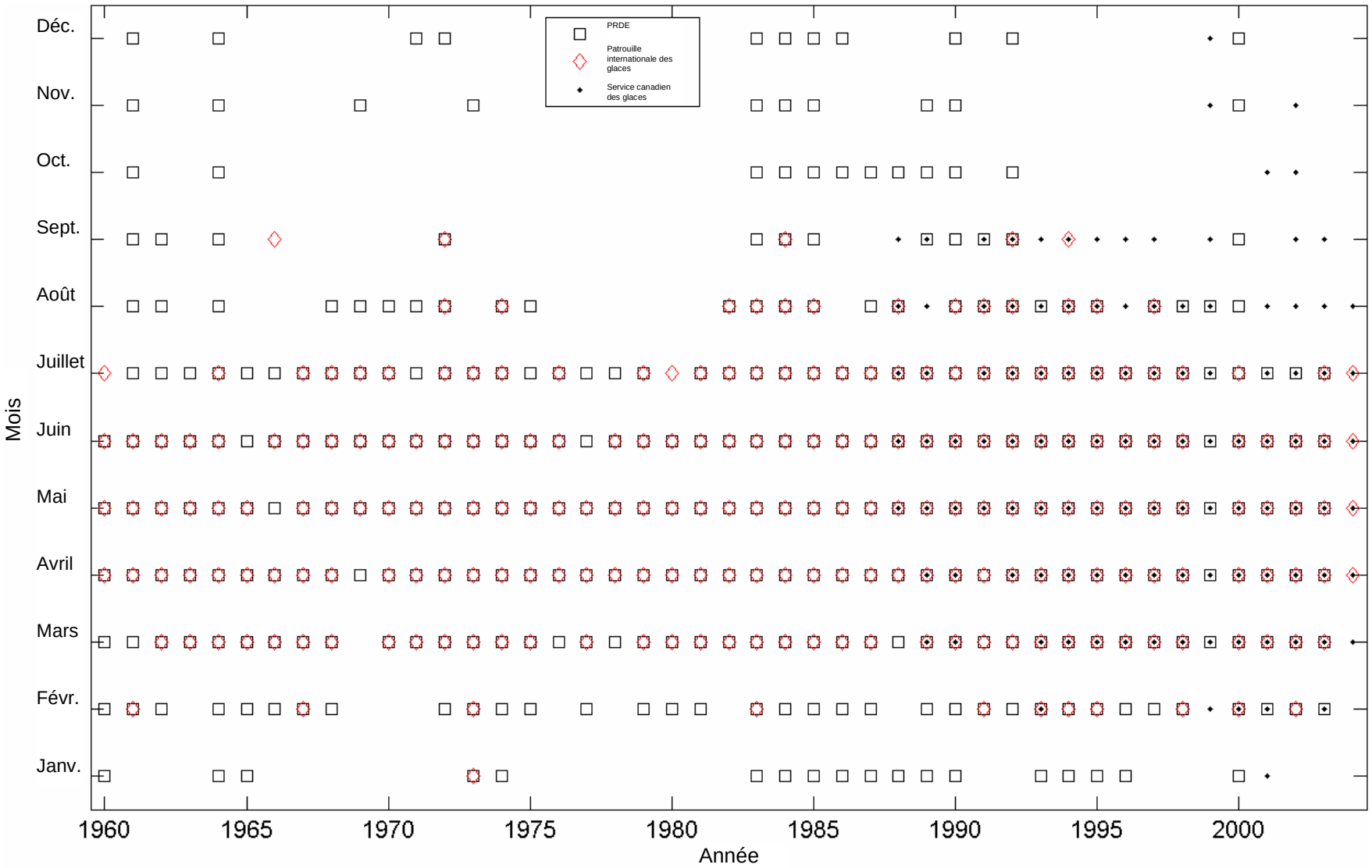

Figure 4-2 Mois et années pendant lesquels des icebergs ont été observés dans la zone étudiée

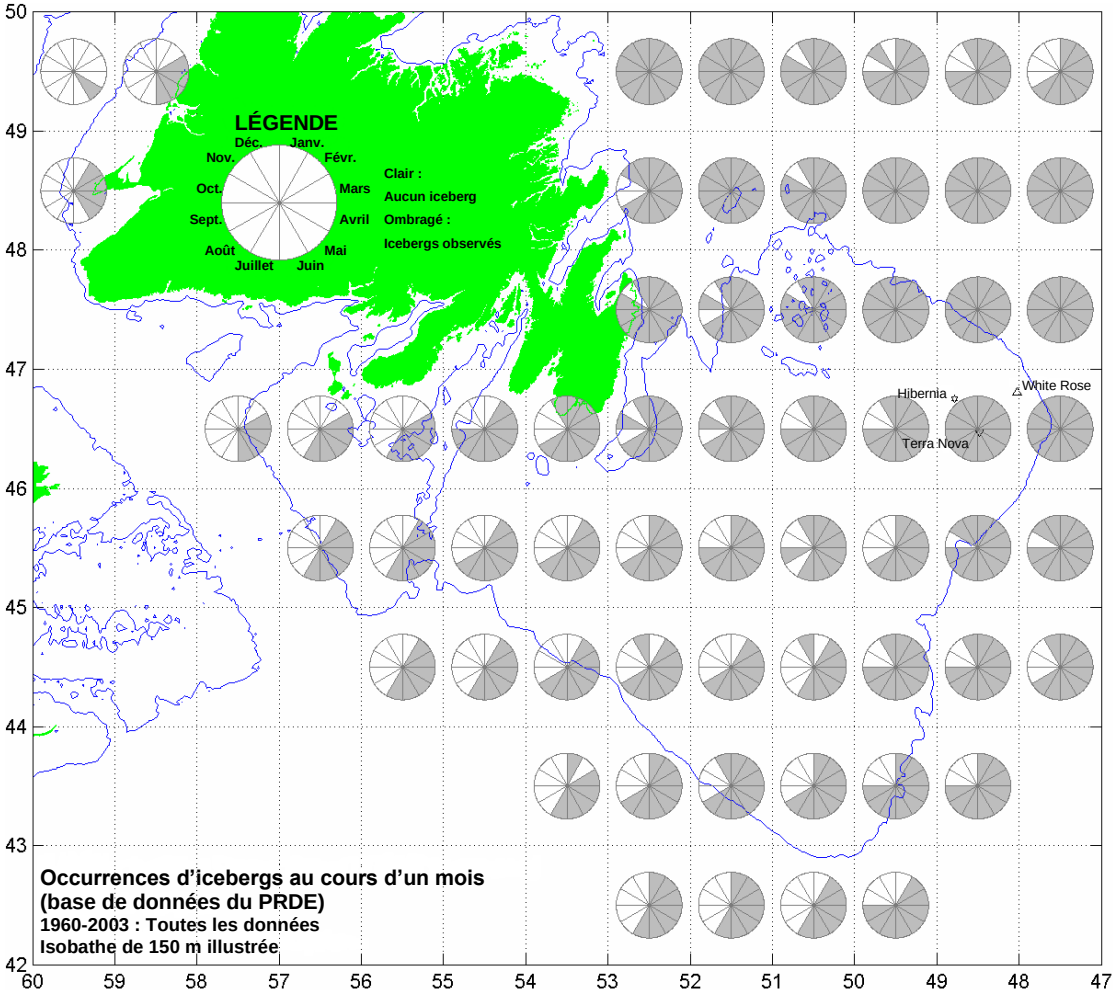

Figure 4-3 Mois pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans la base de données du PRDE (2004)

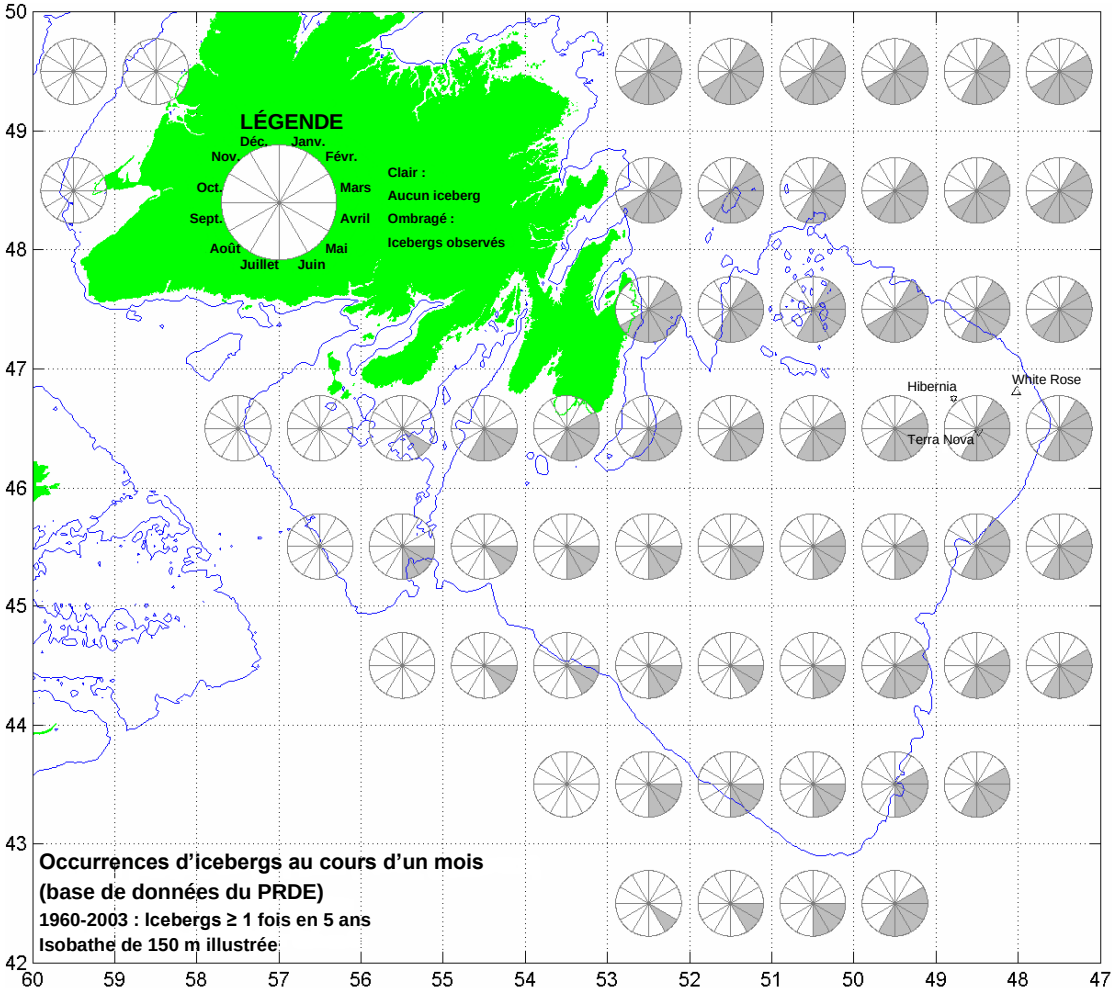

Figure 4-4 Mois pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans la base de données du PRDE (2004) ≥ 1 fois en 5 ans

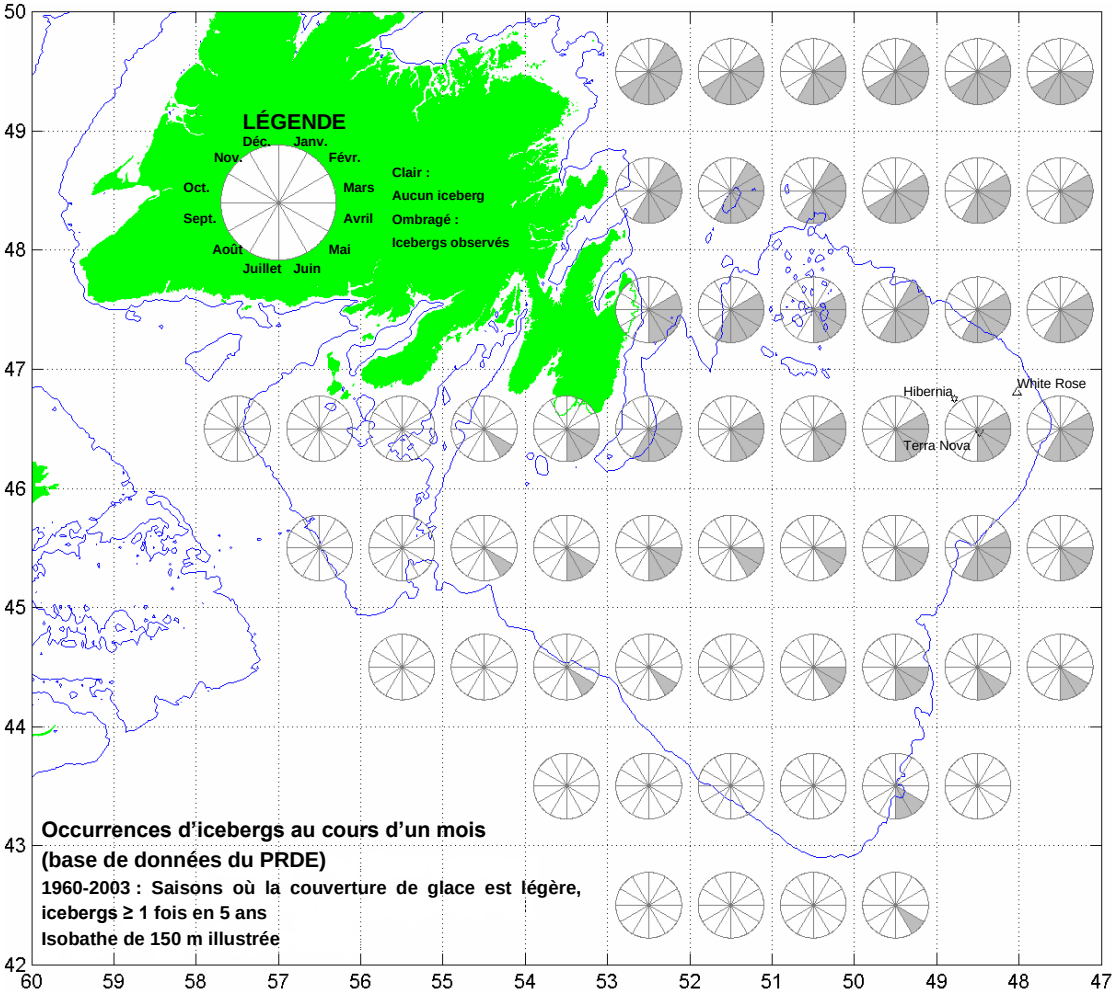

Figure 4-5 Mois au cours d'années caractérisées par une présence « légère » d'icebergs pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans la base de données du PRDE (2004) ≥ 1 fois en 5 ans

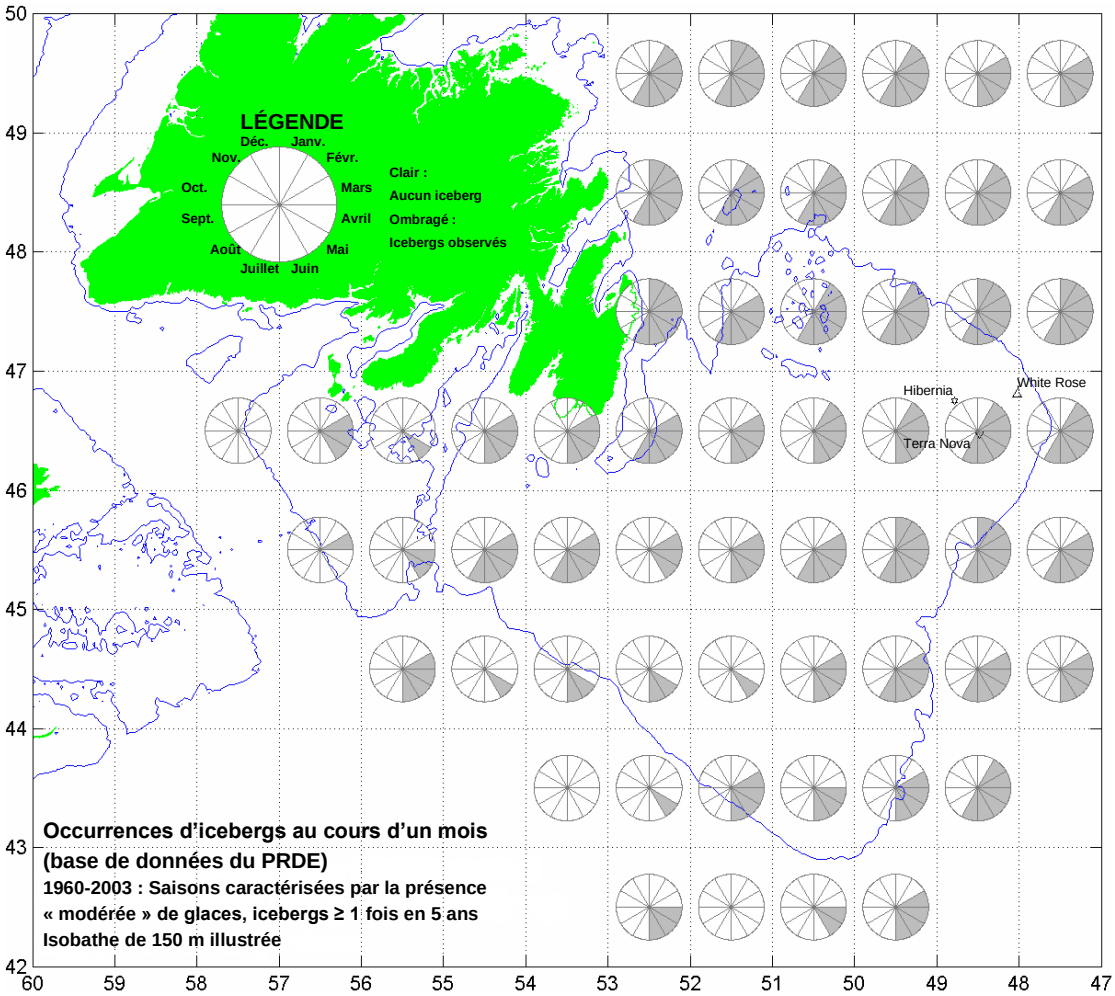

Figure 4-6 Mois au cours d'années caractérisées par une présence « modérée » d'icebergs pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans la base de données du PRDE (2004) ≥ 1 fois en 5 ans

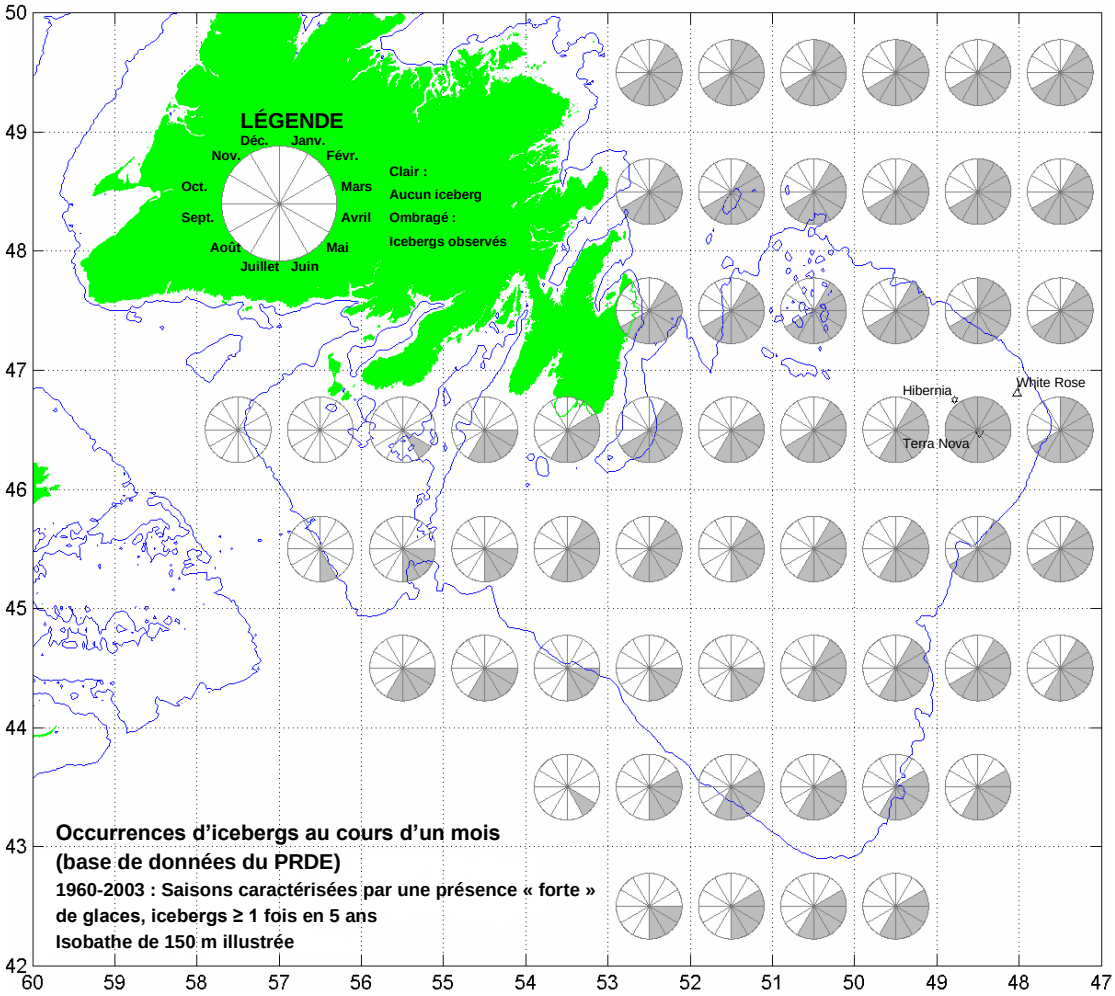

Figure 4-7 Mois au cours d'années caractérisées par la présence « forte » d'icebergs pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans la base de données du PRDE (2004) ≥ 1 fois en 5 ans

4.2 Banquise

Le nombre d'occurrences de banquises a été analysé selon la méthode décrite à la section 3.2, et en fonction de deux définitions distinctes du critère pour être réputé « libre de glace ». La première définition tenait compte des observations de glaces dans un degré carré pendant toute la durée de l'ensemble de données, soit 36 ans. Il s'agit de l'approche la plus prudente, car elle reflète l'étendue maximale de toutes les observations de banquises. La figure 4-8 montre les résultats pour la région étudiée. Le tableau 4-3 indique également les saisons d'eau libre dans les quatre zones représentatives, illustrées à la figure 1-1, zones qui sont toutes visées par des permis d'exploration et/ou de production, au sein de la région étudiée. Selon l'ensemble des données, les saisons d'eau libre à Jeanne D'Arc et Port-au-Port s'étendent de juin à décembre. Pour le bassin Laurentien, c'est plutôt d'avril à janvier. Alors qu'à South Whale, on a seulement observé des glaces au mois de mars. Ce cas, selon lequel toute occurrence de glace enregistrée dans l'ensemble des données empêche d'être réputé « libre de glace », produit un résultat trop prudent.

Une fréquence de banquises plus opportune, à savoir au plus « une fois en cinq ans », en moyenne, peut être assez prudente sans qu'il y ait exclusion dès qu'il y a incursion rare d'une banquise. La figure 4-9 montre les présences d'« une fois en cinq ans » sur l'ensemble de la région étudiée, alors que le tableau 4-3 indique celles sur les quatre zones représentatives. Selon ce critère, South Whale et le bassin Laurentien peuvent être réputés « libres de glace » toute l'année, quatre années sur cinq. Il y aura de la glace à Jeanne D'Arc que pendant le mois de mars. Pour ce qui est de Port-au-Port, il ne sera toutefois « libre de glace » que de mai à décembre, car les conditions des banquises dans le golfe du Saint-Laurent sont, généralement, plus difficiles qu'ailleurs dans la région étudiée.

Tableau 4-3 Période où les eaux sont libres de banquises dans certaines zones de la région étudiée définie par la présence de banquises

Région	**Période où les eaux sont libres de banquises**	
	Présence de banquises au moins une fois dans l'ensemble des données	**Présence de banquises moins de « 1 fois en 5 ans »**
Jeanne d'Arc (46°-47° de latitude N., 48°-49° de longitude O.)	De juin à décembre	D'avril à février
South Whale (44°-45° de latitude N., 52°-53° de longitude O.)	D'avril à février	Toute l'année
Bassin Laurentien (45°-46° de latitude N., 55°-56° de longitude O.)	D'avril à janvier	Toute l'année
Port-au-Port (48°-49° de latitude N., 59°-60° de longitude O.)	De juin à décembre	Mai à décembre

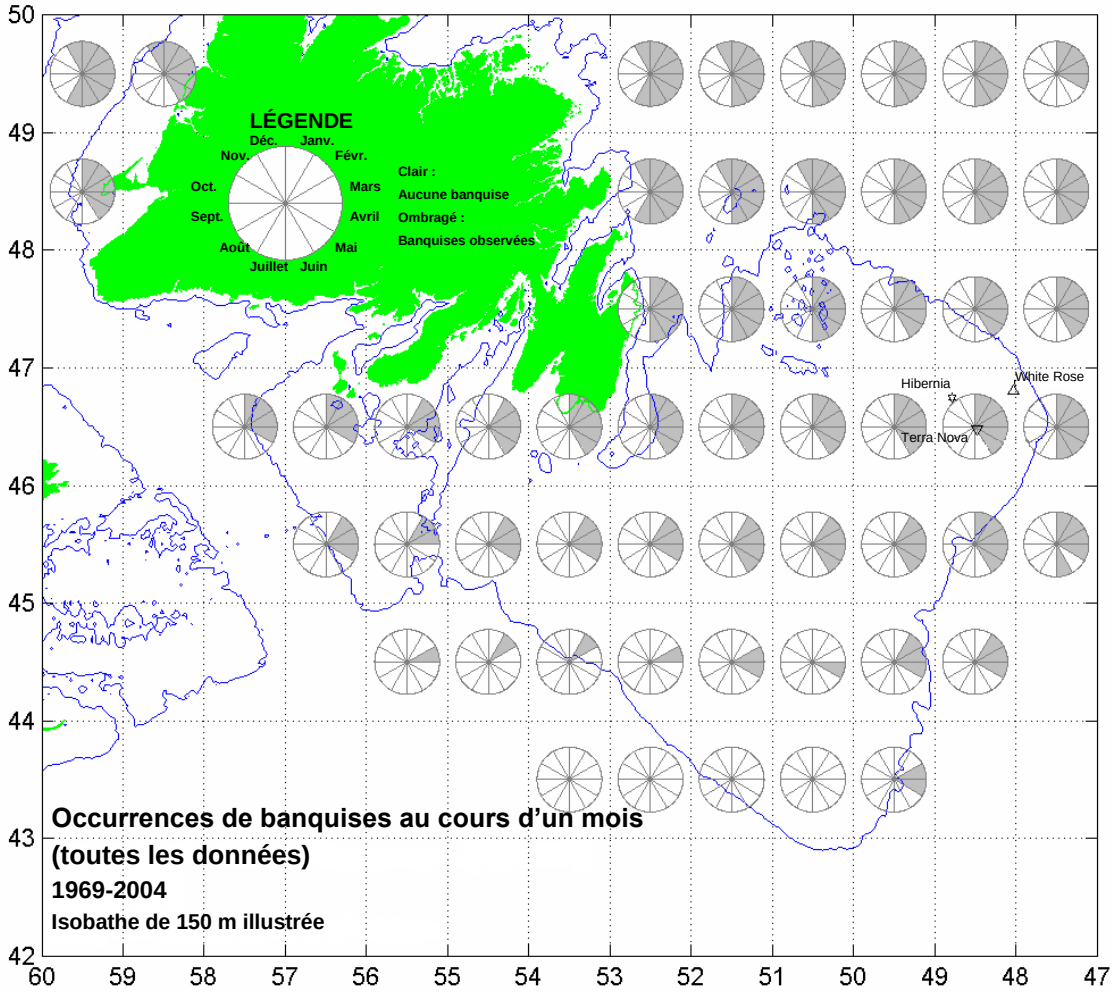

Figure 4-8 Occurrences de banquises au cours d'un mois – au moins une observation chaque année

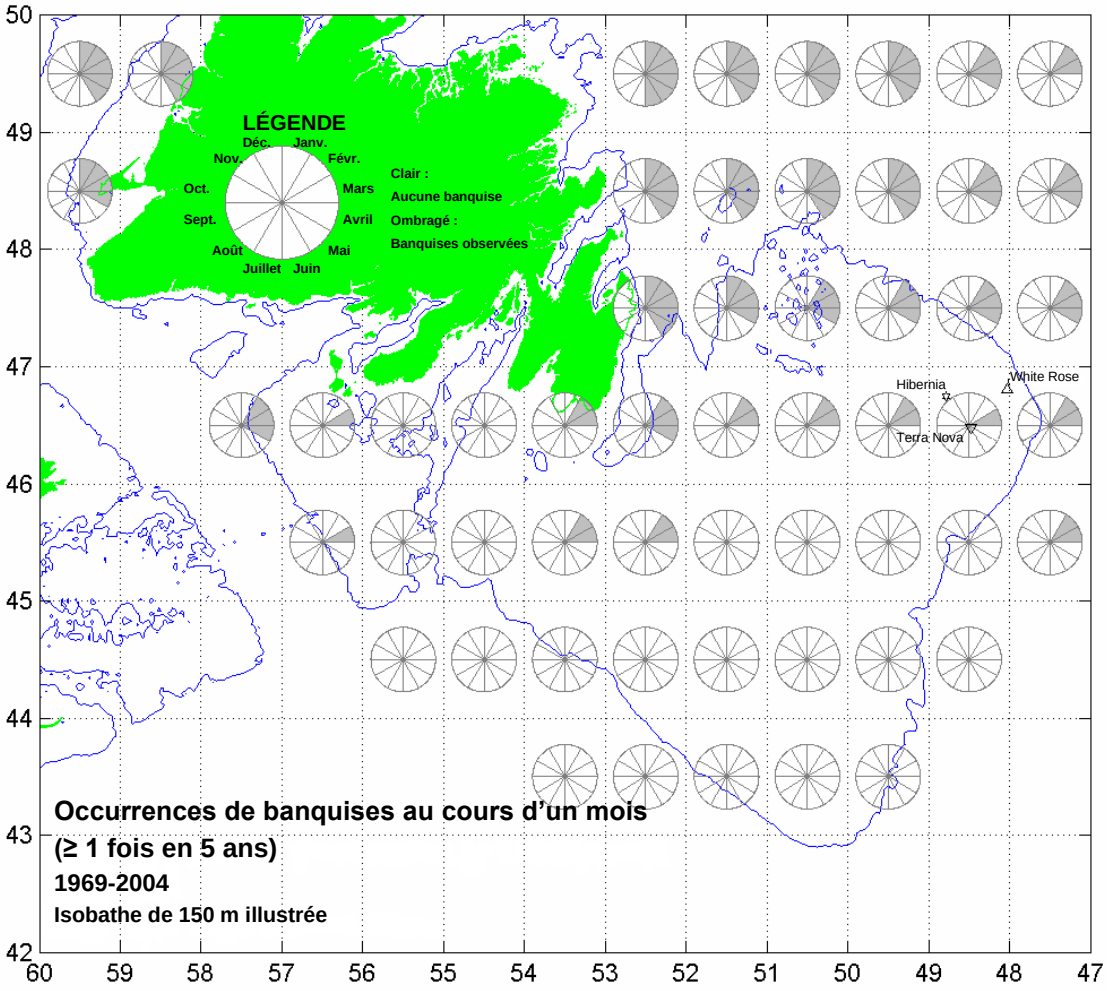

Figure 4-9 Occurrences de banquises au cours d'un mois – plus de « 1 fois en 5 ans », en moyenne

5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

5.1 Conclusions

La saison d'eau libre a été déterminée pour les zones d'intérêt indiquées à la figure 1-1, selon le nombre d'occurrences de glaces au cours de chaque mois avec une fréquence de moins d'« une fois en cinq ans ». Il s'agit des mois au cours desquels il n'y a aucun iceberg et aucune banquise. Dans les degrés carrés désignés comme Jeanne d'Arc, South Whale et le bassin Laurentien, il y a surtout des icebergs, alors que sur la côte ouest, dans le degré carré Port-au-Port, ce sont les banquises qui dominent. Le tableau 5-1 indique la saison d'eau libre dans chaque zone, en tenant compte à la fois des icebergs et des banquises. Comme les données sur les banquises n'ont pas été analysées en fonction de la vigueur de la saison des icebergs, les saisons d'eau libre indiquées au tableau 5-1 ne tiennent pas compte des variations en découlant. Ces résultats sont précisés à la section 4.1.

Les estimations de la durée de la saison d'eau libre de glace se veulent prudentes. Diverses stratégies (détection à longue distance et prévision à longue échéance, manœuvres d'évitement, etc.) permettraient d'atténuer les risques et de prolonger la saison effective d'eau libre.

Tableau 5-1 Saison d'eau libre selon les conditions moyennes à long terme

Région		**Saison d'eau libre**
Jeanne d'Arc	(46°-47° de latitude N., 48°-49° de longitude O.)	Août à janvier
South Whale	(44°-45° de latitude N., 52°-53° de longitude O.)	Juillet à mars
Bassin Laurentien	(45°-46° de latitude N., 55°-56° de longitude O.)	De juillet à mars
Port-au-Port	(48°-49° de latitude N., 59°-60° de longitude O.)	Mai à décembre

5.2 Recommandations

Il serait opportun d'améliorer les prévisions à long terme de la vigueur des saisons des icebergs pour pouvoir mieux planifier les activités vulnérables à la glace. Bien qu'il existe des approches statistiques, l'offre croissante en imagerie satellitaire pour déterminer la concentration de la glace en amont (plus au nord) permet d'élaborer d'autres approches qui intègrent ces données supplémentaires. Cela permettrait à l'Office d'autoriser le début de ces activités au cours d'une année donnée en fonction de la vigueur prévue de la saison des glaces (présence légère, modérée ou forte).

Bien que l'analyse actuelle donne une bonne indication de la saison habituelle d'eau libre, à mesure que les opérations en mer s'étendent à de nouvelles zones (p. ex., au Labrador et dans le bassin Orphan), des données environnementales supplémentaires seront nécessaires pour garantir l'efficacité des évaluations environnementales. Cela nécessitera des programmes de collecte de données continus, à long terme et complets. En ce qui concerne les glaces, notamment les icebergs, il s'agirait d'effectuer des levés plus fréquemment afin de soutenir les activités d'exploration futures et les éventuelles activités de production. On pourrait y parvenir en se fondant sur des levés aériens et satellitaires.

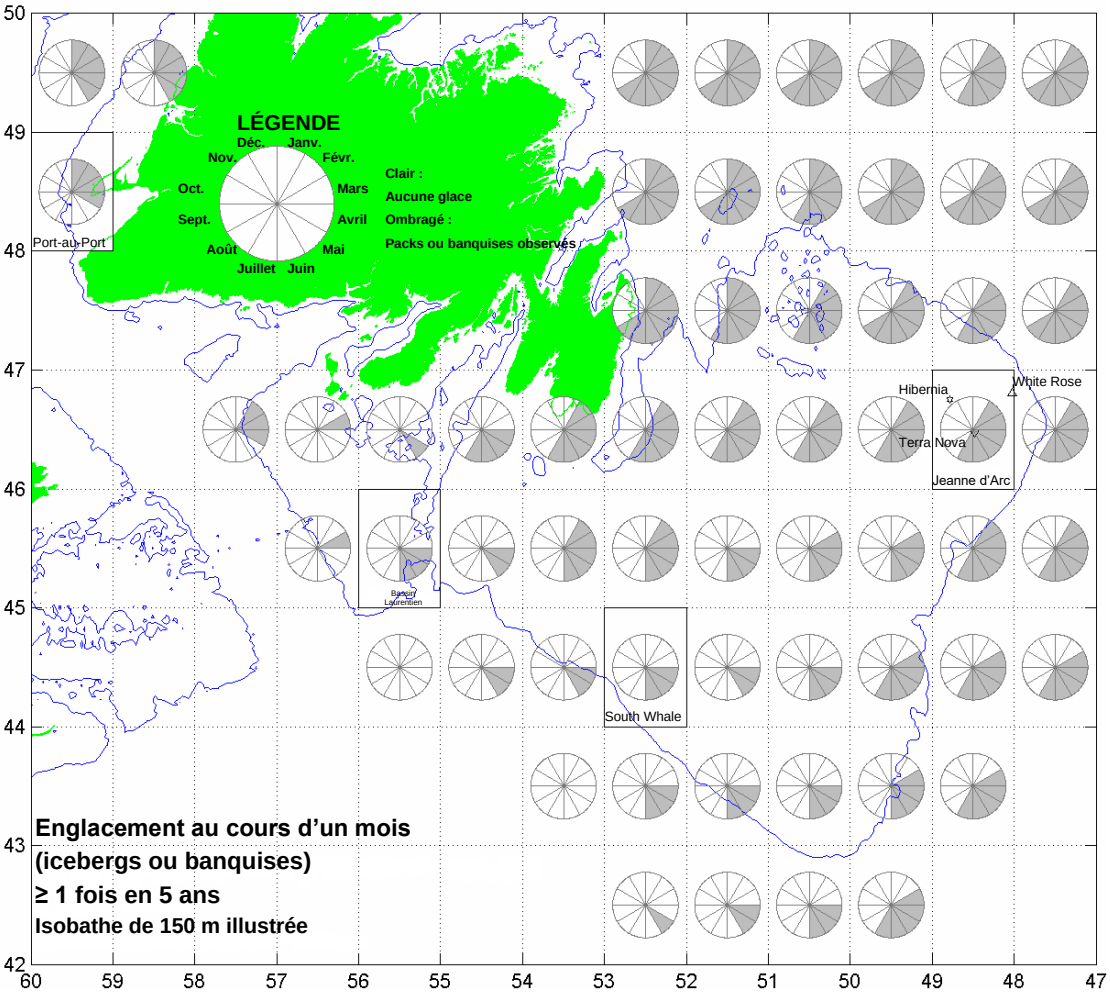

Figure 5-1 Saison habituelle d'eau libre (sans ombrage) selon le nombre d'englacements « 1 fois en 5 ans »

6 RÉFÉRENCES

Canatec (1997). *A Review of the Environmental Conditions on the West Coast of Newfoundland.* Préparé pour le Conseil national de recherches du Canada, rapport du PRDE/SCC, p. 20-34.

Canatec (1999). *ICE'98 Pack Ice Data Extraction Program.* Rédigé par Canatec Consultants Ltd. Version 2.21. Publié le 11 octobre 1999.

Service canadien des glaces (2005). Site web du Service canadien des glaces (ice-glaces.ec.gc.ca).

Association canadienne de normalisation (ACN) (2004). CAN/CSA-S471-F04, Exigences générales, critères de calcul, conditions environnementales et charges (faisant partie du *Code for the Design, Construction, and Installation of Fixed Offshore Structures*).

Hill, B. (2004). *Ship Ice Collision Database Operations Manual*. Rapport préparé par l'Institut des technologies océaniques pour le PRDE, novembre, (researchers.imd.nrc.ca/~hillb/)

Patrouille internationale des glaces (2005). Site web de la Patrouille internationale des glaces (www.uscg.mil/lantarea/iip/home.html).

Sandwell (1998). *Ice Regimes Off the West Coast of Newfoundland*. Rapport préparé pour le Conseil national de recherches du Canada, rapport du PRDE/Service canadien des glaces, pp. 20-35.

Jordaan, I., D., Press et P. Milord (1999). *Iceberg Databases and Verification*. Préparé pour le Conseil national de recherches du Canada, Centre d'hydraulique canadien, 1999.

Marko, J.R., et coll. (1994). *Iceberg Severity off Eastern North America: Its Relationship to Sea Ice Variability and Climate Change*. Journal of Climate, 7, pp. 1335-1351.

Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) (2004). *Iceberg Sighting Databse* du PRDE : 2004. Préparé par Fleet Technology.

PRDE (2005). Site web du PRDE.
(www.chc.nrc.ca/English/Cold%20Regions/ColdRegionsPERDIntro3_e.html)

OMM (1994). *Format to Provide Sea Ice Data for the World Climate Program (SIGRID-2)*. Organisation météorologique mondiale.
(www.aari.nw.ru/gdsidb/format/sigrid-2.pdf)

ANNEXE A : OCCURRENCES D'ICEBERGS SELON LES DONNÉES DE LA PATROUILLE INTERNATIONALE DES GLACES ET DU SERVICE CANADIEN DES GLACES

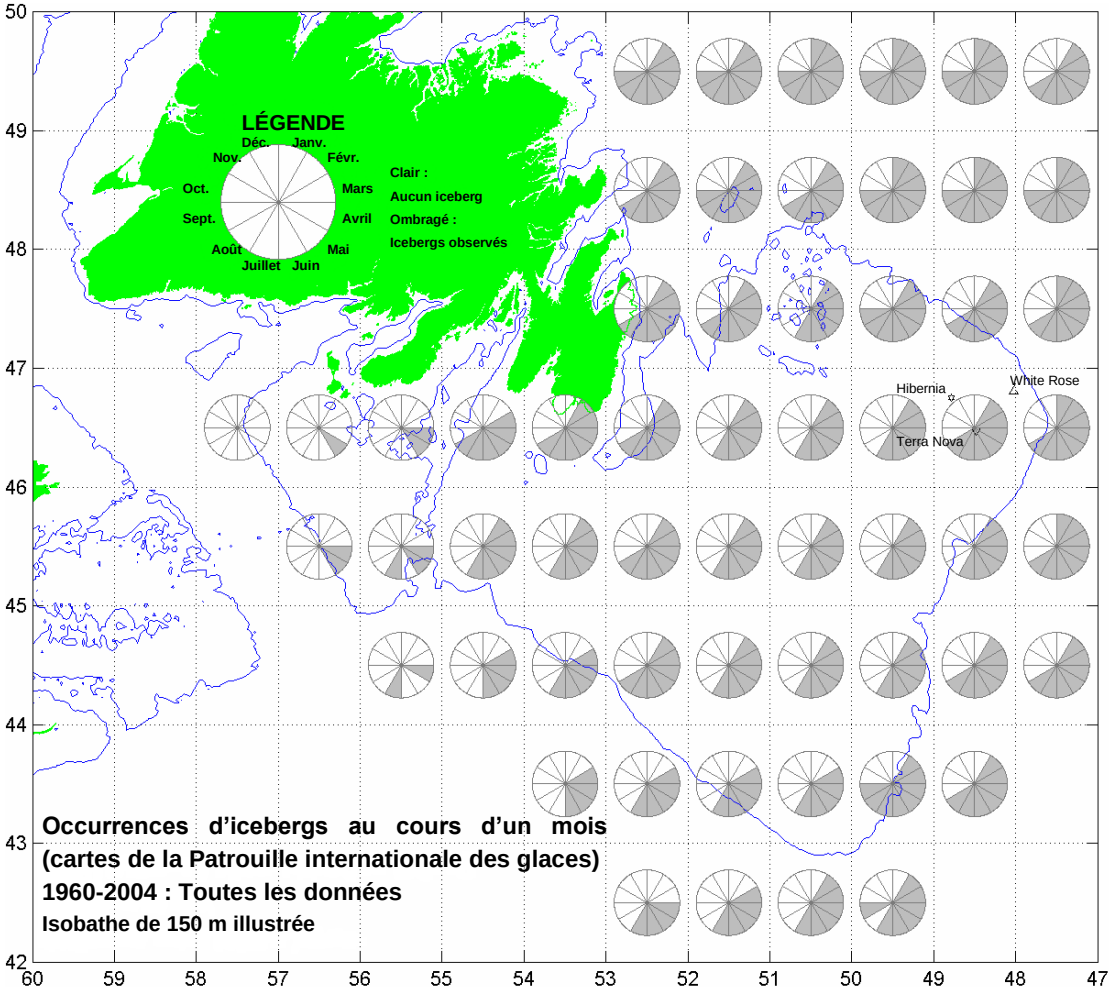

Figure A-1 Mois pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans les cartes de la Patrouille internationale des glaces

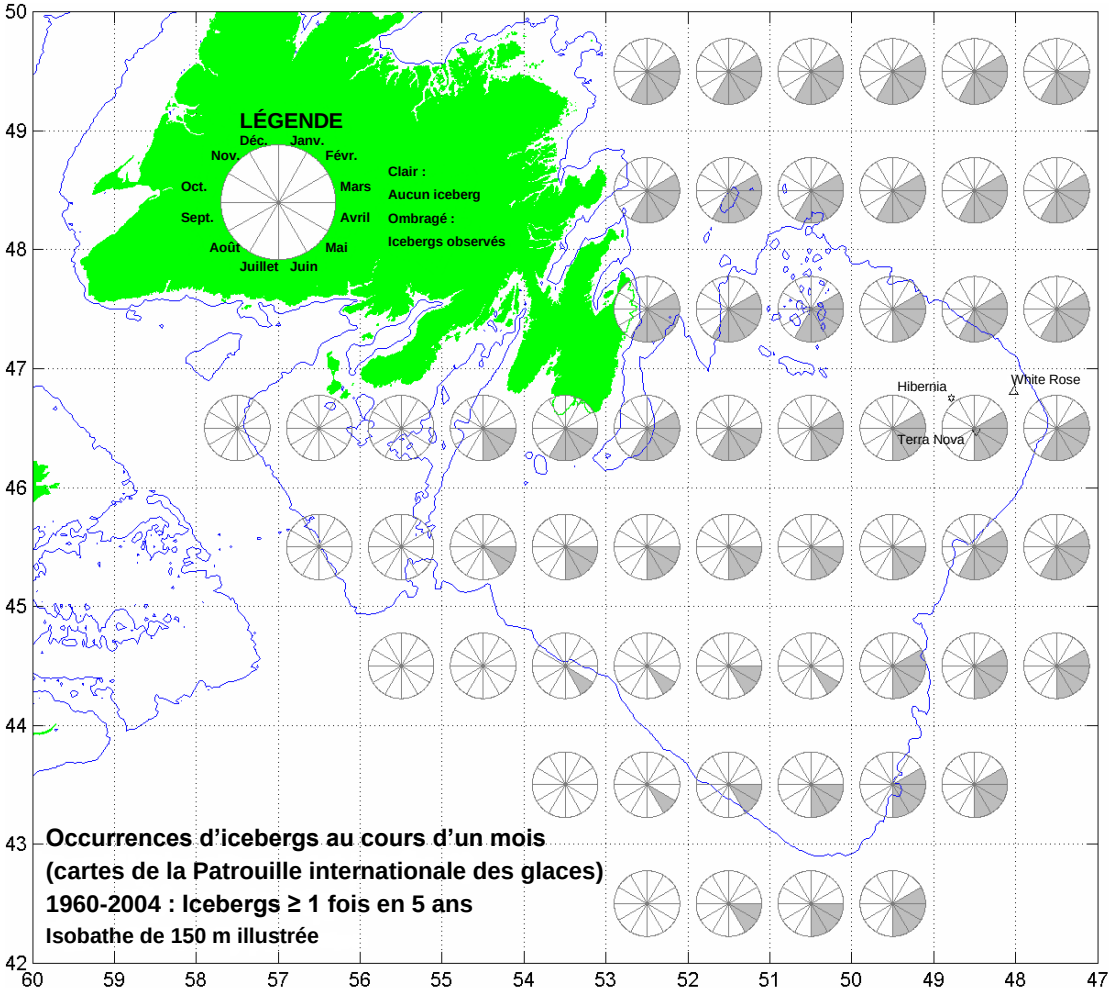

Figure A-2 Mois pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée sur les cartes de la Patrouille internationale des glaces au moins « 1 fois en 5 ans »

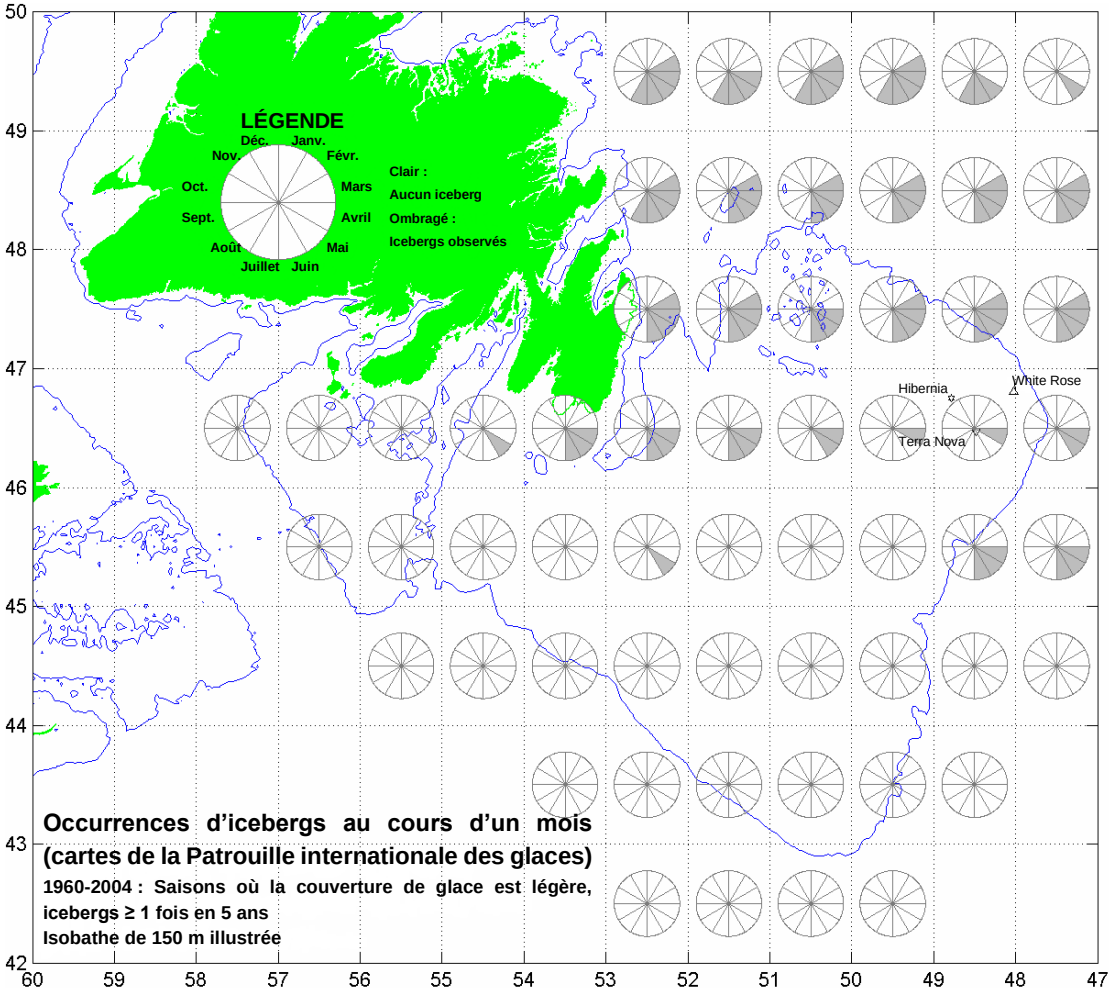

Figure A-3 Mois au cours d'années caractérisées par une présence « faible » d'icebergs pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans les cartes de la Patrouille internationale des glaces au moins 1 fois en 5 ans

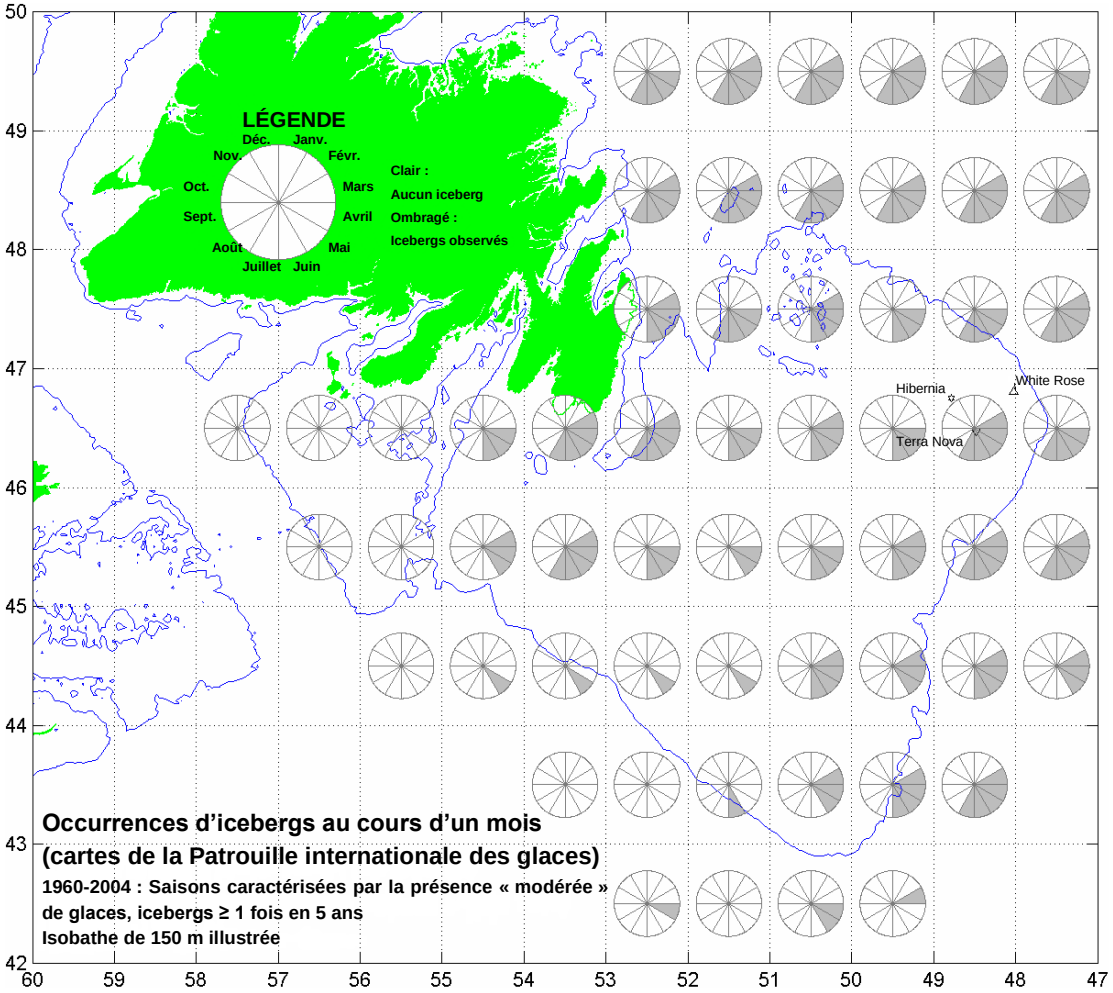

Figure A-4 Mois au cours d'années caractérisées par une présence « modérée » d'icebergs pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans les cartes de la Patrouille internationale des glaces au moins 1 fois en 5 ans

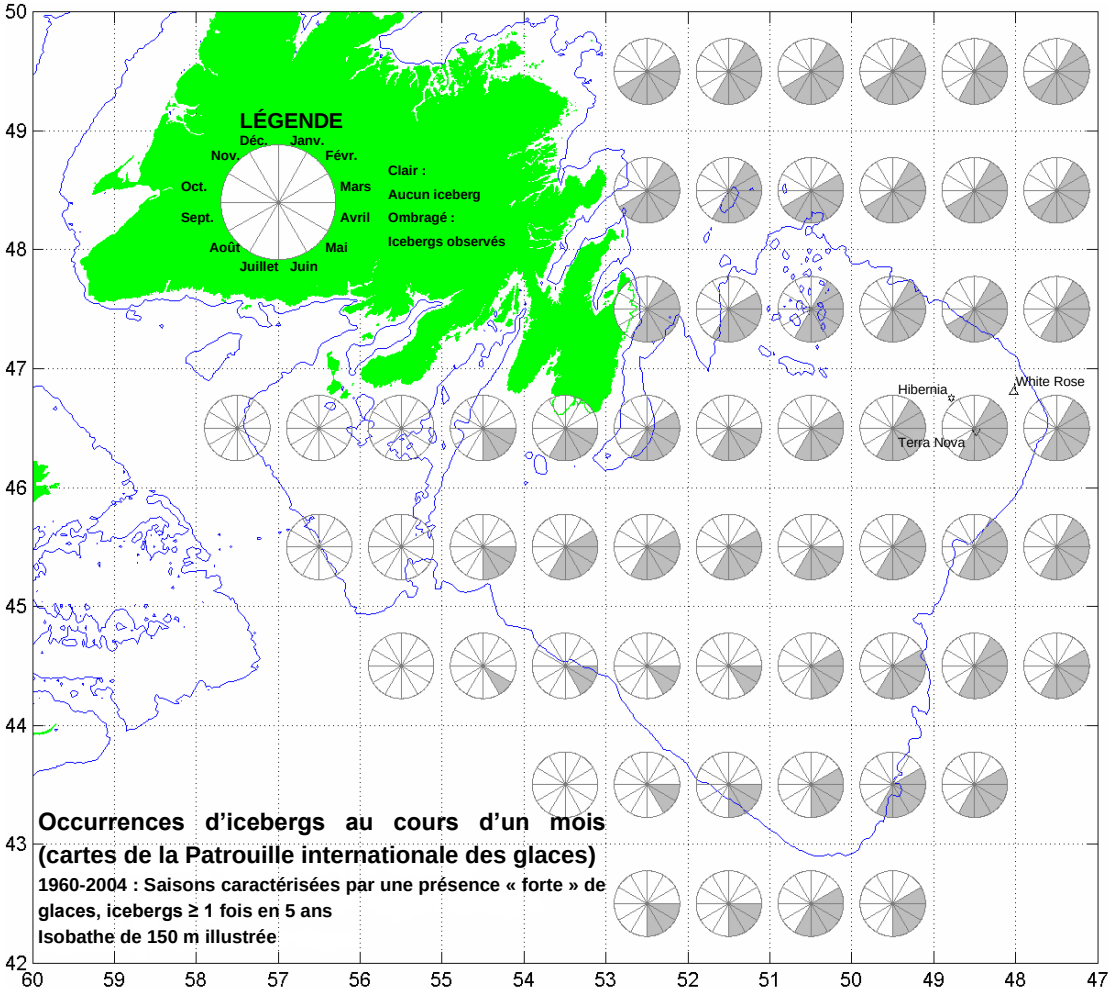

Figure A-5 Mois au cours d'années caractérisées par une présence « forte » d'icebergs pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans les cartes de la Patrouille internationale des glaces au moins 1 fois en 5 ans

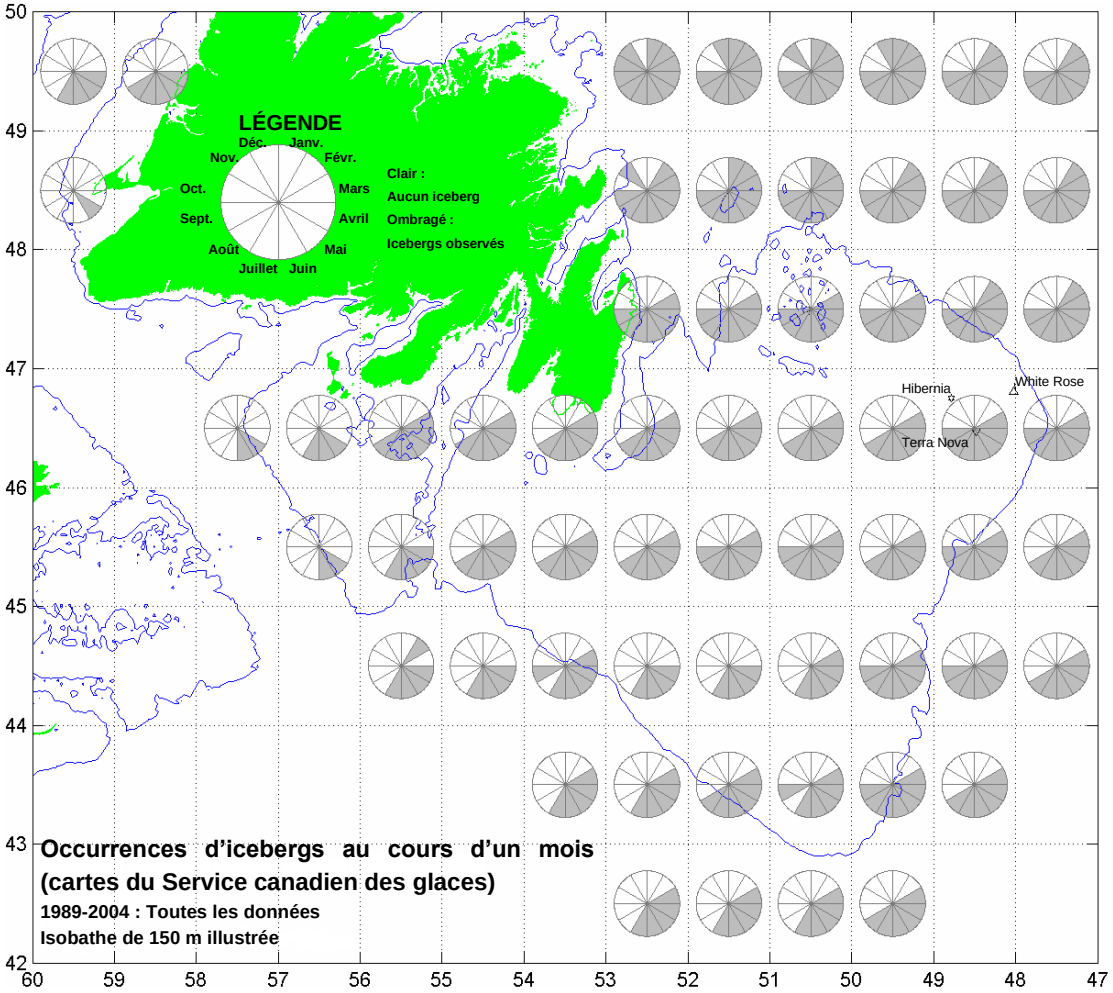

Figure A.6 Mois pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans les cartes du Service canadien des glaces

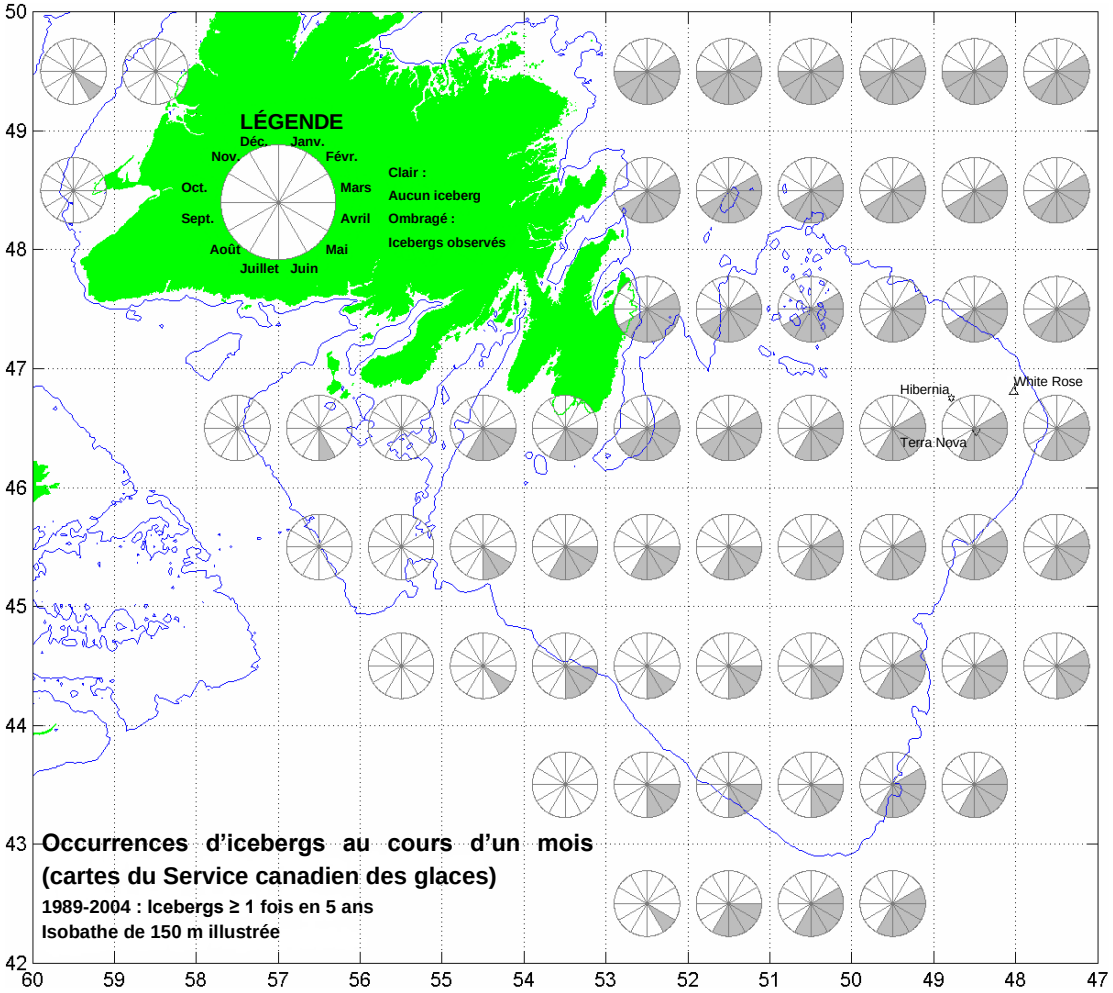

Figure A-7 Mois pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans les cartes du Service canadien des glaces au moins 1 fois en 5 ans

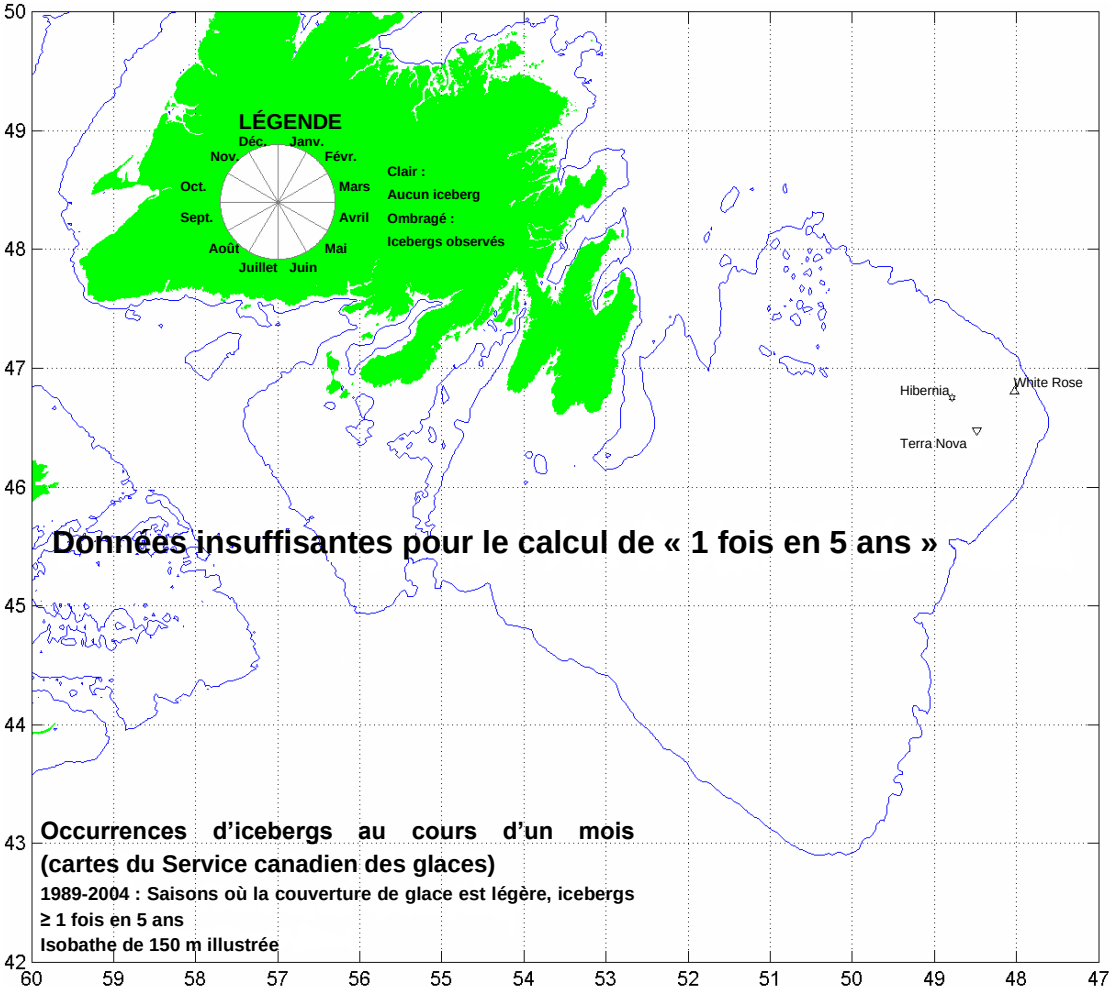

Figure A-8 Mois au cours d'années caractérisées par une présence « faible » d'icebergs pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans les cartes du Service canadien des glaces au moins 1 fois en 5 ans

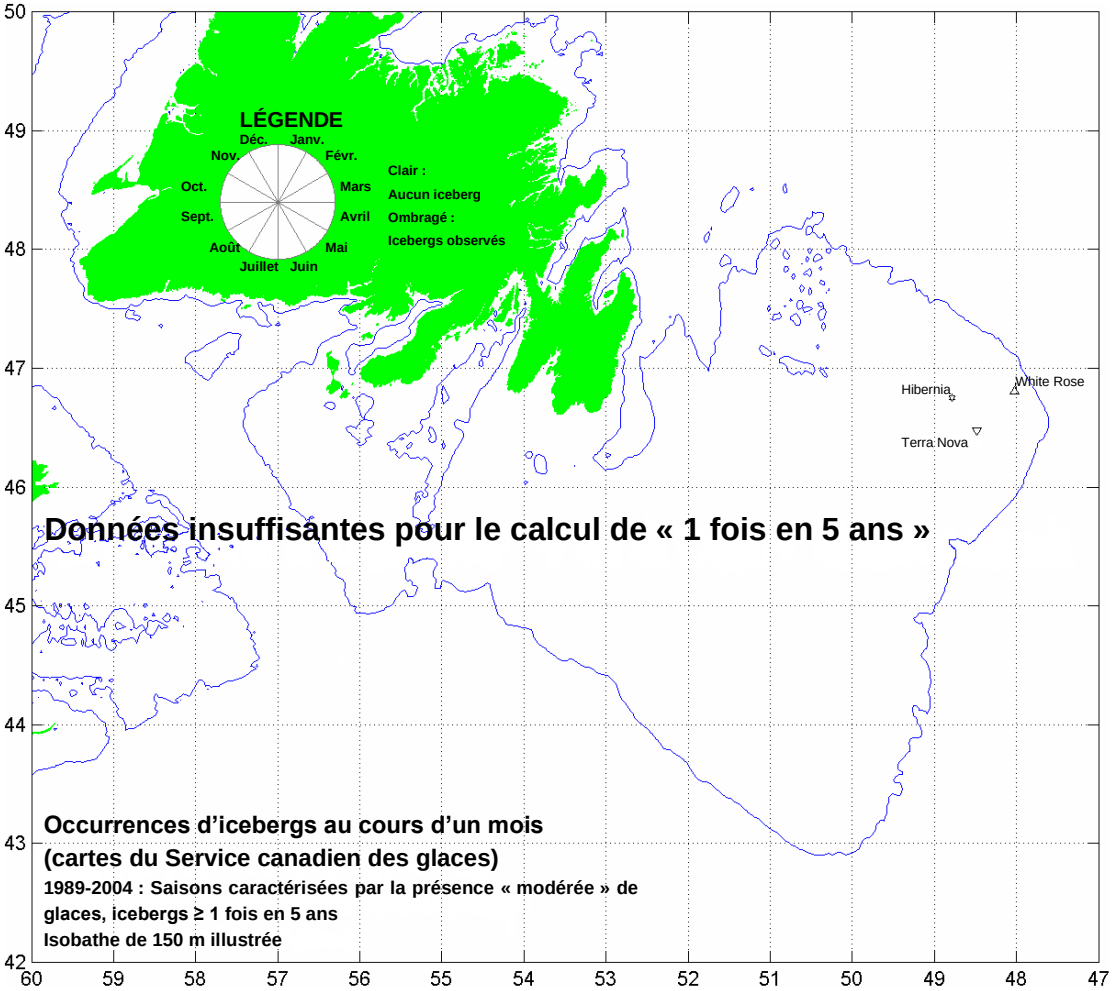

Figure A-9 Mois au cours d'années caractérisées par une présence « modérée » d'icebergs pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans les cartes du Service canadien des glaces au moins 1 fois en 5 ans

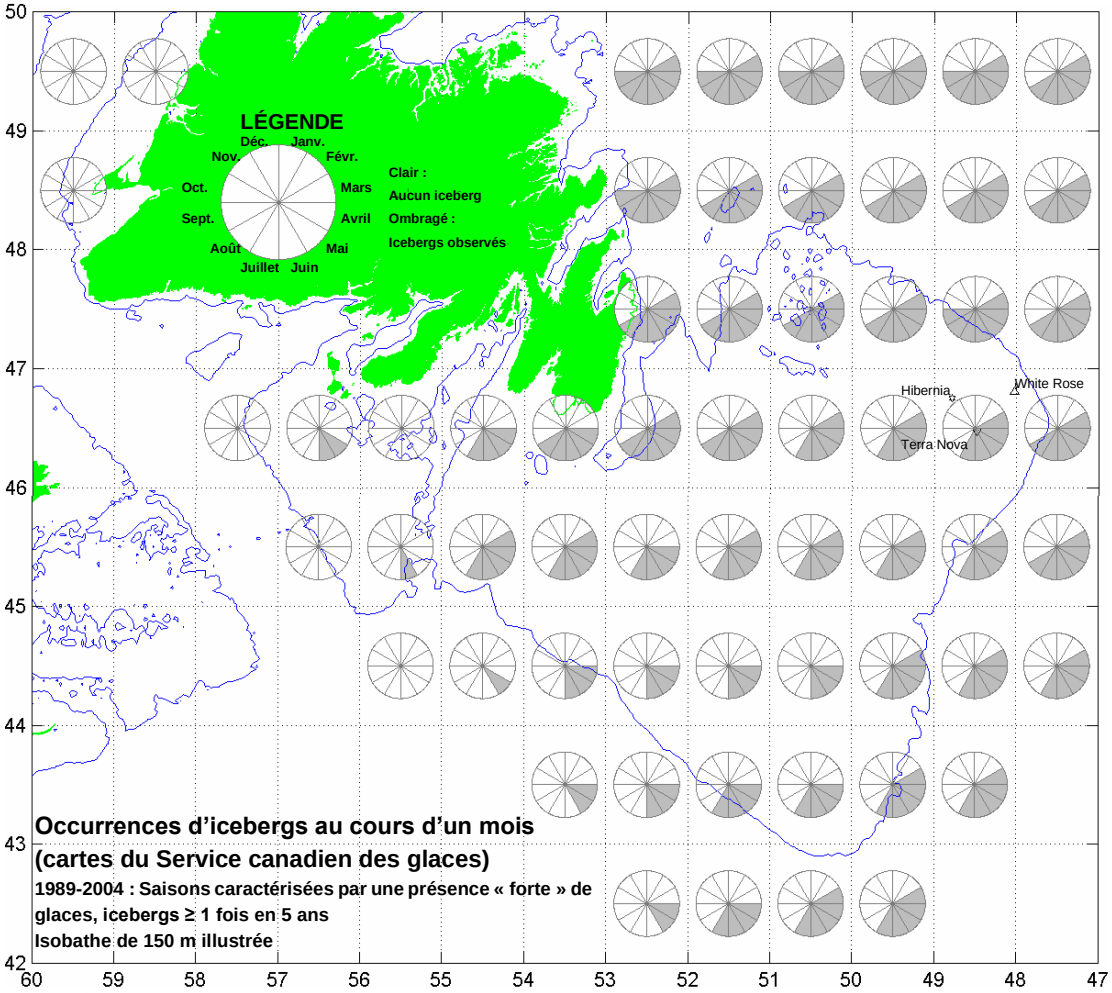

Figure A-10 Mois au cours d'années caractérisées par une présence « forte » d'icebergs pendant lesquels la présence d'icebergs a été enregistrée dans les cartes du Service canadien des glaces au moins 1 fois en 5 ans