



Sea Ice Climatic Atlas

Northern Canadian Waters

1971-2000

Atlas climatique des glaces de mer

Eaux du nord canadien

1971-2000

by / par

Canadian Ice Service / Service canadien des glaces



SEA ICE CLIMATIC ATLAS

Northern Canadian Waters

1971-2000

by

Canadian Ice Service

ATLAS CLIMATIQUE DES GLACES DE MER

Eaux du Nord Canadien

1971-2000

par

Service canadien des glaces

© Minister of Public Works and Government Services of Canada, 2002

Cover Photo: Photo from Canadian Ice Service photo collection (1-76)
Norwegian Bay early October from 30 feet showing second year
ice and frozen puddles

National Library of Canada cataloguing in publication data

Main entry under title:

Sea ice climatic atlas, Northern Canadian Waters, 1971-2000 =
Atlas climatique des glaces de mer, Eaux du Nord Canadien, 1971-2000

Text in English and French.
Includes bibliographical references.
ISBN 0-662-61973-3
Cat. No. En56-173/2002

1. Sea ice — Canada, Northern — Atlases.
2. Ice — Canada, Northern — Atlases.
 - I. Canadian Ice Service.
 - II. Title: Atlas climatique des glaces de mer, Eaux du Nord Canadien, 1971-2000.

GB2429.S42 2002 551.34'2'0916327 C2002-980059-5E

© Ministère des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2002

Photo couverture: Photo de la collection de photos du Service canadien des
glaces (1-76) Norwegian Bay, début octobre, altitude de 30
pieds montrant de la glace de deuxième année et des mares
gelées

Données de catalogage avant publication de la Bibliothèque nationale du Canada

Vedette principale au titre :

Sea ice climatic atlas, Northern Canadian Waters, 1971-2000 =
Atlas climatique des glaces de mer, Eaux du Nord Canadien, 1971-2000

Texte en anglais et en français.
Comprend des références bibliographiques.
ISBN 0-662-61973-3
No de cat. En56-173/2002

1. Glace de mer — Canada (Nord) — Atlas.
2. Glace — Canada (Nord) — Atlas.
 - I. Service canadien des glaces.
 - II. Titre: Atlas climatique des glaces de mer, Eaux du Nord Canadien, 1971-2000.

GB2429.S42 2002 551.34'2'0916327 C2002-980059-5F

FOREWORD

In 1980, the first in a series of Ice Atlases was published under the title "ICE ATLAS - EASTERN CANADIAN SEABOARD" by W.E. Markham that presented an analysis of ice conditions in the Gulf of St. Lawrence and the waters east of Newfoundland and Southern Labrador. Rounding out the series of Ice Atlases were "ICE ATLAS - CANADIAN ARCTIC WATERWAYS" published in 1981 and "ICE ATLAS - HUDSON BAY AND APPROACHES" published in 1988; both authored by W.E. Markham. Without a digital database available, it was a very laborious task to update such publications.

In the late 1990's with partial funding from the Program on Energy Research & Development (PERD) the Canadian Ice Service completed the digitisation of its Weekly Regional Ice Charts collection and created a digital database to facilitate the production of climatic sea ice charts. In 2001, "SEA ICE CLIMATIC ATLAS - EAST COAST OF CANADA 1971-2000" the first of a planned series of sea ice atlases based on the digital database for the 30 year climatic period 1971-2000 was published. Now for our second atlas of this new series, we have chosen to group both the Canadian Arctic and the Hudson Bay into a single atlas. We hope that this will facilitate the understanding of climatic sea ice conditions in Northern Canadian Waters as a whole.

Richard Chagnon
Canadian Ice Service

Comments and suggestions should be sent to the following address:

Canadian Ice Service
Client Services
373 Sussex Drive Block E-3
LaSalle Academy
Ottawa, ON
K1A 0H3

Telephone: (800) 767-2885
(613) 996-1550
Fax: (613) 947-9160
E-mail: cis-scg.client@ec.gc.ca

AVANT-PROPOS

Le premier d'une série d'atlas des glaces a été publié en 1980 sous le titre «ATLAS DES GLACES: LITTORAL DE L'EST CANADIEN» par W.E. Markham. Il analysait les conditions de glace dans le golfe du Saint-Laurent et les eaux à l'est de Terre-Neuve et du sud du Labrador. La série des atlas s'est terminée avec l'«ATLAS DES GLACES, VOIES D'EAU DE L'ARCTIQUE CANADIEN » publié en 1981 et l'«ATLAS DES GLACES, BAIE D'HUDSON ET SES ABORDS» publié en 1988; W.E. Markham en était également l'auteur. Sans base de données numériques, il était très fastidieux de mettre à jour ces publications.

Vers la fin des années 1990, financé en partie par le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), le Service canadien des glaces a terminé la numérisation de sa collection de cartes hebdomadaires régionales des glaces et créé une base de données numériques pour faciliter la production des cartes climatiques de glace de mer. En 2001 l'«ATLAS CLIMATIQUE DE LA GLACE DE MER - CÔTE EST DU CANADA 1971-2000» le premier d'une série d'atlas de la glace de mer créée à partir de la base de données numériques pour la période climatique de 30 ans allant de 1971 à l'an 2000 était publié. Maintenant, pour le deuxième atlas de cette nouvelle série nous avons choisi de réunir l'Arctique canadien et la Baie d'Hudson dans un seul et même atlas. Nous espérons que ceci facilitera la compréhension des conditions climatiques des glaces pour l'ensemble des Eaux du Nord Canadien.

Richard Chagnon
Service canadien des glaces

Les lecteurs sont invités à nous faire part de leurs observations:

Service canadien des glaces
Service à la clientèle
373, promenade Sussex, Bloc E-3
Académie LaSalle
Ottawa, ON
K1A 0H3

Téléphone: (800) 767-2885
(613) 996-1550
Fax: (613) 947-9160
Courriel: cis-scg.Client@ec.gc.ca

ACKNOWLEDGEMENTS

Several people contributed to the production of this atlas and their effort and dedication should be acknowledged.

Special thanks to Mr Steve McCourt for the analysis of the digital charts and preparation of all products contained in this atlas. Mr McCourt's contribution was also essential in all other aspects of this project to ensure a final product of excellent quality.

Brian Veale and his vast expertise of sea ice in Canadian waters for his contribution in the Ice Regime text and editing of the climate products.

Finally thanks to all past and present CIS personnel involved in the data acquisition and preparation of the CIS Weekly regional charts over all these years without whom the production of this atlas would not have been possible.

REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes ont contribué à la production de cet atlas et leurs efforts ainsi que leur conscience professionnelle doivent être reconnus.

Il faut remercier tout spécialement M. Steve McCourt pour l'analyse des cartes numériques et la préparation de tous les produits contenus dans cet atlas. La contribution de M. McCourt a également été essentielle dans tous les autres aspects de ce projet pour garantir l'excellente qualité du produit final.

Brian Veale qui grâce à sa vaste expertise de la glace de mer dans les eaux canadiennes a contribué à la rédaction du texte sur Le Régime des glaces et la correction des produits.

Finalement, merci à tous les employés du Service Canadien des glaces qui ont contribué au cours des années à la collecte de l'information et la préparation des cartes hebdomadaires régionales sans qui la production de cet atlas ne serait pas possible.

TABLE OF CONTENTS

Foreword	iii
Acknowledgements	iv
Table of Contents	v
List of Ice Charts	vii
Illustrations and Graphs	vii
Chapter 1 Regional Ice Charts and the Atlas Products	1
1.1 Introduction	1
1.2 Data Used in Regional Charts	2
1.3 Methodology	5
1.4 Definition of Sea Ice Climatic Charts	7
Chapter 2 The Ice Regime in Northern Canadian Waters	13
2.1 Factors affecting ice in the sea	14
2.1.1 Atmospheric Factors	14
2.1.2 Oceanographic Factors	16
2.1.3 Land Geography	19
2.1.4 Bathymetry	19
2.2 General Description of the Ice Regime	20
2.2.1 Break-up	20
2.2.2 Freeze-up	21
2.2.3 Variations	22
2.2.4 Ice Thickness	23
2.2.5 Old Ice	23
2.3 Regional Details	26
2.3.1 Labrador Coast	26
2.3.2 Hudson Bay	27
2.3.3 James Bay	28
2.3.4 Foxe Basin	29
2.3.5 Hudson strait and Ungava Bay	29
2.3.6 Baffin Bay and Davis strait	30
2.3.7 Arctic Archipelago	32
2.3.8 Beaufort Sea	34

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	iii
Remerciements	iv
Table des matières	v
Liste des cartes de glace	vii
Illustrations et graphes	vii
Chapitre 1 Cartes des glaces Régionales et les Produits de l'Atlas	1
1.1 Introduction	1
1.2 Données utilisées dans les cartes régionales	2
1.3 Méthodologie	5
1.4 Définition des cartes climatiques de glace de mer	7
Chapitre 2 Le Régime des glaces dans les eaux du Nord Canadien	13
2.1 Facteurs influant sur la glace de mer	14
2.1.1 Facteurs atmosphériques	14
2.1.2 Facteurs océanographiques	16
2.1.3 Géographie terrestre	19
2.1.4 Bathymétrie	19
2.2 Description générale du régime des glaces	20
2.2.1 Déglacement	20
2.2.2 Englacement	21
2.2.3 Variations	22
2.2.4 Épaisseur des glaces	23
2.2.5 Vieille glace	24
2.3 Détails régionaux	26
2.3.1 Côte du Labrador	27
2.3.2 Baie d'Hudson	28
2.3.3 Baie James	29
2.3.4 Bassin Foxe	29
2.3.5 Détroit d'Hudson et Baie d'Ungava	30
2.3.6 Baie de Baffin et Détroit de Davis	31
2.3.7 Archipel Arctique	33
2.3.8 Mer de Beaufort	35

Terminology 37
Acronyms 45
References 47

Appendix A - Sea Ice Climatic Charts
Appendix B - Support Maps and Graphs

Terminologie 37
Acronymes 45
Documentation 47

Annexe A - Cartes climatiques de glace de mer
Annexe B - Cartes de soutien et graphes

LIST OF ICE CHARTS

Dates of Freeze-Up and Break-Up	A-1
Median of Ice Concentration	A-3
Median of Predominant Ice Type When Ice Is Present	A-35
Frequency of Presence of Sea Ice	A-67
Median of Old Ice Concentration	A-99
Frequency of Presence of Old Ice: 1 to 10/10 (%)	A-131
Frequency of Presence of Old Ice: 4 to 10/10 (%)	A-163

ILLUSTRATIONS AND GRAPHS

Reference Map: Western Arctic	B-1
Reference Map: Eastern Arctic	B-2
Reference Map: Hudson Bay	B-3
Bathymetry	B-4
General Water Currents	B-5
Total Ice Coverage for Northern Canadian Waters (September 10)	B-6

LISTE DES CARTES DE GLACE

Dates de l'englacement et du déglacement	A-1
Médiane de la concentration des glaces	A-3
Médiane du type de glace prédominant en présence de glace	A-35
Fréquence de la présence de glace de mer	A-67
Médiane de la concentration de vieille glace	A-99
Fréquence de la présence de vieille glace : 1 à 10/10 (%)	A-131
Fréquence de la présence de vieille glace : 4 à 10/10 (%)	A-163

ILLUSTRATIONS ET GRAPHES

Carte de référence: Arctique de l'ouest	B-1
Carte de référence: Arctique de l'est	B-2
Carte de référence: Baie d'Hudson	B-3
Bathymétrie	B-4
Courants marins généraux	B-5
Couverture totale de glace pour les eaux du Nord Canadien (10 Septembre)	B-6

**CHAPTER 1:
REGIONAL ICE CHARTS AND THE ATLAS PRODUCTS**

**CHAPITRE 1 :
CARTE DES GLACES RÉGIONALES ET LES PRODUITS DE L'ATLAS**

CHAPTER 1

Regional Ice Charts and the Atlas Products

1.1 INTRODUCTION

The products presented in this atlas in Appendix A were obtained from a statistical compilation of the Regional Ice Charts from the Canadian Ice Service for the years 1971 to 2000. The regional ice charts produced on paper till 1998 have been digitised and the charts from 1999 and 2000 already available in digital format have been added to provide a complete set of digital charts in GIS format for the climatic period 1971 to 2000.

Separate regional charts are produced for Western Arctic, Eastern Arctic and Hudson Bay. These have been merged in this atlas to provide a pictorial representation of climatic sea ice conditions in Northern Canadian waters as a whole. The regions shown in white are outside the boundaries of the above regional charts and no information is provided in this atlas for those regions. Please note that the regions covered by the regional charts have changed slightly over the years and we have limited our analysis to the areas for which data was consistently available over the years. Thus explains the exclusion of southeast portion of James Bay and the somewhat odd shape of the Beaufort Sea region.

It should be noted that the regional charts were prepared in an operation setting to support shipping activities and are subject to some limitations. They are not available on a weekly basis throughout the year but only during the operations season i.e. from June to November. However, since 1980 winter charts have been produced on a monthly basis. This reduced winter set has been used to produce winter statistical products. Furthermore

CHAPITRE 1

Cartes des glaces régionales et les produits de l'atlas

1.1 INTRODUCTION

Les produits contenus dans l'annexe A de cet atlas proviennent d'une compilation statistique des cartes régionales des glaces du Service Canadien des Glaces de 1971 à 2000. Les cartes régionales produites sur papier jusqu'en 1998 ont été numérisées et les cartes de 1999 et 2000 déjà disponibles sous forme numérique ont été ajoutées pour former un ensemble complet de cartes digitales en format SIG pour la période climatique 1971-2000.

Des cartes régionales distinctes sont produites pour l'Arctique Ouest, l'Arctique Est et la Baie d'Hudson. Elles ont été réunies dans cet atlas afin de fournir une représentation globale des conditions climatiques des glaces pour l'ensemble des eaux du Nord Canadien. Les régions en blanc se trouvent en dehors des limites des cartes régionales et aucune information n'est fournie dans cet atlas pour ces régions. Veuillez noter que la couverture des cartes régionales a légèrement changé au cours des années et nous avons limité notre analyse aux régions pour lesquelles les données étaient disponibles pour toute la période. Ce qui explique l'exclusion de la partie sud-est de la Baie James ainsi que la forme inhabituelle de la région dans la mer de Beaufort.

Il faut noter que les cartes régionales ont été produites dans un environnement opérationnel pour soutenir des activités maritimes et sont sujettes à certaines limitations. Elles ne sont pas disponibles sur une base hebdomadaire pendant toute l'année mais seulement pendant la saison opérationnelle i.e. de juin à novembre. Toutefois depuis 1980 des cartes d'hiver sont produites sur une base mensuelle. Cet ensemble réduit a été utilisé dans cet atlas pour produire des produits statistiques pour

for some years charts may not be available at the beginning or end of the operations season and special measures had to be taken in this atlas in calculating extreme events. Note that all chart products shown in this atlas indicate the number of years of data used for each of the regional charts.

In the following section we will describe the evolution of the acquisition of data for the preparation of the regional charts over the years; then the climatic products of this atlas are introduced as well as the methodology used and limitations imposed by the data. The next chapter presents a general description of the ice regime in Northern Canadian waters. The climatic products themselves are found in Appendix A.

1.2 DATA USED IN REGIONAL CHARTS

The first source of data used for ice observations was visual. Over the years, visual observations have been conducted from aircraft, from ships, from helicopters, and from shore; the prime source being from aircraft. In the early years, the aerial ice observations flowing into Ice Forecasting Central (now Canadian Ice Service), combined with daily meteorological data, permitted the preparation of comprehensive summary charts to document the variations in ice conditions during the season. After some thought, a weekly interval between charts was decided upon for climatological purposes and regular preparation began in 1959 of the Historical Ice Charts; prepared on the same date for each year. Ice charts are prepared daily covering selected geographical areas and then sent to clients for guidance in their operations and are also used to prepare the narrative ice forecasts which are broadcast by the Canadian Coast Guard Marine Radio Station network. By the late 1960's it became evident that an operational-type summary ice chart was needed for the user community, so during the 1968-1969 ice season a Composite Ice Chart was prepared at least once a week and on a day-of-the-week basis. It has since been renamed the

les mois d'hiver. De plus, pour certaines années, des cartes peuvent être manquantes au début ou à la fin de la saison opérationnelle et des mesures spéciales ont été prises pour le calcul d'événements extrêmes. Il est à noter que toutes les cartes climatiques de cet atlas indiquent le nombre d'années utilisées pour chacune des cartes régionales.

Dans les sections suivantes, nous allons décrire l'évolution au cours des ans de la collecte des données entrant dans la préparation des cartes régionales ; puis nous allons introduire les produits climatiques ainsi que la méthodologie utilisée et les limitations imposées par les données. Le chapitre suivant présente une description générale du régime des glaces dans les eaux du Nord Canadien. Les produits climatiques se trouvent dans l'Annexe A.

1.2 DONNÉES UTILISÉES DANS LES CARTES REGIONALES

Les premières données sur les glaces ont été des observations visuelles. Au cours des années, celles-ci ont été effectuées par des avions, des navires et des hélicoptères ainsi qu'à partir du rivage, mais surtout par les avions. Dans les premières années, les observations aériennes des glaces acheminées au Centre de prévisions des glaces (maintenant le Service Canadien des Glaces), combinées aux données météorologiques quotidiennes, permettaient de préparer des cartes récapitulatives exhaustives sur les variations des conditions des glaces durant la saison. Après un certain temps, on a fixé un intervalle d'une semaine entre les cartes, pour des raisons climatologiques, et la production régulière des cartes historiques des glaces a commencé en 1959 ; elles sont préparées à la même date chaque année. Des cartes des glaces sont préparées quotidiennement pour des zones géographiques particulières et envoyées aux clients pour les guider dans leurs opérations; elles sont également utilisées pour préparer les prévisions sur les glaces diffusées par le réseau de stations radio maritimes de la Garde côtière canadienne. Vers la fin des années 1960, il est devenu évident qu'une carte récapitulative des glaces de type opérationnel était nécessaire à la communauté des utilisateurs et une carte composite des glaces a été

Regional Ice Chart. As the amount of data increased, it was determined that the Historical Ice Charts were not needed and the Composite / Regional Ice Chart has become the climatological record. It should be stressed that the main emphasis for these ice charts was on the ice in the open oceans. The ice data in inland harbours and bays is secondary and may not represent the actual ice regime there.

With the launch in 1960 of the first weather satellite, Television and InfraRed Observation Satellite (TIROS 1), it became evident that the camera system onboard was capable of at least broad-scale ice surveillance. The view of earth had a resolution of about 10 km but the “*look angle*” was usually oblique and not too useful in the ice reconnaissance program. However, in 1966, the polar orbiting Environmental Science Services Administration (ESSA) satellites made a vast improvement in the usefulness of the imagery and a reasonably accurate plotting of ice edges and leads became possible. The low quality real-time imagery had very limited application in the operational program but analyses of higher quality copies received by mail were analyzed for climatological purposes. In 1970, the National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) launched the first of a series of satellites with visual and infra-red Very High Resolution Radiometers (VHRR) with a resolution of 1 km that increased the data available from space by at least an order of magnitude. This continues to be one of the primary sources of data used today. Imagery from the first Earth Resources Technological Satellite (ERTS) launched in 1972 was recognized as an excellent source of detailed ice information since its sensors offered a 100 m resolution. Near real-time reception of the LANDSAT data (rename of ERTS), was conducted in 1974 but it was found that the cyclical coverage (2 days in 18), and cloudiness were very significant drawbacks along the Eastern Canadian Seaboard during the winter months.

préparée au moins une fois par semaine, à un jour donné de la semaine. On l'appelle maintenant Carte régionale des glaces. La quantité des données n'a cessé d'augmenter, et l'on a jugé que les cartes historiques n'étaient pas nécessaires; la carte composite/régionale a donc été choisie comme type d'enregistrement climatologique. Il faut signaler que ces cartes se concentraient sur les glaces en mer. Les données sur les glaces dans les ports et les baies de l'intérieur sont secondaires et ne sont pas nécessairement représentatives du régime de glaces local.

Avec le lancement du premier satellite météorologique en 1960, TIROS 1 (satellite d'observation télévisuelle et infrarouge), on s'est rendu compte que la caméra embarquée pouvait surveiller les glaces, sur une grande échelle au moins. La vue de la Terre avait une résolution de 10 km environ, mais la «*visée*» était généralement oblique et peu utile pour le programme de reconnaissance des glaces. Toutefois, en 1966, les satellites à orbite polaire de l'Environmental Science Services Administration (ESSA) améliorèrent considérablement l'utilité des images et un tracé raisonnablement précis des lisières et des chenaux est devenu possible. Les images de qualité médiocre obtenues en temps réel n'avaient qu'une utilité très limitée dans le programme opérationnel, mais des copies de meilleure qualité transmises par courrier étaient analysées à des fins climatologiques. En 1970, la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) a lancé le premier d'une série de satellites équipés de radiomètres à très haute résolution (VHRR) opérant dans les spectres visible et infrarouge; ceux-ci avaient une résolution de 1 km qui a augmenté d'un ordre de grandeur au moins le volume des données reçues de l'espace. Ces satellites sont toujours l'une des principales sources de données aujourd'hui. Les images transmises par le premier satellite d'observation des ressources de la Terre (ERTS) lancé en 1972 étaient une excellente source d'informations détaillées sur les glaces, car les capteurs avaient une résolution de 100 m. La réception en temps quasi réel des données du satellite LANDSAT (nouveau nom de l'ERTS) a été utilisée en 1974, mais la couverture cyclique (2 jours par période de 18 jours) et la nébulosité se sont révélées des inconvénients importants le long du littoral est du Canada durant les mois d'hiver.

The next remote platform to be used in the Ice Reconnaissance and Forecasting program was the Side-Looking Airborne Radar (SLAR) in 1978 and had a resolution of 100 m. This provided a day or night and an all-weather capability that could be extended to Arctic winter reconnaissance. This provided a useful tool in defining the distribution of old ice. Following SLAR came the Synthetic Aperture Radar (SAR) in 1990 with digital processing techniques. The resolution for this platform was in the range of 5 to 30 m. Both SLAR and SAR were fixed-wing platforms. The next satellite platform used was the Special Sensor Microwave Imager (SSM/I) data in 1992. Although this sensor has proved valuable in old ice identification, it has limited operational usefulness because of its very coarse 25 km resolution. The Earth Resources Satellites (ERS-1 and 2) came into usage in 1992, providing Synthetic Aperture Radar from outer space with a resolution of 100 m. This was a preview to the Canadian RADARSAT system. The first satellite dedicated to ice monitoring came on board in January 1996 with the launch of RADARSAT-1. The primary sensor is the Synthetic Aperture Radar and has a standard resolution of 25 m with a fine resolution of 9 m.

Data used in the production of the Canadian Ice Charts does not all come from our own observations, but from exchange programs with other countries. The United States has exchanged ice data for many years: NOAA at their Environmental Research Laboratories in Ann Arbor, MI and their National Weather Service in Cleveland, OH (Great Lakes ice information); the National Ice Center at Suitland, MD (Arctic ice information); the International Ice Patrol (IIP), under the jurisdiction of the United States Coast Guard (East Coast of Canada - sea ice and iceberg information). In addition, the Danish Meteorological Institute in Copenhagen exchange ice information covering the waters west of Greenland.

La plate-forme de télédétection suivante dans le programme de reconnaissance et de prévision des glaces a été le radar aéroporté à balayage latéral (RABL) utilisé en 1978, qui avait une résolution de 100 m. Il permet une surveillance de jour ou de nuit, quelles que soient les conditions météorologiques, qui peut s'étendre à la reconnaissance de l'Arctique en hiver. Ce radar s'est avéré un outil utile pour déterminer la distribution de la vieille glace. Il a été suivi en 1990 par le radar à ouverture synthétique (ROS) à techniques de traitement numériques. La résolution de cette plate-forme varie de 5 à 30 m. Le RABL et le ROS étaient des plates-formes aéroportées. La plate-forme suivante installée à bord d'un satellite (SSM/I) a été utilisée en 1992. Bien que cet imageur se soit avéré utile pour localiser la vieille glace, cette utilité est limitée en raison de la résolution très grossière, de 25 km. Les satellites de télédétection européens ERS-1 et 2 sont entrés en opération en 1992; ils sont tous deux dotés de radars à ouverture synthétique d'une résolution de 100 m. Ils étaient en quelque sorte une avant-première du satellite canadien RADARSAT. Le premier satellite dédié à la surveillance des glaces est entré en fonction en janvier 1996 avec le lancement de RADARSAT-1. Le capteur principal est un radar à ouverture synthétique à résolution standard de 25 m et à haute résolution de 9 m.

Les données utilisées dans la production des cartes des glaces canadiennes ne proviennent pas toutes de nos propres observations; certaines nous sont fournies grâce à des programmes d'échange avec d'autres pays. Les Etats-Unis échangent des données sur les glaces depuis plusieurs années: la NOAA (Environmental Research Laboratories d'Ann Arbor, au Michigan) et le National Weather Service de Cleveland (Ohio), pour la glace des Grands Lacs; le National Ice Center de Suitland (Maryland), pour les glaces de l'Arctique; et l'International Ice Patrol (IIP), qui est sous la juridiction de la Garde côtière américaine, pour la glace de mer et les icebergs du littoral est du Canada. De plus, l'Institut météorologique du Danemark, à Copenhague, fournit des informations sur les glaces à l'ouest du Groenland.

1.3 METHODOLOGY

The regional ice charts produced on paper till 1998 have been digitised and the charts from 1999 and 2000 already available in digital format have been added to provide a complete set of digital charts in GIS format for the climatic period 1971 to 2000.

Using the ESRI ArcView software package, the regional charts for Eastern Arctic, Western Arctic and Hudson Bay have been merged in a single coverage and analysed to produce the initial climate products. Two techniques are used for the analysis: converting each ice chart into discrete grid cells at a resolution of 1 km (median of ice concentration and median of old ice concentration); and sampling each ice chart at a resolution of 10 km (frequency of sea ice, frequency of old ice: 1 to 10/10, frequency of old ice: 4 to 10/10, and median of predominant ice type when ice is present).

A careful review of the initial climate products revealed several inconsistencies especially for extreme events and low concentrations of old ice; it was then required to go back to the regional charts to identify the cause of the problem and correct the inconsistency. Following is a list of the types of problems identified and the measures taken to fix the climate products:

- Missing charts in the June to November period had an impact on week to week consistency of extreme events; adjustments were made to ensure consistency. For the May 15 products, several weeks were combined to provide a full set of charts; it is believed that this still correctly depicts the ice situation because there is very little change in conditions during that time. The winter charts are limited to the last 20 years and no attempt was made to include the earlier 10 years.

1.3 MÉTHODOLOGIE

Les cartes régionales produites sur papier jusqu'en 1998 ont été numérisées et les cartes de 1999 et 2000 déjà disponibles sous forme numérique ont été ajoutées pour former un ensemble complet de cartes digitales en format SIG pour la période climatique 1971-2000.

A l'aide du logiciel ArcView de ESRI les cartes régionales pour l'Arctique est, l'Arctique ouest et la Baie d'Hudson ont été combinées en une seule couverture et analysées pour produire les produits climatiques initiaux. L'analyse se fait à l'aide de deux techniques : il faut convertir chaque carte en cellules discrètes d'une résolution de 1 km (médiane de la concentration des glaces et concentration de vieille glace), puis échantillonner chaque carte des glaces à une résolution de 10 km (fréquence de la glace de mer, fréquence de la vieille glace : 1 à 10/10, fréquence de la vieille glace : 4 à 10/10 et médiane du type de glace prédominant lorsqu'il y a de la glace).

Un examen approfondi des produits climatiques initiaux a révélé plusieurs incohérences particulièrement pour les événements extrêmes et les faibles concentrations de vieille glace ; il fut alors nécessaire de revenir aux cartes régionales afin d'identifier les causes des problèmes et de corriger les incohérences. Voici une liste des types de problèmes identifiés et les mesures prises pour corriger les produits climatiques :

- Des cartes manquantes pendant la période de juin à novembre ont pour effet une incohérence des événements extrêmes d'une semaine à l'autre ; des ajustements ont été apportés pour assurer la cohérence. Dans le cas des produits du 15 mai plusieurs semaines ont été combinées pour former un ensemble de cartes complet ; nous croyons que cette mesure décrit toujours correctement la situation des glaces car il y a très peu de changements à cette époque de l'année. Les cartes d'hiver se limitent aux 20 dernières années et aucune tentative n'a été faite pour inclure les 10 années précédentes.

- October 1 is the “ice birthday.” Almost half of the charts within three days of this date will bear September timestamp. First year ice on these charts was re-coded as second year ice for compatibility in the charts. In some years, there could be small errors introduced because of this procedure
 - Procedures for chart preparation allowed the use of multiple eggs per polygon, as long as predominant ice and concentrations category were the same. This introduced errors in old ice distribution during the digitisation process and resulted in inconsistencies in the old ice climate products. Appropriate corrections to boundaries and attributes were made directly on the climate products based on a review of the regional charts to ensure consistency from week to week as much as possible. However some inconsistencies may remain, particularly for old ice concentrations less than 4/10. These remaining inconsistencies may be more important in areas of high mobility and dispersion like Foxe Basin, Hudson strait and northern Hudson Bay where it is difficult to track the evolution of low concentrations of old ice embedded in fast moving and rugged first year ice. For the same reasons even more severe inconsistencies were found for traces of old ice that can occur almost anywhere in northern Canadian waters and it was removed from the climate products.
 - In the preparation of the regional charts, shorefast ice can be shown by “blacking in” the area where it is present, or by attaching an egg to the area. Blacking in an area is the traditional method for showing fast ice in small bays and inlets and in most cases would represent the first year stage of development. However, it was also occasionally used on the Arctic regional charts when there were varying concentrations of old ice embedded. This can cause a problem when showing
- Le 1er octobre est la date anniversaire de la glace. Près de la moitié des cartes dans les 3 jours de cette date portaient une date en septembre et il a fallu convertir la glace de première année en glace de 2ème année afin de rendre l'ensemble des cartes compatibles. Pour certaines années cette procédure a pu introduire certaines erreurs minimales.
 - Les procédures pour la préparation des cartes permettent l'utilisation d'oeufs multiples dans un même polygone pourvu que la catégorie de type prédominant et de concentration soit la même. Ceci a introduit des erreurs dans la distribution de vieille glace lors de la numérisation des cartes et le résultat est une incohérence dans les produits climatiques de vieille glace. Des corrections appropriées aux frontières et attributs ont été faites directement sur les produits climatiques en se basant sur l'examen des cartes régionales et ce pour assurer autant que possible une cohérence d'une semaine à l'autre. Toutefois, certaines incohérences peuvent persister, particulièrement dans le cas des concentrations de vieille glace de moins de 4/10. Ces incohérences persistantes peuvent être plus importantes dans des régions de grande mobilité et dispersion telles que le bassin Foxe, le détroit d'Hudson et la partie Nord de la Baie d'Hudson où il est difficile de suivre l'évolution de petites quantités de vieille glace parmi de la glace de première année déformée et se déplaçant rapidement. Pour les mêmes raisons des incohérences encore plus importantes ont été observées dans le cas de traces de vieille glace qui peuvent se retrouver presque partout dans les eaux du nord canadien et nous avons choisi de ne pas inclure ces traces dans nos produits.
 - On montre la banquise côtière sur les cartes régionales en noircissant la région où celle-ci est présente ou en y rattachant un oeuf. Le noircissement des petites baies pour montrer la banquise côtière est la méthode traditionnelle employée et dans la plupart des cas indiquent le stade de développement de glace de première année. Par contre on utilisait à l'occasion

the true median concentration of old ice, and also in the differing stage of development as compared with adjacent mobile ice. Efforts were made to minimise adverse effects in the charts resulting from this representation of fast ice.

- The winter series of charts have a very large consolidated ice area. The charts up to the late nineties were prepared by hand drawing the polygons. Even a pencil thickness difference could be picked up as different, and/or magnified during the digitisation process. Month to month differences in the consolidated area thus appeared, but were corrected.

The final set of climate products resulting from the corrections above is presented in the next section and an indication of the product accuracy is provided.

1.4 DEFINITION OF SEA ICE CLIMATIC CHARTS

Statistics Described

The ice charts contained within this atlas are derived climatological products representing the “normal” of various ice parameters. Two key statistical terms have been used to derive and describe the charts: median and frequency. The “median” is a statistical technique used to examine a dataset and is calculated by ordering all the values of the dataset from smallest to largest and selecting the middle value of an odd-numbered dataset or the average of the two middle values in an even-numbered dataset. The median is employed with ice statistics due to the ordinal nature of the ice attributes. For example, 9+/10 ice concentration is greater than 9/10 concentration and first-year ice is greater (thicker) than grey-white ice.

cette méthode pour les cartes régionales de l’arctique malgré l’introduction de vieille glace à l’intérieur de cette banquise côtière. Ceci provoqua des difficultés lors de la préparation de médiane de vieille glace et sur les divers stades de développement en les comparant avec la glace mobile adjacente. On s’efforça de minimiser les effets indésirables de la représentation de la banquise côtière sur l’ensemble de la carte.

- Les séries de cartes hivernales montrent une très large région de glace consolidée. Les polygones introduits sur cartes jusque vers la fin des années 90 furent tracés manuellement. Même une mince ligne tracée au crayon pouvait être différenciée ou rehaussée lors du stade de numérisation. Les différences dans les zones consolidées apparurent à tous les mois mais furent corrigées.

La série finale des produits climatiques résultant des corrections ci-haut est présentée dans la prochaine section et une indication de la précision est aussi fournie.

1.4 DÉFINITION DES CARTES CLIMATIQUES DE GLACE DE MER

Description des données statistiques

Les cartes des glaces contenues dans cet atlas sont des produits climatologiques dérivés représentant les valeurs «normales» de divers paramètres des glaces. Deux termes statistiques clés ont été utilisés pour produire et décrire ces cartes : la médiane et la fréquence. La valeur médiane est une grandeur statistique utilisée pour examiner un ensemble de données; elle est déterminée en ordonnant toutes les valeurs de l’ensemble de données par ordre croissant et en choisissant la valeur centrale quand le nombre de valeurs est impair, ou la moyenne des deux valeurs centrales quand le nombre de valeurs est pair. On utilise la valeur médiane dans les statistiques sur les glaces en raison de la nature ordinale

The median is more appropriate than the average or mean when considering ice attributes.. As an example, consider the following dataset of 5 observations of ice concentration in tenths: (10, 10, 10, 0, 0). The average value would be $(10 + 10 + 10 + 0 + 0)/5 = 6/10$ which would not represent a “real” ice situation while the median value of 10/10 does.

The “frequency” is another statistical technique used to examine a dataset and is calculated by summing the number of observations of an occurrence or event (e.g. presence of sea ice) and dividing by the total number of observations and expressed as a percent of the total number of observations at a particular grid point.

Following is a description of the climate products contained in this atlas. Some products were affected at various degrees by the intrinsic problems described in the previous section and an indication of the level of confidence is provided. The regions shown in white on the products are outside the boundaries of the regional charts and no information is available for those regions.

Dates of Freeze-up and Break-up

The “Dates of Freeze-up and Break-up” depicts the extent of ice on a bi-weekly basis during the freeze-up and break-up seasons. They provide a pictorial representation of the evolution of ice during those periods.

These products are constructed using the Median of Ice Concentration charts and thus the confidence level is high.

Median of Ice Concentration

The “Median of Ice Concentration” charts consider total concentration of ice throughout the course of a year. The charts

des attributs des glaces. Par exemple, une concentration de 9+/10 est plus grande qu’une concentration de 9/10 et une glace de première année est plus épaisse qu’une glace blanchâtre.

La valeur médiane est plus appropriée que la valeur moyenne pour les attributs des glaces. Par exemple, examinons l’ensemble suivant de cinq observations de la concentration de la glace en dixièmes: (10, 10, 10, 0, 0). La valeur moyenne serait $(10 + 10 + 10 + 0 + 0)/5 = 6/10$, ce qui ne peut correspondre à une situation «réelle» pour la glace alors que la valeur médiane de 10/10 elle est bien représentative d’une situation réelle.

La «fréquence» est une autre grandeur utilisée pour examiner un ensemble de données; on la détermine en additionnant le nombre d’observations d’une occurrence ou d’un événement (e.g. présence de glace de mer) et en divisant cette somme par le nombre d’observations, le résultat étant exprimé en pourcentage du nombre d’observations total en un point de maille donné.

Ce qui suit est une description des produits climatiques contenus dans cet atlas. Certains produits sont affectés à des stades divers par les problèmes décrits dans la section précédente et une indication du niveau de confiance est fournie.

Dates d’englacement et de déglacement

Ce produit «Dates d’englacement et de déglacement» montre l’étendue de la glace par intervalle de 2 semaines aux périodes d’englacement et de déglacement. Ils procurent une représentation graphique de l’évolution de la glace pendant ces périodes.

Ces produits sont faits à partir des cartes des Médianes de concentration de glace et par conséquent le niveau de confiance est élevé.

do not represent any real ice season but rather a statistical composite of all available seasons.

The charts represent the statistical “normal” ice concentration for the appropriate date. There is a high level of confidence throughout this atlas series.

Median of Predominant Ice Type When Ice Is Present

The “Median of Predominant Ice Type When Ice Is Present” charts consider the predominant ice type (ice type of the greatest concentration) throughout the course of a year.

The charts involve more interpretation than any of the remaining ice charts. The most appropriate way to interpret the charts is to view the median of predominant ice type in conjunction with the frequency of presence of sea ice chart. For example, at a particular point, the frequency of presence of sea ice might be in the range of 34-50% and the median of predominant ice type when ice is present might be first-year ice. Thus, at the point, there is a 34-50% chance of encountering sea ice, and when ice is present, it is “normally” first-year ice.

The charts represent the statistical “normal” predominant ice type when ice is present for the appropriate date. The level of confidence is generally high except in extreme areas where only a few occurrences of ice are found for a chart date.

Frequency of Presence of Sea Ice (%)

The “Frequency of Presence of Sea Ice (%)” charts consider the likelihood of total concentration of ice greater than or equal to 1/10 throughout the course of a year and are anticipated to give the reader an idea of the likelihood that ice will occur at a particular location for the appropriate date.

Médiane de la concentration des glaces

Les cartes intitulées «Médiane de la concentration des glaces» indiquent la concentration totale de glace tout au long de l’année. Elles représentent une moyenne statistique des saisons disponibles et ne représentent aucune saison de glace réelle.

Les cartes représentent la concentration de glace «normale» pour la date indiquée. Le niveau de confiance est élevé pour toute cette série de cartes.

Médiane du type de glace prédominant en présence de glace

Les cartes intitulées «Médiane du type de glace prédominant en présence de glace» indiquent le type de glace prédominant (c.-à-d. le type de glace ayant la plus grande concentration) tout au long de l’année.

Ces cartes demandent plus d’interprétation que toutes les autres cartes des glaces. La façon la plus appropriée de les interpréter est de considérer la médiane du type de glace prédominant conjointement avec la carte de la fréquence de présence de glace de mer. Par exemple, à un endroit donné, la fréquence de présence de glace de mer pourrait être dans la plage 34-50 % et la médiane du type de glace prédominant pourrait correspondre à la glace de première année. À cet endroit, il y a donc une probabilité de 34-50 % de trouver de la glace de mer et, quand il y a de la glace, c’est «normalement» de la glace de première année.

Les cartes représentent le type de glace prédominant «normal» en présence de glace à la date indiquée. Le niveau de confiance est généralement élevé sauf dans les régions extrêmes où l’on ne retrouve que très peu d’événements pour une date donnée.

Fréquence de présence de glace de mer (%)

Les cartes intitulées «Fréquence de la présence de glace de mer (%)» décrivent la probabilité d’une concentration de glace supérieure ou

The charts can be interpreted as the “odds of encountering sea ice for the dataset”. The charts depict above normal extent (1 to 33%), near normal extent (34 to 66%) and below normal extent (67 to 99%). The 0% line represents the maximum extent of sea ice, beyond it no ice was reported in the dataset; the 100% line represents the minimum extent of sea ice, within it there has always been ice reported in the dataset. There is a high level of confidence throughout this atlas series.

Median of Old Ice Concentration

The “Median of Old Ice Concentration” charts consider the concentration of old ice throughout the course of a year. The charts do not represent any real ice season but rather a statistical composite of all available seasons.

The charts represent the statistical “normal” concentration of old ice for the appropriate date. The level of confidence is not as high as the median of total ice but we believe that most of the errors in old ice affecting this product have been corrected.

Frequency of Presence of Old Ice: 1 to 10/10 (%)

The “Frequency of Presence of Old Ice: 1 to 10/10 (%)” charts consider the likelihood of old ice greater than or equal to 1/10 throughout the course of a year and are anticipated to give the reader an idea of the likelihood that old ice will occur at a particular location for the appropriate date.

The charts can be interpreted as the “odds of encountering old ice in concentration of 1/10 or more for the dataset”. The charts depict above normal extent (1 to 33%), near normal extent (34 to 66%) and below normal extent (67 to 99%). The 0% line represents the maximum extent of old ice, beyond it no old ice was reported in the dataset; the 100% line represents the

égale à 1/10, tout au long de l’année, et renseignent l’utilisateur sur la probabilité de présence de glace à un endroit donné à la date indiquée.

Les cartes indiquent «la probabilité de présence de glace de mer basée sur les années disponibles». Elles indiquent l’extension supérieure à la normale (de 1 à 33 %), l’extension voisine de la normale (de 34 à 66 %) et l’extension inférieure à la normale (de 67 à 99 %). Le trait 0 % représente l’extension maximale de la glace de mer, c’est-à-dire la limite au-delà de laquelle aucune présence de glace n’a été observée dans la période à l’étude; le trait 100 % représente l’extension minimale de la glace de mer, c’est-à-dire la limite à l’intérieur de laquelle une présence de glace a toujours été observée au cours des années à l’étude. Le niveau de confiance est élevé pour toute cette série.

Médiane de la concentration de vieille glace

Les cartes intitulées «Médiane de la concentration de la vieille glace» indiquent la concentration de la vieille glace tout au long de l’année. Elles représentent une moyenne statistique des saisons disponibles et ne représentent aucune saison de glace réelle.

Les cartes représentent la concentration de vieille glace «normale» pour la date indiquée. Le niveau de confiance n’est pas aussi élevé que pour la médiane de la concentration de glace mais nous croyons que la majorité des erreurs qui affectaient ce produit ont été corrigées.

Fréquence de la présence de vieille glace : 1 à 10/10 (%)

Les cartes intitulées «Fréquence de la présence de vieille glace : 1 à 10/10 (%)» indiquent la probabilité de présence de vieille glace, en concentration de 1/10 ou plus tout au long de l’année et renseignent l’utilisateur sur la probabilité de présence de vieille glace à un endroit donné à la date indiquée.

Les cartes indiquent «la probabilité de présence de vieille glace en concentration de 1/10 et plus basée sur la période à l’étude». Elles indiquent l’extension supérieure à la normale (de 1 à 33 %), l’extension

The level of confidence is generally good but is lower in areas of low frequency and high ice mobility and dispersion such as Foxe Basin, Hudson strait and North Hudson Bay.

Frequency of Presence of Old Ice: 4 to 10/10 (%)

The “Frequency of Presence of Old Ice: 4 to 10/10 (%)” charts consider the likelihood of old ice greater than or equal to 4/10 throughout the course of a year and are anticipated to give the reader an idea of the likelihood that old ice greater than or equal to 4/10 will occur at a particular location for the appropriate date.

The charts can be interpreted as the “odds of encountering old greater than or equal to 4/10 for the dataset”. The charts depict above normal extent (1 to 33%), near normal extent (34 to 66%) and below normal extent (67 to 99%). The 0% line represents the maximum extent of 4/10 or greater old ice, beyond it no 4/10 or greater old ice was reported in the dataset; the 100% line represents the minimum extent of 4/10 or greater old ice, within it there has always been 4/10 or greater old ice reported in the dataset.

The level of confidence is generally good and better than the above product in areas of low frequency and high ice mobility and dispersion such as Foxe Basin, Hudson strait and North Hudson Bay.

voisine de la normale (de 34 à 66 %) et l’extension inférieure à la normale (de 67 à 99 %). Le trait 0 % représente l’extension maximale de la vieille glace, c’est-à-dire la limite au-delà de laquelle aucune présence de vieille glace n’a été observée pour la période à l’étude; le trait 100 % représente l’extension minimale de la vieille glace, c’est-à-dire la limite à l’intérieur de laquelle une présence de vieille glace en concentration de 1/10 et plus a toujours été observée pour la période à l’étude.

Le niveau de confiance est généralement bon mais moins pour les régions où les fréquences sont faibles et où l’on retrouve une grande mobilité et dispersion de glace comme le bassin Foxe, le détroit d’Hudson et le nord de la Baie d’Hudson.

Fréquence de la présence de vieille glace : 4 à 10/10 (%)

Les cartes intitulées «Fréquence de la présence de vieille glace : 4 à 10/10 (%)» indiquent la probabilité de présence de vieille glace, en concentration de 4/10 ou plus tout au long de l’année et renseignent l’utilisateur sur la probabilité de présence de vieille glace à un endroit donné à la date indiquée.

Les cartes indiquent «la probabilité de présence de vieille glace en concentration de 4/10 et plus basée sur la période à l’étude». Elles indiquent l’extension supérieure à la normale (de 1 à 33 %), l’extension voisine de la normale (de 34 à 66 %) et l’extension inférieure à la normale (de 67 à 99 %). Le trait 0 % représente l’extension maximale de la vieille glace en concentration de 4/10 ou plus, c’est-à-dire la limite au-delà de laquelle aucune présence de vieille glace en concentration de 4/10 ou plus n’a été observée pour la période à l’étude; le trait 100 % représente l’extension minimale de la vieille glace en concentration de 4/10 ou plus, c’est-à-dire la limite à l’intérieur de laquelle une présence de vieille glace en concentration de 4/10 et plus a toujours été observée pour la période à l’étude.

Le niveau de confiance est généralement bon et meilleur que le produit précédent pour les régions où les fréquences sont faibles et où l’on retrouve une grande mobilité et dispersion de glace comme le bassin Foxe, le détroit d’Hudson et le nord de la Baie d’Hudson

**CHAPTER 2:
THE ICE REGIME IN NORTHERN CANADIAN WATERS**

**CHAPITRE 2 :
LE RÉGIME DES GLACES DANS LES EAUX DU NORD CANADIEN**

CHAPTER 2

The Ice Regime in Northern Canadian Waters

In northern Canadian waters, ice is normally present in many areas throughout much of the year. In some sectors, much of the ice does not melt completely each year. Thus, for example, in the Arctic Ocean the differences between a typical chart showing the ice cover in summer and one in winter are the ice concentration and presence of openings in the pack and around the coastline. In the Canadian Arctic Archipelago, the period when air temperatures reach above freezing is very brief, so freeze-up can begin as early as August around the incompletely melted ice from earlier years. In northern waters, it is possible for shipping to enter the area from early summer to late fall. Thus this is the period of peak interest in the ice, from when ice begins to decay in spring until ice growth in fall impedes or prevents shipping. This is in contrast for areas depicted in the East Coast Atlas, where the period of peak interest extends from freeze-up to break-up of the ice.

Ice in the sea is at the exact interface between the ocean and the atmosphere, and the ice may impact or attach to the land. While the volume and mass of ice itself is minuscule in comparison with those of its neighbours, the ice itself has an enormous impact on human activities in its vicinity - either enabling them, or hindering or preventing them. Ice also reduces the direct atmosphere-ocean interactions whenever it is present in significant quantities – so the ice makes a difference to the atmosphere as well as the other way around. The understanding of ice and its interactions with the atmosphere and the ocean is a fascinating and complex study.

The following sections will provide a general description of the ice regime in Northern Canadian waters and the factors

CHAPITRE 2

Le régime des glaces dans les eaux du Nord Canadien

En général, il y a de la glace pendant une importante partie de l'année dans les eaux septentrionales du Canada. Dans certains secteurs, la majeure partie de la glace ne fond pas complètement à chaque année. Par conséquent, lorsqu'on regarde un graphique qui montre la couverture de glace en été et celle en hiver dans l'océan Arctique, les différences se situent au niveau de la concentration de glace et de la présence d'ouvertures dans la banquise et autour de la côte. Dans l'archipel Arctique, la période pendant laquelle la température de l'air dépasse le point de congélation est très courte; l'englacement peut donc débuter dès le mois d'août autour de la glace des années antérieures qui n'a pas complètement fondu. Dans les eaux du Nord, les navires peuvent accéder aux cours d'eau du début de l'été jusqu'à la fin de l'automne. C'est cette période qui est la plus intéressante en ce qui concerne la glace, c'est-à-dire du moment où elle commence à décroître au printemps jusqu'à sa croissance à l'automne qui gêne ou empêche la navigation. C'est là tout un contraste avec les zones dépeintes dans l'Atlas de la côte atlantique, où la période la plus intéressante s'étend de l'englacement au déglacement.

La glace de mer se forme à l'interface exacte entre l'océan et l'atmosphère; la glace peut entrer en collision avec la terre ferme ou y être attachée. Bien que le volume et le poids de cette glace soient minuscules en comparaison de ceux de ses voisins, la glace a des répercussions énormes sur l'activité humaine – elle peut permettre de faire des choses, mais aussi gêner des activités ou leur nuire. La glace réduit également les interactions directes entre l'atmosphère et l'océan lorsqu'elle est présente en quantités importantes; elle peut donc influencer sur l'atmosphère, et vice versa. Comprendre la glace et ses interactions avec l'atmosphère et l'océan constitue un sujet d'étude complexe et fascinant.

affecting ice in the sea. More details on the ice regime can be obtained from the climate products in Appendix A. Appendix B provides reference maps as well as maps based on bathymetry and currents used at the Canadian Ice Service; bar graphs showing variations of the minimal annual ice coverage are also found in Appendix B.

2.1 FACTORS AFFECTING ICE IN THE SEA

2.1.1 Atmospheric Factors

Sea ice forms largely as a result of removal of thermal energy from the sea and is lost principally by addition of thermal energy from solar radiation. Variations in these energy transfer processes are largely controlled by atmospheric events.

The most significant heat removal process is the evaporation of water substance into the atmosphere, which uses the thermal energy stored in the water. Roughly, the rate of heat energy removal by the atmosphere is proportional to the difference in the temperatures of the water and the air over it, and also to the rate at which the water vapour can be removed from the interface, basically related to wind and atmospheric stability. In practice, the air temperature is the most tractable of all the factors involved, and knowledge of its changes can be used to estimate a date for beginning of ice formation. If the ice forms a fairly complete cover, the heat loss resulting in further thickening of the ice is more from radiation losses from the exposed ice surface than from evaporation. Also, snow can accumulate on top of the ice without being blown into the inter-floe openings. Snow has considerable insulating value, reducing the loss of heat, and so variations in the snow cover can have a significant effect on the growth in the thickness of the ice. In the absence of a snow cover, air temperature alone can be

Dans les sections qui suivent, on trouvera une description générale du régime des glaces dans les eaux du Nord Canadien. Pour plus de détails se référer aux produits climatiques de l'annexe A. Dans l'annexe B on retrouve des cartes de références ainsi que des cartes de bathymétrie et de courants marins basées sur les données utilisées au Service Canadien des glaces; des graphiques montrant les variations inter-annuelles de la couverture de glace minimale se trouvent aussi dans l'annexe B.

2.1 FACTEURS INFLUANT SUR LA GLACE DE MER

2.1.1 Facteurs atmosphériques

La glace de mer se forme principalement à la suite d'une perte d'énergie thermique par la mer et se dégrade surtout lors d'une addition d'énergie thermique provenant du rayonnement solaire. Ce sont en grande partie les phénomènes atmosphériques qui contrôlent les variations de ces processus de transfert d'énergie.

Le plus important processus dégageant de la chaleur est l'évaporation d'eau dans l'atmosphère, qui utilise l'énergie thermique stockée dans l'eau. De façon générale, le taux de dégagement d'énergie thermique dans l'atmosphère est proportionnel à la différence entre la température de l'eau et celle de l'air. Il est aussi proportionnel au taux auquel la vapeur d'eau est éliminée de l'interface, lequel est fondamentalement lié au vent et à la stabilité de l'atmosphère. De tous les facteurs en cause, c'est la température de l'air qui, en pratique, varie le plus; si on connaît ses changements, on peut estimer la date du début de la formation de la glace. Si la glace forme une couverture relativement complète, la perte de chaleur entraînant l'épaississement de la glace s'effectue davantage par rayonnement depuis la surface de la glace exposée que par évaporation. De plus, il se peut que de la neige s'accumule sur la glace sans être entraînée par le vent dans les ouvertures entre les floes. La neige a une capacité d'isolation thermique élevée, ce

used to give a reasonable estimate of the thickening of the ice throughout the winter.

The ice is open to the action of winds and water currents as long as it isn't "stuck" to the land, or "shorefast." Complex calculations can be done to estimate the dynamic interactions of the forces of air and water, as well as internal forces within the ice itself. For all practical purposes, free-floating ice will respond very quickly to any change in the water motion around it. On the other hand, the response by ice to the force of the wind takes time because of the great density difference between air and ice. The component of ice motion due to the wind is in close similarity to the wind-driven current in situ – in fact open drift ice and the roughness of the ice surface can contribute to the development of a wind-driven current.

After ice forms along a coastline, cold seaward-moving winds often drift the ice farther away from the coast. The ice will either melt or continue to thicken, depending on whether heat energy is available in the water. After sufficient ice incursions into warmer water, a new edge will become established.

For most of the area depicted in this atlas, the ice coverage grows in the fall and early winter, reaching a limit where the thermal energy available in the oceanic water column does not permit further expansion. An ice chart would thus appear much the same for several months, although there would be changes in the details.

In the spring, the main heat transfer process operating is radiation. The increasing height of the sun in the sky allows solar radiation to add heat energy to the water just as the intensity of cold air incursions and evaporative heat loss diminishes. Melting of the snow begins, and increasing incursions of warmer air allow a net positive balance in thermal energy at the surface. Puddles from the melting snow develop on the surface of the ice. The puddles are much more effective at capturing incoming

qui réduit la perte de chaleur. Toute variation au niveau de la couverture nivale pourra donc avoir un effet important sur la croissance de l'épaisseur de la glace. En l'absence d'une couverture nivale, la température de l'air peut être utilisée seule pour obtenir une estimation raisonnable de l'épaississement de la glace pendant l'hiver.

La glace est sujette à l'action des vents et des courants, en autant qu'elle ne soit pas « attachée » ou « fixée » au rivage. On peut effectuer des calculs complexes pour évaluer les interactions dynamiques des forces exercées par l'air et l'eau, ainsi que les forces à l'intérieur même de la glace. En pratique, la glace flottant librement réagira très rapidement à tout mouvement de l'eau qui l'entoure. D'autre part, la glace réagira lentement à la force exercée par le vent en raison de la grande différence de densité entre l'air et l'eau. La composante du déplacement des glaces due au vent ressemble beaucoup au courant engendré in situ par le vent – en fait, la glace de dérive lâche et la rugosité de la surface de la glace peuvent contribuer à engendrer un courant dû au vent.

Après que la glace se sera formée le long d'un rivage, elle sera souvent entraînée au large par des vents froids. De là, deux choses peuvent se produire, soit qu'elle fondera, soit qu'elle continuera à épaissir, selon la quantité d'énergie thermique disponible dans l'eau. Une nouvelle lisière se formera après un nombre suffisant d'incursions de la glace dans de l'eau plus chaude.

Pour la majeure partie de la zone illustrée dans le présent atlas, la couverture de glace augmente à l'automne et au début de l'hiver pour atteindre un point où l'énergie thermique disponible dans la colonne d'eau de mer ne permet plus qu'elle prenne de l'expansion. Pendant plusieurs mois, il y aurait alors très peu de changements sur une carte des glaces, bien qu'il y ait des changements dans les détails.

Au printemps, c'est le rayonnement qui constitue le principal processus de transfert de chaleur. Le soleil qui s'élève de plus en plus dans le ciel permet au rayonnement solaire d'ajouter de l'énergie thermique à l'eau au moment où diminuent l'intensité des incursions d'air froid et les pertes de chaleur par évaporation. La neige commence à

short-wave radiation than ice and snow, hastening the melt process. Similarly, where a water surface is available, such as a polynya or a shore or flaw lead, there is also greatly enhanced absorption of incoming radiation. This warmed water responds to tidal or other motions and the heat energy is used to warm the bottom surface of adjacent ice. Thus, polynyas act as centres around which the break-up process spreads. Once the ice has warmed up to the melting point, it too can begin to melt. The temperature of the ice and the water beneath it essentially remains at the melting point until the ice is gone. Also, as the ice warms up, it begins to shrink, and internal stresses develop within the ice. This process is amplified wherever there are discontinuities in the ice, and cracks and openings are created which can be acted on by waves, currents, winds and tides to initiate further break-up of the ice sheet.

2.1.2 Oceanographic factors

As noted above under atmospheric factors, ice can begin to form once sufficient thermal energy is removed from the water. How much cooling is necessary before ice can form depends on the characteristics of the water column, and whether warmer water is being brought into the area. As long as the water being cooled at the surface is denser than the water below it, there will be upward mixing of warmer water, and ice does not form, barring exceptional circumstances.

Similarly, the ice melts if the wind pushes it into warmer waters. The ice cools the surface water. Then convective overturning in the water column brings warmer water back in contact with the ice, and melt continues. If the ice overshoots into warm water, the edge will melt back after the wind dies down even though the air may still be cold. If ice incursions into the warmer water continue, and the water is shallow enough, the whole water column becomes cooled and a new edge will become established.

fondre et des incursions d'air chaud de plus en plus fréquentes permettent un bilan positif net d'énergie thermique à la surface. Par suite de la fonte de la neige, il se forme des mares à la surface de la glace. Les mares sont beaucoup plus efficaces que la glace et la neige pour capter le rayonnement incident de courtes longueurs d'onde; elles accélèrent par conséquent la fonte. De même, lorsqu'une étendue d'eau comme une polynie ou un chenal côtier ou de séparation est présent, l'absorption du rayonnement incident est grandement améliorée. Cette eau réchauffée répond aux marées à d'autres déplacements et l'énergie thermique sert à réchauffer la surface inférieure de la glace adjacente. Par conséquent, les polynies agissent comme des centres autour desquels débute le processus de déglacement. Une fois que la température de la glace a atteint le point de fusion, la glace commence à fondre. La température de la glace et de l'eau sous la glace demeure essentiellement égale au point de fusion jusqu'à ce que la glace soit fondue. Aussi, à mesure que la glace se réchauffe, elle commence à rapetisser et des contraintes résiduelles se développent à l'intérieur de la glace. Ce processus s'amplifie lorsqu'il y a des discontinuités dans la glace et il se forme des fissures et des ouvertures qui peuvent être agrandies par les vagues, les courants, les vents et les marées pour entraîner une dislocation accrue de la couverture de glace.

2.1.2 Facteurs océanographiques

Comme il a été mentionné dans la section sur les facteurs atmosphériques, la glace commence à se former lorsque l'eau perd une quantité suffisante d'énergie thermique. L'ampleur du refroidissement nécessaire avant la formation de la glace dépend des caractéristiques de la colonne d'eau et du fait que de l'eau plus chaude soit ou non apportée dans la zone. Tant que l'eau refroidie à la surface est plus dense que l'eau plus profonde, il y aura un mélange ascendant avec de l'eau plus chaude et la glace ne se formera pas, sauf dans des circonstances exceptionnelles.

De même, la glace fond si le vent la pousse vers des eaux plus chaudes. La glace refroidit les eaux de surface. Ensuite, un renversement

Currents in the ocean are very important in understanding where ice may form, and then how it moves. Because of the small (about 10%) difference in density between ice and water, ice will respond very quickly to a change in the current. Water movements near shore are strongly affected by tidal motions and surface water runoff variations, as well as local winds. These are described in a general way in Sailing Directions for areas of frequent navigational activity. In less frequented areas, these currents are a matter of local knowledge. On the other hand, the main features of the broad-scale ocean current regime are quite well known.

The principal driving force for the circulation of water in the area covered by this atlas is the North Atlantic current system. Density and wind driven, the Gulf Stream and its extension, the North Atlantic Drift, moves vast quantities of water between Iceland and Scandinavia into the Arctic Basin. After circulating in the Arctic Ocean, most of this excess water exits the Arctic Ocean via the East Greenland current, aptly named, which also moves heavy Arctic pack ice southward between Greenland and Iceland. Much of this ice melts but some of it continues westward past Cape Farewell and then northward again in the north-flowing West Greenland Current before melting completely. Some of this current turns westward in Davis Strait and some of it continues northward, into Baffin Bay, making a large counterclockwise gyre moving at about 10 to 20 km per day. In northwestern Baffin Bay, this gyre is joined by almost all of the remaining volume of outflow from the Arctic Basin, which has filtered through amongst the islands of the Canadian Arctic Archipelago or through Smith Sound. The augmented southward flowing portion of the Baffin Bay gyre reaches Davis Strait, making as much as 20 to 30 km per day and accepts some West Greenland waters as described above before becoming the Labrador Current. The main Labrador Current has two branches, the current from Baffin Island which is the most fresh and close to shore at about 10 km per day, and the outer portion from West Greenland. At about 100 km from the coast its rate about 20 to 30 km per day.

convectif dans la colonne d'eau ramène l'eau plus chaude en contact avec la glace, et celle-ci continue de fondre. Si de la glace s'avance sur de l'eau chaude, sa lisière fondra après que le vent aura tombé, et ce, même si l'air est encore froid. Si les incursions de la glace dans l'eau plus chaude se poursuivent, et si l'eau est suffisamment peu profonde, la colonne d'eau toute entière se refroidit et il se formera une nouvelle lisière des glaces.

Les courants dans l'océan sont très importants pour comprendre à quel endroit la glace peut se former, et ensuite la façon dont elle se déplace. En raison de la faible différence de densité (environ 10 %) entre la glace et l'eau, la glace réagira très rapidement à un changement du courant. À proximité du rivage, les déplacements de l'eau sont grandement influencés par les mouvements des marées et les variations du ruissellement, ainsi que par les vents locaux. Ces phénomènes sont décrits de façon générale dans les instructions nautiques pour les régions où l'activité maritime est intense. Dans les zones où l'activité est moins intense, c'est la population locale qui connaît le mieux ces courants. D'autre part, les principales composantes du régime des courants océaniques à grande échelle sont très bien connues.

La principale force motrice pour la circulation d'eau dans la région couverte par le présent atlas est le système dérive nord-atlantique. Entraîné par les vents et les différences de densité, le Gulf Stream et son prolongement, la dérive nord-atlantique, déplacent de grandes quantités d'eau dans le bassin arctique, entre l'Islande et la Scandinavie. Après avoir circulé dans l'océan Arctique, la majeure partie de cet excès d'eau est entraînée à l'extérieur de l'océan par le courant de l'est du Groenland qui porte bien son nom, et qui déplace aussi la banquise épaisse de l'Arctique vers le sud entre le Groenland et l'Islande. La majeure partie de cette glace fond, mais une partie continue de se déplacer vers l'ouest, dépasse le cap Farewell et se déplace ensuite encore vers le nord dans le courant de l'ouest du Groenland avant de fondre complètement. Une partie de ce courant tourne en direction ouest dans le détroit de Davis et l'autre partie continue en direction du nord, dans la baie de Baffin, entraînant un important tourbillon en sens antihoraire qui se déplace à environ 10 à 20

From northern Baffin Bay to southern Labrador Sea, the long term average ice motion may be generally described as following the shoreline at about 10 to 15 km/day. Variations in wind speed may increase this motion or stop it entirely for short periods. If an average speed of 15 km/day is maintained, multi-year ice off Devon Island at the beginning of October would arrive near the mouth of Hamilton Inlet about mid-February. This agrees with dates of aerial ice reconnaissance reporting older ice in the area.

Offshore to the northwest of the Canadian Arctic Archipelago, there is a slow, broad southward-setting current, which gradually turns westward across the northern portions of the Beaufort Sea. However within and adjacent to the Archipelago, it could be said that each major island or island group has a clockwise current around it. Because of the net transport southward through the Archipelago, and for dynamic reasons, the southward- and eastward- portions of these currents are both broader and stronger than the other portions.

In the shallow waters of Hudson Bay, there is a counterclockwise gyre, driven partly by winds, partly by runoff, which flows out along the south side of Hudson Strait and joins the inner section of the Labrador Current.

Along most coastlines, the ice can become attached to the land (shorefast) and can become extensive. However, the seaward extent of fast ice will be limited if tidal action is strong, and fast ice is generally within the shallower areas unless tides are strong. Unless a body of water is very wide, or water motions strong, ice can form a continuous cover from shore-to-shore, such as amongst the islands of the Canadian Arctic Archipelago. In the broader or more dynamically active channels, a shore-to shore cover develops some years, and the location of the edge of the shorefast ice can differ markedly from month to month and in different years at the same date. In some channels the shore-to shore ice does not break at all most years.

km par jour. Dans le nord-ouest de la baie de Baffin, ce tourbillon est rejoint par presque tout le volume restant du débit sortant du bassin arctique, qui a filtré entre les îles de l'archipel Arctique ou dans le détroit de Smith. La portion du tourbillon de la baie de Baffin qui circule en direction sud atteint le détroit de Davis, parcourant jusqu'à 20 à 30 km par jour et acceptant une partie des eaux du courant de l'ouest du Groenland, tel que décrit ci-haut, avant de devenir le courant du Labrador. Le principal courant du Labrador a deux tributaires, le courant provenant de l'île de Baffin, qui est le mois salé et qui coule le plus proche du rivage, à environ 10 km par jour, et la portion extérieure du courant de l'ouest du Groenland, qui coule à environ 100 km de la côte à une vitesse d'environ 20 à 30 km par jour.

Du nord de la baie de Baffin au sud de la mer du Labrador, le déplacement moyen des glaces à long terme se décrit généralement comme suivant la ligne de rivage à environ 10 à 15 km/jour. Les variations de la vitesse du vent peuvent accélérer ce déplacement ou l'arrêter complètement pendant de courtes périodes. En maintenant une vitesse moyenne de 15 km/jour, de la glace de plusieurs années qui quitte l'île Devon au début du mois d'octobre arriverait à proximité de l'embouchure du fjord Hamilton vers la mi-février, ce qui correspond aux dates établies par la surveillance aérienne des glaces signalant la présence de vieille glace dans cette région.

Au large du nord-ouest de l'archipel Arctique canadien, il y a un lent et large courant en direction sud qui s'incurve graduellement vers l'ouest dans les parties septentrionales de la mer de Beaufort. Toutefois, on pourrait dire que dans l'archipel ou à proximité un courant circule dans le sens horaire autour de chaque île ou groupe d'îles importants. En raison d'un transport net vers le sud dans l'archipel, et pour des raisons de dynamique, les portions de ces courants qui se déplacent vers le sud et vers l'est sont à la fois plus larges et plus fortes que les autres portions.

Dans les eaux peu profondes de la baie d'Hudson, il y a un tourbillon antihoraire, engendré en partie par les vents et en partie par le ruissellement, qui s'écoule le long de la rive sud du détroit d'Hudson et rejoint la partie intérieure du courant du Labrador.

2.1.3 Land Geography

One might think that the land doesn't have much effect on the sea ice. However, this is not entirely the case because the topography affects the behaviour of surface winds, and in some cases even causes winds. During the colder season, over higher terrain or glaciers, very strong drainage winds can develop, affecting near shore ice. For certain wind directions, and atmospheric stability conditions, funnelling can cause severe wind events, and in some cases even break up a consolidated ice area.

2.1.4 Bathymetry

The continental shelf is the most significant single feature of the ocean bottom that affects Canadian ice regimes. Off eastern Canada the shelf extends out to about 300 km off the coast abeam the Strait of Belle Isle and gradually narrows northward to 130 km wide at approximately 56° N, then expands to about 200 km off Cape Chidley and Cape Dyer. A submerged ridge extends from the coast of Baffin Island to Greenland at about latitude 66° N. Seaward of this line, the deep waters provide a reservoir of heat energy which can readily reach the surface and melt any ice incursions. Such a large heat energy reservoir is not available in any of the other waters depicted in this atlas.

However, waters are sufficiently shallow in eastern Foxe Basin and in much of the western waterway to affect navigation. The continental shelf in the southern Beaufort Sea is 100 km wide, except near Barter Island and Herschel Island where the shelf break is less than 50 km from shore. Very shallow waters extend as much as 20 km offshore and sea ice is often grounded.

Le long de la plupart des côtes, la glace peut s'attacher au rivage (glace fixée) et devenir étendue. Toutefois, l'expansion de la banquise côtière vers la mer sera limitée si l'action de la marée est forte et la glace fixée est généralement observée dans les zones moins profondes sauf si les marées sont fortes. À moins qu'un plan d'eau soit très large ou que les déplacements d'eau y soient très forts, la glace peut former une couverture continue d'une rive à l'autre, comme c'est le cas entre les îles de l'archipel Arctique. Dans les passages plus larges ou plus dynamiquement actifs, il peut se développer, au cours de certaines années, une couverture qui va s'étendre d'une rive à l'autre. L'emplacement de la lisière de la banquise fixée à la côte peut changer de mois en mois et avec les années, la lisière peut ne pas se trouver au même endroit à la même date. Dans certains passages, la glace qui se forme entre les rives ne fond pas du tout la plupart des années.

2.1.3 Géographie terrestre

On pourrait penser que les terres émergées n'ont pas beaucoup d'influence sur la glace de mer. Toutefois, ce n'est pas tout à fait le cas car la topographie influe sur le comportement des vents de surface, et dans certains cas, elle engendre même les vents. Pendant la saison plus froide, il peut se développer des vents très forts au-dessus des terrains ou des glaciers les plus hauts, ce qui a des répercussions sur la glace qui se trouve à proximité du rivage. Pour certaines directions du vent et certaines conditions de stabilité atmosphérique, la canalisation par des entités topographiques peut engendrer des vents violents et même, dans certains cas, disloquer une étendue de glace consolidée.

2.1.4 Bathymétrie

La plate-forme continentale est la plus importante entité du fond océanique qui influe sur les régimes des glaces au Canada. Dans l'Est du Canada, la plate-forme s'étend à environ 300 km de la côte à la hauteur du détroit de Belle-Isle et elle devient graduellement plus étroite vers le nord, d'une largeur de 130 km vers le 56° de latitude N., et sa largeur

In the Canadian Arctic Archipelago, depths are generally in excess of 100 m. However, the waters around King William Island are well known for being shallow and treacherous to navigation.

2.2 GENERAL DESCRIPTION OF THE ICE REGIME

2.2.1 Break-up

The following is a general description of the ice break-up season for a typical year. During the winter, frigid air masses develop over continental areas, then weather systems move the cold air over the adjacent seas. In spring, as the sun's elevation in the sky increases, and the land warms up, the cold winter blasts diminish rapidly in intensity. In southern portions of the area of this atlas, ice formation stops, but on average, winds continue to drift the existing ice towards warmer waters where convection in the water column can always bring a supply of warmer water to melt the ice. So the first signs of break-up appear in southern Labrador waters and in James Bay near the end of April. Break-up gradually spread northward during May and June. At the same time in areas of consolidated ice, puddling of the melted snow cover begins while the thin ice in polynyas disappears. In June, decay has begun throughout the atlas area. Because of absorption of solar heat by polynyas, particularly the North Water, and also the northwestern portions of Hudson Bay and Foxe Basin, decay and break-up also spread southward and eastward from these areas in June and July. At the end of the typical melt season, usually early September, high concentrations of ice are present in and northwest of Nares Strait, Norwegian Bay, Queens Channel, Viscount Melville Sound, M'Clintock Channel and Victoria Strait. The Arctic Ocean pack lies 50 to 100 Km off the coast in the Beaufort. Also ice usually remains in Committee Bay and southern Gulf of Boothia.

redevient d'environ 200 km au large du cap Chidley et du cap Dyer. Une crête submergée s'étend de la côte de l'île de Baffin jusqu'au Groenland par 66° de latitude N. environ. Du côté du large de cette ligne, les eaux profondes offrent un réservoir d'énergie thermique qui peut facilement atteindre la surface et faire fondre toute glace qui s'y avance. Un tel réservoir d'énergie thermique n'est disponible qu'à cet endroit dans la région couverte par le présent atlas.

Cependant, les eaux sont suffisamment peu profondes pour nuire à la navigation dans la partie est du bassin Foxe et dans une bonne partie de l'ouest de cette voie navigable. La plate-forme continentale au sud de la mer de Beaufort est d'une largeur de 100 km, sauf à proximité de l'île Barter et de l'île Herschel où le rebord du talus continental se situe à moins de 50 km du rivage. Les eaux très peu profondes s'étendent au large jusqu'à 20 km et la glace de mer s'y échoue souvent.

Dans l'archipel Arctique, la profondeur excède généralement les 100 m. Toutefois, les eaux entourant l'île du Roi-Guillaume sont reconnues être peu profondes et dangereuses pour la navigation.

2.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DU RÉGIME DES GLACES

2.2.1 Dégel

Voici une description générale de la saison de dégel pour une année normale. Pendant l'hiver, des masses d'air glacial se forment au-dessus des régions continentales; les systèmes météorologiques déplacent ensuite l'air froid au-dessus des mers adjacentes. Au printemps, alors que le soleil est plus haut dans le ciel et que la terre se réchauffe, l'intensité des poussées d'air froid diminue rapidement. Dans les parties méridionales de la région couverte par le présent atlas, il n'y a plus de glace qui se forme, mais en général, les vents continuent de faire dériver la glace vers des eaux plus chaudes où la convection dans la colonne d'eau entraîne toujours un apport d'eau chaude pour faire fondre la glace.

However, it is worth emphasising that in many years, not all the ice will melt in other areas, notably Foxe Basin and northwestern Davis Strait. Only James Bay, the southern two thirds of Hudson Bay, and the Labrador Sea always clear completely of sea ice.

2.2.2 Freeze-up

In August, summer comes swiftly to an end in the areas north of Parry Channel. Around the leftover floes from previous winters, new ice is able to form almost as soon as air temperatures drop below the freezing point. In September, this new ice thickens rapidly, so that at the end of the month, first-year ice from the new ice season is mixed with first-year ice remaining from the previous winter in some areas. On 1 October, this latter ice is reclassified as second-year ice. It will be nearly salt free, and much harder than the recently formed ice. In December, the first-year ice normally becomes a consolidated sheet with embedded old and second year ice often predominant in the Canadian Arctic Archipelago except around Baffin Island. The rest of the Atlas area becomes encumbered with ice moving with weather systems and currents, except for offshore portions of the Labrador Sea.

Shorefast ice becomes well established along the Baffin Island, Greenland and Labrador Coasts. The width of this shorefast ice may reach 50 km at times in some areas. Offshore, the pack remains mobile throughout the winter and floes ranging from small to vast in size are repeatedly frozen together and broken apart.

Arctic sea ice carried by the east Greenland current rounds Cape Farewell in January, reaches its maximum extent near 63N in May, but disappears from waters west of Cape

Les premiers signes de déglacement apparaissent donc vers la fin du mois d'avril dans les eaux au sud du Labrador et dans la baie James. En mai et en juin, le déglacement progresse graduellement vers le nord. Pendant ce temps, dans les zones de glace consolidée, il commence à se former des mares de neige fondue alors que la glace mince des polynies disparaît. En juin, la décroissance de la glace débute dans toute la région couverte par l'atlas. En raison de l'absorption de la chaleur solaire par les polynies, particulièrement la polynie des eaux du Nord et également les parties nord-ouest de la baie d'Hudson et du bassin Foxe, la décroissance des glaces et le déglacement s'étendent aussi, en juin et en juillet, vers le sud et vers l'est de ces régions. À la fin de la saison de la fonte, généralement au début de septembre, il y a des concentrations élevées de glace dans les étendues d'eau suivantes et au nord-ouest de ces dernières : détroit de Nares, baie Norvégienne, détroit de la Reine, détroit du Vicomte-Melville, détroit de M'Clintock et détroit de Victoria. Le pack de l'océan Arctique s'étend de 50 à 100 km de la côte de la mer de Beaufort. La glace demeure généralement dans la baie Comité et dans le sud du golfe de Boothia.

Toutefois, il faut souligner que dans bon nombre d'années, la glace ne fondra pas complètement dans d'autres secteurs, notamment le bassin Foxe et le nord-ouest du détroit de Davis. La glace de mer fond toujours complètement dans la baie James, les deux tiers sud de la baie d'Hudson et la mer du Labrador.

2.2.2 Englacement

En août, l'été prend fin rapidement dans les parties nord du chenal Parry. De la nouvelle glace peut se former autour des floes restants des hivers précédents dès que la température de l'air chute en-dessous du point de congélation. En septembre, cette nouvelle glace épaissit rapidement; dès la fin du mois donc, la glace de première année de la nouvelle saison des glaces se mélange avec la glace de première année restante de l'hiver précédent dans certains secteurs. Le 1^{er} octobre, cette dernière est reclassifiée en glace de deuxième année. Elle ne contiendra presque pas de sel et sera beaucoup plus dure que la glace formée

Farewell in August. This sea ice is normally located within 100 km of the Greenland coast.

2.2.3 Variations

Wide variations in ice conditions can occur from one year to the next for the same date, and in some areas, from week to week. Most areas have a two or four-week range in ice chronology from a “warm” or “easy” season to a “cold” or “difficult” season. Furthermore, the entire nature of the ice cover may differ in different years. For example, Amundsen Gulf ice remains light and mobile in some years: in others it consolidates, sometimes with embedded old ice. A warm summer in the High Arctic results in greater old ice break-up in the Sverdrup Basin, giving heavier ice the following spring and summer in Parry Channel. Parry Channel consistently develops a consolidated ice cover in western Barrow Strait, but the eastern edge may lie at Bylot Island or at Somerset Island, or most anywhere in between, and break up and re-form more than once during the winter season. Similar variations occur in the timing of consolidation in Nares Strait, but the extent of consolidation there is remarkably consistent. The width of the pack off Labrador and in Davis Strait is sensitive to extended periods of on-ice or off-ice winds. The Total Ice Coverage defined as area multiplied by ice concentration and shown in Appendix B is an index used to compare ice severity over the 30 year period. For this atlas we have chosen to compare ice conditions on September 10 which is the normal date of minimal ice extent in Canadian waters. From figure b1 we see that 1998 was the year with minimal ice coverage on September 10 for Northern Canadian waters as a whole while 1978 was the year with maximal ice coverage over the 30 year period. Variations of the Total Ice Coverage is also shown by region in figure b3 to b6.

récemment. En décembre, la glace de première année devient normalement une couverture consolidée dans laquelle la glace de première et de deuxième années prédominent souvent dans l'archipel Arctique, sauf autour de l'île de Baffin. Le reste de la région couverte par l'atlas devient occupé par de la glace qui se déplace au gré des systèmes météorologiques et des courants, à l'exception des parties au large dans la mer du Labrador.

La banquise côtière, ou glace fixée, pour sa part, s'installe le long de l'île de Baffin et des côtes du Groenland et du Labrador. À certains endroits, la largeur de cette glace peut atteindre jusqu'à 50 km. Au large, le pack demeure mobile pendant l'hiver et des floes petits à immenses se soudent ensemble et se disloquent de manière répétée.

La glace de mer de l'Arctique qui est transportée par le courant de l'est du Groenland autour du cap Farewell en janvier atteint son étendue maximale près de 63° de latitude N. en mai, mais disparaît des eaux à l'ouest du cap Farewell en août. Cette glace de mer se trouve normalement à moins de 100 km de la côte du Groenland.

2.2.3 Variations

Il peut se produire d'importantes variations des conditions de la glace d'une année à l'autre, et dans certaines régions, d'une semaine à l'autre. La plupart des régions présentent des variations de deux à quatre semaines pour ce qui est de la chronologie de la glace, entre les saisons « chaudes » ou « faciles » et les saisons « froides » ou « difficiles ». De plus, la nature de la couverture de glace peut changer avec les années. Par exemple, la glace du golfe Amundsen demeure peu épaisse et mobile certaines années; elle peut aussi s'amalgamer avec de la vieille glace et être consolidée pendant d'autres années. Dans le Grand Nord, un été chaud entraîne une plus importante dislocation de la vieille glace dans le bassin Sverdrup, ce qui produit une glace plus épaisse au cours du printemps et de l'été suivants dans le chenal Parry. Il se forme régulièrement une couverture consolidée dans le chenal Parry à l'ouest du détroit de Barrow, mais la lisière est peut toucher à l'île Bylot ou à l'île

2.2.4 Ice Thickness

During the course of a single winter in northern portions of the Canadian Arctic Archipelago, undisturbed bare ice can grow to a maximum of about 240 cm. In the central and western Arctic, maximum thickness is about 200 cm. Farther south, in James Bay and along the Labrador coast, the thickness of locally developed ice can reach about 120 cm.

Multi-year ice found in the Archipelago reaches a thickness of 300 to 450 cm. However Ice Shelf fragments can be as thick as 2000cm. The ice shelf consists of fresh-water and sea-water ice, formed over many years along the northwestern shore of Ellesmere Island. Some pieces of the shelf there have broken off in recent years, and these very distinctive ice features are occasionally found far from their point of origin. They are much like tabular icebergs, except not formed from snow.

2.2.5 Old Ice

The presence of old floes within an area of predominantly first-year ice has a direct impact on the penetrability of an ice area even for the most powerful ships. For this reason, ice charts are included in this atlas examining the concentration and frequency of occurrence of old floes within the general pack.

In September, there may be some old ice present from earlier years, some first-year ice from the previous winter, which has failed to melt, and also recently formed ice, which is at the first-year stage of development. Although second and multi-year ice are difficult to identify separately at any time, but it is useful to separate these three ice types which are of very different hardness and penetrability. For this reason any first-year ice which survives to October 1 is promoted to second-year ice on that date. While melting may still occur in southern areas, in

Somerset, ou se trouver presque n'importe où entre les deux et se disloquer pour se reformer plus d'une fois au cours de la saison hivernale. Des variations semblables du moment de la consolidation sont observées dans le détroit de Nares, mais l'étendue de la consolidation y est remarquablement régulière. La largeur du pack au large du Labrador et dans le détroit de Davis varie selon les périodes prolongées de vent soufflant de la glace ou vers la glace.

La Couverture Totale de glace définie comme la surface multipliée par la concentration et apparaissant dans l'annexe B est utilisée pour la comparaison de la sévérité de la glace au cours des 30 dernières années. Dans cet atlas, nous avons choisi de comparer les conditions de glace pour le 10 septembre qui est la date normale de la couverture minimale de glace dans les eaux canadiennes. Sur la figure b1 on peut voir que 1998 fut l'année avec la couverture minimale pour un 10 septembre dans l'ensemble des eaux du Nord Canadien alors que 1978 fut l'année de couverture maximale au cours des 30 ans. Les variations de la Couverture Totale de glace sont aussi montrées pour chaque région dans les figures b3 à b6.

2.2.4 Épaisseur de la glace

Dans les parties septentrionales de l'archipel Arctique, la glace nue non perturbée peut atteindre une épaisseur maximale d'environ 240 cm au cours d'un même hiver. Dans le centre et dans l'ouest de l'Arctique, l'épaisseur maximale de la glace est d'environ 200 cm. Plus au sud, dans la baie James et le long de la côte du Labrador, la glace qui se forme peut avoir une épaisseur d'environ 120 cm.

La glace de plusieurs années dans l'archipel atteint une épaisseur de 300 à 450 cm. Cependant, l'épaisseur de fragments de la plate-forme de glace peut atteindre 2000 cm. La plate-forme de glace est constituée de glace d'eau douce et de glace d'eau de mer et elle s'est formée le long de la rive nord-ouest de l'île d'Ellesmere au fil de nombreuses années. Des morceaux de la plate-forme se sont détachés au cours des dernières années et ils constituent des entités glacielles très distinctes qu'on

the high Arctic, this date is somewhat late. A sliding scale of dates would be too difficult to implement. Thus, there is an increase in the amount of old ice in the October charts due to this promotion.

The amount of old ice present is of concern to the captain of a ship entering the area, but planners, marine architects, underwriters, etc. are also concerned about its frequency of occurrence. The concern in these latter cases is to be able to deal with the ice which may be expected to be in an area, whereas the ship's captain must deal with the conditions that he actually encounters. The two may be quite different, depending upon the severity of the ice season. The charts referred to, therefore present two concepts - how much old ice is usually present, and how often it occurs in any amounts.

On the mid-May chart, for Baffin Bay and Davis Strait, the median concentration of old ice shown is trace, but some small areas show 1 to 3 tenths. In late June, and although there is some inconsistency in the data, there only a few tiny patches where the median old ice concentration is trace. In July, concentrations in some of the patches reach as much as two-tenths from mid-July until mid August before dropping to zero over most of the area through September and October. At first, one might think that increasing old ice amounts during the melt season is not correct, but what occurs here is a melting of the thinner forms of ice, allowing the old floes to accumulate in an area rather than being dispersed through the pack.

Two series of charts show the percent frequency of presence of old ice: in the 4 to 10 tenths range; and in the 1 to 10 tenths range. Note traces are not considered in these charts. There is always a small chance of 1 tenth or more of old ice in western Davis Strait and almost all of Baffin Bay at all times of year.

retrouve à l'occasion très éloignées de leur point d'origine. Ils sont un peu comme des icebergs tabulaires, sauf qu'ils ne sont pas constitués de neige.

2.2.5 Vieille Glace

Dans une zone où on trouve principalement de la glace de première année, la présence de vieux floes a un impact direct sur la pénétrabilité d'une étendue de glace, et ce, même pour les navires les plus puissants. Pour cette raison, on trouve dans le présent atlas des cartes des glaces portant sur la concentration et la fréquence d'occurrence de vieux floes à l'intérieur d'une banquise.

En septembre, il peut y avoir de la vieille glace des années précédentes, de la glace de première année de l'hiver précédent (qui n'a pas fondu) et aussi de la glace récemment formée, qui en est à la première année de son stade de formation. Bien qu'il soit difficile de différencier la glace de deuxième année et la glace de plusieurs années, il peut être utile de séparer les trois types de glace dont la dureté et la pénétrabilité sont très différentes. Pour cette raison, toute glace de première année devient une glace de deuxième année si elle a survécu jusqu'au 1^{er} octobre. Bien que de la glace puisse encore fondre dans les régions méridionales de l'extrême Arctique, cette date est quelque peu tardive. Il serait trop difficile de mettre en œuvre une échelle mobile des dates. C'est ce qui explique une augmentation de la quantité de vieille glace sur les cartes d'octobre.

La quantité de vieille glace présente dans une région peut préoccuper le capitaine d'un navire qui entre dans cette région, mais les planificateurs, les architectes marins, les assureurs maritimes, etc. sont aussi préoccupés par la fréquence des occurrences. Ces derniers doivent être en mesure de faire face à la glace que l'on peut s'attendre à trouver dans une région tandis que le capitaine d'un navire doit faire face aux conditions qu'il rencontre. Ces deux aspects peuvent être bien différents, selon la gravité de la saison des glaces. Par conséquent, les cartes

In Foxe Basin, the median amount of old ice never rises above zero except in the Igloodik-Fury and Hecla Strait area, but it is evident from the percentage charts that old floes do infest many sectors of the Basin. The increase in the frequency of old ice in October (but not its amount) identifies areas where clearing did not occur by the end of September.

Both the amounts and frequency of occurrence of old ice are notable in southern Gulf of Boothia and Committee Bay, as well as in M'Clintock Channel, Larsen Sound and Victoria Strait.

The median old ice concentration in western Barrow Strait lies in the 1 to 3 tenths range, but bumps up to the 4 to 6 tenths range with the 1 October ice promotion. The charts depict the heavier concentrations generally present along the south side of Parry Channel in the summer months.

In Sverdrup Basin, old ice is predominant. However in warm summers, break-up can leave large areas where first year ice will predominate in the following year. In Norwegian Bay, old ice concentrations and frequencies are lower in eastern sections, as low as the 1 to 3 tenths range. In Eureka sound, complete clearing can be expected each year.

In the Beaufort Sea the Arctic Pack of the Arctic Ocean is a dominating feature. As might be expected, both the amount and frequency of occurrence of old ice increases with the distance from the coast. Except within the shallows of the Mackenzie Delta there is always a small percentage frequency of old ice. In fact, as the first-year pack near the coast melts out in the summer, incursions of old ice increase the percentages near the coast.

présentent deux concepts : la quantité de vieille glace présente et sa fréquence.

Sur la carte de la mi-mai pour la baie de Baffin et le détroit de Davis, on voit que la concentration médiane de vieille glace est très faible, mais certaines petites zones en présentent de 1 à 3 dixièmes (unité utilisée pour exprimer la concentration). À la fin de juin, et bien qu'il y ait une certaine incohérence au niveau des données, il y a quelques endroits où la concentration médiane de vieille glace est très faible. Dans certains endroits, les concentrations de vieille glace atteignent les deux dixièmes, de la mi-juillet à la mi-août, avant de redescendre à zéro dans la majeure partie de la zone pour les mois de septembre et octobre. On pourrait au départ penser que l'augmentation de la quantité de vieille glace au cours de la saison de la fonte n'est pas correcte, mais il se produit ici une fonte des formes plus minces de glace, ce qui permet aux vieux floes de s'accumuler dans une zone plutôt que de se disperser dans la banquise.

Deux séries de cartes montrent la fréquence en pourcentage de la présence de vieille glace : la première, suivant une échelle allant de 4 à 10 dixièmes, et la deuxième, suivant une échelle allant de 1 à 10 dixièmes. Noter que les très faibles quantités ne sont pas prises en considération pour ces cartes. Il y a toujours une faible probabilité qu'il y ait un dixième ou plus de vieille glace dans l'ouest du détroit de Davis et dans presque toute la baie de Baffin, et ce, à l'année longue.

Dans le bassin Foxe, la quantité médiane de vieille glace ne s'élève jamais au-dessus de zéro, sauf dans les secteurs d'Igloodik-Fury et du détroit Hecla, mais les cartes en pourcentages indiquent qu'il est évident que les vieux floes envahissent de nombreux secteurs du bassin. L'augmentation de la fréquence de vieille glace en octobre (mais pas de sa quantité) identifie les zones où la glace n'avait pas complètement fondu à la fin du mois de septembre.

La quantité et la fréquence des occurrences de vieille glace sont toutes deux remarquables dans le sud du golfe de Boothia et de la baie Comité, ainsi que dans le détroit de M'Clintock, le détroit de Larsen et le détroit de Victoria.

2.3 REGIONAL DETAILS

Some of the regions below do not have obvious boundaries. For purposes of this document, the Labrador coast includes the waters between the Strait of Belle Isle and the approaches to Frobisher Bay. To its north, Davis Strait has a northern boundary to the north of Home Bay, and Baffin Bay lies to the north of Davis Strait. Other areas referred to are fairly clear geographical entities.

2.3.1 Labrador Coast

As spring temperatures rise, melting normally begins in southern Labrador waters around the end of April, reaching the Resolution Island area about mid-June. The pack slowly narrows and loosens, and the southern ice edge retreats from the Strait of Belle Isle to north of the approaches to Hamilton Inlet in June and the approaches to Hudson Strait and Frobisher Bay in July, although patches of ice may linger through August.

A small percentage of old ice is usually present within the Labrador pack. After all of the level first-year ice has melted at the end of the ice season, there is nothing but ridge remnants and old ice, and the latter may in fact be predominant. The offshore ice drifting in from Davis Strait may be over 150 cm thick. Many storms affect the area, and ice ridges up to 5 metres high can easily develop under pressure caused by winds and currents. As a rule of thumb, ice keels are in the order of three times the vertical extent of associated ice ridges. Westerly winds are frequent so a flaw lead develops, while along the outer edge the ice organises into strips, patches and belts. In periods of persistent east to northeast winds, the ice compacts

La concentration médiane de vieille glace dans la partie ouest du détroit Barrow s'étend de 1 à 3 dixièmes, mais atteint de 4 à 6 dixièmes en raison du changement de classification des glaces le 1^{er} octobre. Les cartes montrent les concentrations plus fortes généralement présentes le long du côté sud du chenal Parry pendant les mois d'été.

Dans le bassin Sverdrup, c'est la vieille glace qui prédomine. Toutefois, lors d'étés chauds, le déglacement peut laisser de vastes zones où la glace de première année dominera au cours de l'année suivante. Dans la baie Norvégienne, les concentrations et les fréquences de vieille glace sont plus faibles dans les parties orientales, soit aussi peu que de 1 à 3 dixièmes. Dans le détroit d'Eureka, on peut s'attendre à ce que toute la glace fonde à chaque année.

Dans la mer de Beaufort, le pack arctique de l'océan Arctique est une entité dominante. Comme on pourrait s'y attendre, la quantité et la fréquence des occurrences de vieille glace augmentent toutes les deux à mesure qu'on s'éloigne de la côte, sauf dans les eaux peu profondes du delta du Mackenzie où il y a toujours un peu de vieille glace. En fait, lorsque le pack de glace de première année près de la côte fond en été, les incursions de vieille glace élèvent les pourcentages près de la côte.

2.3 DÉTAILS RÉGIONAUX

Certaines des régions ci-après n'ont pas de limites précises. Pour les besoins du présent document, la côte du Labrador comprend les eaux qui se situent entre le détroit de Belle-Isle et les abords de la baie Frobisher. Plus au nord, la limite nord du détroit de Davis se situe à la hauteur du nord de la baie Home et la baie de Baffin se situe au nord du détroit de Davis. Les autres régions mentionnées sont des entités géographiques plutôt bien définies.

near the coast and ice deformation processes can be very intense. Because of incoming swells and wave action there are small floes near the ice edge, and larger floes in the interior of the pack.

In December, first-year ice begins to appear off northern Labrador and new ice off southern Labrador. For the rest of the winter the pack is mostly first-year ice and an equilibrium edge establishes some 150 km off the Labrador Coast.

Ice conditions comparisons between years can be largely related to the mean wind-flow experienced during the winter and spring months. Whenever low pressure weather systems persistently track across the Newfoundland area, easterly winds along the Labrador coast can compress all the ice into a 100 km wide belt against the coast. However when the low pressure systems track north of the area, westerly winds spread the ice up to 500 km seaward.

Freeze-up on the Labrador coast has started as early as the second half of October and as late as the second week of December. The Labrador coast has completely cleared of sea ice as early as the end of June while sea ice has persisted until August.

2.3.2 Hudson Bay

Ice melt starts in May, as an open water area develops along the northwestern shore, and a narrow coastal lead develops around the rest of the Bay. In June AND JULY, open water leads expand around the shoreline so that at the end of July, only large patches remain in southern portions of the Bay. In August the last vestiges disappear. Some intrusions of ice from Foxe Basin may occur in the northeastern part of the bay at any time some years.

2.3.1 Côte du Labrador

La hausse des températures au printemps entraîne la fonte de la glace vers la fin du mois d'avril, dans les eaux du Labrador méridional; la fonte de glace atteint la région de l'île Résolution vers la mi-juin. Lentement, la banquise devient plus étroite et se défait, et la lisière sud des glaces se retire du détroit de Belle-Isle vers le nord des abords du fjord Hamilton en juin, et des abords du détroit d'Hudson et de la baie Frobisher en juillet, bien que des bancs de glace puissent y traîner jusque pendant le mois d'août.

Il y a généralement un faible pourcentage de vieille glace dans la banquise du Labrador. À la fin de la saison des glaces, lorsque toute la glace de première année a fondu, il ne reste que des fragments de crêtes et de la vieille glace; il est alors fort possible que cette dernière soit dominante. La glace du large qui dérive depuis le détroit de Davis peut avoir une épaisseur de plus de 150 cm. De nombreuses tempêtes sévissent sur la région, et des crêtes de glace d'une hauteur pouvant atteindre 5 mètres peuvent facilement se former sous l'effet de la pression causée par les vents et les courants. En règle générale, la hauteur des quilles de glace est de trois fois supérieure à celle des crêtes de glace associées. Les vents d'ouest sont fréquents, c'est pourquoi il se forme un chenal de séparation, tandis que le long de la lisière extérieure, la glace s'organise en cordons, en bancs et en bandes. Au cours des périodes de vents persistants d'est à nord-est, la glace se compacte près de la côte et les processus de déformation de la glace peuvent être très intenses. En raison de la houle et de l'action des vagues, on trouve de petits floes à proximité de la lisière de glace et de plus gros floes à l'intérieur du pack.

En décembre, de la glace de première année commence à apparaître au large du nord du Labrador et de la nouvelle glace, au large du sud du Labrador. Pour le reste de l'hiver, la banquise est surtout formée de glace de première année et une lisière d'équilibre se forme à quelque 150 km au large de la côte du Labrador.

In late October, the ice begins to form along the northwestern shores of the Bay. Some years there may also be a simultaneous development in the cold waters near Foxe Channel. In November, the ice thickens as prevailing winds move it east and southeast. In December the Bay becomes covered with thickening first-year ice. During the winter, 10 to 15 km wide fringe of shorefast ice develops along most of the coastline and in many years a distinctive consolidated ice area develops between the Belcher islands and the Quebec coast. Meanwhile, the pack responds to winds and the slow counterclockwise current gyre in the Bay.

In Hudson Bay, freeze-up has commenced as early as the first week of October and as late as the first week of November, while complete melting has occurred as early as mid-July and as late as the end of August, except for incursions from Foxe Basin.

2.3.3 James Bay

Ice melt begins in late April. By the end of June much of the Bay is open water. Complete clearing normally occurs during July but the northwest portion may receive occasional intrusions of ice from Hudson Bay until mid-August. Freeze-up is usually quick usually beginning after mid-November. However, freeze-up has begun as early as the first week of November and as late as early December. Complete clearing has occurred as early as late June and as late as mid-August.

James Bay ice is noted for its discoloration, caused by freezing of shallow muddy water, or by run-off concentrating sediments on the surface of the ice. A sizable open water area often develops south of Akimiski Island. Old ice does not reach James Bay.

Les variations des conditions glacielles d'une année à l'autre peuvent être en grande partie liées aux conditions de vent moyennes au cours des mois d'hiver et de printemps. Lorsque des systèmes météorologiques de basse pression cheminent de manière persistante sur la région de Terre-Neuve, les vents d'est le long de la côte du Labrador peuvent comprimer toute la glace contre la côte en une bande d'une largeur de 100 km. Toutefois, lorsque les systèmes de basse pression traversent le nord de la région, les vents d'ouest entraînent la glace jusqu'à 500 km vers le large.

Sur la côte du Labrador, l'englacement peut débuter aussi tôt que pendant la deuxième moitié d'octobre et aussi tard que pendant la deuxième semaine de décembre. La glace de mer de la côte du Labrador peut avoir complètement disparu dès la fin juin, mais elle peut aussi persister jusqu'en août.

2.3.2 Baie d'Hudson

La glace commence à fondre en mai, une zone d'eau libre apparaît alors le long de la rive nord-ouest, et un étroit chenal côtier se forme autour du reste de la baie. Pendant juin et juillet, les chenaux d'eau libre autour de la côte s'élargissent. Il est donc normal, à la fin de juillet, de trouver seulement de grands bancs dans les parties sud de la baie. En août, les derniers vestiges disparaissent. À tout moment de l'année, il peut se produire des intrusions de glace du bassin Foxe dans la partie nord-est de la baie.

À la fin d'octobre, la glace commence à se former sur les rives nord-ouest de la baie. Certaines années, la glace peut aussi se former simultanément dans les eaux froides près du détroit de Foxe. En novembre, la glace s'épaissit pendant que les vents dominants la déplacent vers l'est et le sud-est. En décembre, la baie devient couverte de glace de première année qui s'épaissit. Au cours de l'hiver, une bordure de glace fixée d'une largeur de 10 à 15 km se forme le long de la majeure partie de la côte et de nombreuses années, une zone caractéristique de glace

2.3.4 Foxe Basin

Ice normally forms in northern and western portions in mid-October, thickening rapidly and spreading southward and seaward to cover the Basin and Foxe Channel early in November. The ice becomes predominantly first-year ice by December.

Melting starts by June. The polynya near Hall Beach slowly enlarges. Open water leads expand around the shoreline in July. In the central Basin, the ice only very gradually decreases in amount but more rapid disintegration occurs in August. Patches of ice persist during September.

In Foxe Basin shallow water combines with large tidal ranges and strong winds to keep a large amount of bottom sediments in suspension. Thus the ice is very rough, much of it in small floes and muddy in appearance. In northern and southwestern sectors there are large areas of shorefast ice. In some years, all the ice will melt throughout Foxe Basin and Foxe Channel, while in other years with a cold summer, significant concentrations of ice will remain as freeze-up begins again. Thus second year ice may affect Foxe Basin and adjacent waters through the following winter and spring.

In Foxe Basin, freeze-up has started as early as late September and as late as the third week of October. Complete clearing does not occur every year but has occurred as early as the first week of September.

2.3.5 Hudson Strait and Ungava Bay

Freeze-up usually begins near the shore in western Hudson strait in November, then ice formation progresses to cover the entire area by early December, and by mid December the first-year stage predominates. Except for quite extensive

consolidée se forme entre les îles Belcher et la côte du Québec. Pendant ce temps, la banquise se laisse porter par les vents et par le lent tourbillon qui tourne dans la baie dans le sens anti-horaire.

Dans la baie d'Hudson, l'englacement peut débuter dès la première semaine d'octobre ou seulement à la première semaine de novembre. Pour ce qui est de la fonte, elle peut être complète aussi tôt que la mi-juillet ou aussi tard qu'à la fin d'août à l'exception d'intrusions de glace en provenance du bassin Foxe.

2.3.3 Baie James

La glace commence à fondre à la fin du mois d'avril. À la fin juin, une bonne partie de la baie est libre de glace. Celle-ci a généralement complètement disparu pendant juillet, mais jusqu'à la mi-août, la partie nord-ouest peut recevoir à l'occasion des intrusions de glace de la baie d'Hudson. L'englacement s'effectue généralement rapidement et débute habituellement après la mi-novembre. Toutefois, l'englacement a déjà débuté aussi tôt que pendant la première semaine de novembre et aussi tard qu'au début décembre. Il arrive que la glace soit complètement disparue dès la fin de juin, mais elle a aussi déjà persisté dans la baie jusqu'à la mi-août.

La glace de la baie James est reconnue pour sa décoloration qui est attribuable au gel d'eau trouble peu profonde, ou au ruissellement qui concentre des sédiments à la surface de la glace. Une zone assez étendue d'eau libre apparaît souvent au sud de l'île Akimiski. La vieille glace n'atteint pas la baie James.

2.3.4 Bassin Foxe

La glace se forme généralement à la mi-octobre dans les parties nord et ouest. Elle épaissit rapidement et s'étend vers le sud et vers la mer pour couvrir le bassin et le détroit de Foxe tôt en novembre. Dès le mois de décembre, c'est la glace de première année qui prédomine.

shore-fast ice among the islands from Big Island to Cape Dorset, the ice is in constant motion because of strong currents and frequent gale force winds. Ridging, rafting and hummocking are continually taking place, and ice congestion often affects Ungava Bay and the south side of Hudson Strait. Conversely, a shore or flaw lead is frequently present on the north side of the Strait. At times small concentrations of second year ice drift into the area from Foxe Basin. Multi year ice also enters eastern portions from Davis Strait.

Open water leads develop in May, slowly expand in June. Clearing becomes extensive during July but Ungava Bay often remains encumbered with heavy deformed ice, with some embedded old ice in July. Complete clearing has taken place as early as mid-July and as late as the end of August. However it is worth noting that incursions of second year ice from Foxe Channel occur in some years.

In Hudson Strait, freeze-up has started as early as mid October and as late as the last week of November, while complete clearing has occurred as early as late July and as late as early September. Freeze-up in Ungava Bay has begun as early as late October and has been delayed until early December.

2.3.6 Baffin Bay and Davis Strait

In June, the thin ice in the North Water polynya in northern Baffin Bay disintegrates, and then clearing extends southward across the approach to Lancaster Sound. The pack deteriorates more quickly around the eastern shores than it does in the centre of the bay. Thus at the beginning of August ice remains near the coast from Cape Dyer to Clyde River and in central parts of the Bay northward to near latitude 74 N. The

La fonte débute en juin. La polynie près de Hall Beach s'agrandit lentement. Pendant juillet, des chenaux d'eau libre se forment autour de la côte. Dans le centre du bassin, la quantité de glace ne diminue que très graduellement, mais il se produit une plus rapide désintégration en août. Des bancs de glace persistent jusqu'en septembre.

Dans le bassin Foxe, la combinaison des eaux peu profondes, d'une grande amplitude des marées et des vents forts fait en sorte que d'importantes quantités de sédiments marins demeurent en suspension. Par conséquent, la glace est très rugueuse et surtout constituée de petits floes d'apparence boueuse. Dans les secteurs nord et sud-ouest, il y a d'importantes étendues de glace fixée. Certaines années, toute la glace du bassin Foxe et du détroit de Foxe peut fondre, alors que pour d'autres, lorsque l'été est froid, il reste d'importantes concentrations de glace lorsque débute à nouveau l'englacement. La glace de deuxième année peut donc être présente dans le bassin Foxe et les eaux adjacentes au cours de l'hiver et du printemps suivants.

Dans le bassin Foxe, l'englacement a déjà débuté aussi tôt qu'à la fin de septembre et aussi tard que pendant la troisième semaine d'octobre. La glace ne disparaît pas complètement du bassin chaque année, mais il a déjà été complètement libre dès la première semaine de septembre.

2.3.5 Détroit d'Hudson et baie d'Ungava

Dans la partie ouest du détroit d'Hudson, l'englacement commence en général près de la côte en novembre. La formation de la glace progresse ensuite pour couvrir toute la région au début décembre, et à la mi-décembre, c'est la glace de première année qui prédomine. À l'exception de la glace fixée très étendue entre les îles qui se situent entre l'île Big et le cap Dorset, la glace se déplace constamment en raison des courants forts et des coups de vent fréquents. Il y a continuellement formation de crêtes de pression, chevauchement et hummockage, et la congestion par la glace touche souvent la baie d'Ungava et le côté sud du détroit d'Hudson. Inversement, il y a souvent

pack is finally reduced to offshore patches between Cape Dyer and Home Bay late in August. Clearing occurs on the average by September.

The north-flowing current along the Greenland coast is relatively warm, and the south-flowing current along the east Baffin Island is relatively cold. Thus ice formation along the west side of the Bay begins earlier than on the Greenland side. In September, new ice begins to form in the northwestern reaches of Baffin Bay. By the end of the month a fringe forms all along the Baffin Island coast. Ice formation accelerates through October, such that first-year ice becomes predominant north of Cape Dyer. On average, the southern extent of sea ice achieves equilibrium near a line from the Greenland Coast near latitude 68N generally southwestward to a point some 200 km off Resolution Island.

First-year ice predominates in Baffin Bay and Davis Strait throughout the winter. Because an area of low pressure is often centered in Baffin Bay, winds may develop a flaw lead along the Baffin Island coast. A percentage of multi-year ice originating mainly from Smith Sound and sometimes Lancaster Sound infests the western side. This ice is mostly in the range of 240 to 320 cm thick. Ridging, rafting and hummocking are significant, and icebergs abound.

A near open water route across northern Baffin Bay has occurred as early as the first few days of July and has been as late as the last week of August. Frobisher Bay has cleared of sea ice as early as the middle of June and as late as the last week of August. Baffin Bay and Davis Strait have cleared of all sea ice as early as mid-August, in other years some ice has remained until freeze-up began. In the latter situation the floes remaining are usually well dispersed throughout the area by autumn storms. Freeze-up in northwestern Baffin Bay has developed as early as the last week of August and been delayed until the middle of October. In Frobisher Bay, new ice formation

un chenal côtier ou de séparation du côté nord du détroit. À l'occasion, de petites concentrations de glace de deuxième année du bassin Foxe dérivent dans le détroit. De la glace de plusieurs années entre également dans les parties orientales depuis le détroit de Davis.

En mai, des chenaux d'eau libre se forment et dès le mois de juin, ils deviennent lentement plus importants. Pendant juillet, il n'y a presque plus de glace, mais la baie d'Ungava demeure souvent encombré de glace déformée épaisse dans laquelle on trouve de la vieille glace en juillet. Le dégagement complet a déjà été observé aussi tôt que la mi-juillet et aussi tard que pendant la fin d'août. Toutefois il faut noter que des intrusions de glace de deuxième année en provenance du canal Foxe sont parfois observées.

Dans le détroit d'Hudson, l'englacement a déjà débuté dès la mi-octobre, mais aussi seulement au cours de la dernière semaine de novembre, tandis que le dégagement complet a déjà eu lieu aussi tôt qu'à la fin juillet, mais aussi tard qu'au début septembre. Dans la baie d'Ungava, l'englacement a déjà débuté dès la fin octobre et aussi tard que le début de décembre.

2.3.6 Baie de Baffin et détroit de Davis

En juin, la glace mince de la polynie des eaux du Nord dans la partie septentrionale de la baie de Baffin se désintègre, et puis la fonte s'étend vers le sud jusqu'aux approches du détroit de Lancaster. La banquise se détériore plus rapidement autour de la côte est que dans le centre de la baie. Par conséquent, au début du mois d'août, il reste encore de la glace à proximité de la côte entre Cape Dyer et Clyde River et dans les parties centrales de la baie vers le nord jusque par 74° de latitude N environ. La banquise est finalement réduite à des bancs de glace au large entre le cap Dyer et la baie Home à la fin d'août. Le dégagement survient en moyenne avant le mois de septembre.

has begun as early as mid October, and as late as the second week of November.

2.3.7 Arctic Archipelago

As temperatures move above freezing in the high Arctic, polynyas and open areas start to expand slowly. Then during June, the mobile ice in Lancaster Sound clears from the west followed by break-up of its consolidated ice. On the consolidated ice in the Archipelago, puddling begins, becoming extensive in early July. Fracturing in much of the Archipelago usually occurs in July, but often waits until August in Barrow Strait, Norwegian Bay, Viscount Melville Sound, Peel Sound, Larsen Sound and M'Clintock Channel.

In Dolphin and Union Strait and Coronation Gulf clearing usually comes before the end of July. Complete clearing in Admiralty Inlet and Dease Strait usually occurs in early August and in Pond Inlet, Queen Maud Gulf and south and east of King William Island during the second week of August. Wellington Channel and Jones Sound normally clear by late August, but incursions from the north may occur. Peel Sound, Prince Regent Inlet and the Gulf of Boothia will often clear in early September. However, the southern end of the Gulf of Boothia as well as Committee Bay usually remain encumbered with old ice throughout the summer. In Sverdrup basin, the area of fracturing is quite variable, and ice is usually present as freeze-up begins in the fall.

In Parry Channel, and in central portions of the Archipelago, new ice begins to form in September, and thickens rapidly to first-year ice in October, and then most of the area consolidates. However, in Lancaster Sound, freeze-up events may be delayed by a month because of strong winds and tidal activity. New ice begins to form around King William Island during the first week

Le courant qui coule vers le nord le long de la côte du Groenland est relativement chaud tandis que le courant qui coule vers le sud à l'est de l'île de Baffin est relativement froid. Par conséquent, la formation de la glace débute plus tôt le long du côté ouest de la baie que du côté du Groenland. En septembre, de la nouvelle glace commence à se former dans les étendues du nord-ouest de la baie de Baffin. À la fin du mois, une frange se forme tout le long de la côte de l'île de Baffin. La formation de la glace s'accélère en octobre, à tel point que c'est de la glace de première année qui prédomine au nord de Cape Dyer. En moyenne, la limite sud de la glace de mer se stabilise près d'une ligne reliant la côte du Groenland par 68° de latitude N à un point généralement au sud-ouest situé à quelque 200 km au large de l'île Résolution.

C'est la glace de première année qui prédomine tout au long de l'hiver dans la baie de Baffin et le détroit de Davis. Parce qu'une zone de basse pression est souvent centrée sur la baie de Baffin, les vents peuvent former un chenal de séparation tout le long de la côte de l'île de Baffin. Un pourcentage de glace de plusieurs années, qui provient principalement du détroit de Smith et quelquefois du détroit de Lancaster, infeste le côté ouest de la baie. L'épaisseur de cette glace varie de 240 à 320 cm. La formation de crête de pression, le chevauchement et l'hummockage y sont importants, et les icebergs abondants.

Il s'est déjà formé une voie d'eau presque libre traversant la partie nord de la baie de Baffin dès les premiers jours du mois de juillet ou aussi tard que pendant la dernière semaine d'août. Dans la baie Frobisher, il arrive que la glace soit complètement disparue au milieu de juin ou seulement pendant la dernière semaine d'août. Dans la baie de Baffin et le détroit de Davis, la glace peut être complètement disparue dès la mi-août, mais il se peut aussi qu'elle ne soit pas encore toute évanouie lorsque débute l'englacement. Dans cette dernière situation, les tempêtes automnales dispersent généralement bien les floes restants dans la région. L'englacement peut commencer dans le nord-ouest de la baie de Baffin dès la dernière semaine d'août ou seulement au milieu du mois d'octobre. Dans la baie Frobisher, la formation de nouvelle glace peut débiter aussi tôt que la mi-octobre et aussi tard que pendant la deuxième semaine de novembre.

of October, consolidating in early November. Freeze-up spreads to Coronation Gulf, and consolidation is usually complete in mid November.

In central portions of Viscount Melville Sound, and M'Clintock Channel the ice may remain in restricted motion during December. Small tidal openings are common in Penny Strait and Bellot Strait while a significant polynya exists in Hell Gate all winter. In eastern Parry Channel, consolidation and its rapidity varies considerably from year to year. Some years, consolidation reaches almost to the eastern entrance to Lancaster Sound, while in other years, consolidation only reaches Barrow Strait, but the median consolidation edge is at Prince Leopold Island.

East and south of a line from King William Island to Bathurst Island to southern Ellesmere Island, first-year ice predominates, with a small percentage of multi-year ice floes here and there. Committee Bay is an exception, where much of the ice is of the multi-year variety. West and north of this line, the predominant ice type is multi-year and the concentration of first-year ice depends upon the extent of break-up during the previous melting season.

The area of Larsen Sound and surrounding waters, and also the Committee Bay area noted above acts as a trap for old ice that periodically invades from more northern areas, because there is no effective exit for the ice. Incoming heat energy during the summer is sufficient to reduce the thickness of the old floes by more than the normal winter growth of this ice. The cycle may take several years before melt of an old floe is complete, but a "new" supply of old ice invades the area every few years.

Ice conditions can vary greatly from one year to the next. During colder winters, Lancaster Sound and Prince Regent Inlet can develop a consolidated ice cover and Lancaster Sound may still have loose ice as freeze-up begins. During easy years,

2.3.7 Archipel arctique

Lorsque la température monte au-dessus du point de congélation dans l'extrême Arctique, les polynies et les étendues libres de glace commencent lentement à s'agrandir. Ensuite, au cours du mois de juin, la glace mobile commence à disparaître à l'ouest du détroit de Lancaster et est suivie par la débâcle de sa glace consolidée. Sur la glace consolidée dans l'archipel, il commence à se former des mares qui deviendront plus étendues tôt en juillet. Dans la majeure partie de l'archipel, la formation de fractures se produit généralement en juillet, mais souvent en août dans le détroit de Barrow, la baie Norvégienne, le détroit du Vicomte-Melville, le détroit de Peel, le détroit de Larsen et le détroit de M'Clintock.

Dans le détroit de Dolphin et Union et le golfe du Couronnement, la glace disparaît complètement généralement avant la fin de juillet. C'est généralement au début d'août que la glace a complètement disparu dans la baie de l'Amirauté et dans le détroit de Dease et au cours de la deuxième semaine d'août dans le passage Pond, dans le golfe de la Reine-Maud et au sud et à l'est de l'île du Roi-Guillaume. C'est normalement à la fin du mois d'août que sont complètement libres de glace le détroit de Wellington et le détroit de Jones, mais il peut se produire des incursions de glace provenant du nord. La fonte est souvent complète au début de septembre dans le détroit de Peel, le passage Prince-Régent et le golfe de Boothia. Cependant, tout au cours de l'été, l'extrémité sud du golfe de Boothia et la baie Comité demeurent encombrées de glace de plusieurs années pendant tout l'été. Dans le bassin Sverdrup, l'étendue de la zone de fracture est plutôt variable et, en général, il reste de la glace jusqu'au début de l'englacement à l'automne.

Dans le chenal Parry et dans les parties centrales de l'Archipel, c'est en septembre que la nouvelle glace commence à se former. Elle s'épaissit rapidement pour devenir de la glace de première année en octobre et ensuite, la glace se consolide dans la majeure partie de la région. Toutefois, dans le détroit de Lancaster, l'englacement peut retarder d'un mois en raison des vents forts et de l'activité des marées. Au cours de la première semaine d'octobre, il se forme de la nouvelle glace autour

Lancaster Sound can become open water by the end of May and remain open until new ice forms in October. During colder summers, many of the channels remain consolidated, or retain close pack ice leading to early freeze-up. On the other hand, during a warmer summer, most channels break up, with extensive clearing ensuing. This may allow old ice broken from the ice cover in the Queen Elizabeth Islands to drift south in the fall into Parry Channel, contributing to difficult ice conditions there the following year.

2.3.8 Beaufort Sea

Old or multi-year ice up to 450 cm thick – the Arctic Pack - continuously circulates with currents and winds in the Arctic Ocean, and it is present year round. Its degree of penetration into the Beaufort Sea at any given time is dependent on the wind regime of the year. On average, the boundary of the Arctic Pack lies from near Cape Prince Alfred southwestward to some 200 km north of Herschel Island and then westward some 200 km off the Alaska North Coast. Between the Arctic Pack and the coastal shorefast ice, mobile first year ice is predominant through the winter.

The edge of consolidation in Amundsen Gulf can be quite different from year to year, but commonly it lies near Cape Baring or Cape Lambton, or less frequently at Cape Kellett. In spring, northwest winds die off, and east and southeast winds become predominant, so that a polynya develops there. In June, melt begins in the Mackenzie Delta and an open water area also develops quickly there. Typically, Amundsen Gulf fractures in late June and the ice drifts out and decays. The fast ice along the Tuktoyaktuk Peninsula fractures in early July, and by the end of the month an open water route usually develops from Mackenzie Bay to Cape Bathurst. Amundsen Gulf usually clears before August.

de l'île du Roi-Guillaume et celle-ci devient consolidée tôt en novembre. L'englacement s'étend au golfe du Couronnement et la consolidation est généralement complète à la mi-novembre.

Dans les parties centrales du détroit du Vicomte-Melville et du détroit de M'Clintock, la glace peut se déplacer un peu pendant décembre. De petites ouvertures dégagées par les marées sont courantes dans le détroit de Penny et dans le détroit de Bellot et il y a une importante polynie dans le chenal Hell Gate pendant tout l'hiver. Dans la partie est du chenal Parry, la consolidation, et la rapidité à laquelle elle s'effectue, varient grandement d'une année à l'autre. Certaines années, la consolidation atteint presque l'entrée est du détroit de Lancaster, alors que d'autres années, la consolidation atteint seulement le détroit de Barrow. La lisière de la consolidation médiane se situe toutefois à l'île Prince-Léopold.

À l'est et au sud d'une ligne qui passe par l'île du Roi-Guillaume, l'île Bathurst et le sud de l'île d'Ellesmere, c'est de la glace de première année qui prédomine, même s'il y a un faible pourcentage de glace de plusieurs années ici et là. La baie Comité constitue une exception car c'est surtout de la glace de plusieurs années qui s'y trouve. À l'ouest et au nord de cette ligne, c'est de la glace de plusieurs années qui prédomine et la concentration de glace de première année dépend de l'ampleur du déglacement au cours de la saison de fonte précédente.

La région du détroit de Larsen et les eaux environnantes ainsi que celle de la baie Comité mentionnée ci-haut agissent comme piège pour la vieille glace qui les envahit périodiquement en provenance de régions plus au nord, car il n'y a pas de sortie efficace pour la glace. L'énergie thermique absorbée au cours de l'été suffit à réduire l'épaisseur des vieux floes d'une quantité supérieure à la croissance hivernale normale de cette glace. Ce cycle peut prendre plusieurs années avant de faire fondre complètement un vieux floe, mais un « nouveau » lot de vieille glace envahit la région tous les deux ou trois ans.

Les conditions glacielles peuvent varier grandement d'une année à l'autre. Pendant les hivers plus froids, il peut se former une couverture

West of the Mackenzie delta to Point Barrow, a narrow shore or flaw lead develops in July, but the shallowness of the water and frequent onshore winds render it unnavigable. Open drift ice conditions do not develop along the coast until the first week of August and an open water route not until the first week of September. September is normally the best month for navigation in most of the Beaufort.

Freeze-up in the Beaufort depends to a very great extent upon the location of the southern limit of the Arctic Pack. New ice formation starts among the multi-year floes in late September and spreads southward while it also spreads seaward from the coast. By late October much of the ice is at the first-year stage right out to the Arctic Pack. Shorefast ice is extensive, seaward to the vicinity of the 20 metre water depth. Onshore winds during the winter months hold the mobile pack ice tight to shorefast ice.

During a cold summer, the shore fast ice along the Tuktoyaktuk Peninsula may not completely break until mid July. These cold summers occur because northwesterly winds keep the Arctic Pack close to shore. Thus there are difficult ice navigating conditions between Amundsen Gulf and Point Barrow

Open water along the Alaskan coast can develop as early as the third week of July.

de glace consolidée dans le détroit de Lancaster et le passage Prince-Régent il peut y avoir encore des morceaux de glace sur le détroit de Lancaster au moment où débute l'englacement. Pendant les années plus faciles, la glace peut avoir complètement disparu dans le détroit de Lancaster dès la fin du mois de mai et il peut rester libre jusqu'à ce que de la nouvelle glace se forme en octobre. Pendant les étés plus froids, nombreux sont les chenaux qui restent couverts de glace consolidée ou occupés par une banquise serrée, ce qui entraîne un englacement hâtif. D'autre part, au cours d'un été plus chaud, il y a dislocation dans la majorité des chenaux et il s'en suit un vaste déglacement. Cela peut permettre à la vieille glace qui s'est détachée de la couverture de glace des îles de la Reine-Élisabeth de dériver vers le sud jusqu'au chenal Parry, ce qui contribuera à rendre plus difficiles les conditions glacielles à cet endroit l'année suivante.

2.3.8 Mer de Beaufort

De la vieille glace ou de la glace de plusieurs années d'une épaisseur de 450 cm – le pack arctique – se déplace continuellement au gré des courants et des vents dans l'océan Arctique et il est présent à l'année longue. Son degré de pénétration dans la mer de Beaufort à un moment donné dépend du régime des vents pour l'année en cours. En moyenne, la limite du pack arctique s'étend du sud-ouest du cap Prince Alfred environ jusqu'à quelque 200 km au nord de l'île Herschel et ensuite à l'ouest à quelque 200 km de la côte septentrionale de l'Alaska. Entre le pack arctique et la glace fixée à la côte, c'est de la glace de première année mobile qui prédomine tout au cours de l'hiver.

La lisière de la consolidation dans le golfe Amundsen peut être très différente d'une année à l'autre, mais elle se situe en général près du cap Baring ou du cap Lambton ou quelquefois au cap Kellett. Au printemps, les vents de nord-ouest s'apaisent et ce sont les vents d'est et de sud-est qui deviennent prédominants, c'est pourquoi il s'y forme une polynie. En juin, la glace commence à fondre dans le delta du Mackenzie et il s'y forme rapidement une étendue d'eau libre. En général, il se forme des fractures dans le golfe Amundsen à la fin juin; la glace

dérive ensuite à l'extérieur et décroît. La banquise côtière qui s'est formée le long de la péninsule de Tuktoyaktuk se fracture au début juillet et à la fin du mois, il se forme normalement une voie d'eau libre entre la baie Mackenzie et le cap Bathurst. Le golfe Amundsen est généralement complètement déglacé avant le mois d'août.

En juillet, à l'ouest du delta du Mackenzie jusqu'à la pointe Barrow, il se forme un étroit chenal côtier ou de séparation, mais la faible profondeur de l'eau et les vents de mer fréquents font que la navigation y est impossible. La glace de dérive lâche n'apparaît pas le long de la côte avant la première semaine du mois d'août et ce n'est que pendant la première semaine de septembre qu'il existe une route en eau libre. Le mois de septembre est normalement le meilleur mois pour la navigation dans la majeure partie de la mer de Beaufort.

Dans la mer de Beaufort, l'englacement dépend surtout de l'emplacement de la limite sud de la banquise arctique. La formation de nouvelle glace débute à la fin de septembre entre les floes de plusieurs années et s'étend vers le sud ainsi que vers la mer depuis la côte. À la fin octobre, la glace qui se trouve autour du pack arctique en est une de première année. La glace fixée est importante, elle s'étend de la côte jusque par une profondeur de l'eau de 20 mètres. Durant les mois d'hiver, les vents de mer retiennent le pack de glace mobile contre la glace fixée.

Lors d'un été froid, il se peut que la glace fixée le long de la péninsule de Tuktoyaktuk ne se détache pas avant la mi-juillet. Ces étés froids surviennent lorsque des vents du nord-ouest maintiennent le pack arctique près de la côte. Les conditions pour la navigation sont alors difficiles entre le golfe Amundsen et la pointe Barrow en raison de la glace.

Une zone d'eau libre peut apparaître le long de la côte de l'Alaska dès la troisième semaine de juillet.

TERMINOLOGY

Classification of ice commonly found in Northern Canadian Waters according to internationally accepted terminology (Sea Ice Nomenclature of the World Meteorological Organization) and mentioned in this atlas is primarily based on the following definitions for sea ice, river ice, and lake ice:

1. SEA ICE

Any form of ice found at sea which has originated from the freezing of sea water.

A. AGES OF SEA ICE NEW ICE

A general term for recently formed ice which includes frazil ice, grease ice, slush and shuga. These types of ice are composed of ice crystals which are only weakly frozen together (if at all) and have a definite form only while they are afloat. In Canada, the term 'new ice' is applied to all recently formed sea ice having thickness up to 10 cm. This includes ice rind, light nilas and dark nilas.

GREY ICE

Young ice 10 to 15 cm thick which is less elastic than nilas and breaks on swell. Usually rafts under pressure.

GREY-WHITE ICE

Young ice 15 to 30 cm thick. Under pressure more likely to ridge than raft.

FIRST-YEAR ICE

Sea ice of not more than one winter's growth, developing from young ice; thickness 30 cm to 2 m. May be subdivided into:

- THIN FIRST-YEAR ICE: - 30-70 cm thick
- MEDIUM FIRST-YEAR ICE: - 70-120 cm thick
- THICK FIRST-YEAR ICE: - over 120 cm thick

TERMINOLOGIE

La classification, selon la terminologie acceptée internationalement et utilisée dans cet atlas (Nomenclature OMM des glaces en mer), des glaces dans les eaux du Nord Canadien est basée principalement sur les définitions suivantes pour la glace de mer, la glace de rivière et la glace de lac:

1. GLACE DE MER

Toute forme de glace trouvée en mer qui résulte du gel de l'eau de mer.

A. ÂGES DES GLACES DE MER NOUVELLE GLACE:

Terme général s'appliquant à toute glace formée récemment. Ce terme recouvre ceux de frazil, sorbet, gadoue et shuga qui correspondent à différents aspects de la glace formée par des cristaux qui sont encore faiblement soudés entre eux par le gel (s'ils le sont) et n'ont un aspect défini que lorsqu'ils flottent en surface. Au Canada, le terme «nouvelle glace» désigne toute glace de mer récemment formée d'une épaisseur pouvant atteindre 10 cm. Ceci comprend la glace vitrée, le nilas clair et le nilas sombre.

GLACE GRISE:

Jeune glace de 10 à 15 cm d'épaisseur, moins souple que le nilas et se brisant sous l'effet de la houle. En général, les fragments se chevauchent et s'entassent sous l'effet de la pression.

GLACE BLANCHÂTRE:

Jeune glace de 15 à 30 cm d'épaisseur. Sous l'effet de la pression, aura plus tendance à faire des crêtes qu'à s'entasser.

GLACE DE PREMIÈRE ANNÉE:

Glace de mer n'ayant qu'un seul hiver de croissance et provenant d'une jeune glace; son épaisseur varie entre 30 cm et 2 m. Peut être subdivisée en:

OLD ICE

Sea ice which has survived at least one summer's melt. Most topographic features are smoother than on first-year ice. May be subdivided into:

SECOND-YEAR ICE:

Old ice which has survived only one summer's melt. Summer melting produces a regular pattern of numerous small puddles. Bare patches and puddles are usually greenish blue.

MULTI-YEAR ICE:

Old ice up to 3 m or more thick which has survived at least two summer's melt. Hummocks even smoother than in second-year ice, and the ice is almost salt-free. Colour, where bare, is usually blue. Melt pattern consists of large interconnecting irregular puddles and a well-developed drainage system.

B. CONCENTRATION OF SEA ICE

Concentration is the ratio expressed in tenths describing the amount of the sea surface covered by ice as a fraction of the whole area being considered. Total concentration includes all stages of development that are present, partial concentration may refer to the amount of a particular stage or a particular form of ice and represents only a part of the total. The following terms are used:

COMPACT ICE:

Floating ice in which the concentration is 10/10 and no water is visible.

GLACE MINCE DE PREMIÈRE ANNÉE:

de 30 à 70 cm d'épaisseur

GLACE MOYENNE DE PREMIÈRE ANNÉE:

de 70 à 120 cm d'épaisseur

GLACE ÉPAISSE DE PREMIÈRE ANNÉE:

d'une épaisseur supérieure à 120 cm

VIEILLE GLACE:

Glace de mer ayant survécu à au moins une fonte d'été. La plupart des accidents topographiques sont plus arrondis que sur la glace de première année. Peut être divisé en:

GLACE DE DEUXIÈME ANNÉE:

Vieille glace n'ayant subi qu'un été de fonte. La fonte d'été produit un dessin régulier de nombreuses petites mares d'eau. Les endroits mis à nu et les mares sont généralement bleu-vert.

GLACE DE PLUSIEURS ANNÉES:

Vieille glace, ayant 3 m et plus d'épaisseur, qui a survécu à au moins deux fontes d'été. Les hummocks sont encore plus arrondis que dans le cas d'une glace de deuxième année et la glace est presque exempte de sel. Là où la glace est vive, sa couleur est généralement bleue. La fusion entraîne une configuration caractérisée par de grandes mares irrégulières interconnectées et par un système de drainage bien développé.

B. CONCENTRATION DE LA GLACE DE MER

La concentration est le rapport, exprimé en dixièmes, indiquant la proportion de la surface de la mer qui, par rapport à celle de l'ensemble de la zone considérée, est couverte de glace. La concentration totale englobe toutes les phases de développement existantes. La concentration partielle peut ne concerner que la glace correspondant à une phase particulière ou à une forme

CONSOLIDATED ICE:

Floating ice in which the concentration is 10/10 and the floes are frozen together.

VERY CLOSE ICE:

Floating ice in which the concentration is 9/10 to less than 10/10.

CLOSE ICE:

Floating ice in which the concentration is 7/10 to 8/10, composed of floes mostly in contact.

OPEN ICE:

Floating ice in which the concentration is 4/10 to 6/10 with many leads and polynyas, and the floes are generally not in contact with one another.

VERY OPEN ICE:

Floating ice in which the concentration is 1/10 to 3/10 and water preponderates over ice.

OPEN WATER:

A large area of freely navigable water in which sea ice is present in concentration less than 1/10. No ice of land origin is present.

ICE FREE:

No ice present. If ice of any kind is present this term shall not be used.

BERGY WATER:

An area of freely navigable water in which ice of land origin is present in concentrations less than 1/10. There may be sea ice present, although the total concentration of all ice shall not exceed 1/10.

C. FORMS OF SEA ICE**FAST ICE:**

Sea ice which forms and remains fast along the coast where it is attached to the shore, to an ice wall, to an ice front, between shoals or grounded icebergs.

bien précise et représente seulement une partie de la concentration totale. Les termes suivants sont utilisés:

GLACE COMPACTE:

Glace flottante dont la concentration est de 10/10 et où il n'y a pas d'eau visible.

GLACE CONSOLIDÉE:

Glace flottante dont la concentration est de 10/10 et où les floes ont été soudés par le gel.

GLACE TRÈS SERRÉE:

Glace flottante dont la concentration est de 9/10 à moins de 10/10.

GLACE SERRÉE:

Glace flottante dont la concentration est de 7/10 à 10/10 et qui est composée de floes dont la plupart sont en contact.

GLACE LÂCHE:

Glace flottante dont la concentration est de 4/10 à 6/10 avec de nombreux chenaux et polynies; les floes ne sont généralement pas en contact les uns avec les autres.

GLACE TRÈS LÂCHE:

Glace flottante dont la concentration est de 1/10 à 3/10 et où il y a plus d'eau que de glace.

EAU LIBRE:

Grande étendue d'eau librement navigable dans laquelle la glace de mer est présente à des concentrations inférieures à 1/10. Il n'y a pas de glace d'origine terrestre.

LIBRE DE GLACE:

Aucune glace n'est présente. S'il y a de la glace de quelque espèce que ce soit, ce terme ne doit pas être employé.

EAU BERGÉE

Zone d'eau librement navigable dans laquelle des glaces d'origine terrestre sont présentes en concentrations inférieures à 1/10. Il se peut que de la

Vertical fluctuations may be observed during changes of sea level. Fast ice may be formed in situ from sea water or by freezing of floating ice of any age to the shore and may extend a few metres or several hundred kilometres from the coast.

FLOATING ICE:

Any form of ice found floating in water. The principal kinds of floating ice are lake ice, river ice, and sea ice which form by the freezing of water at the surface, and glacier ice (ice of land origin) formed on land or in an ice shelf. The concept includes ice that is stranded or grounded.

ICE FLOE:

Any relatively flat piece of sea ice 20 metres or more across. Floes are subdivided according to horizontal extent as follows:

- GIANT: - over 10 km across
- VAST: - 2 to 10 km across
- BIG: - 500 m to 2 km across
- MEDIUM: - 100 to 500 m across
- SMALL: - 20 to 100 m across
- ICE CAKE: - Any relatively flat piece of sea ice less than 20 m across.
- BRASH ICE: - accumulations of floating ice made up of fragments not more than 2 m across, the wreckage of other forms of ice.

PANCAKE ICE:

Predominantly circular pieces of ice 30 cm to 3 m in diameter and up to 10 cm in thickness, with raised rims due to the pieces striking one another.

glace de mer soit présente, mais la concentration totale de toute la glace ne doit pas excéder 1/10.

C. FORMES DE GLACE DE MER:

BANQUISE CÔTIÈRE:

Glace de mer qui se forme et reste fixe le long de la côte, où elle est attachée soit au rivage, soit à un mur de glace, ou encore à une falaise de glacier, entre des hauts-fonds ou des icebergs échoués. Des fluctuations verticales peuvent être observées quand le niveau de la mer varie. La banquise côtière peut être formée sur place à partir de l'eau de mer ou de glace flottante de n'importe quel âge retenue au rivage par le gel; elle peut s'étendre à plusieurs mètres comme à plusieurs centaines de kilomètres de la côte.

GLACE FLOTTANTE:

Toute glace flottant dans l'eau. Les principales sortes de glace flottante sont la glace de lac, la glace de rivière, la glace de mer, qui se forme par congélation de l'eau de mer en surface, et la glace de glacier (glace d'origine terrestre) formée sur la terre ferme ou provenant d'un plateau de glace. Ce concept comprend aussi la glace jetée en côte ou échouée.

FLOE:

Tout fragment de glace de mer relativement plat ayant 20m ou plus d'extension horizontale. Selon leur extension horizontale, les floes sont subdivisés ainsi qu'il suit:

- GÉANT: - plus de 10 km d'extension
- IMMENSE: - de 2 à 10 km d'extension
- GRAND: - de 500 m à 2 km d'extension
- MOYEN: - de 100 m à 500 m d'extension
- PETIT: - de 20 m à 100 m d'extension
- GLAÇON: - tout fragment relativement plat de glace de mer ayant moins de 20 m d'extension

STRIP:

A long narrow area of floating ice about 1 km or less in width, usually composed of small fragments detached from the main mass of ice, and run together under the influence of wind, swell or current.

ICE PATCH:

An area of floating ice less than 10 km across.

D. SURFACE FEATURES OF SEA ICE**LEAD:**

Any fracture or passageway through sea ice which is navigable by surface vessels. If the passageway lies between drift ice and the shore it is termed a **shore lead**. If it lies between drift ice and fast ice it is called a **flaw lead**.

PUDDLE:

An accumulation on ice of meltwater, mainly due to melting snow, but in the more advanced stage also to the melting of ice. Initial stage consists of patches of melted snow.

SLUSH:

Snow which is saturated and mixed with water on land or ice surfaces, or as a viscous floating mass in water after a heavy snowfall.

THAW HOLES:

Vertical holes in sea ice formed when surface puddles melt through to the underlying water.

RAFTED ICE:

Type of deformed ice formed by one piece of ice overriding another.

RIDGE:

A line or wall of broken ice forced up by pressure. May be fresh or weathered. The submerged volume of broken ice under a ridge, forced downwards by pressure, is termed an **ice keel**.

SARRASINS:

- accumulation de glaces flottantes composées de fragments qui n'ont pas plus de 2 m d'extension et qui proviennent de la destruction d'autres formes de glace.

GLACE EN CRÊPES:

Morceaux de glace de forme circulaire ayant de 30 cm à 3 m de diamètre et jusqu'à 10 cm d'épaisseur, avec des bords relevés du fait du frottement des morceaux les uns contre les autres.

CORDON DE GLACE:

Longue et étroite bande de glace flottante ayant 1 km ou moins de largeur, ordinairement composée de petits fragments détachés de la masse de glace principale et réunis sous l'effet du vent, de la houle ou du courant.

BANC DE GLACE:

Etendue de glace flottante ayant moins de 10 km.

D. PARTICULARITÉS DE SURFACE DE LA GLACE DE MER CHENAL:

Toute fracture ou passage à travers la glace de mer accessible à un navire de surface. Si le passage se trouve entre la glace dérivante et le rivage, il s'agit d'un **chenal côtier**. S'il se trouve entre la glace dérivante et une banquise côtière, c'est un **chenal de séparation**.

MARE:

Accumulation sur la glace d'eau de fonte provenant principalement de la fonte de la neige mais, aux stades les plus avancés, aussi de la fonte de la glace. Au début, ces mares sont de simples flaques de neige fondue.

HUMMOCK:

A hillock of broken ice which has been forced upwards by pressure. May be fresh or weathered. The submerged volume of broken ice beneath the hummock, forced downward by pressure, is termed a *bummock*.

POLYNYA:

Any non-linear shaped opening enclosed in ice. Polynyas may contain brash ice and / or be covered with new ice, nilas or young ice; submariners refer to these as 'skylights'. Sometimes the polynya is limited on one side by the coast and is called a shore polynya or by fast ice and is called a flaw polynya. If it recurs in the same position every year, it is called a recurring polynya.

ROTTEN ICE:

Sea ice which has become honeycombed and which is in an advanced stage of disintegration.

2. OTHER TERMS COMMON TO SHIPPING

BESET:

Situation of a vessel surrounded by ice and is unable to move.

DIFFICULT AREA:

A general qualitative expression to indicate, in a relative manner, that the severity of ice conditions prevailing in an area are such that navigation is difficult.

EASY AREA:

A general qualitative expression to indicate, in a relative manner, that ice conditions prevailing in an area are such that navigation is not difficult.

GADOUE:

Neige saturée et mélangée d'eau reposant sur la terre ou la glace, ou masse visqueuse flottant sur l'eau après une forte chute de neige.

TROUS DE FONTE:

Trous verticaux dans la glace de mer qui se forment quand, du fait de la fusion, les mares de surface rejoignent l'eau de mer sous-jacente.

GLACE EMPILÉE OU ENTASSÉE:

Type de déformation de la glace dans laquelle les plaques de glace se chevauchent les unes les autres.

CRÊTE:

Ligne ou mur de glace brisée qui est soulevée par la pression. Peut être récente ou érodée. Le volume correspondant de glace brisée poussée vers le bas par la pression au-dessous d'une crête est appelé *quille de glace*.

«HUMMOCK»:

Monticule de glace brisée qui a été soulevée par la pression. Peut être récent ou érodé. Le volume de glace brisée qui s'est enfoncé sous l'effet de la pression et se trouve submergé sous le hummock est appelé un *bummock*.

POLYNIE:

Toute ouverture de forme non linéaire enclose dans la glace. Les polynies peuvent contenir du «brash» (sarrasins) et/ou être couvertes de nouvelle glace de nilas ou de jeune glace; ceux-ci sont appelés «lanterneaux» par les sous-marinières. On parle d'une polynie côtière si la polynie se trouve entre la glace dérivante et la côte, et d'une polynie de séparation si elle se trouve entre la glace dérivante et une banquise côtière. On parle d'une polynie récurrente si elle réapparaît à la même position tous les ans.

ICEBOUND:

A harbour, inlet, etc. is said to be icebound when navigation by ships is prevented on account of ice, except possibly with the assistance of an icebreaker.

ICE UNDER PRESSURE:

Ice in which deformation processes are actively occurring and hence a potential impediment or danger to shipping.

NOTE: A complete manual of ice terminology, classification, standard ice reporting codes and ice reconnaissance practices and procedures used in Canada are available from the Canadian Ice Service, Meteorological Service of Canada of Environment Canada under the title **MANICE**.

GLACE POURRIE:

Glace de mer qui est criblée de trous de fonte et qui se trouve à un stade avancé de désintégration.

2. AUTRES TERMES COURANTS RELATIFS À LA NAVIGATION

COINCÉ:

Situation d'un navire entouré par les glaces et incapable de se mouvoir.

ZONE DIFFICILE:

Expression qualitative générale indiquant que, relativement parlant, les conditions de glace régnant dans cette région sont telles que la navigation y est difficile.

ZONE FACILE:

Expression qualitative générale indiquant que, relativement parlant, les conditions de glace régnant dans cette région sont telles que la navigation n'y est pas difficile.

BLOQUÉ PAR LES GLACES:

On dit qu'un port, une crique, etc., est bloqué par les glaces quand la navigation est rendue impossible du fait de la glace sauf, peut-être, avec l'aide d'un brise-glace.

GLACE SOUMISE À PRESSION:

Glace dans laquelle se produisent des processus de déformation et qui représente, de ce fait, un obstacle ou un danger pour la navigation.

NOTE: Le Service canadien des glaces, qui fait partie du Service météorologique du Canada d'Environnement Canada, a publié sous le titre de **MANICE** un guide complet sur la terminologie et la classification des glaces, et sur les pratiques et procédures normalisées qui sont utilisées au Canada pour l'observation des glaces.

ACRONYMS

ACRONYMES

ACRONYMS

AES	Atmospheric Environment Service (Meteorological Service of Canada)
CIS	Canadian Ice Service
DEWLINE	Distant Early Warning Line
ERS	Earth Resources Satellite (European Space Program)
ERTS	Earth Resources Technological Satellite
ESSA	Environmental Science Services Administration
GIS	Geographic Information System
LANDSAT	Land Satellite
MANICE	Manual of Standard Procedures for Observing and Reporting Ice Conditions
MSC	Meteorological Service of Canada
NOAA	National Oceanographic and Atmospheric Administration (U.S.)
PERD	Program on Energy Research & Development
RADARSAT	Radar Satellite
SAR	Synthetic Aperture Radar
SLAR	Side-Looking Airborne Radar
SSM/I	Special Sensor Microwave Imager
TIROS	Television and InfraRed Observation Satellite
VHRR	Very High Resolution Radiometers
WMO	World Meteorological Organization

ACRONYMES

DEWLINE	Réseau Distant Early Warning Line
ERS	Satellite européen de télédétection
ERTS	Satellite d'observation des ressources de la Terre
ESSA	Environmental Science Services Administration
PRDE	Programme de recherche et de développement énergétiques
LANDSAT	Satellite Landsat
MANICE	Manuel des normes d'observation des glaces
NOAA	National Oceanographic and Atmospheric Administration (É.-U.)
OMM	Organisation météorologique mondiale
RABL	Radar aéroporté à balayage latéral
RADARSAT	Satellite-radar RADARSAT
ROS	Radar à ouverture synthétique
SCG	Service Canadien des Glaces
SEA	Service de l'environnement atmosphérique (Services météorologiques du Canada)
SIG	Système d'information géographique
SMC	Service Météorologique du Canada
SSM/I	Imageur hyperfréquence spécialisé
TIROS	Satellite d'observation télévisuelle et infrarouge
VHRR	Radiomètre à très grande résolution

REFERENCES

DOCUMENTATION

REFERENCES

- AES 1959-1974: Weekly Historical Ice Charts, Canadian Ice Service, Ottawa, Ont., unpublished.
- AES May 1989: Manual of Standard Procedures for Observing and Reporting Ice Conditions, Environment Canada, Downsview, Ont., published manual.
- AES July 1991: SAR Ice Interpretation Guide, Environment Canada, Ottawa, Ont., published manual.
- AES November 1991: SLAR Users Manual, Environment Canada, Ottawa, Ont., published manual.
- AES March 1992: Manual of Ice Services, Ice Centre Environment Canada, Ottawa, Ont., published manual.
- CIS March 2001, Sea Ice Climatic Atlas East Coast of Canada 1971-2000, Ottawa, Ont., En57-38/2000.
- CIS 1971-2000: Canadian Digital Regional Ice Charts, Canadian Ice Service, Ottawa, Ont., unpublished.
- Markham, W.E. 1980: Ice Atlas Eastern Canadian Seaboard, Atmospheric Environment Service, Downsview, Ont., En56-55/1981E, 96 pp.

DOCUMENTATION

- Markham, W.E. 1980: Atlas des glaces : littoral de l'Est canadien, Service de l'environnement atmosphérique, Downsview (Ontario), En56-55/1981F, 98 pp.
- Markham, W.E. 1981: Atlas des glaces, voies d'eau de l'Arctique canadien, Service de l'environnement atmosphérique, Downsview (Ontario), En56-54/1981, 198 pp.
- Markham, W.E. 1988: Atlas des glaces, Baie d'Hudson et ses abords, Service de l'environnement atmosphérique, Downsview (Ontario), En56-75/1987, 123 pp.
- Mullane, T.F. 1980: Operational Use of Satellite Imagery in the Canadian Ice Program, communication présentée au 6^e Symposium canadien sur la télédétection, Halifax (N.-É.), p. 17-32.
- SCG 1971-2000: Cartes canadiennes digitales régionales des glaces, Service canadien des glaces, Ottawa (Ontario), non publiées.
- SCG Mars 2001, Atlas Climatique des glaces de mer Côte Est du Canada 1971-2000, Ottawa, Ont., En57-38/2000.
- SEA 1959-1974: Cartes historiques hebdomadaires des glaces, Service canadien des glaces, Ottawa (Ontario), non publiées.

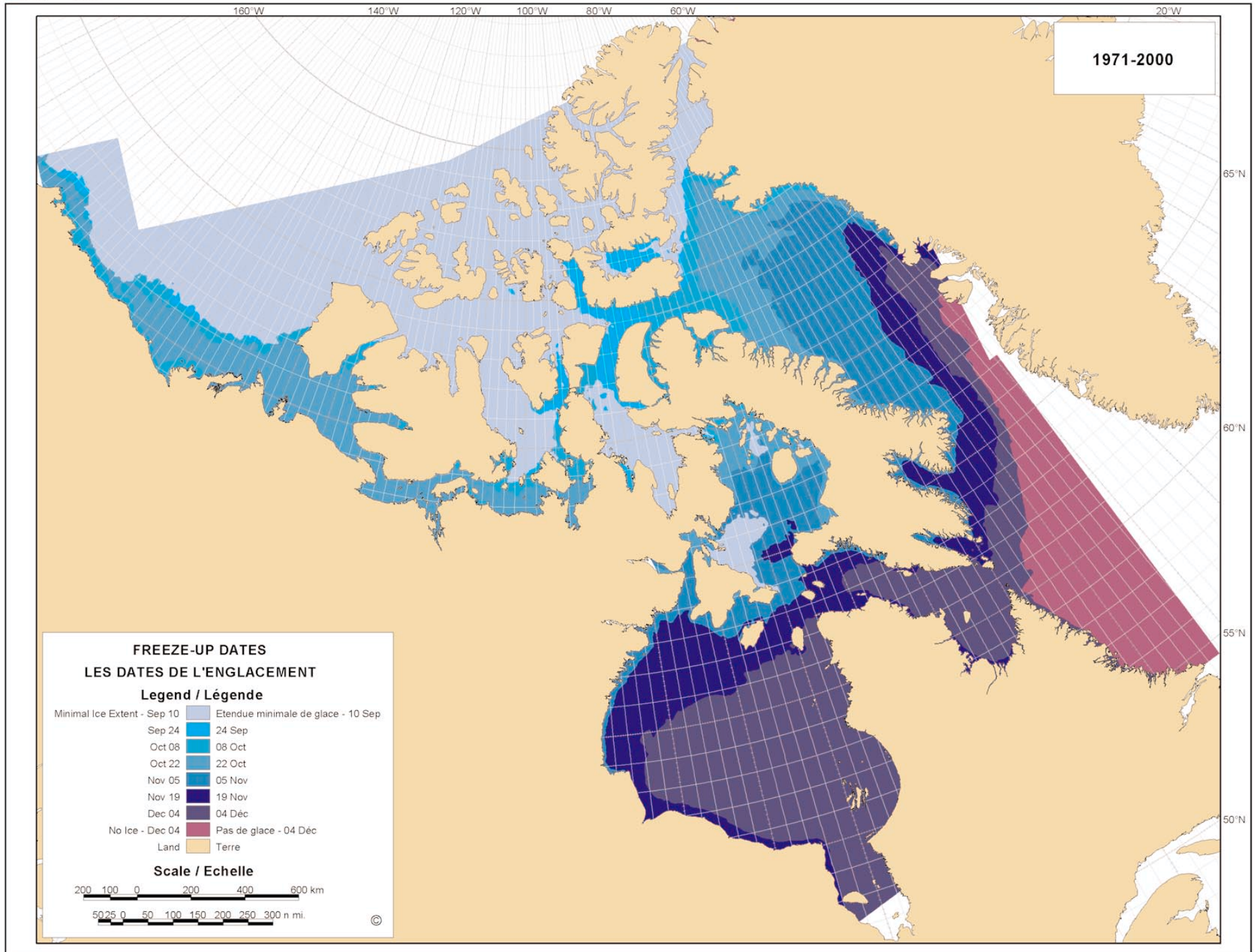
Markham, W.E.	1981: Ice Atlas Canadian Arctic Waterways, Atmospheric Environment Service, Downsview, Ont., En56-54/1981, 198 pp.	SEA	Mai 1989: Manuel des normes d'observation des glaces (MANICE), Environnement Canada, Downsview (Ontario), publié.
Markham, W.E.	1988: Ice Atlas Hudson Bay and Approaches, Atmospheric Environment Service, Downsview, Ont., En56-75/1987, 123 pp.	SEA	Juillet 1991: Guide d'interprétation des images ROS des glaces, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), publié.
Mullane, T.F.	1980: Operational Use of Satellite Imagery in the Canadian Ice Program, presented to 6 th Canadian Symposium on Remote Sensing, Halifax, NS, p. 17-32.	SEA	Novembre 1991: Manuel d'utilisation du RABL, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), publié.
		SEA	Mars 1992: Manuel pour Services des glaces (MANIS), Centre des glaces, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), publié.

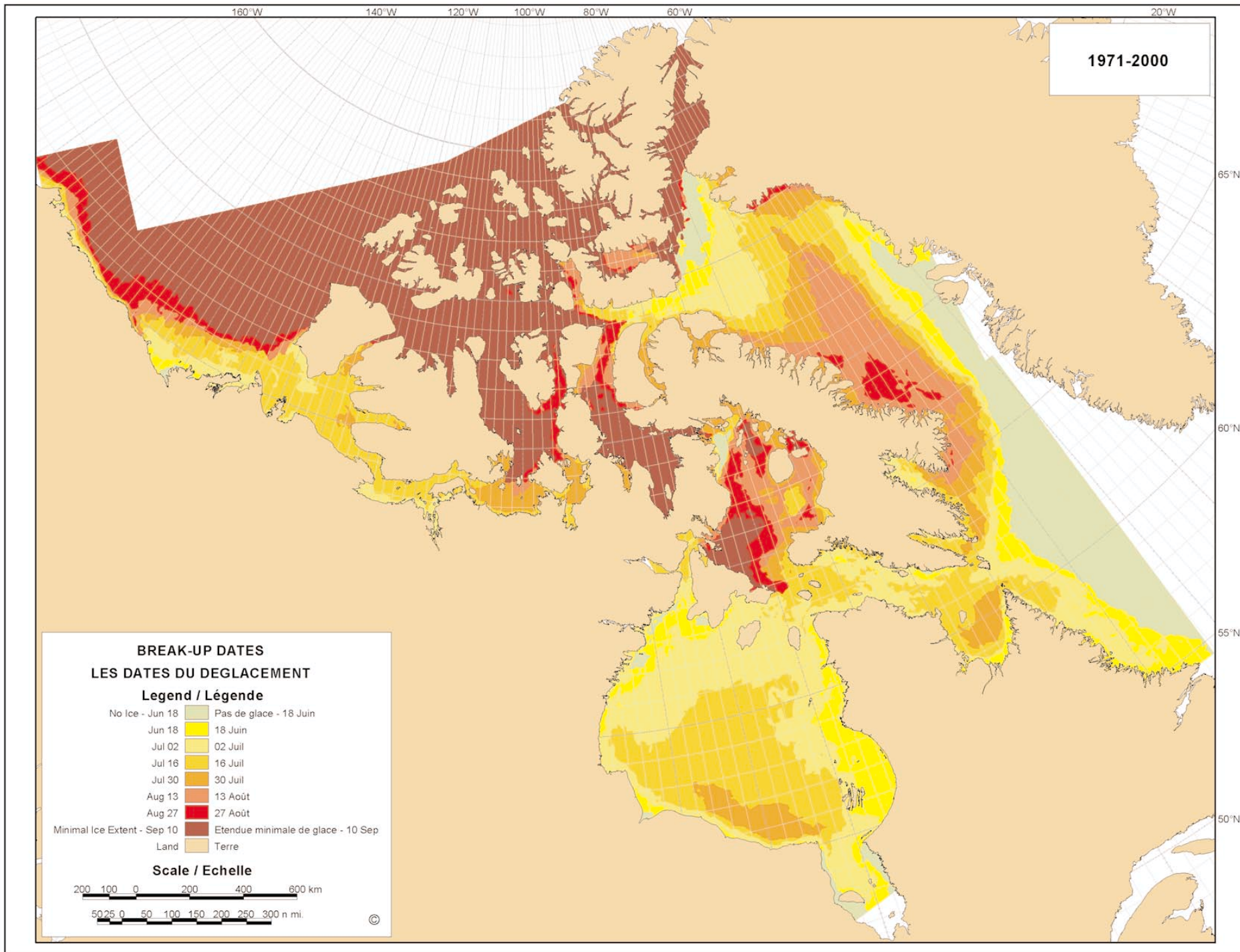
APPENDIX A: SEA CLIMATE CHARTS

ANNEXE A : CARTES CLIMATIQUES DE GLACE DE MER

DATES OF FREEZE-UP AND BREAK-UP

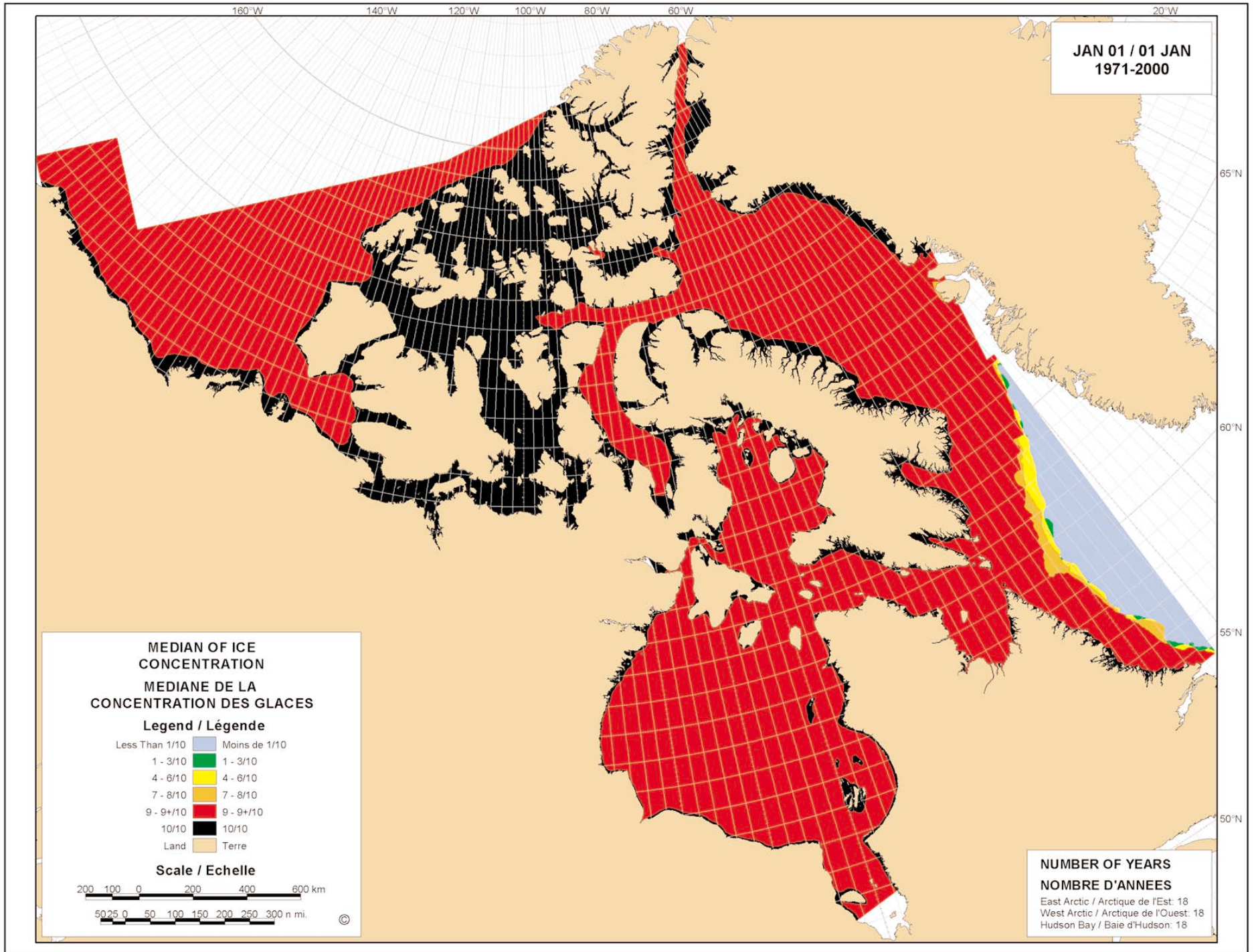
LES DATES DE L'ENGLACEMENT ET DU DÉGLACEMENT

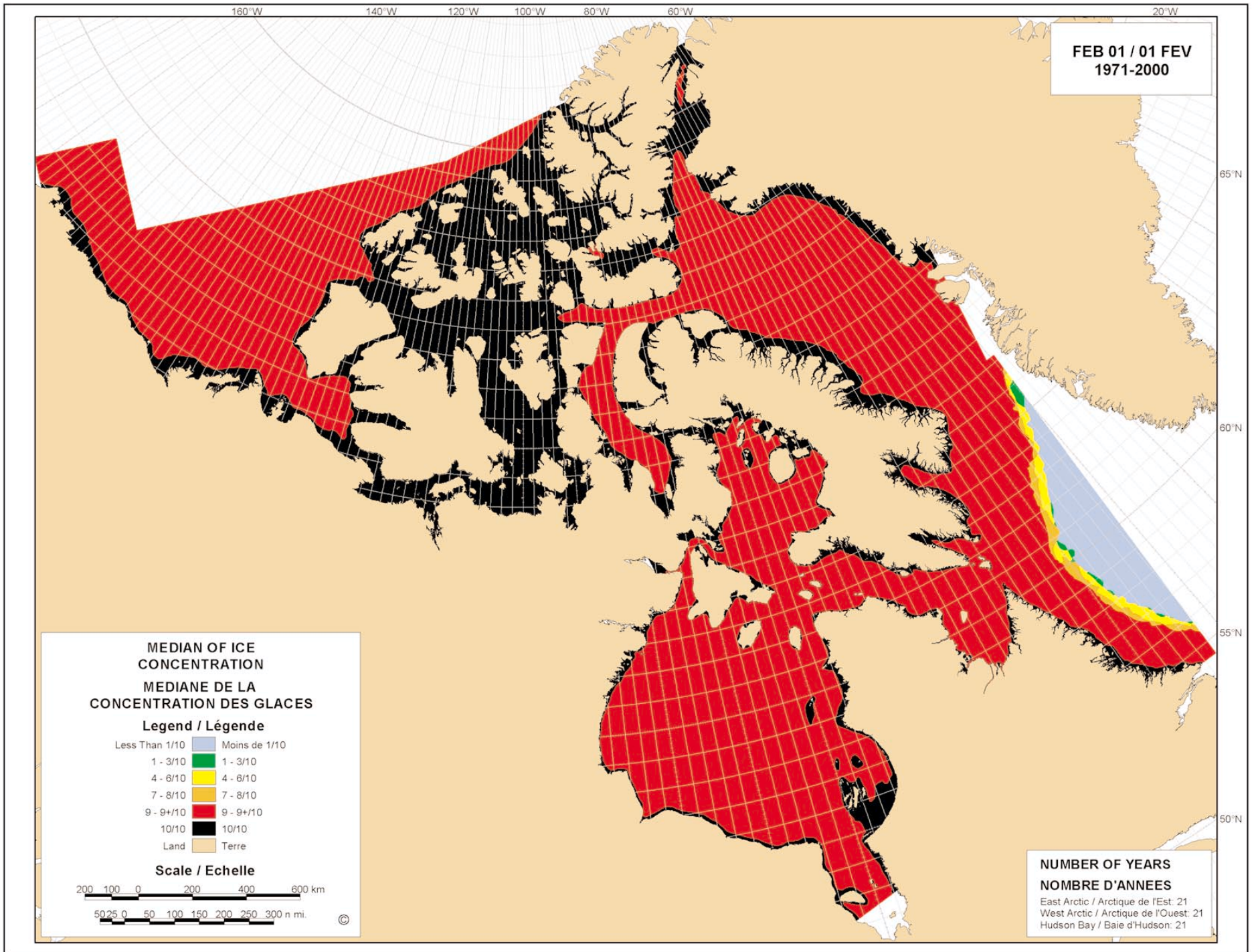


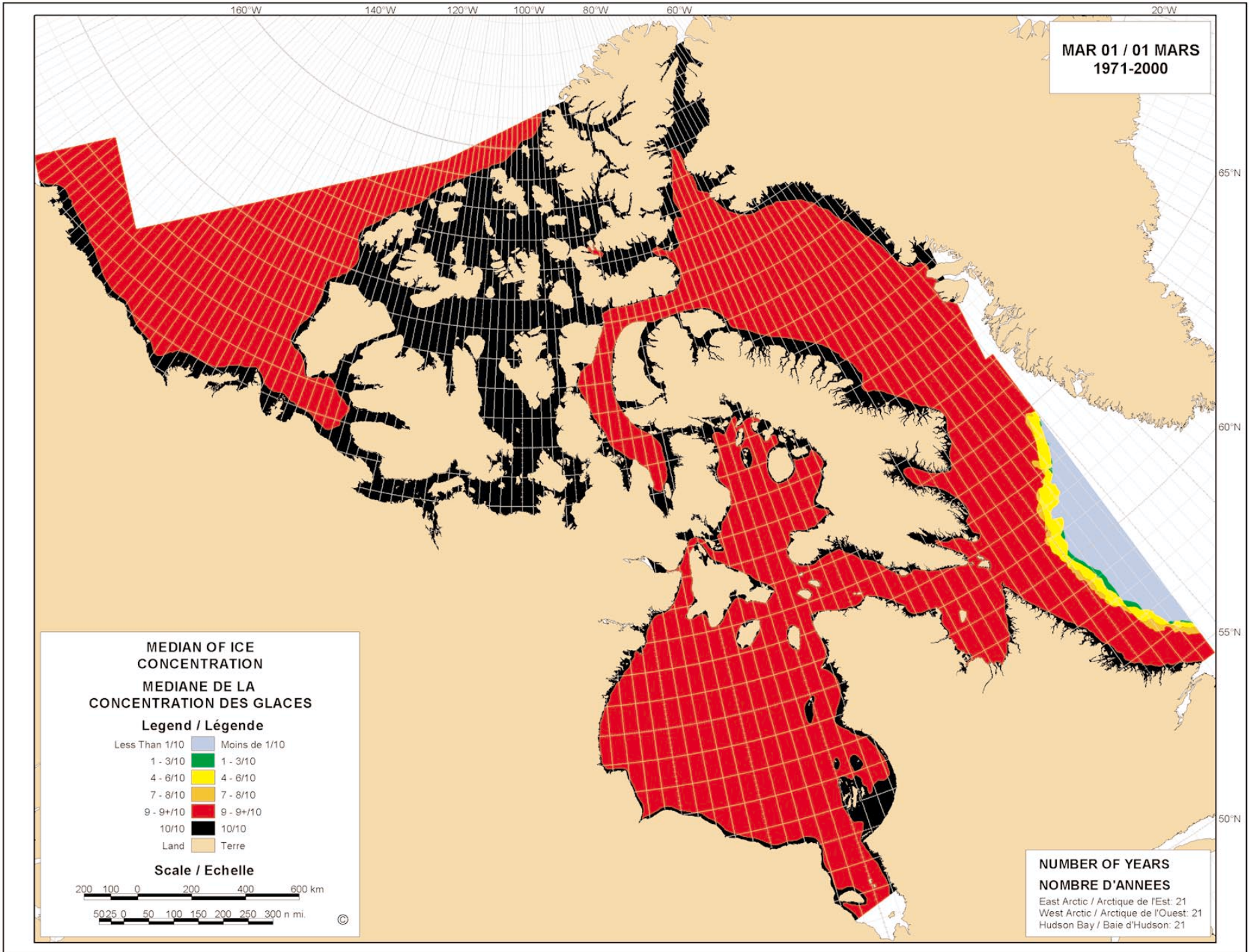


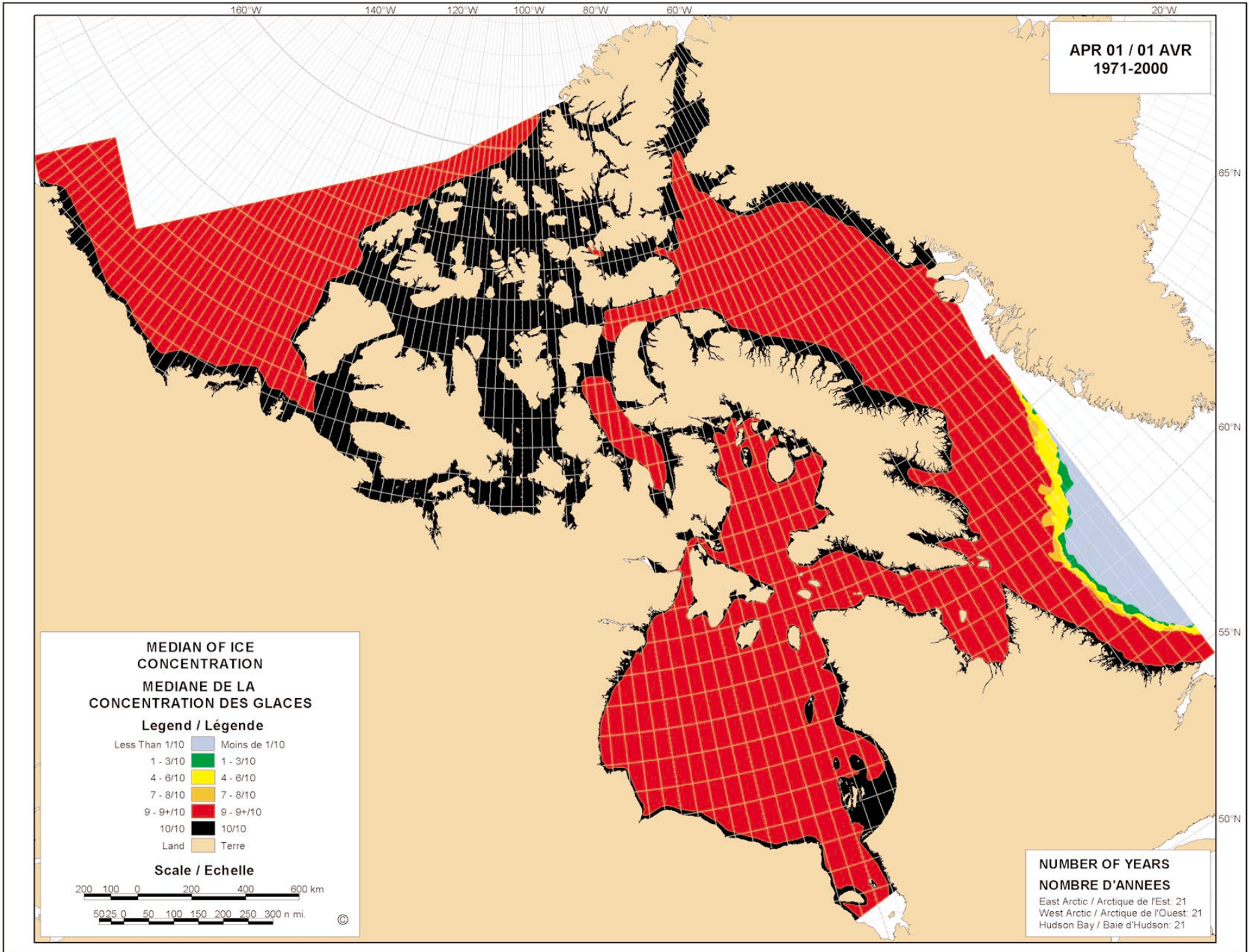
MEDIAN OF ICE CONCENTRATION

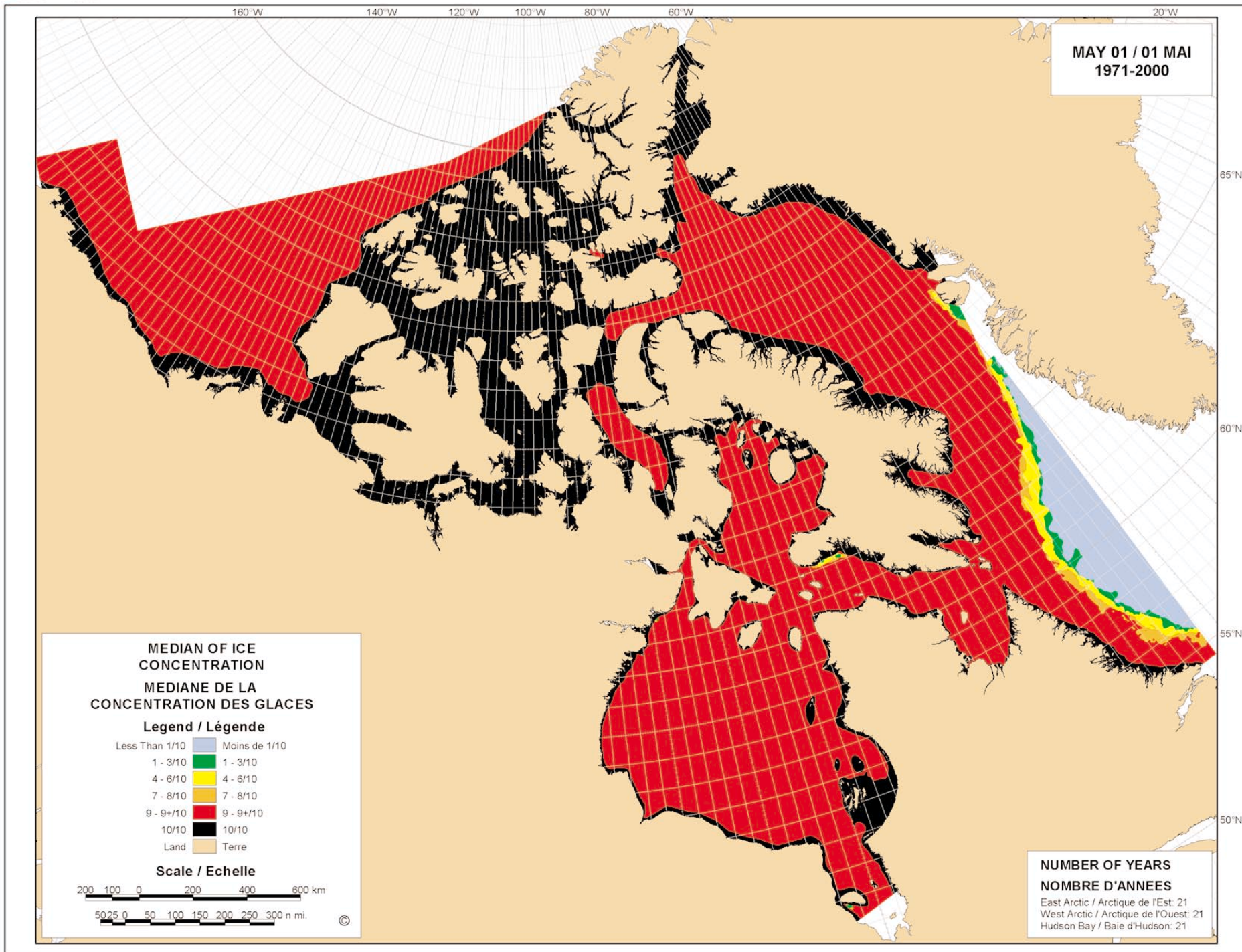
MÉDIANE DE LA CONCENTRATION DES GLACES

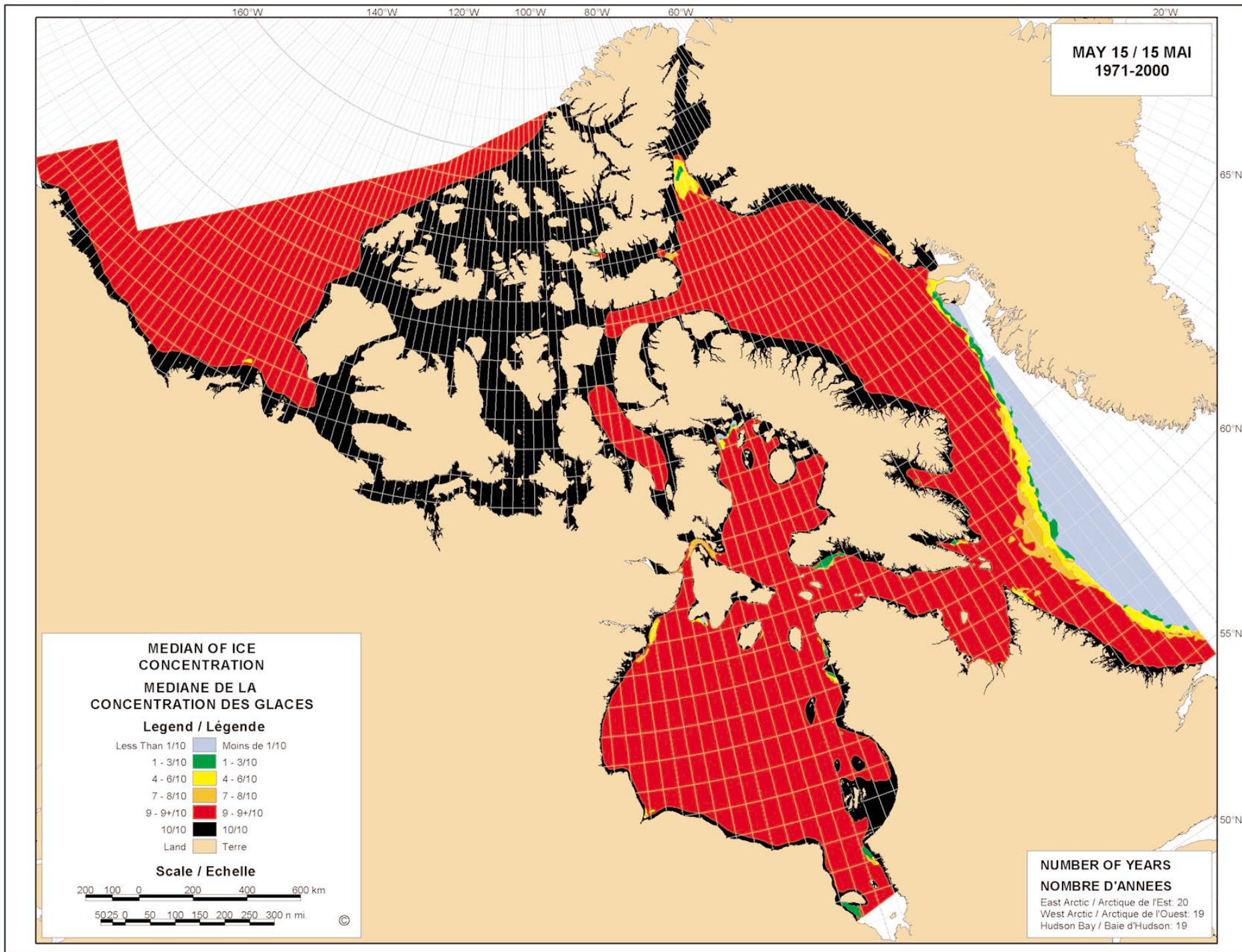


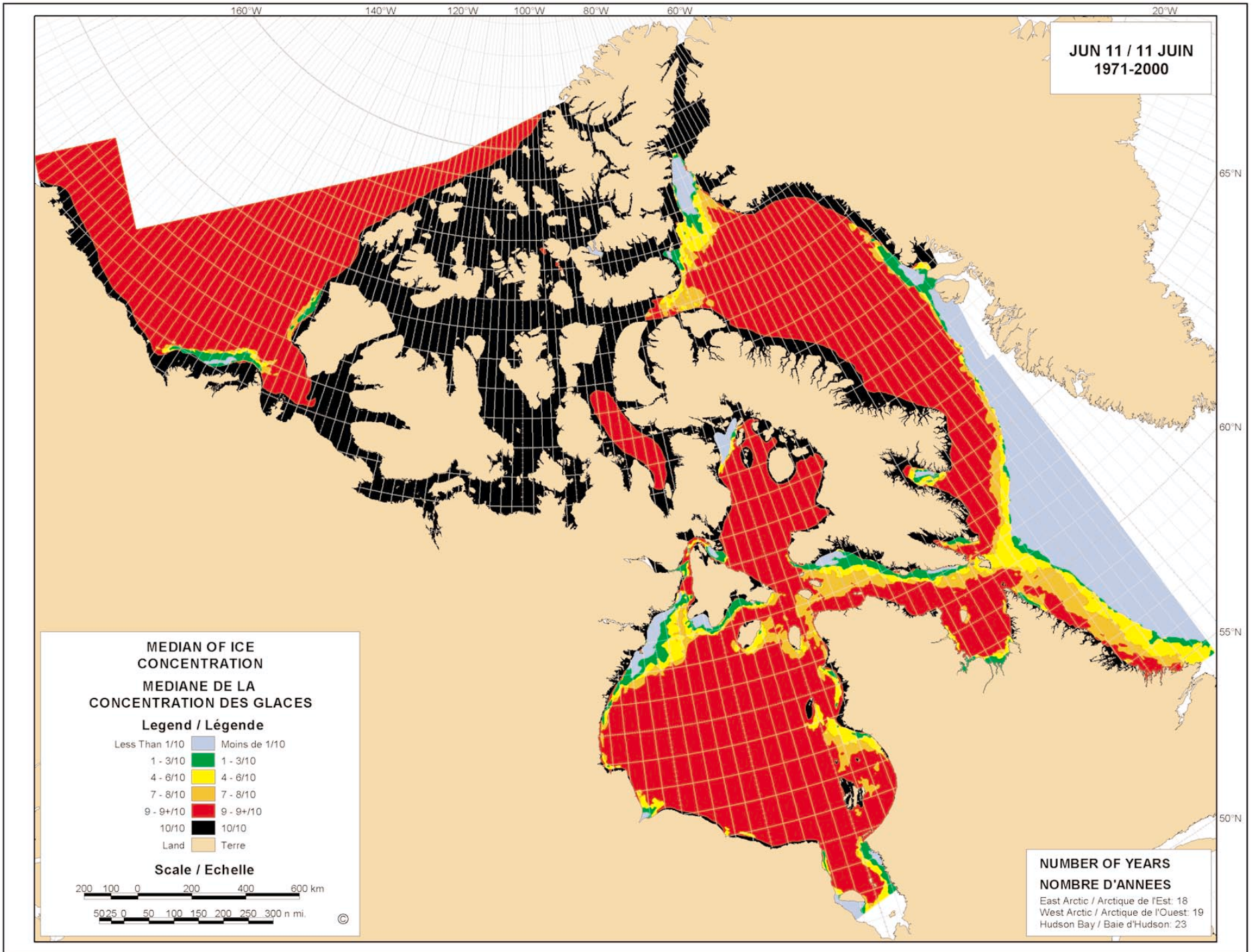


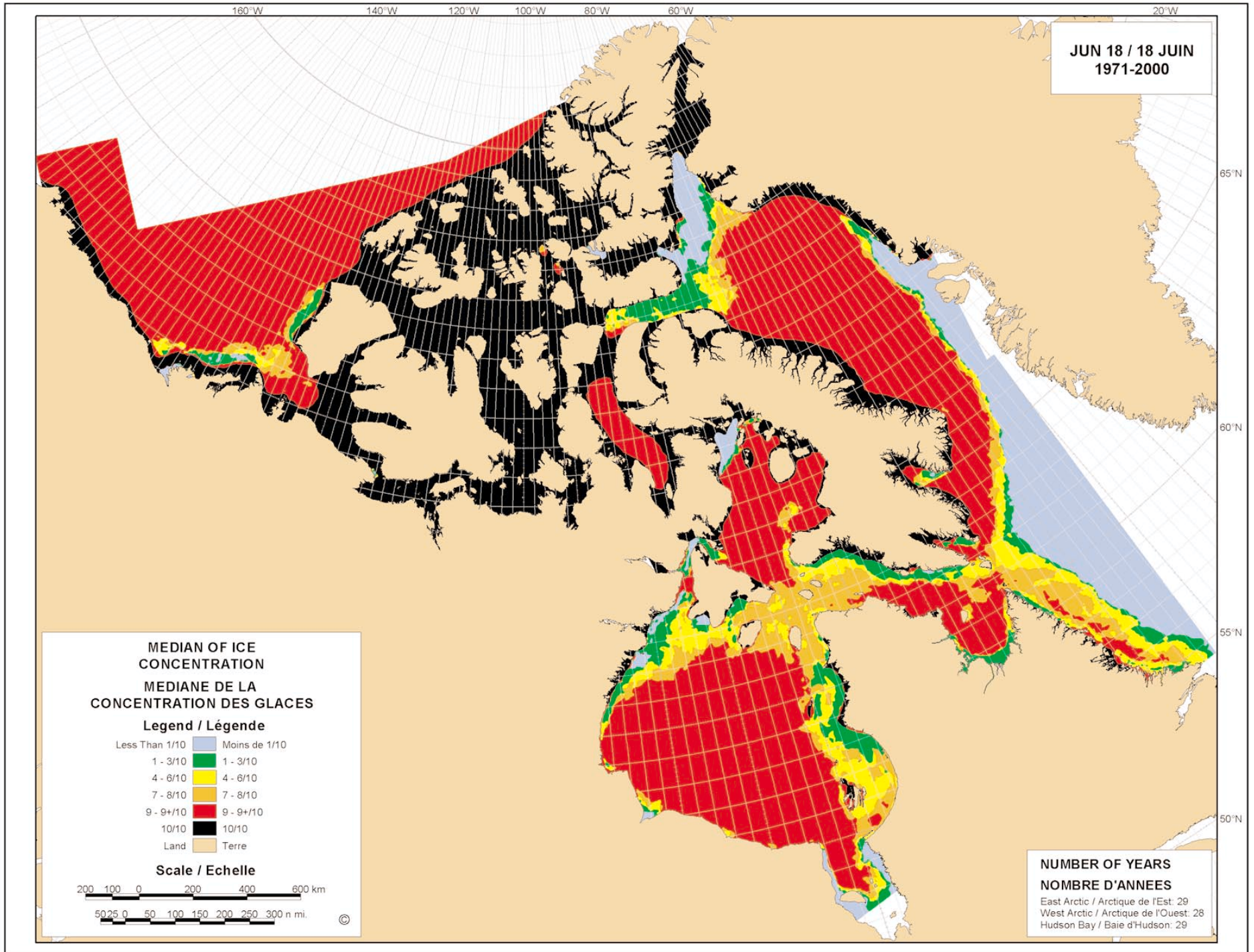


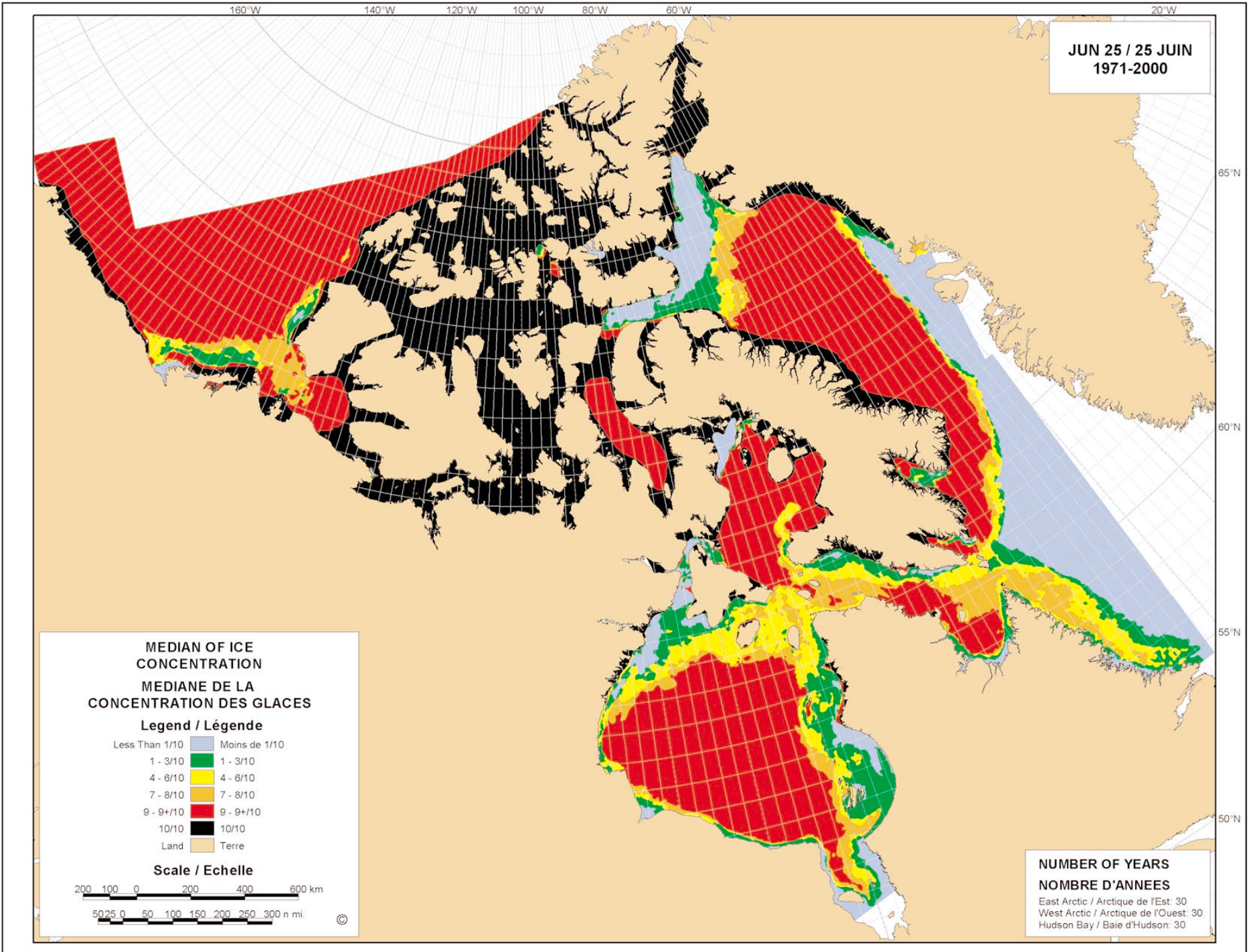


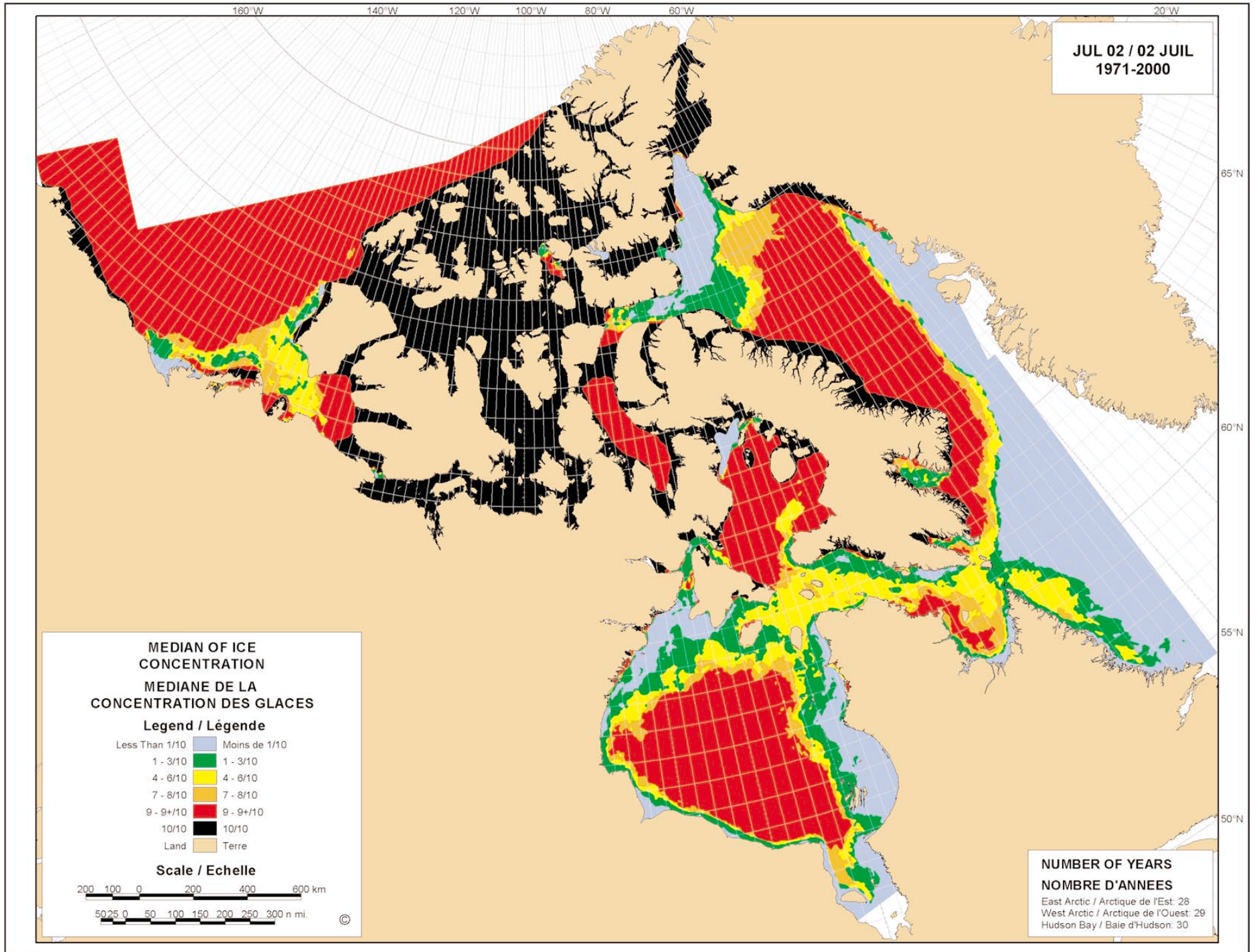


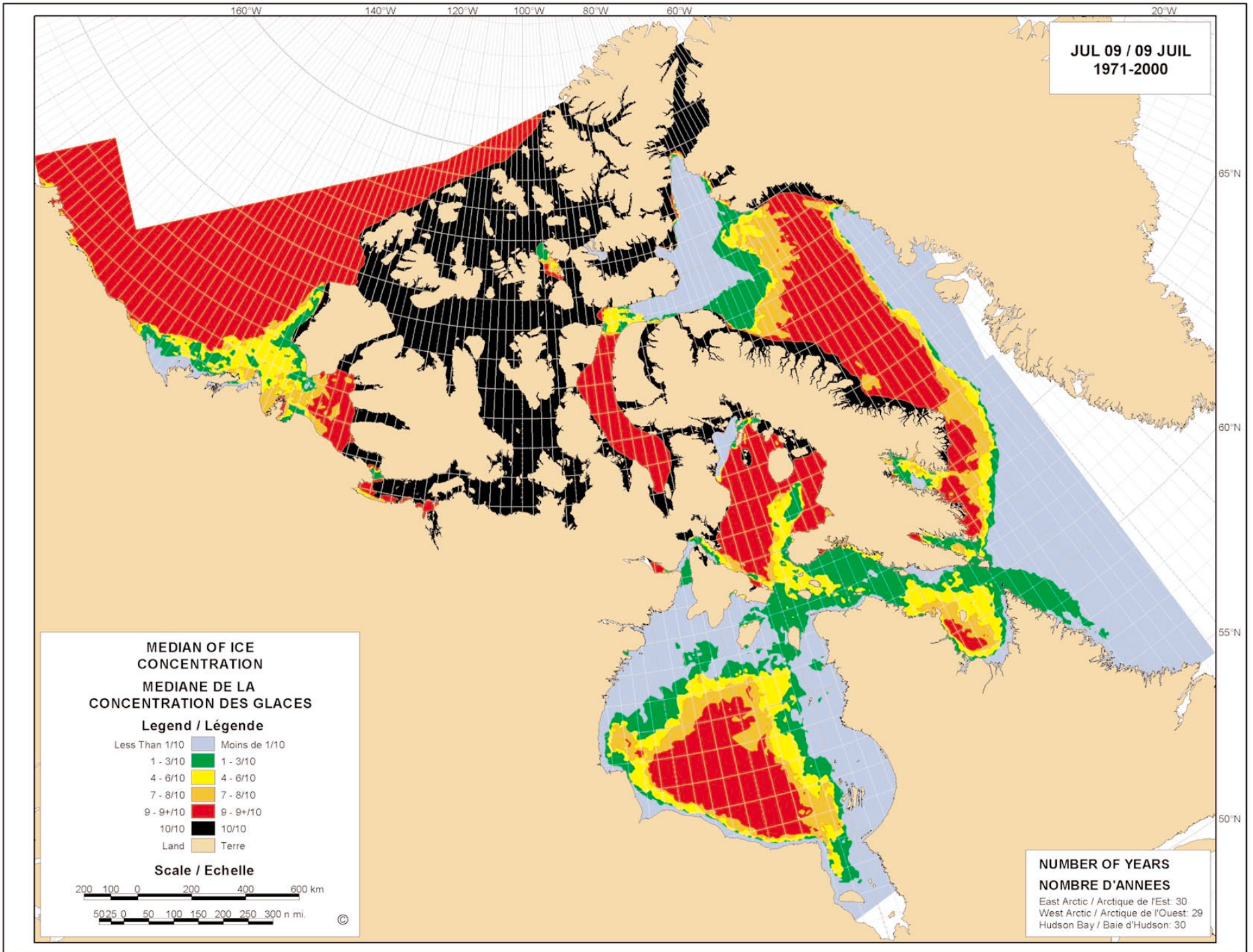


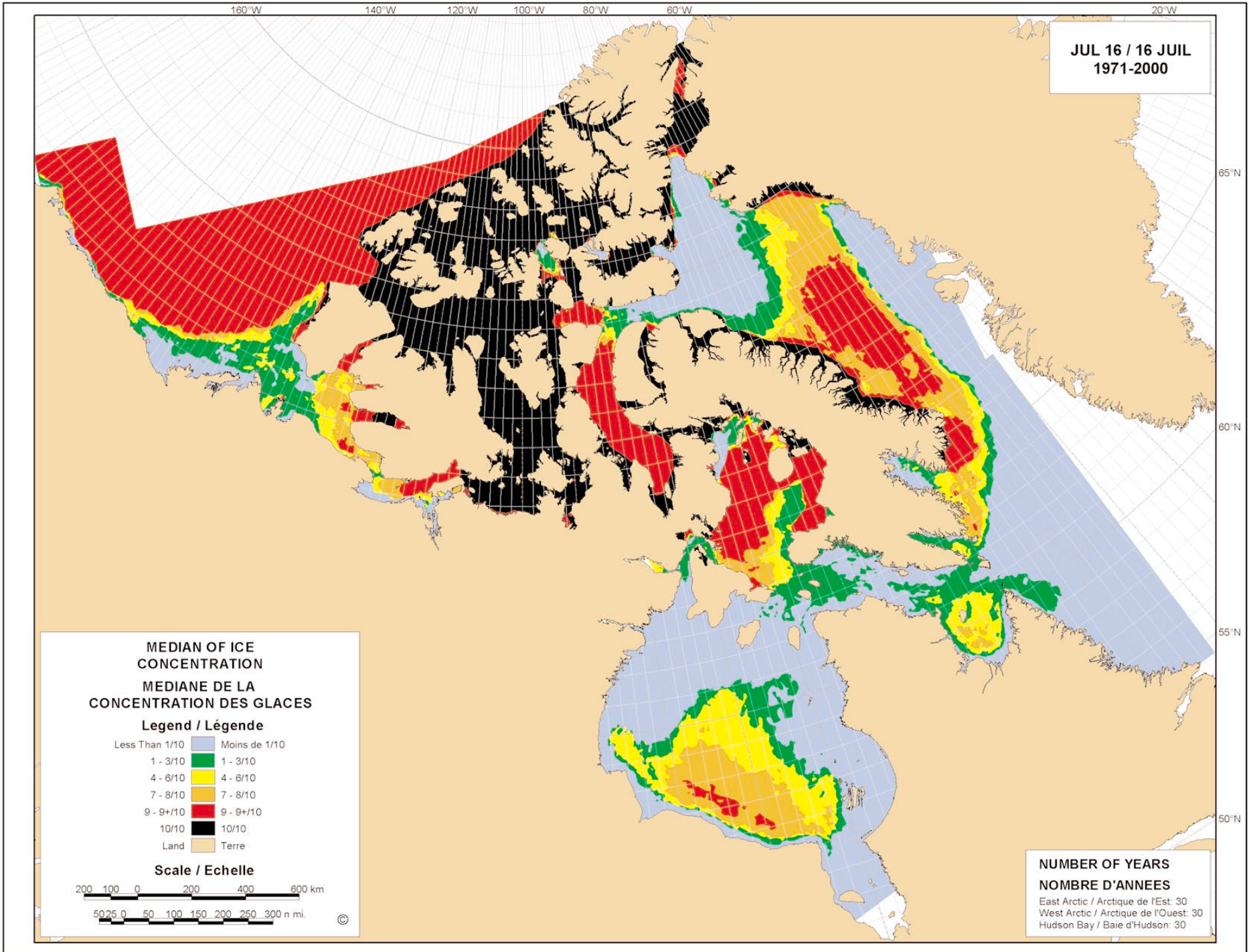


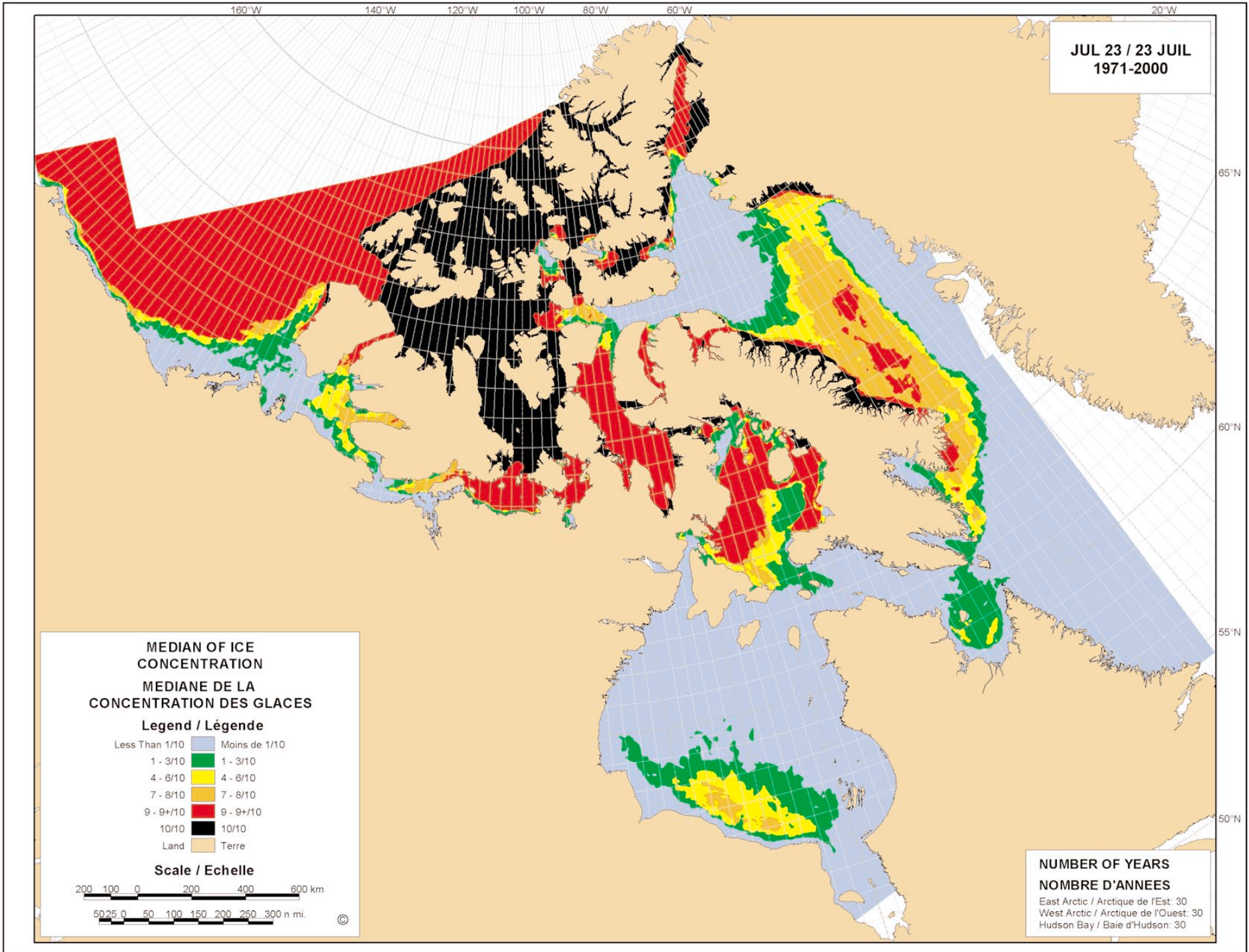


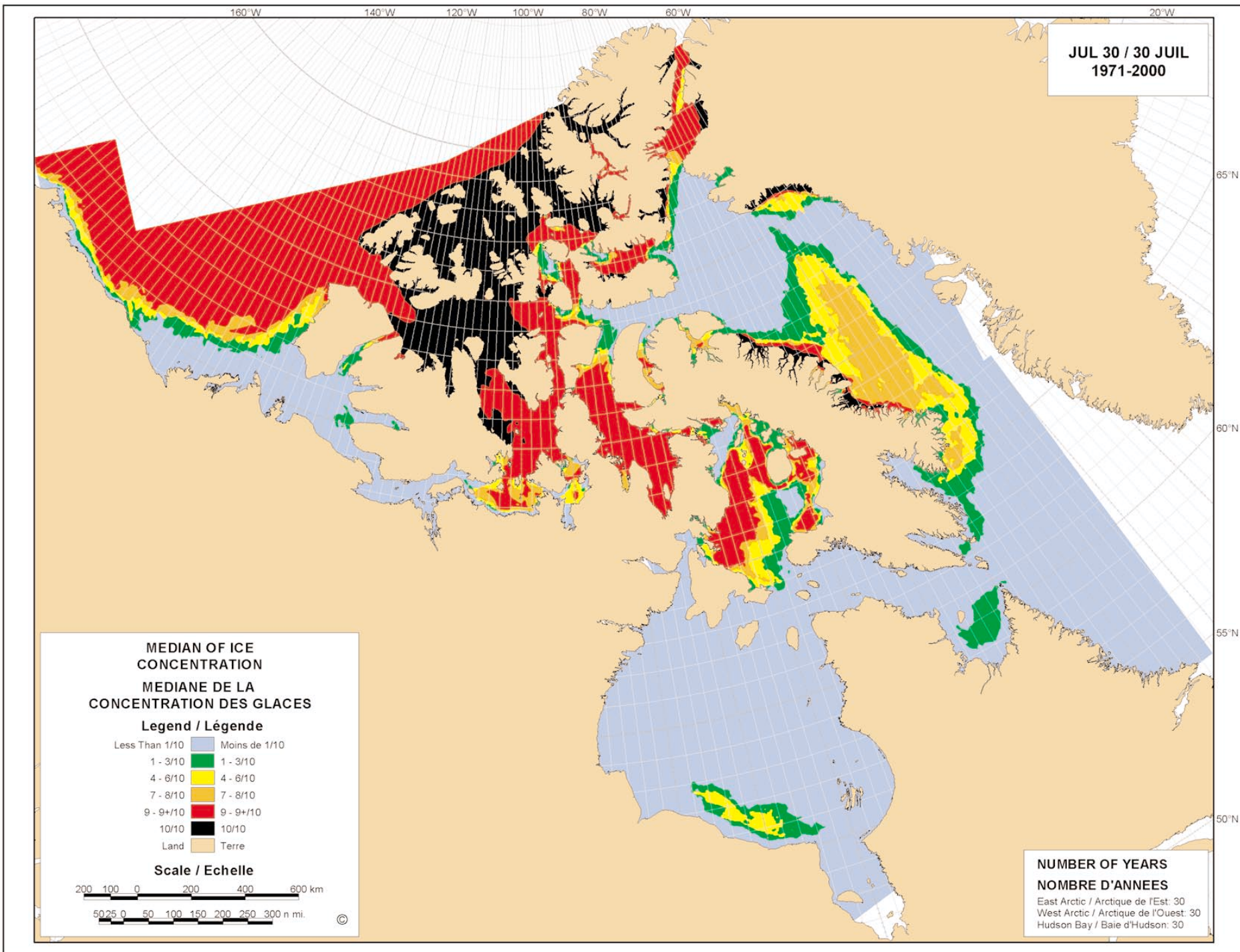


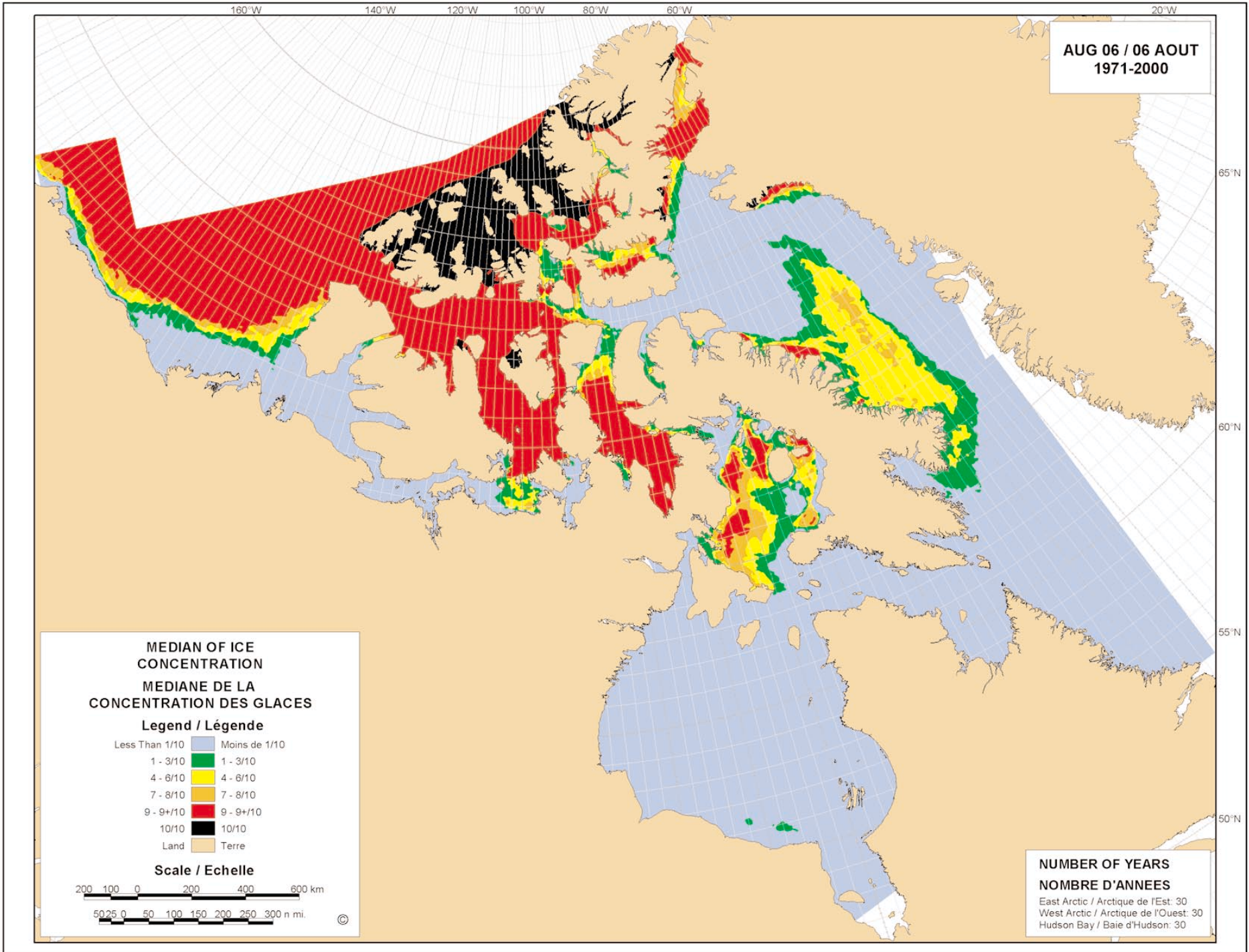


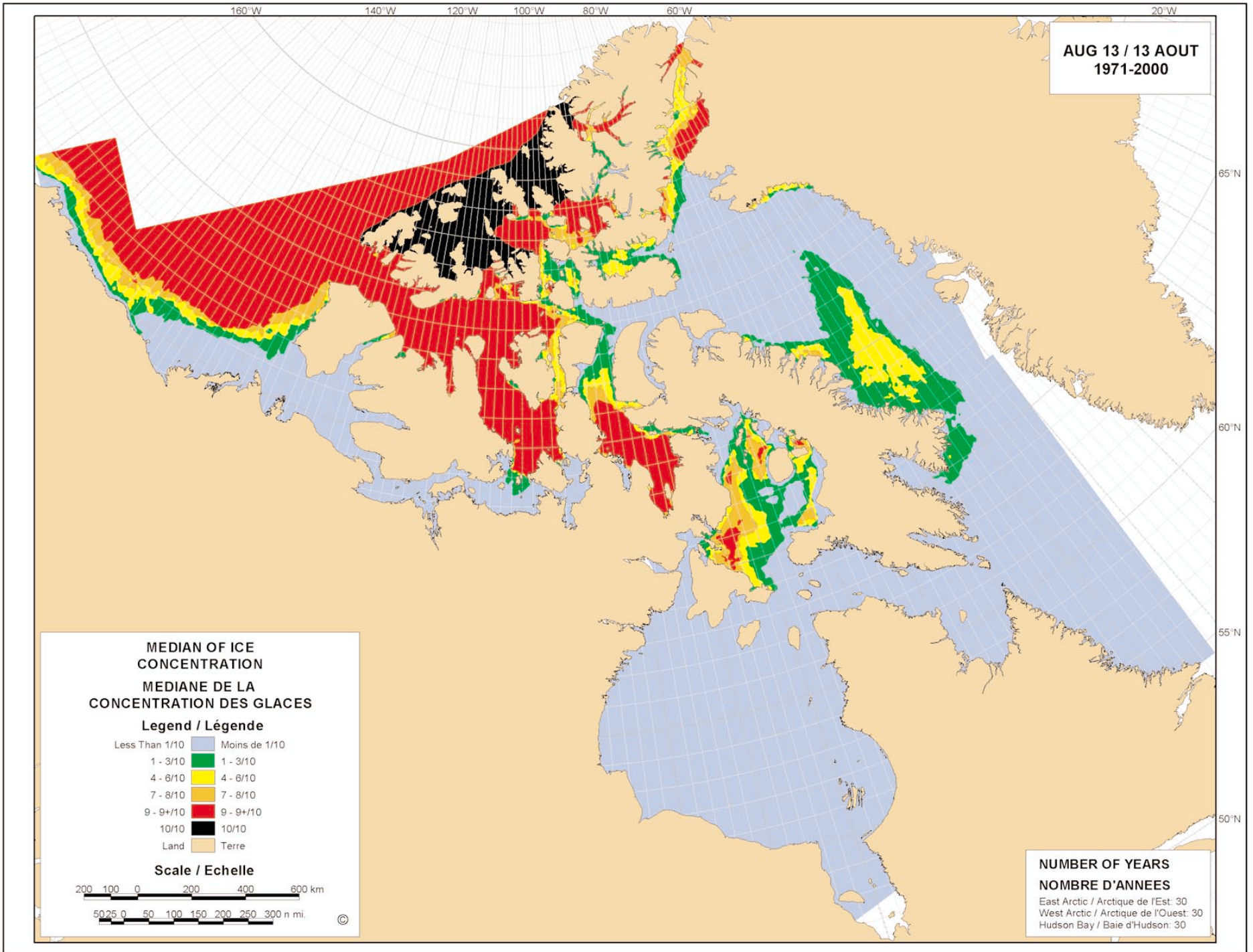


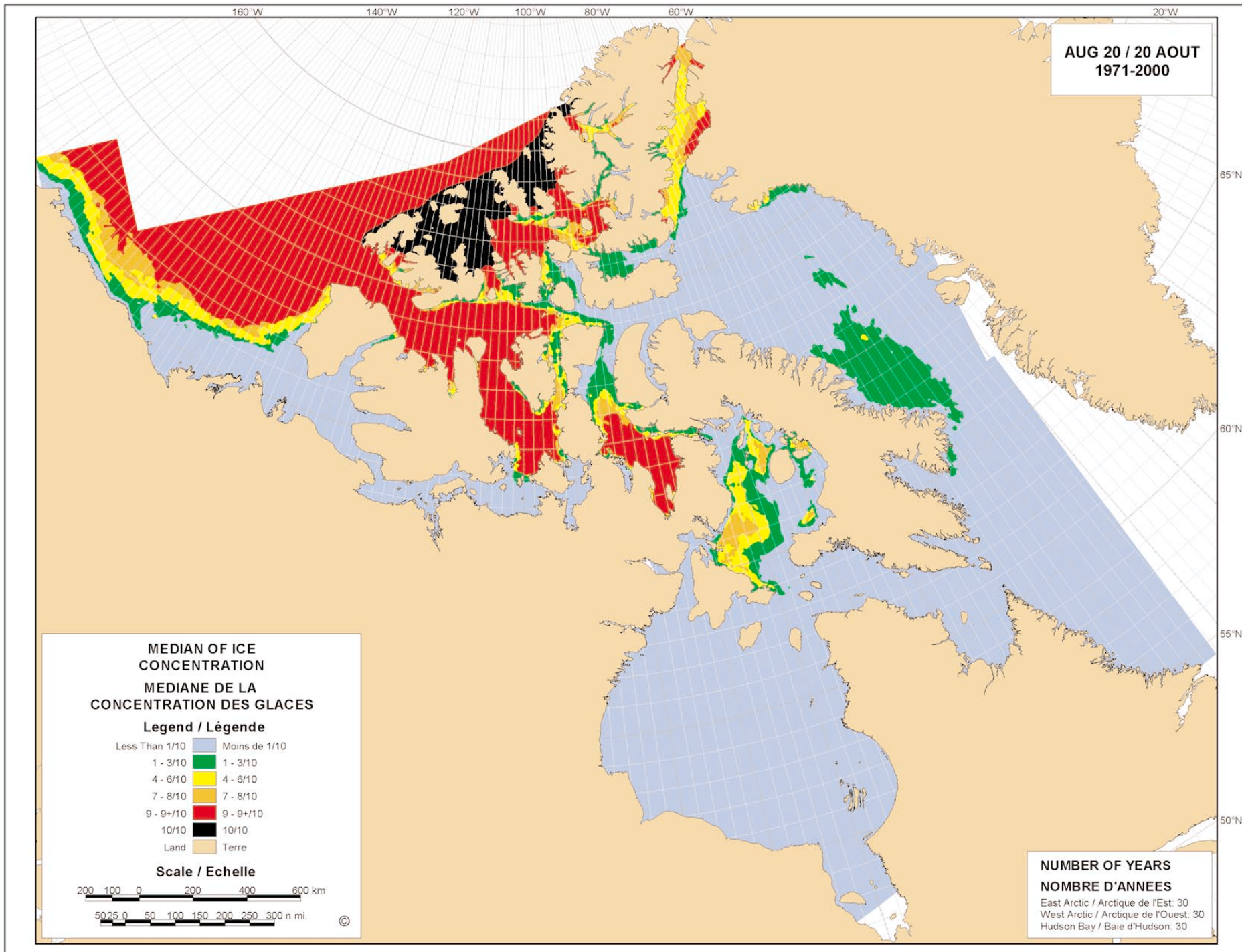


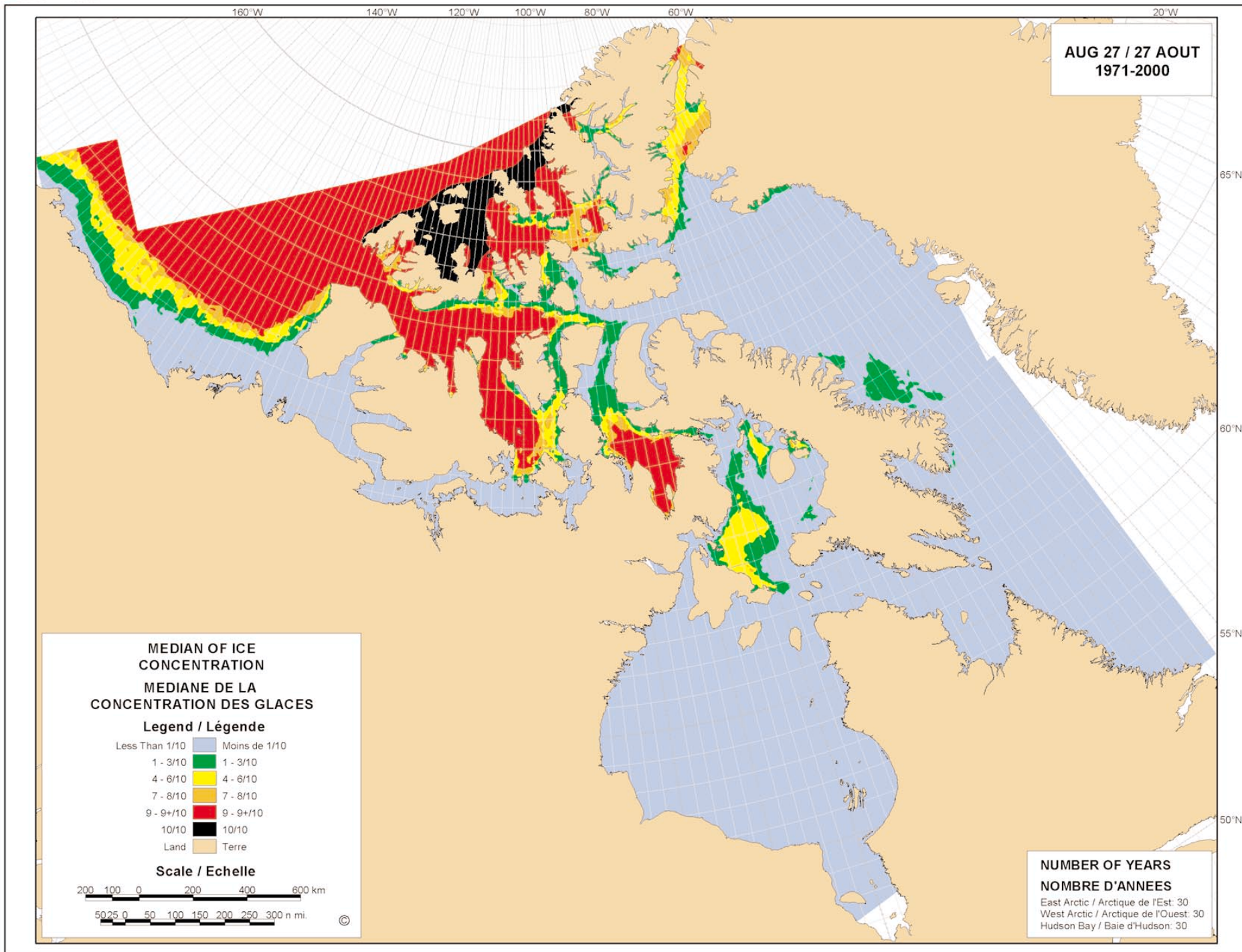


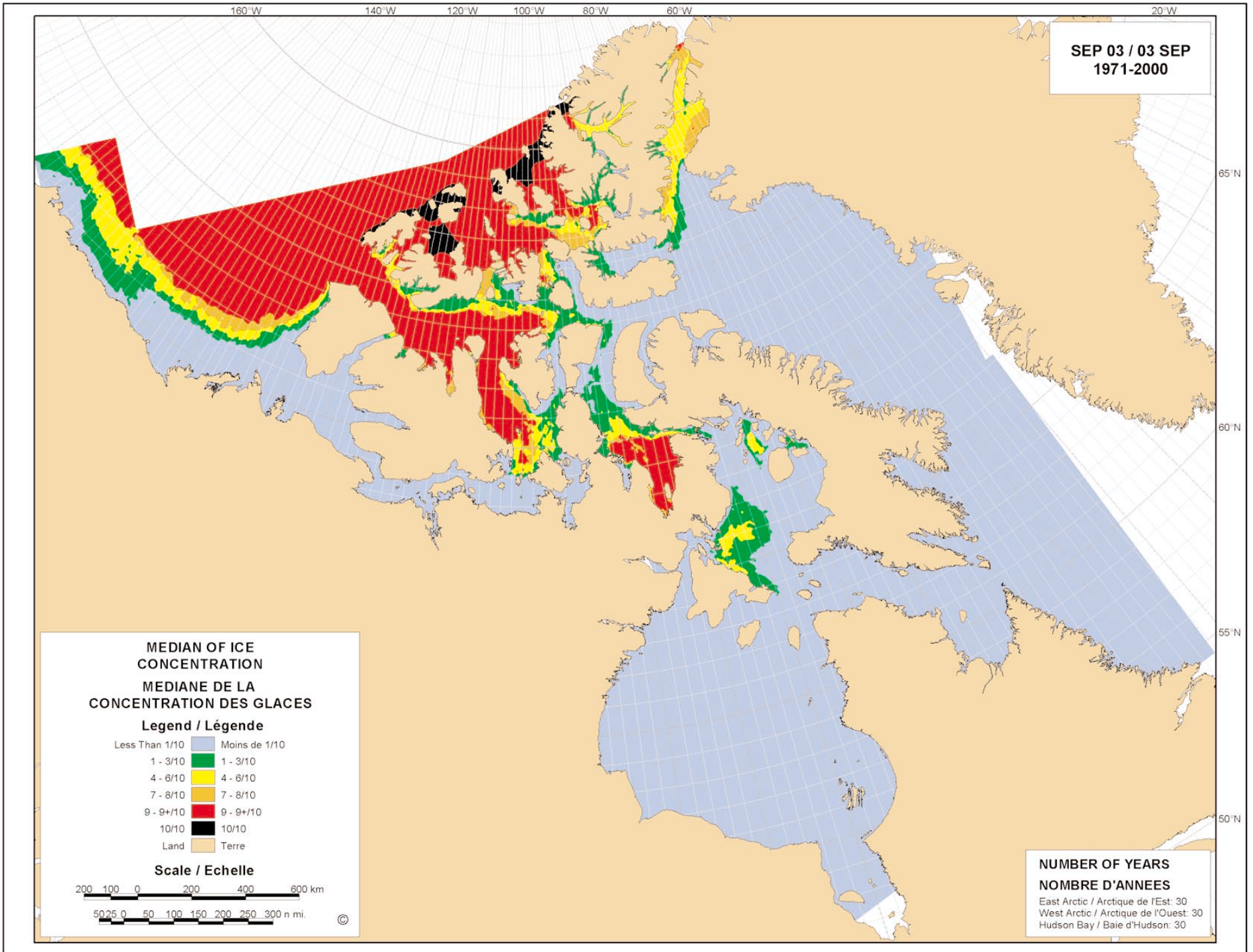


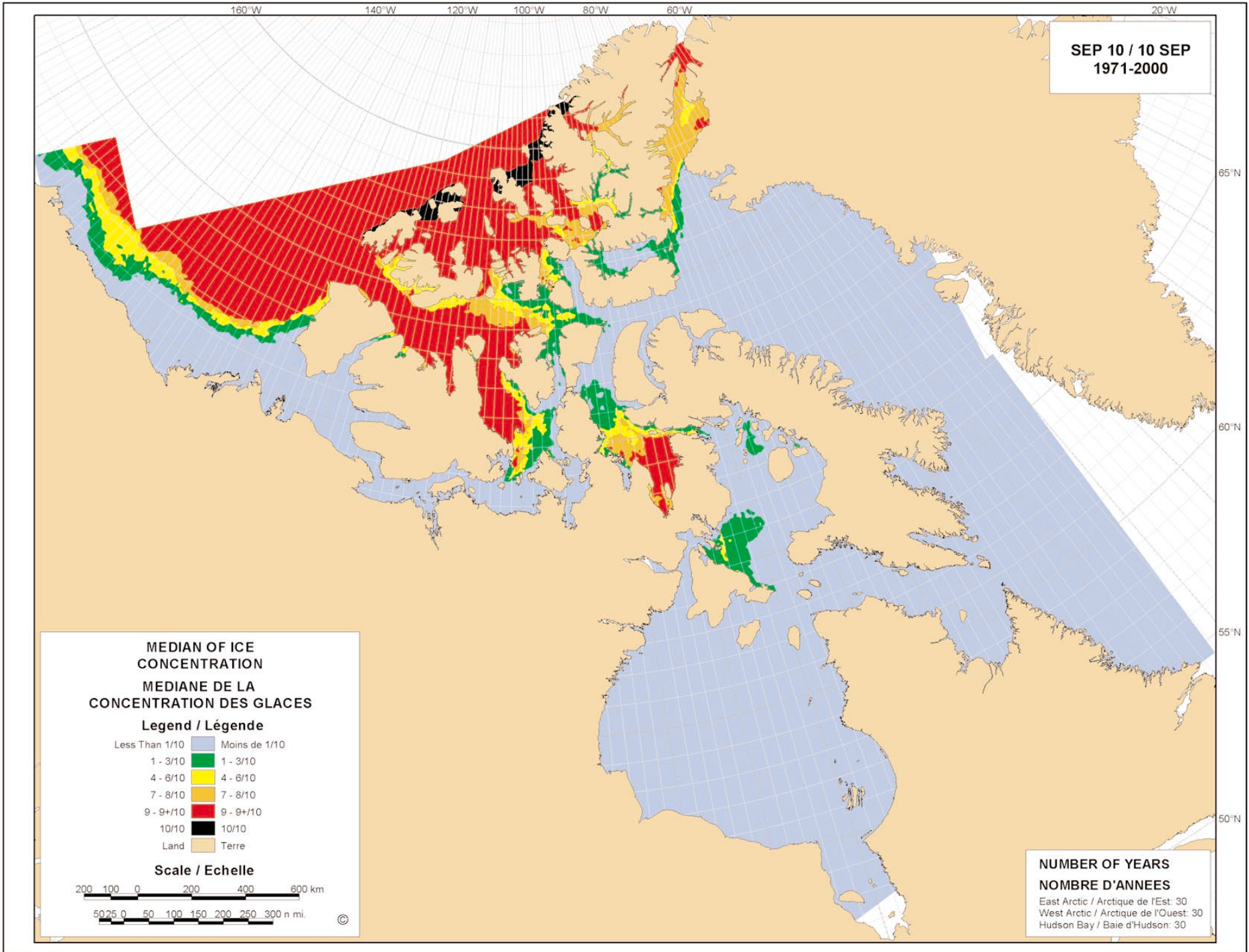


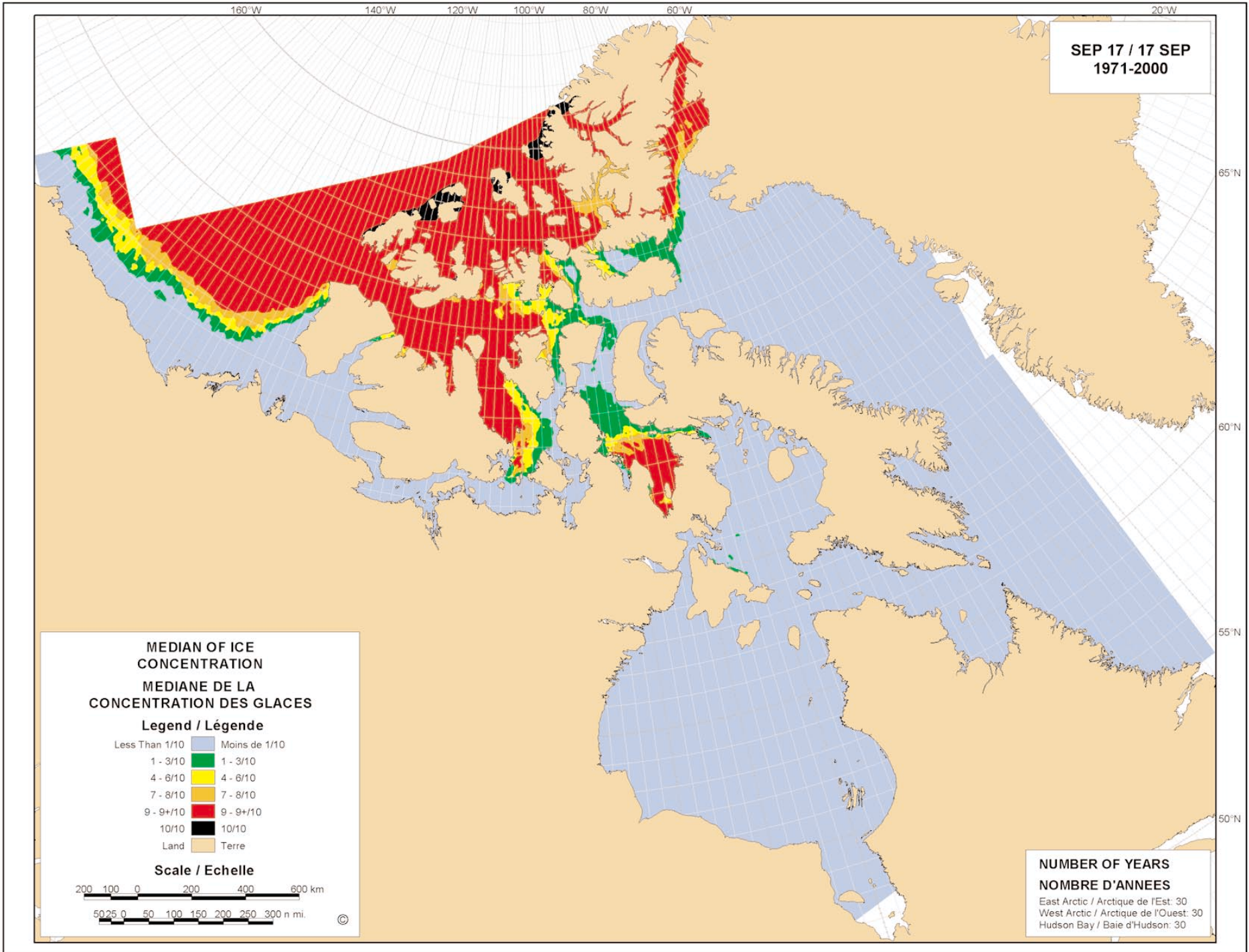


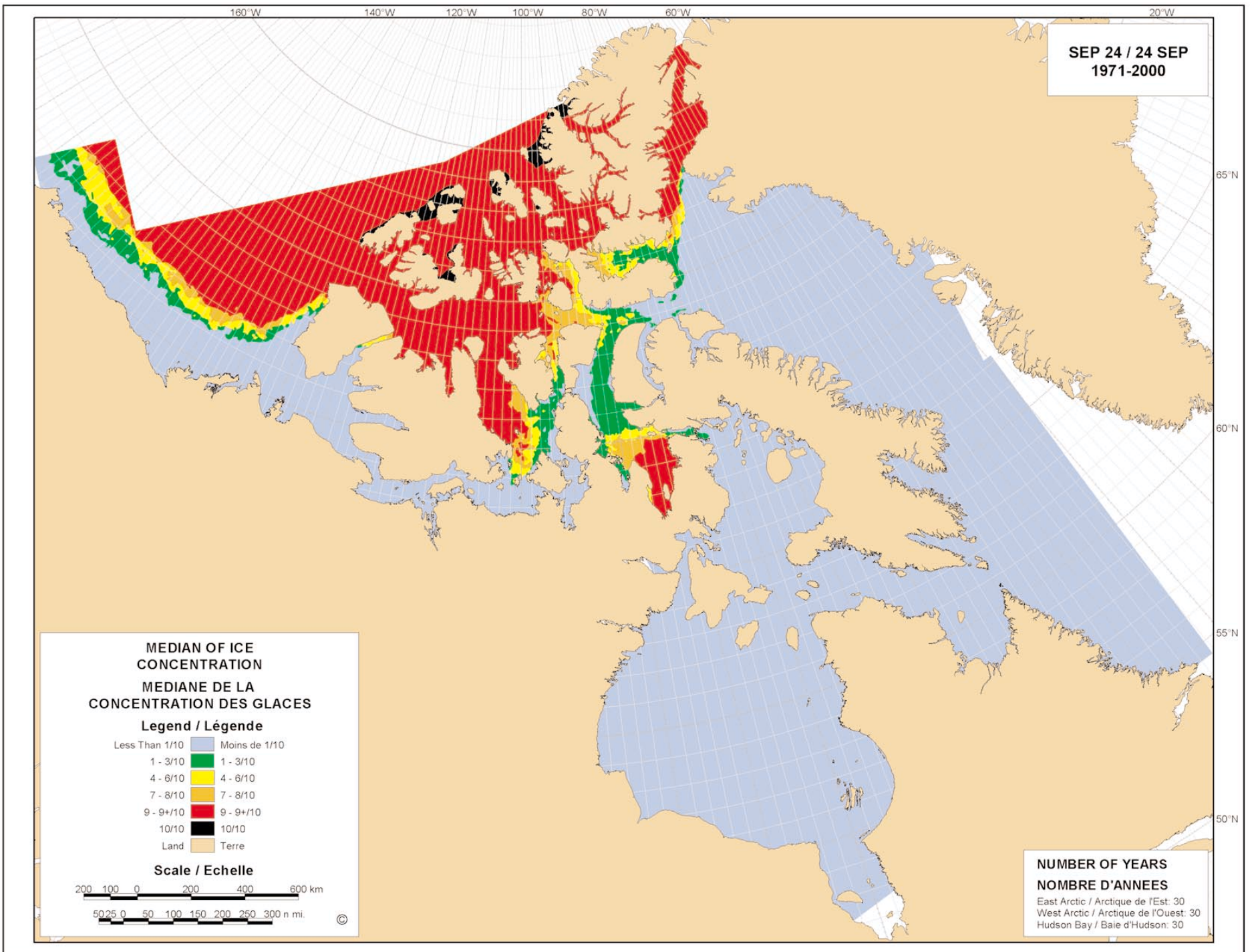


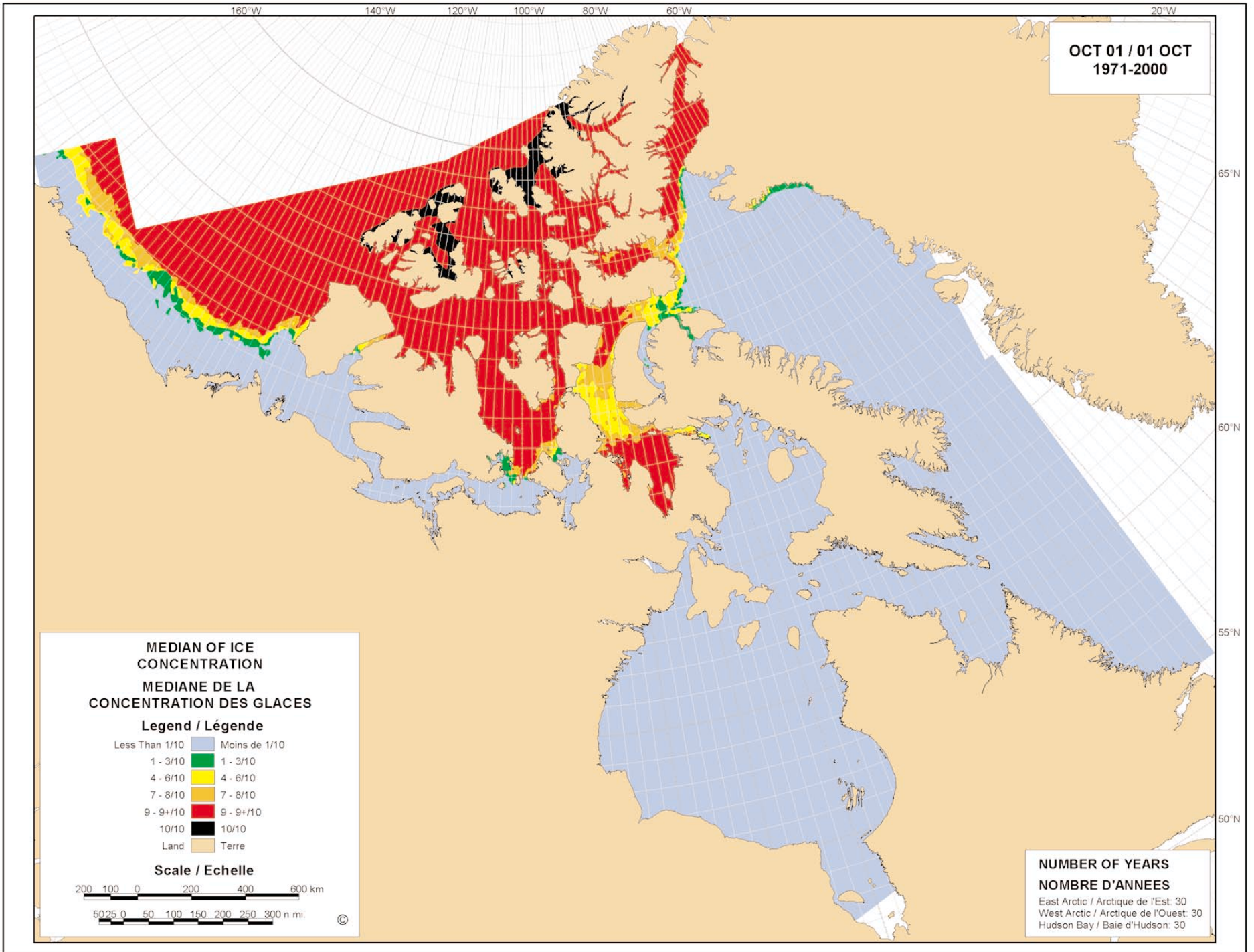


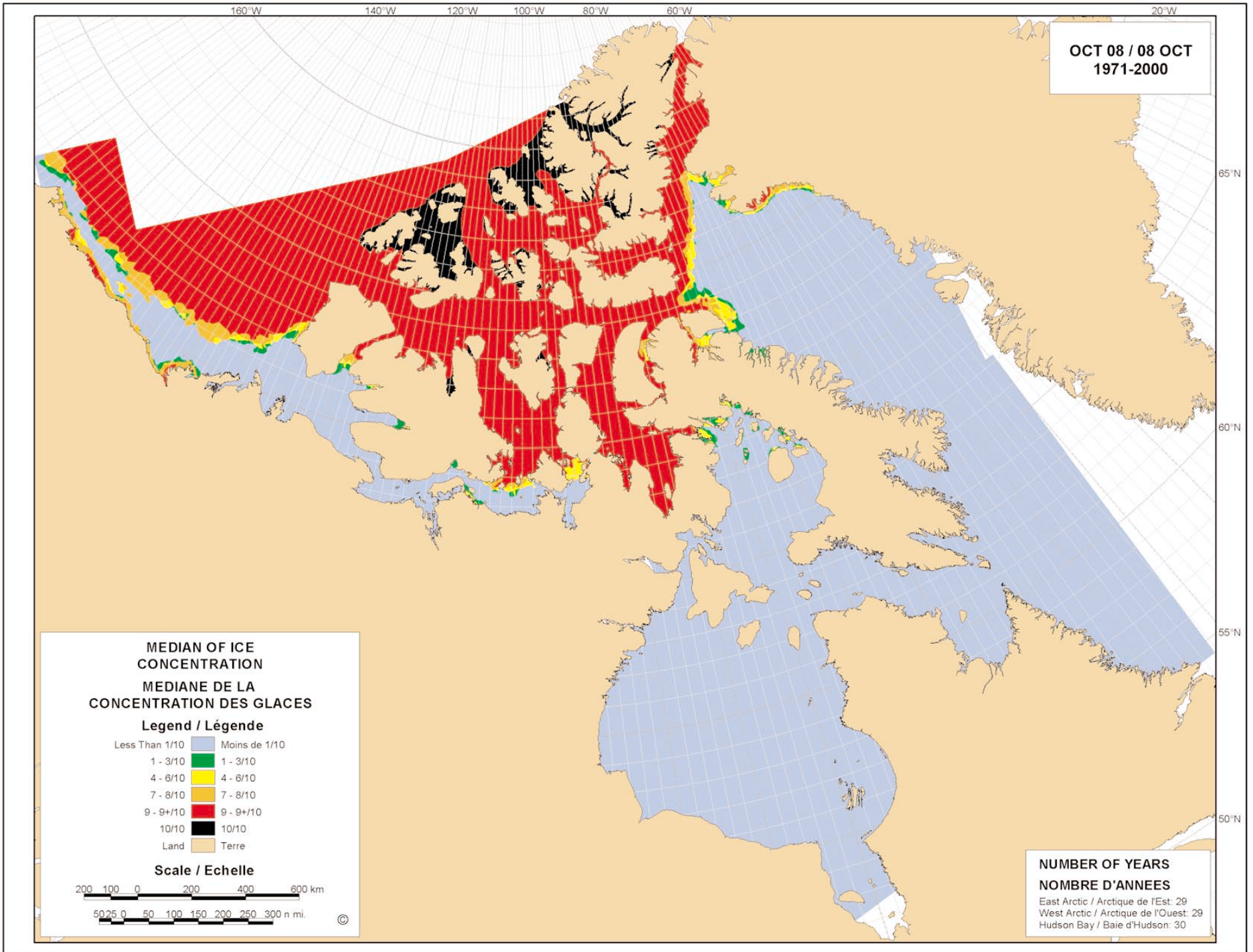


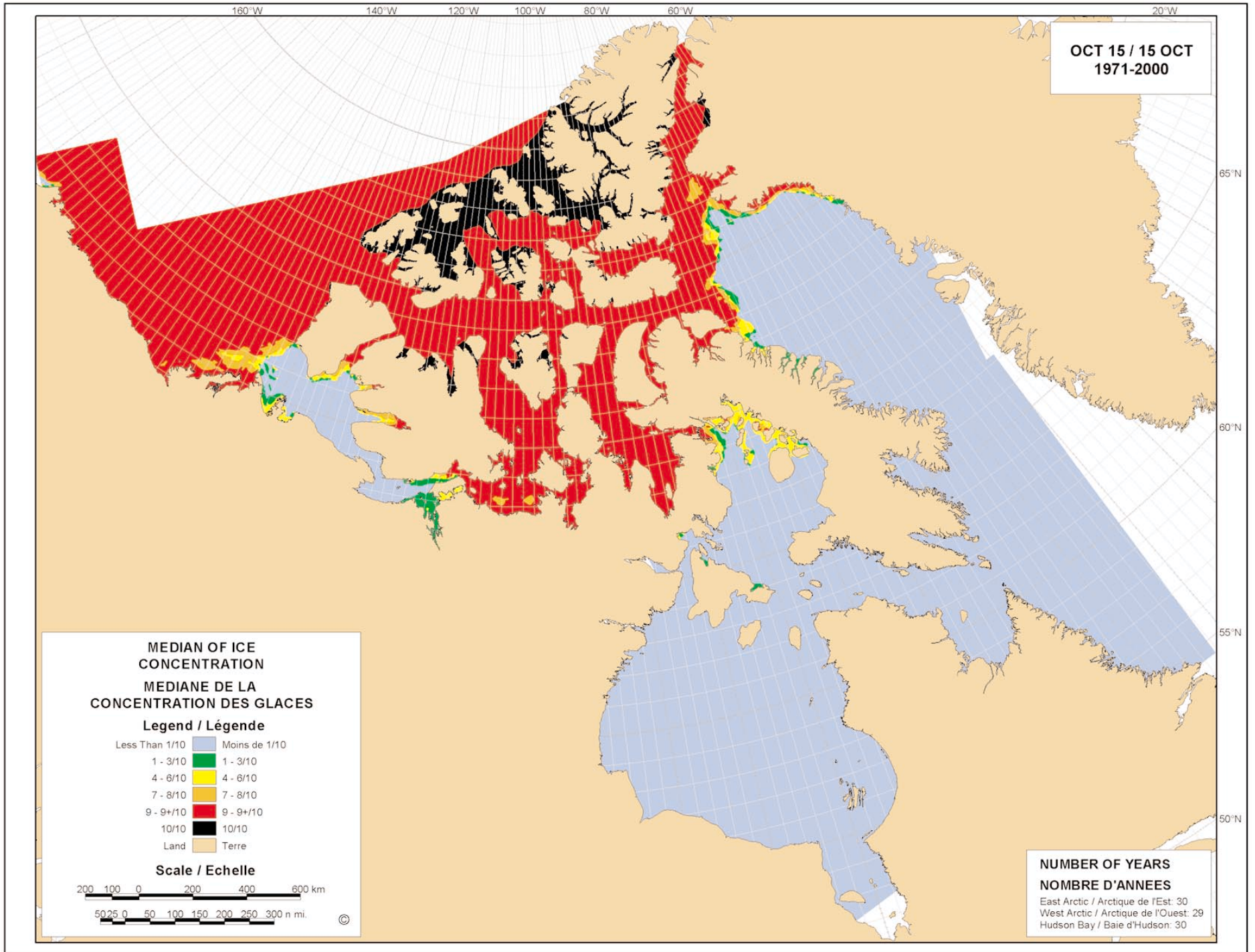


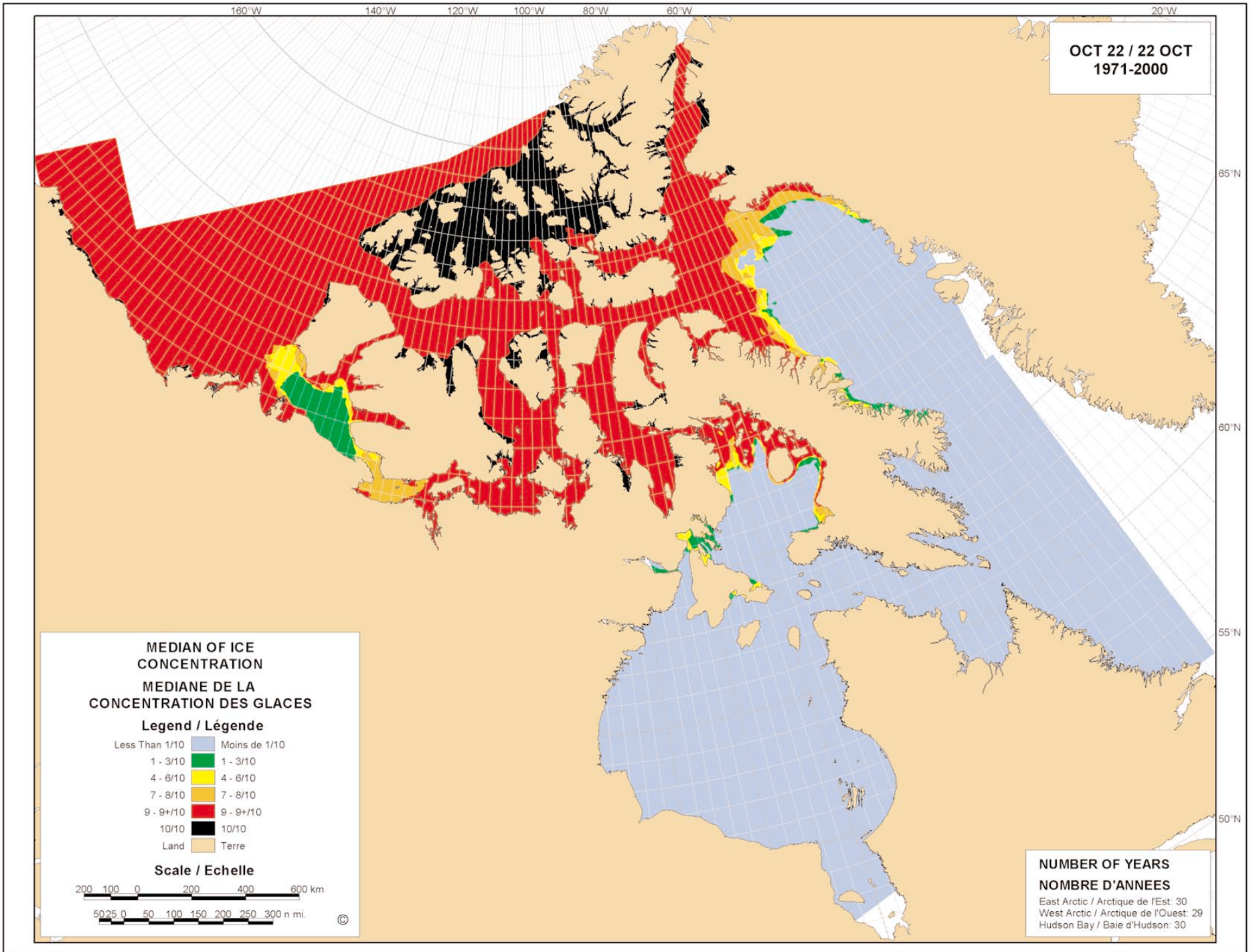


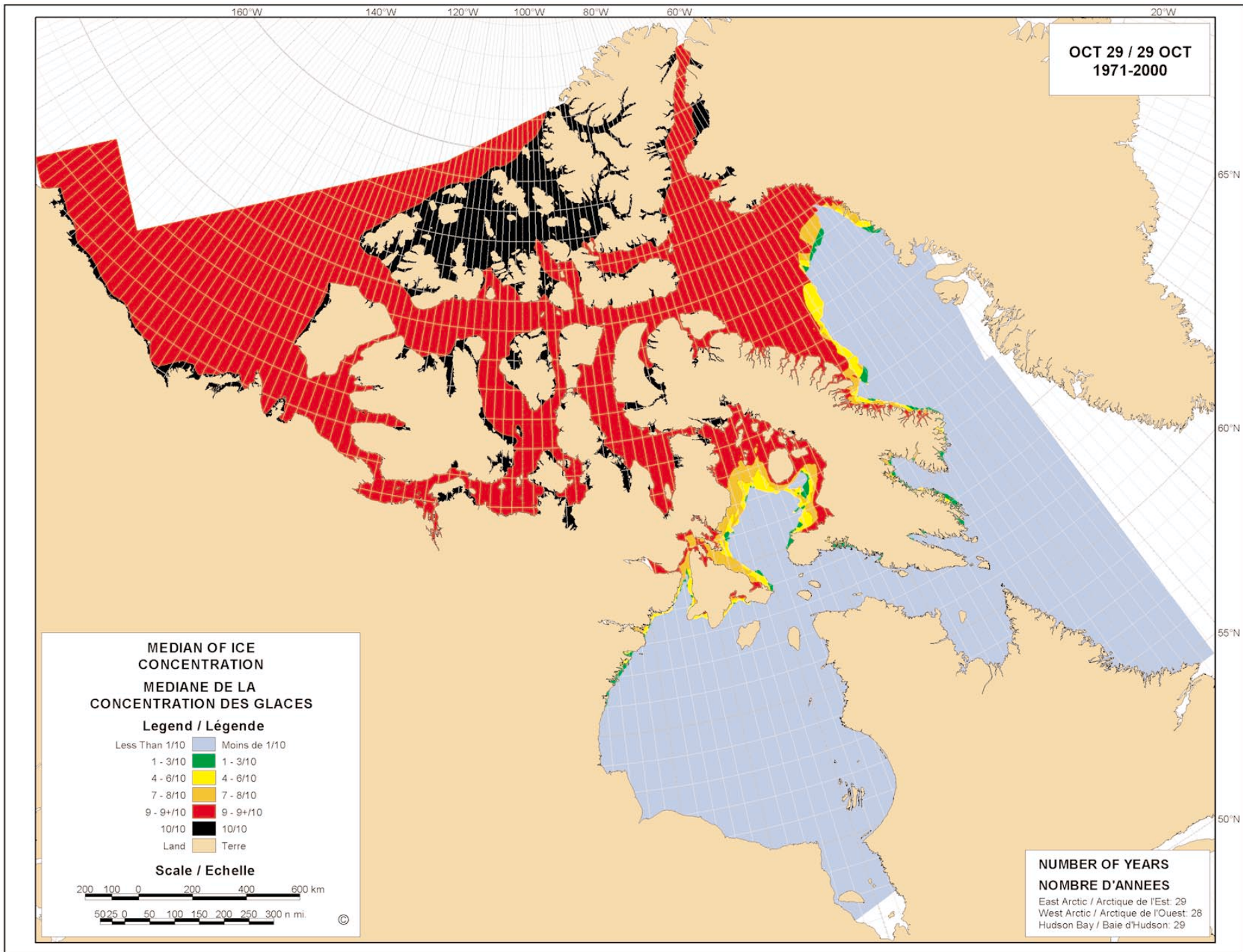


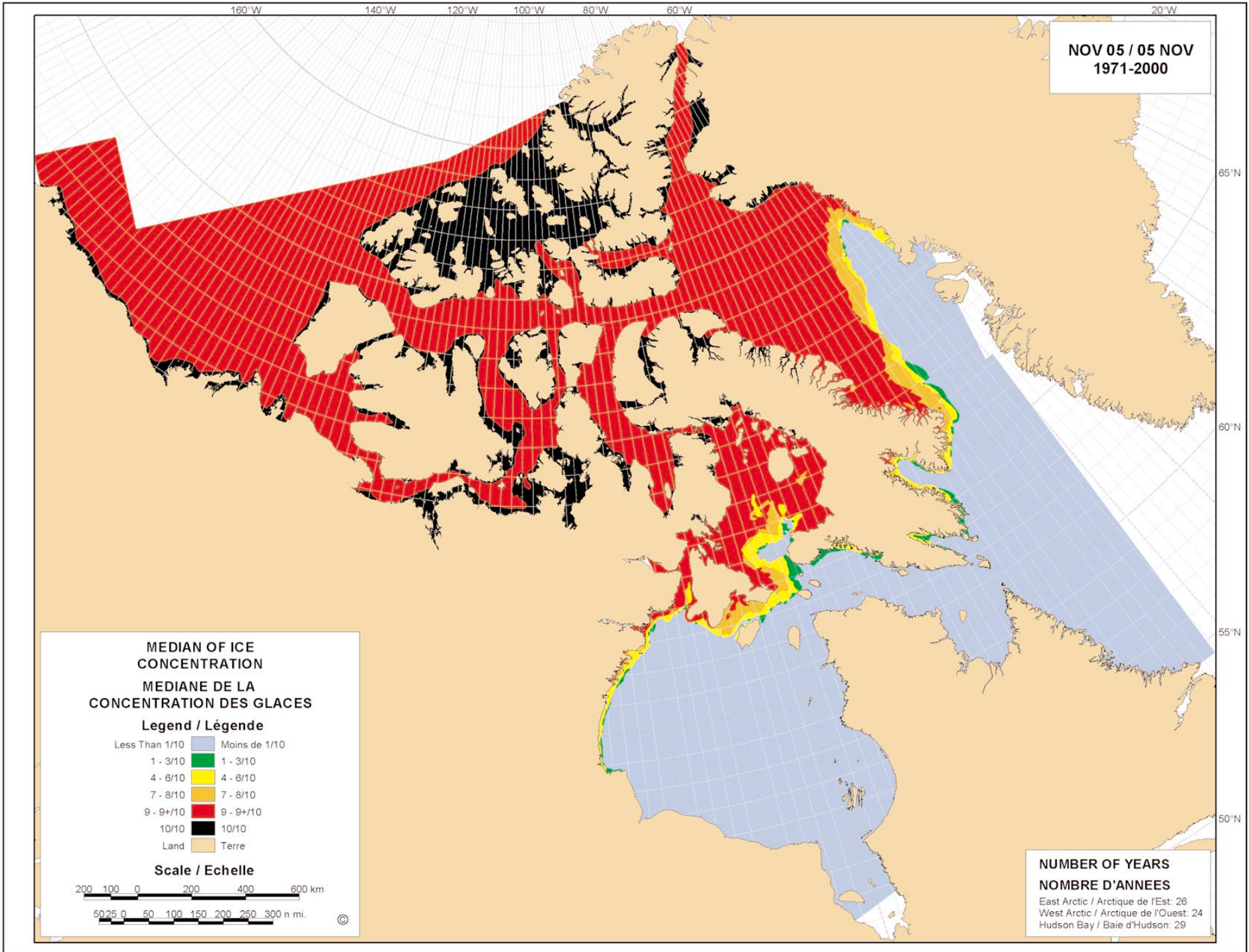


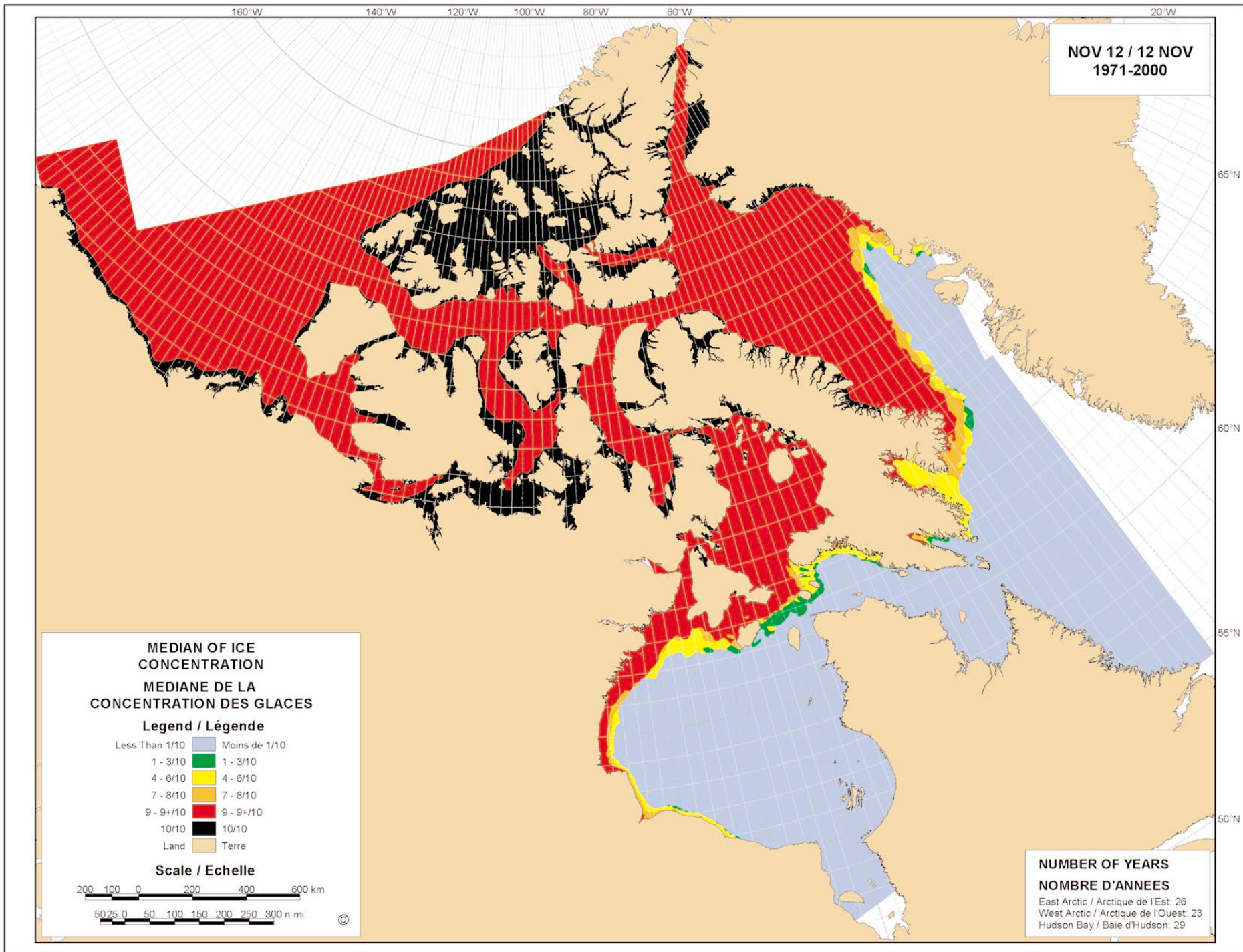


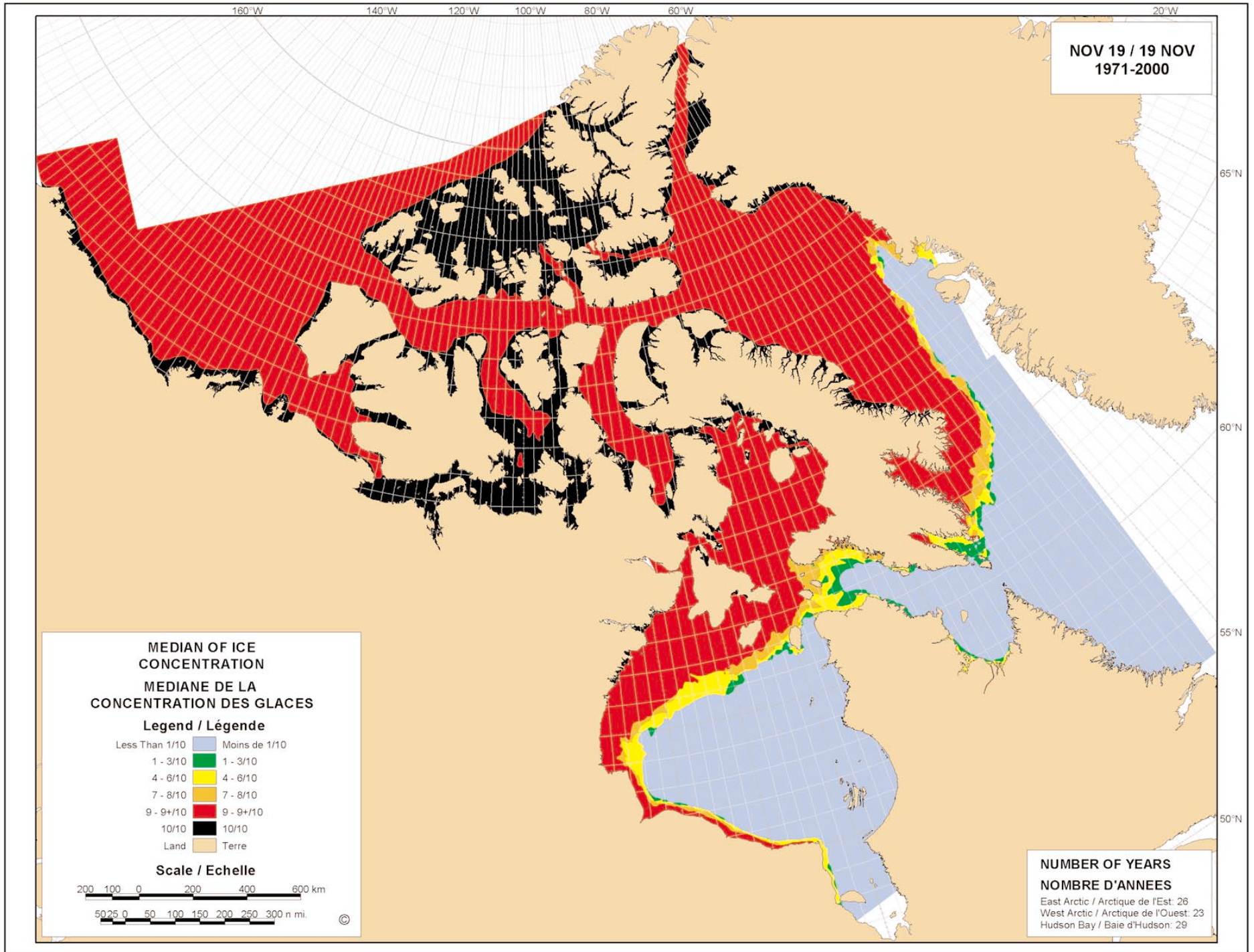


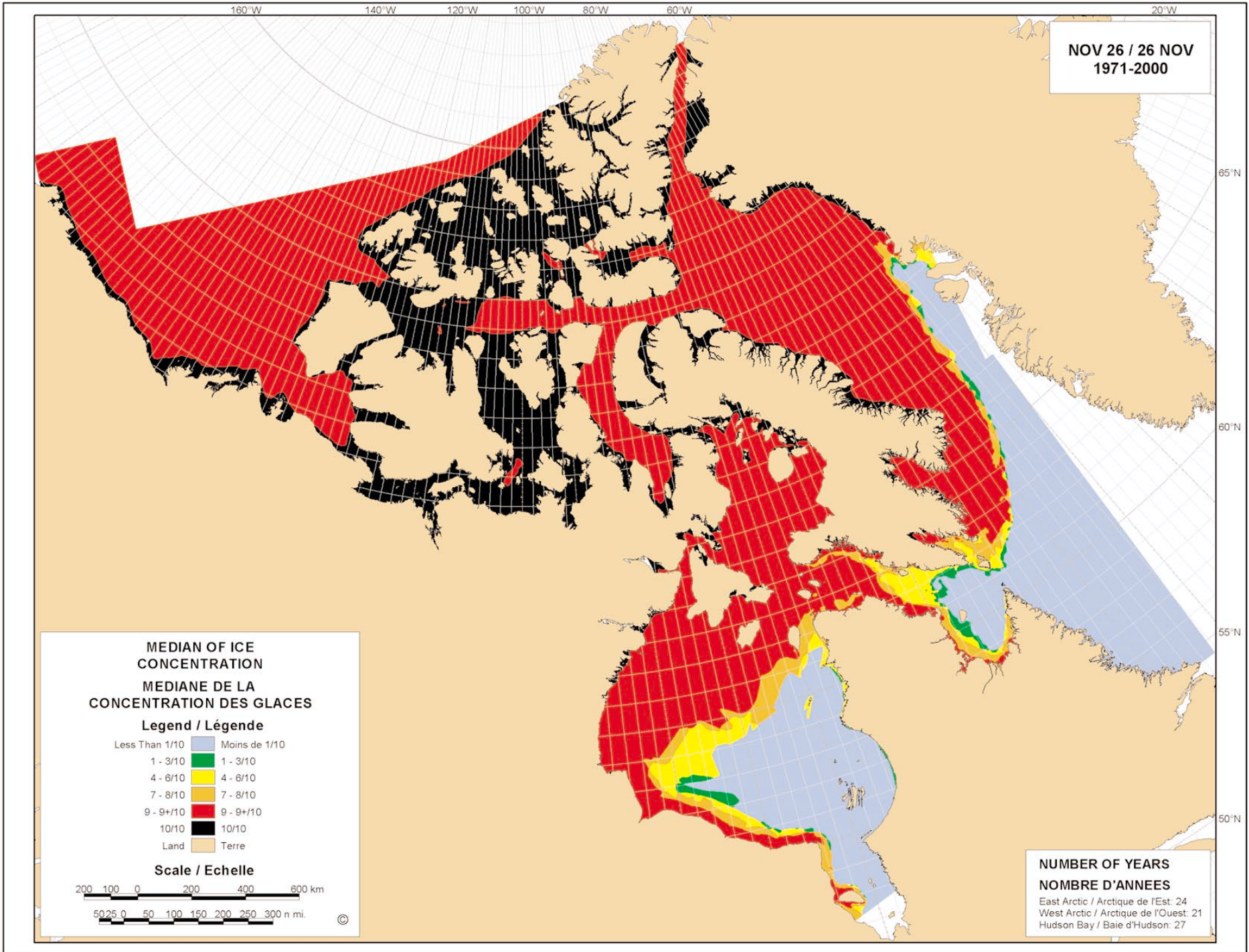


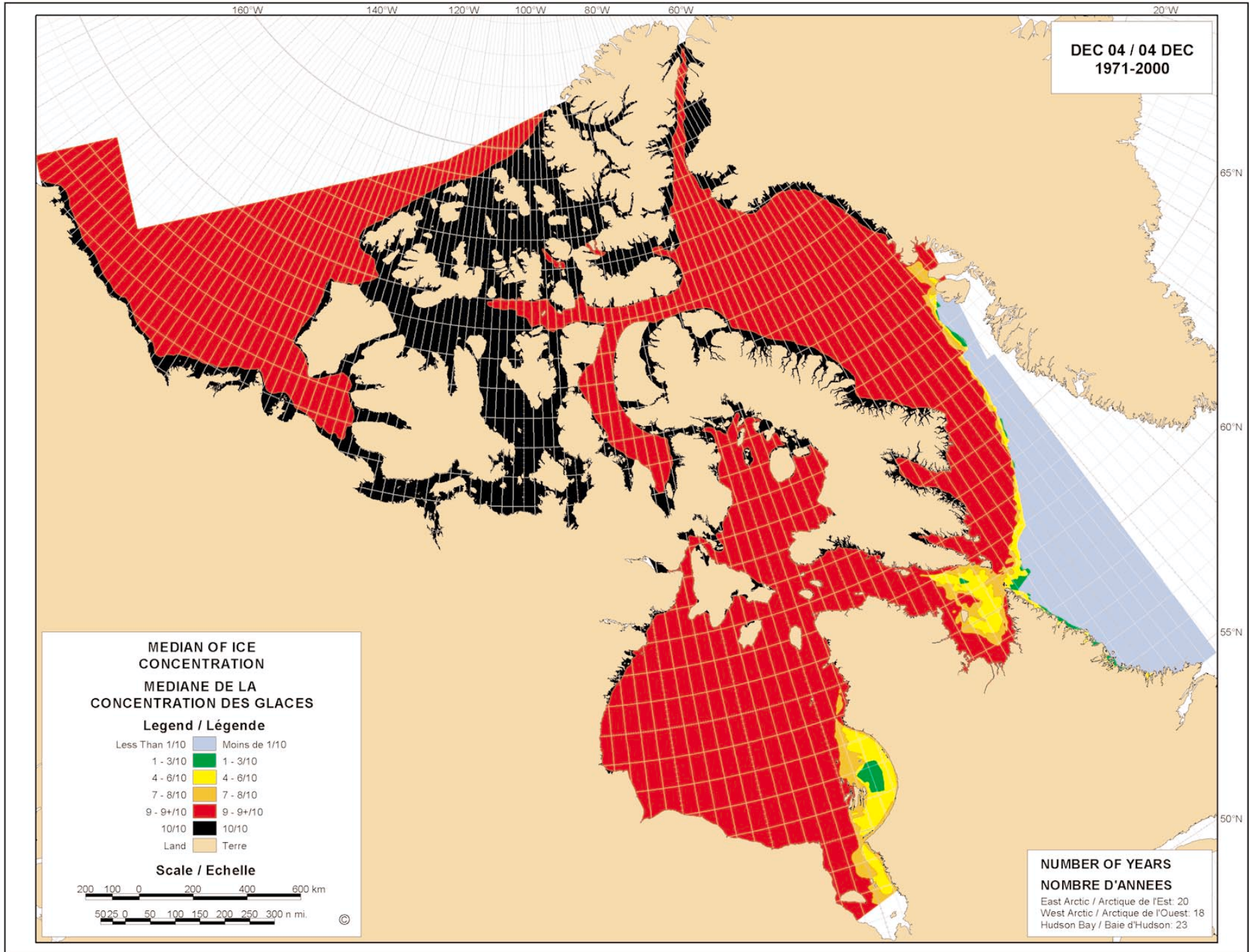






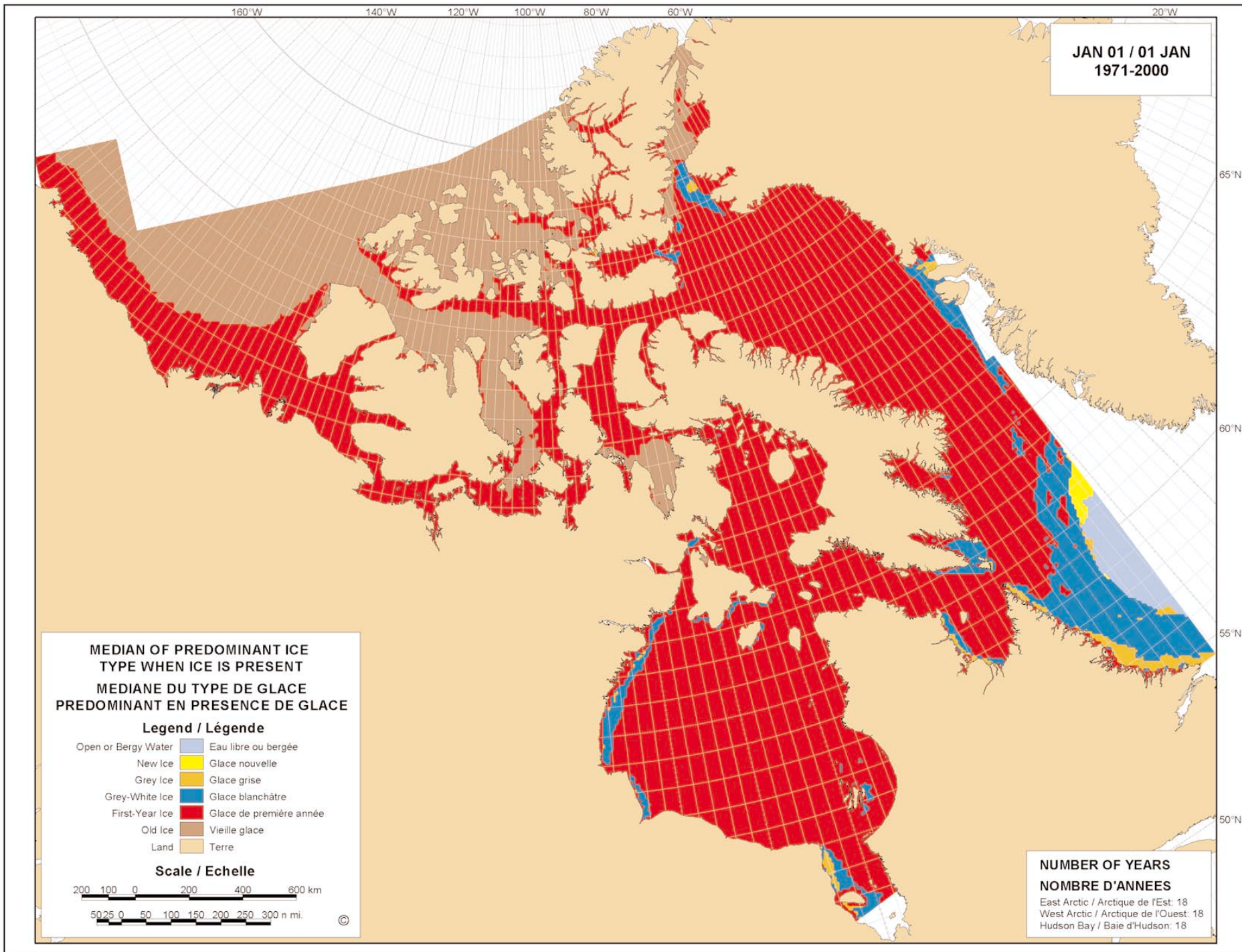


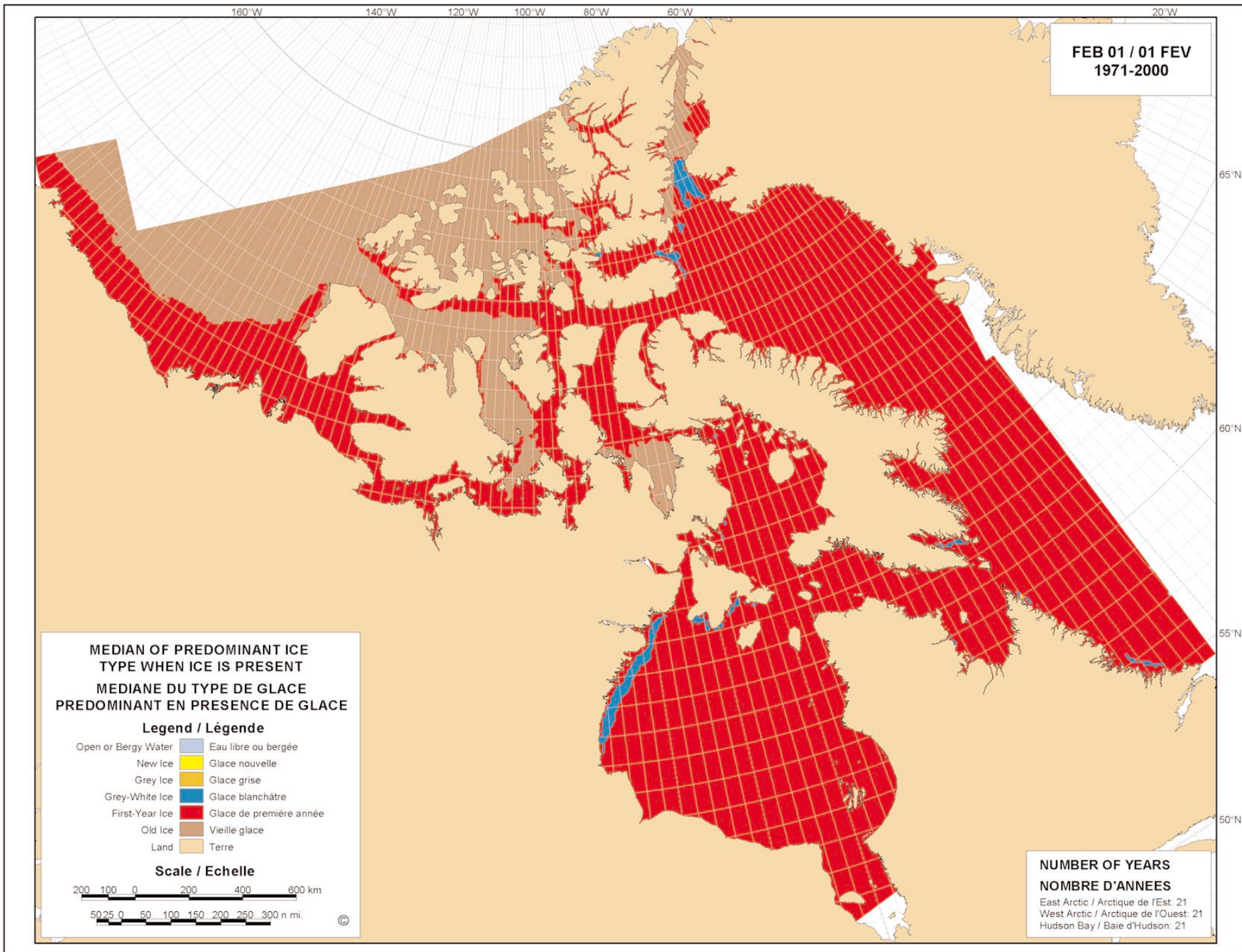


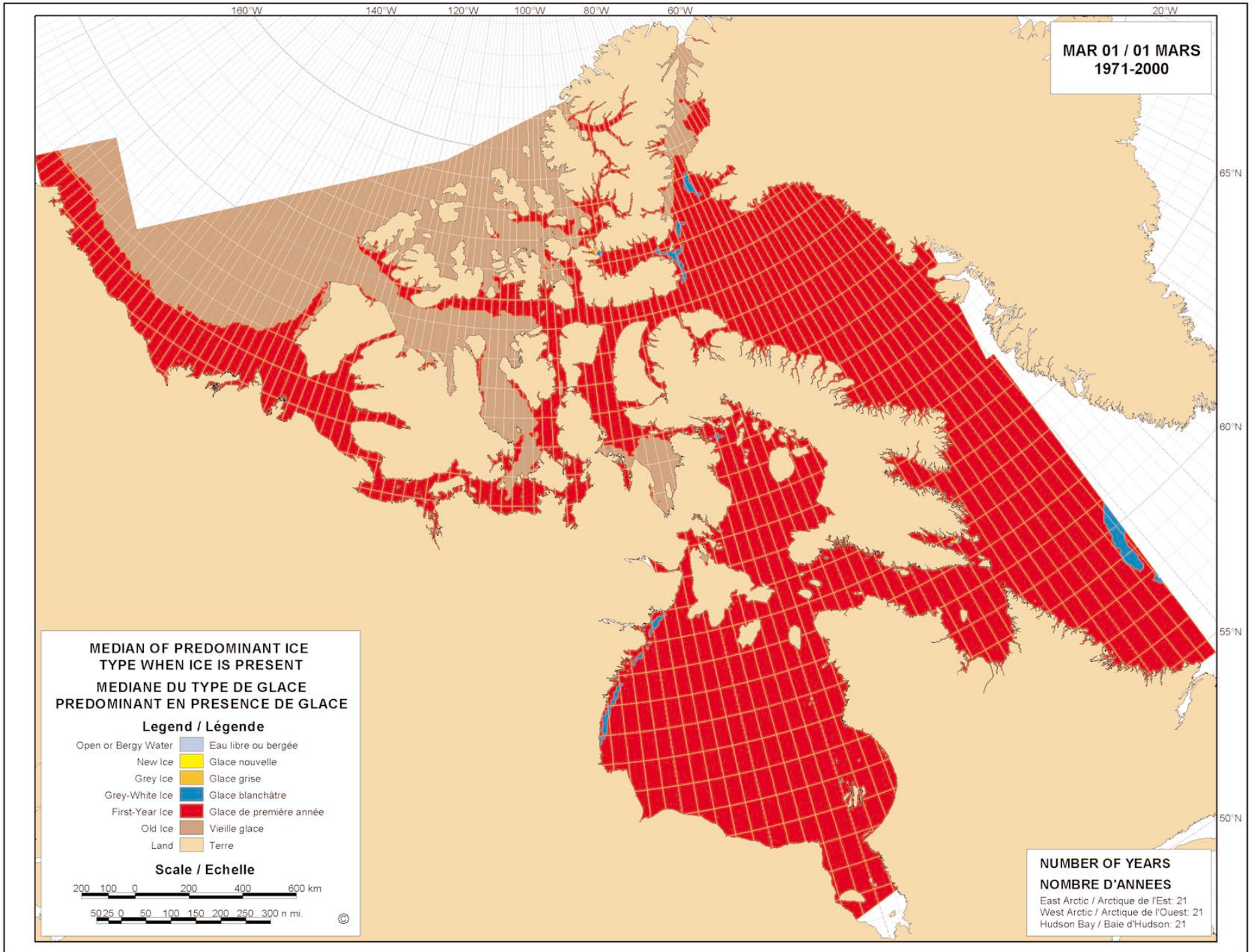


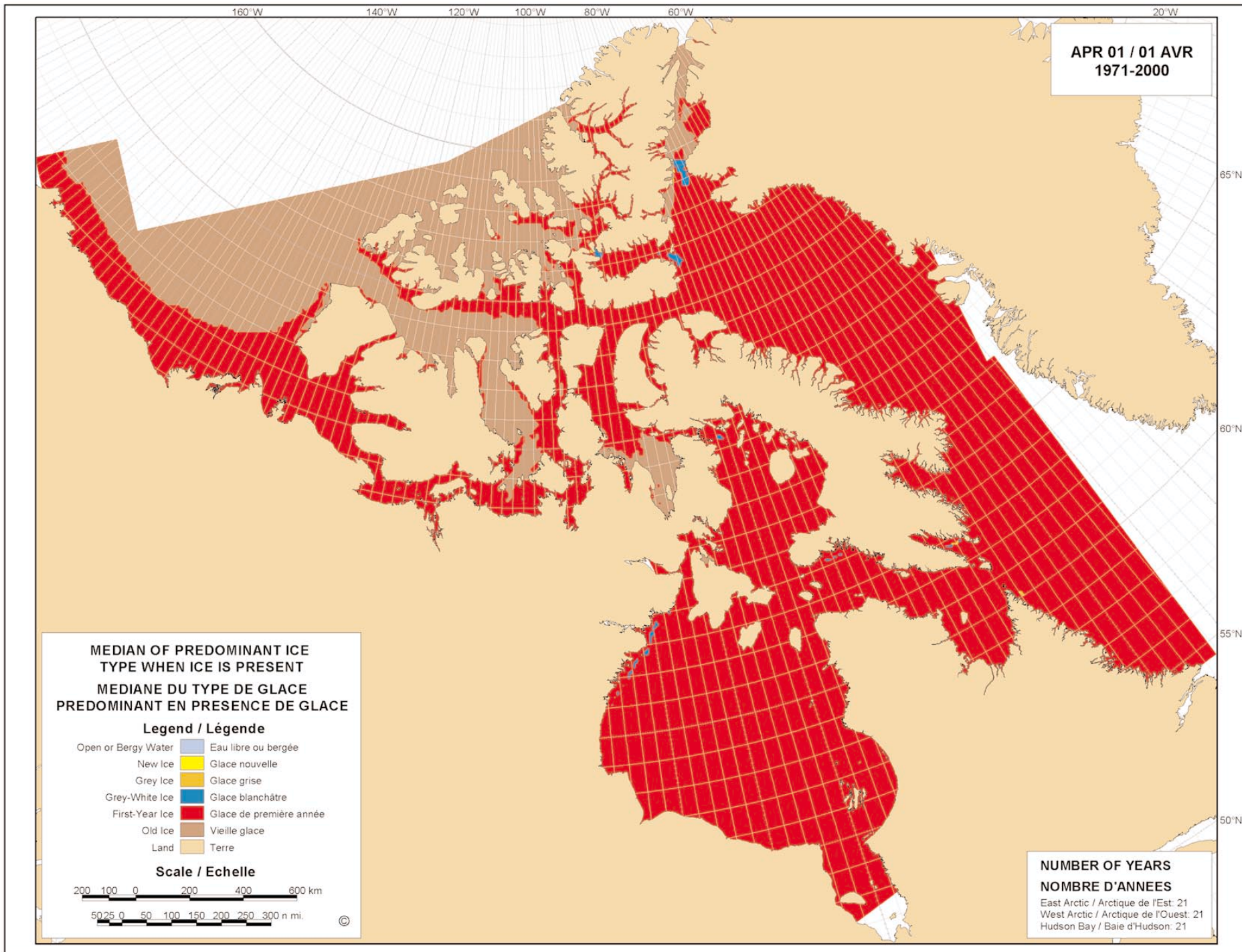
MEDIAN OF PREDOMINANT ICE TYPE WHEN ICE IS PRESENT

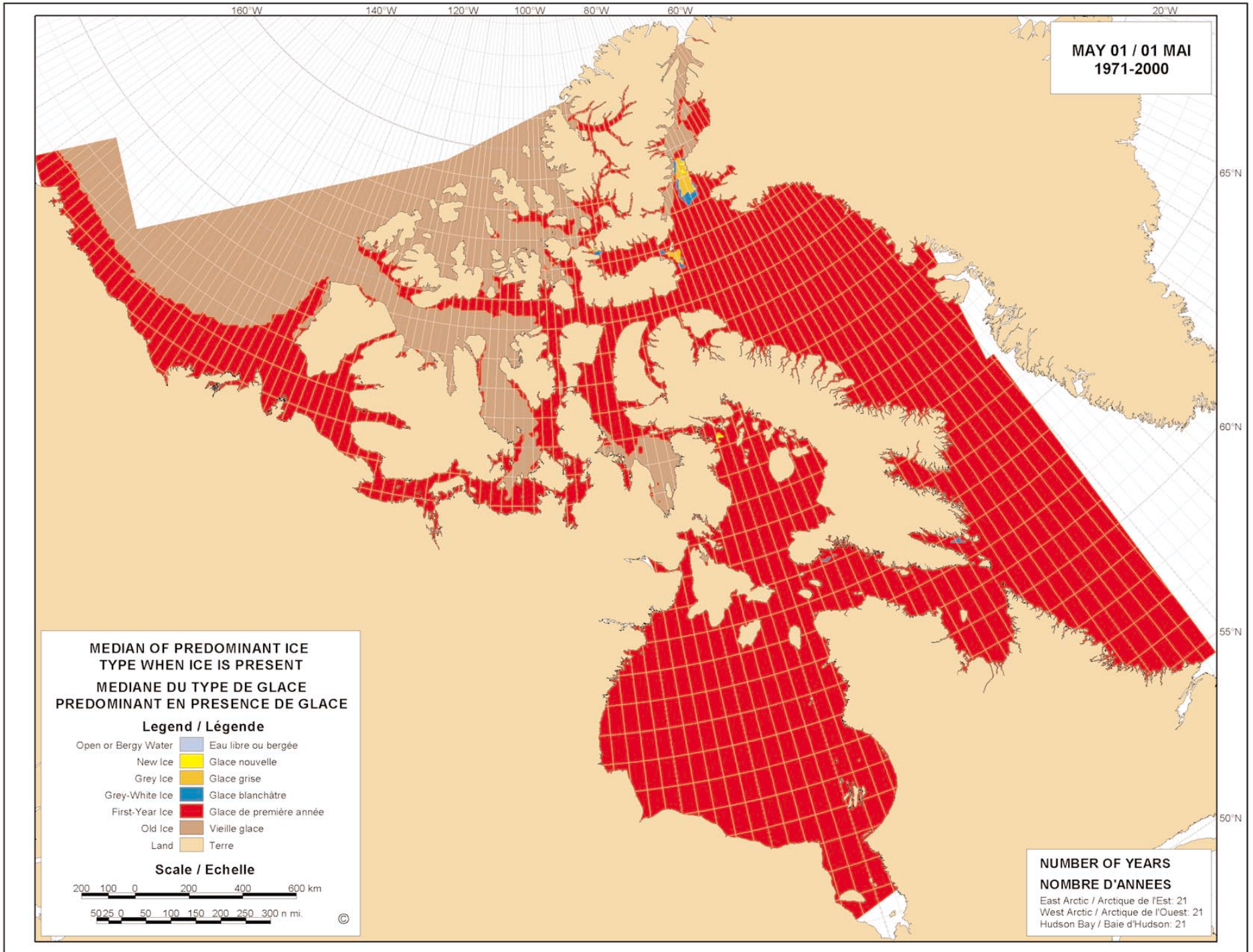
**MÉDIANE DU TYPE
DE GLACE PRÉDOMINANT EN PRÉSENCE DE GLACE**

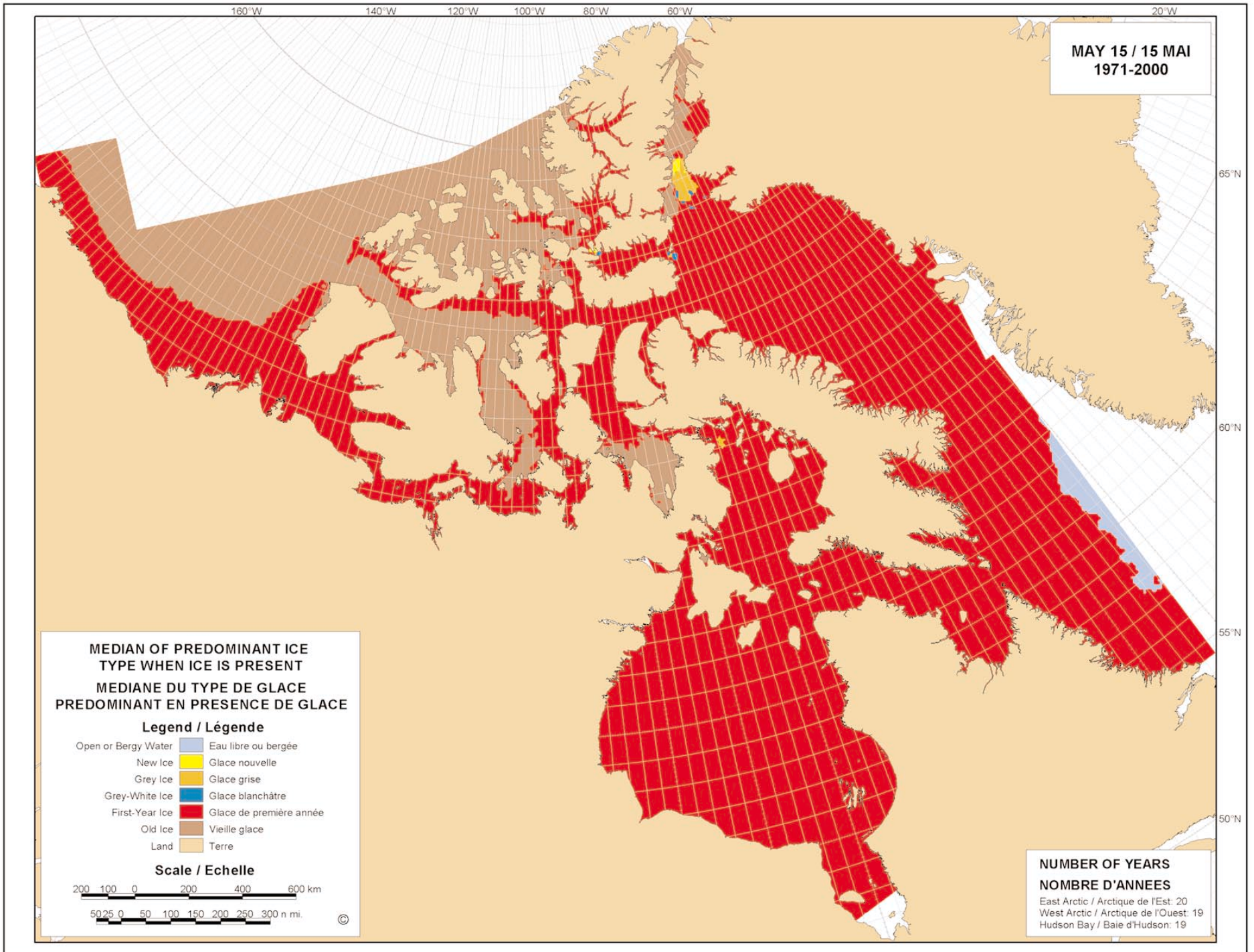


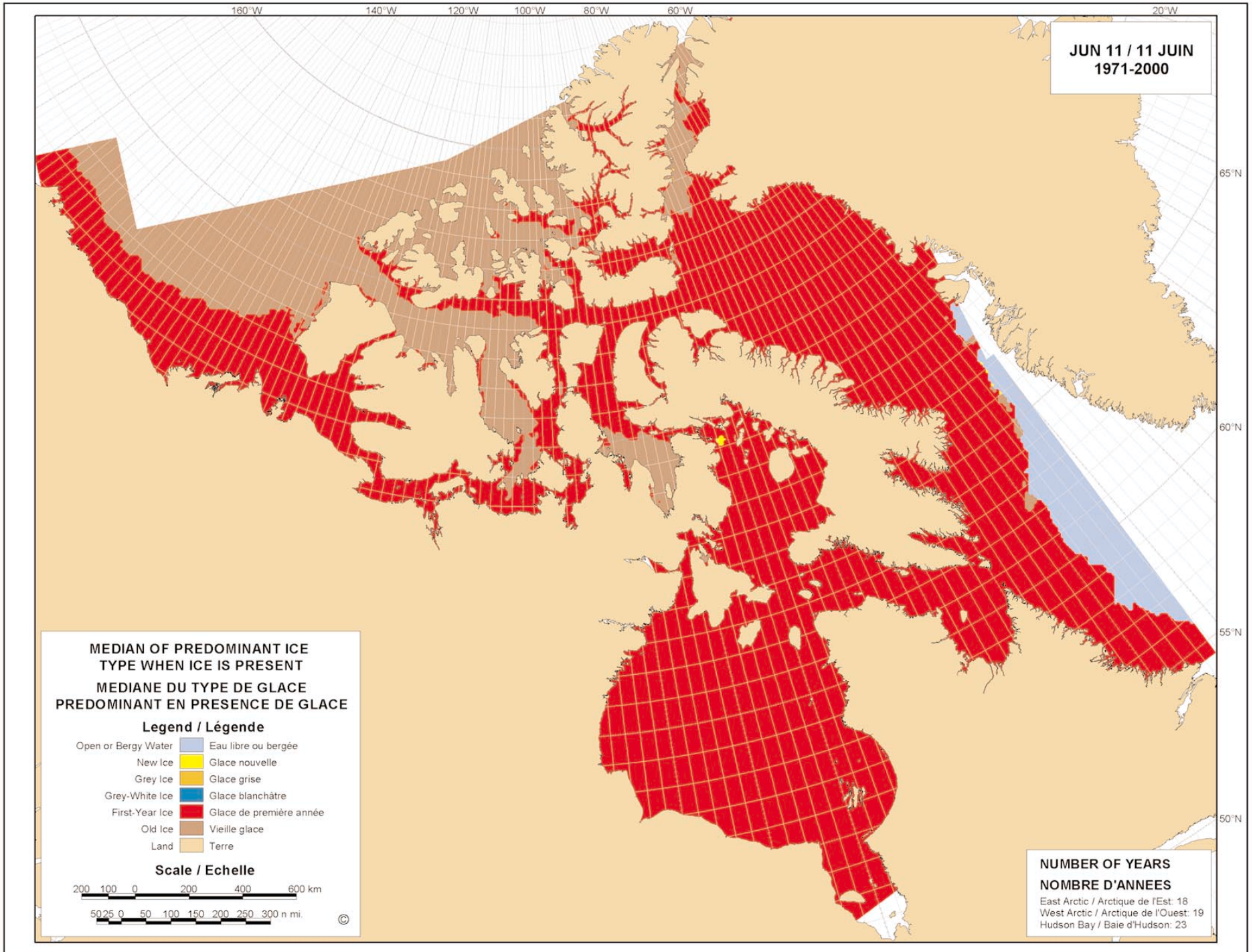


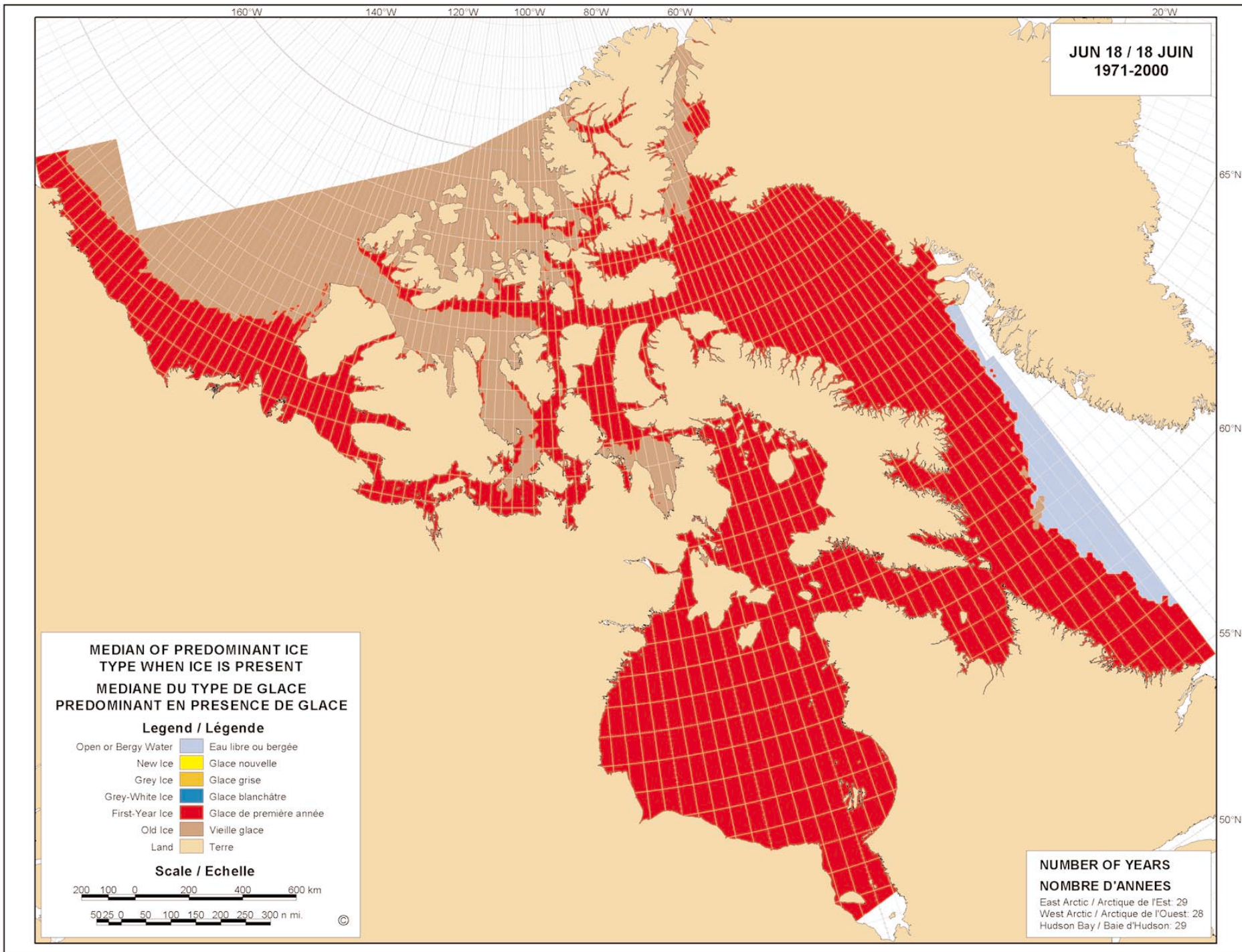


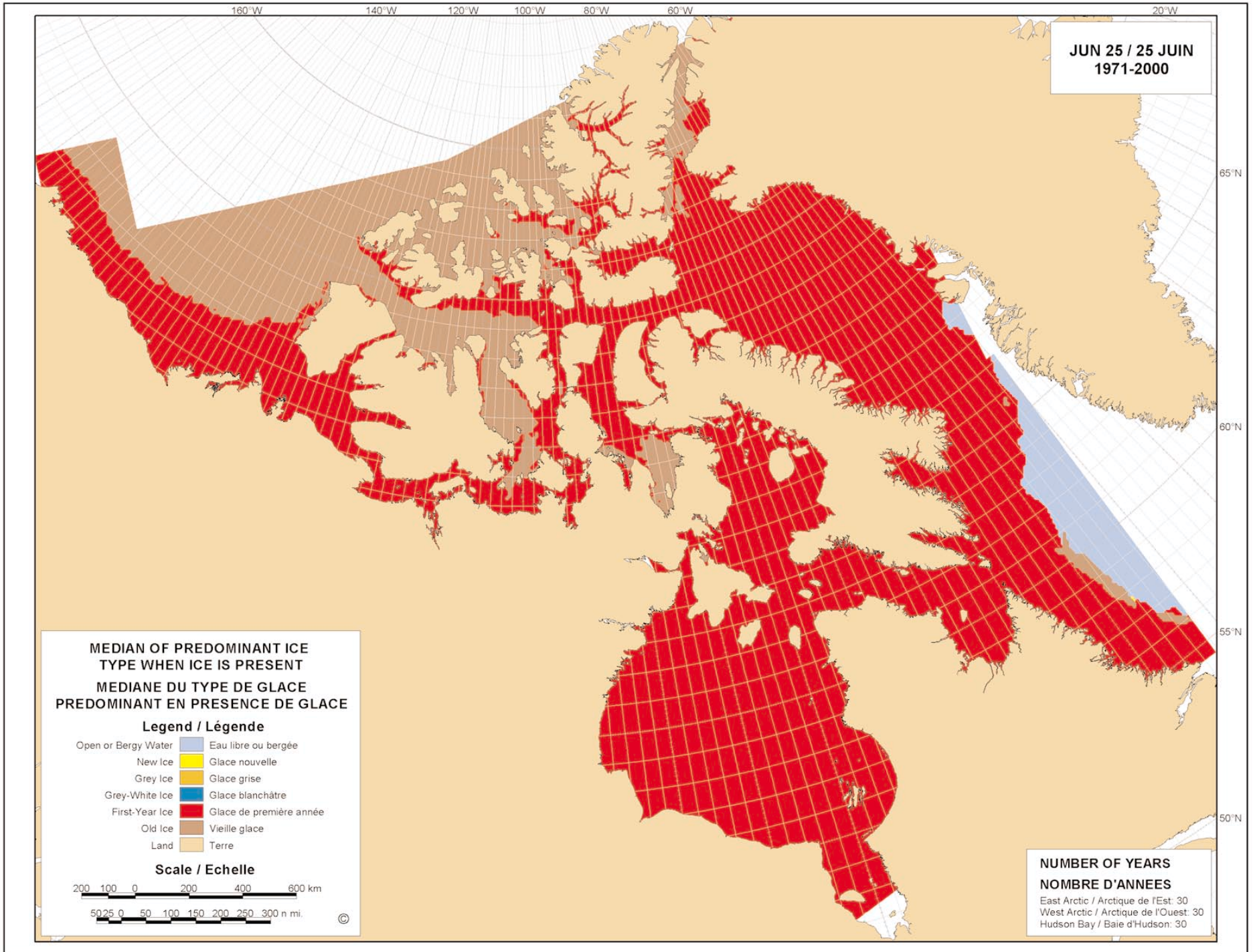


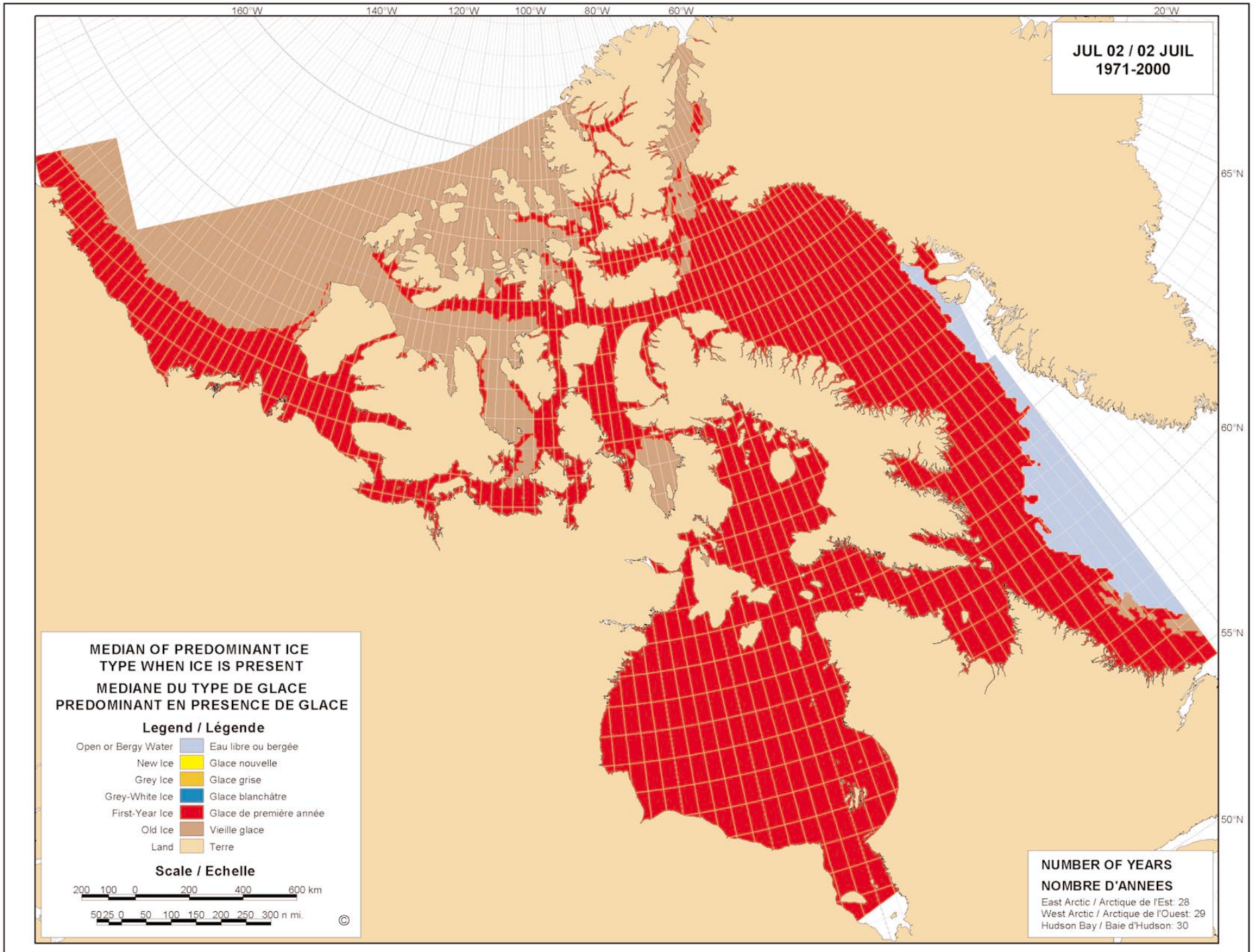


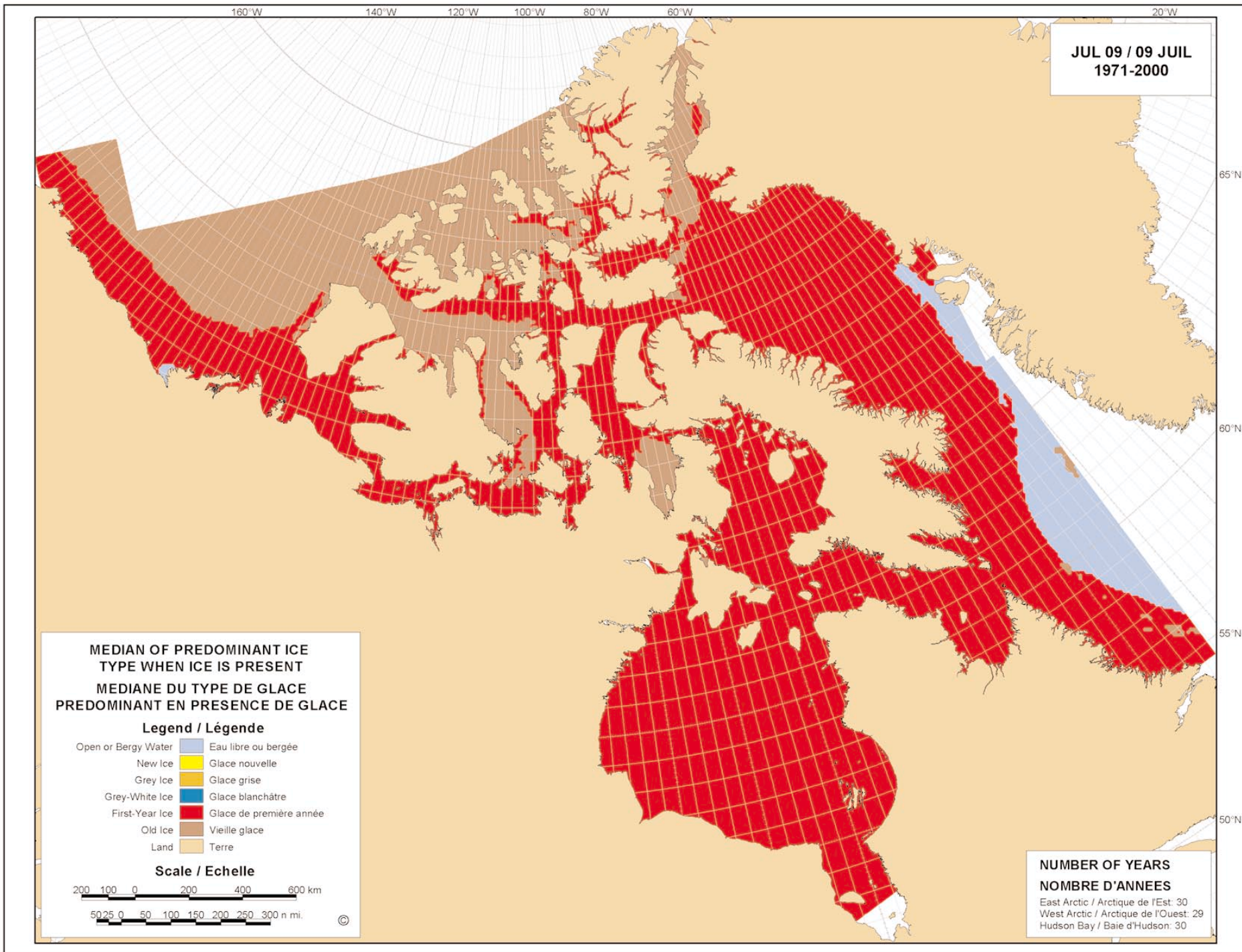


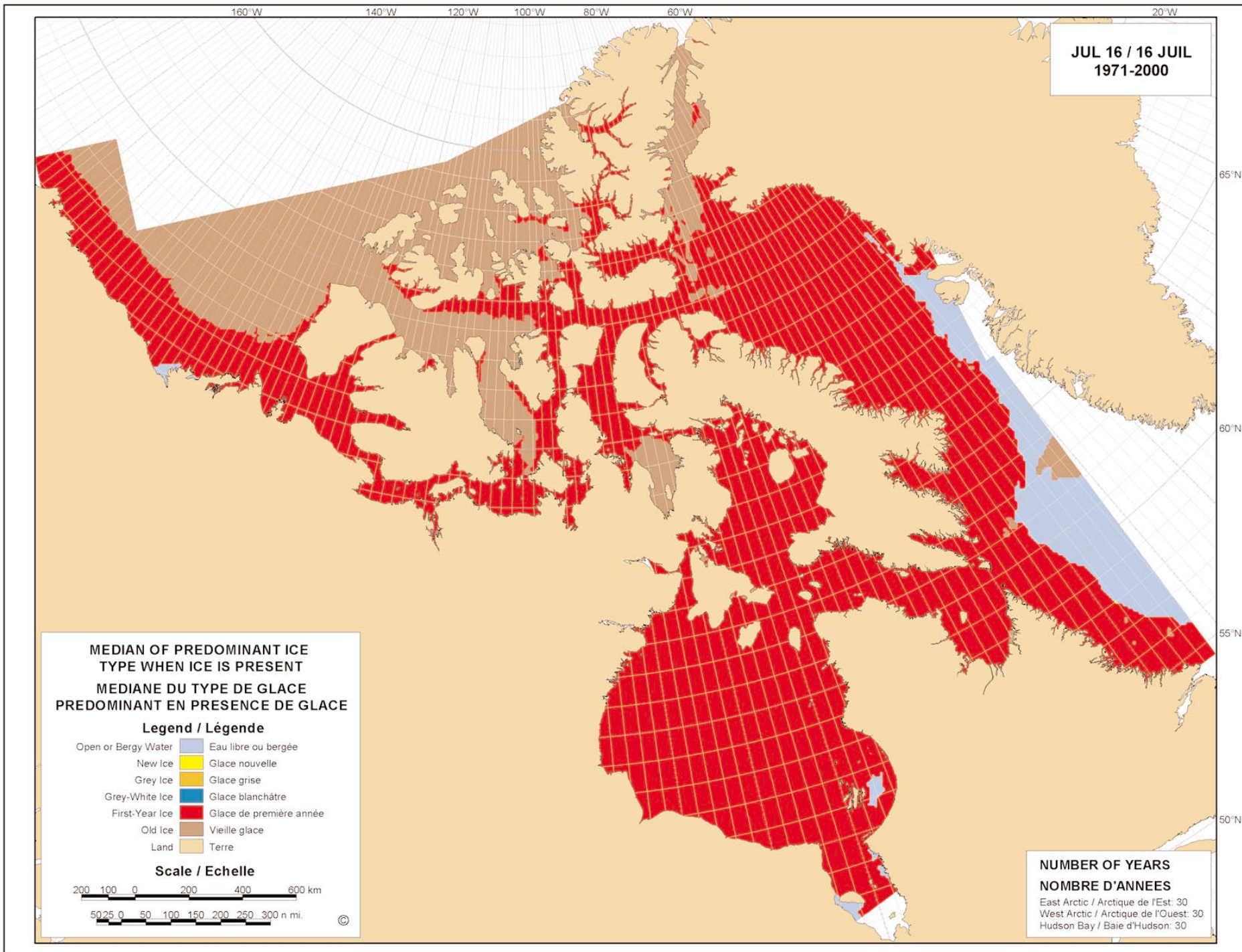


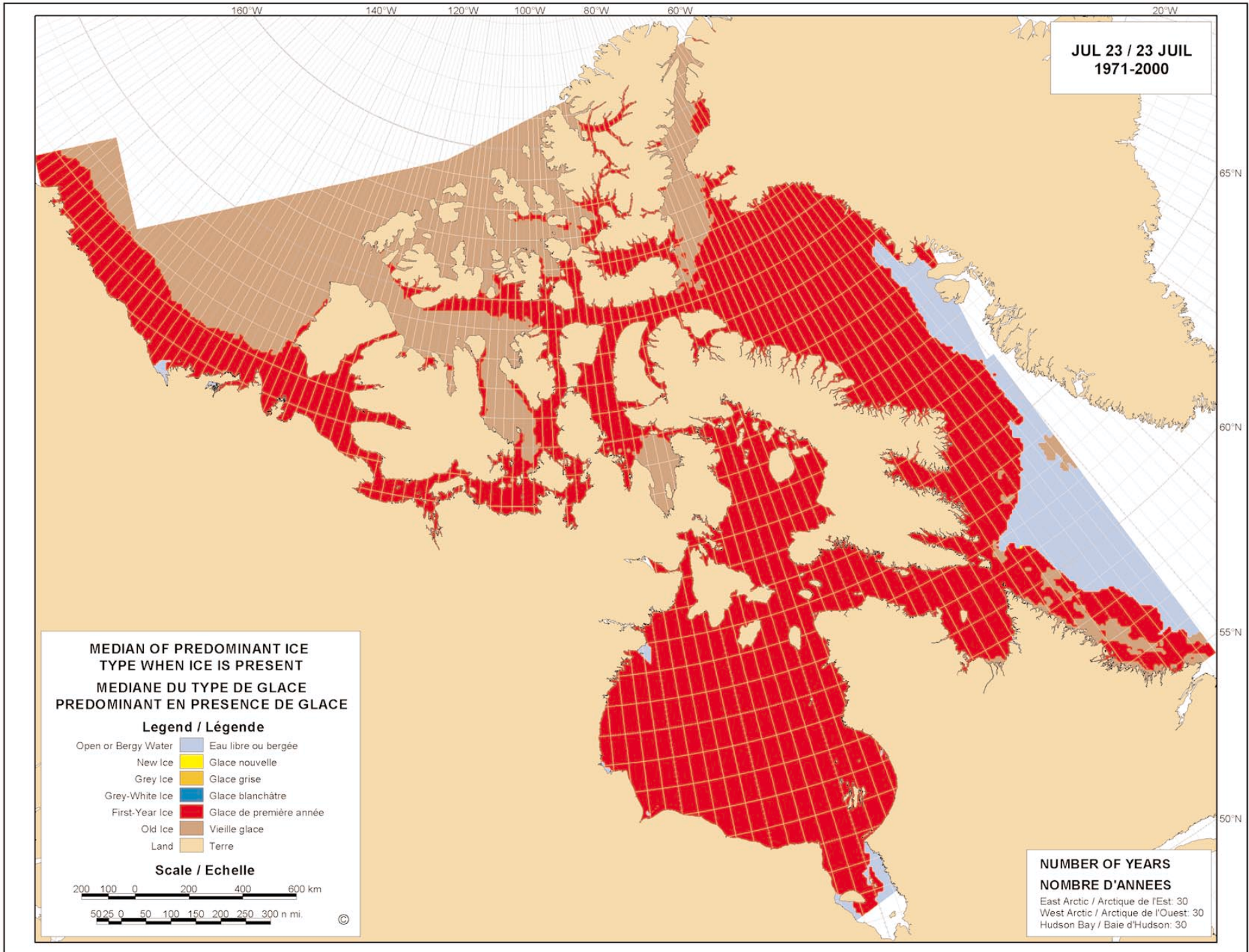


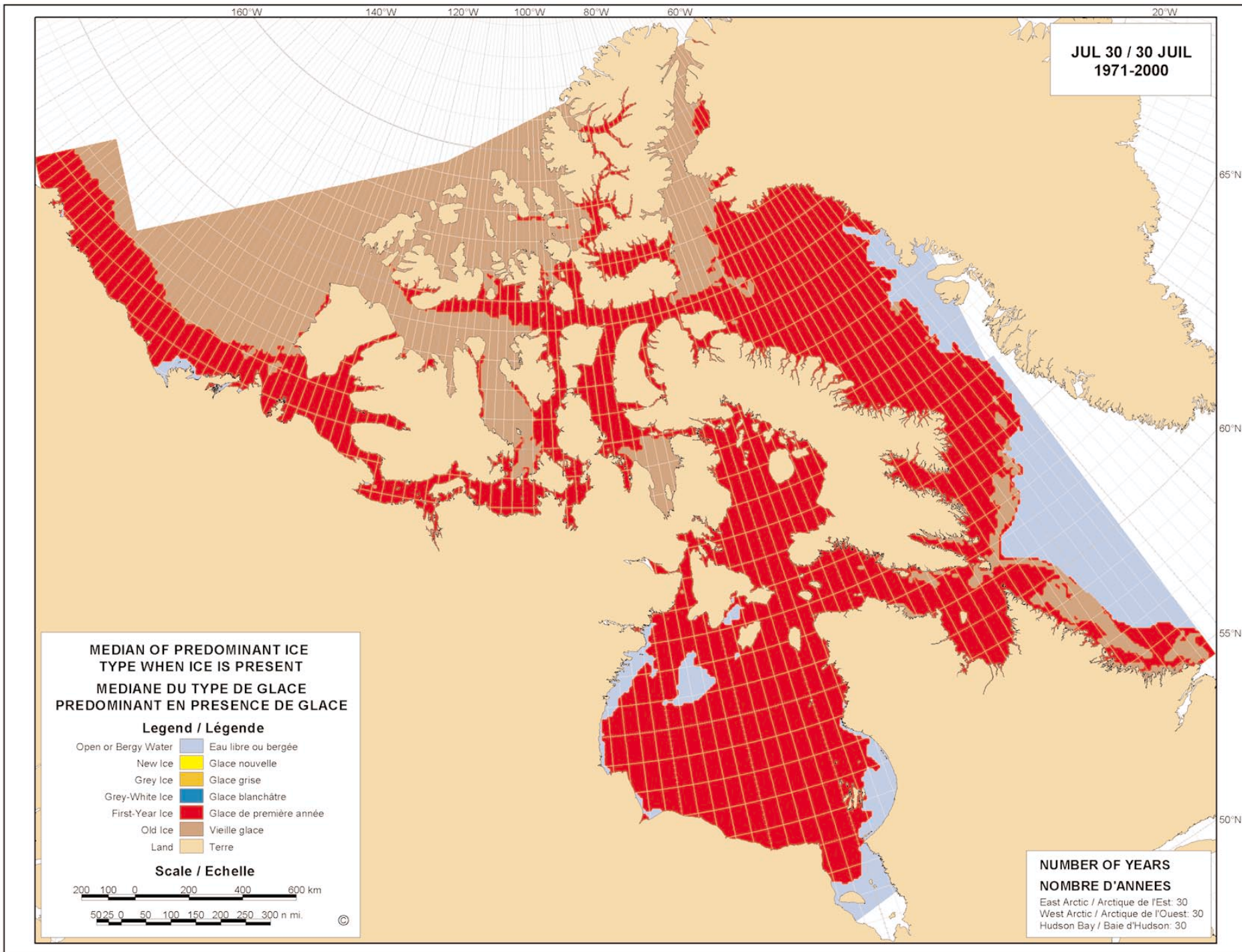


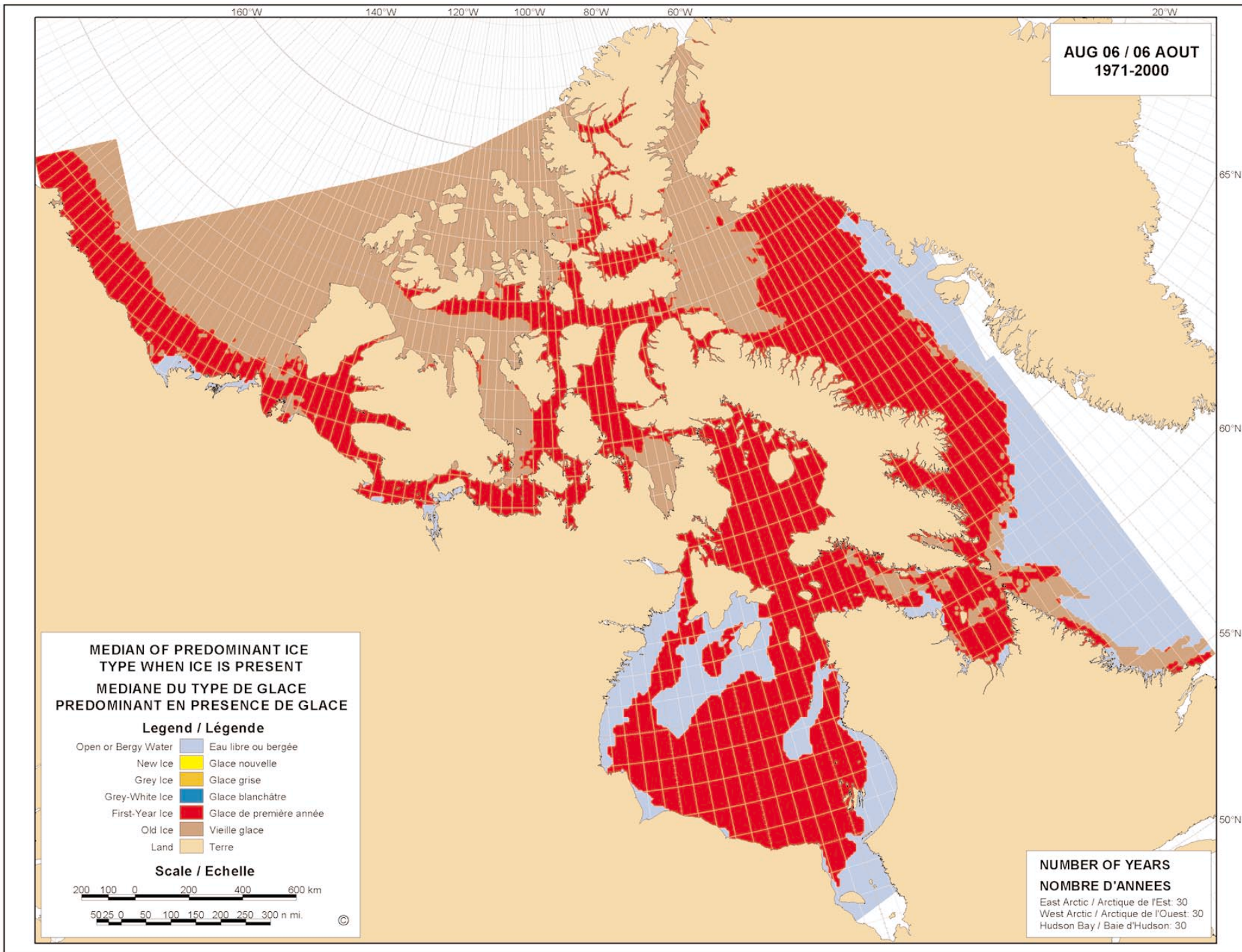


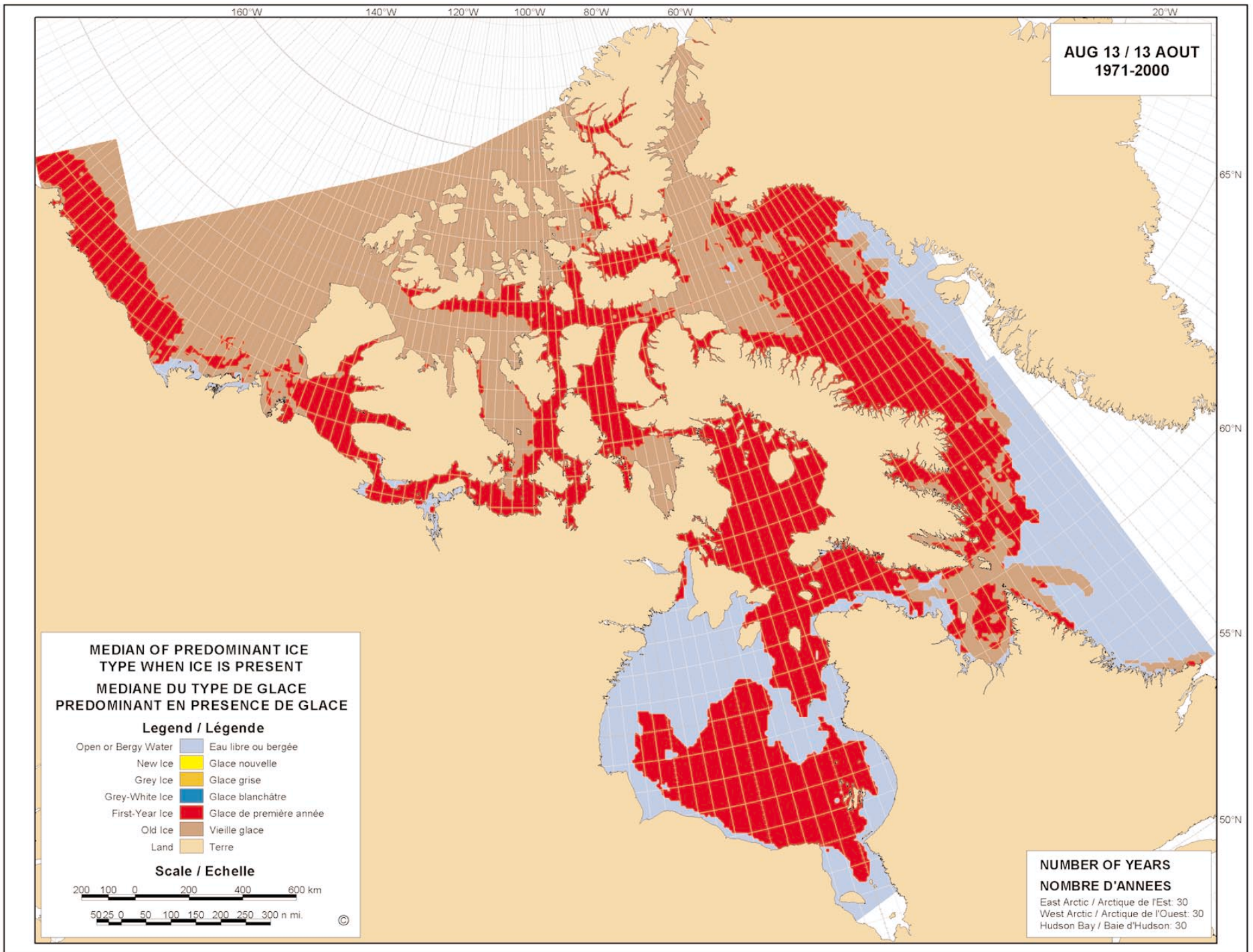


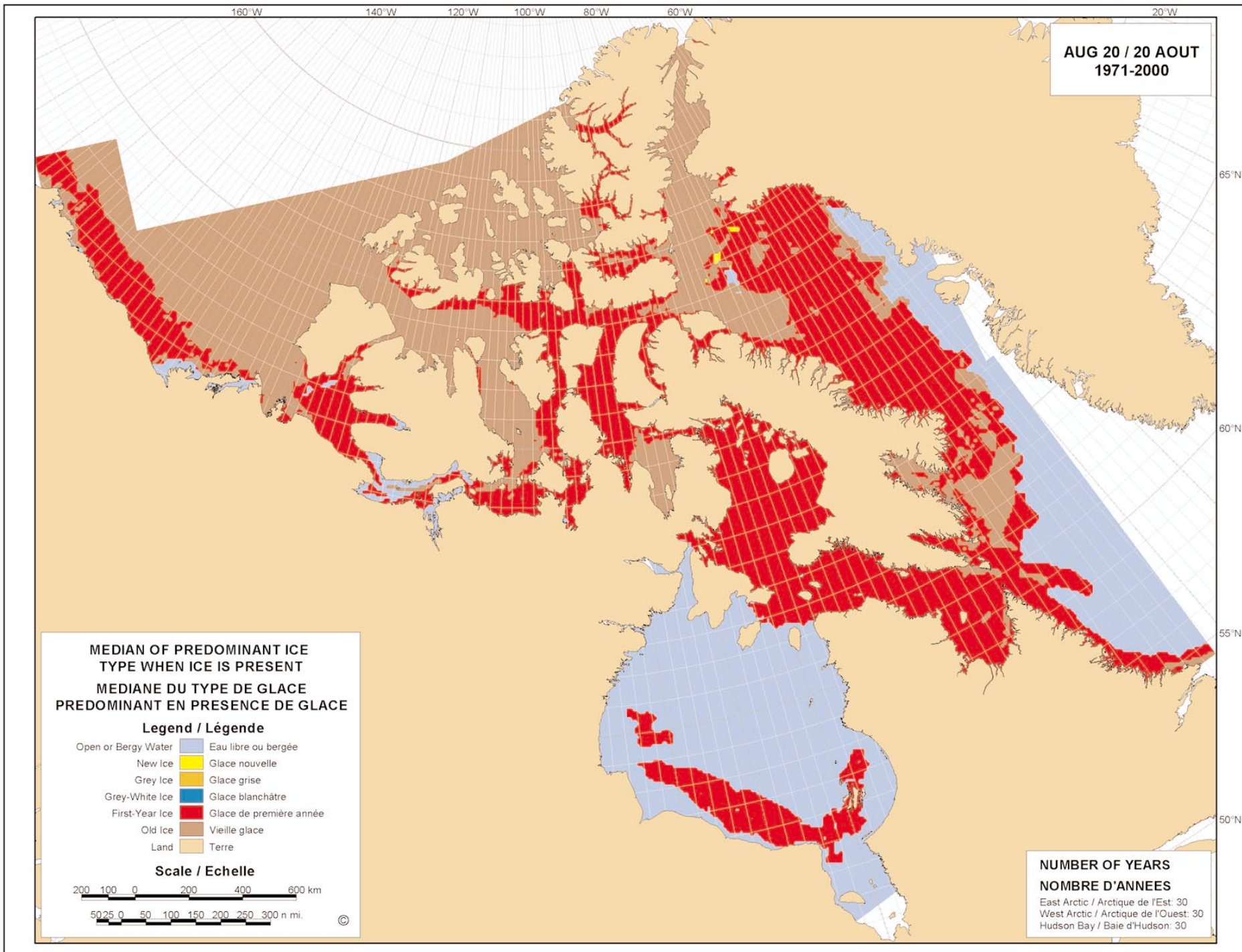


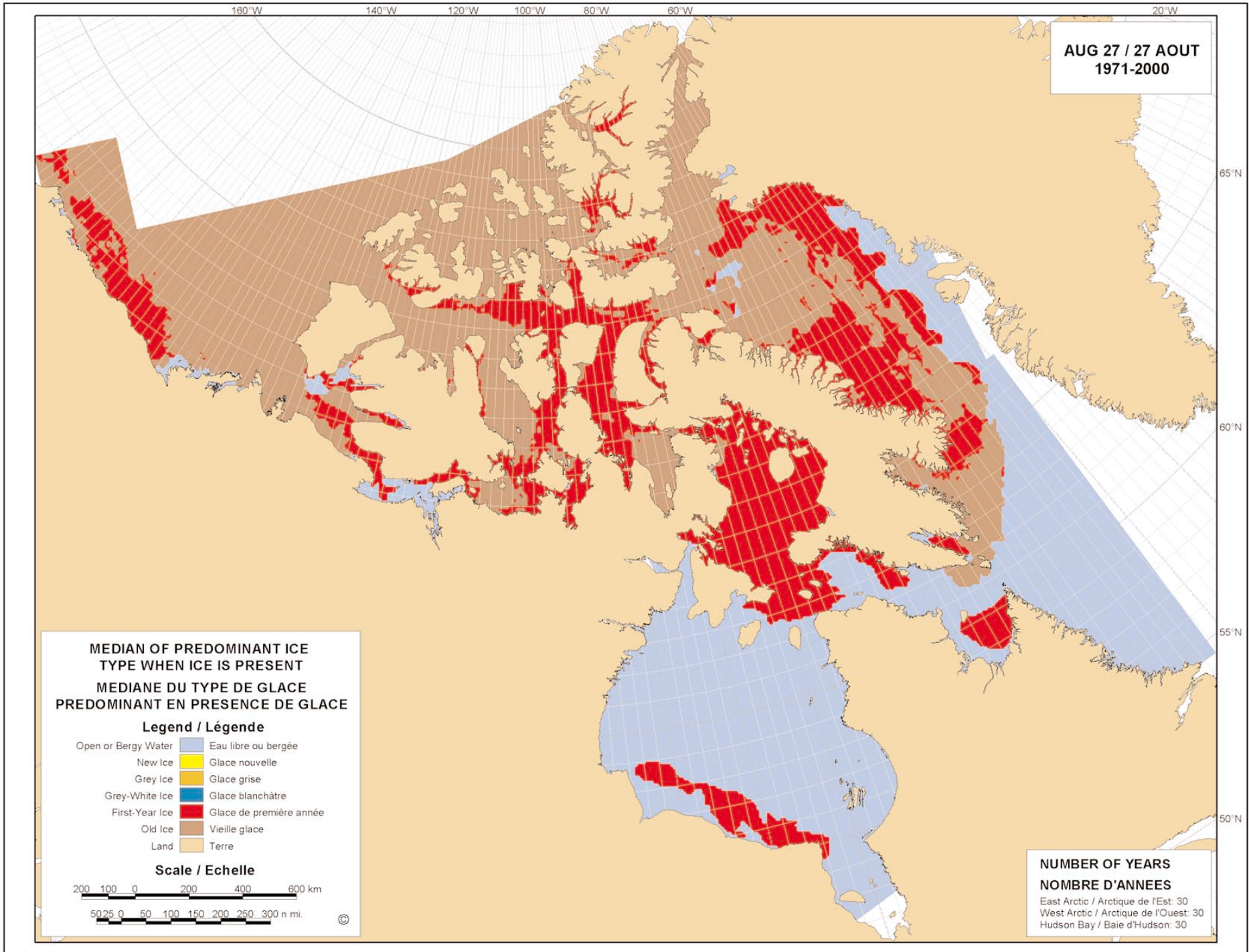


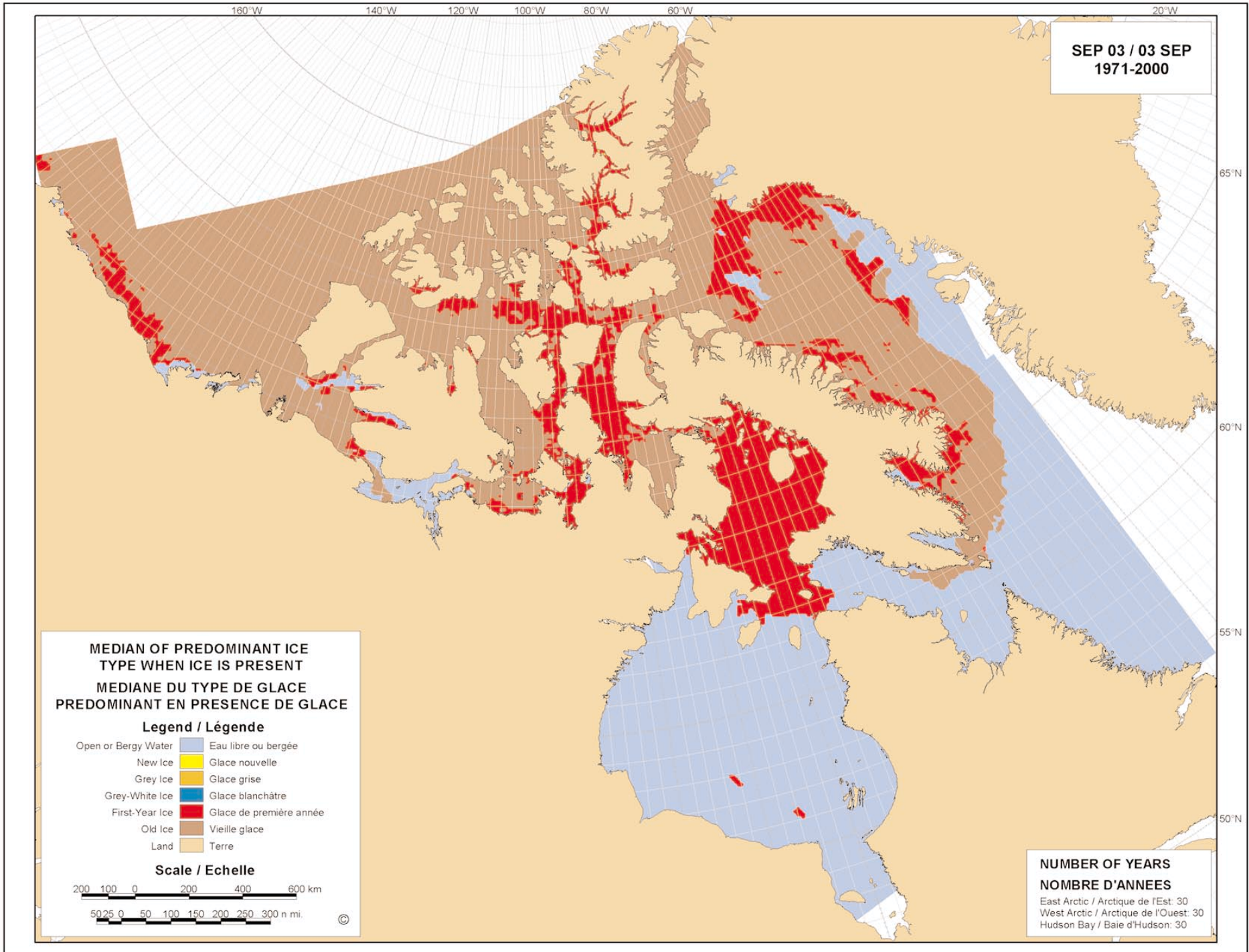


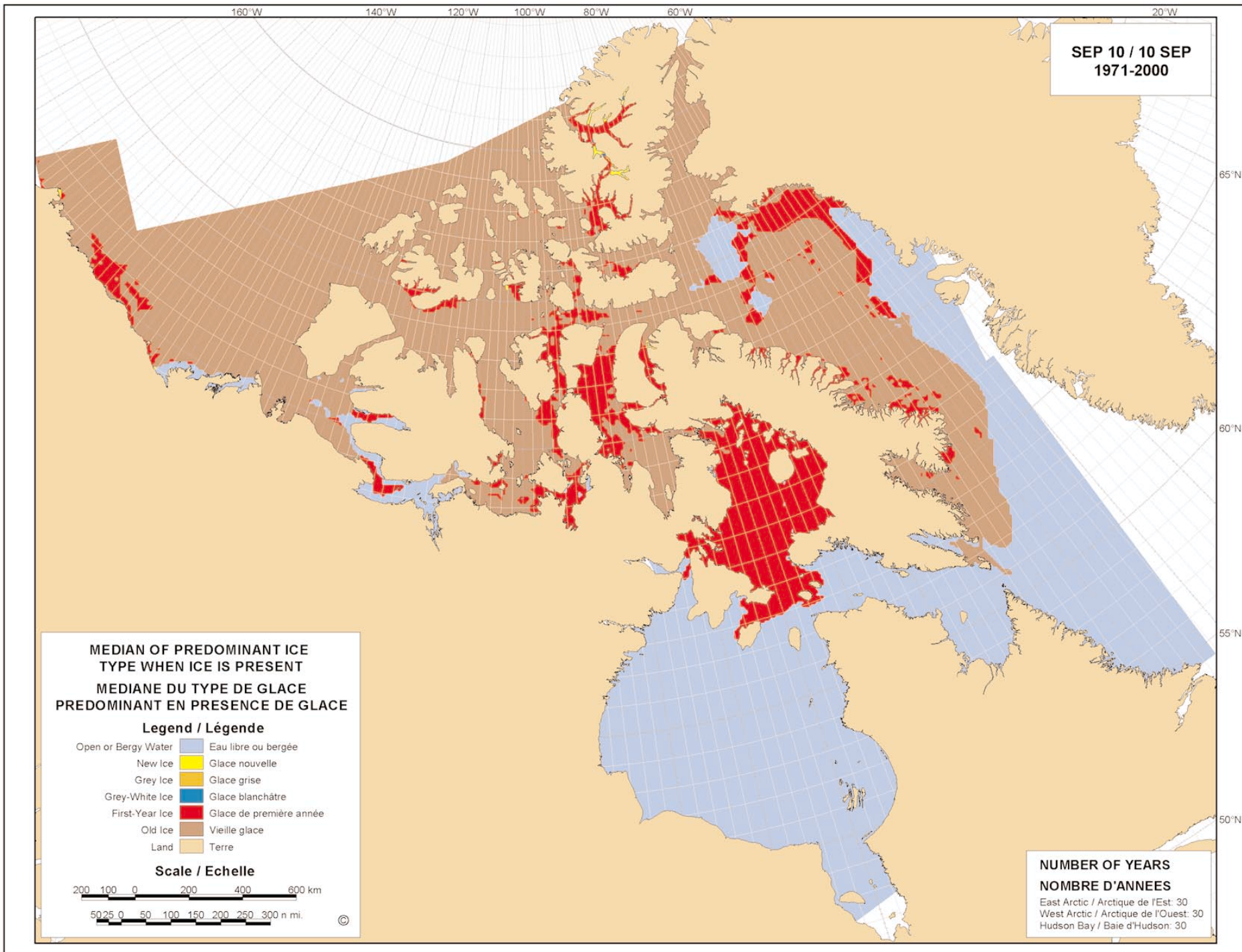


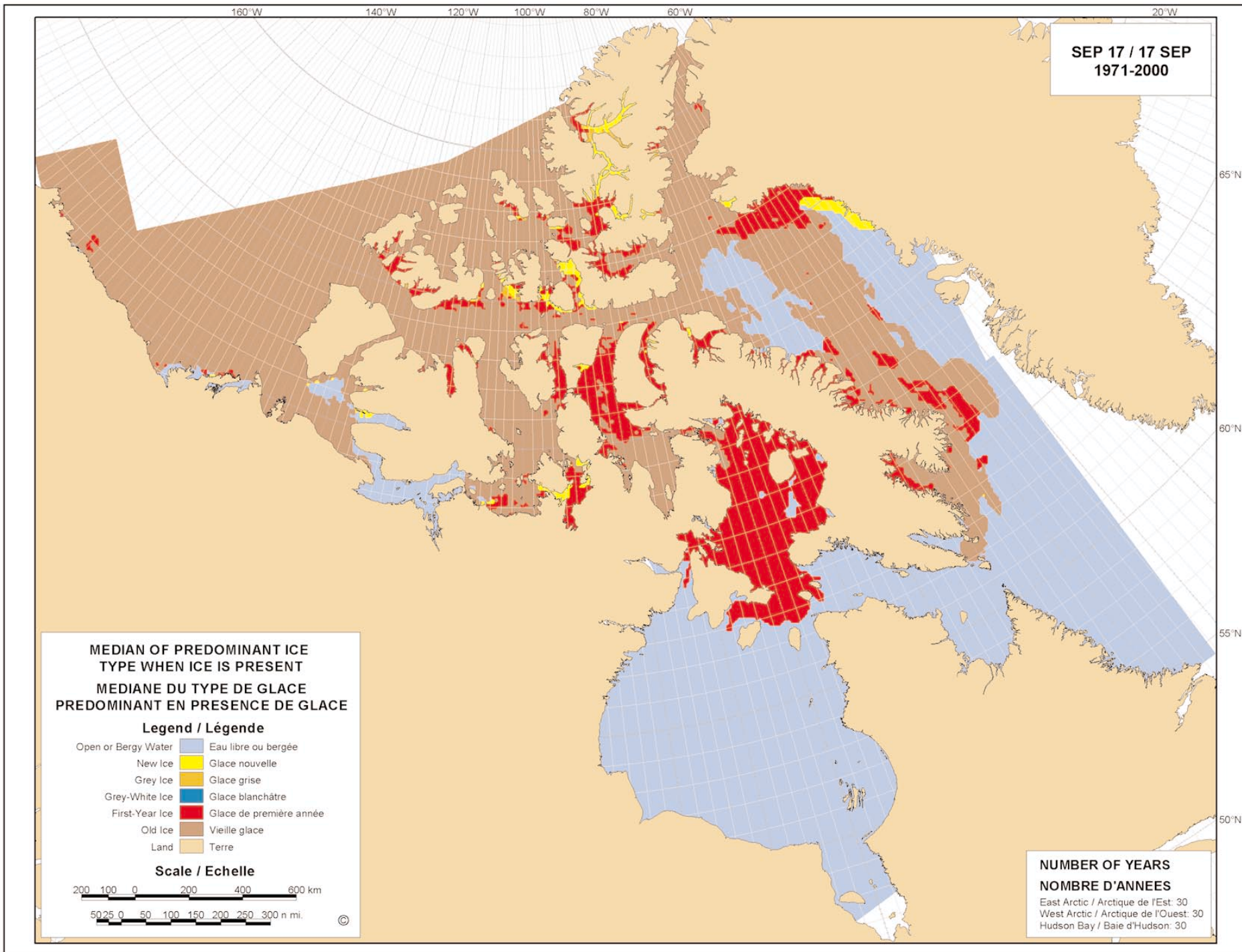


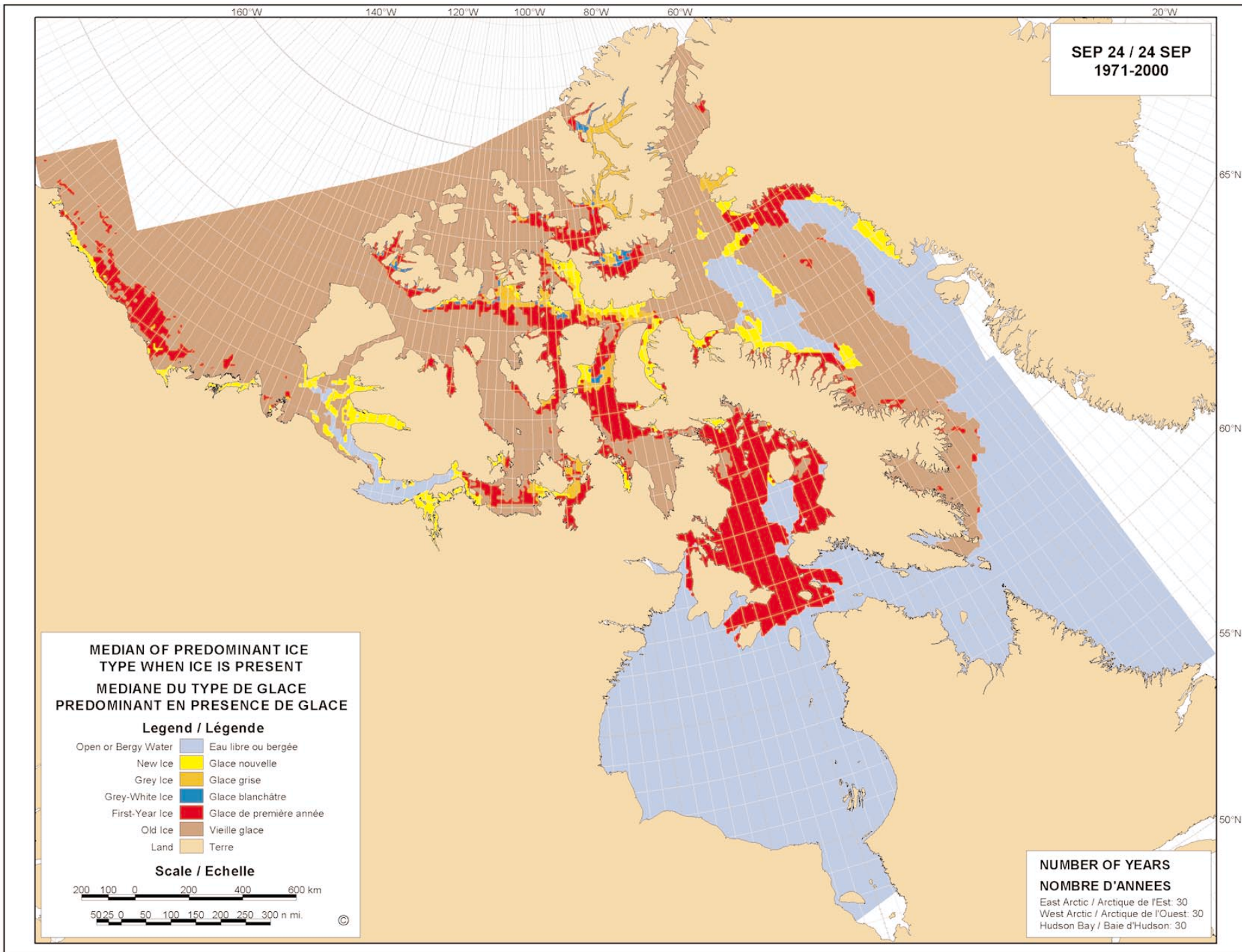


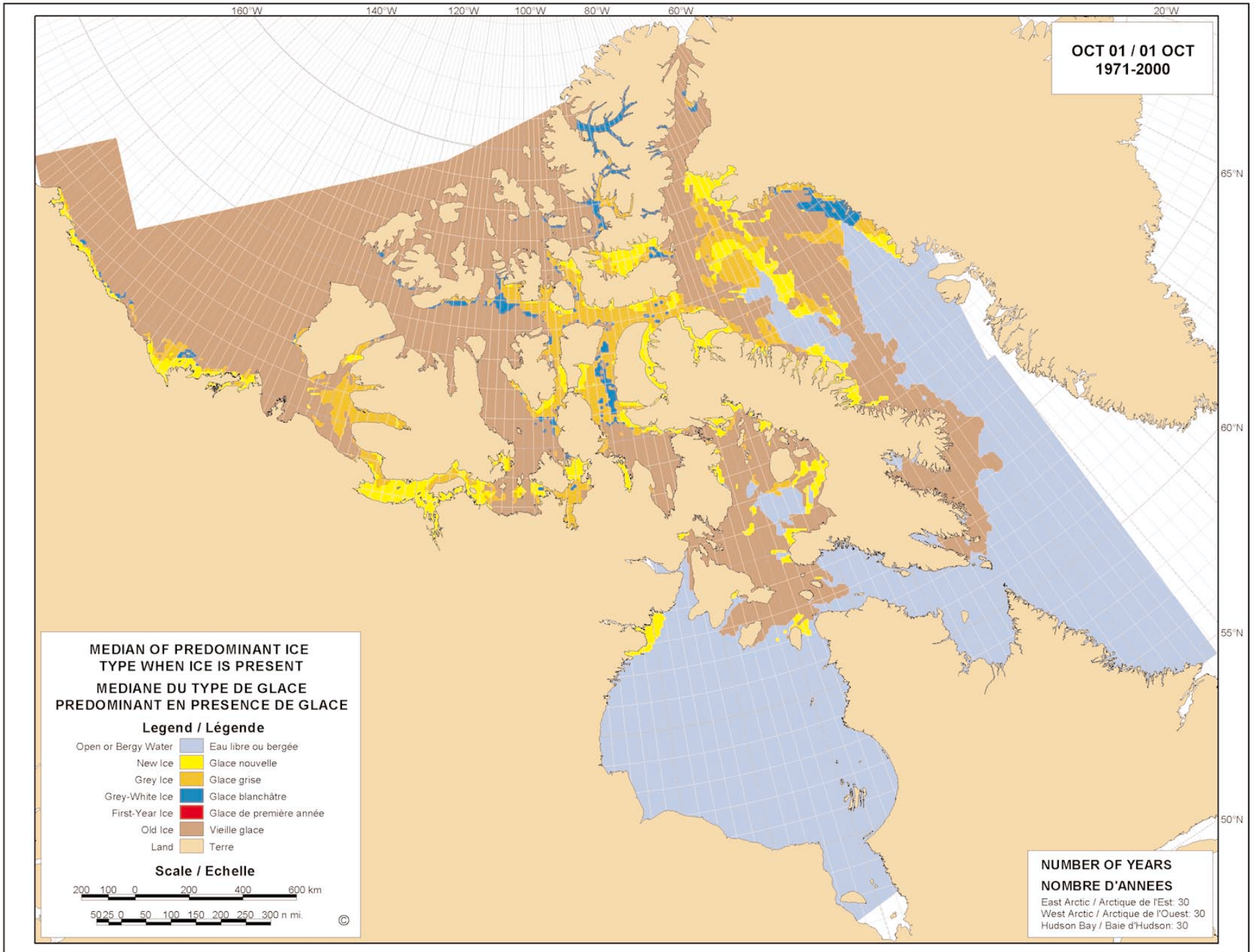


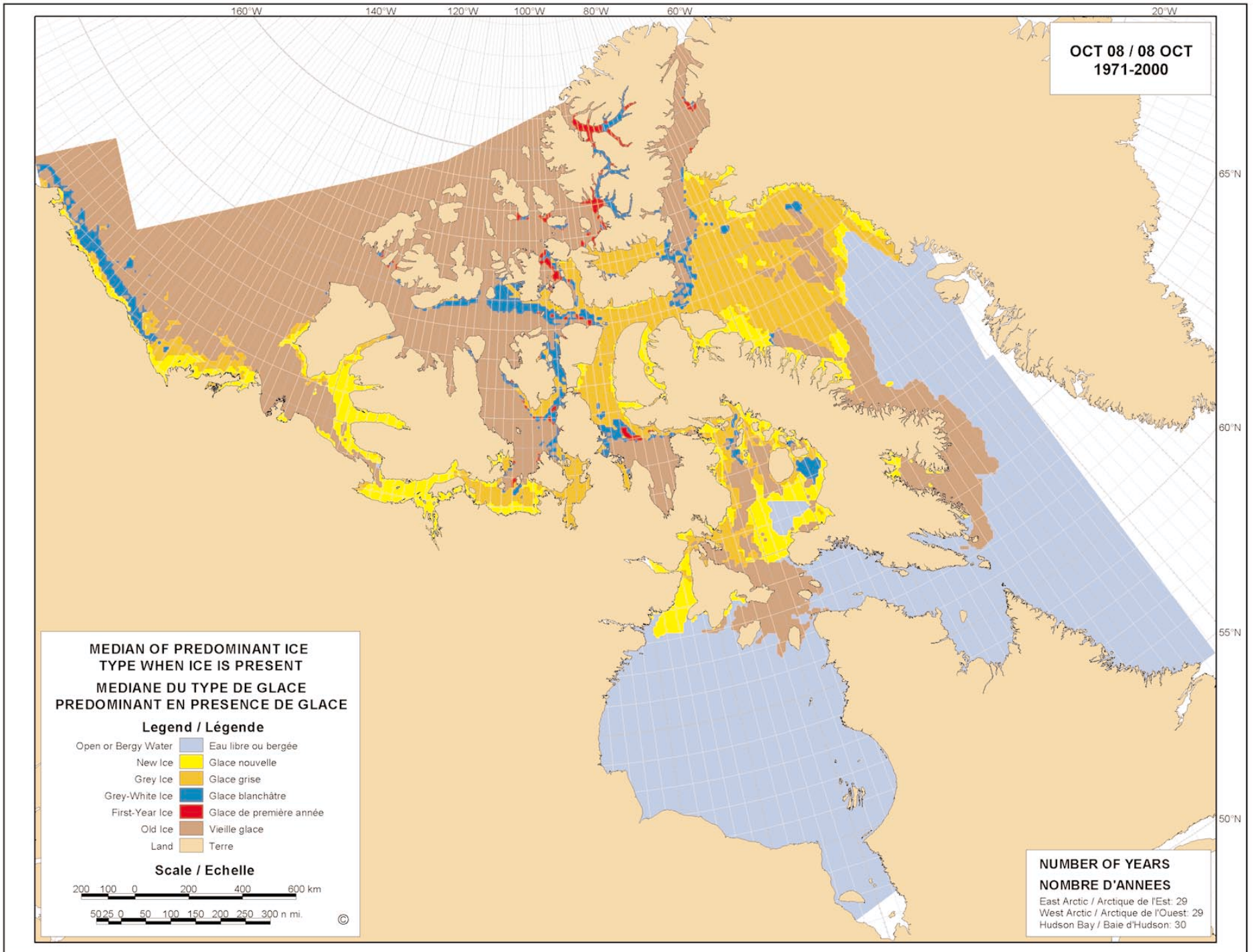


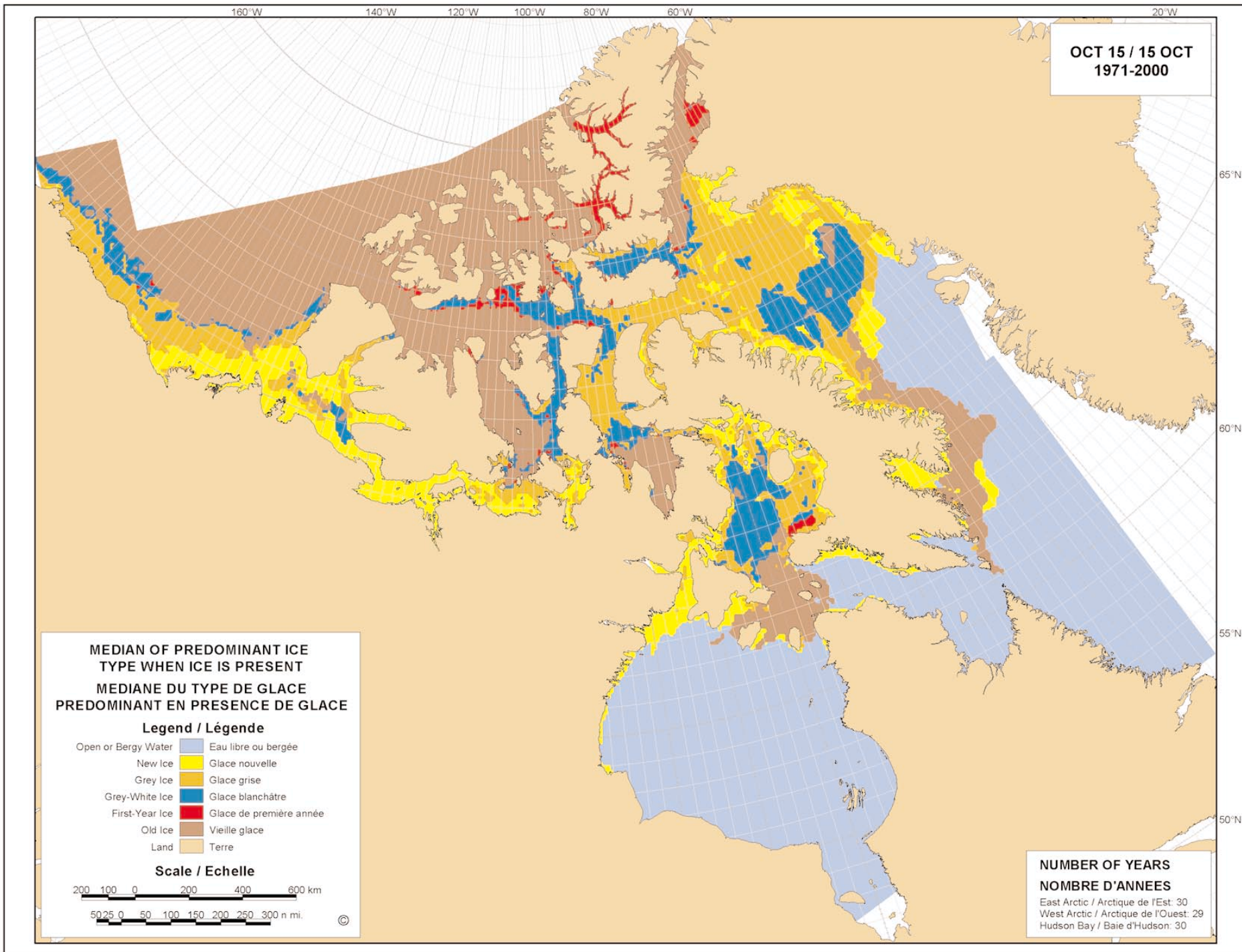


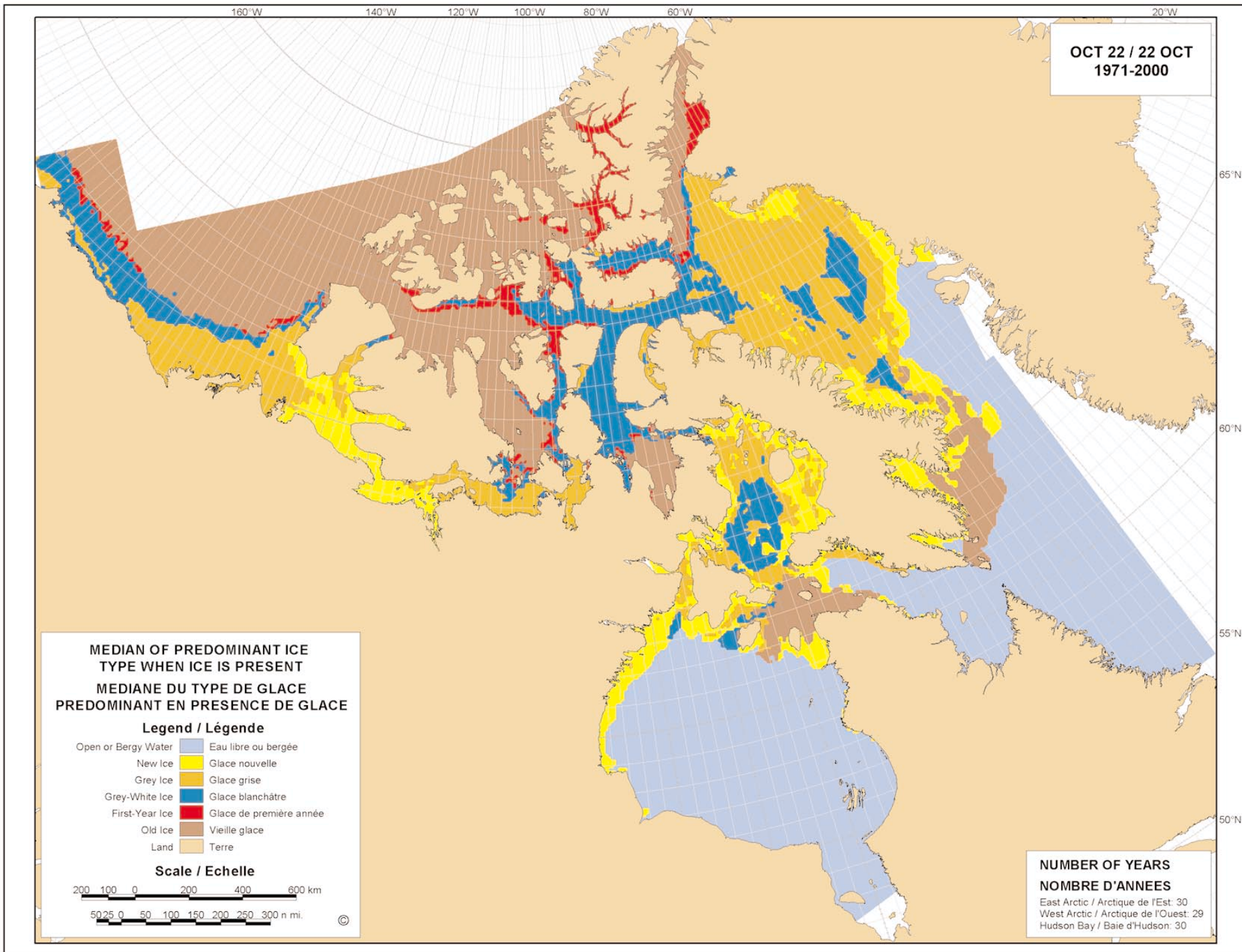


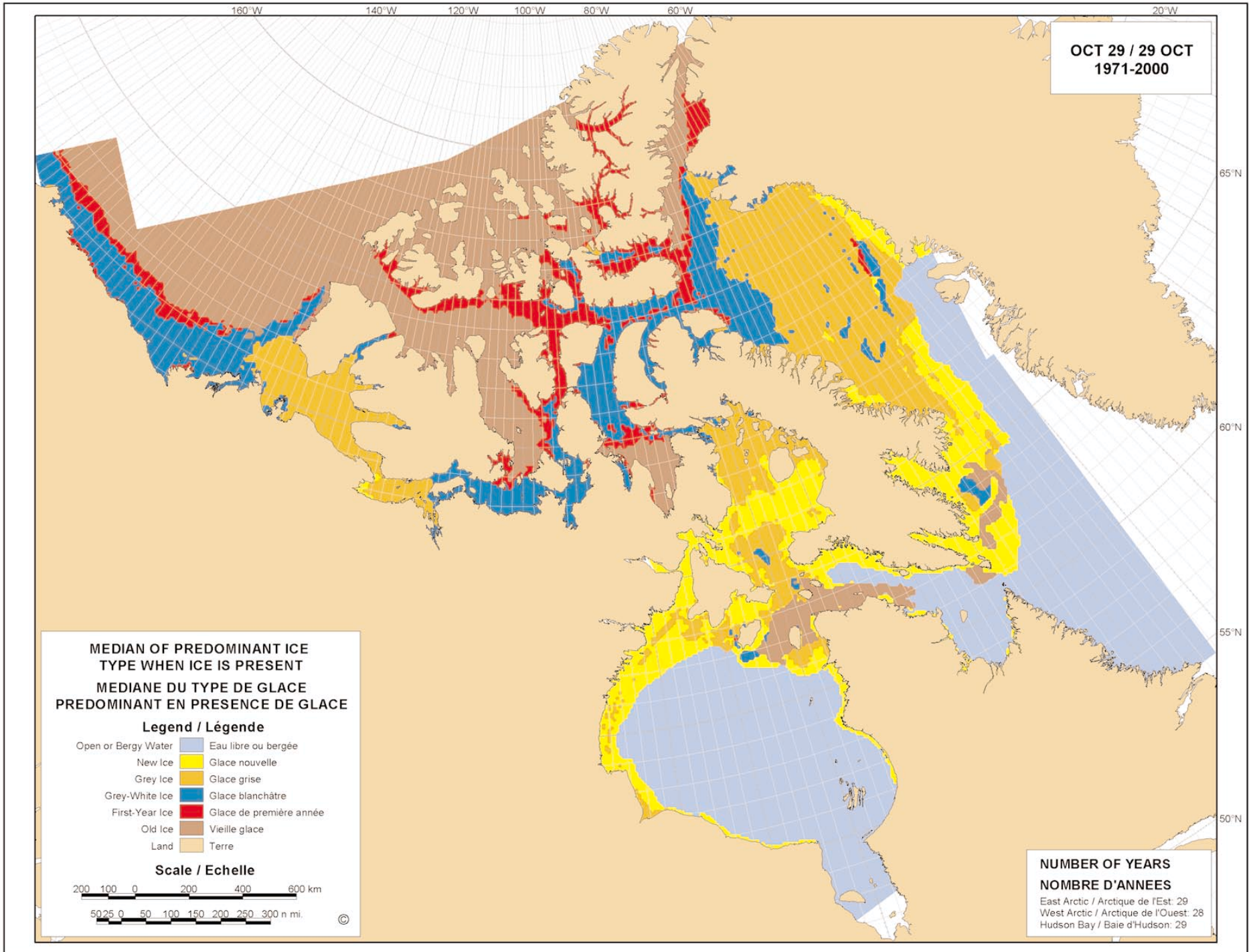


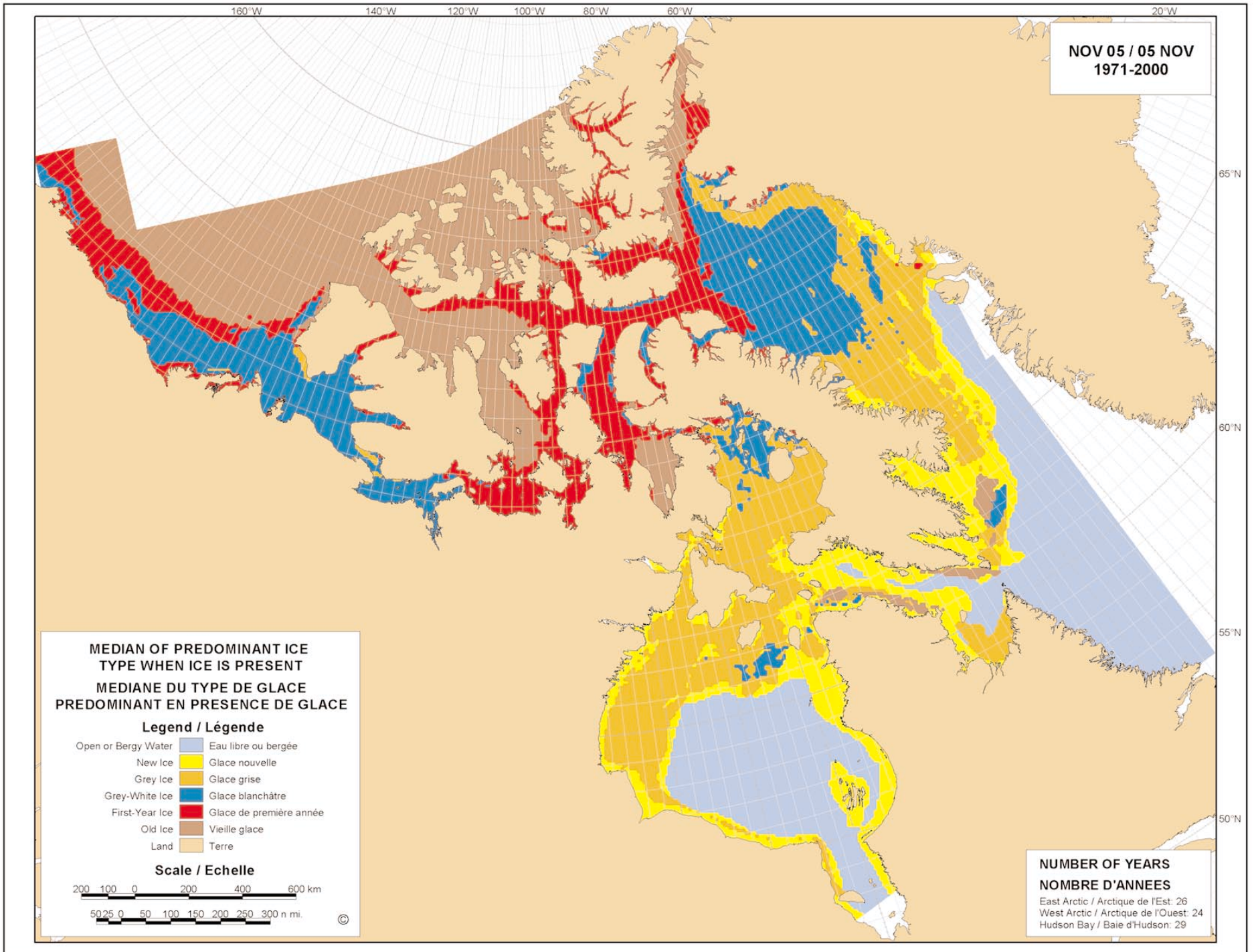


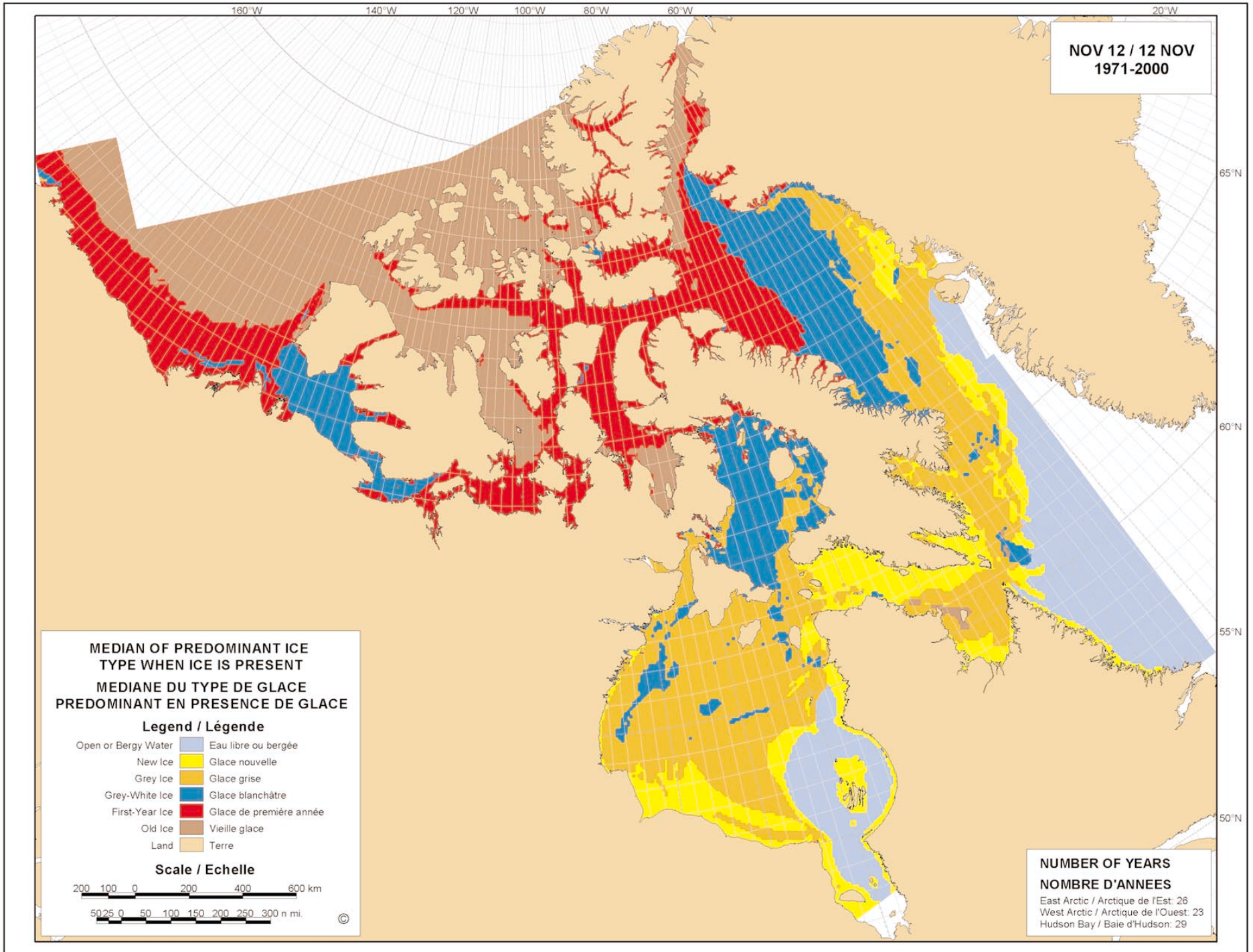


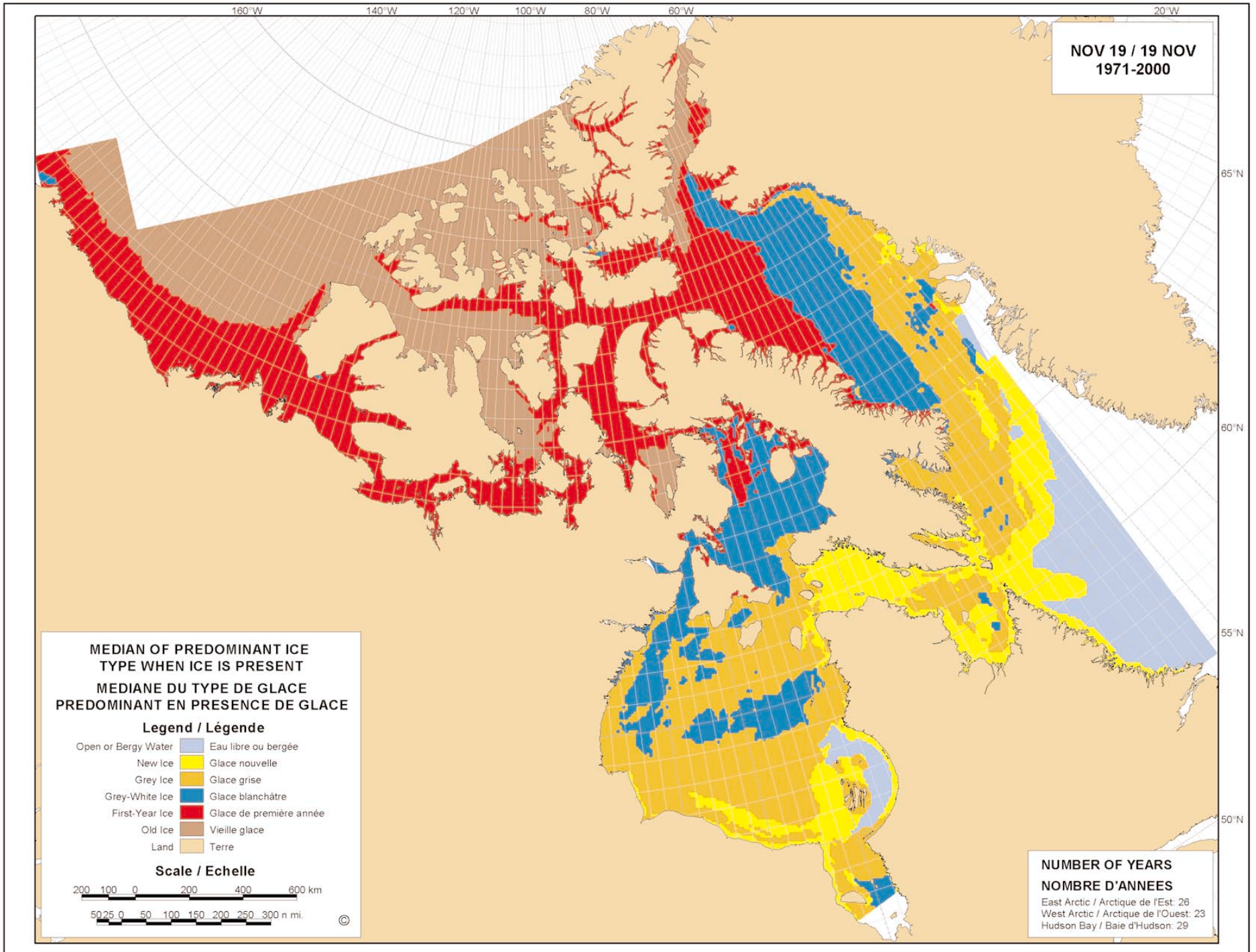


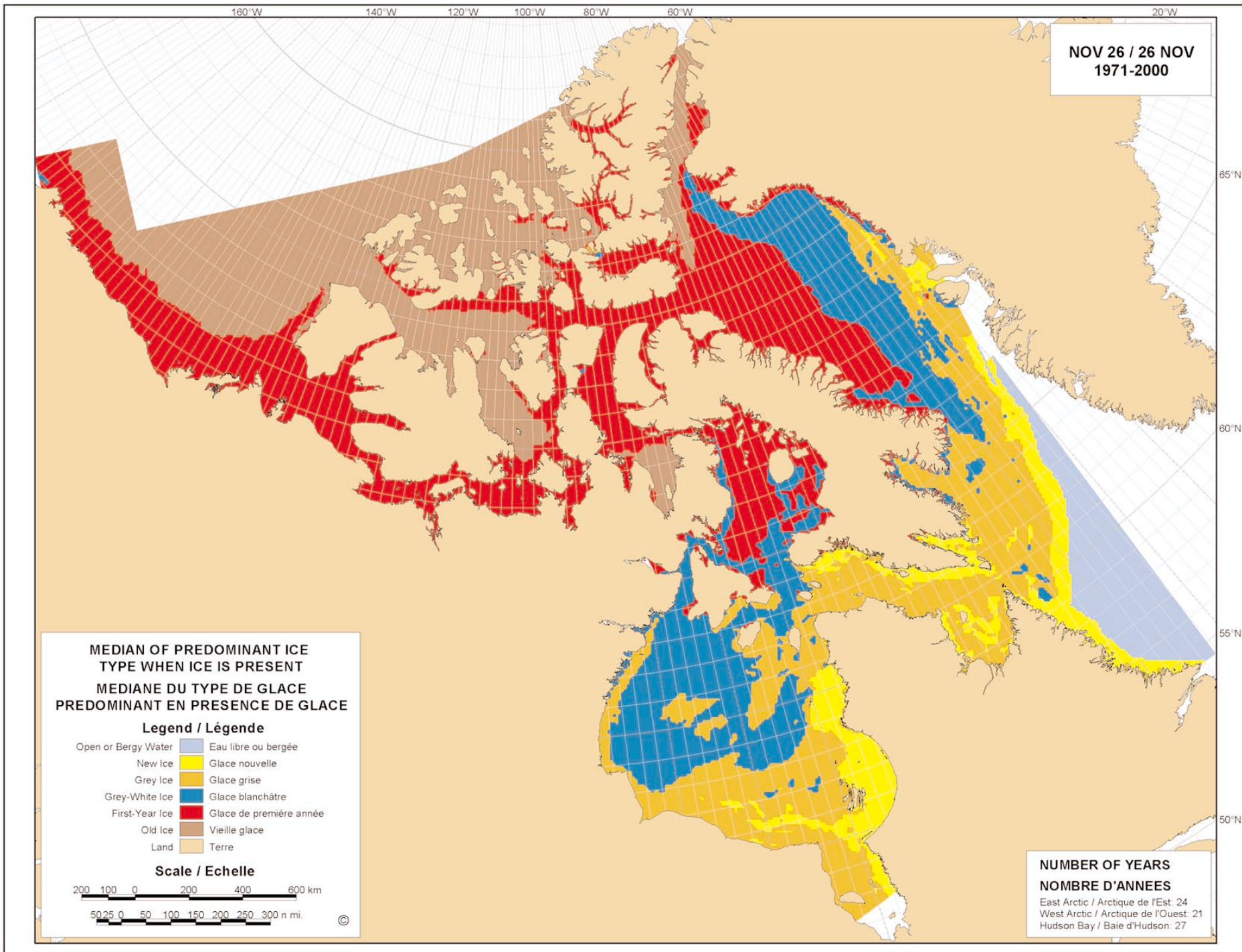


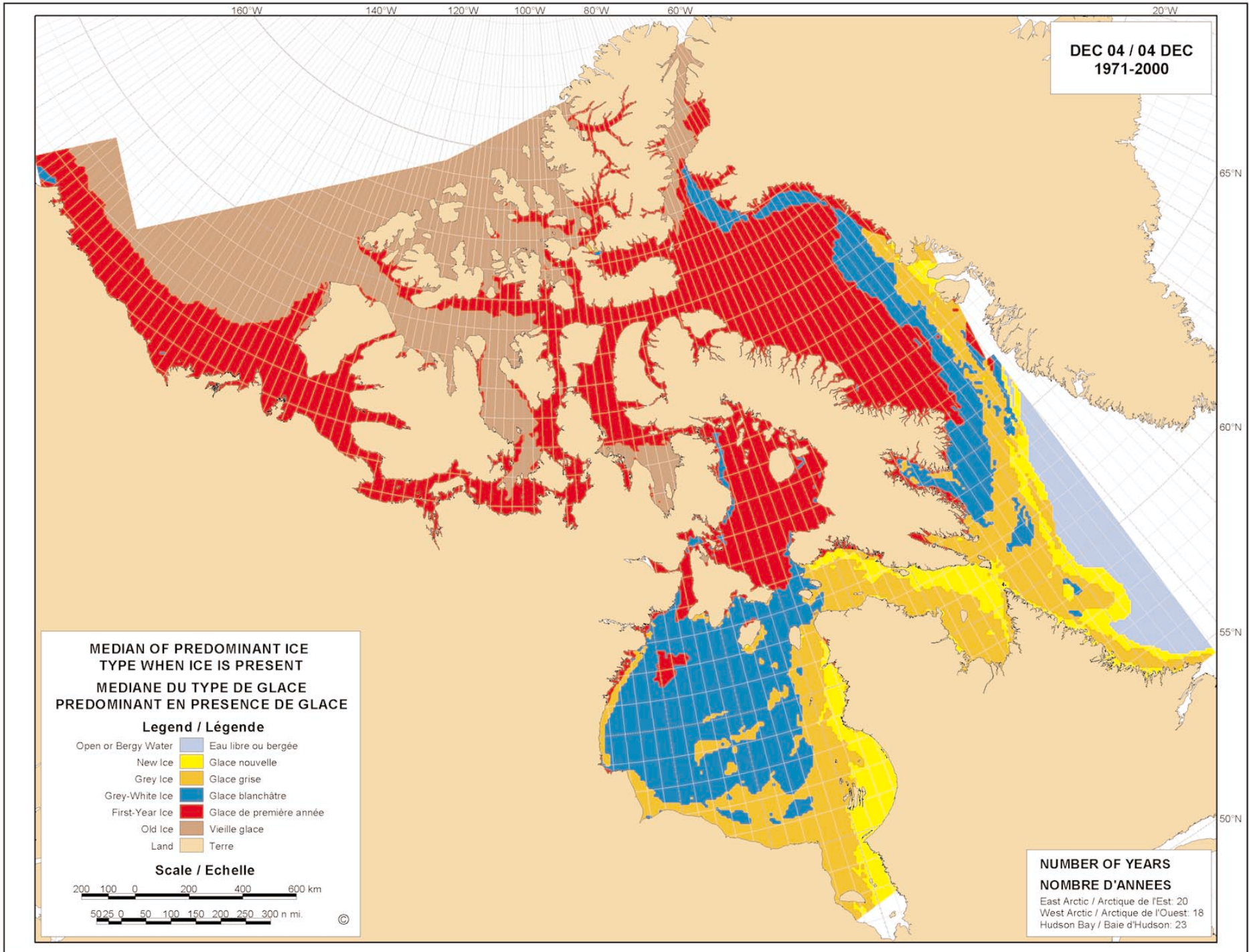






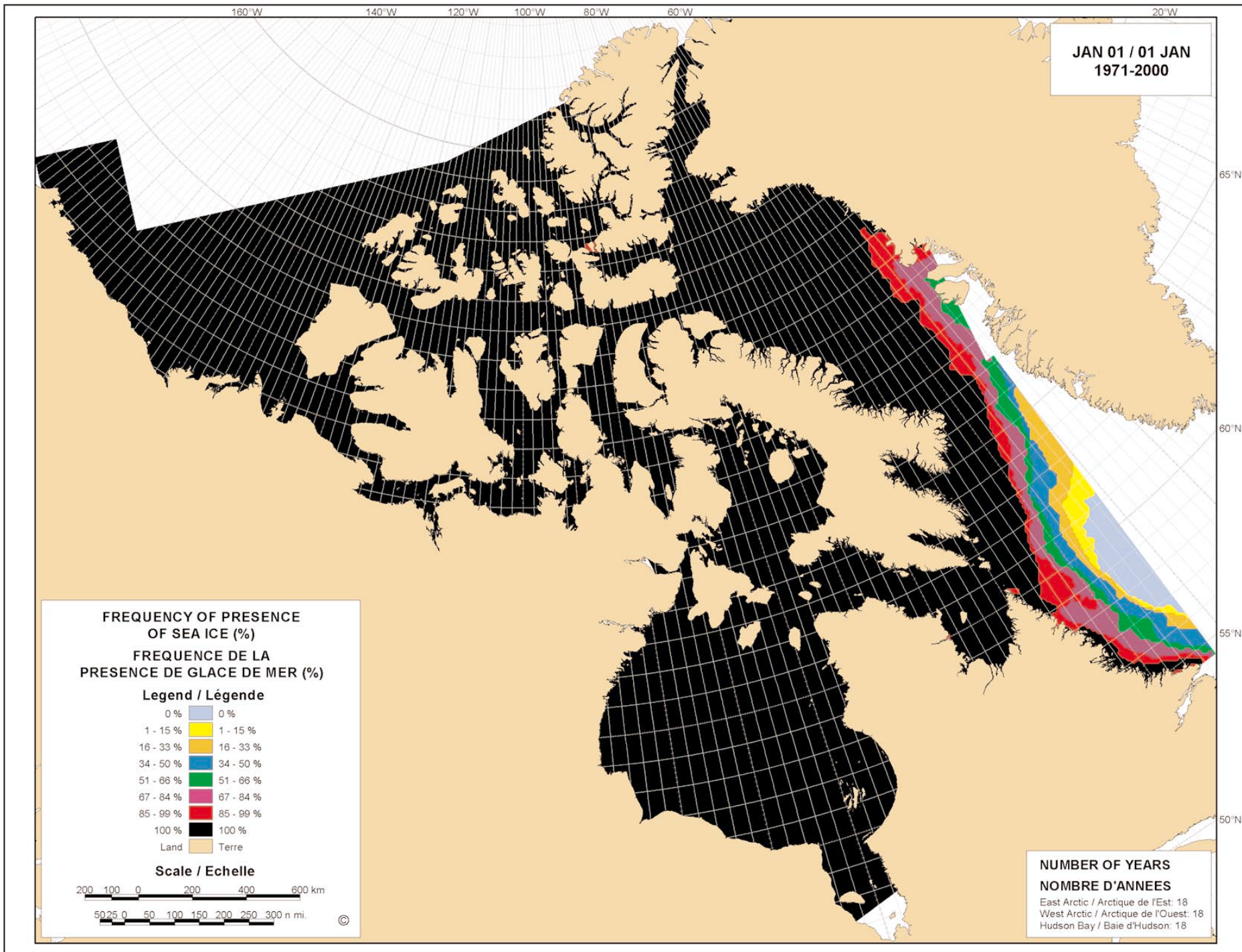


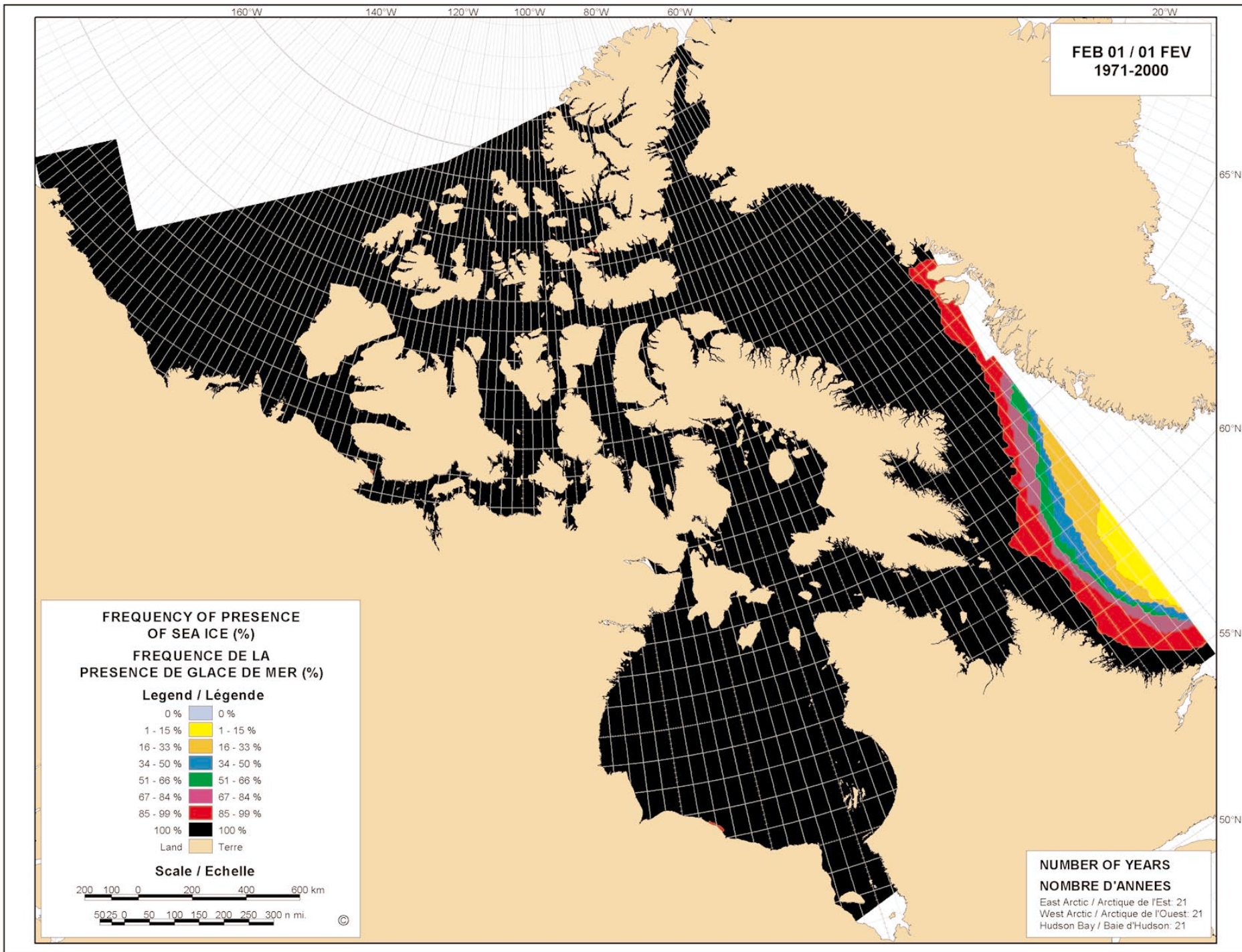


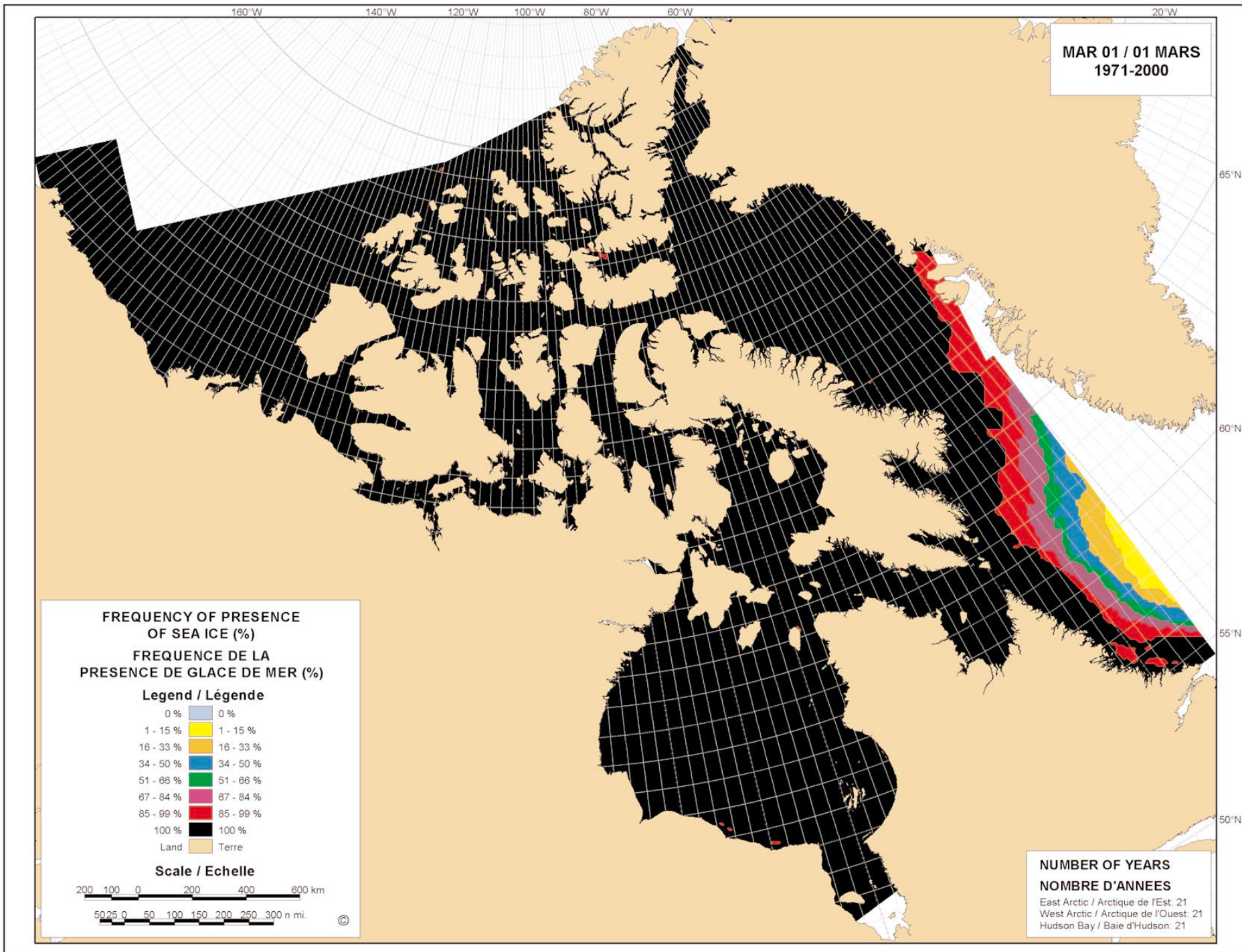


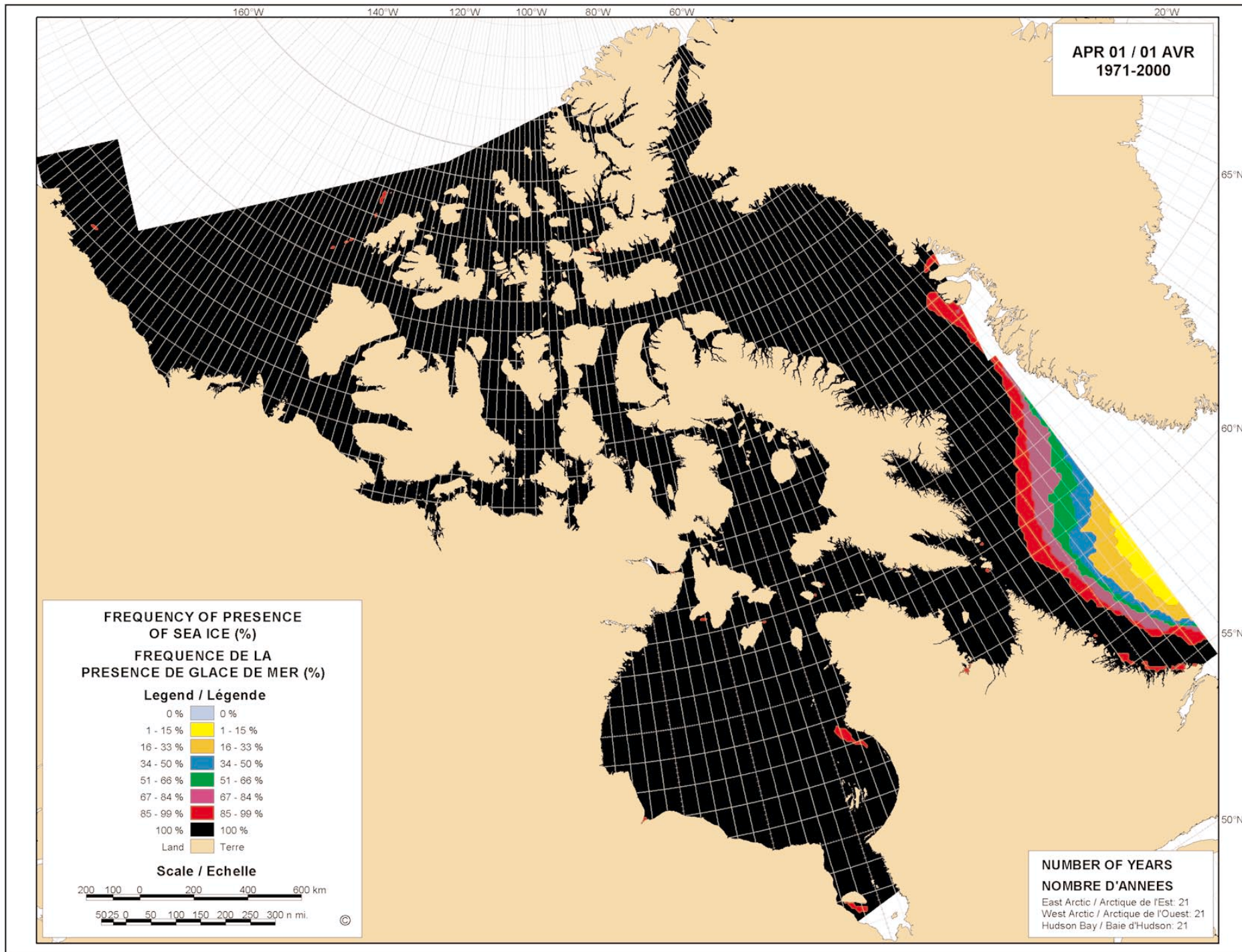
FREQUENCY OF PRESENCE OF SEA ICE (%)

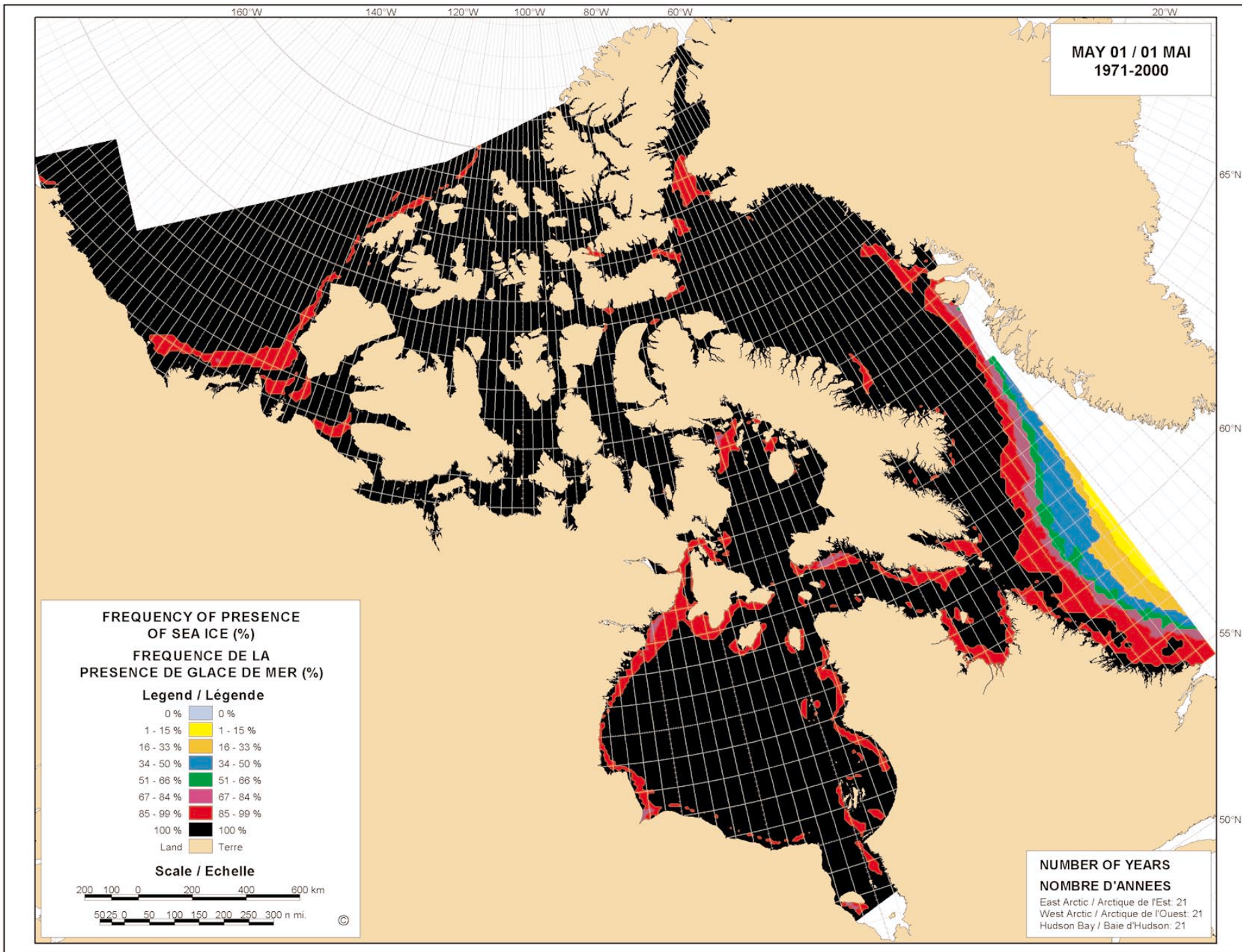
FRÉQUENCE DE LA PRÉSENCE DE GLACE DE MER (%)

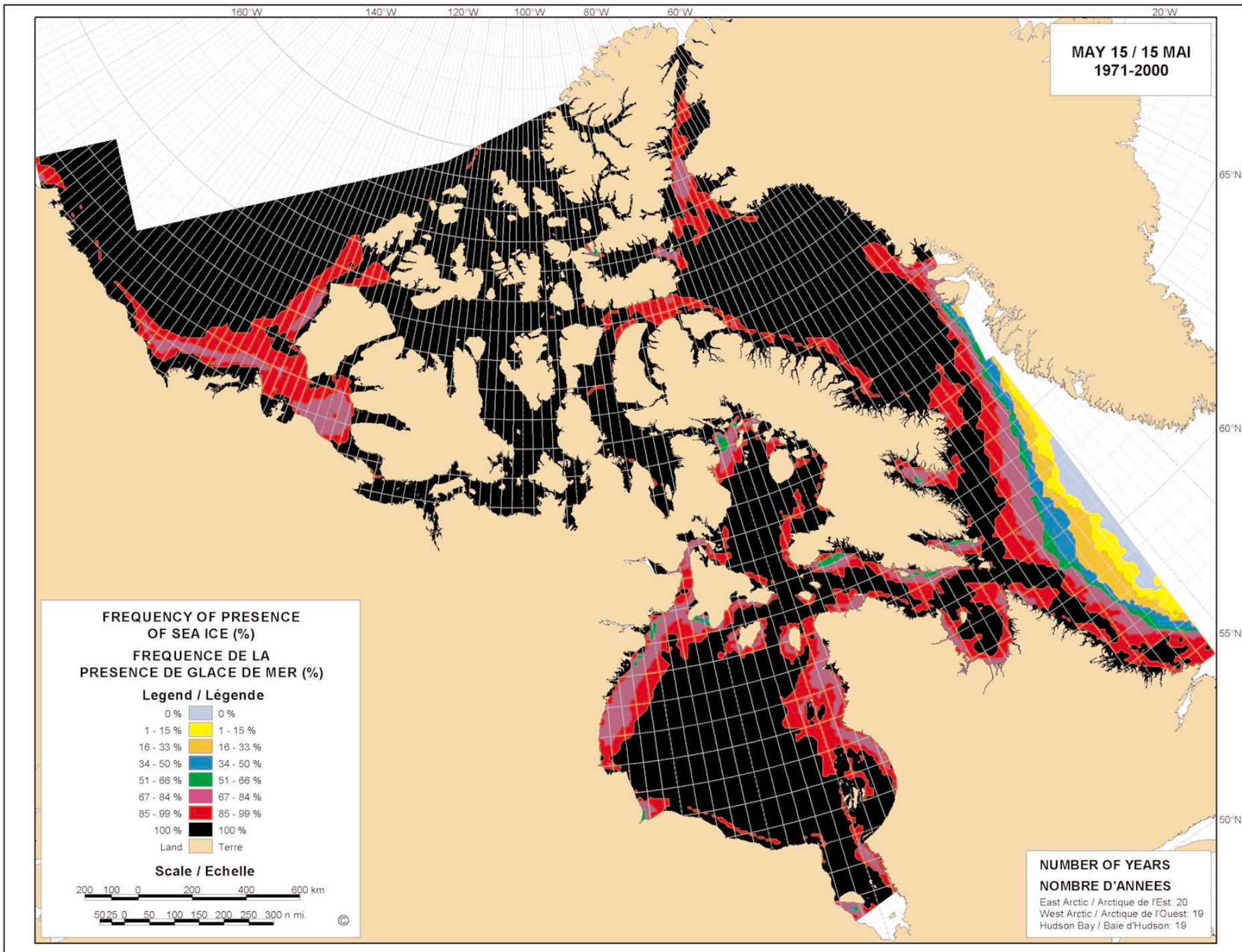


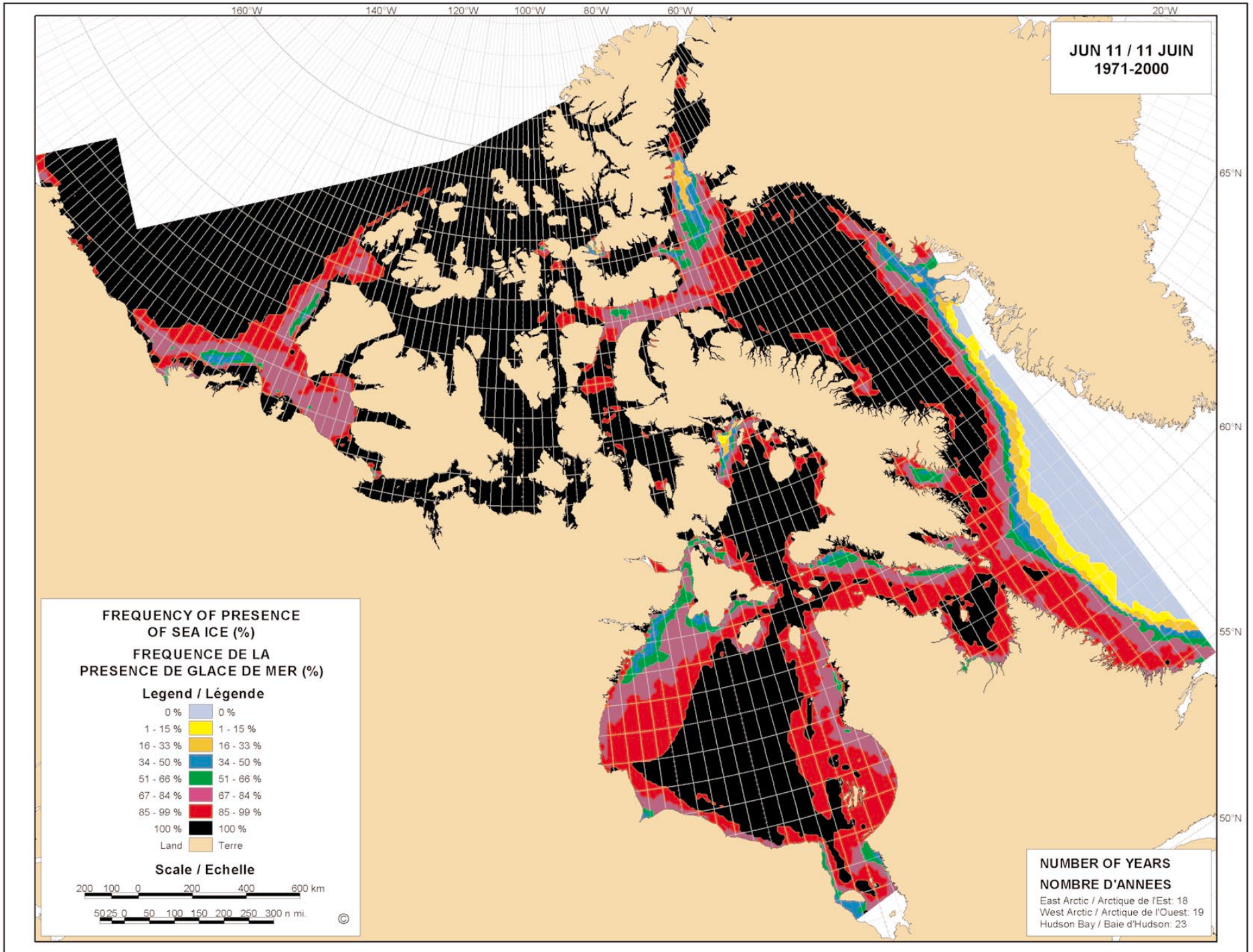


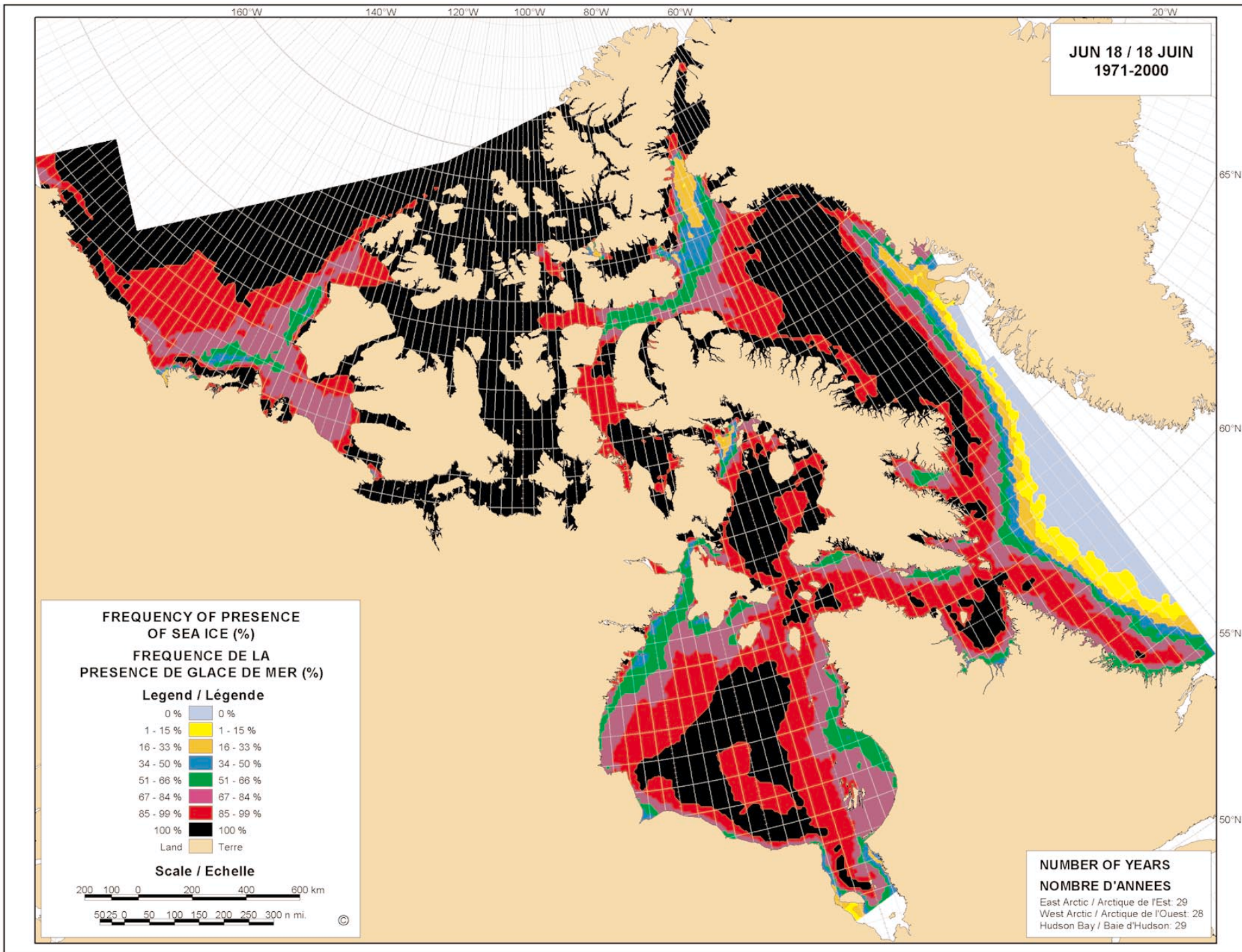


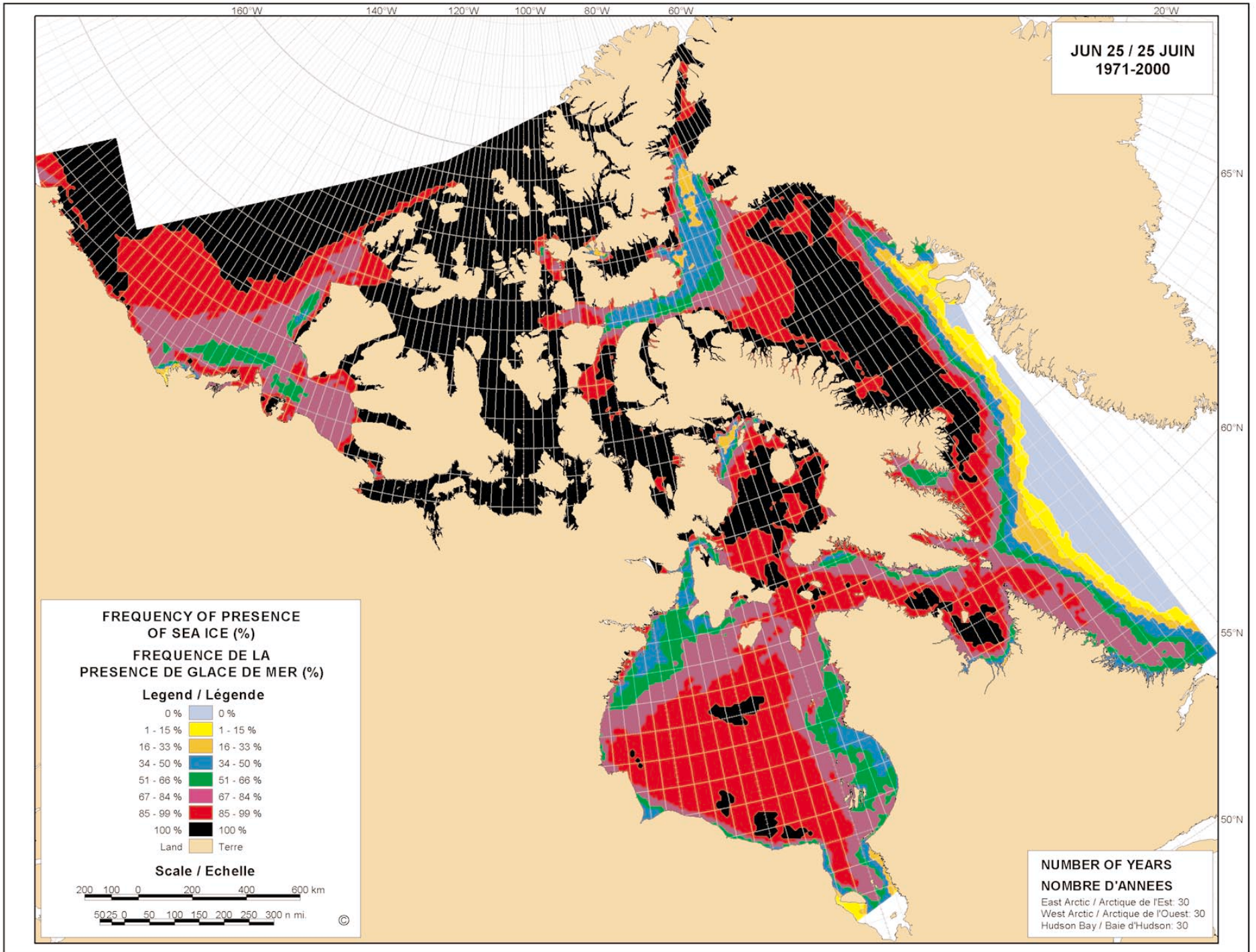


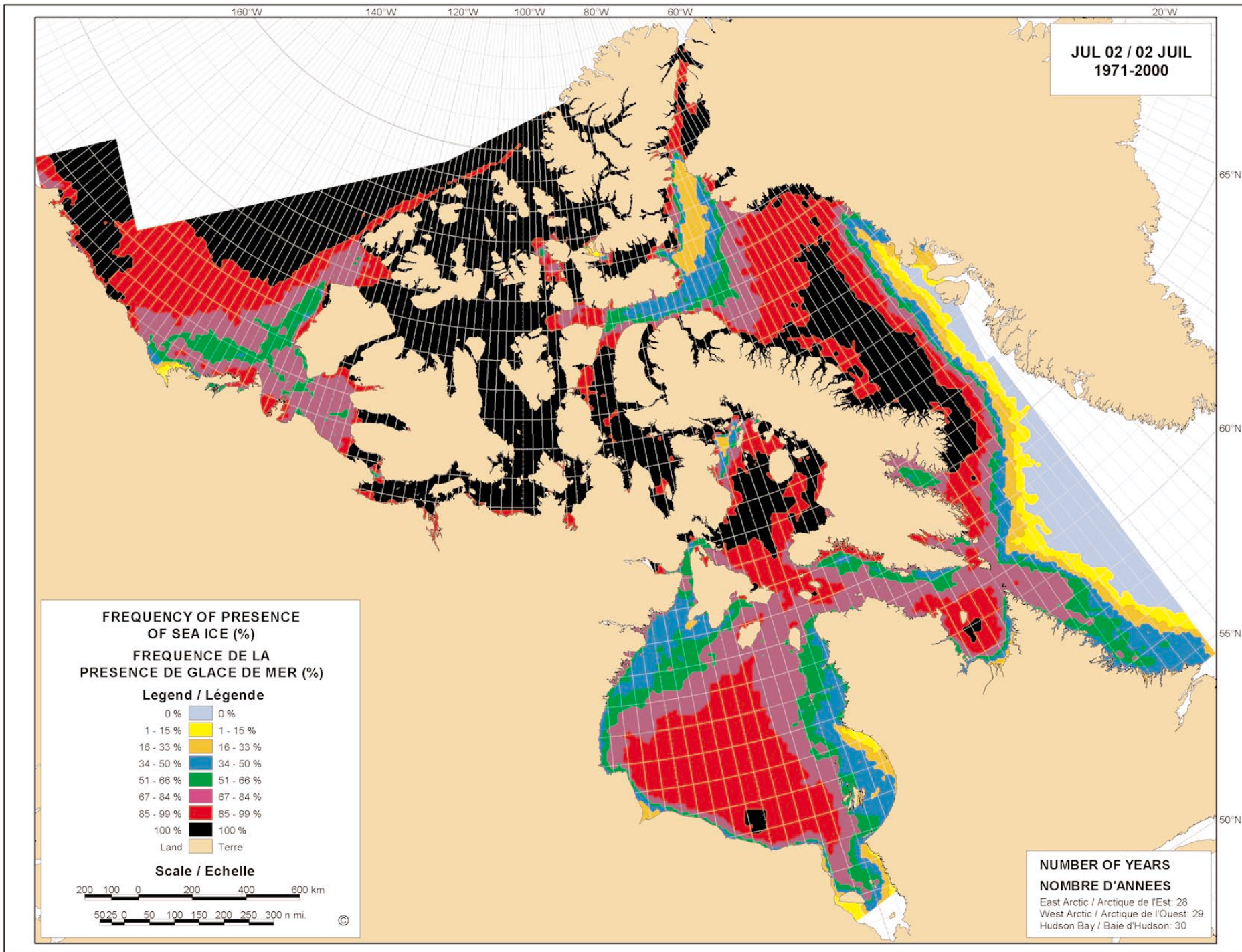


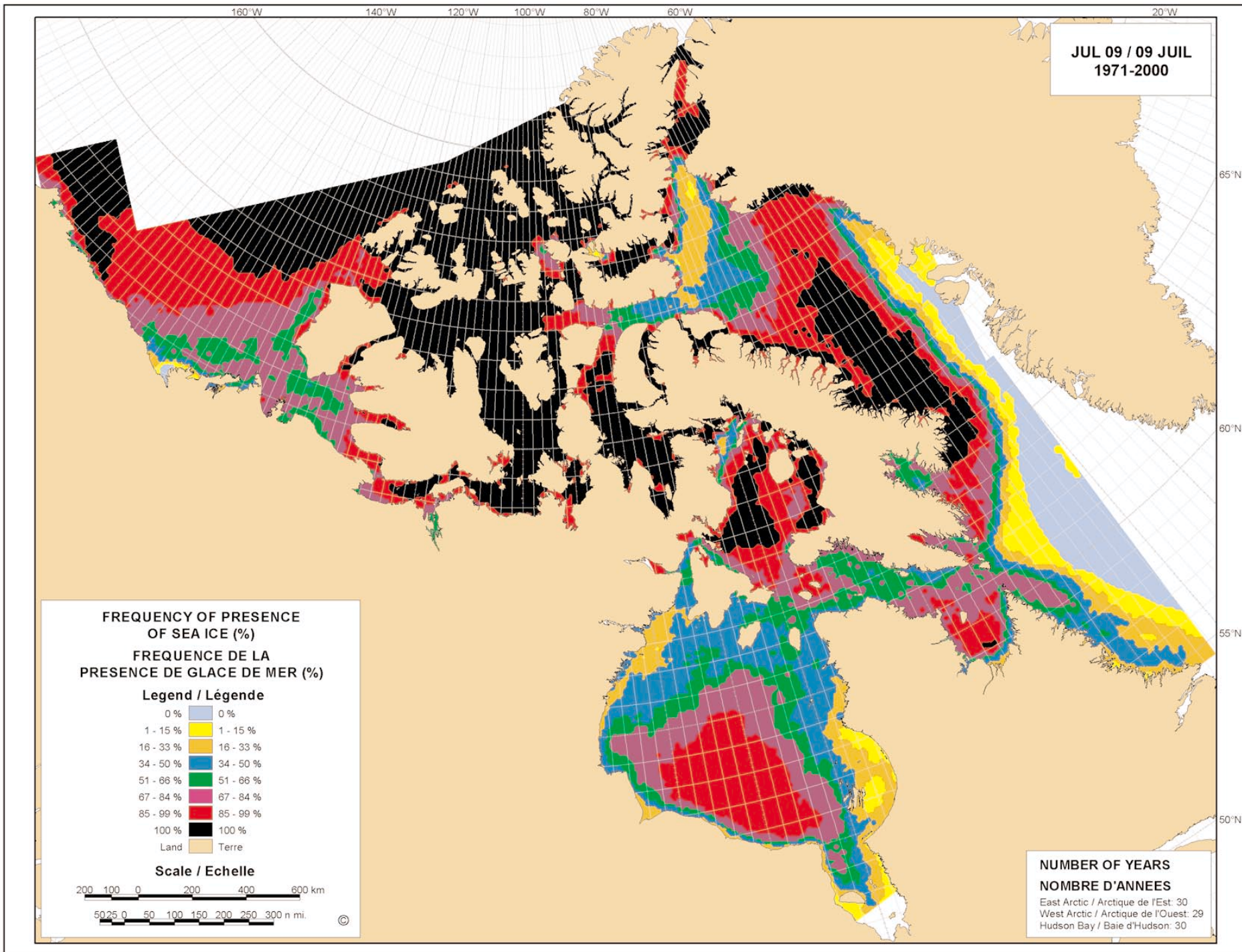


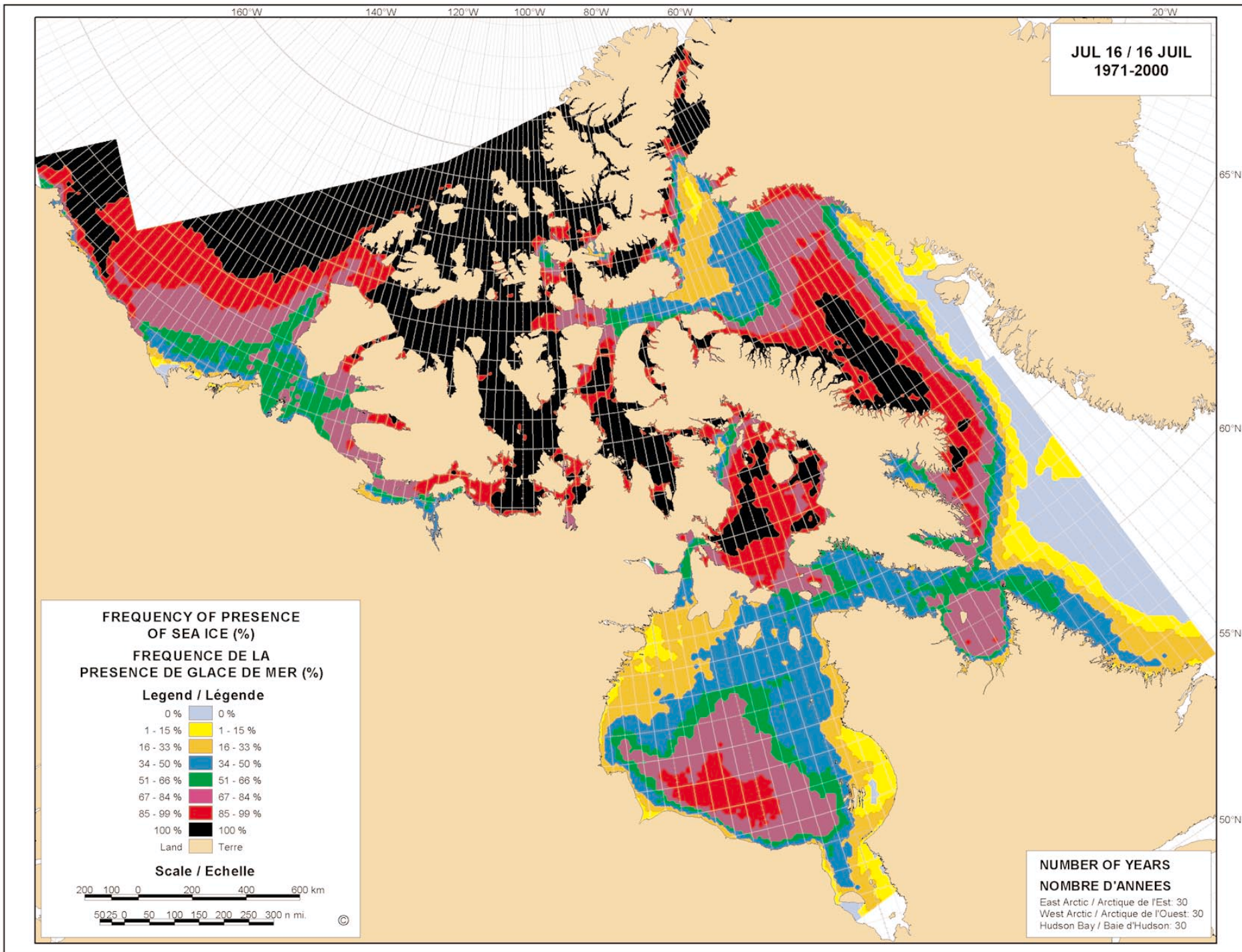


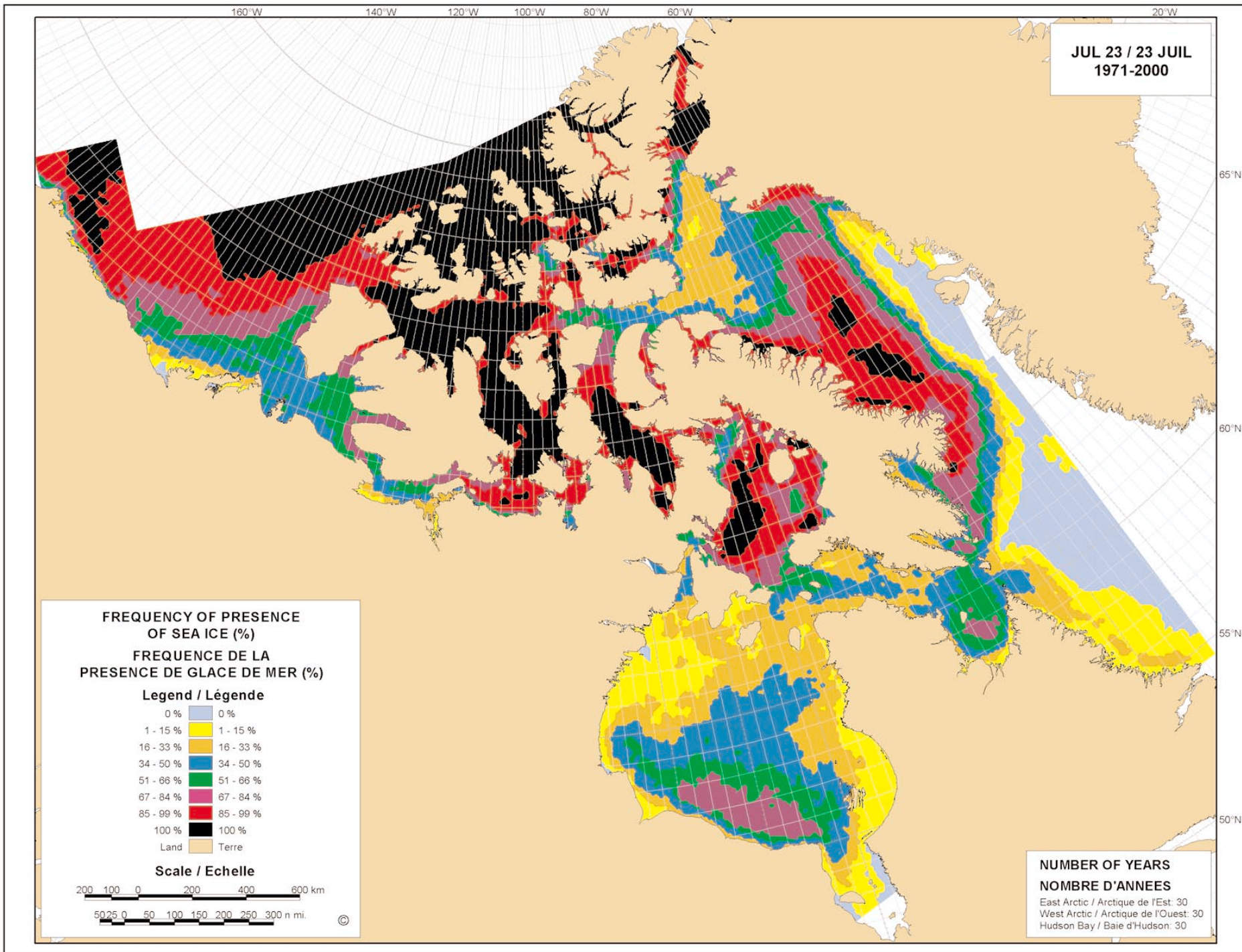


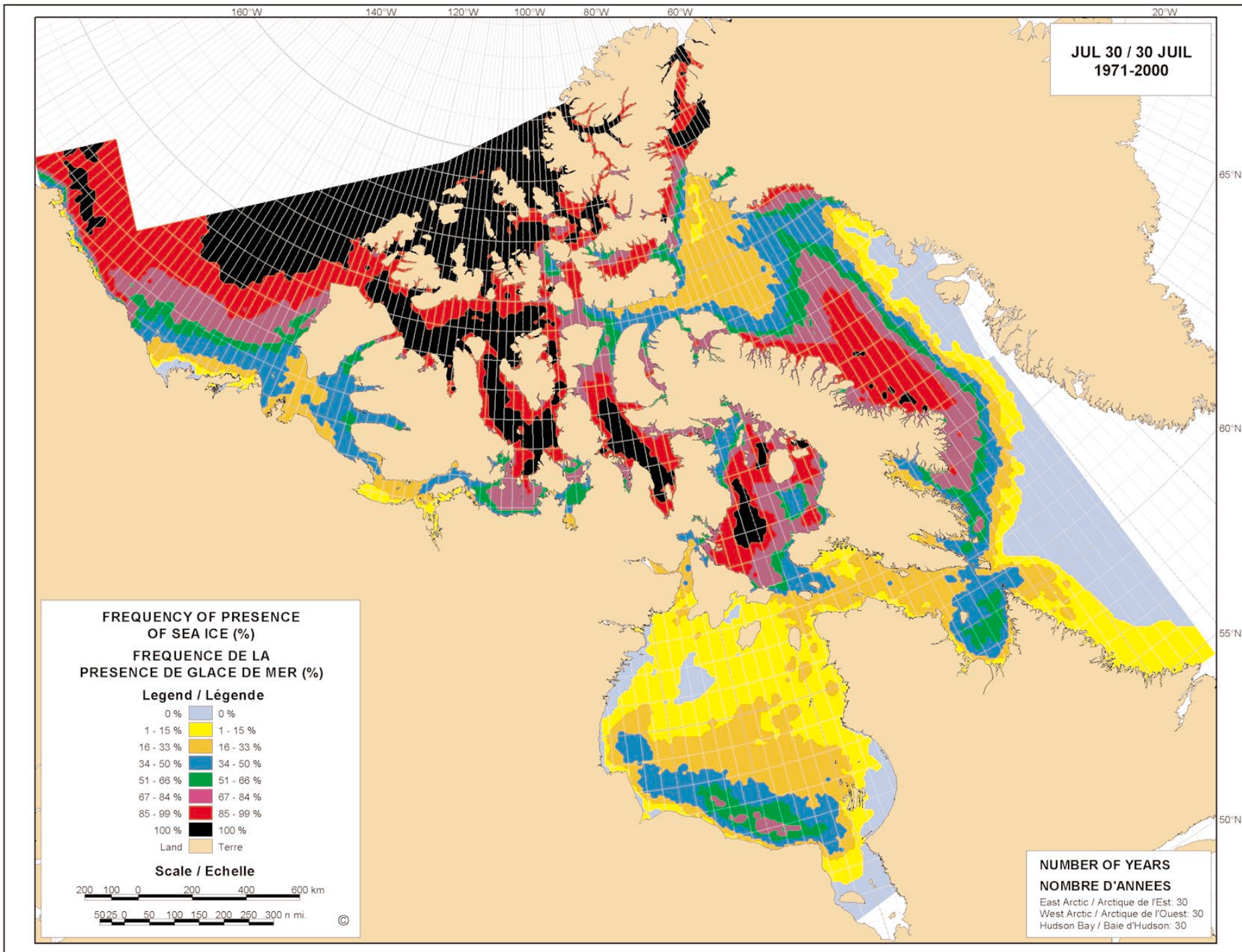


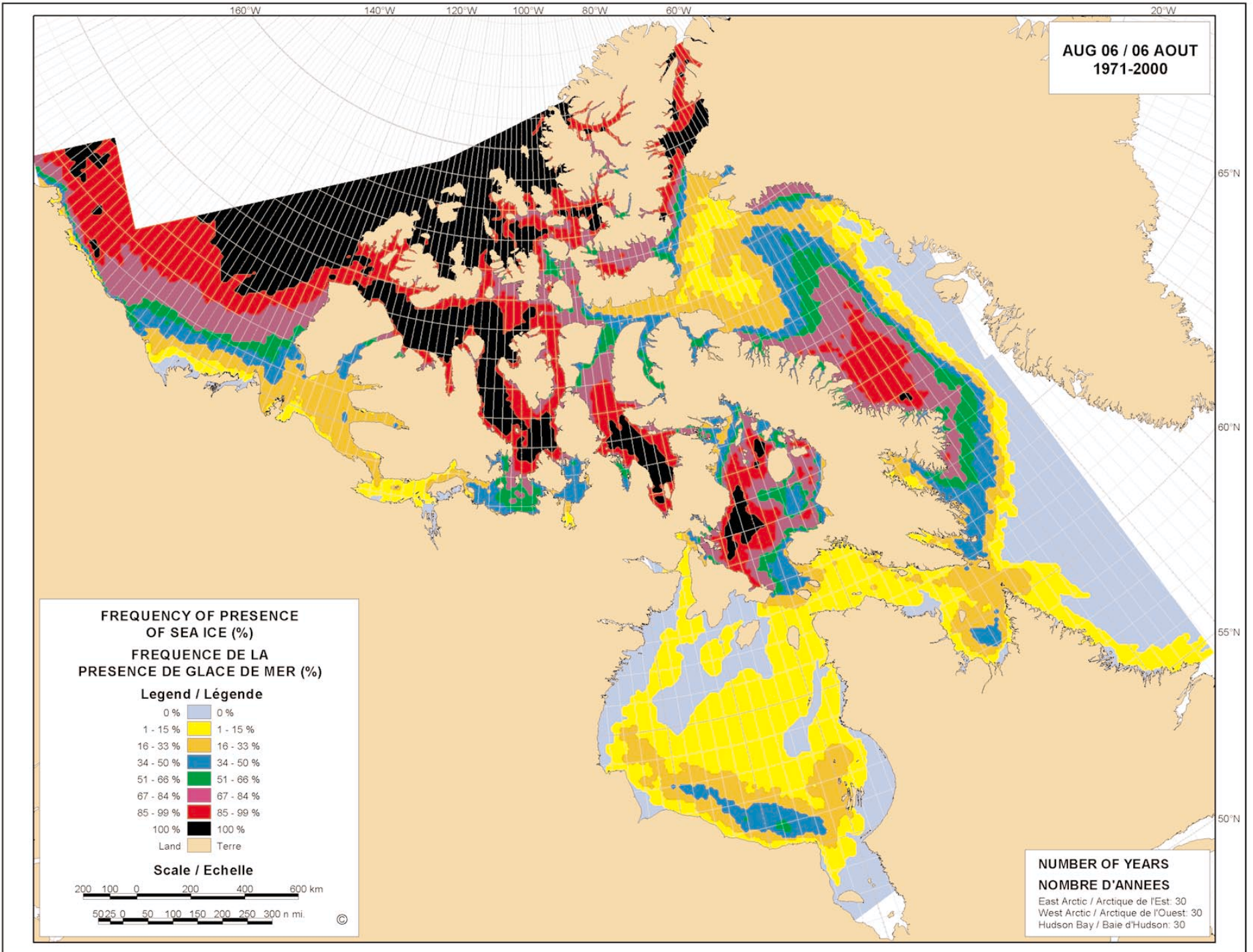


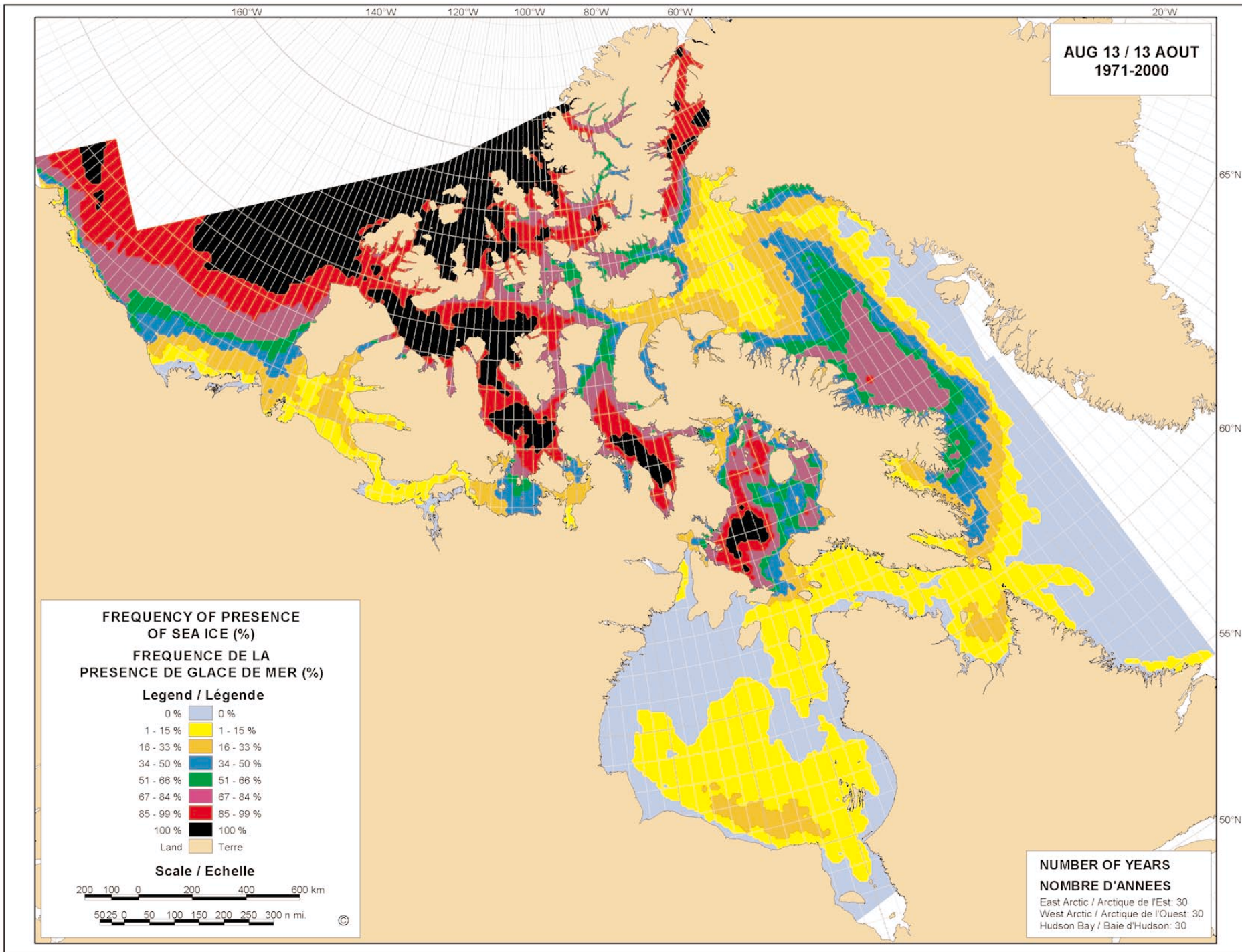


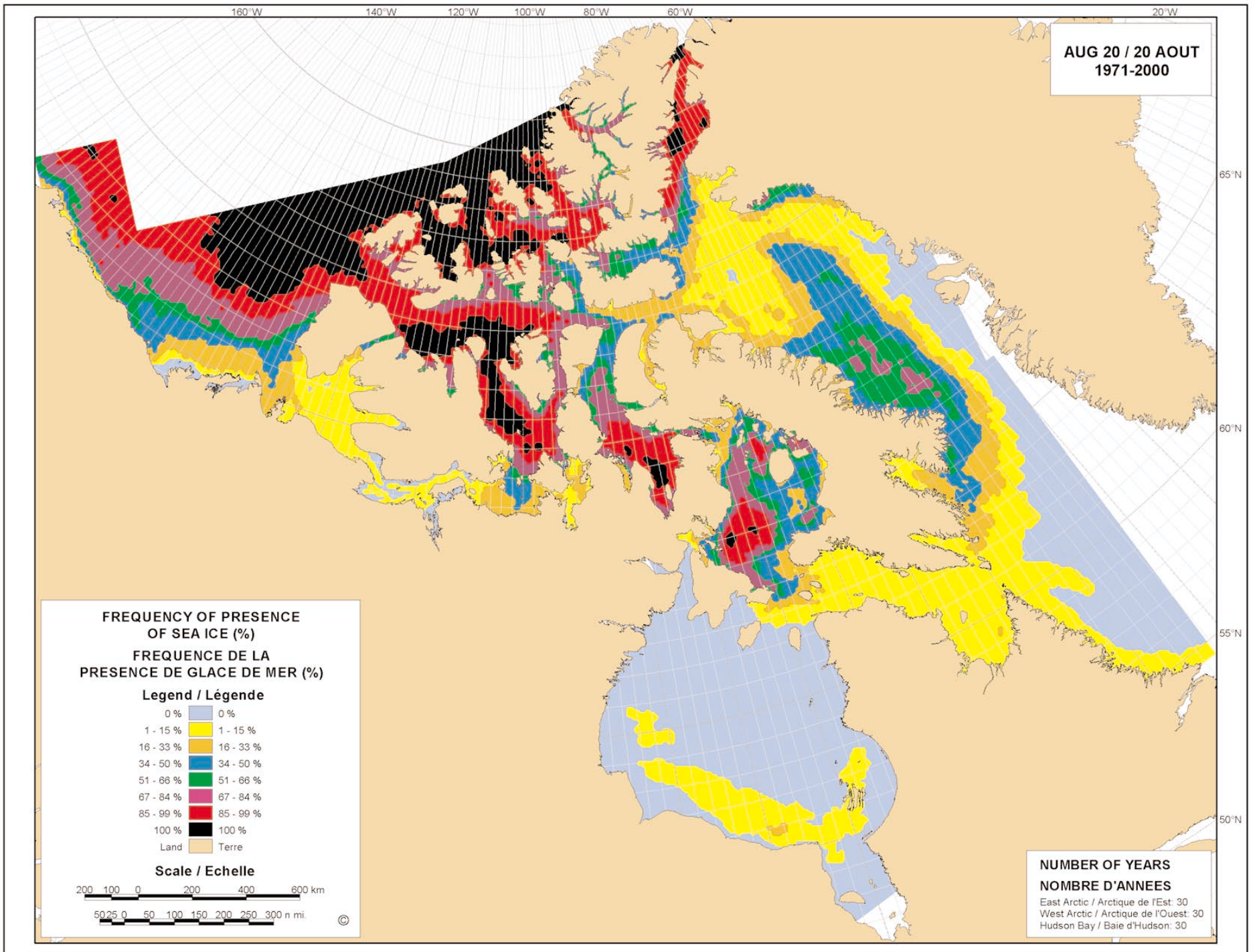


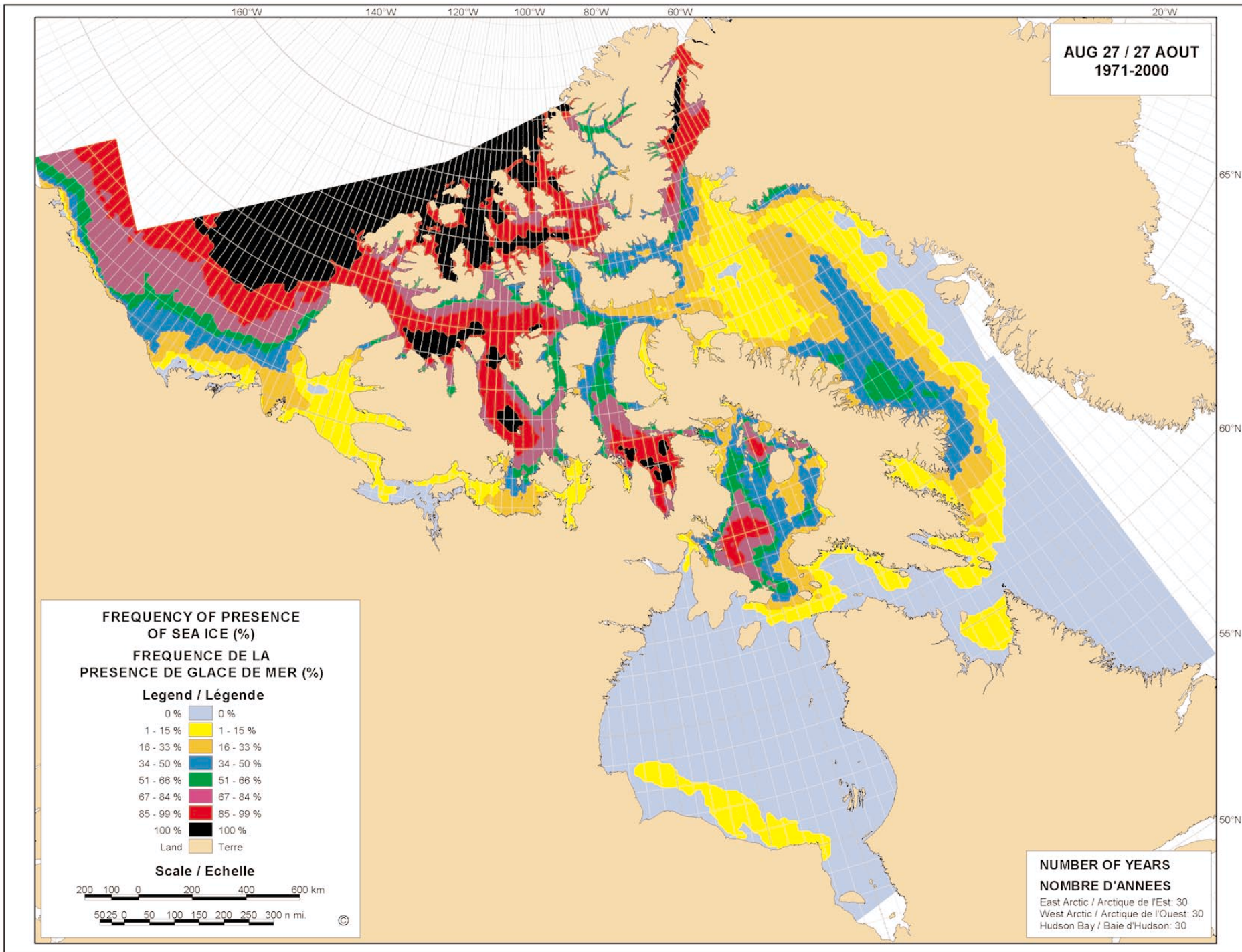


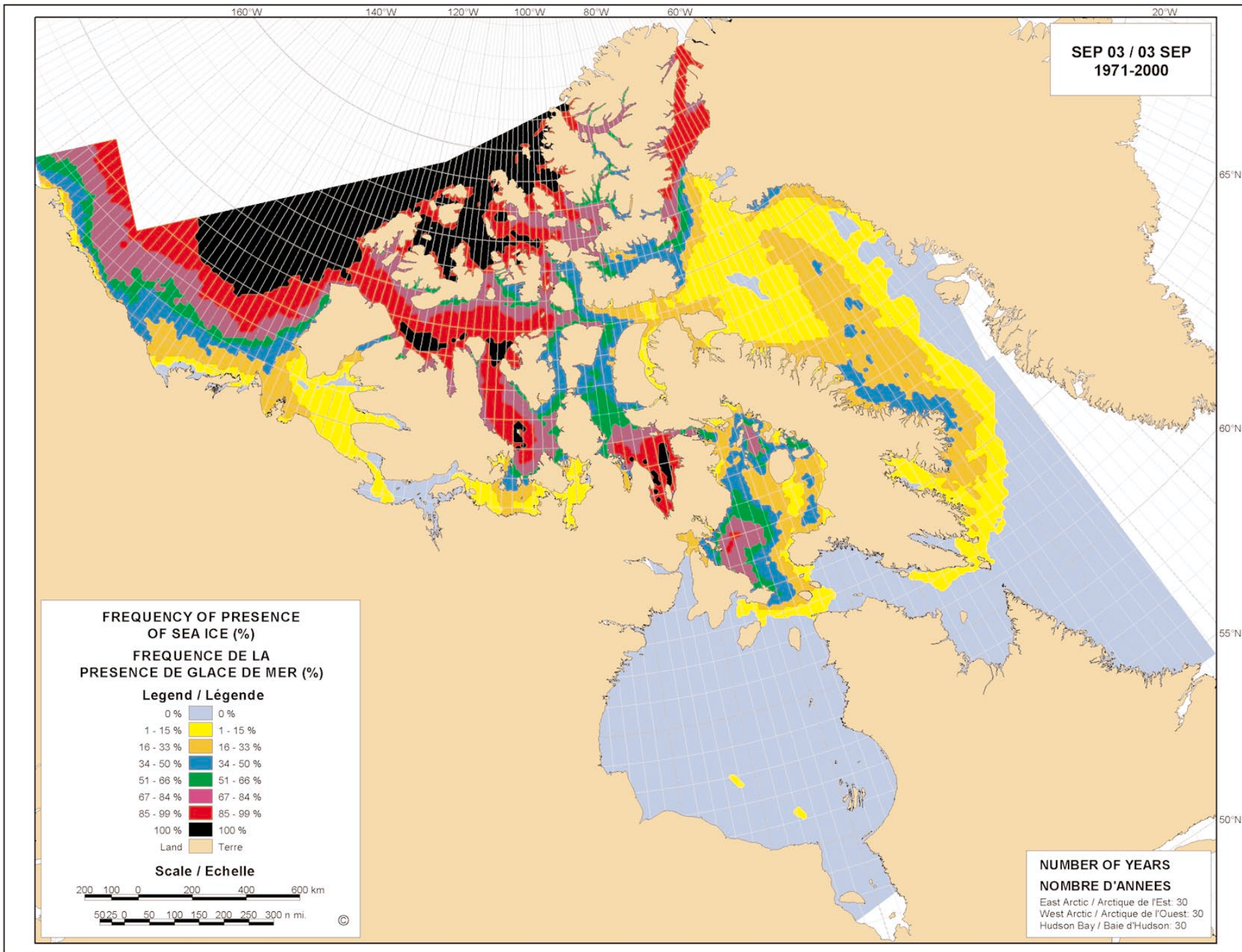


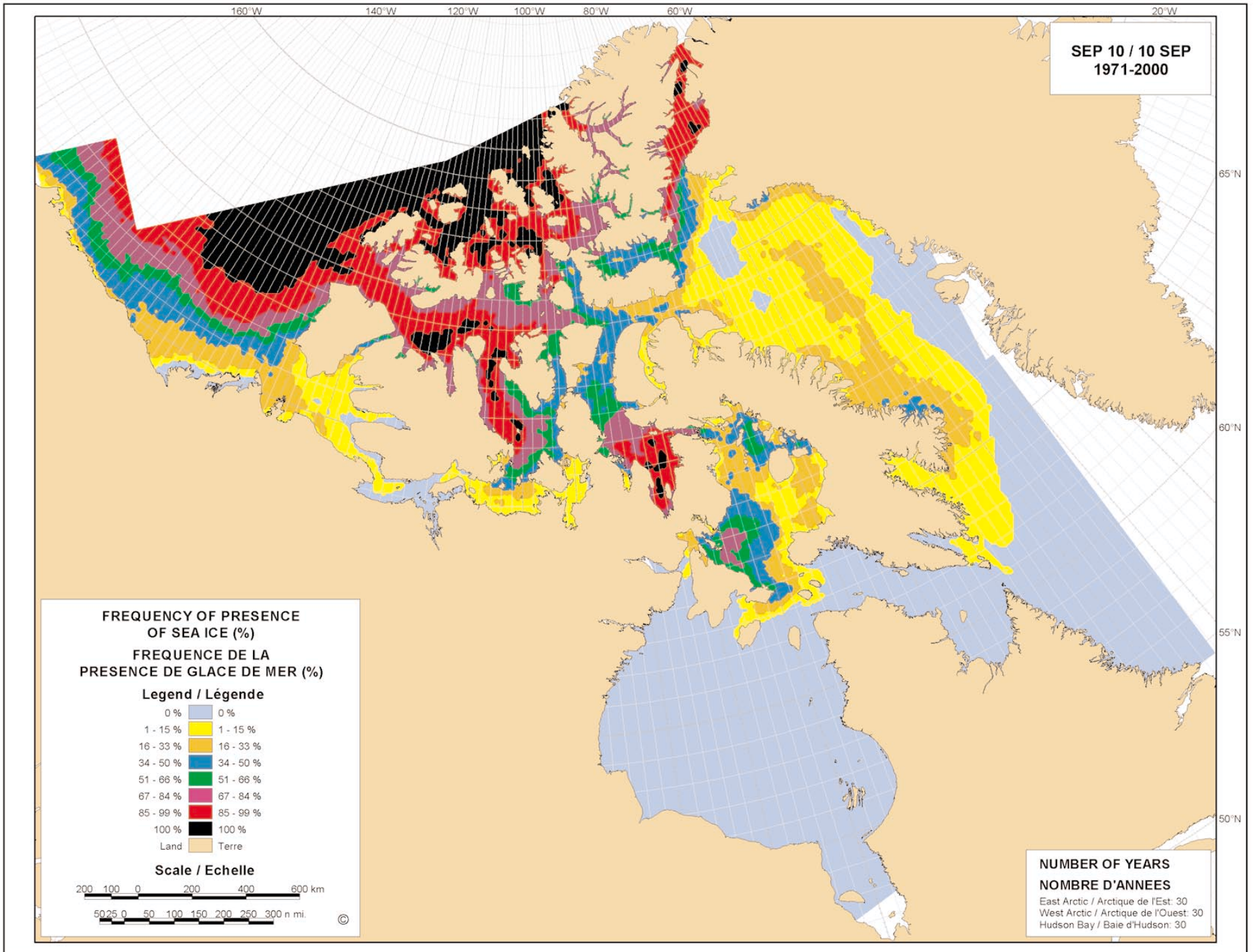


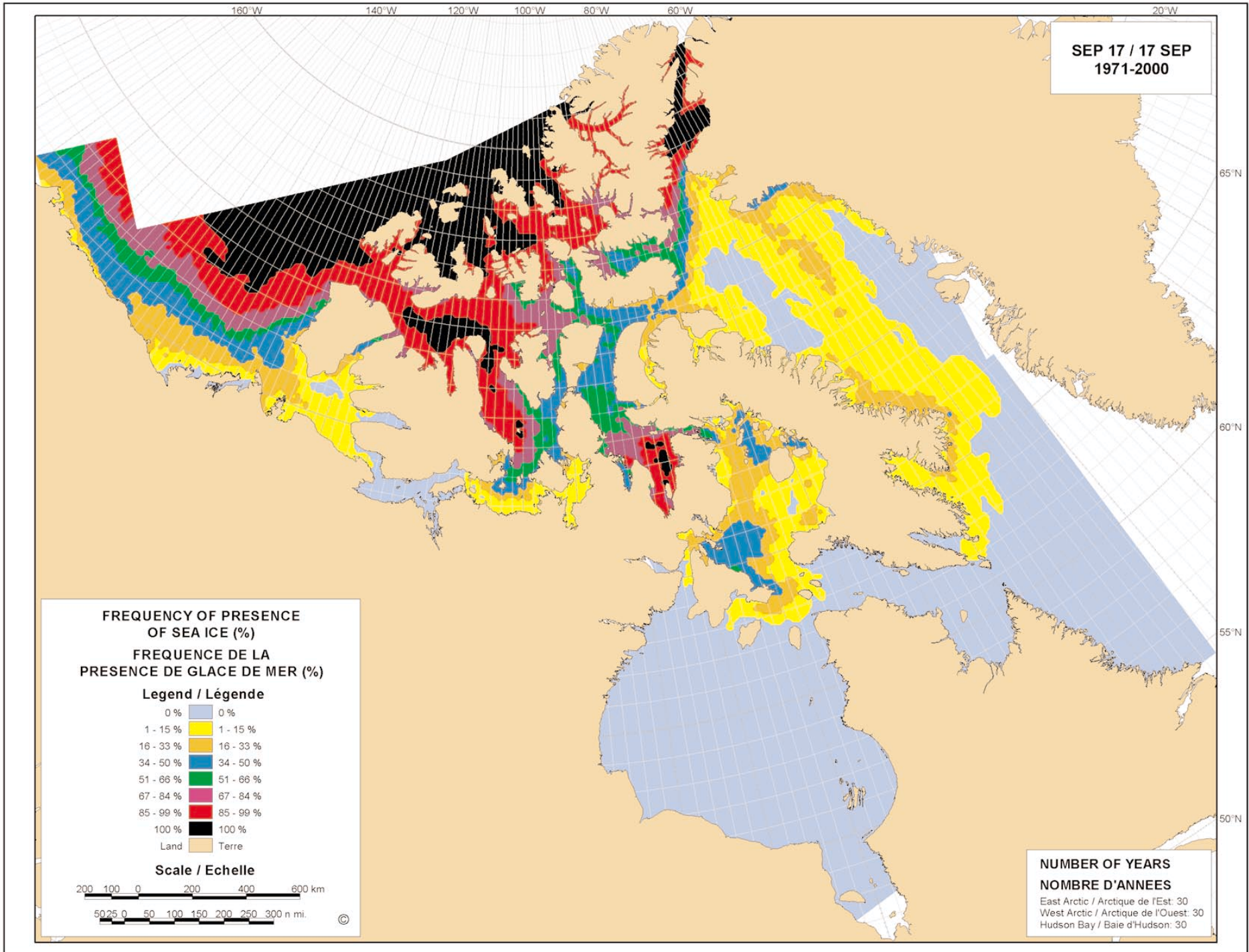


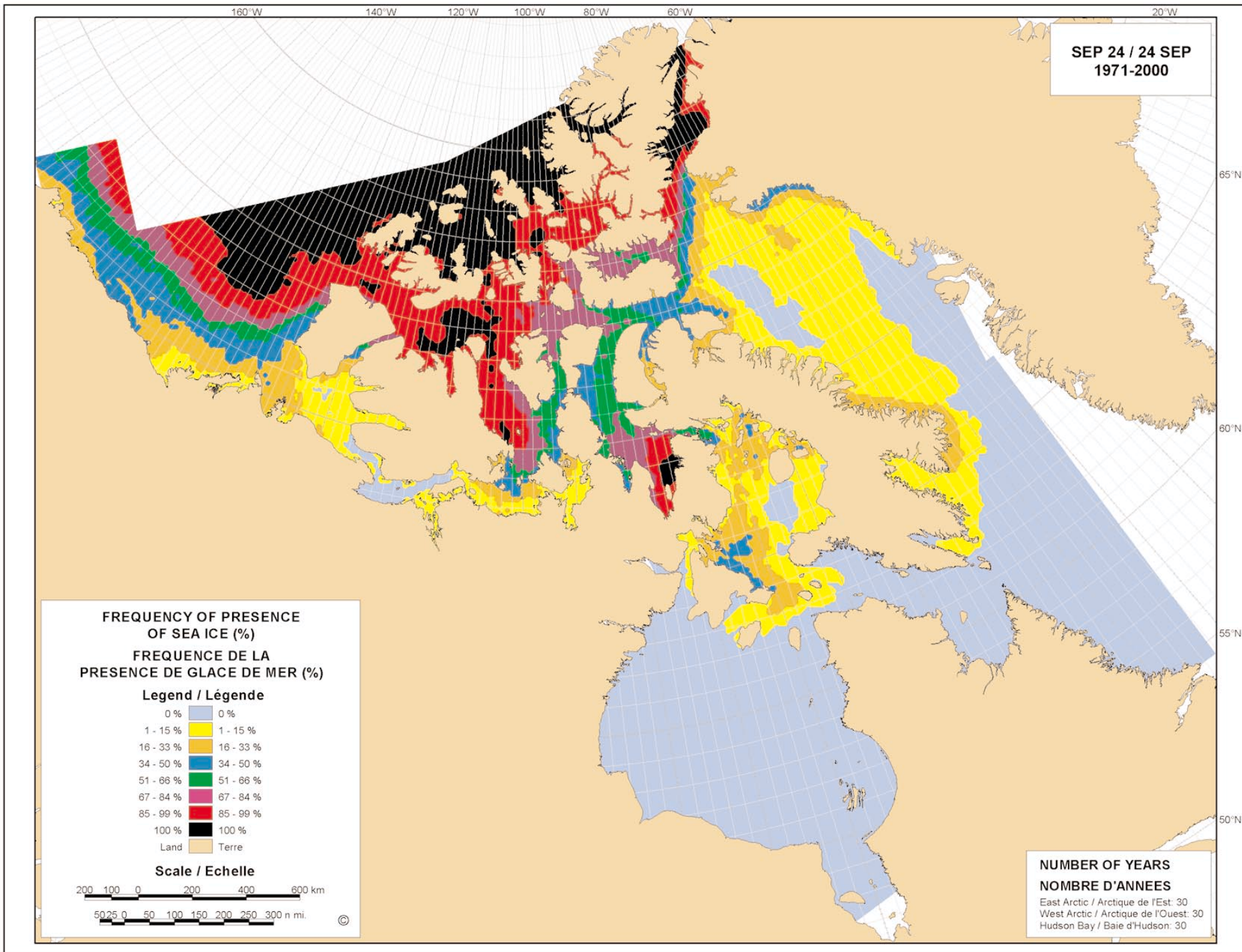


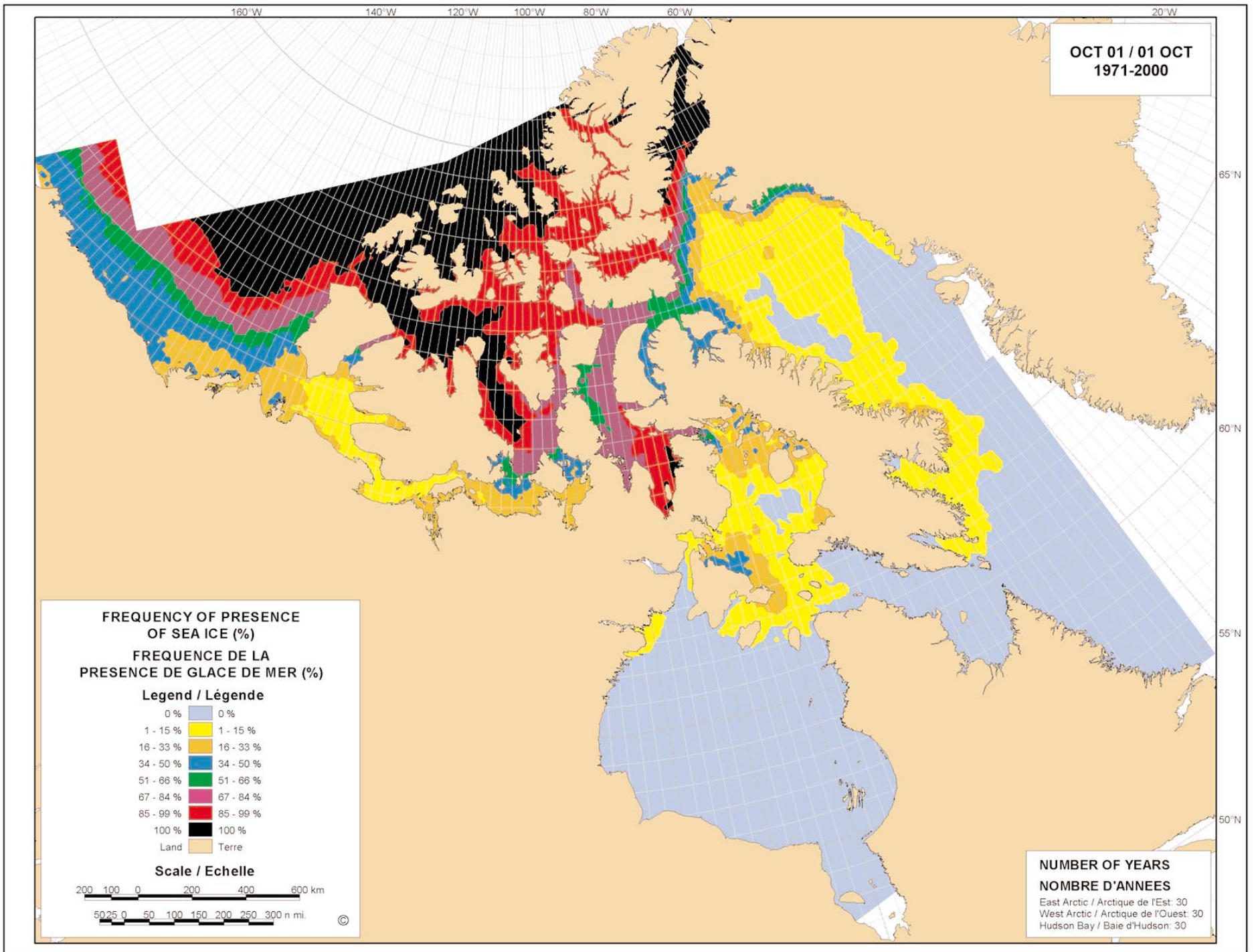


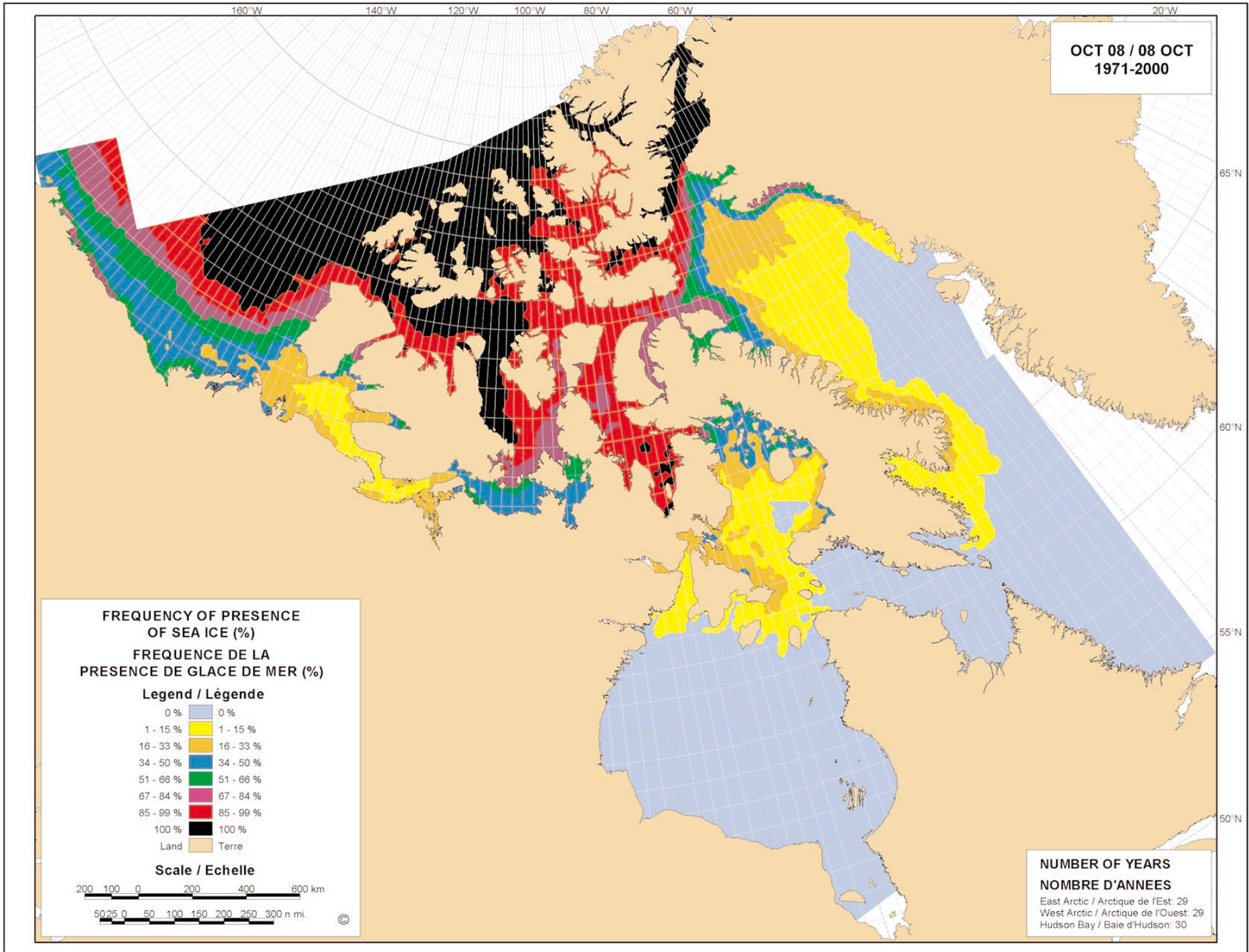


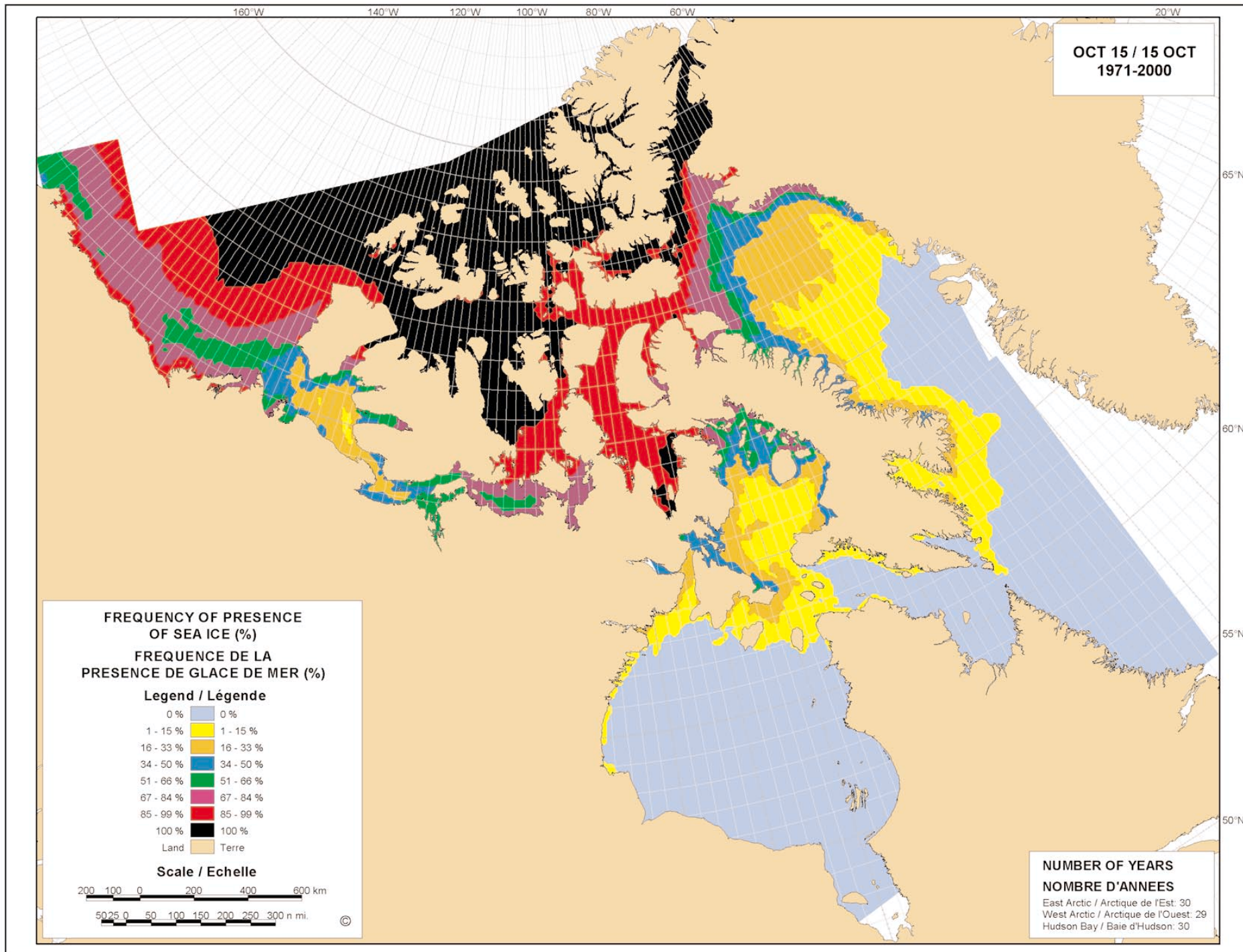


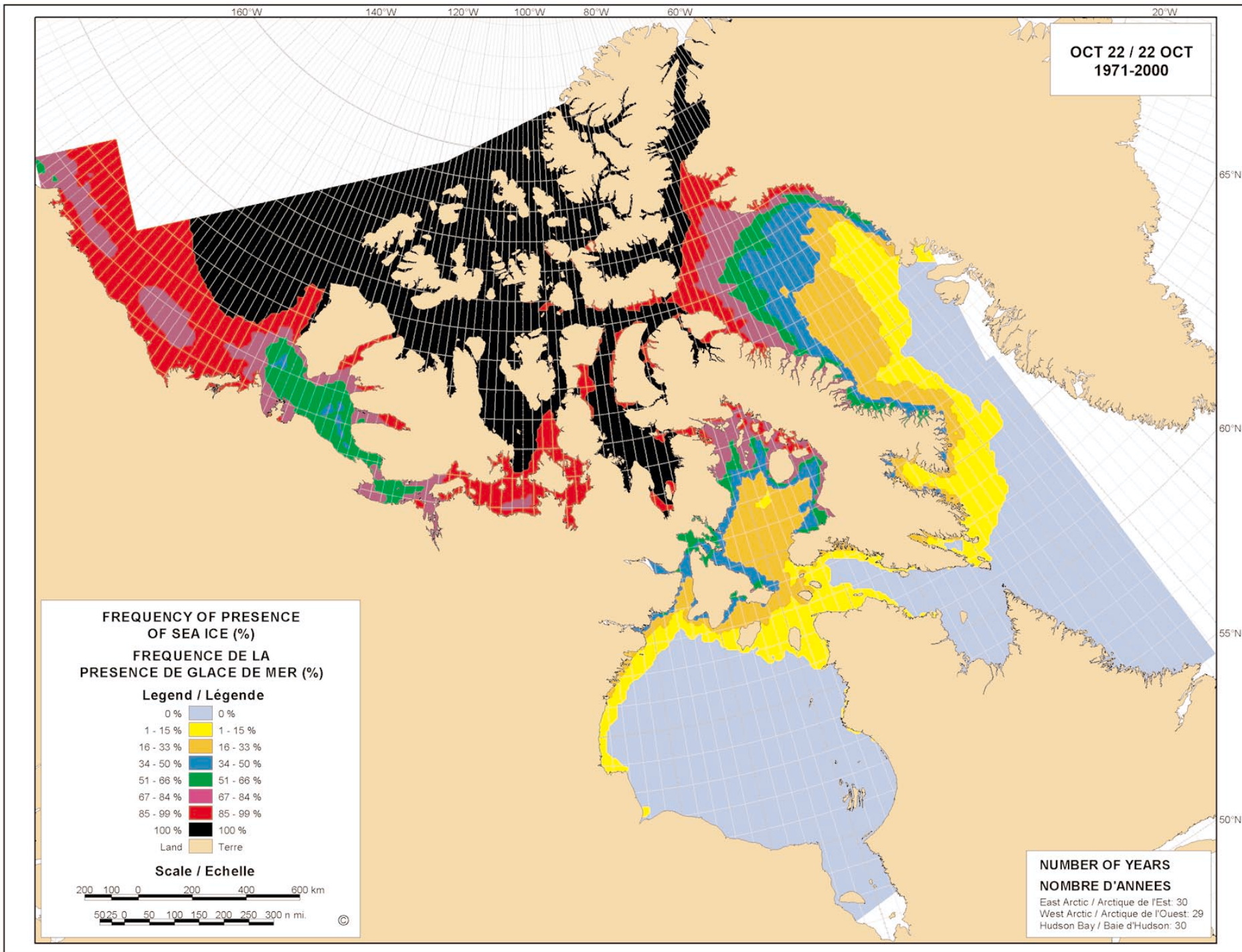


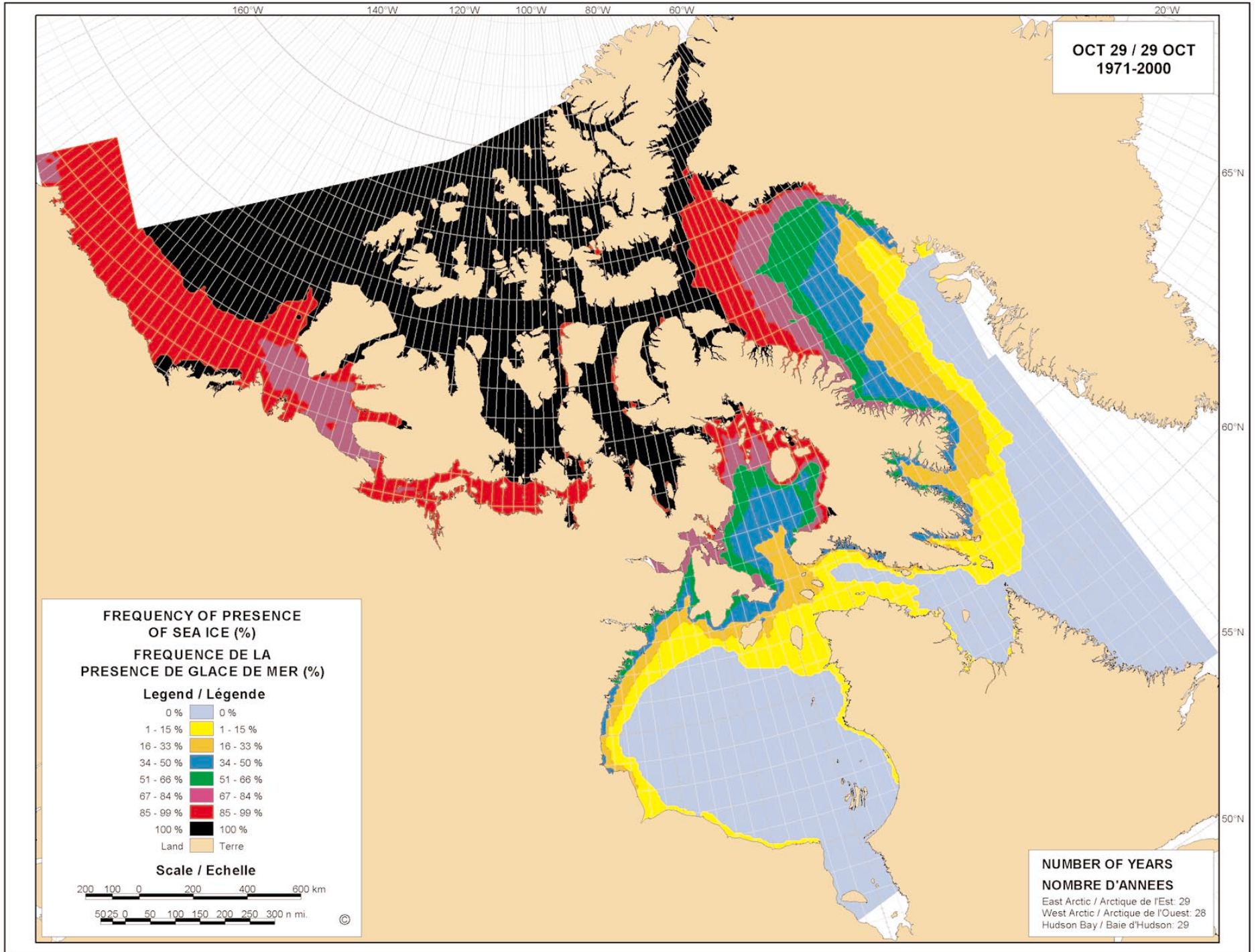


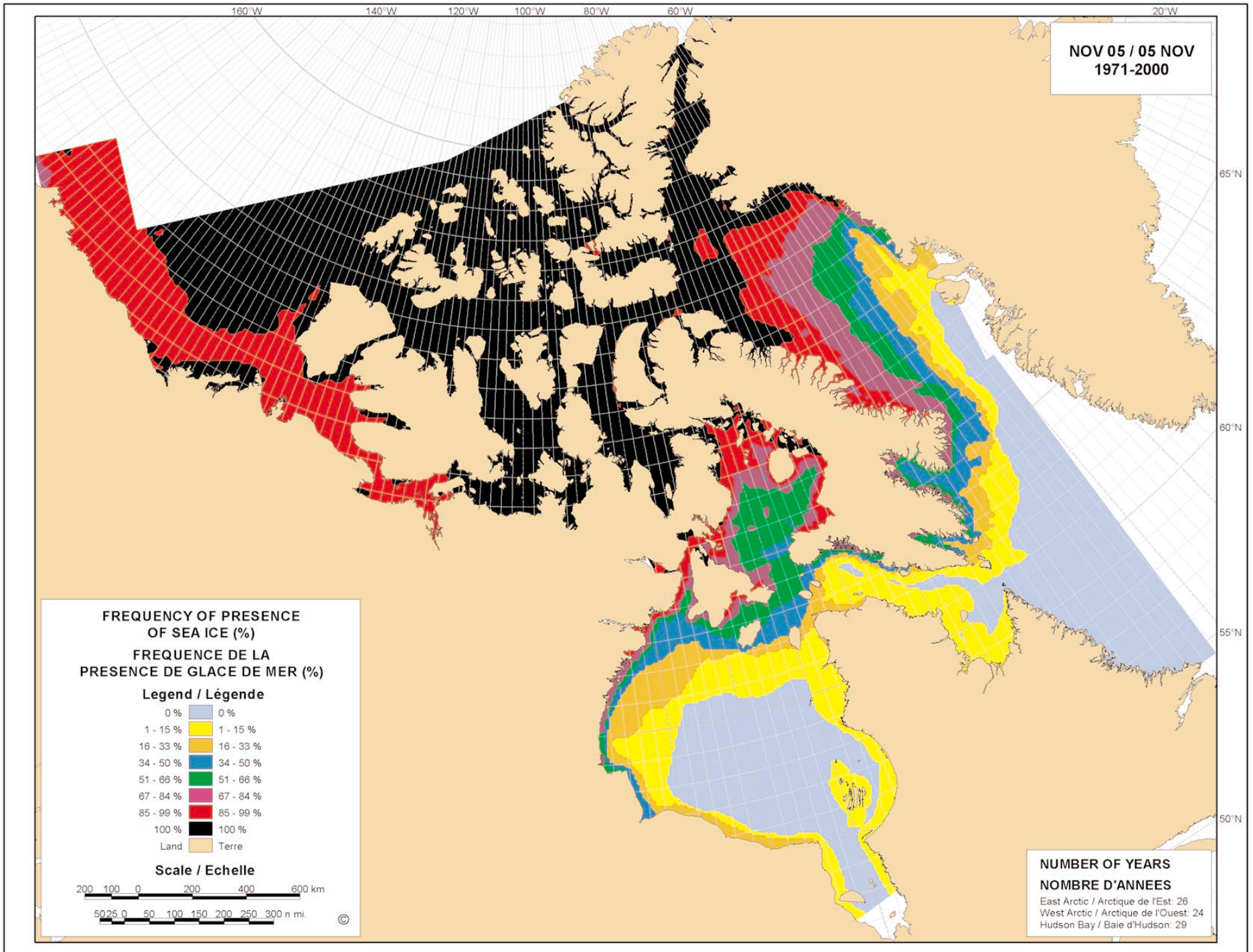


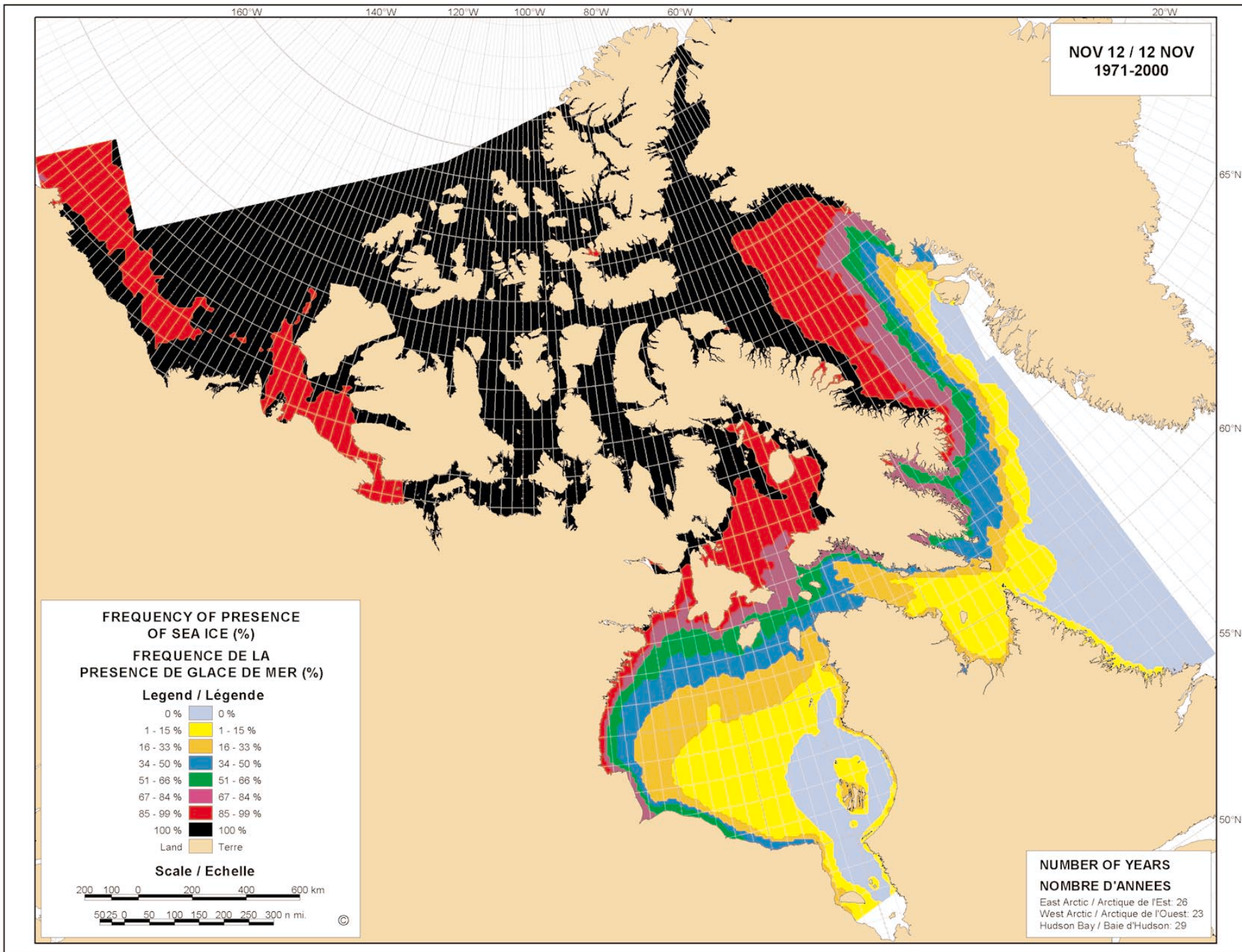


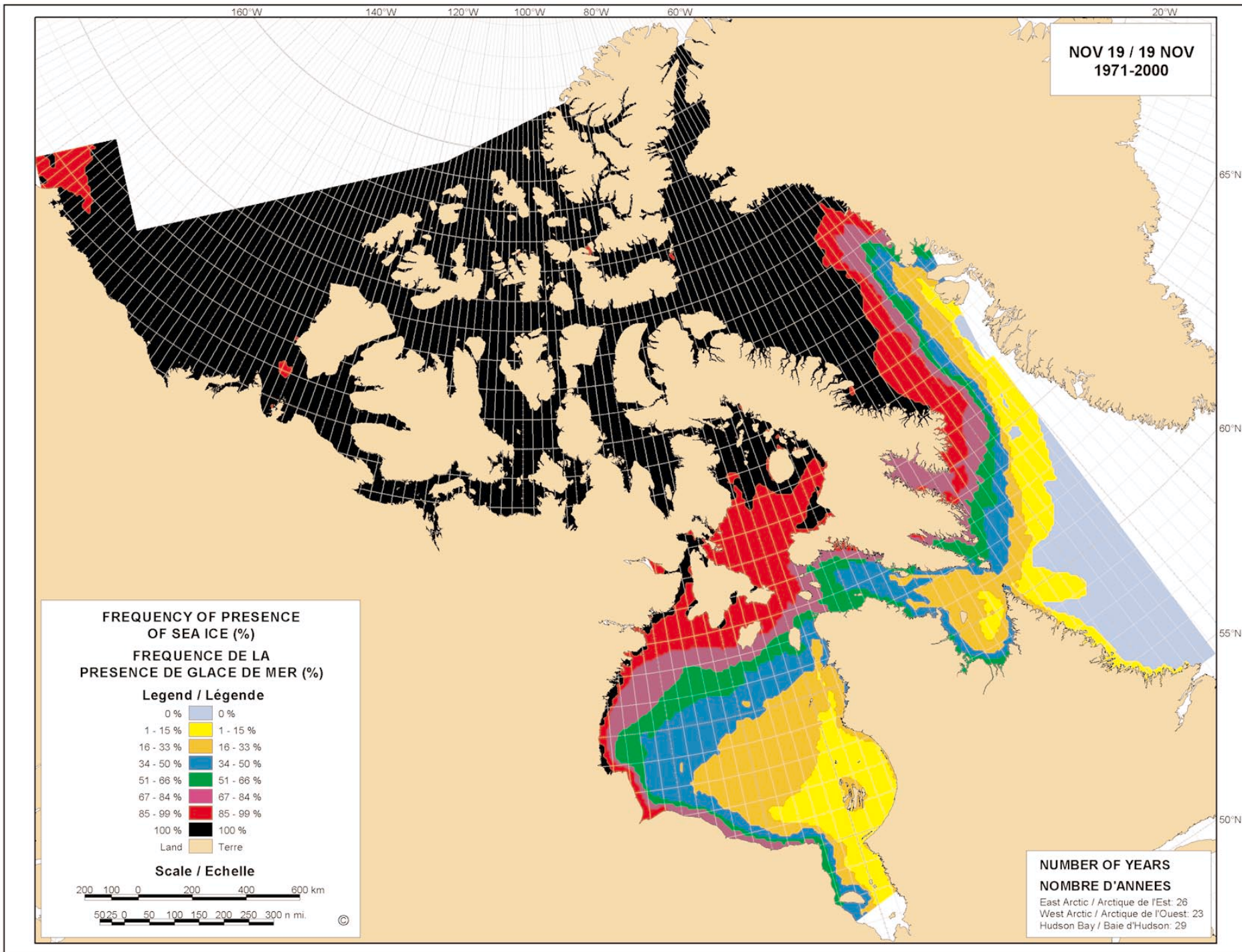


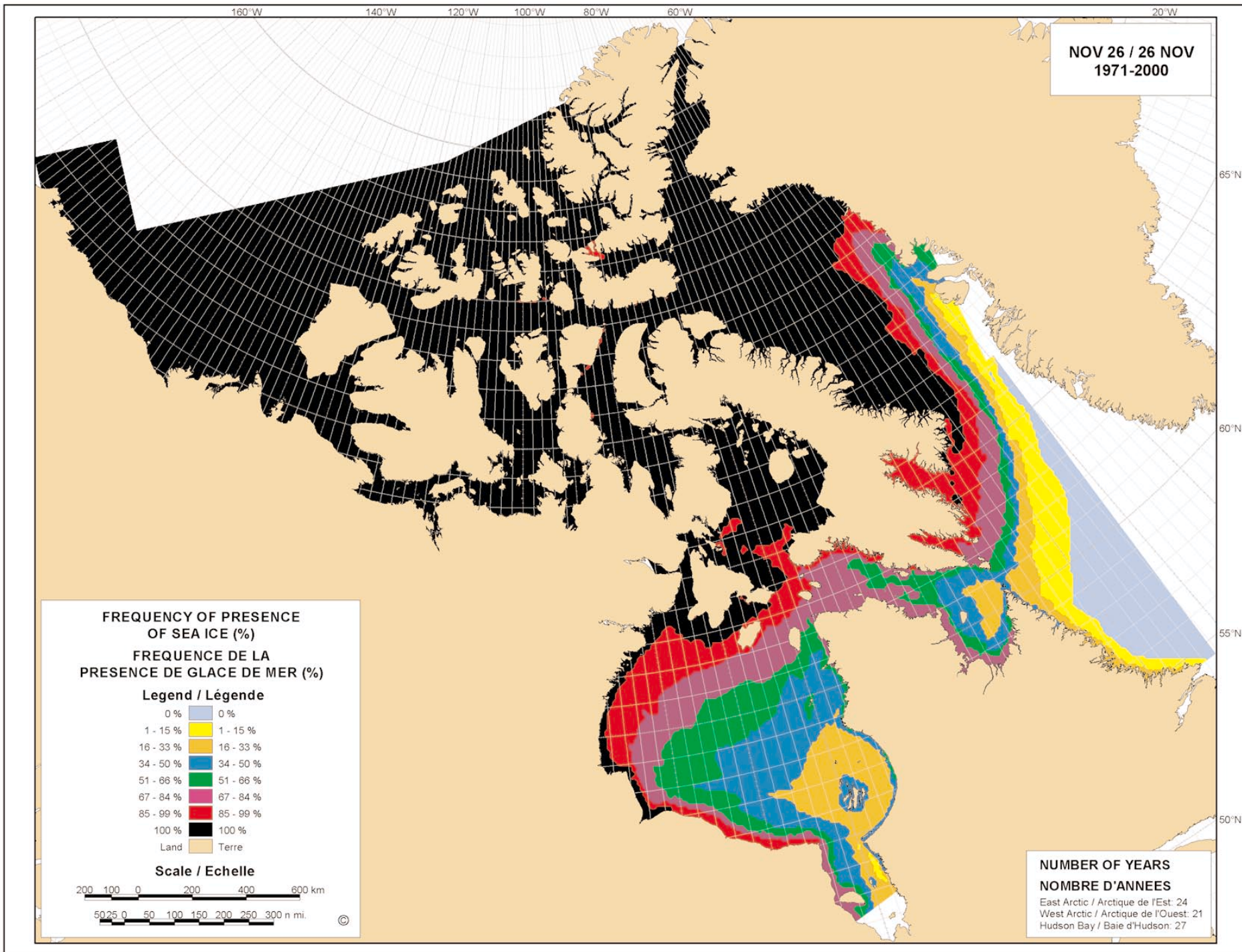


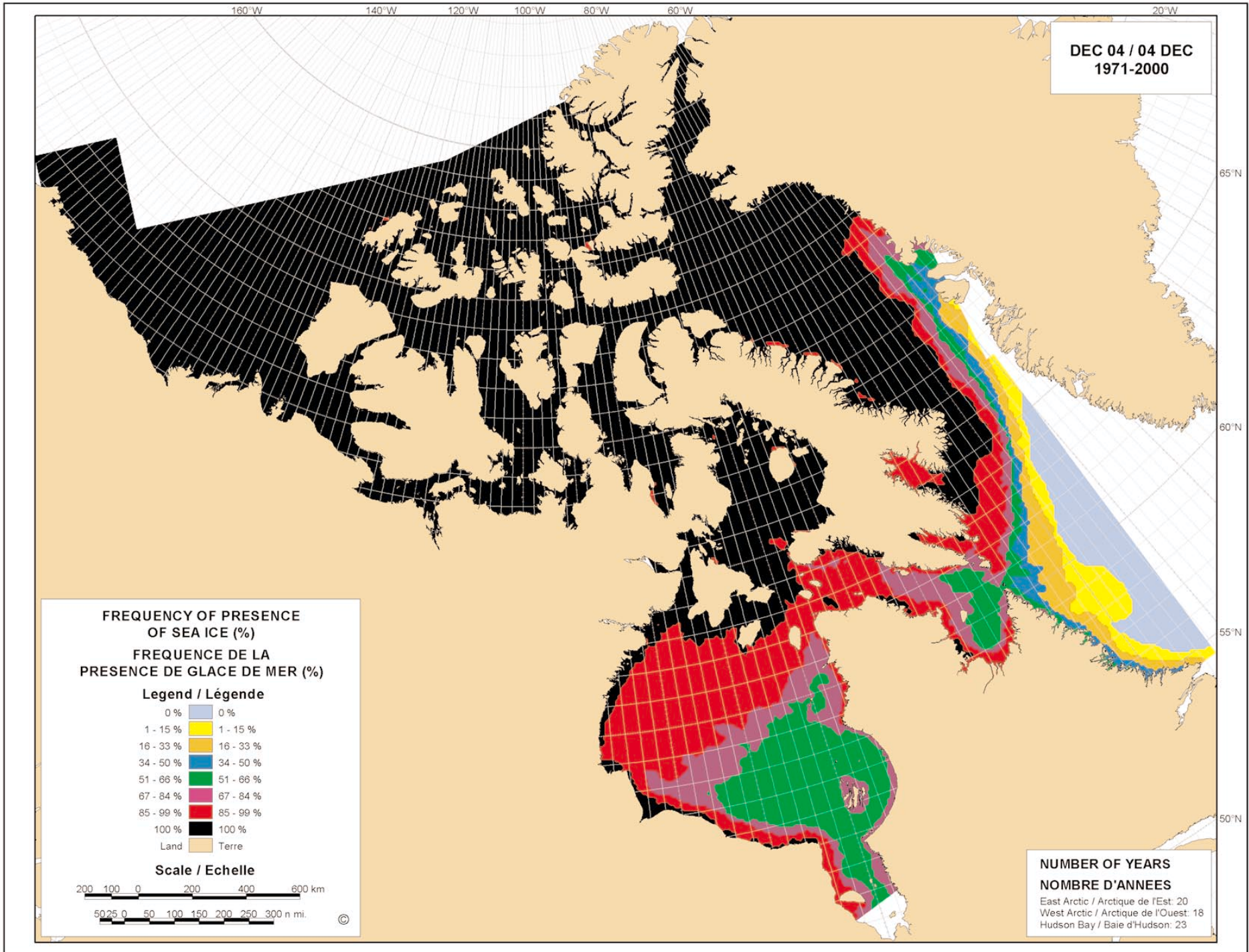






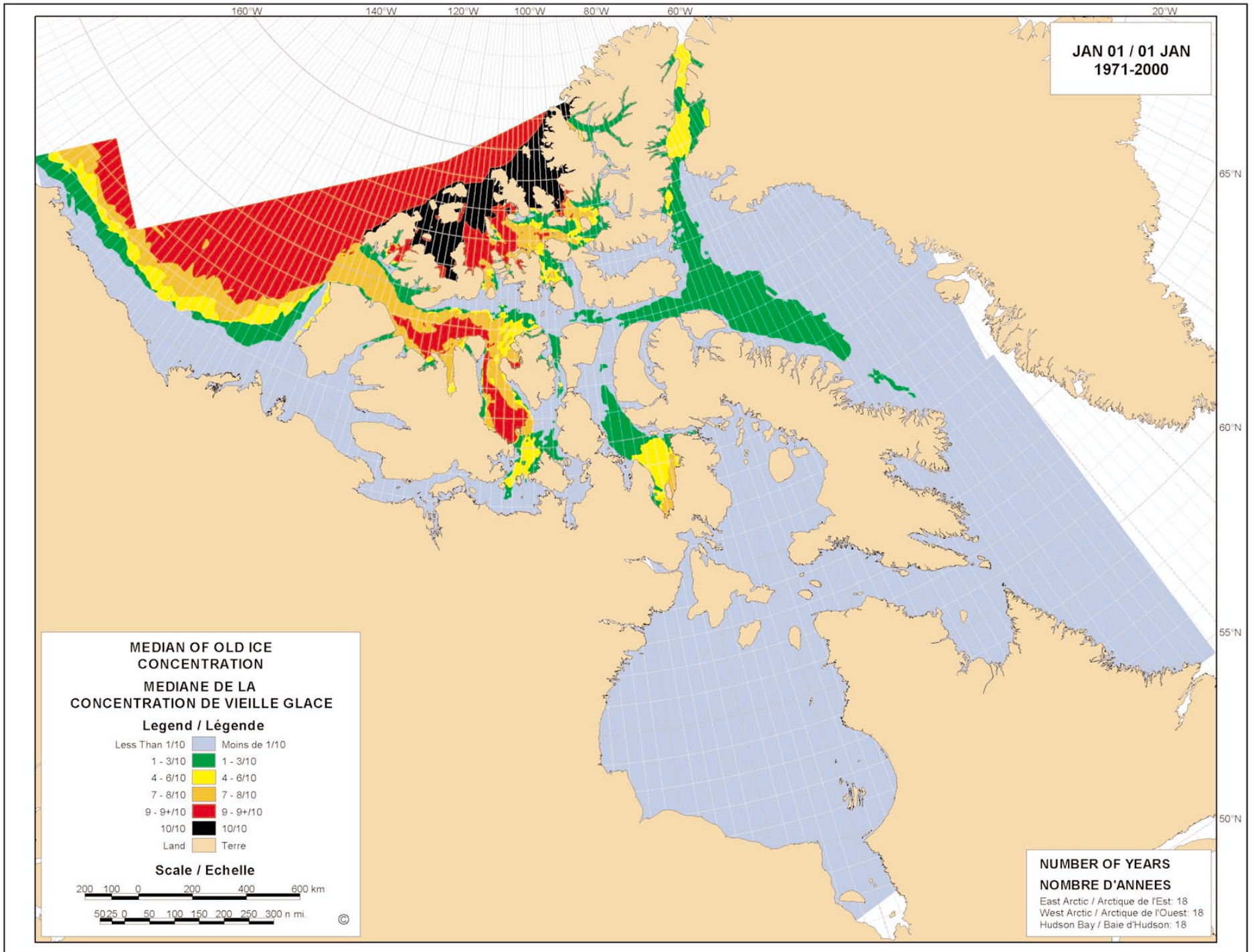


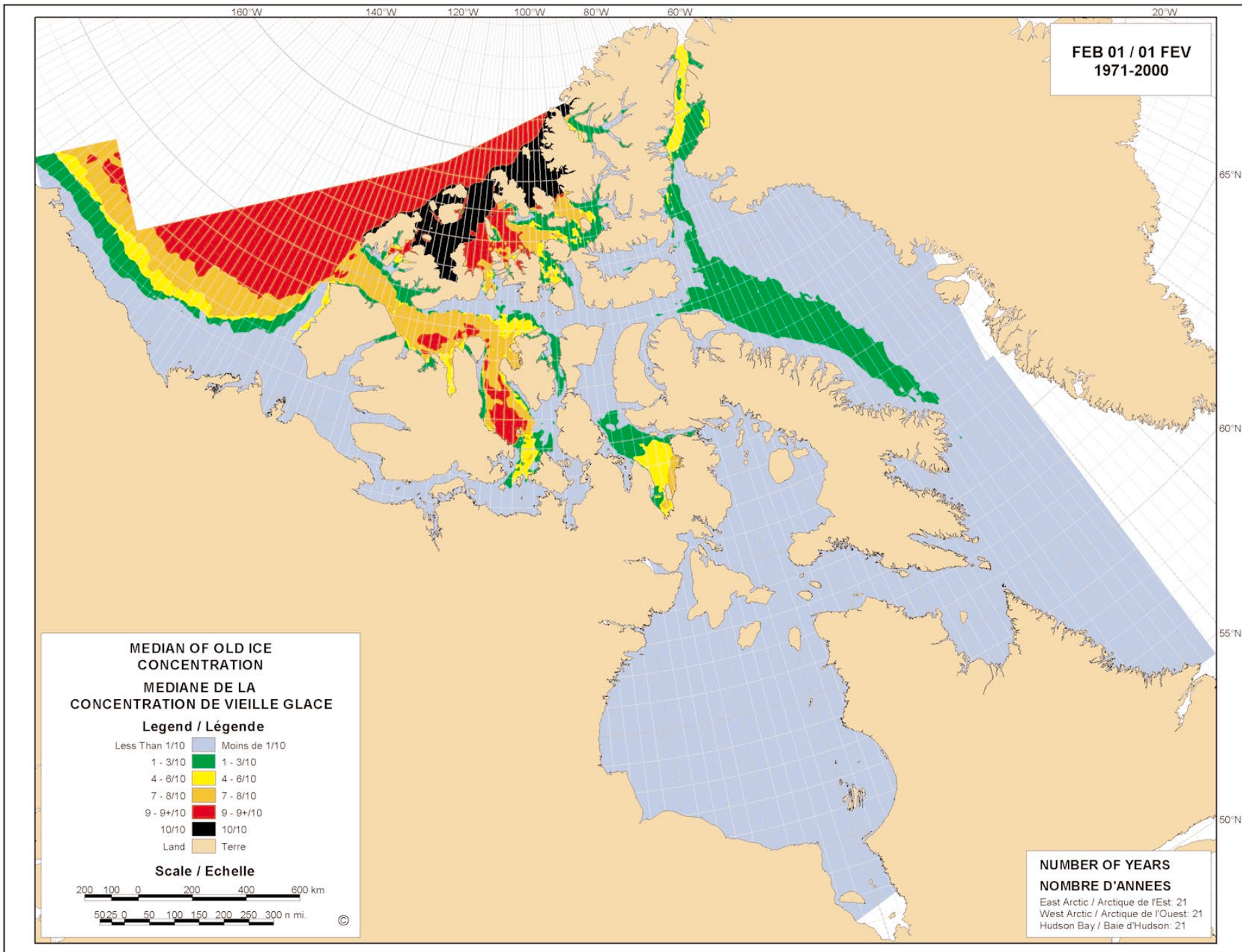


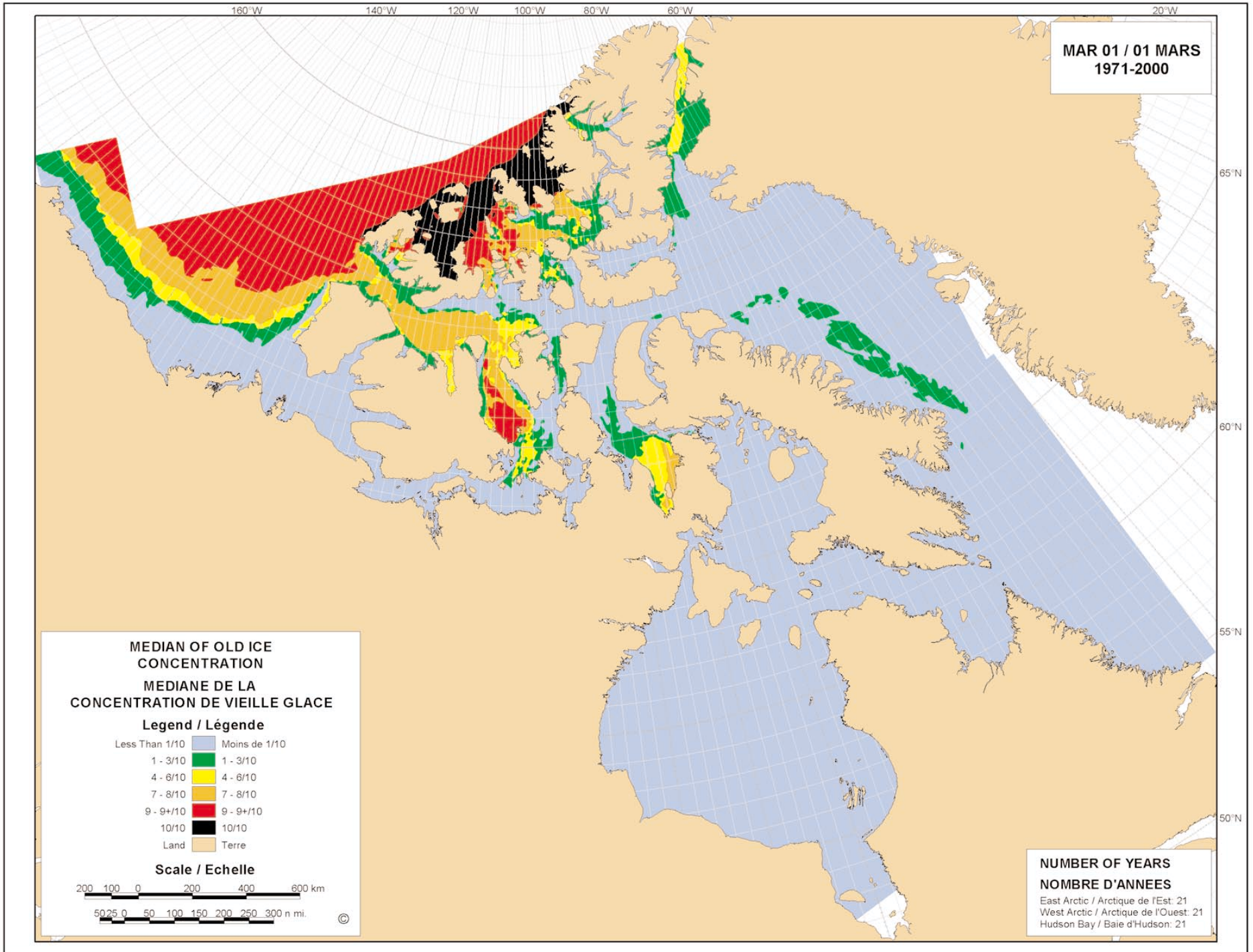


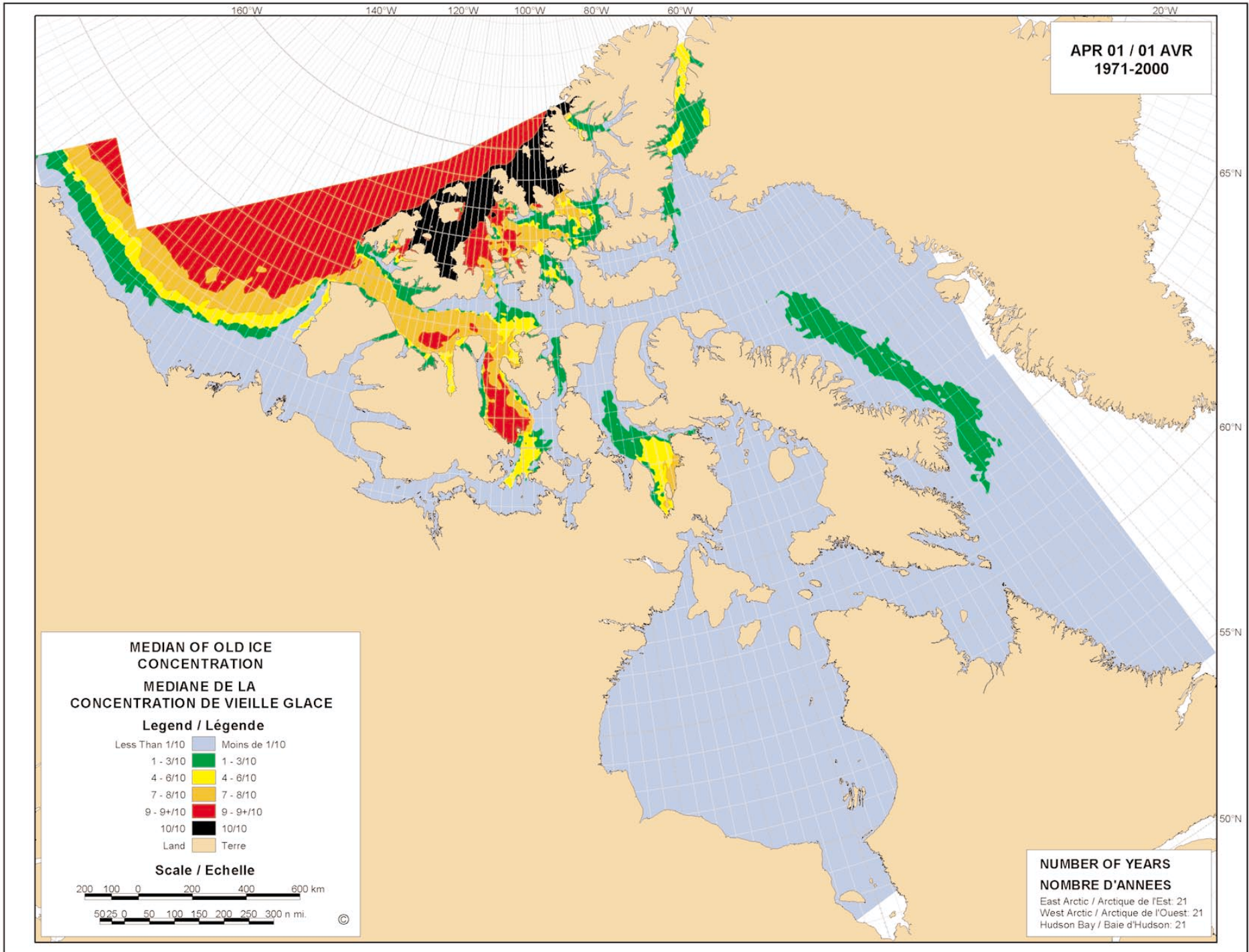
MEDIAN OF OLD ICE CONCENTRATION

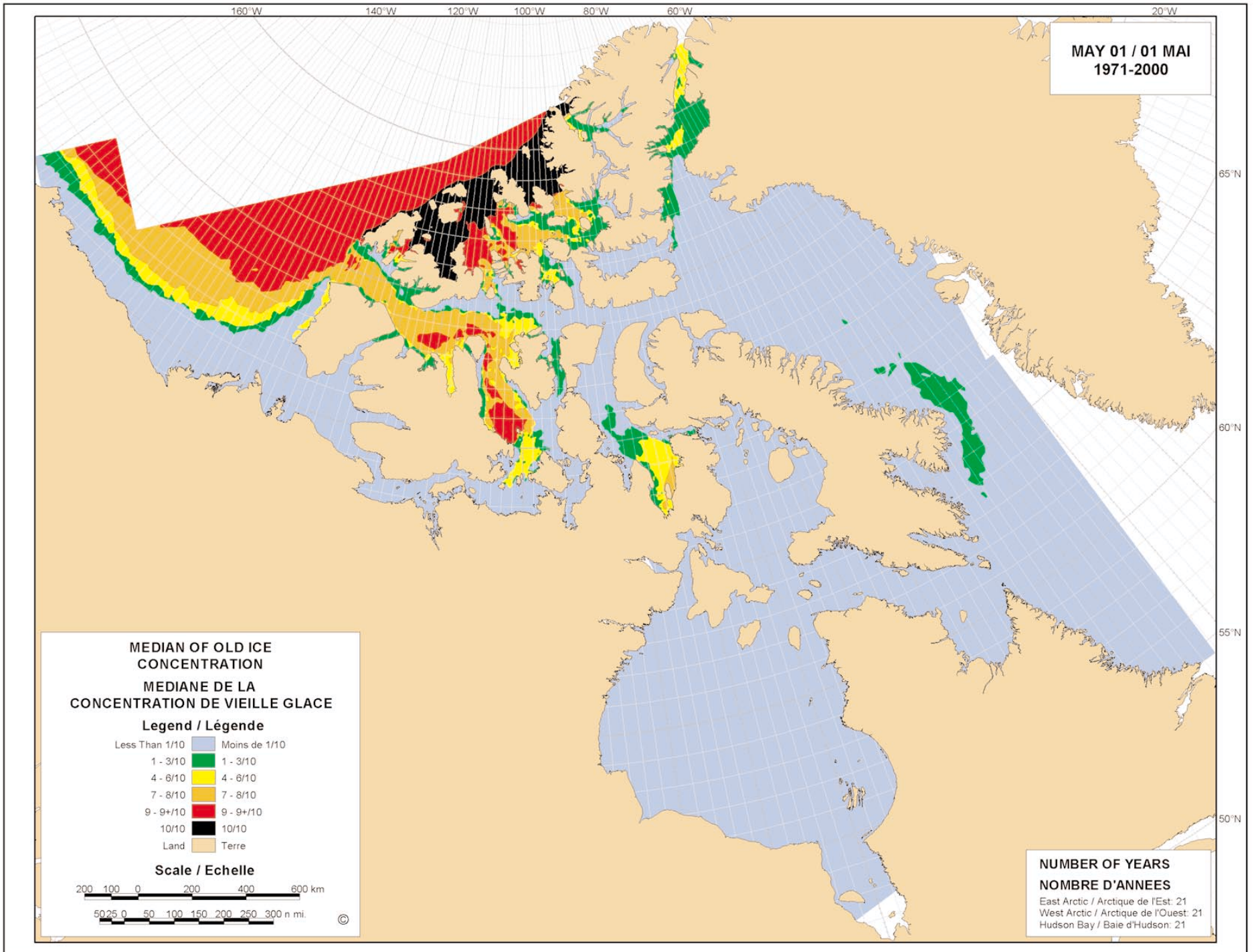
MÉDIANE DE LA CONCENTRATION DE VIEILLE GLACE

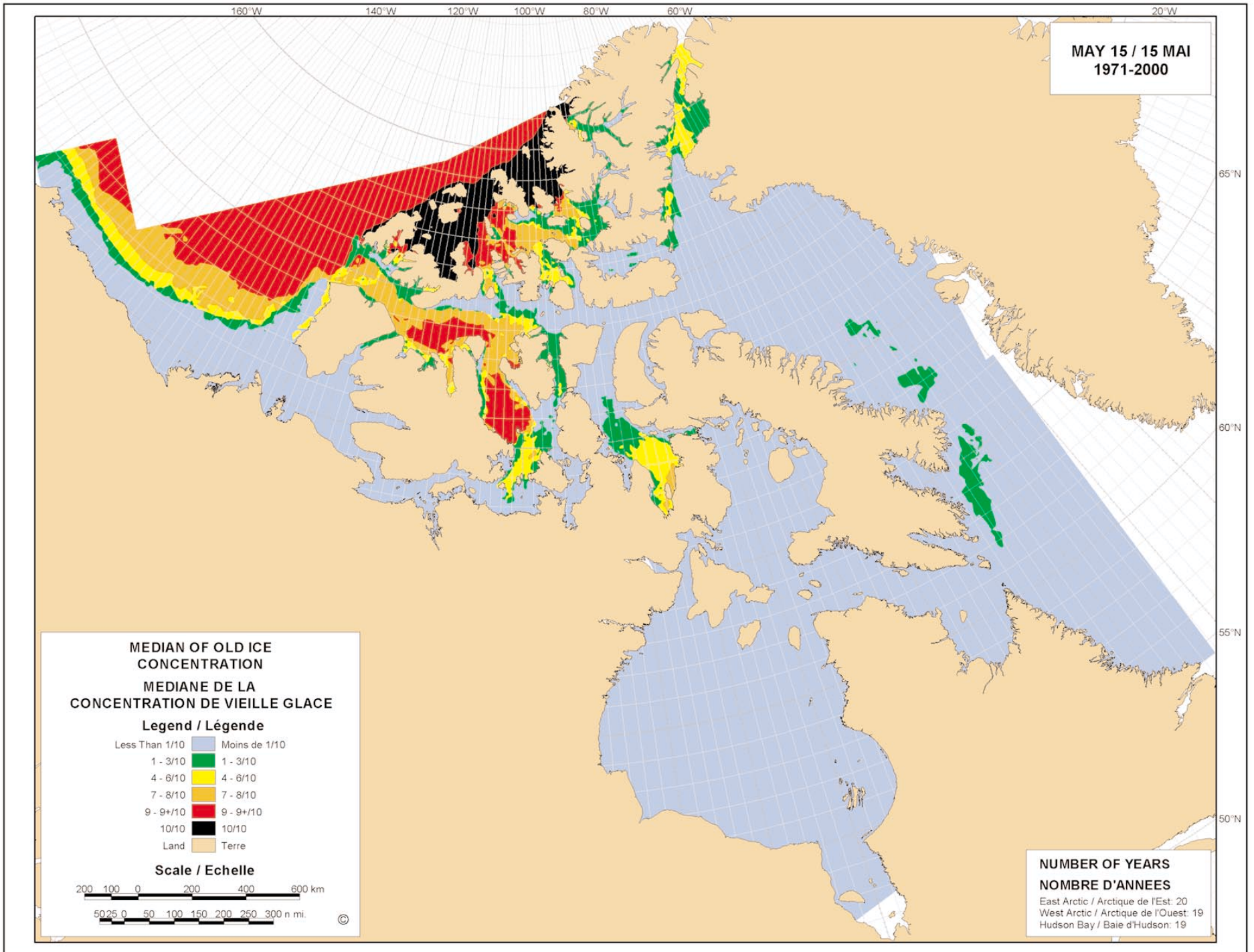


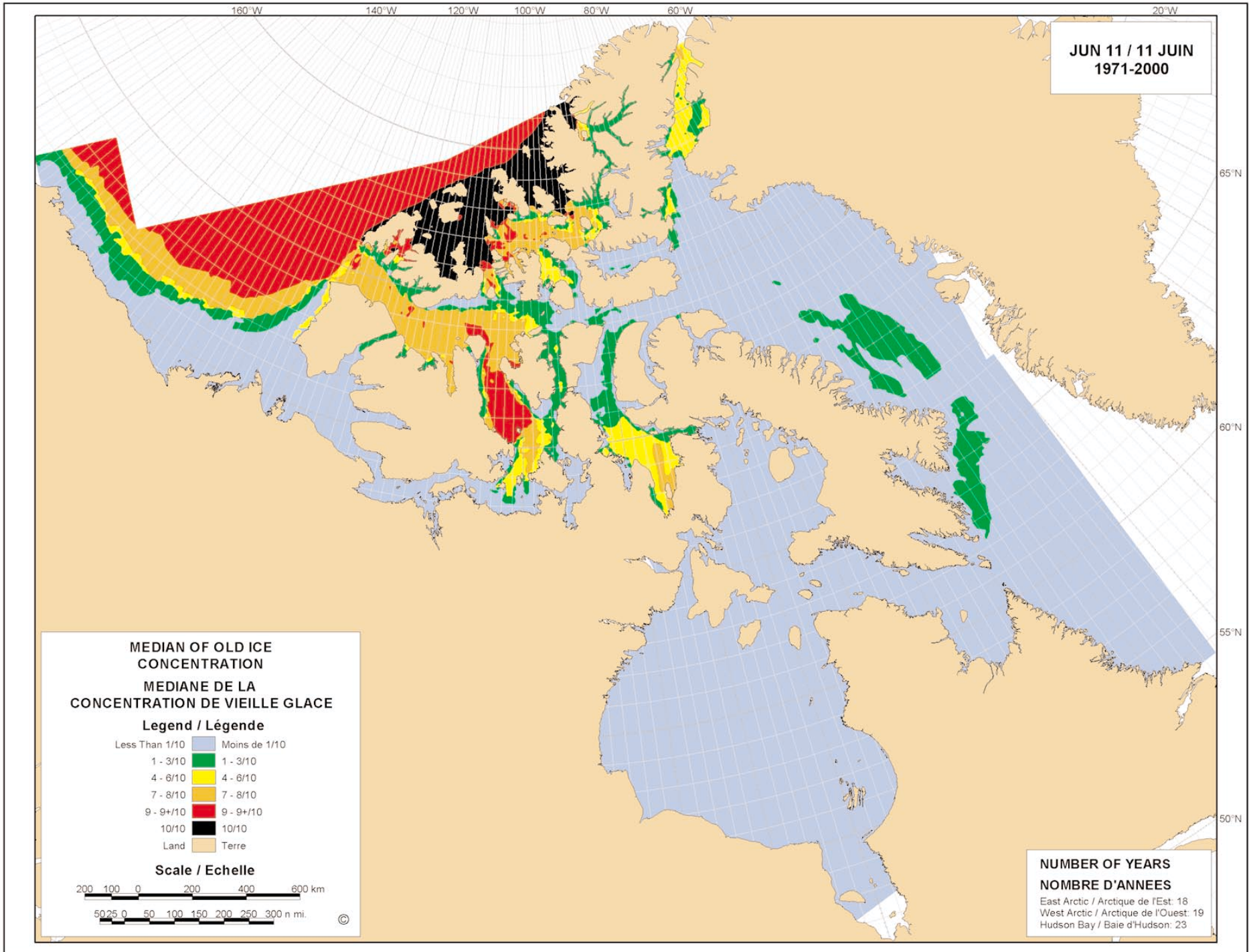


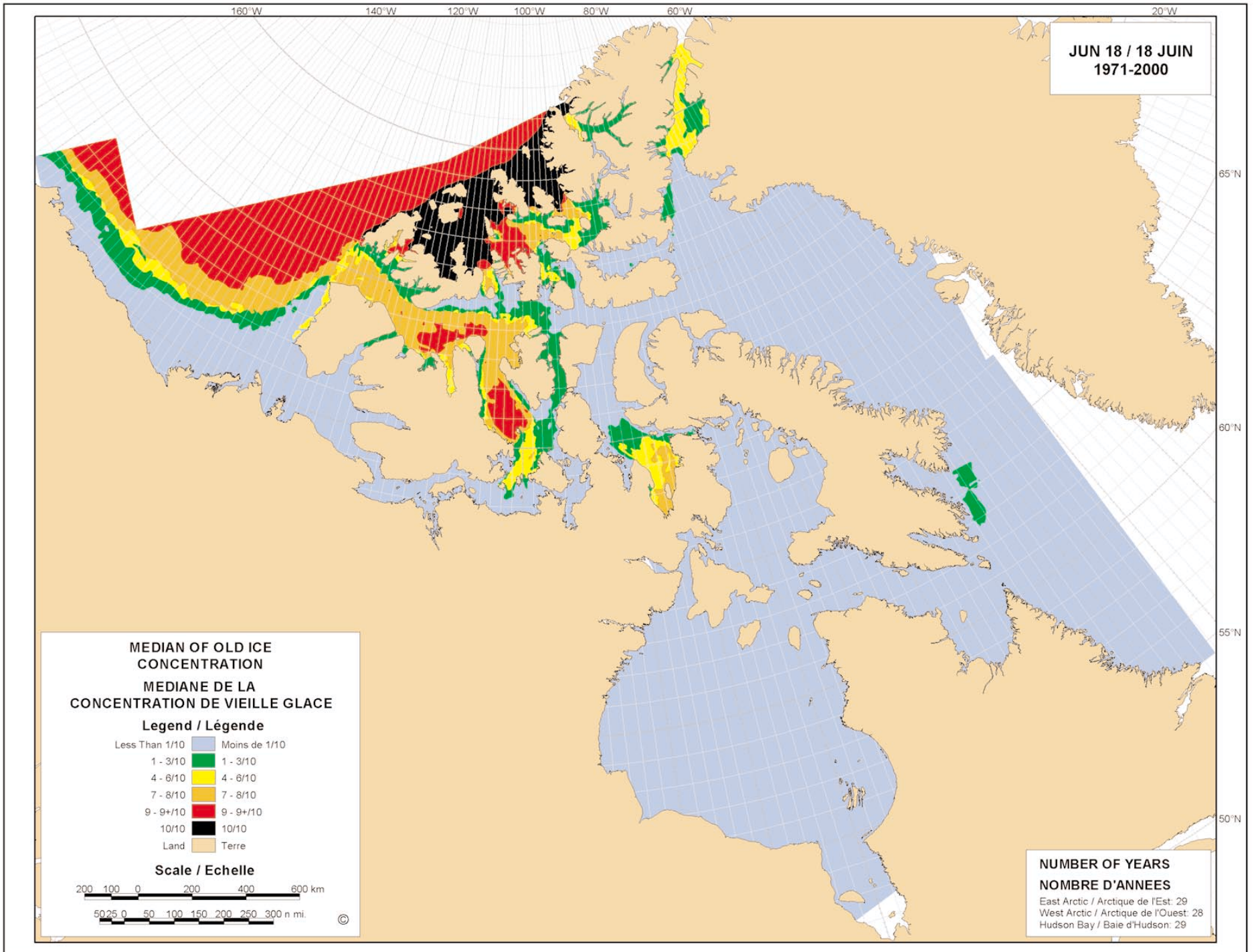


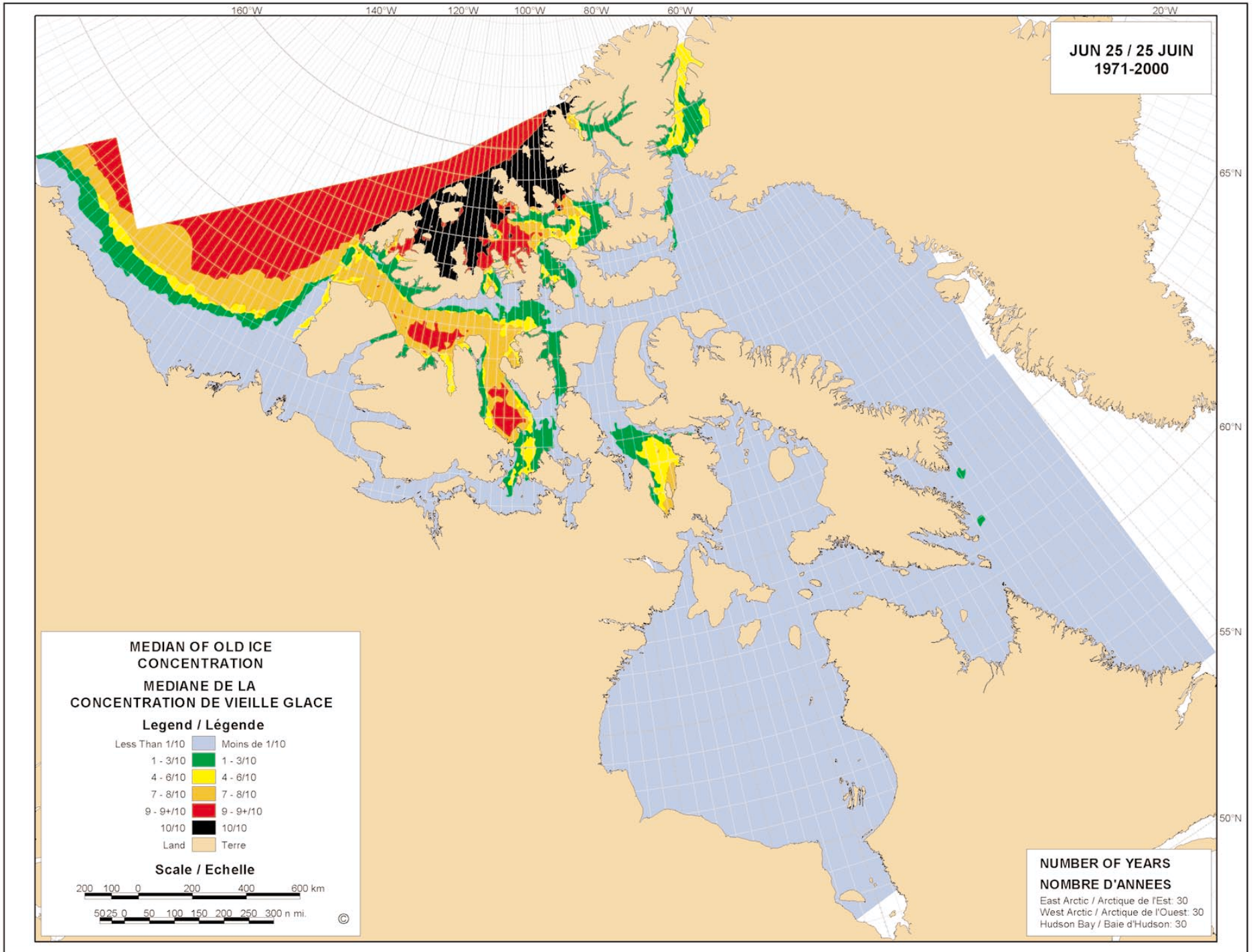


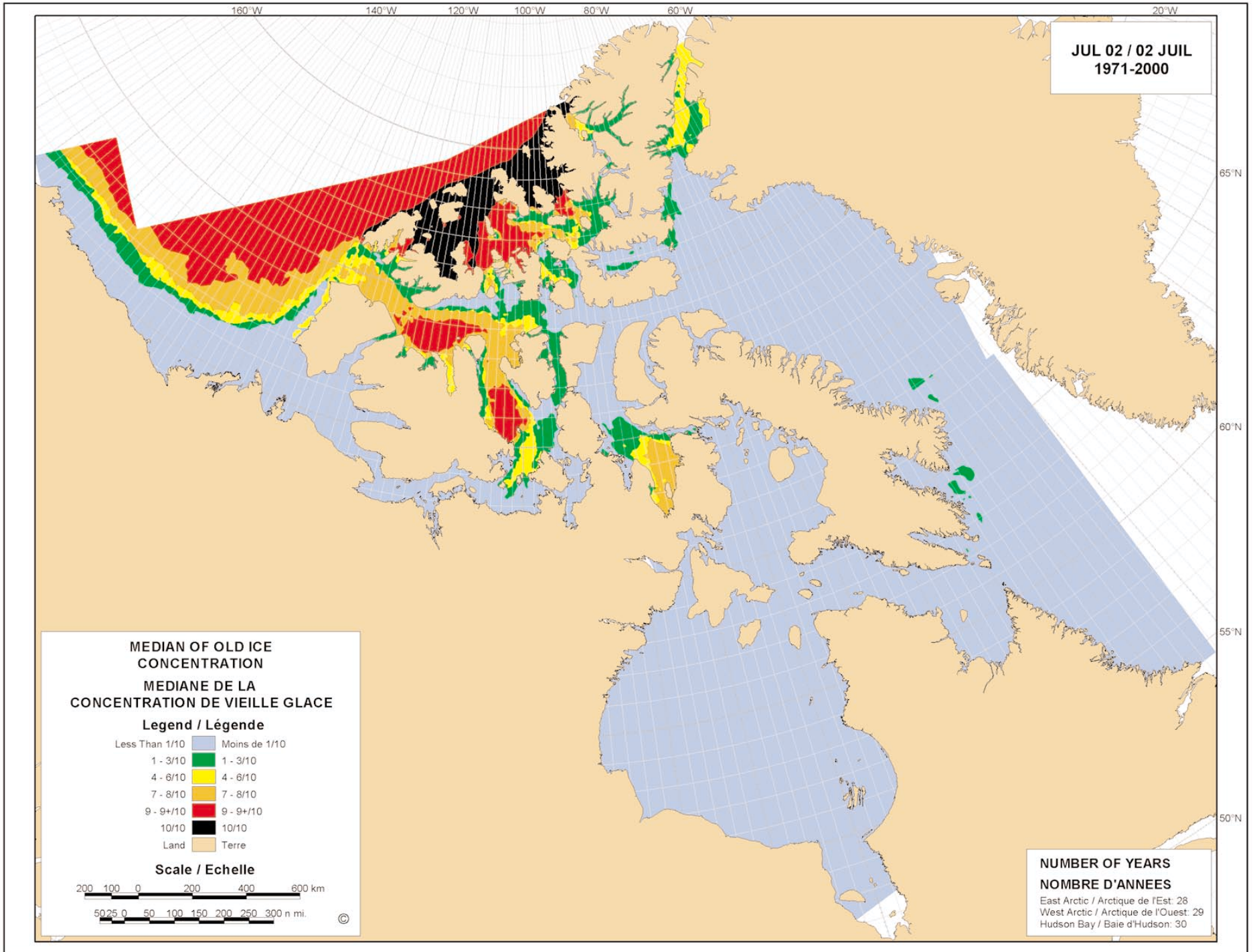


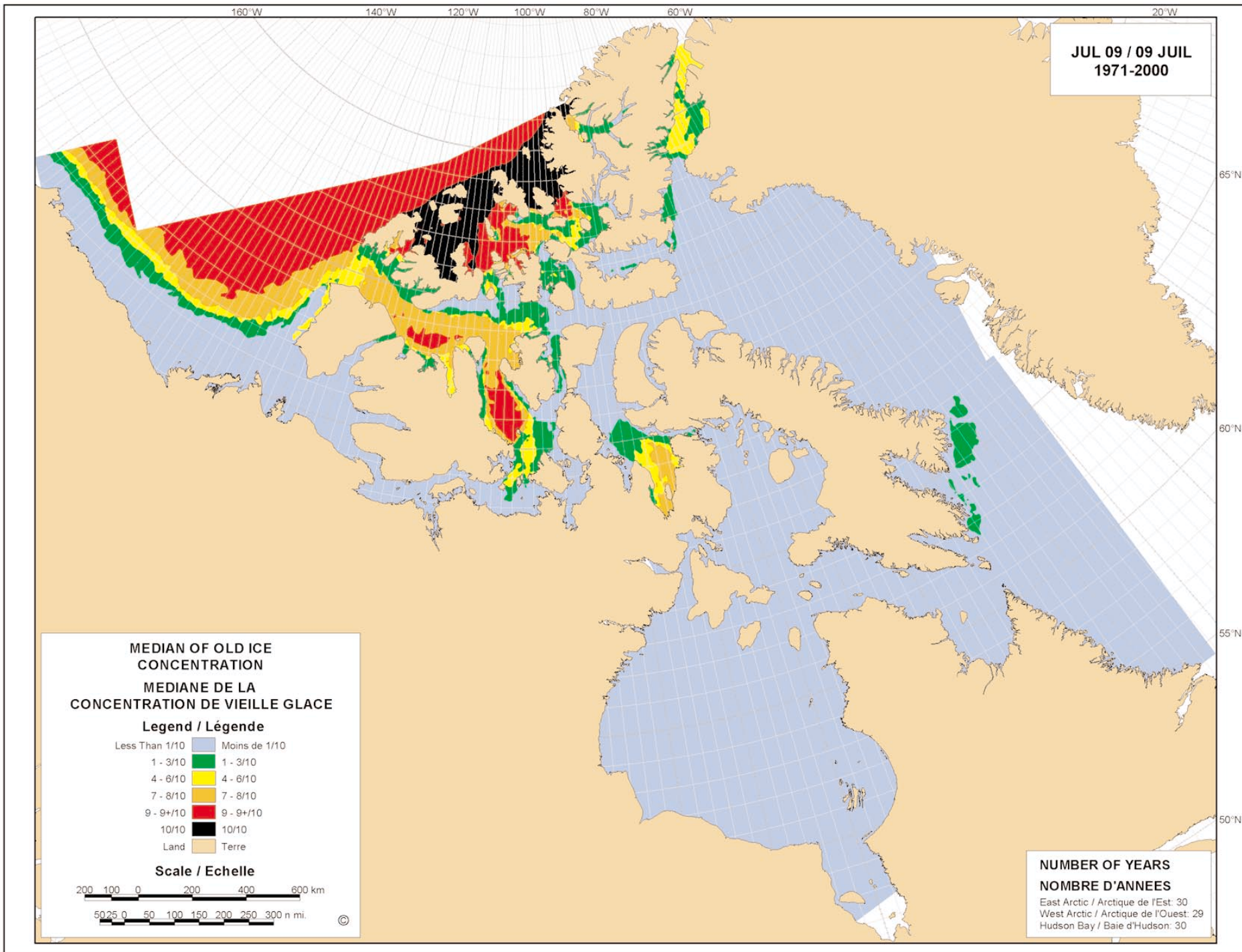


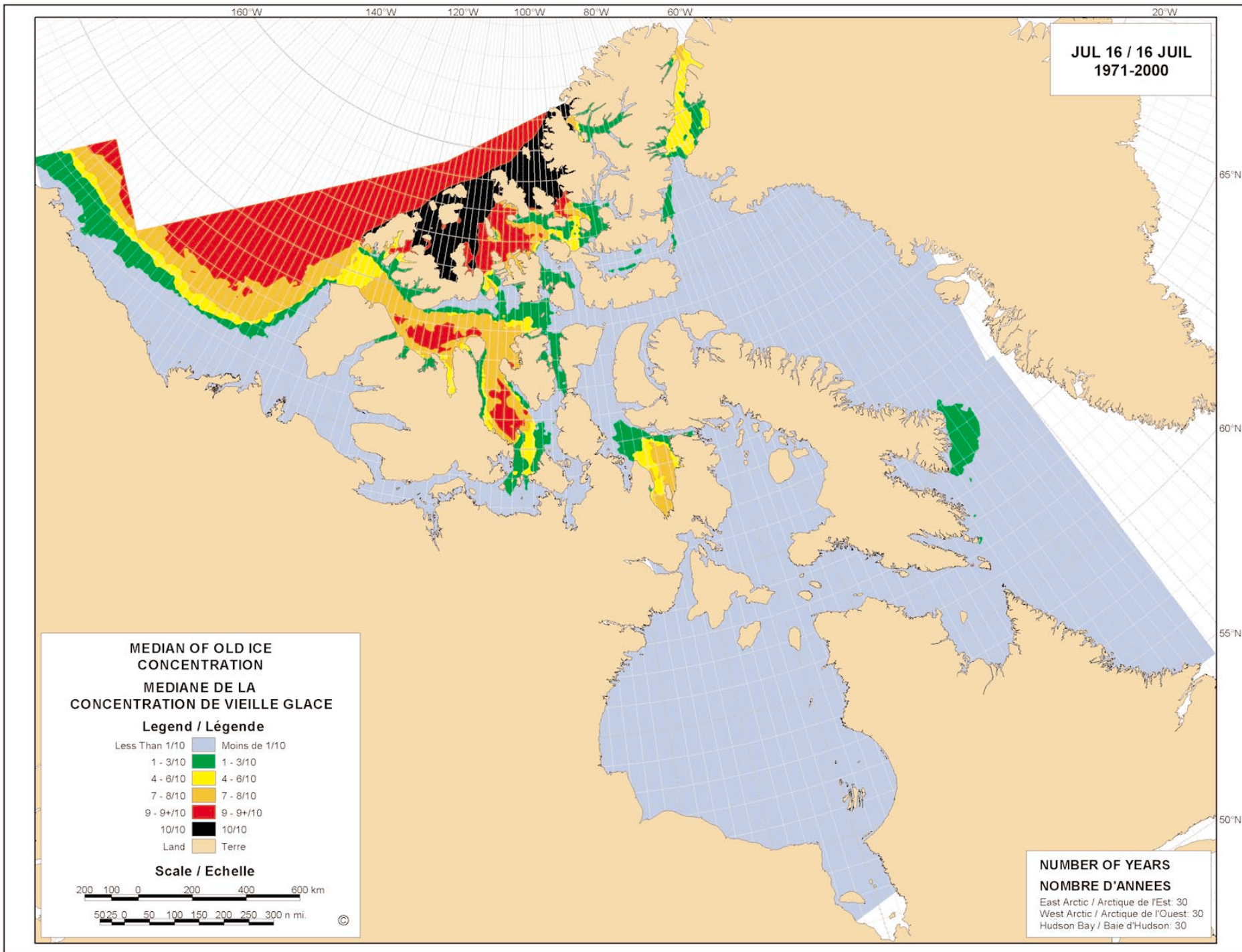


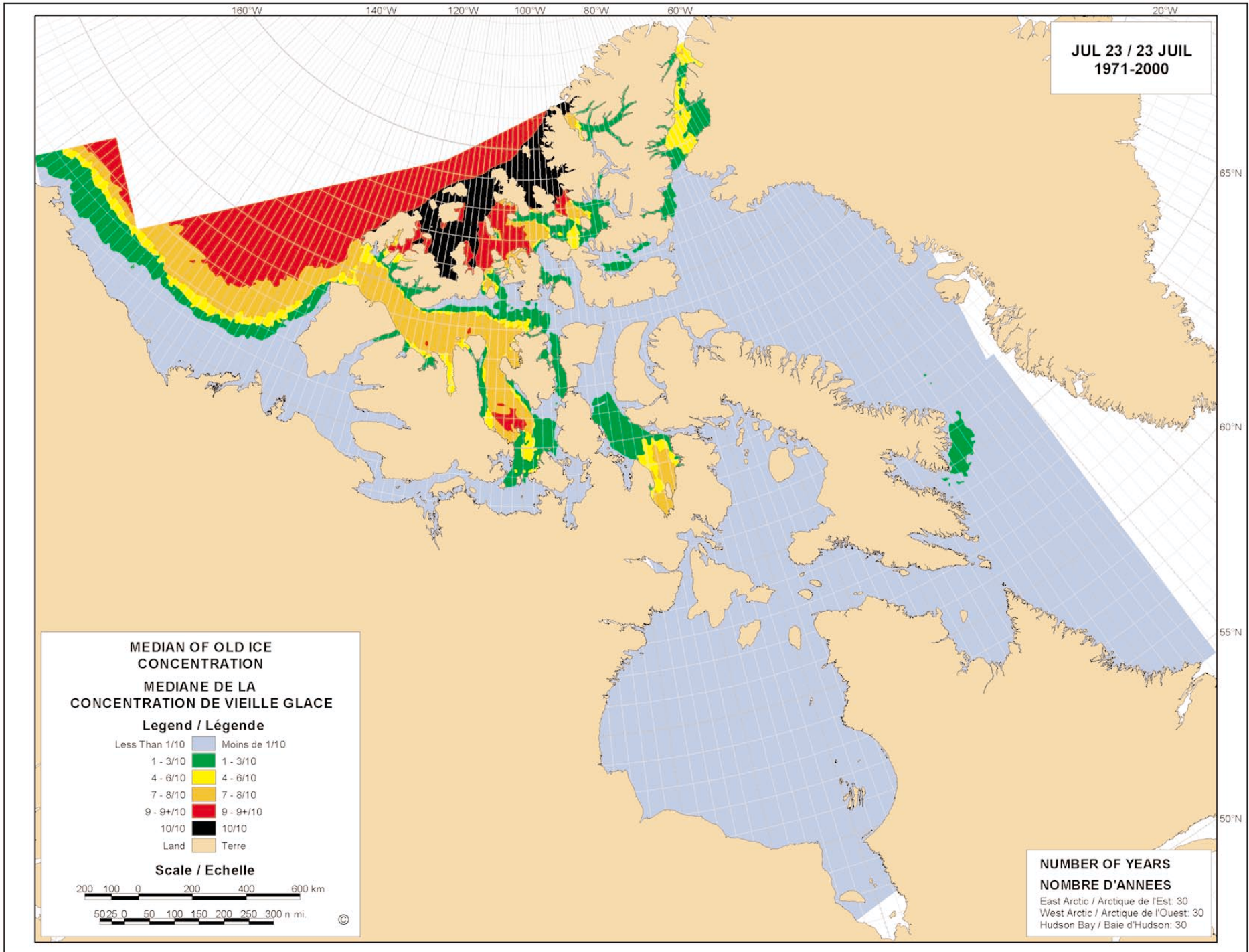


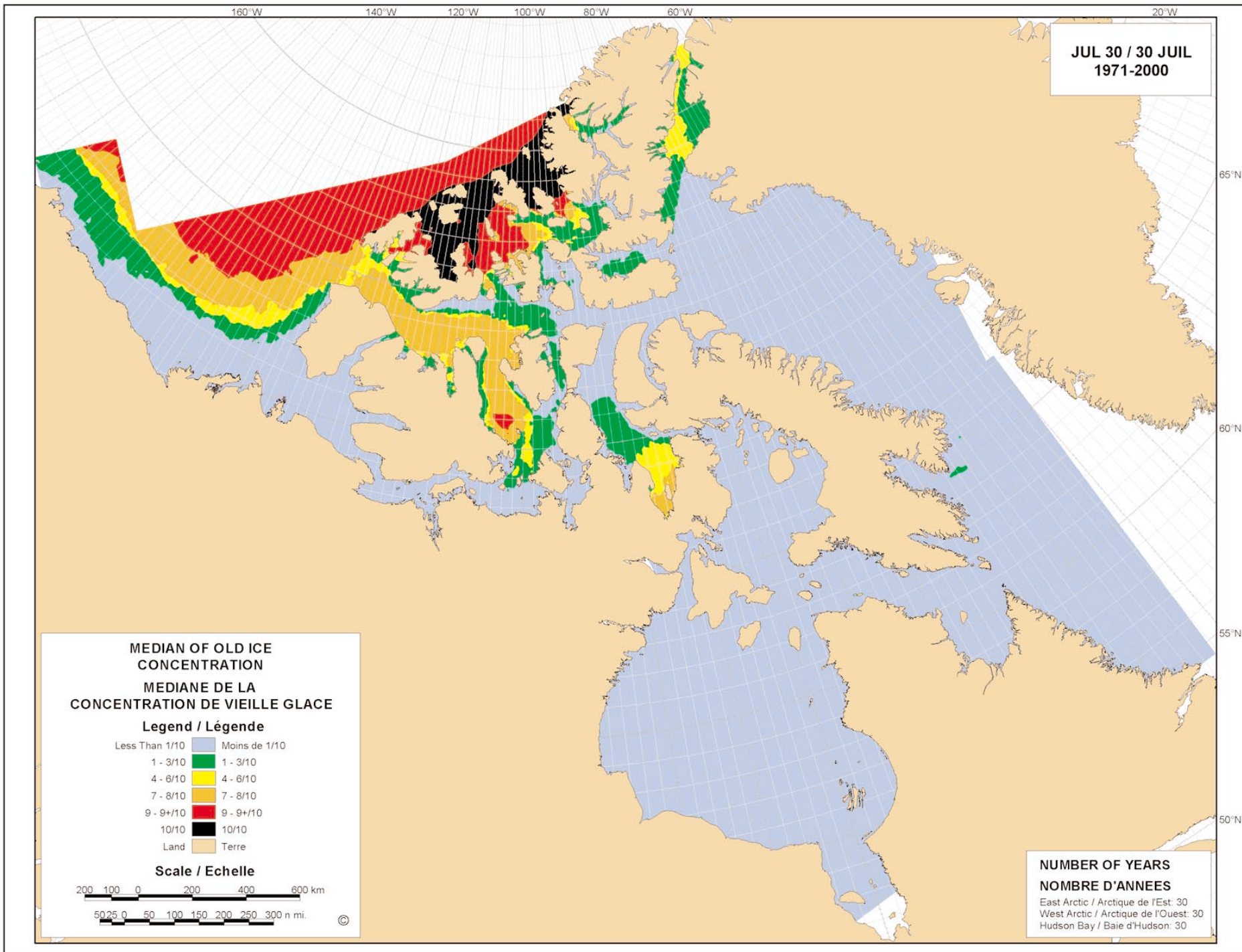


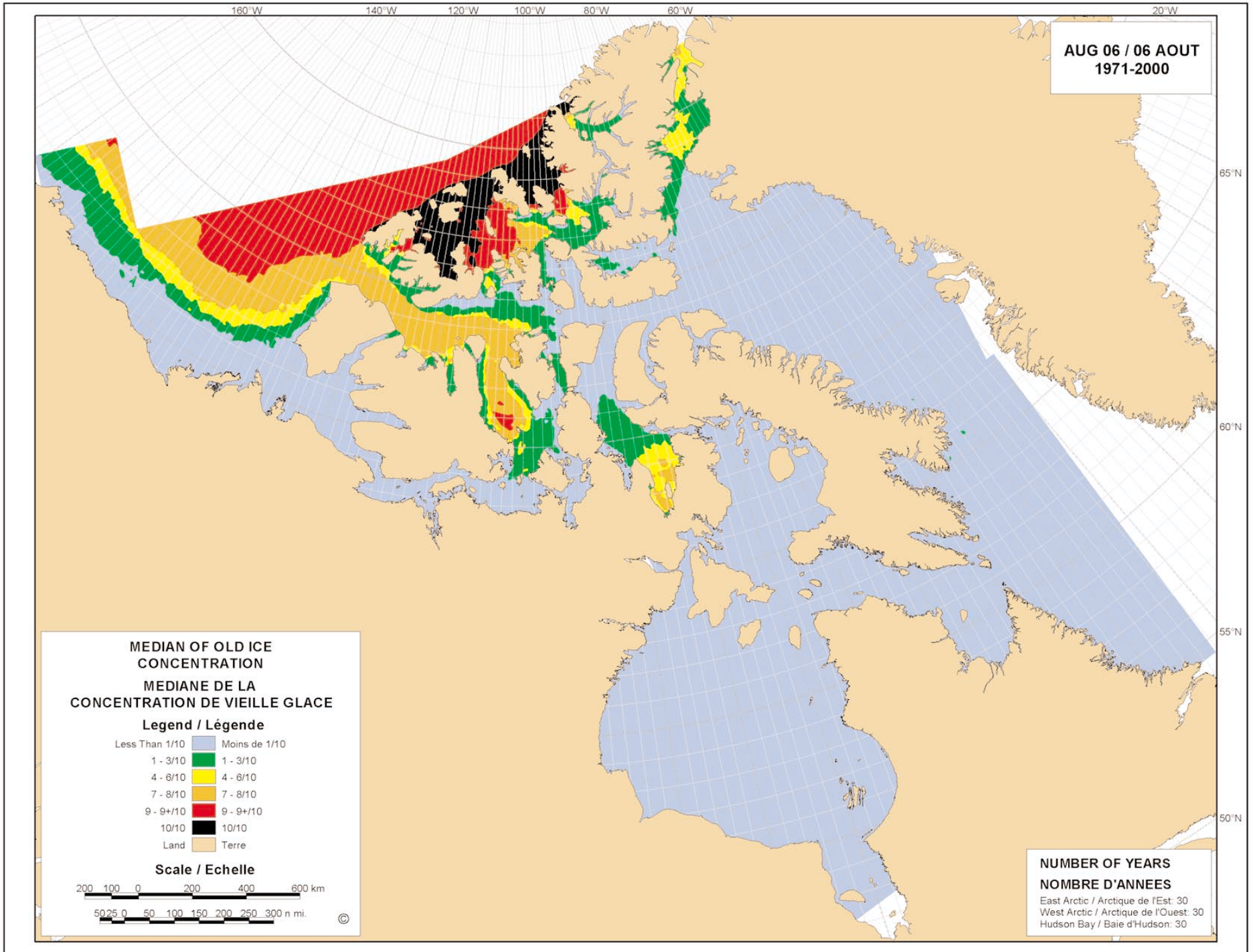


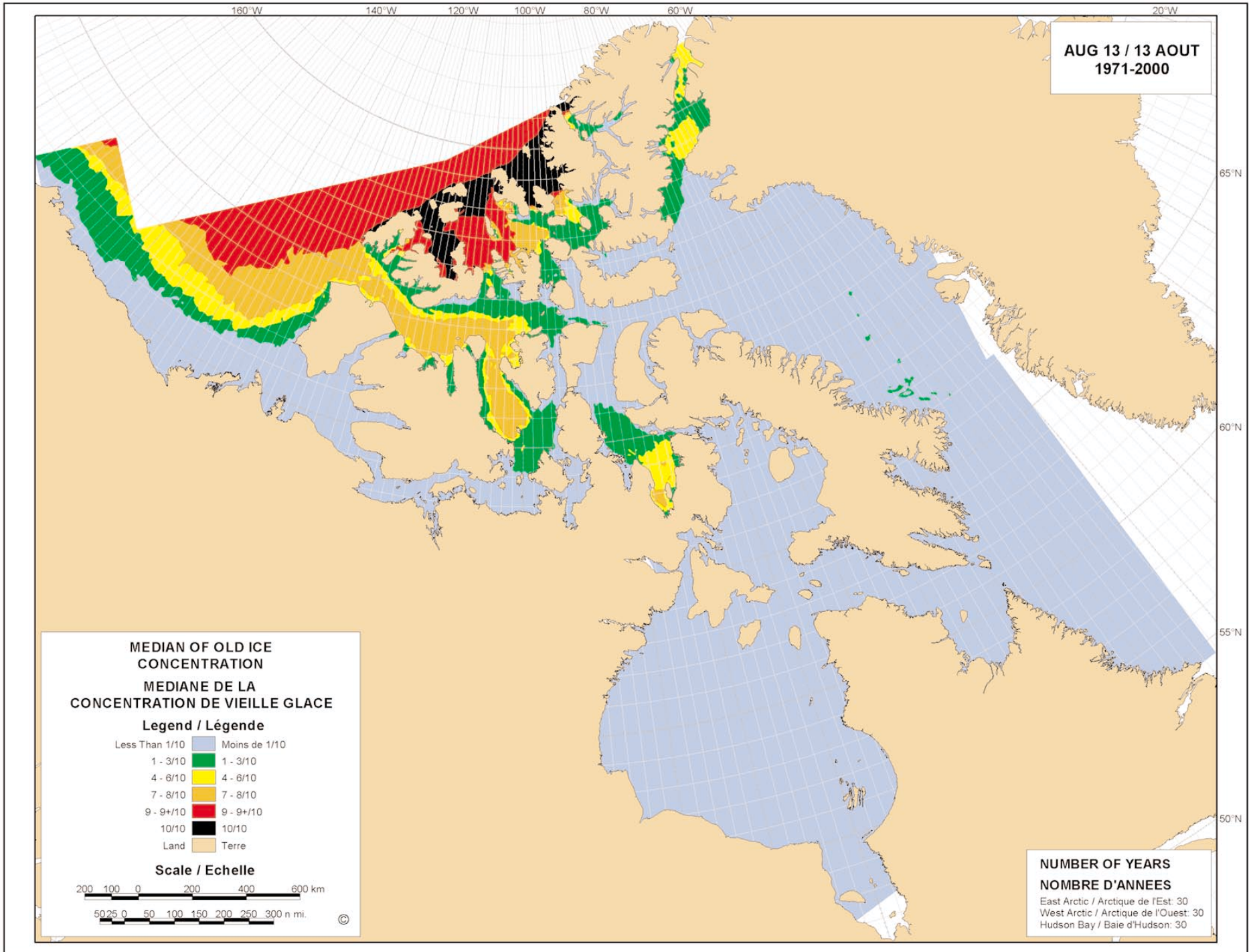


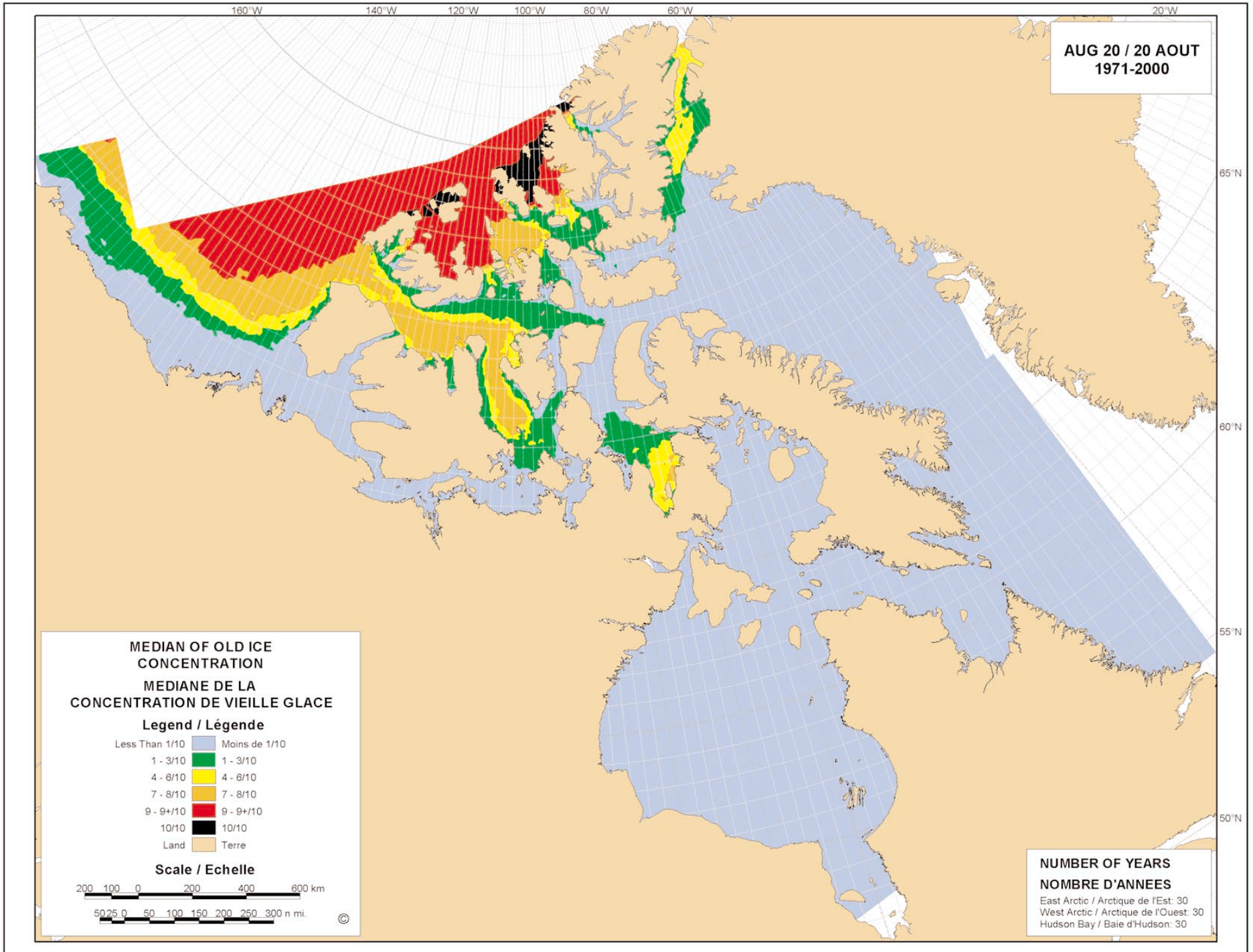


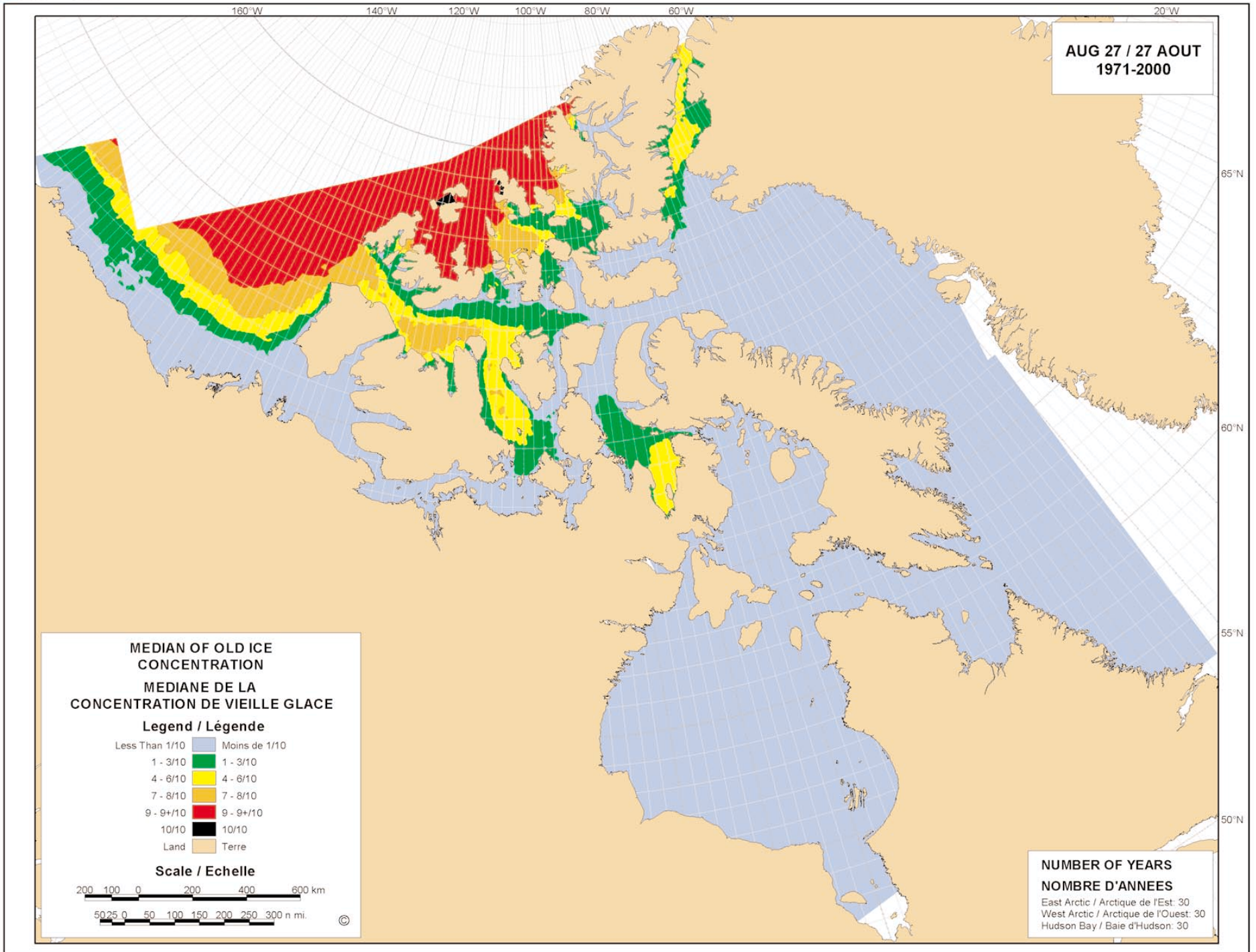


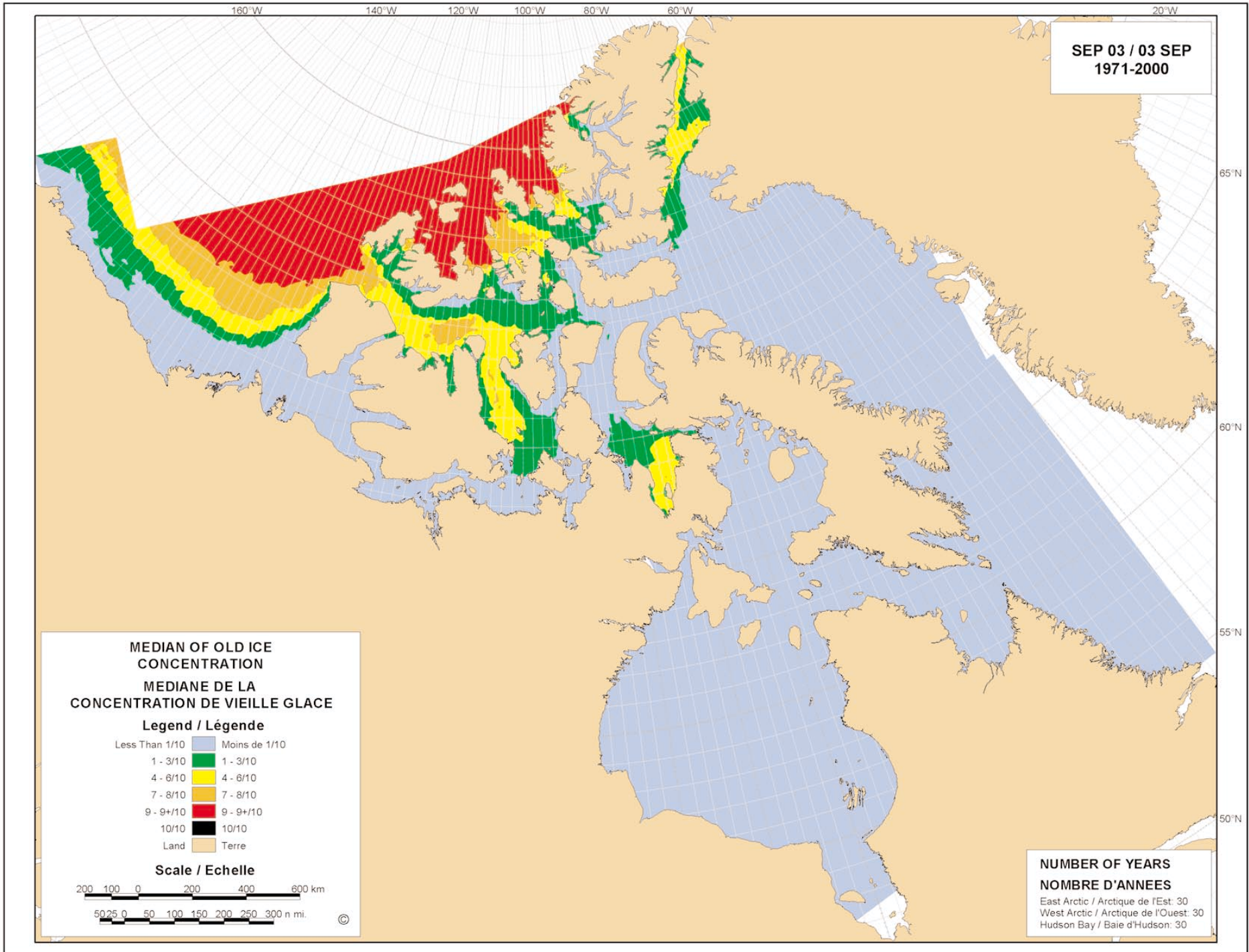


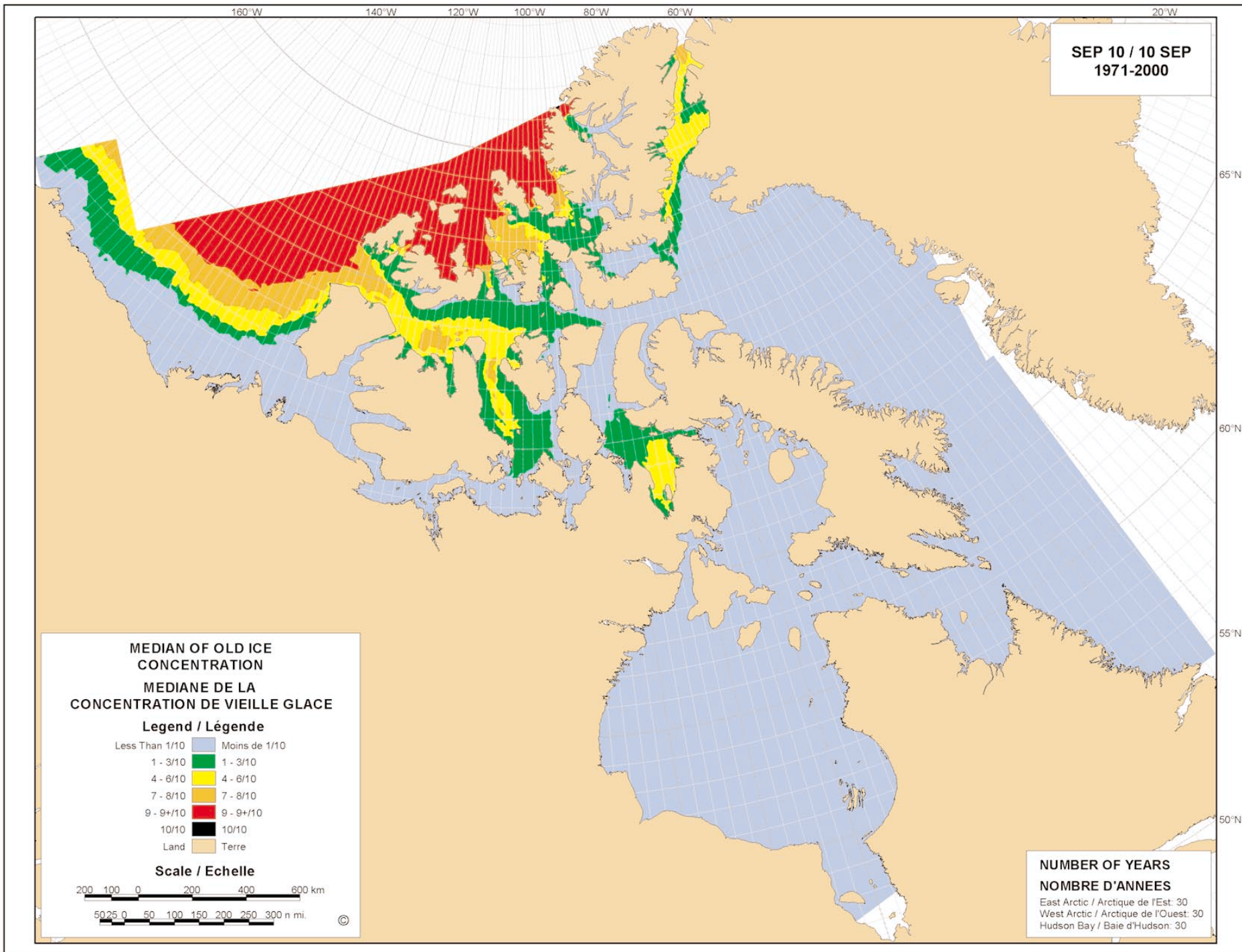


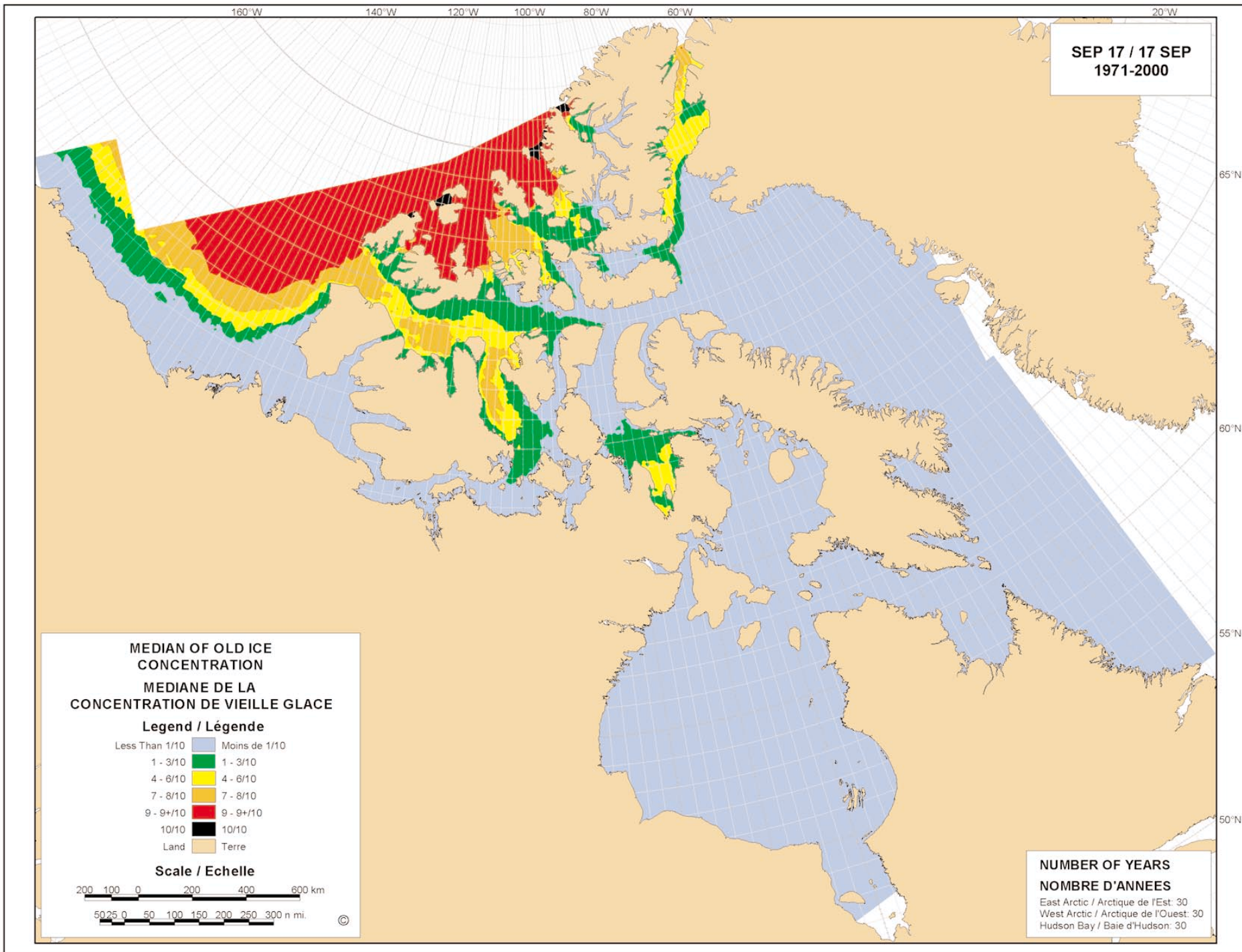


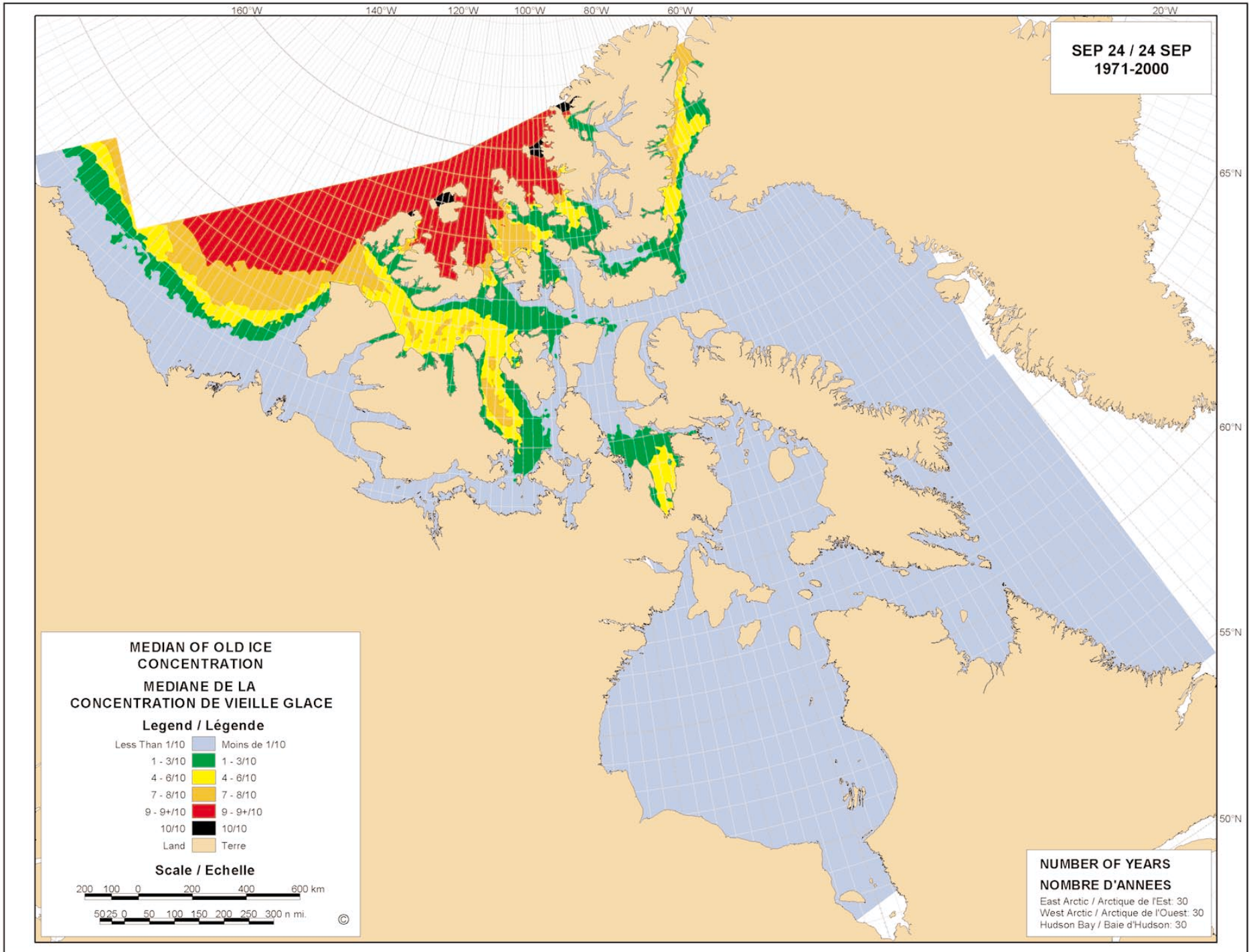


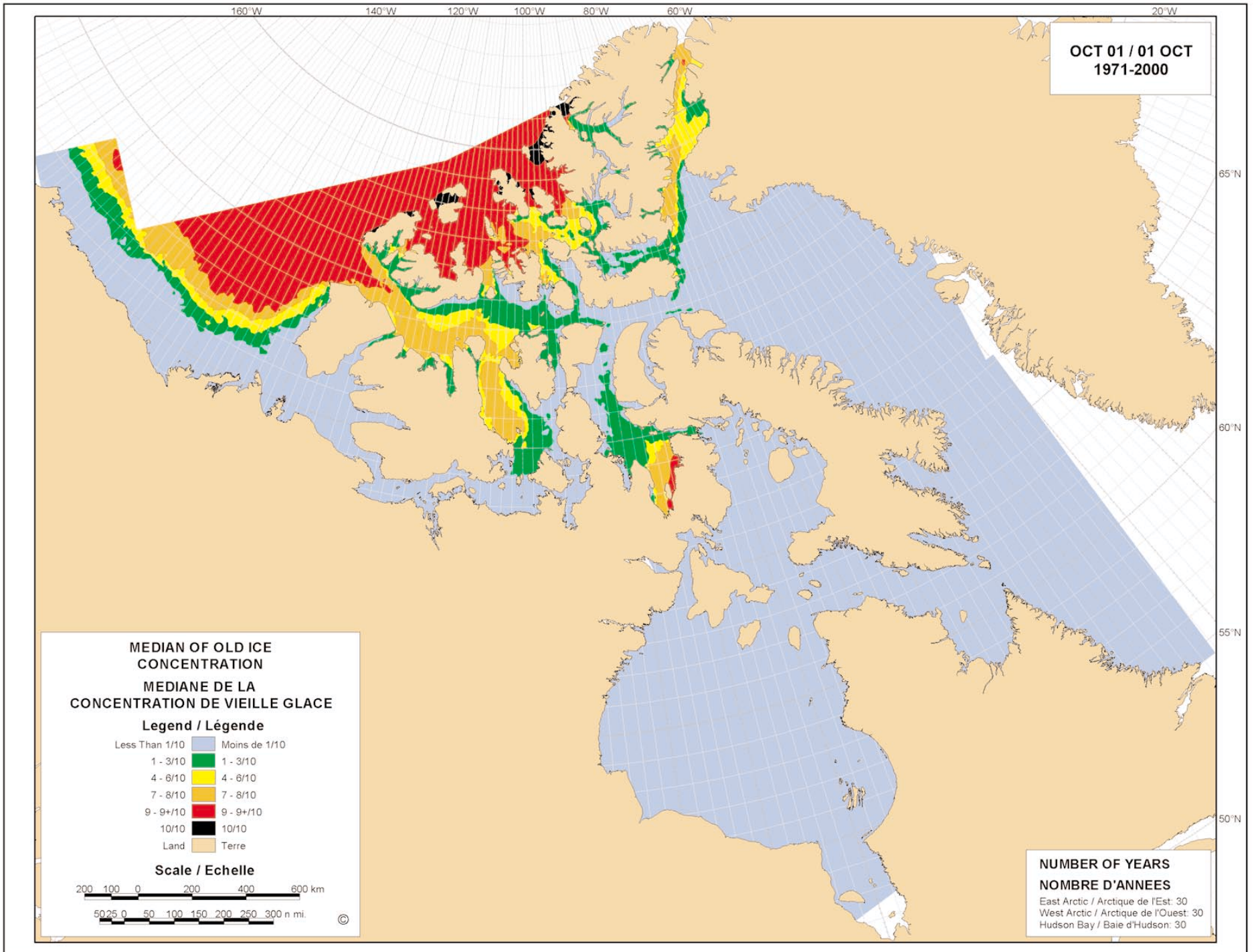


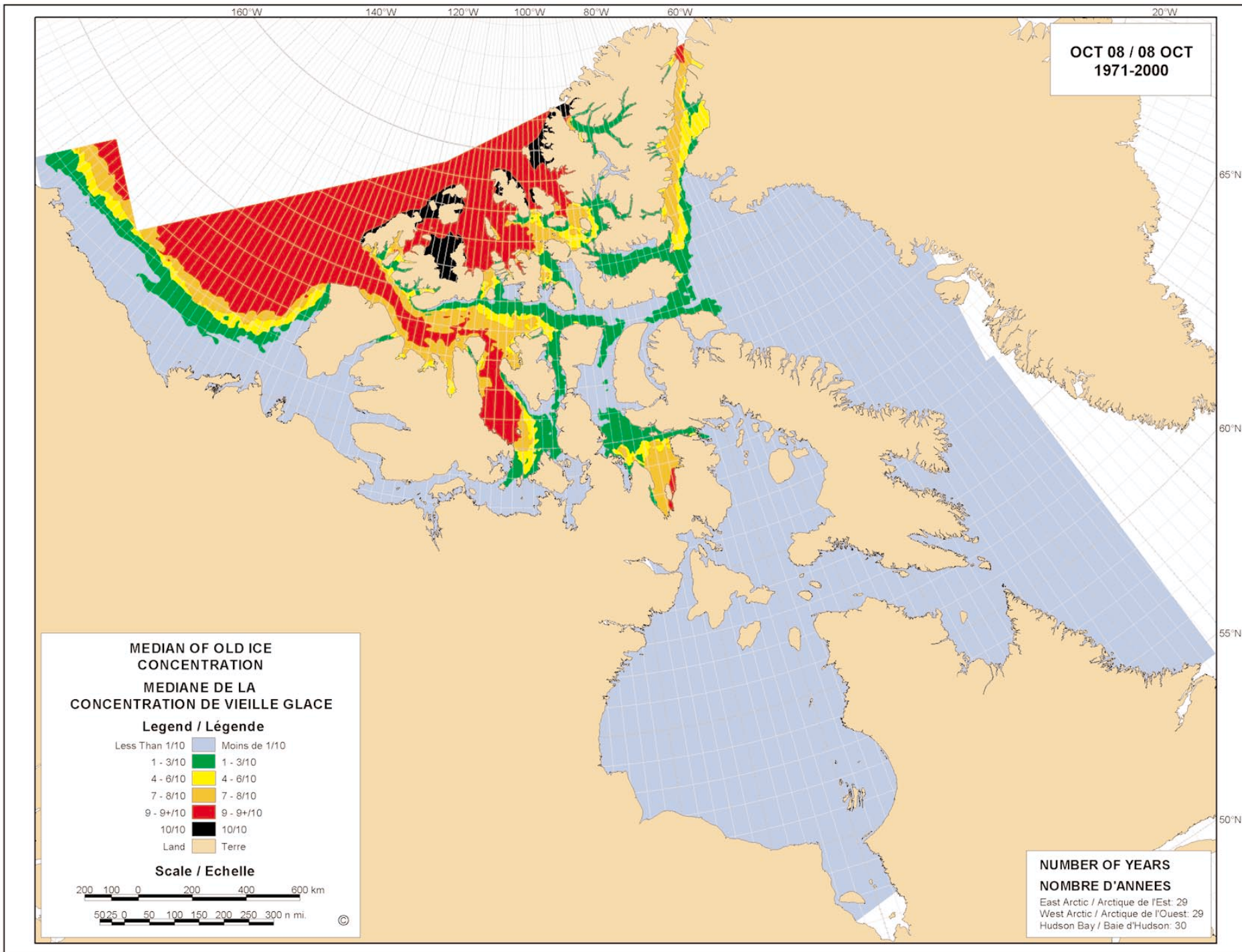


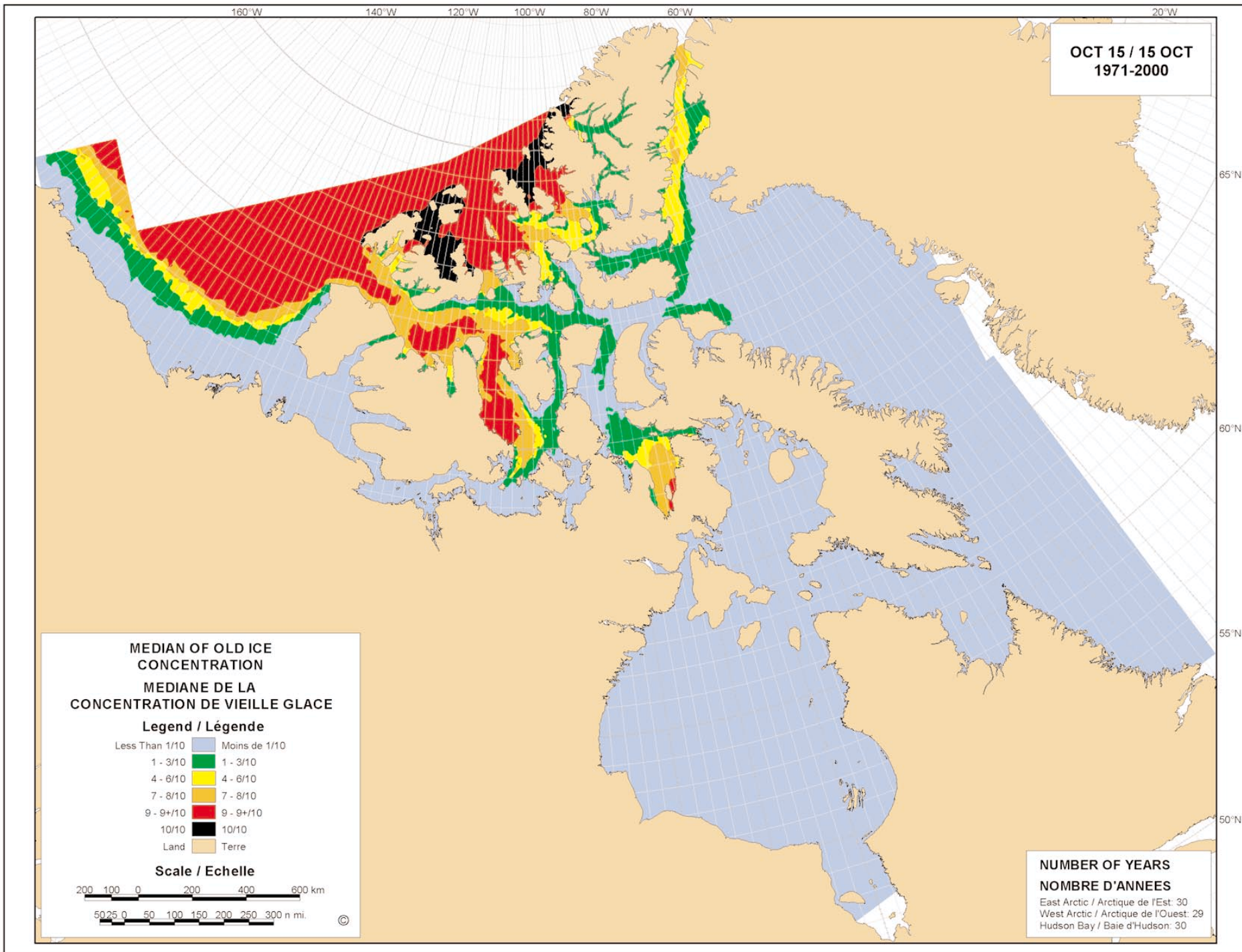


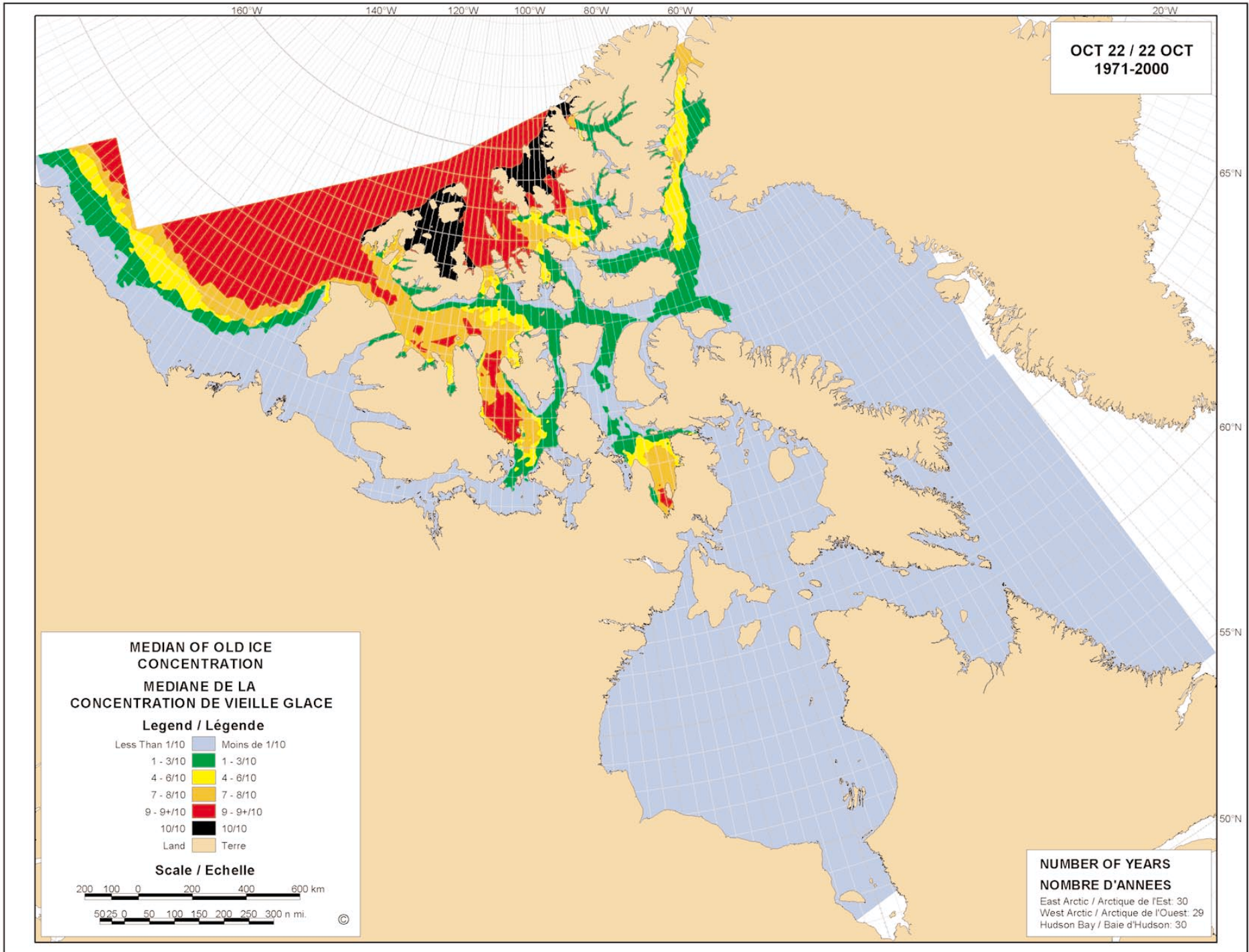


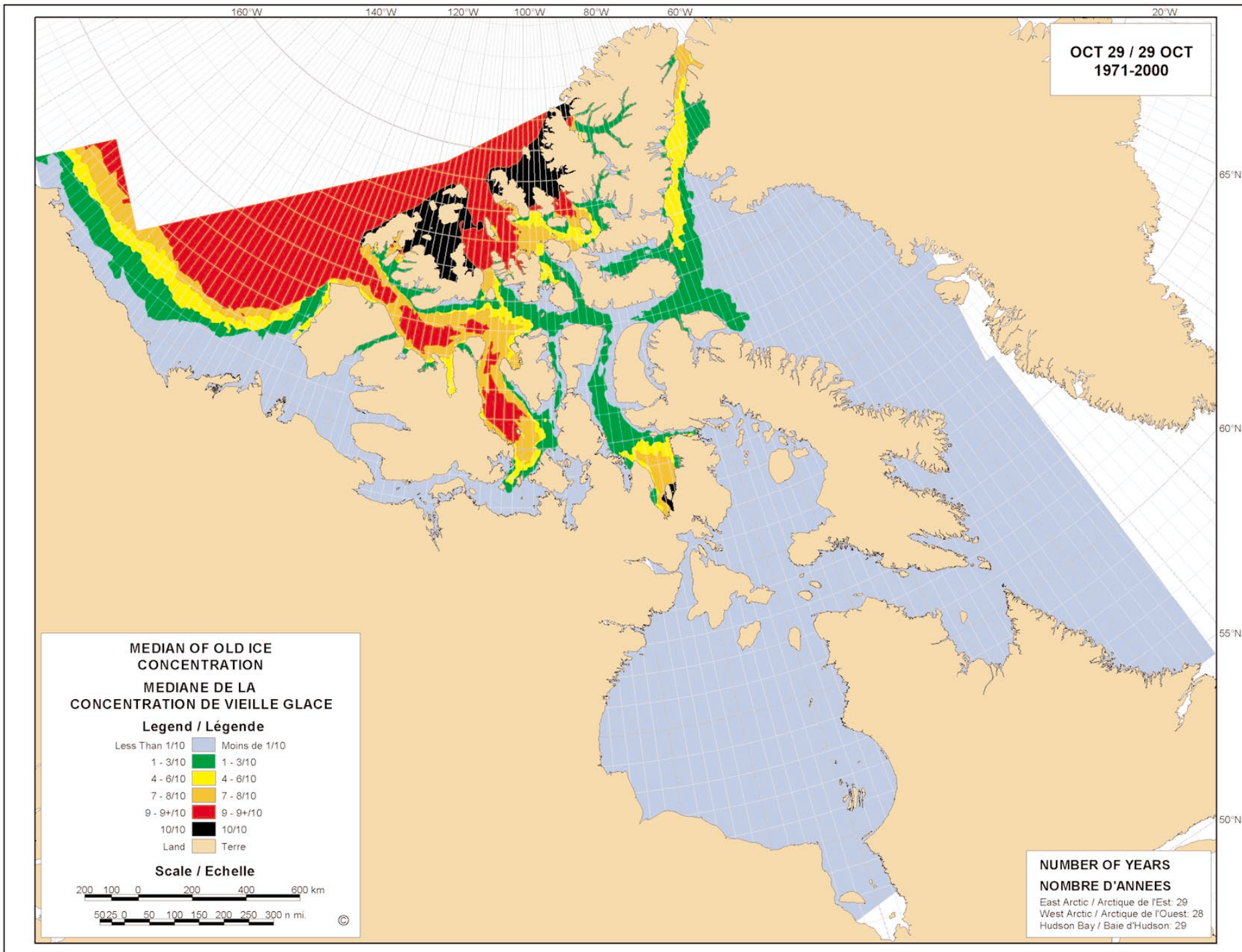


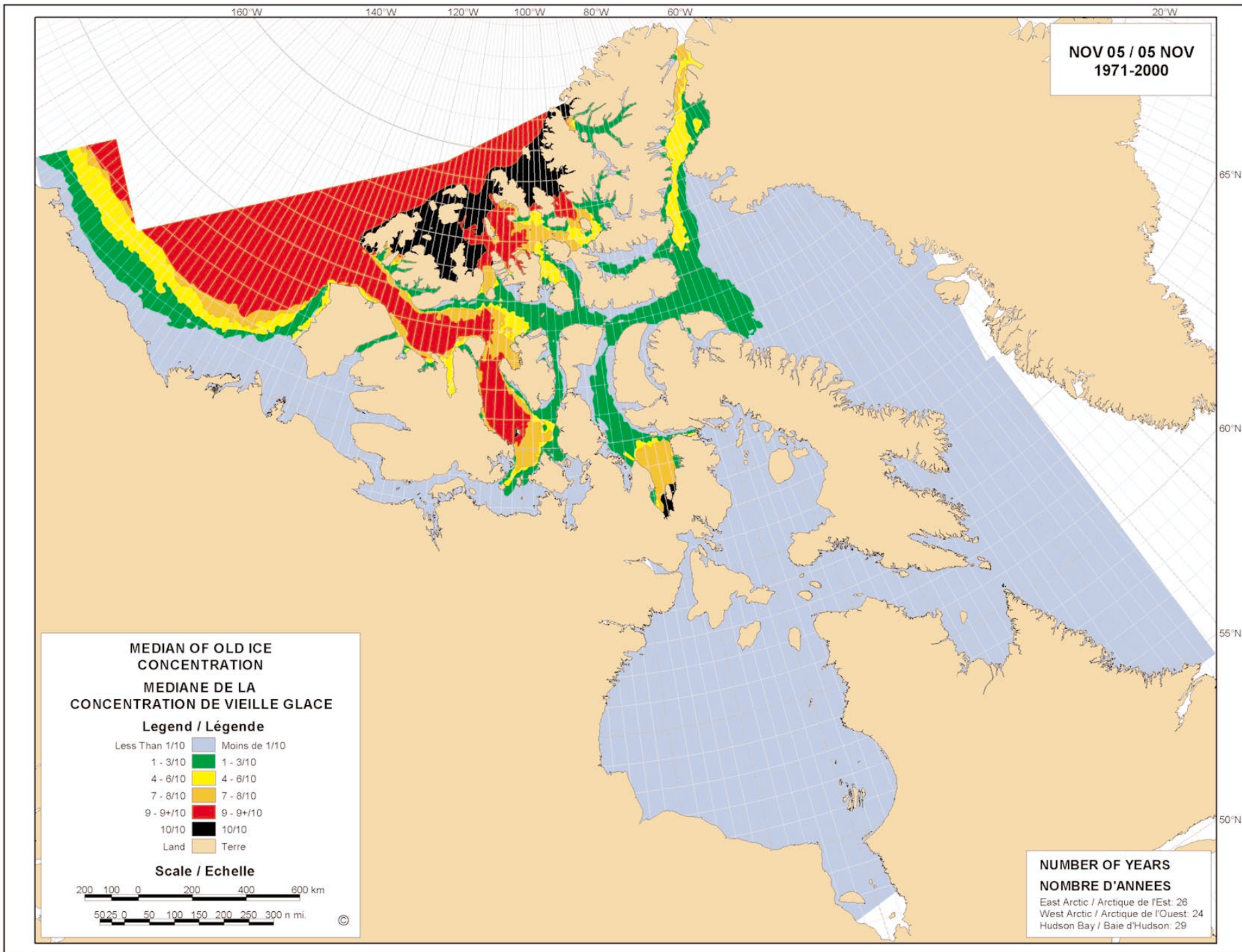


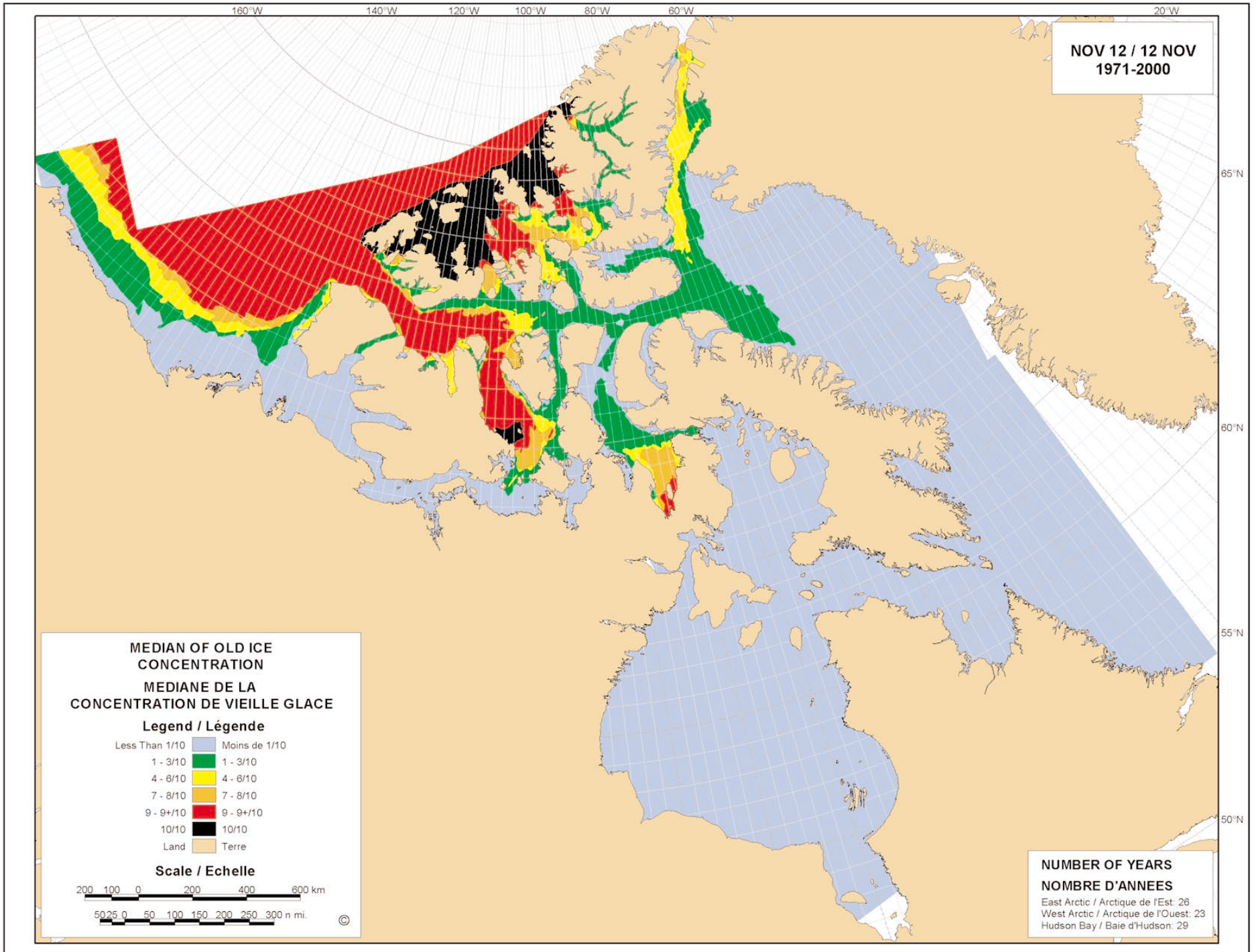


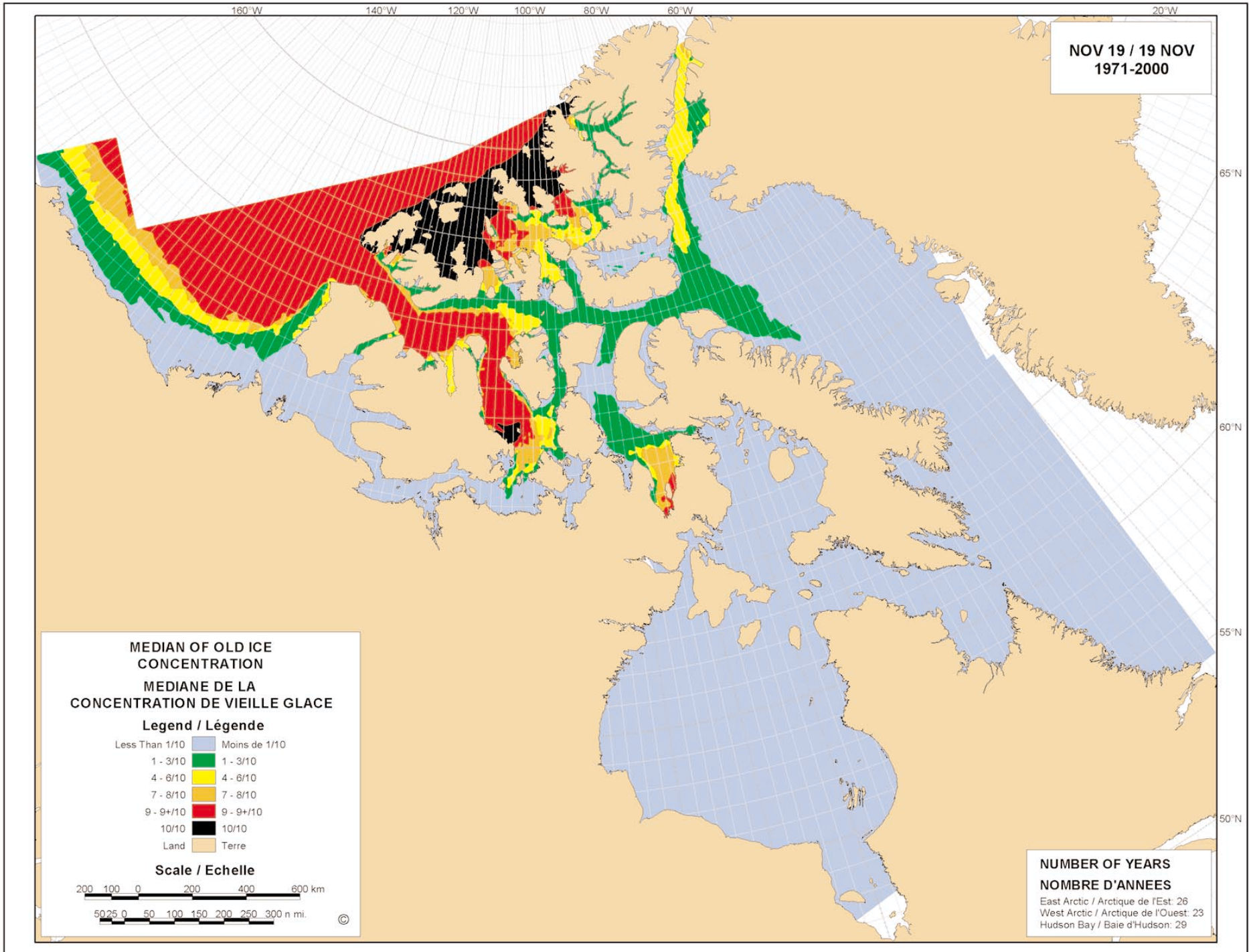


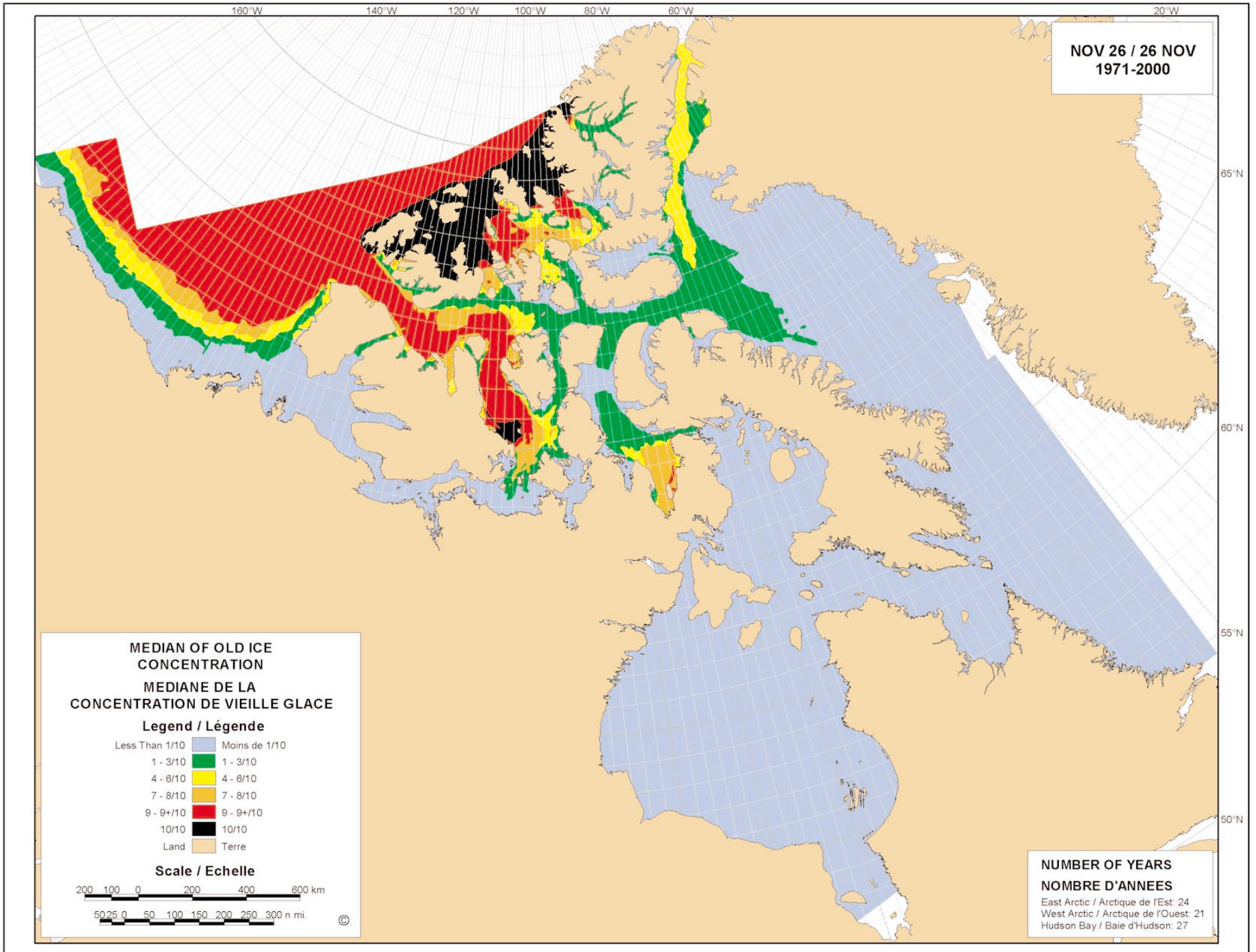


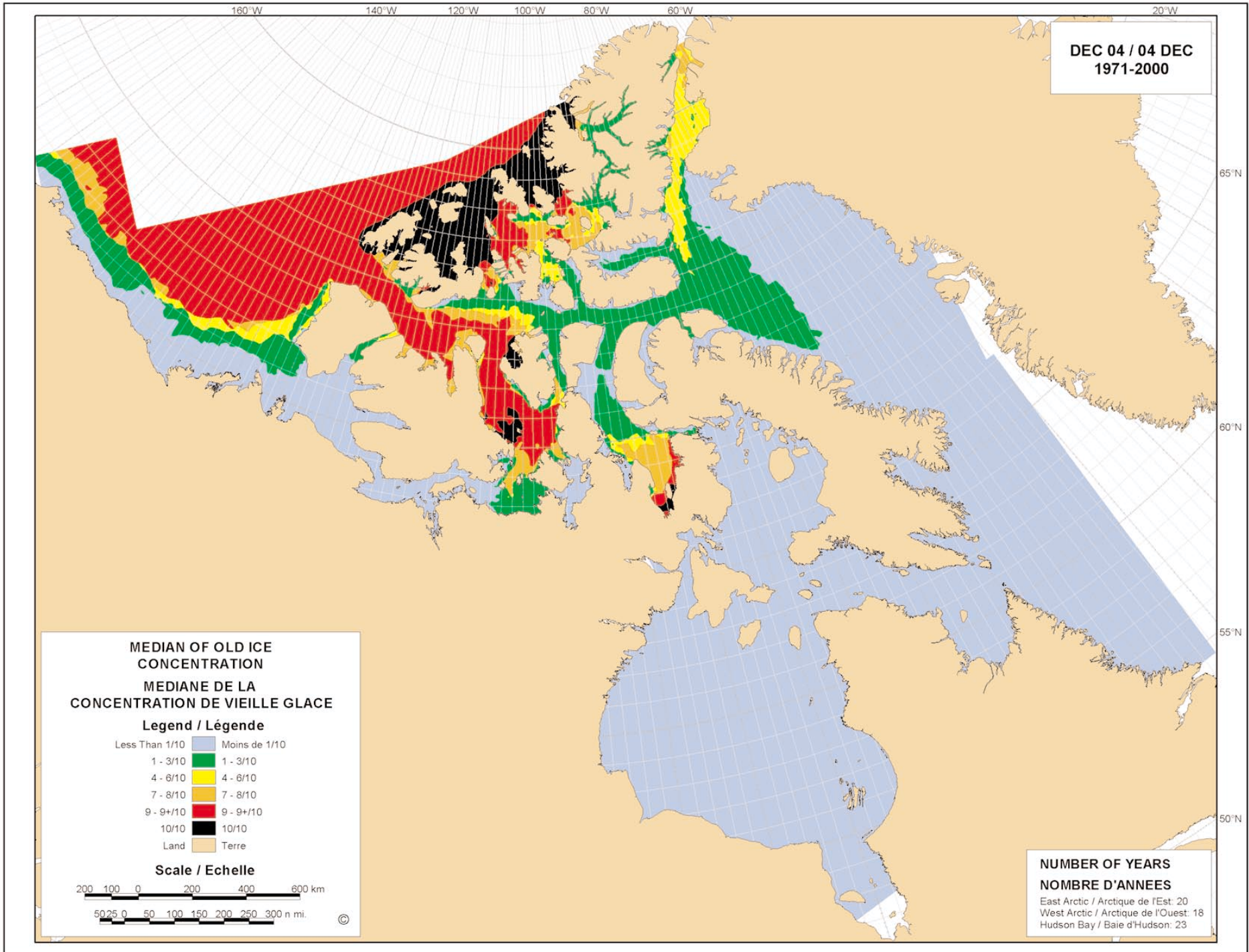






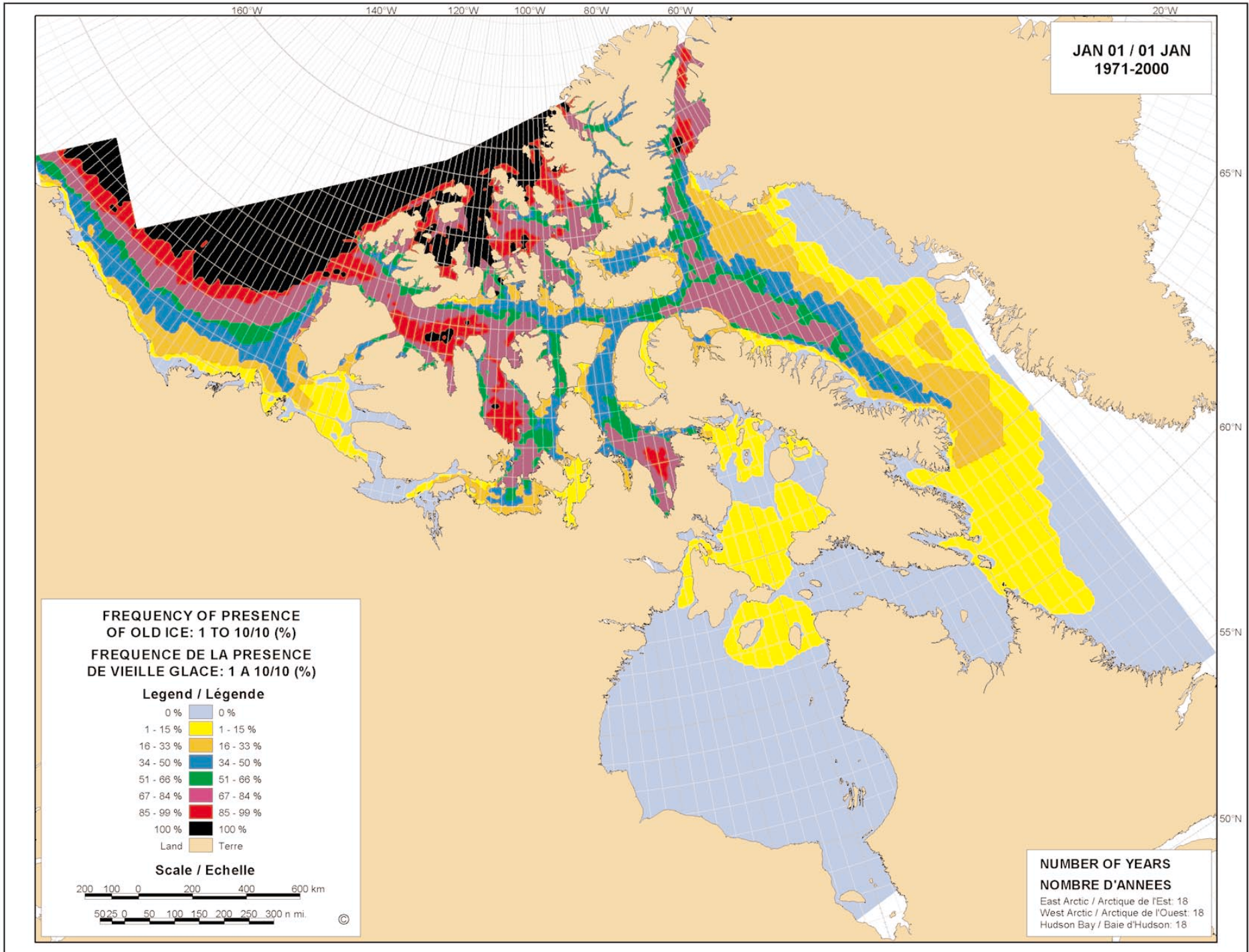


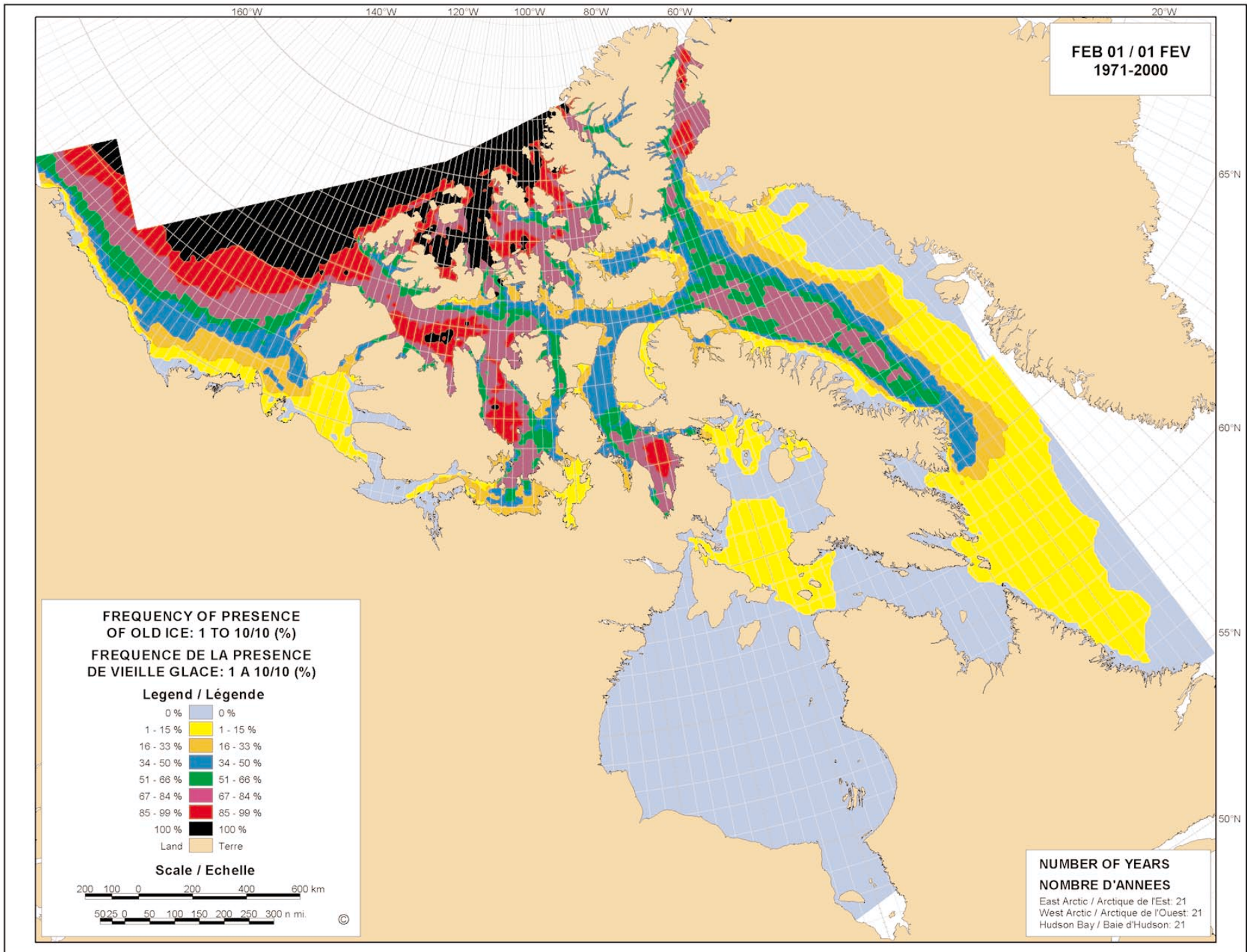


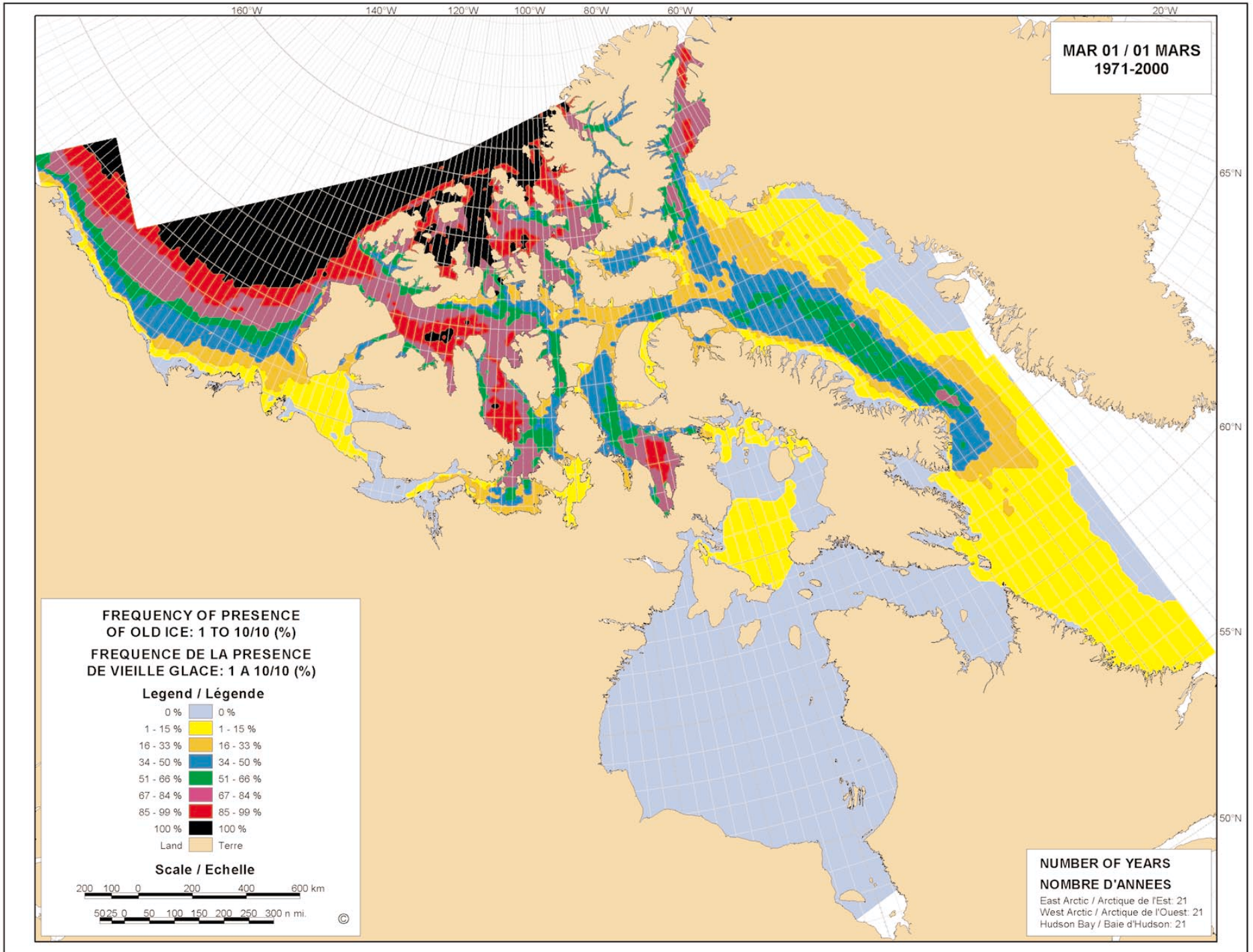


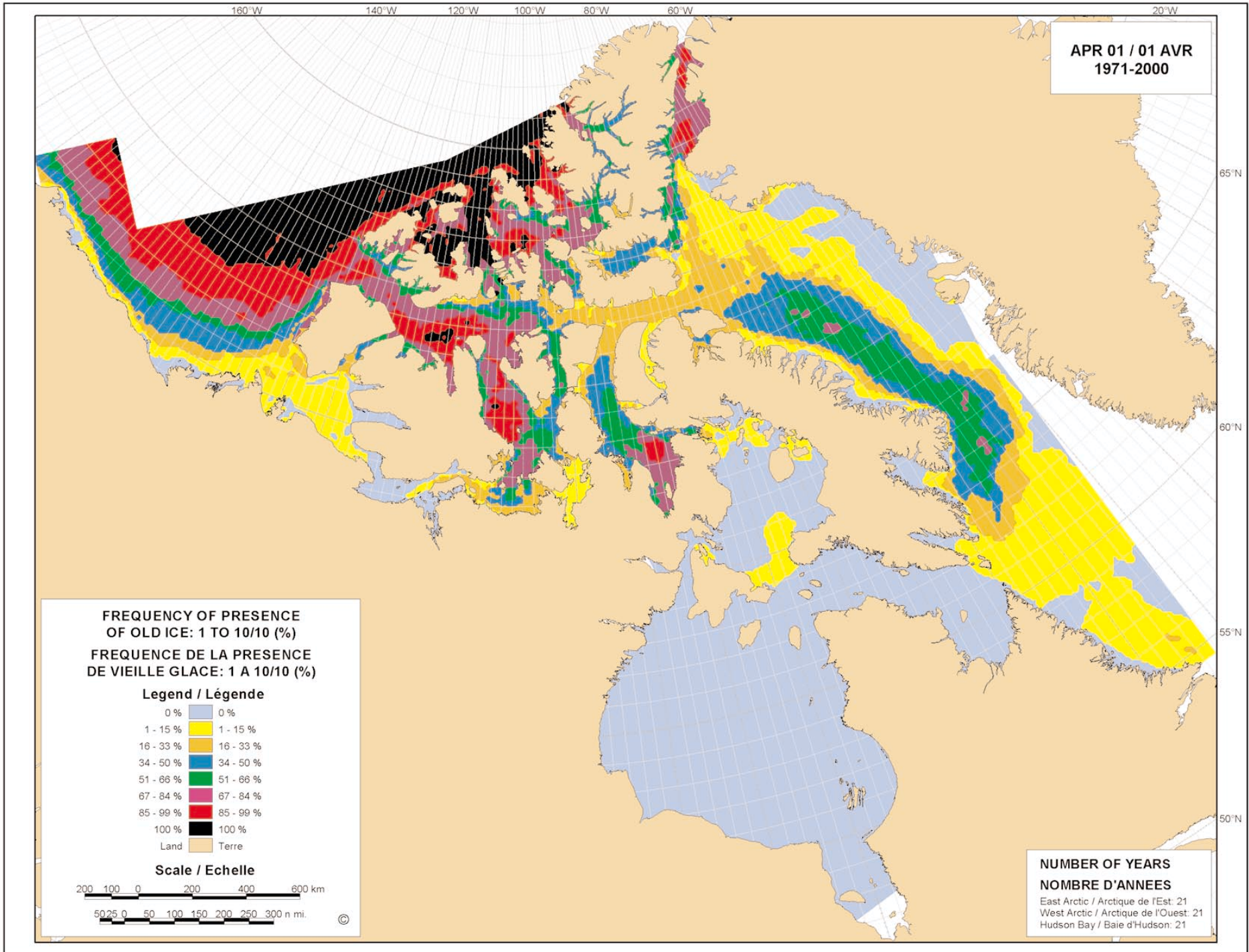
FREQUENCY OF PRESENCE OF OLD ICE: 1 TO 10/10 (%)

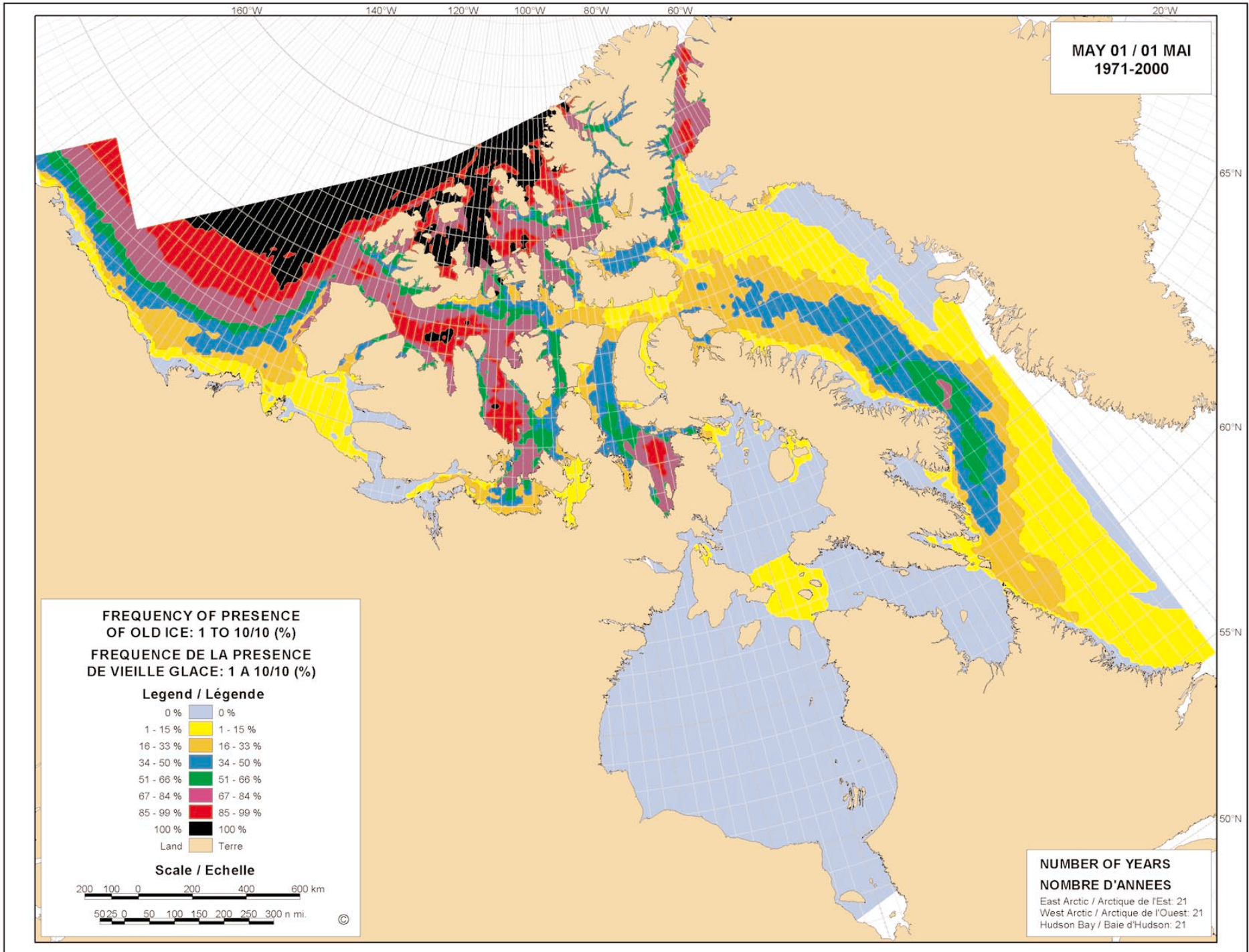
FRÉQUENCE DE LA PRÉSENCE DE VIEILLE GLACE: 1 À 10/10 (%)

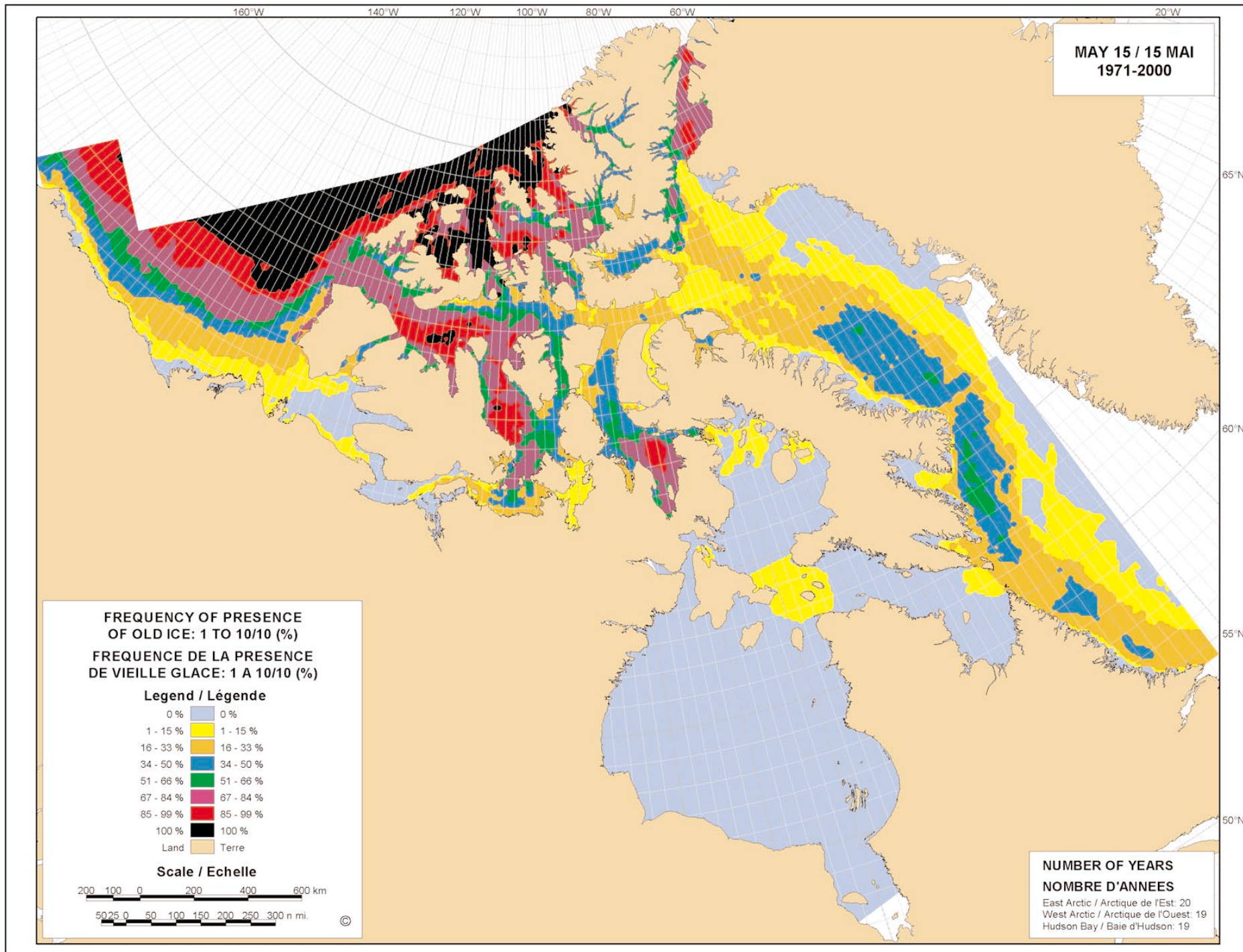


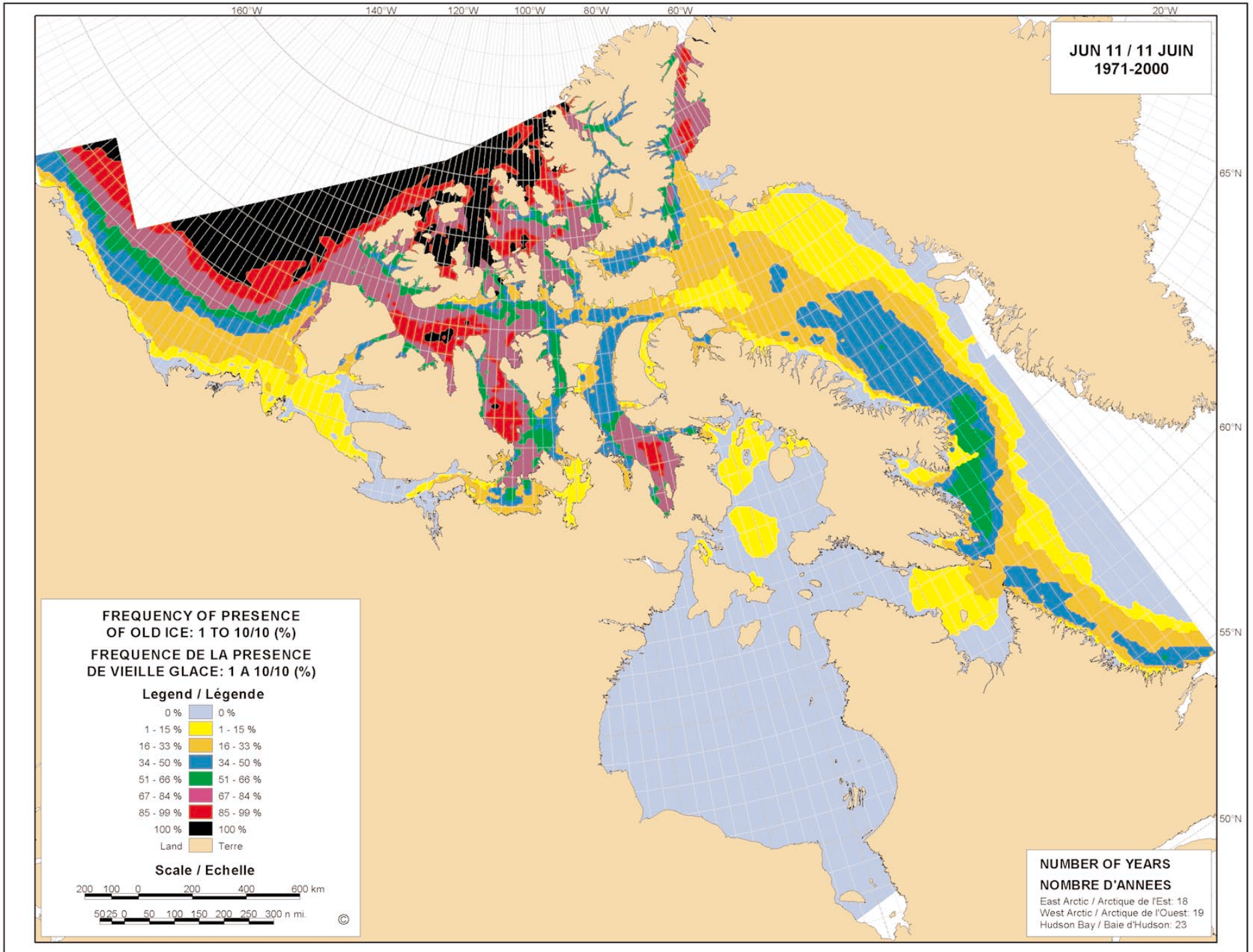


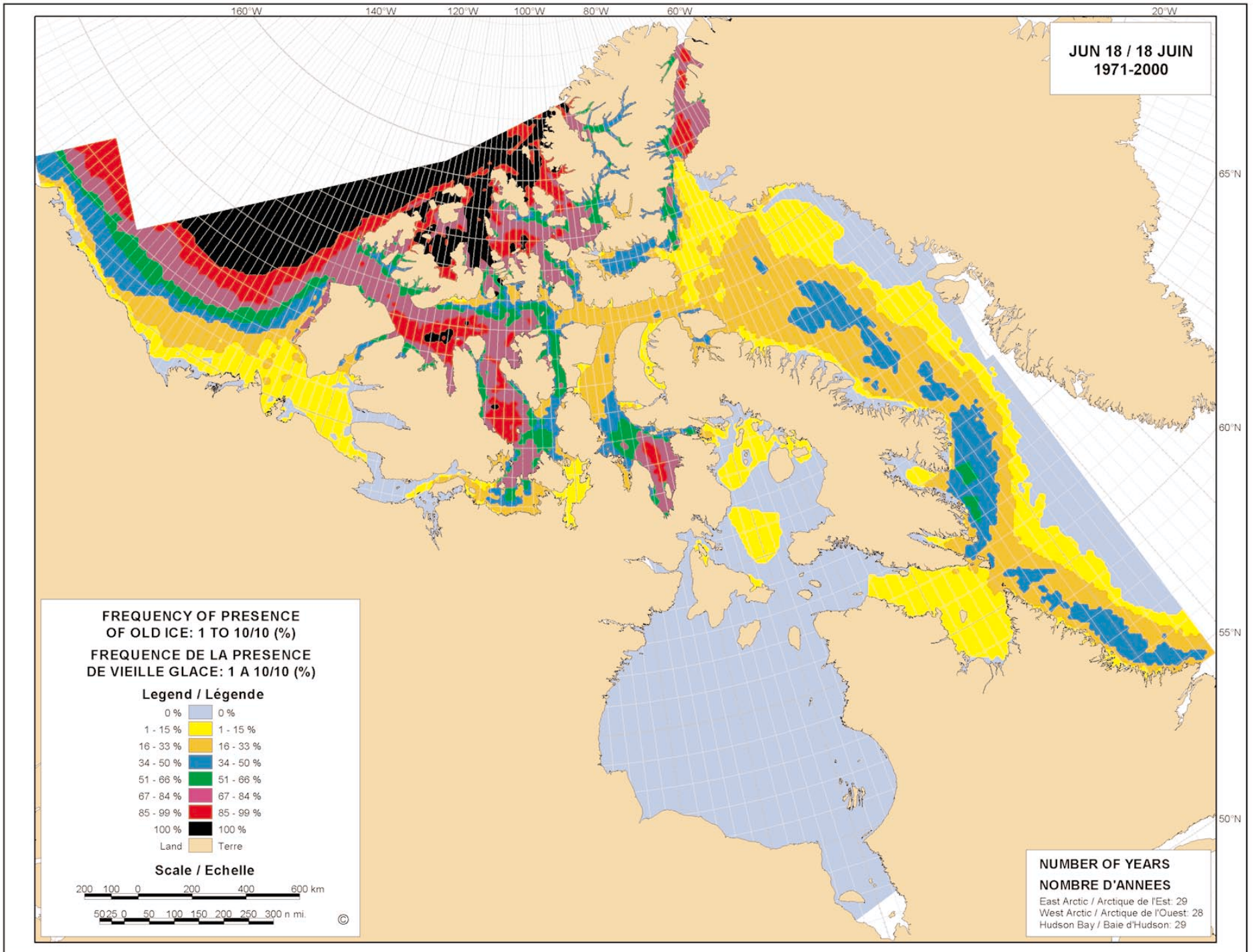


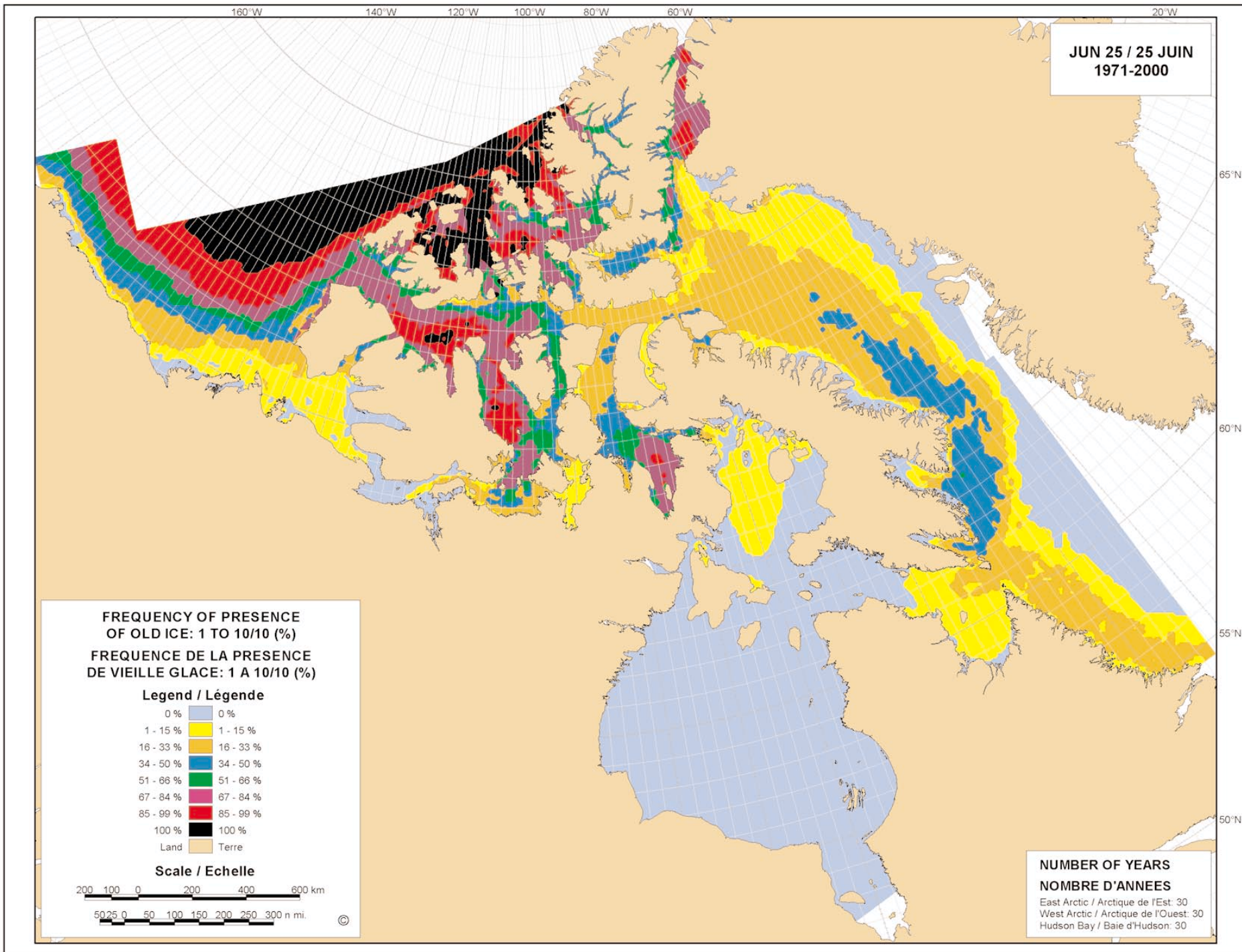


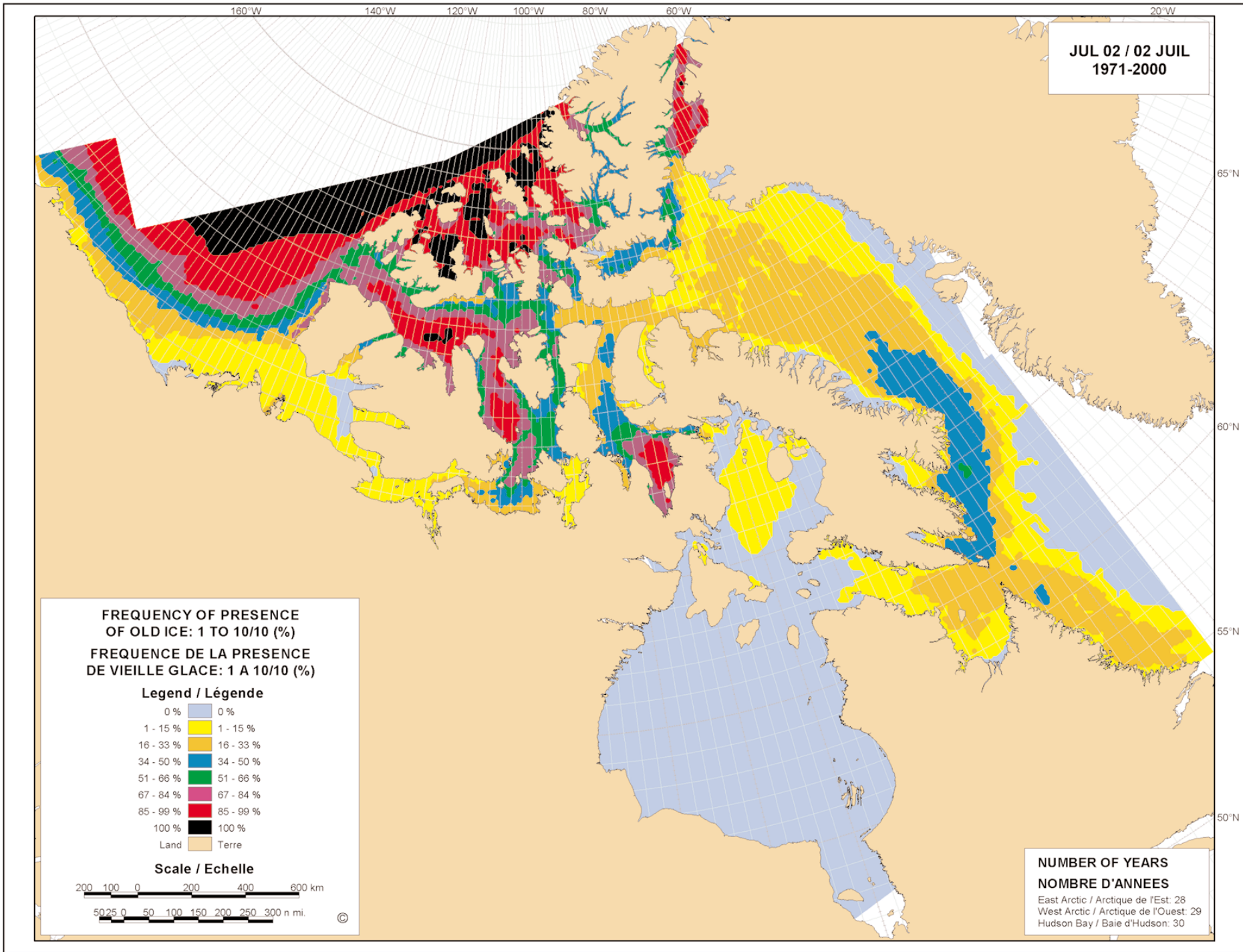


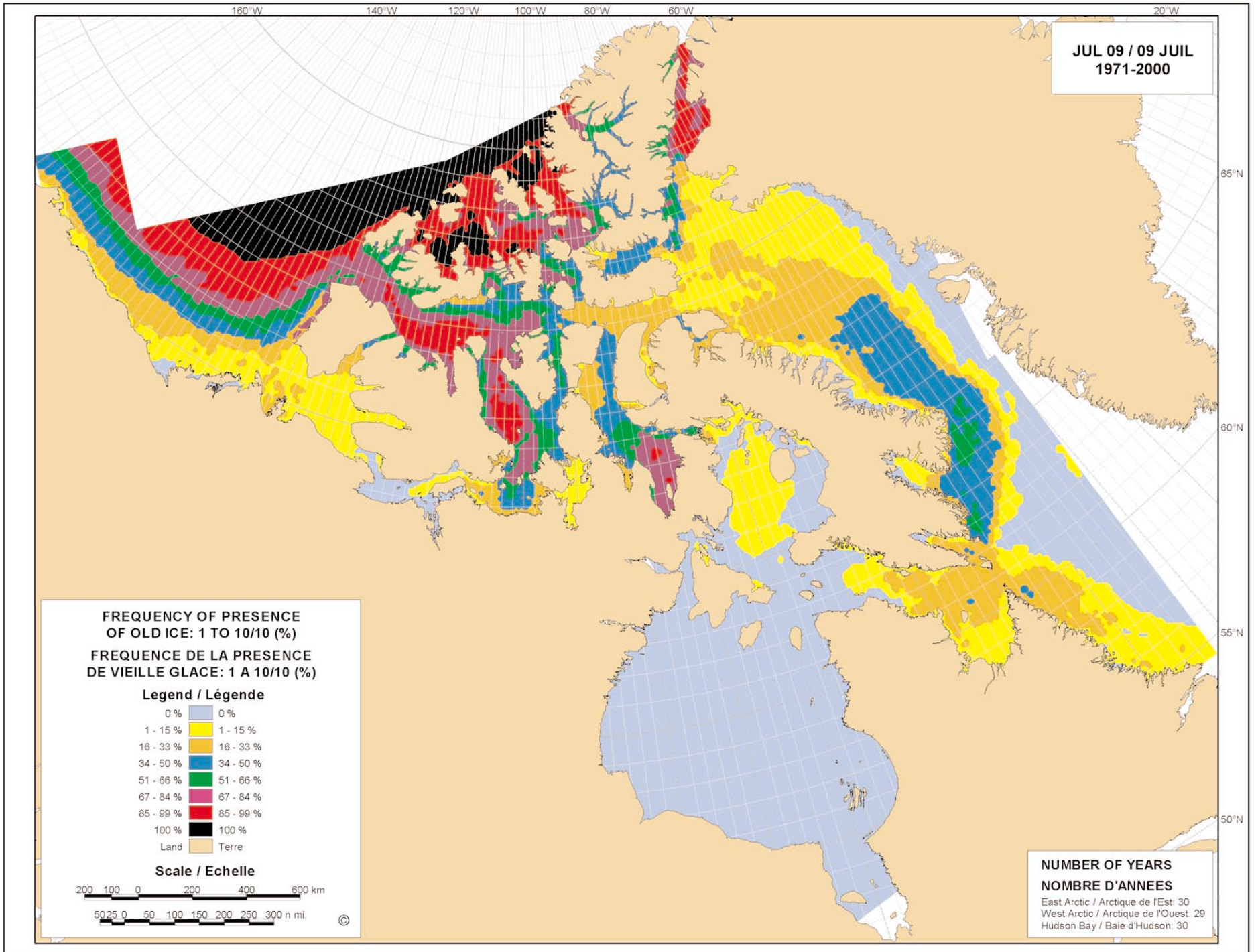


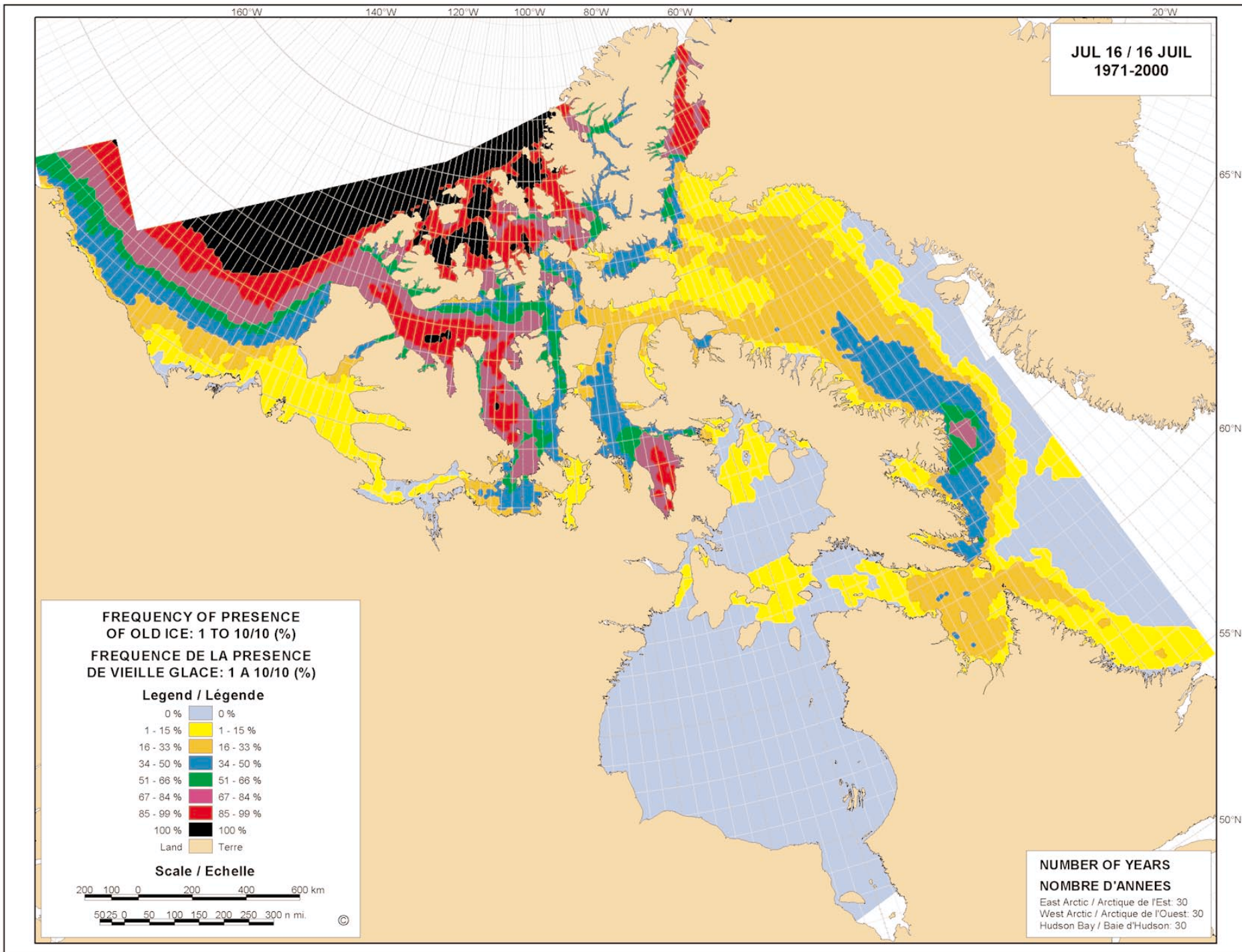


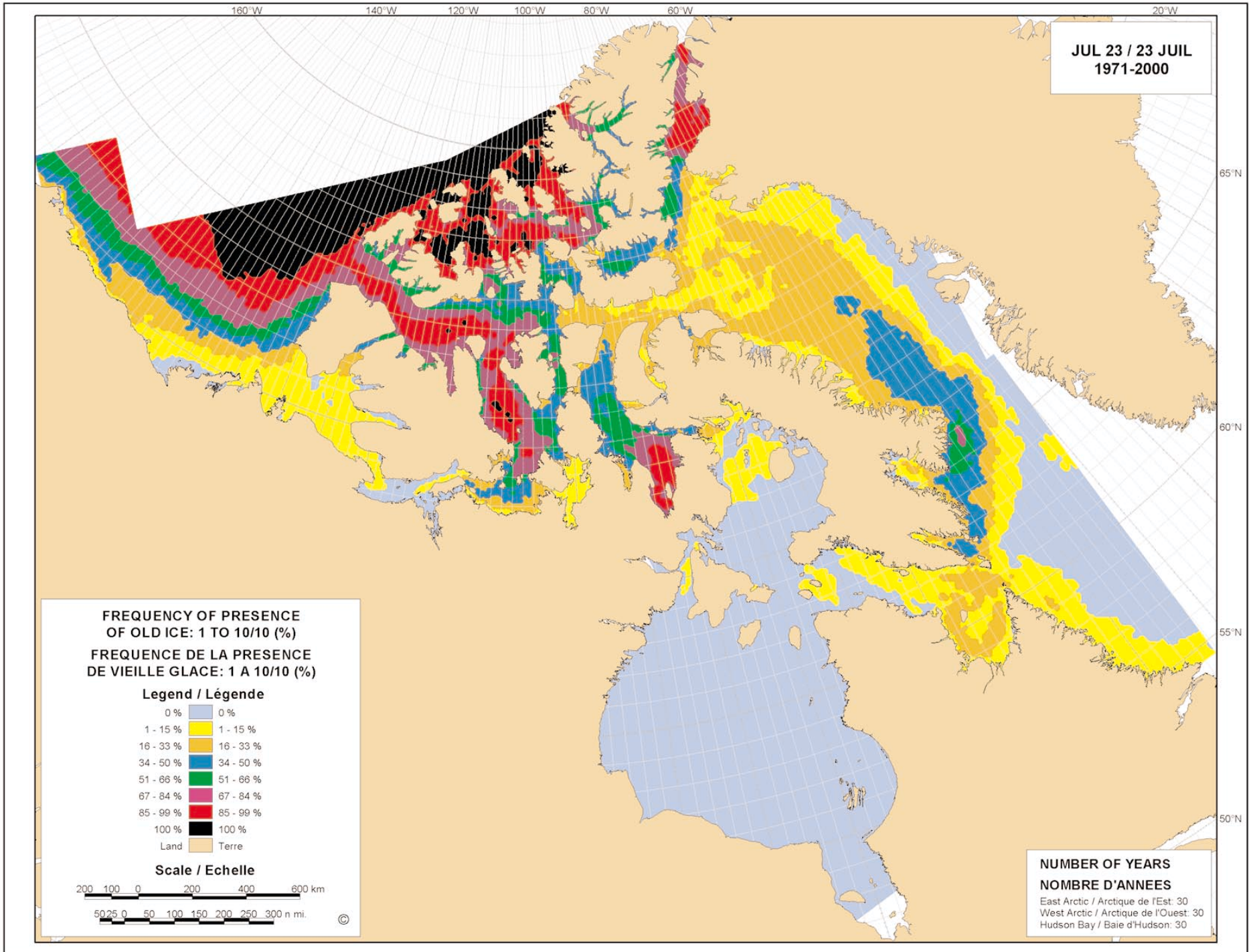


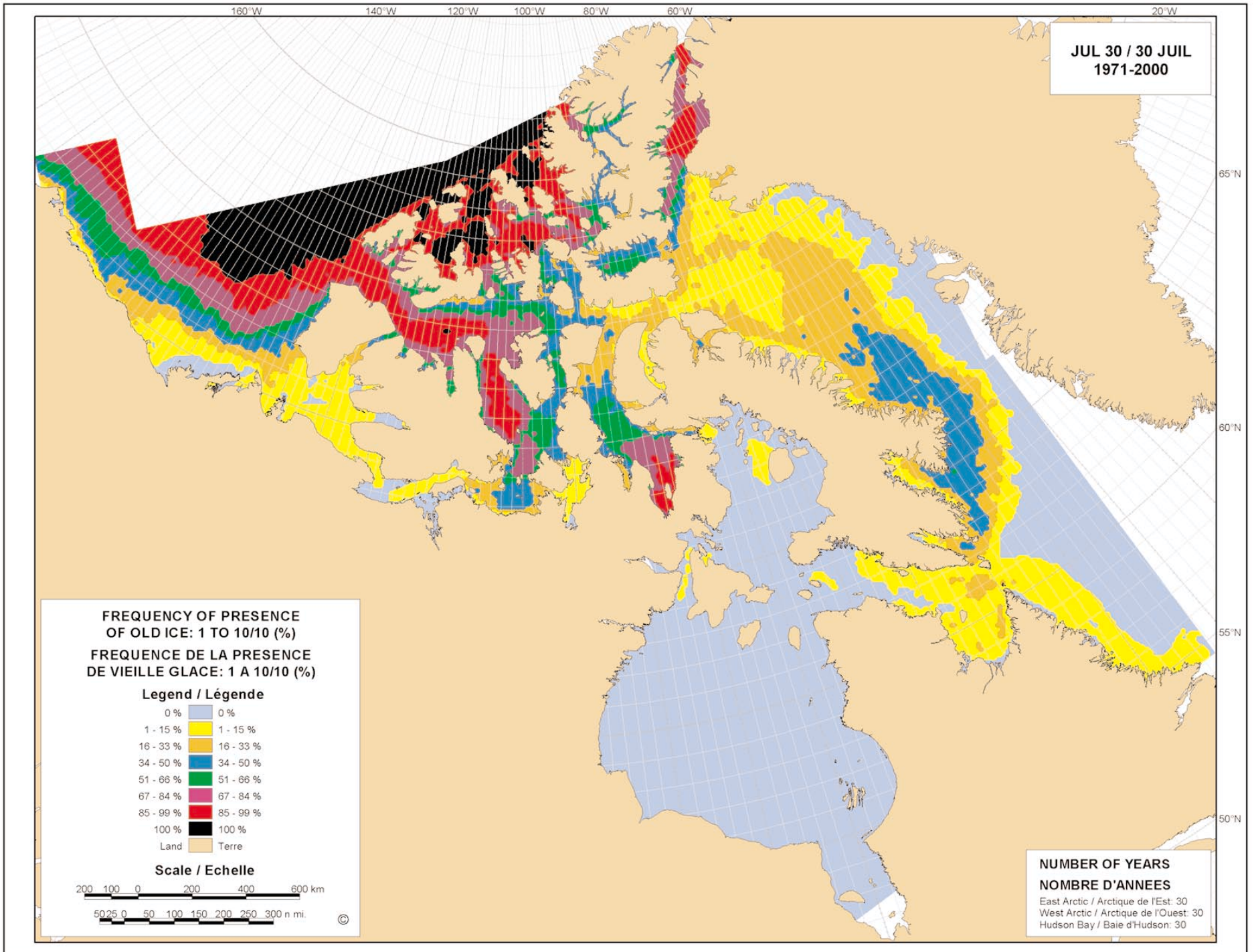


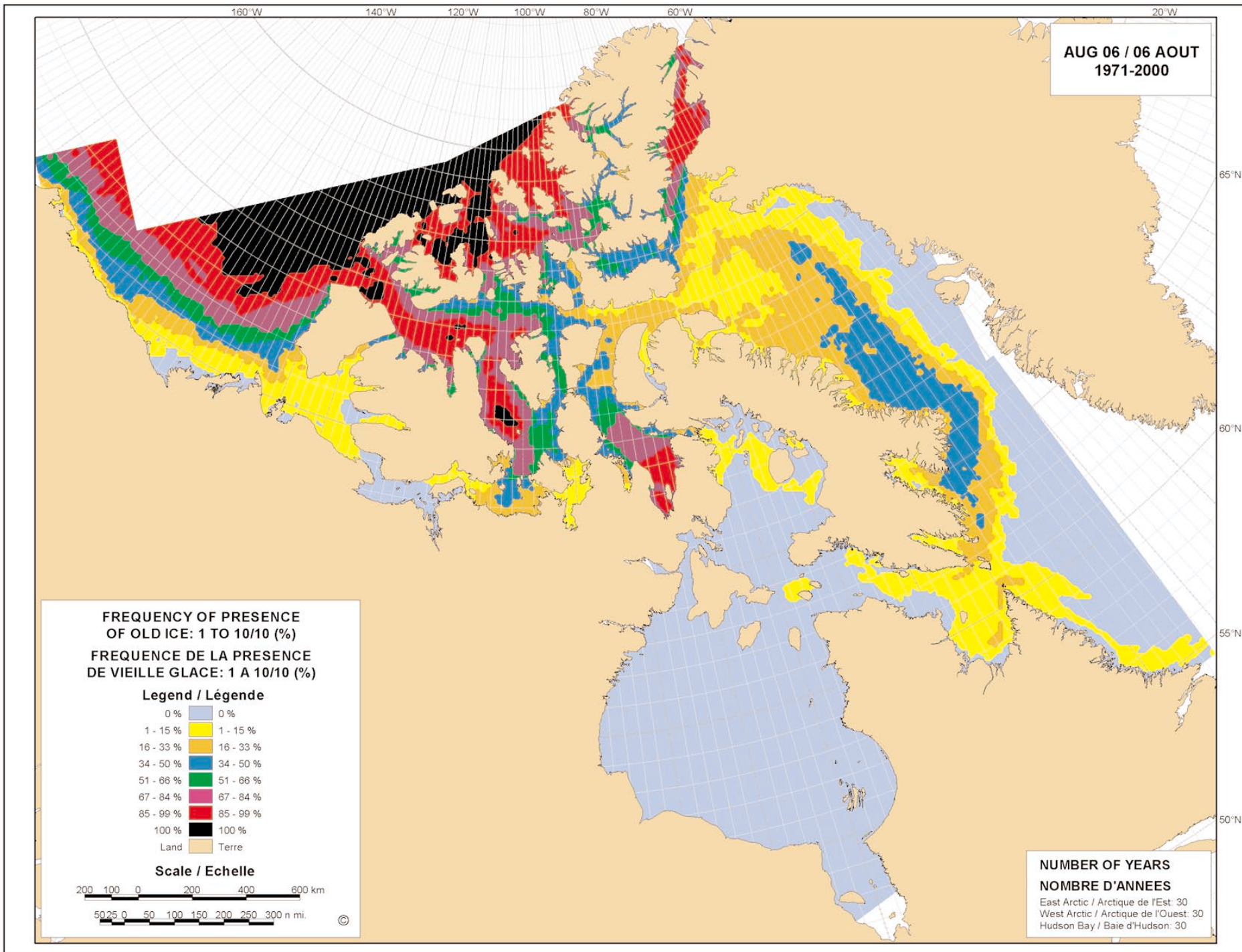


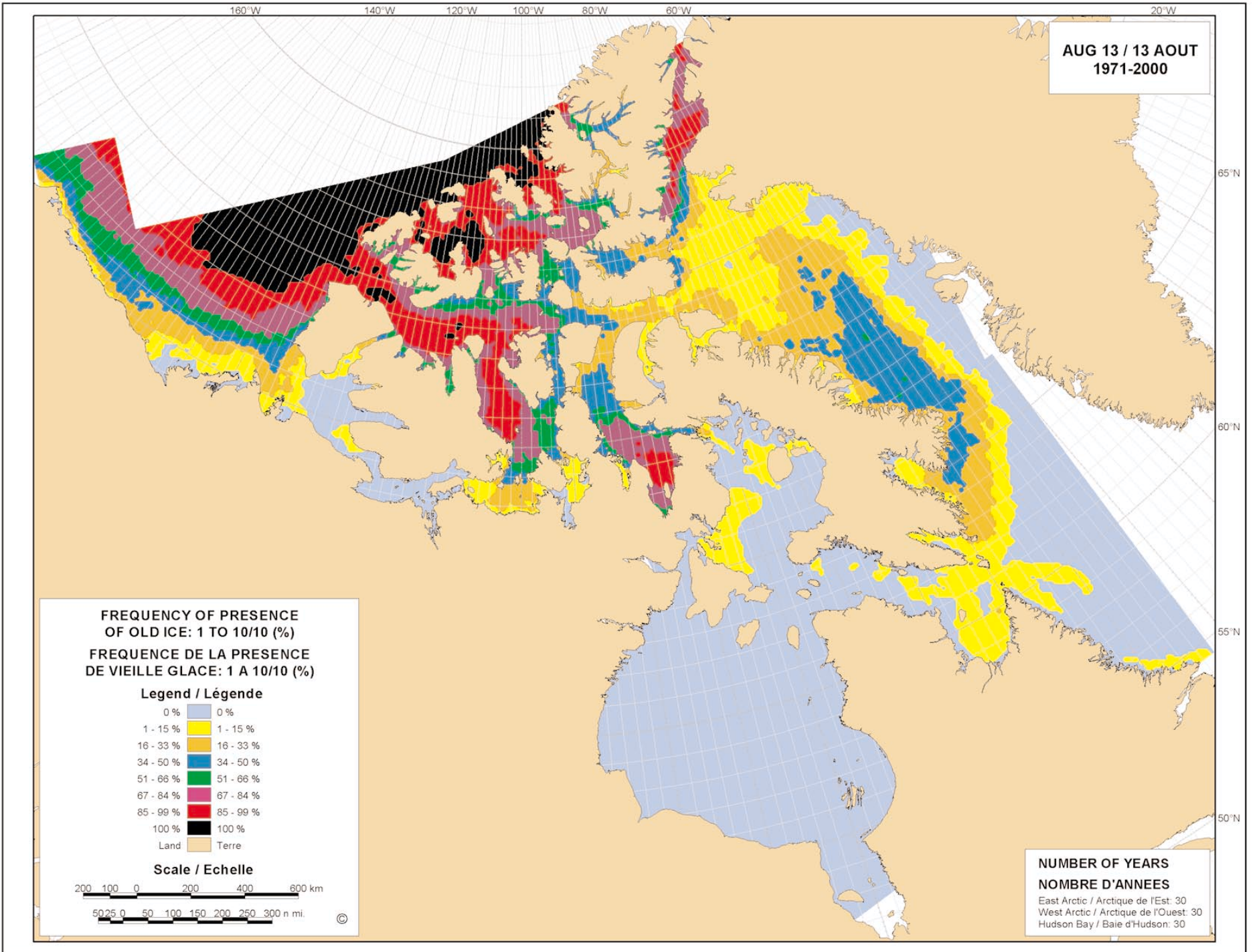


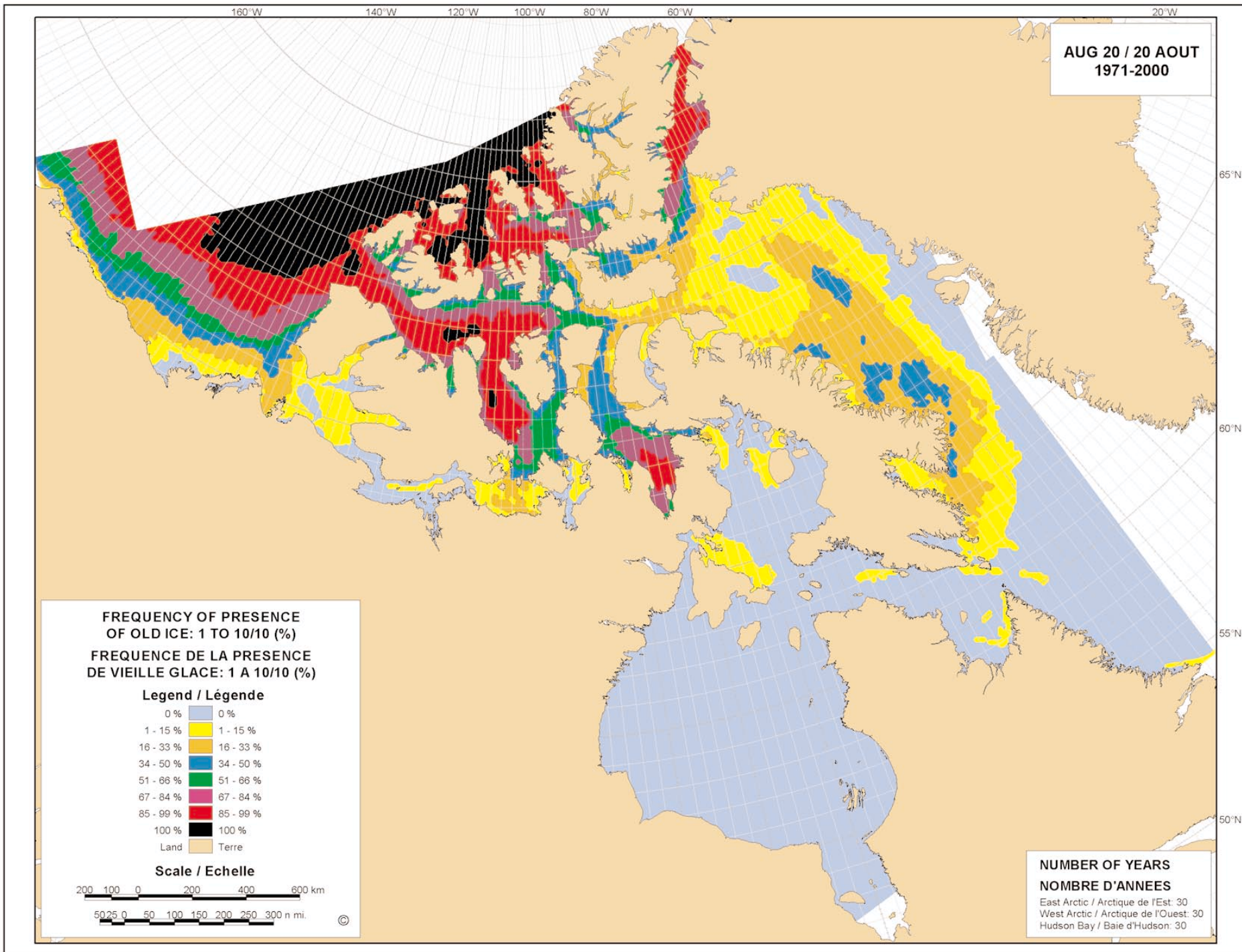


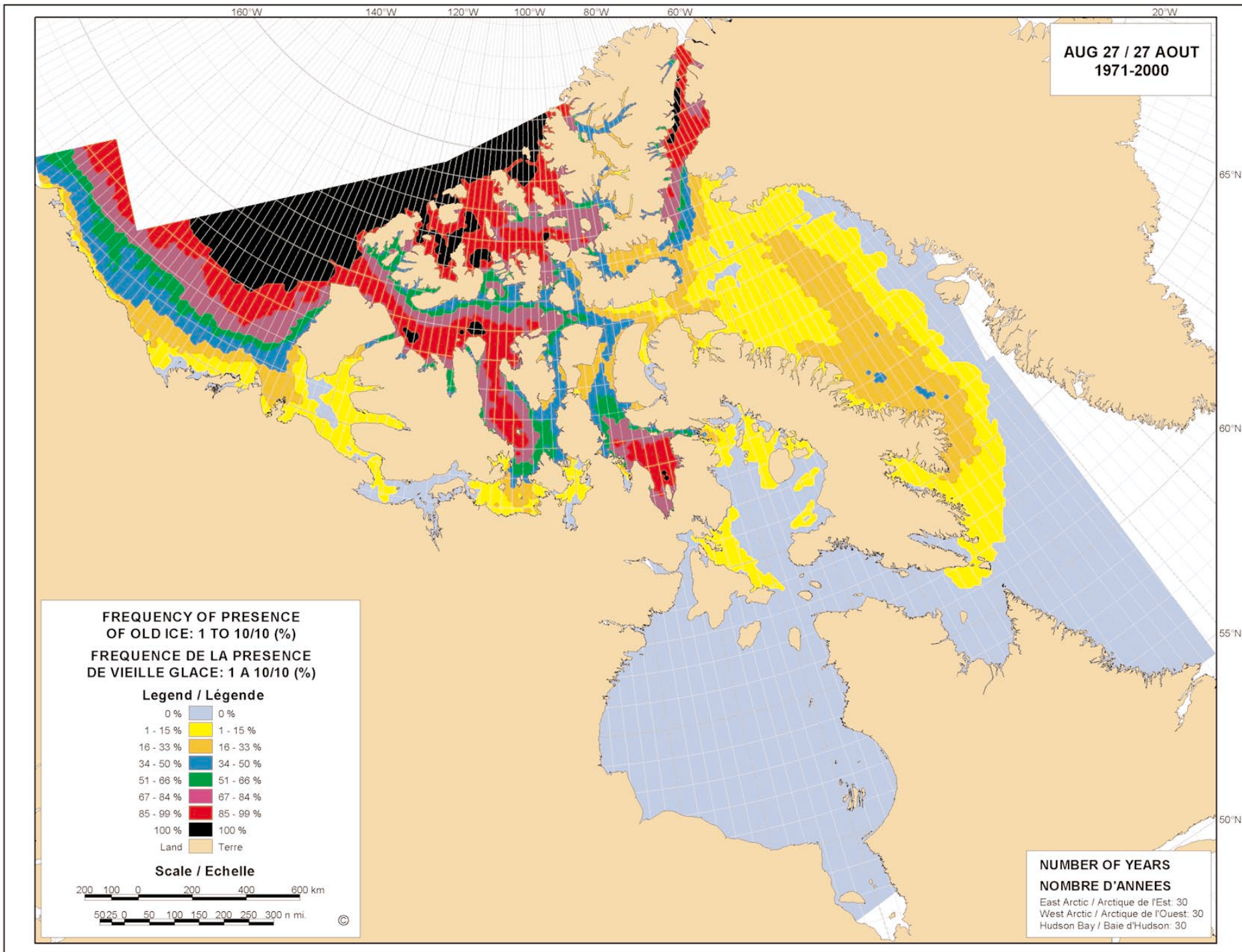


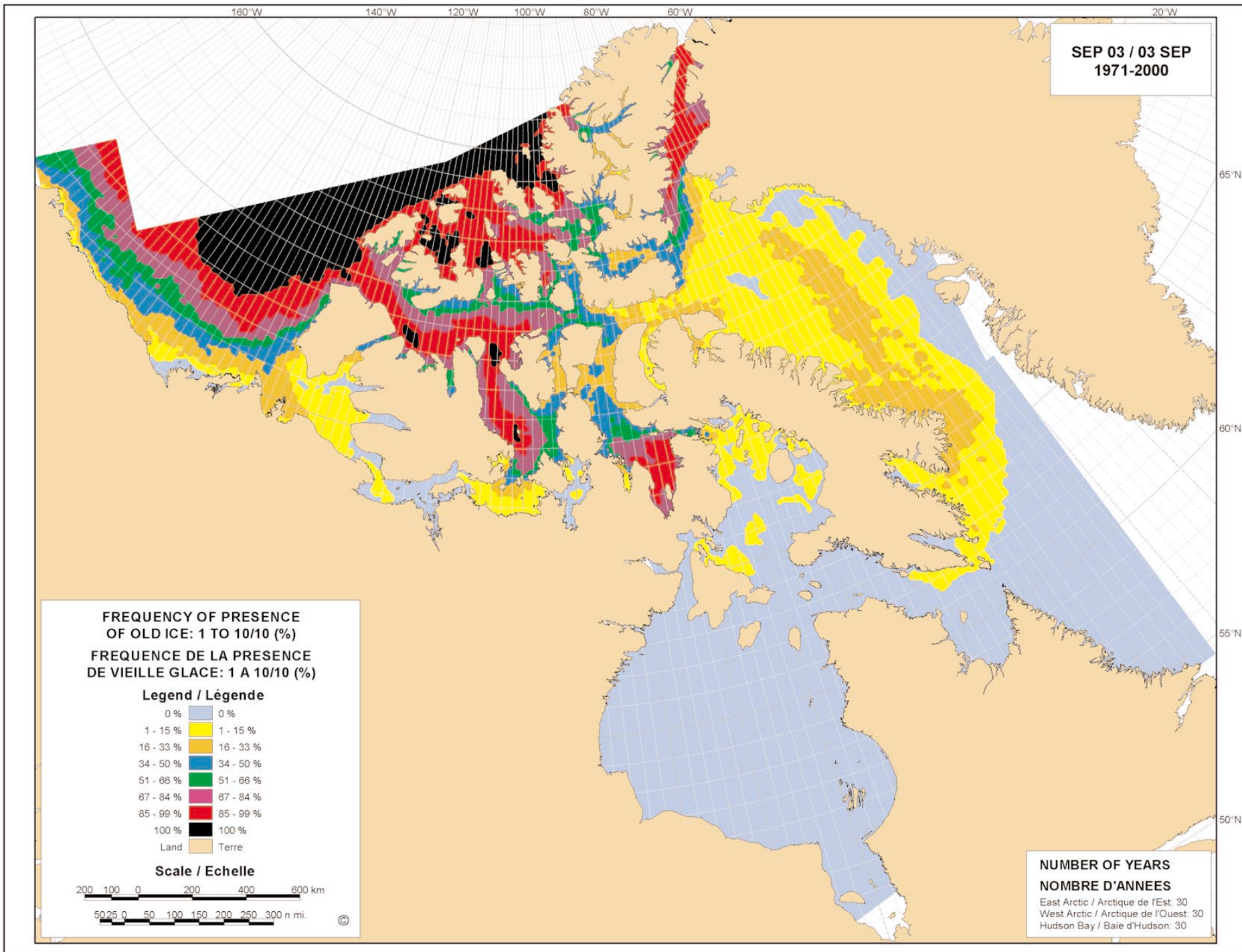


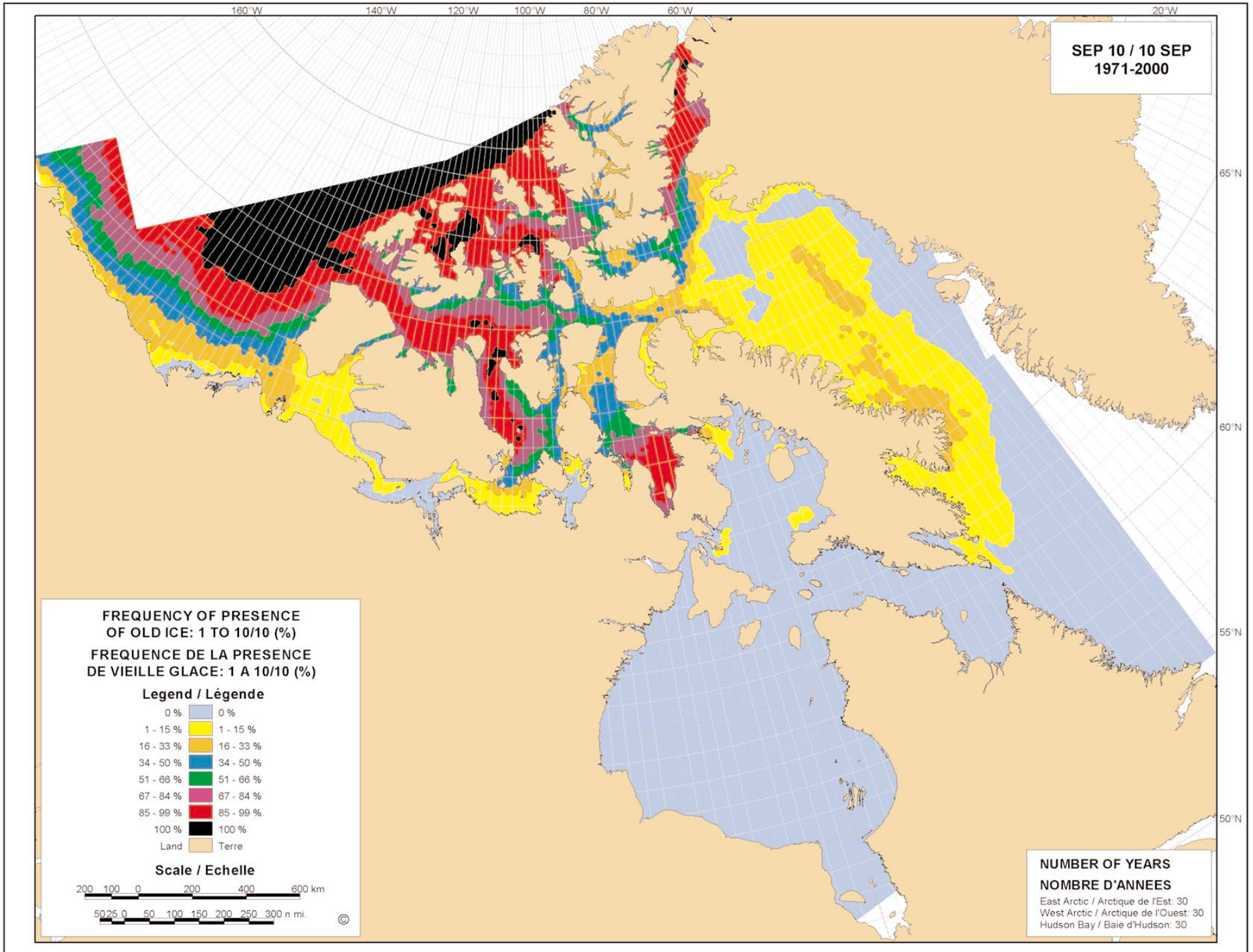


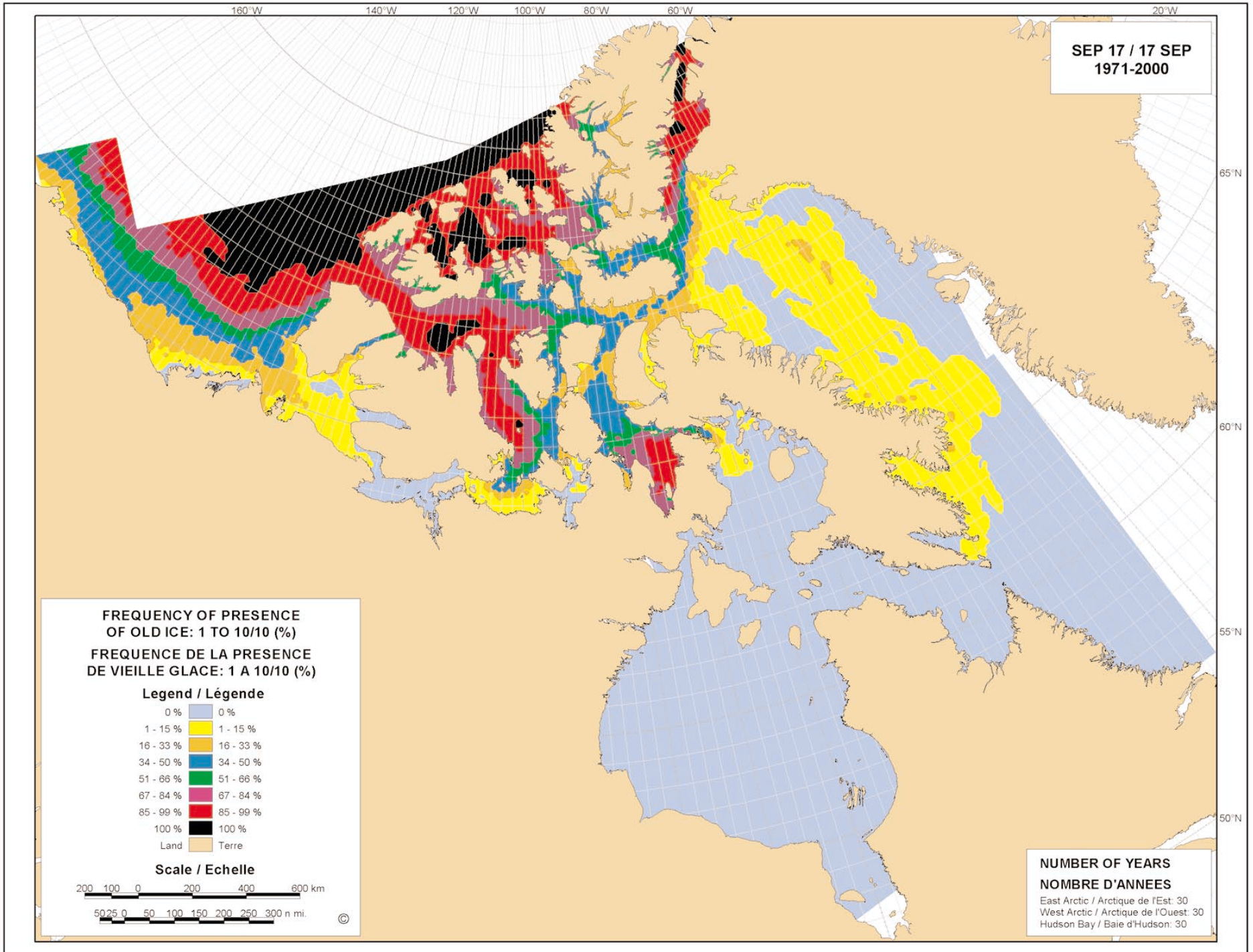


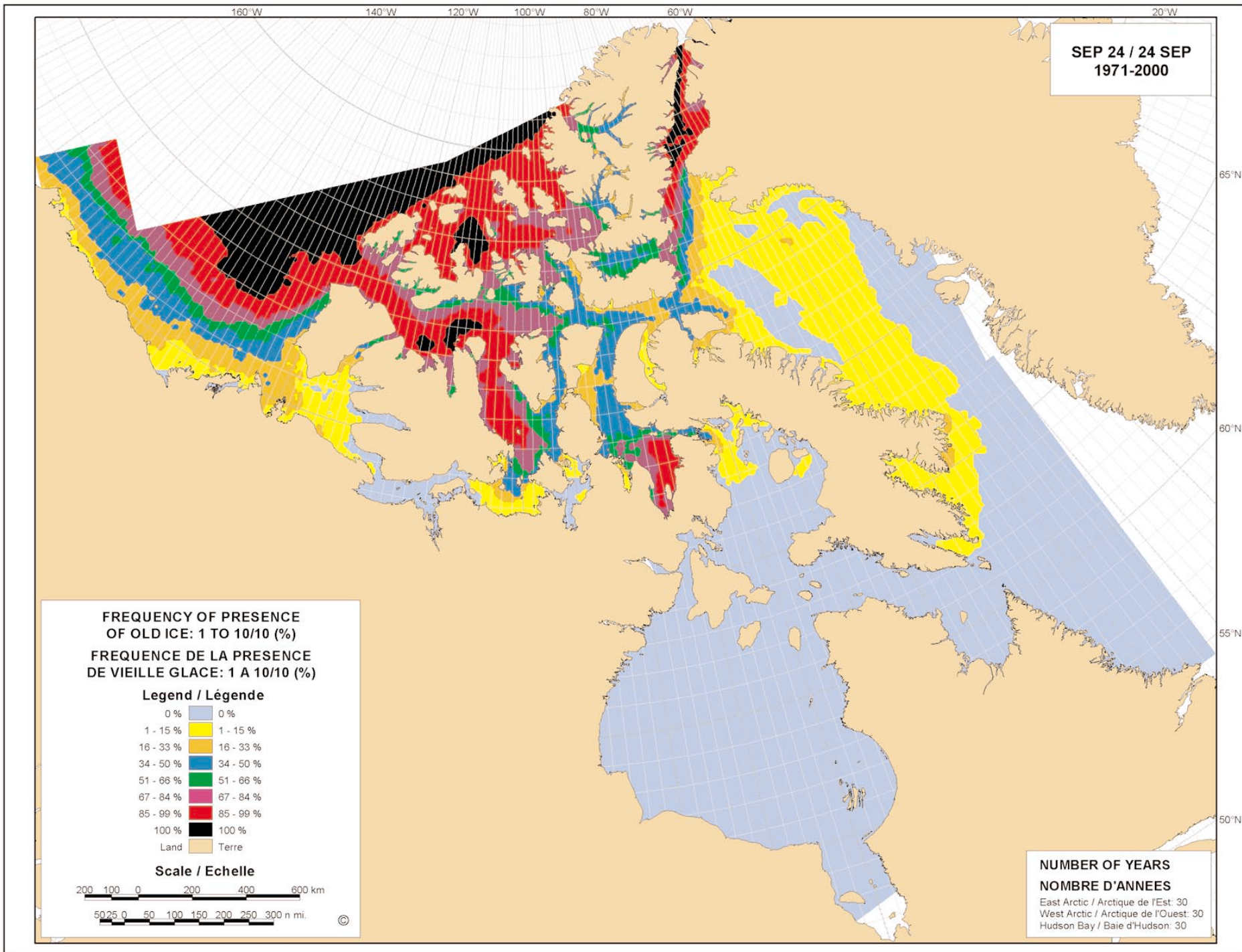


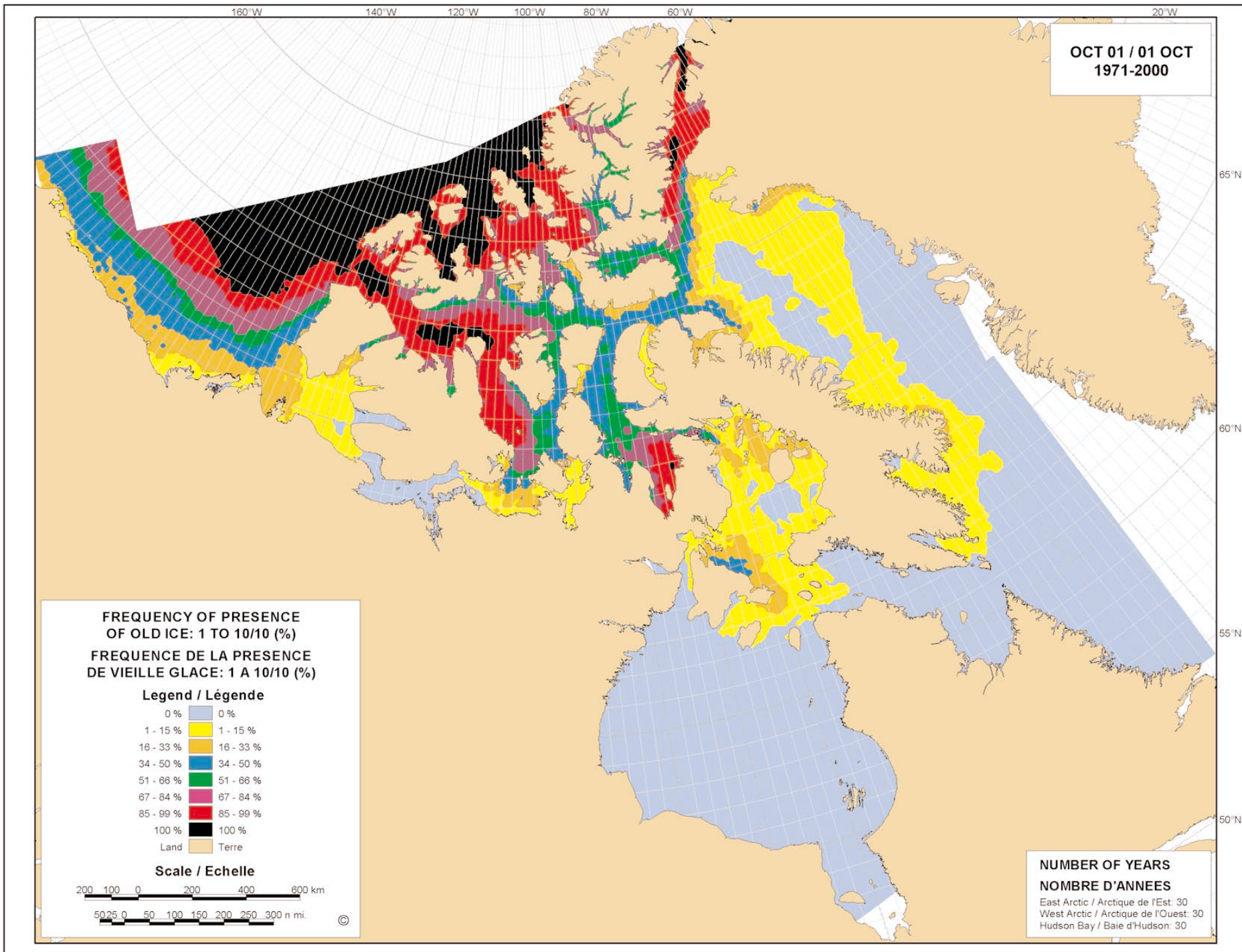


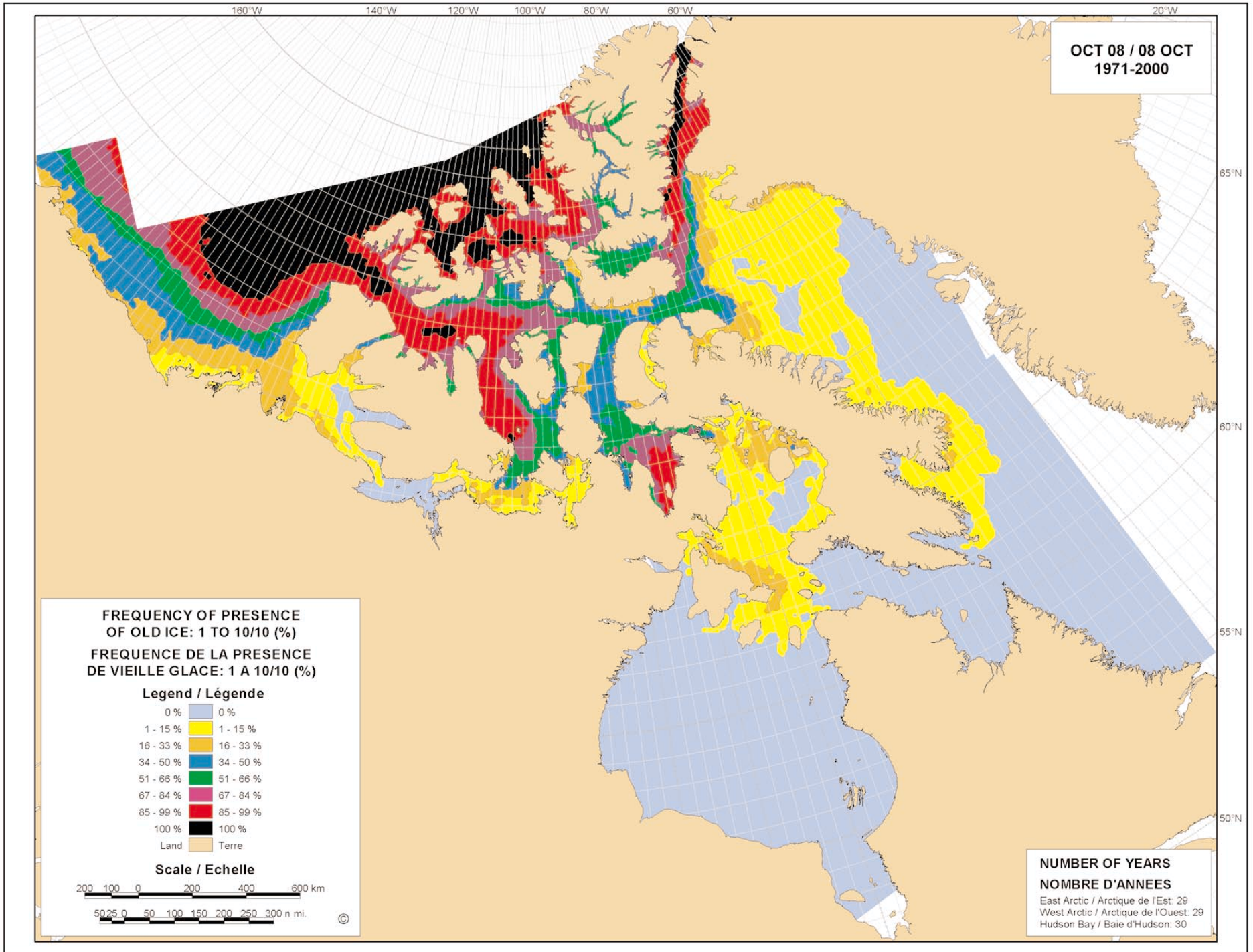


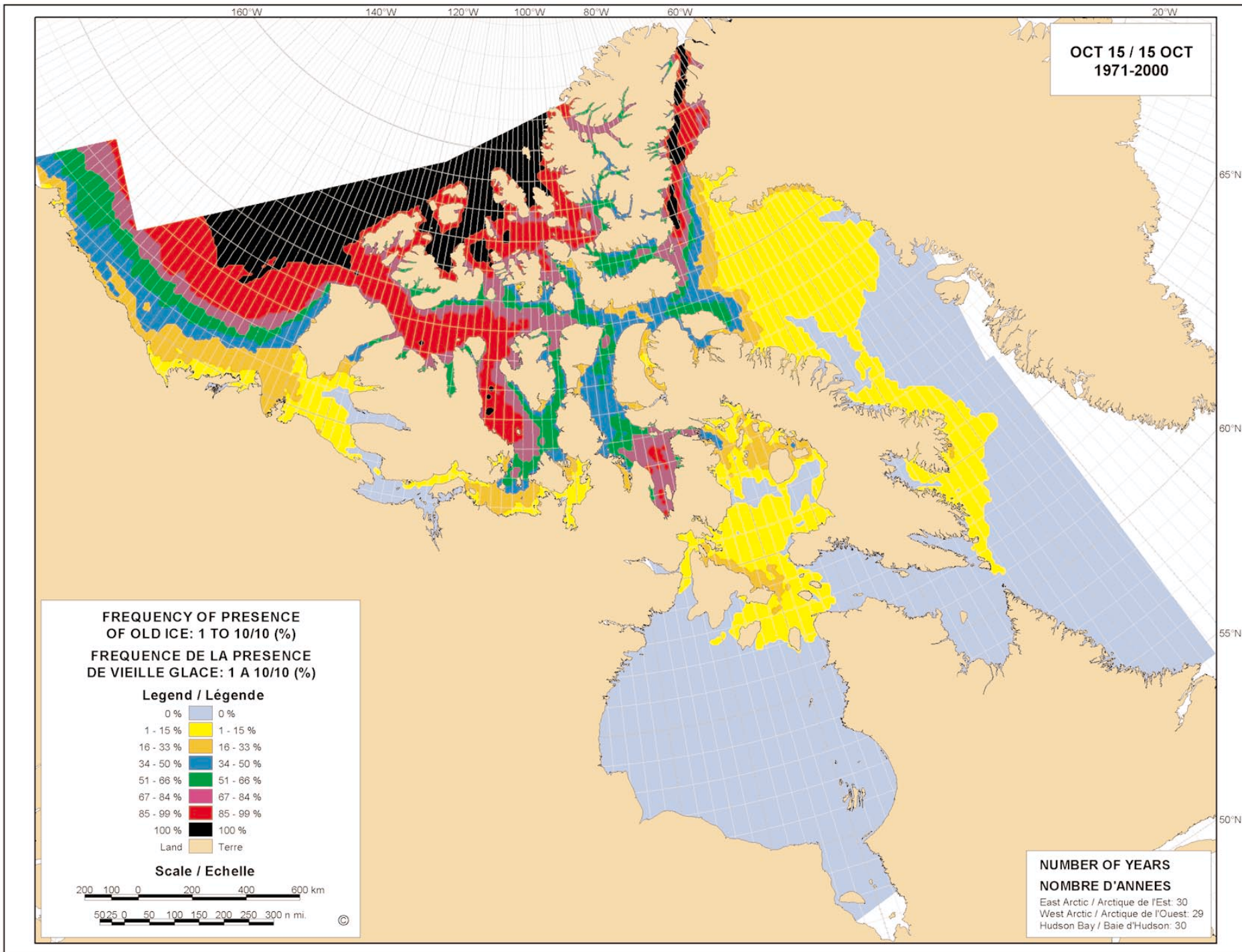


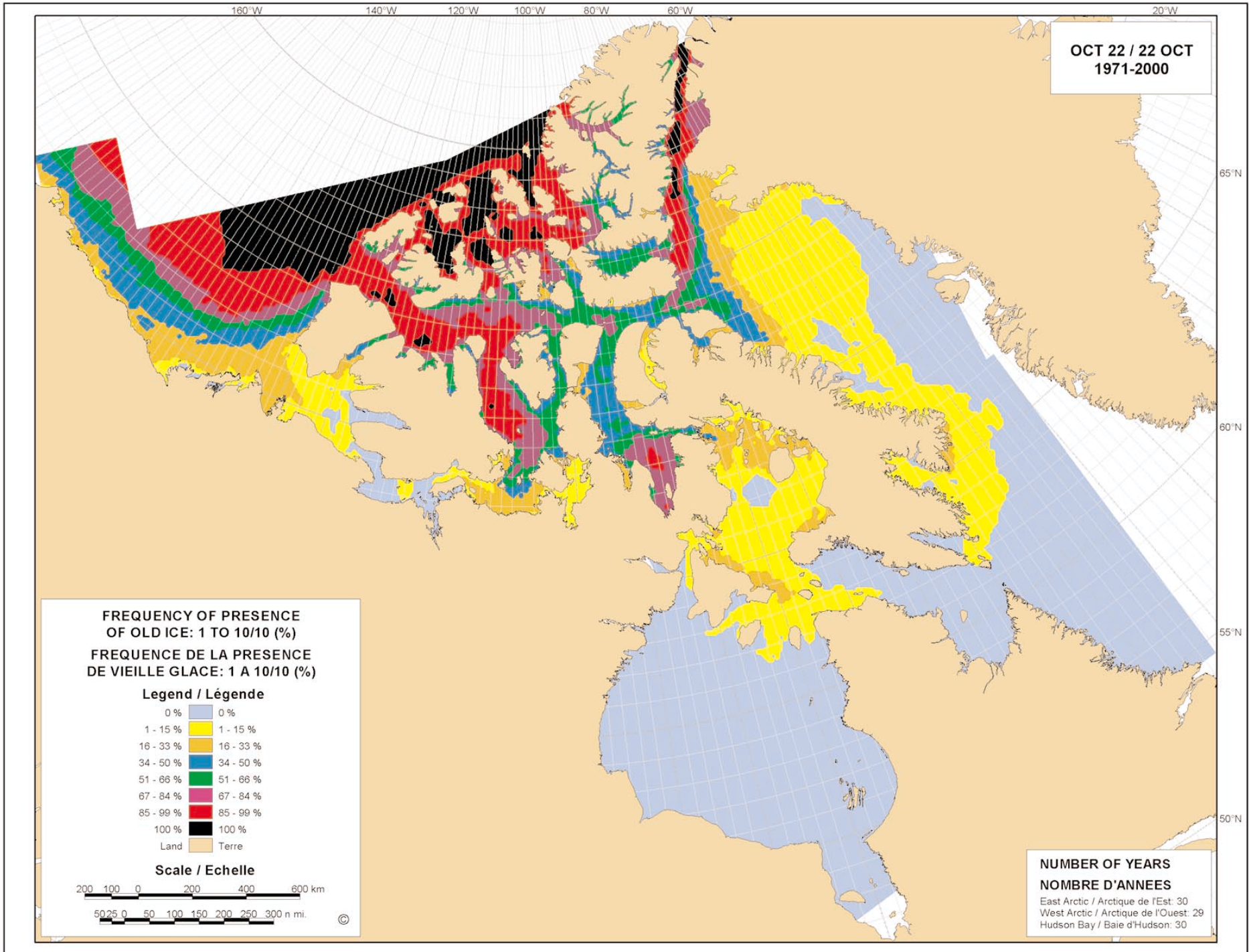


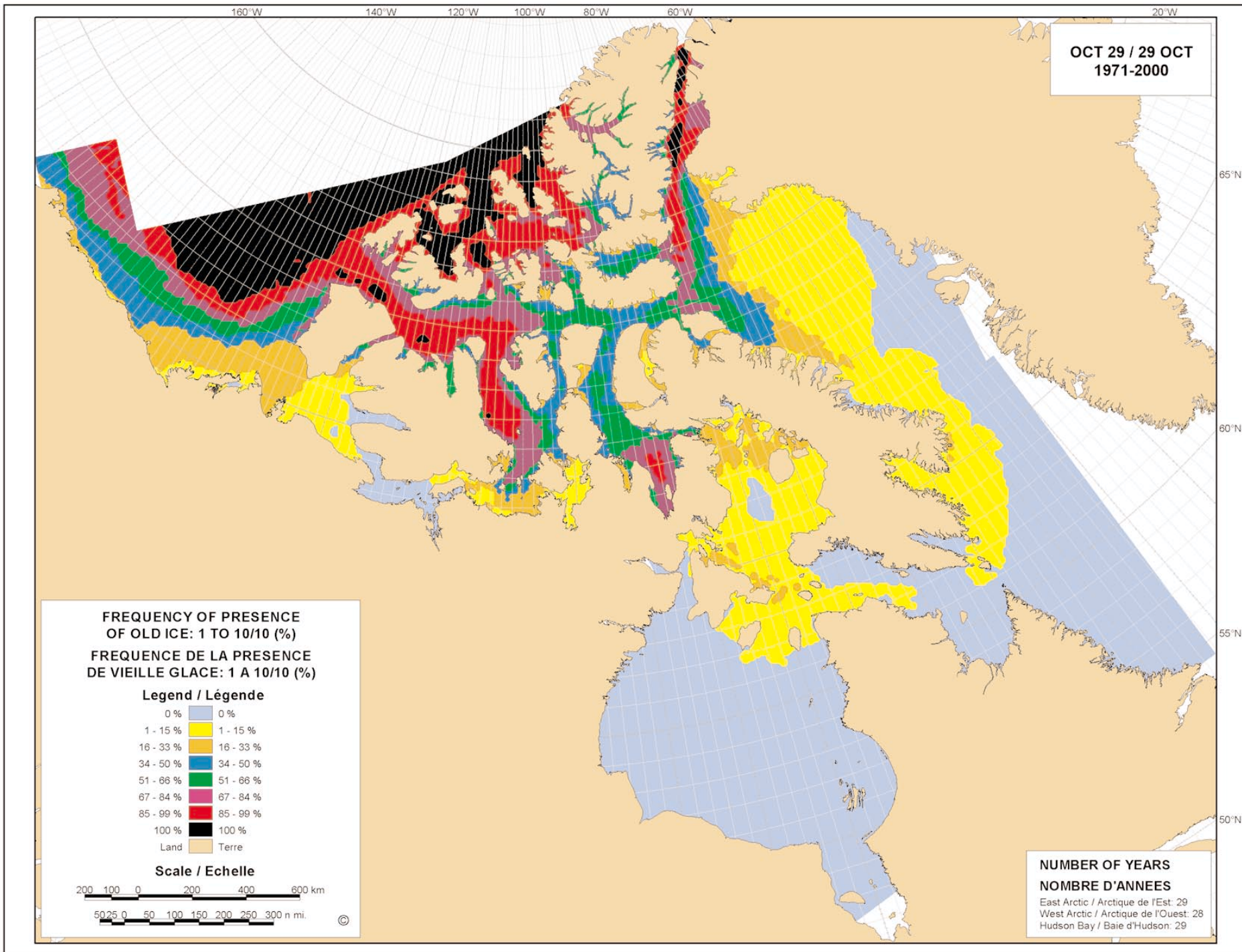


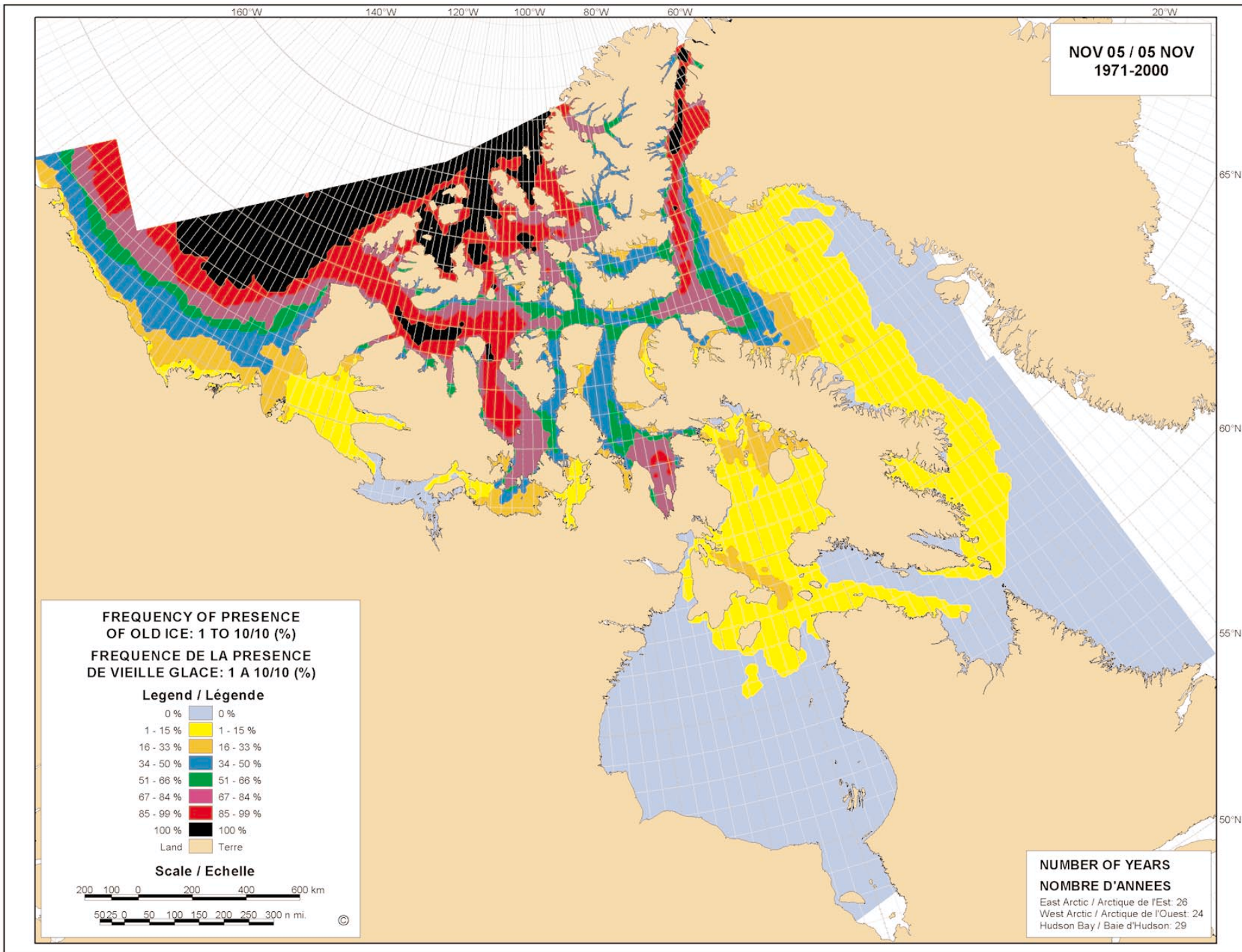


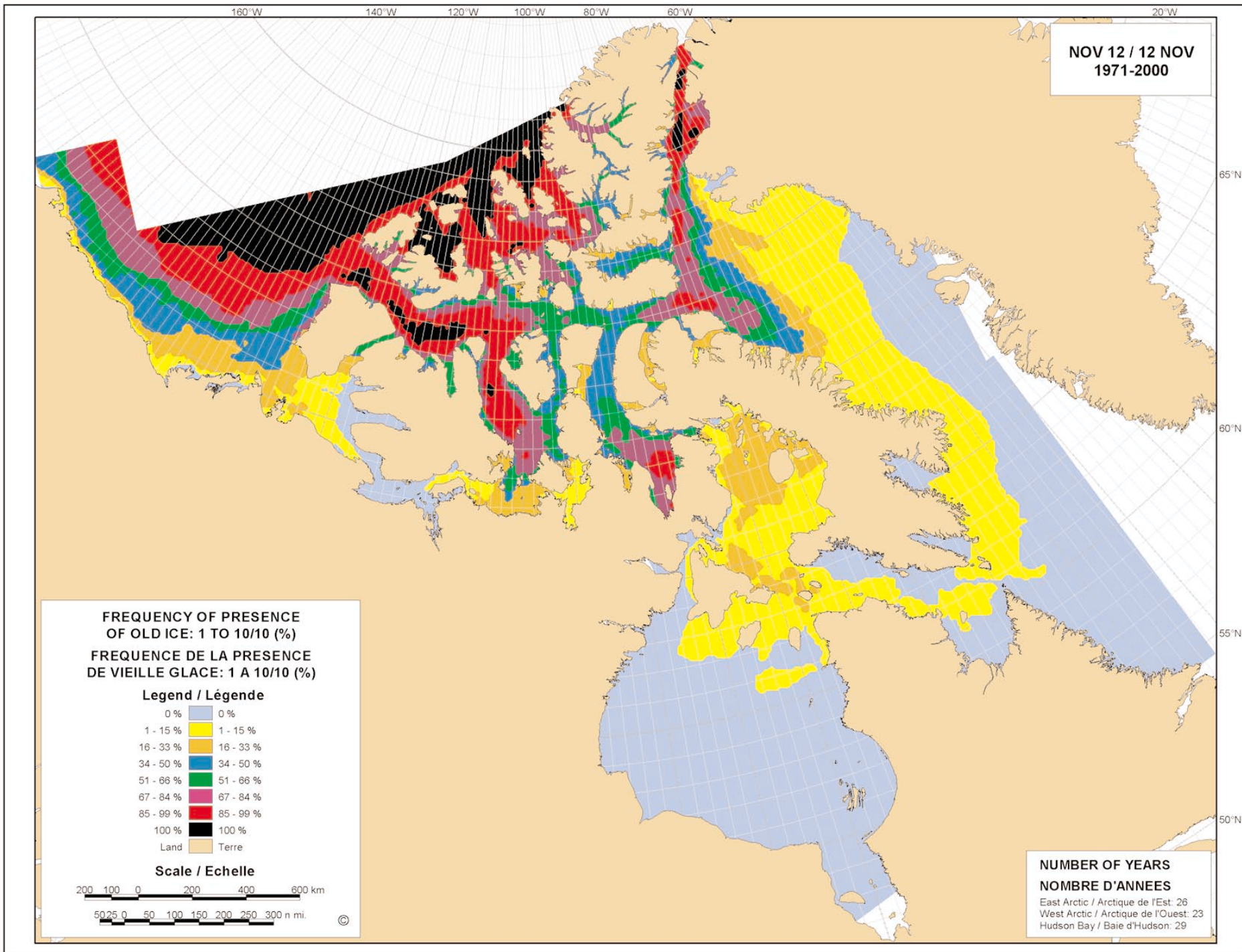


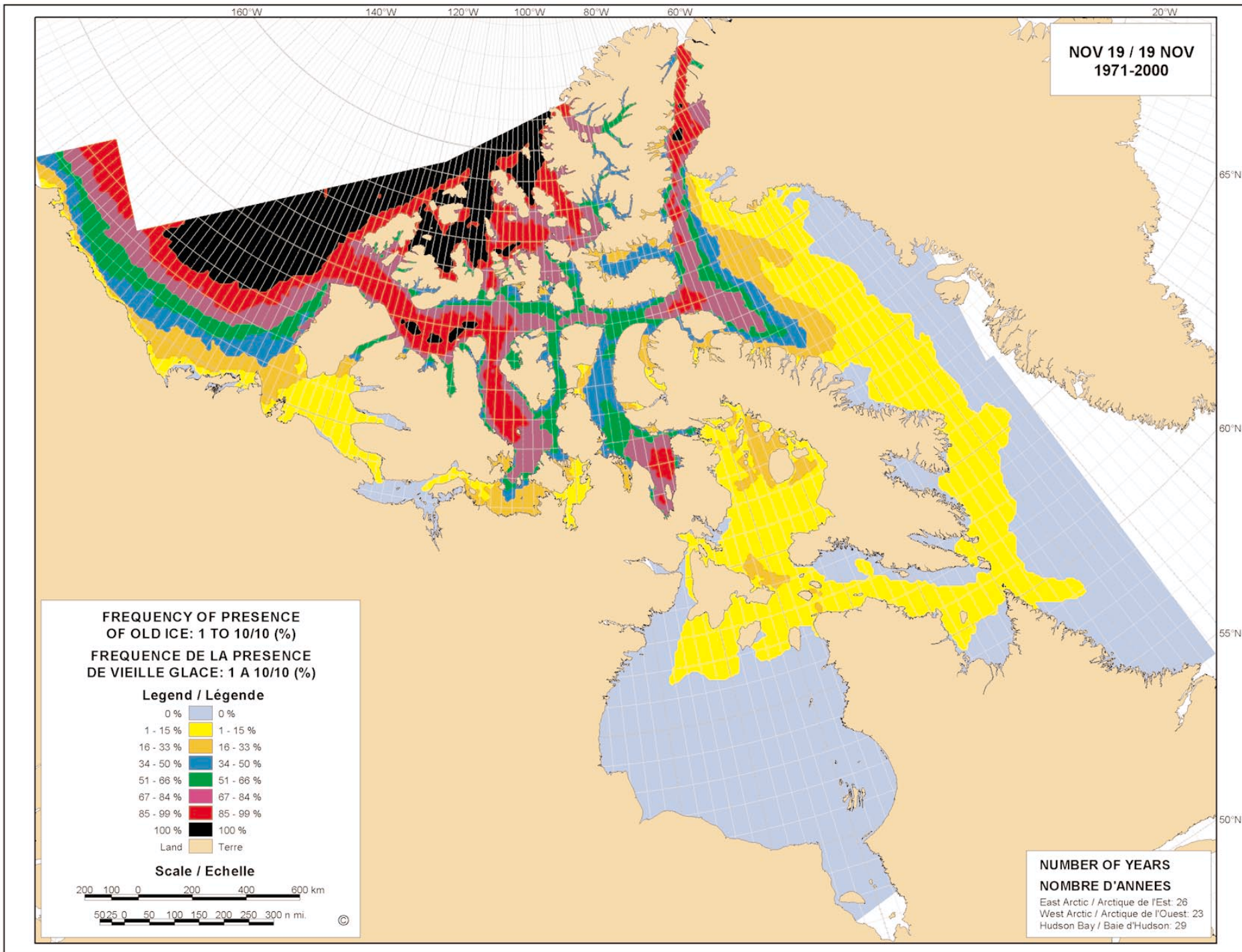


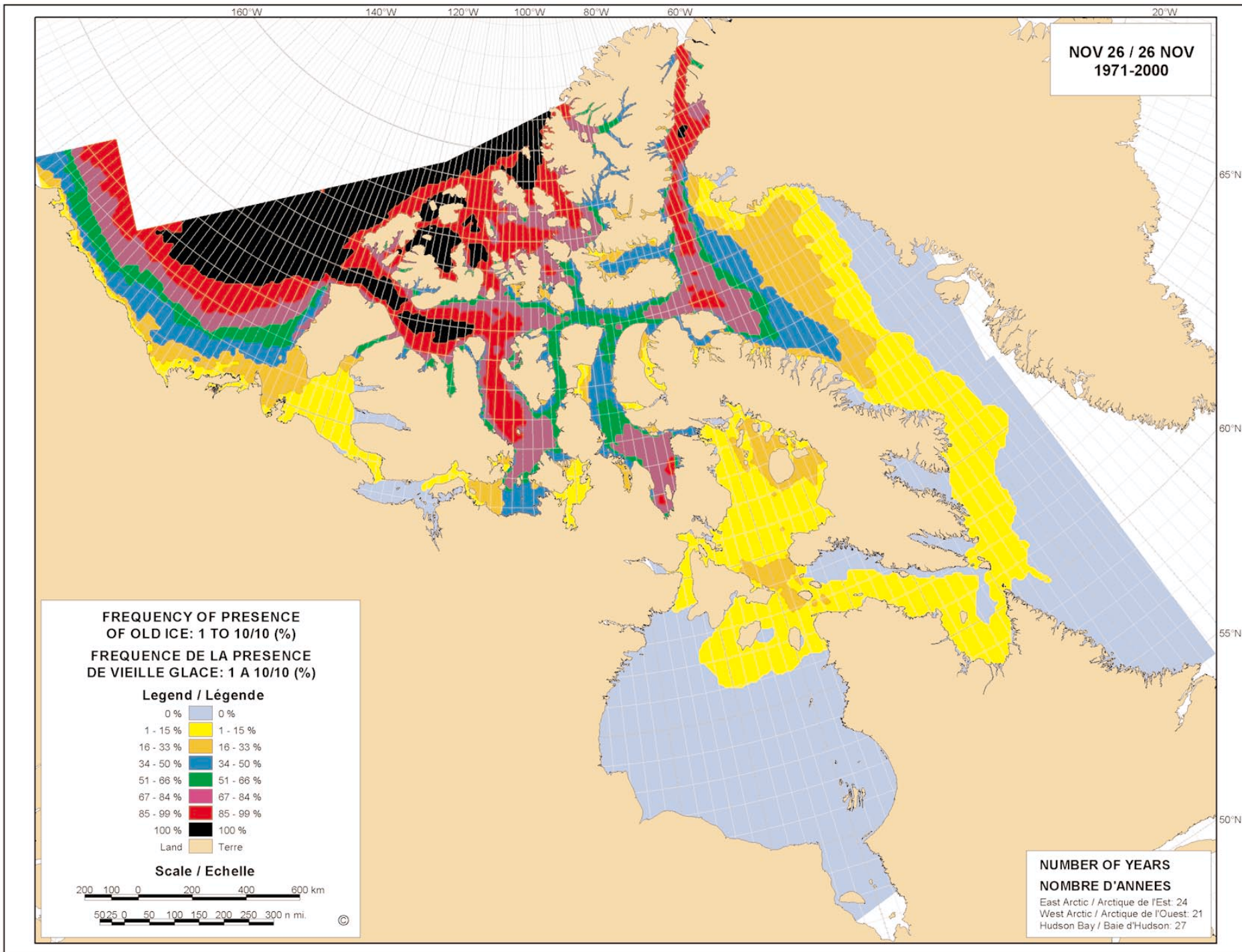


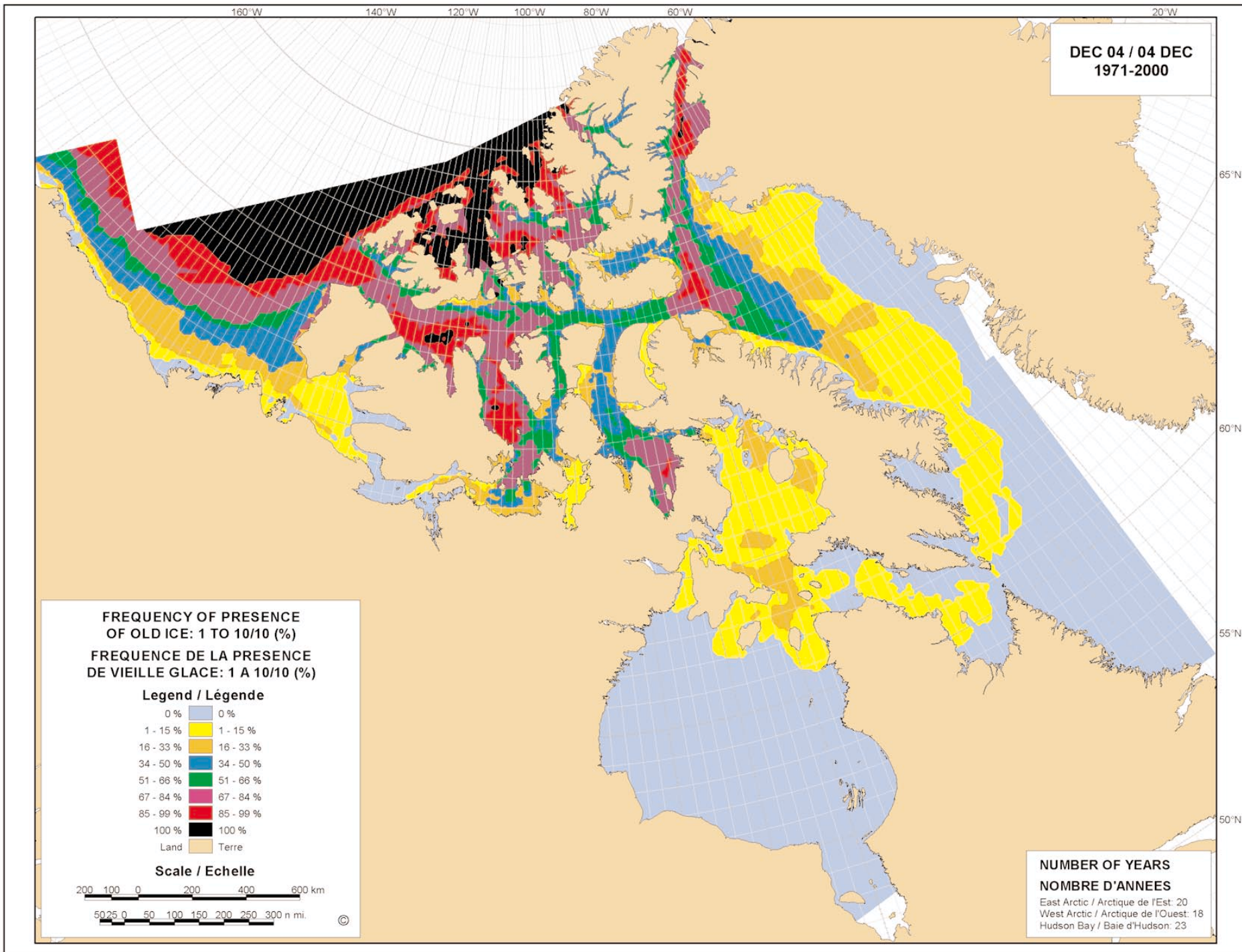






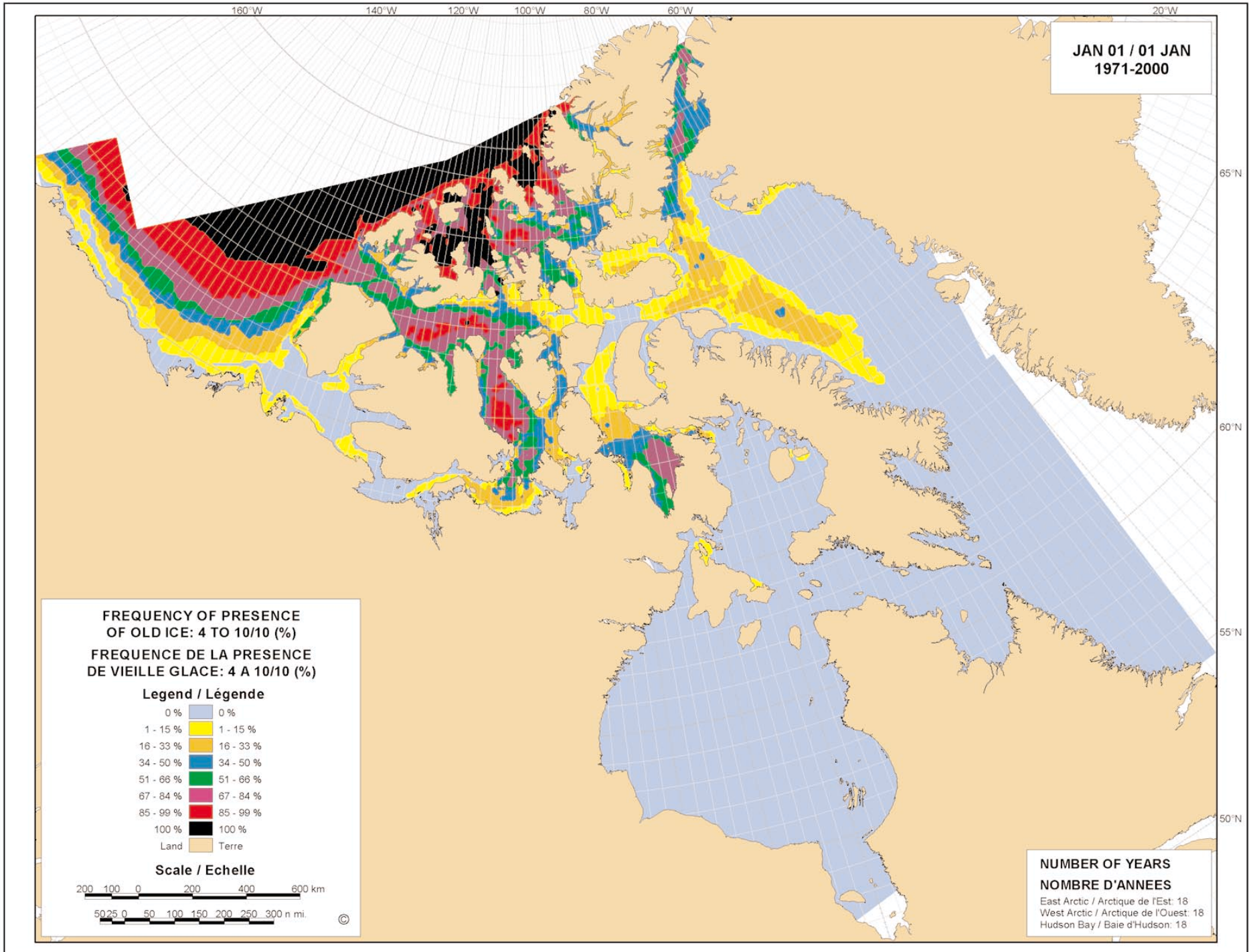


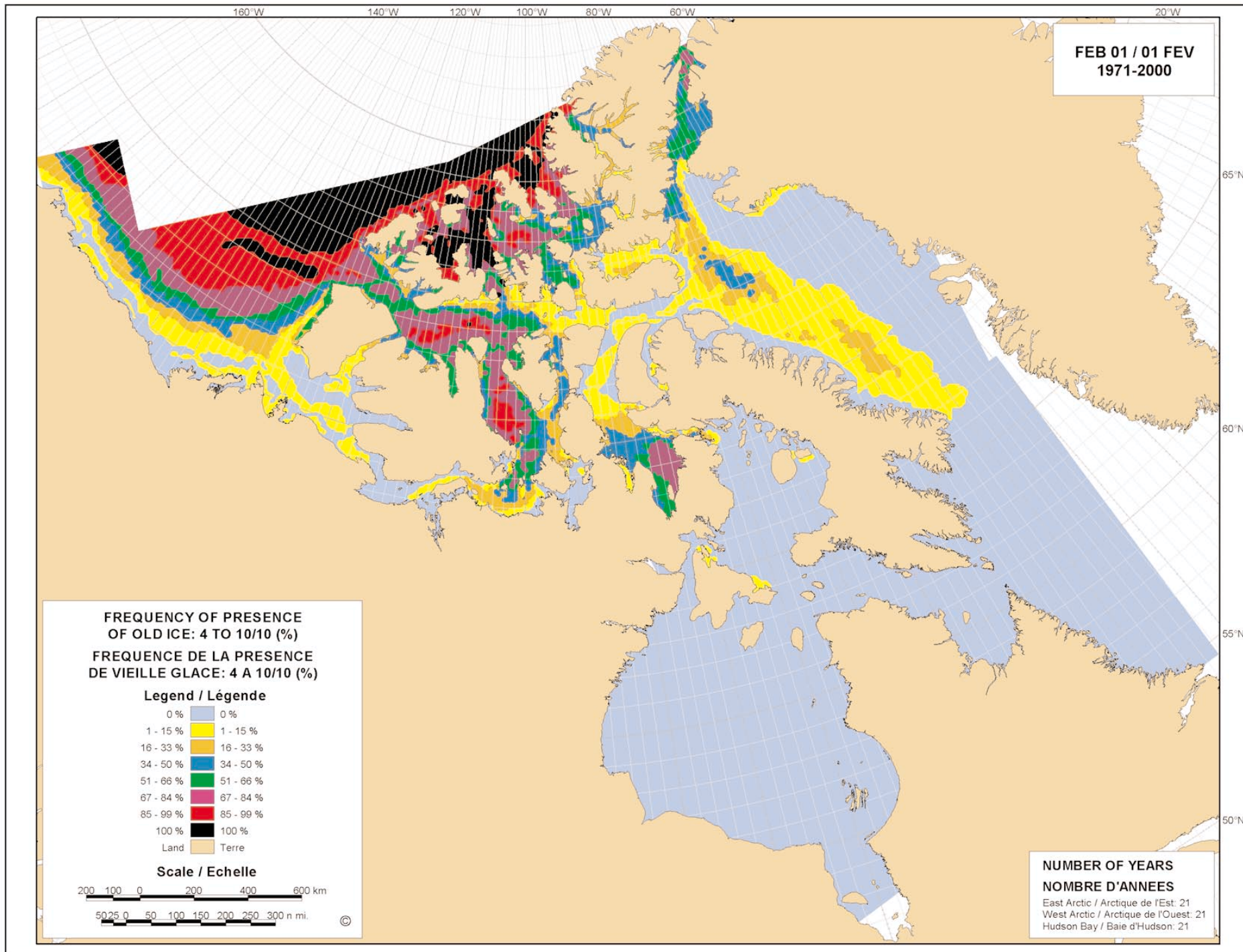


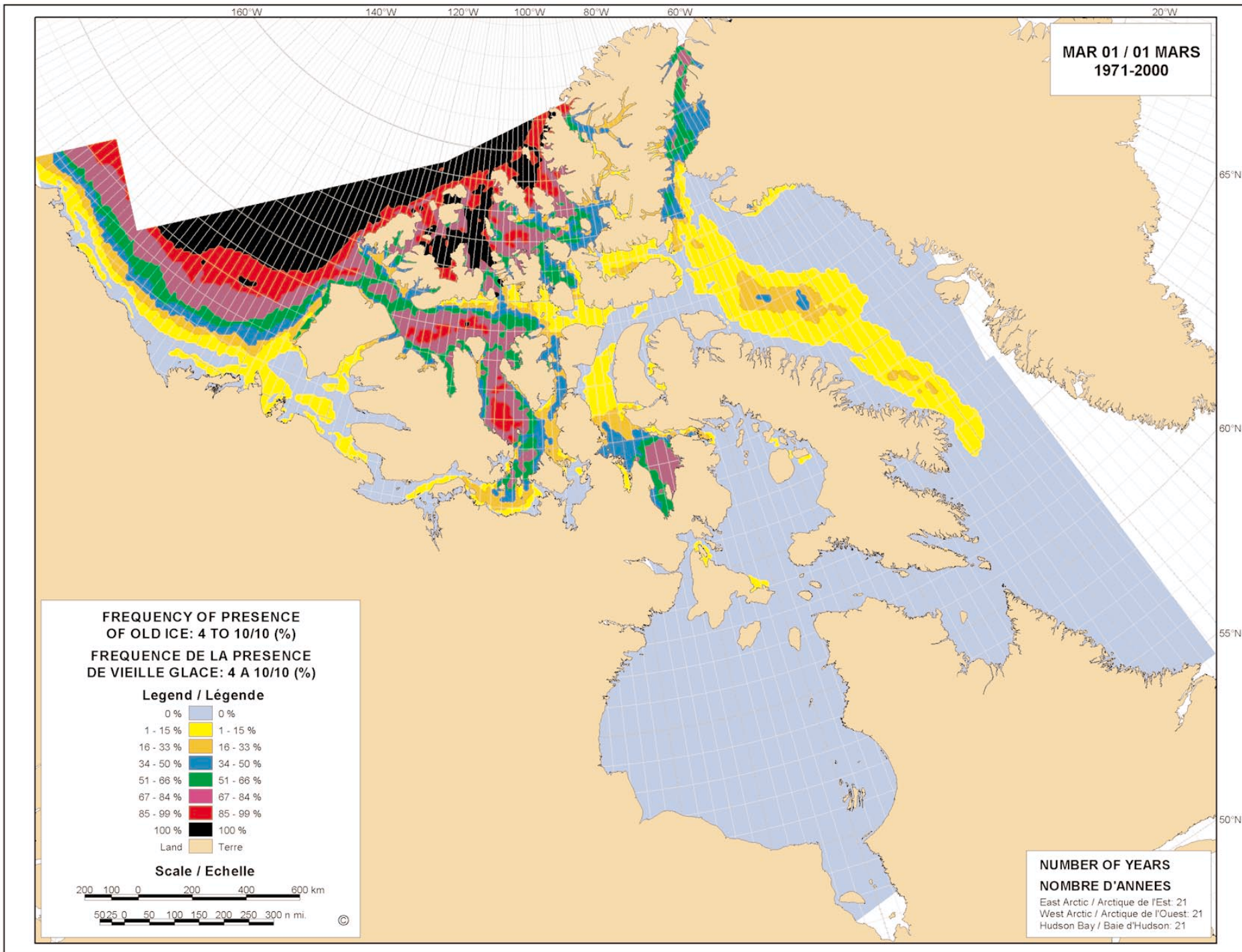


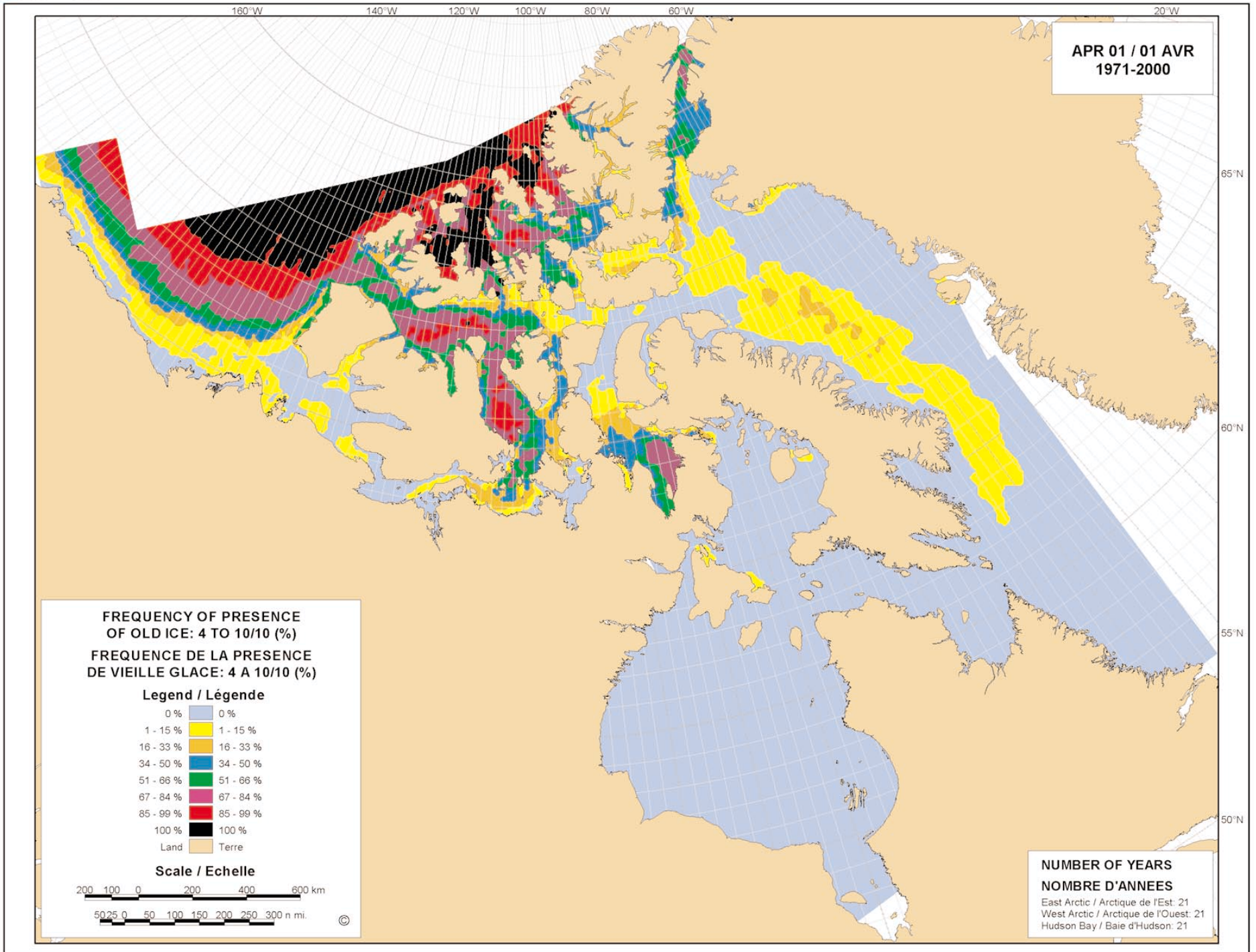
FREQUENCY OF PRESENCE OF OLD ICE: 4 TO 10/10 (%)

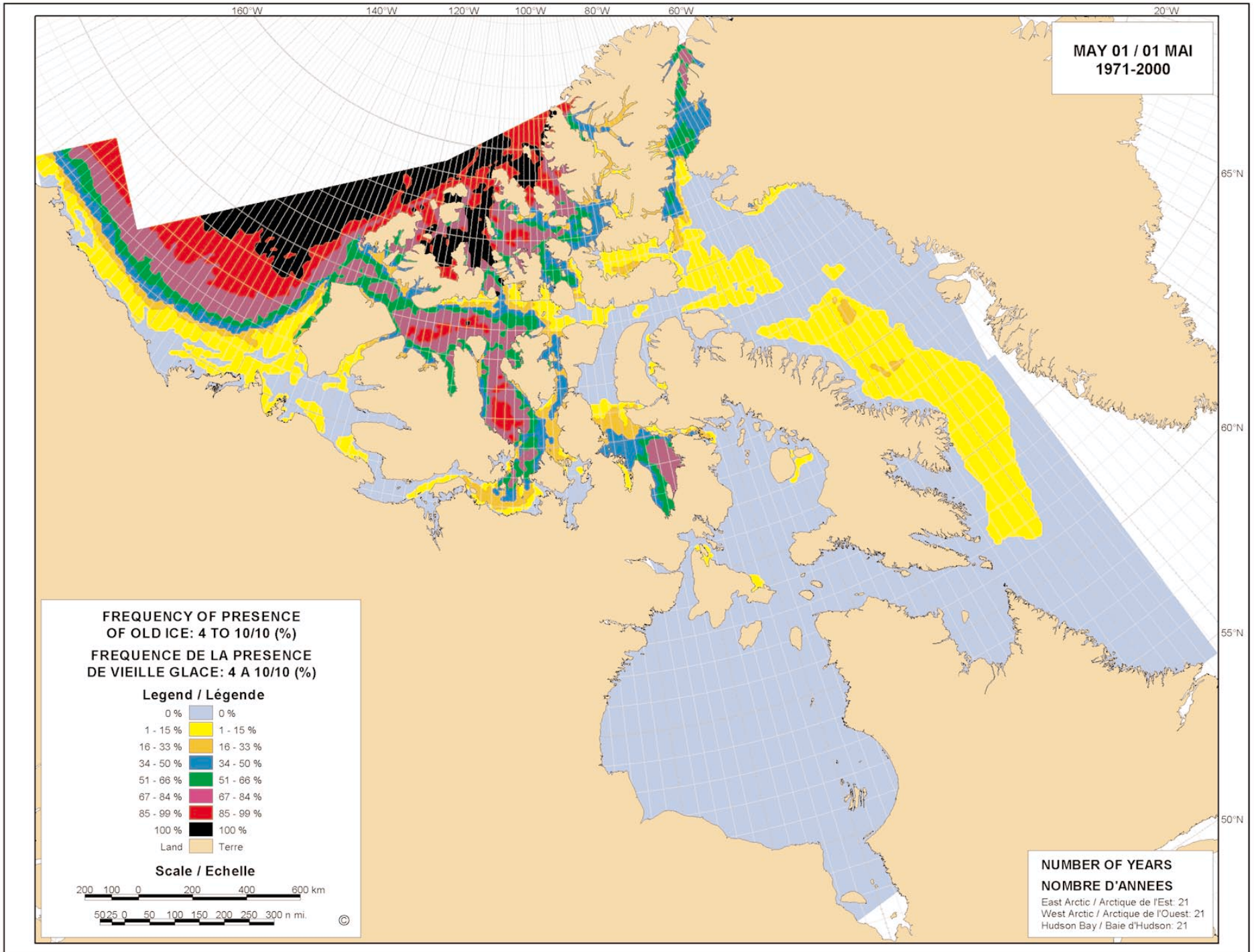
FRÉQUENCE DE LA PRÉSENCE DE VIEILLE GLACE: 4 À 10/10 (%)

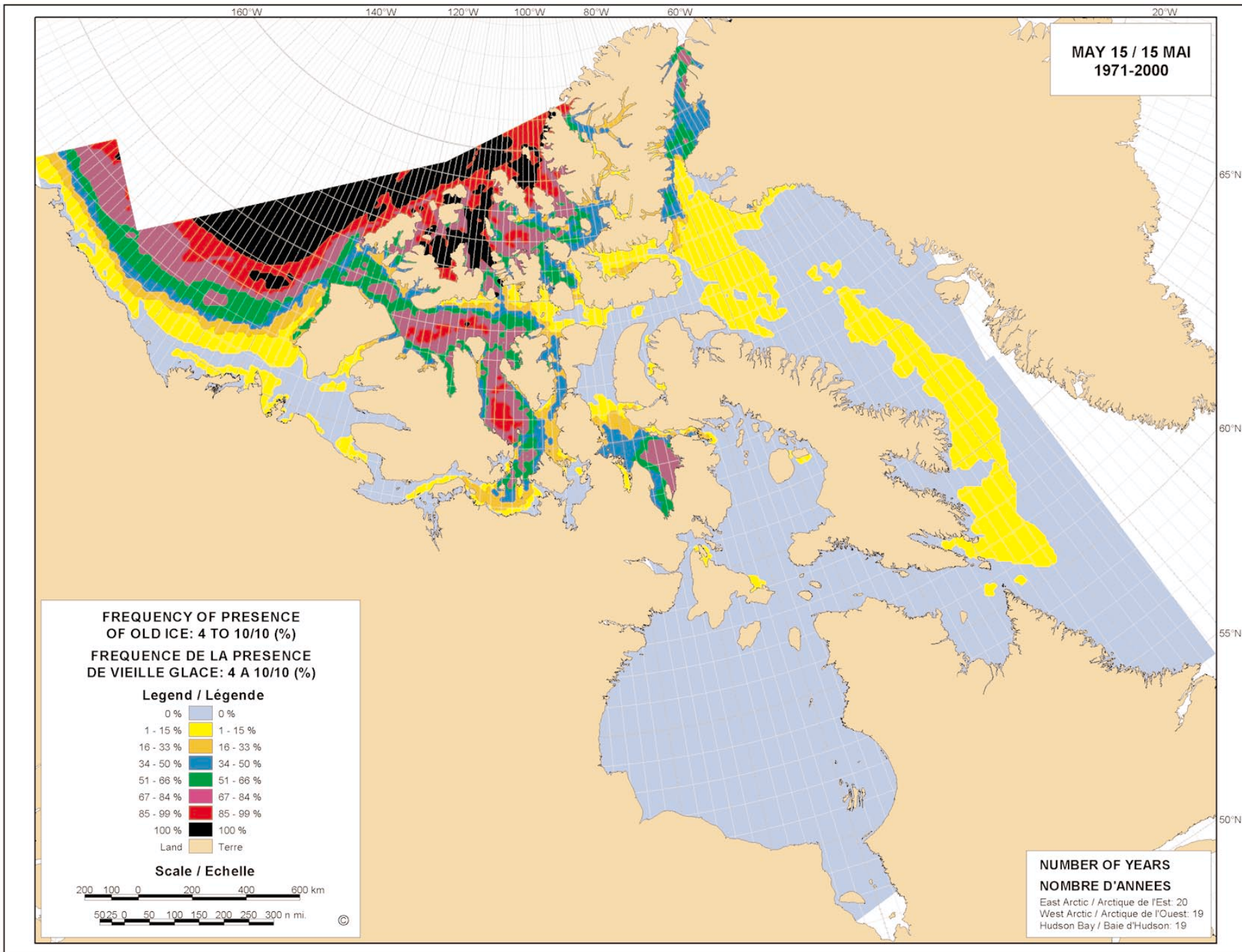


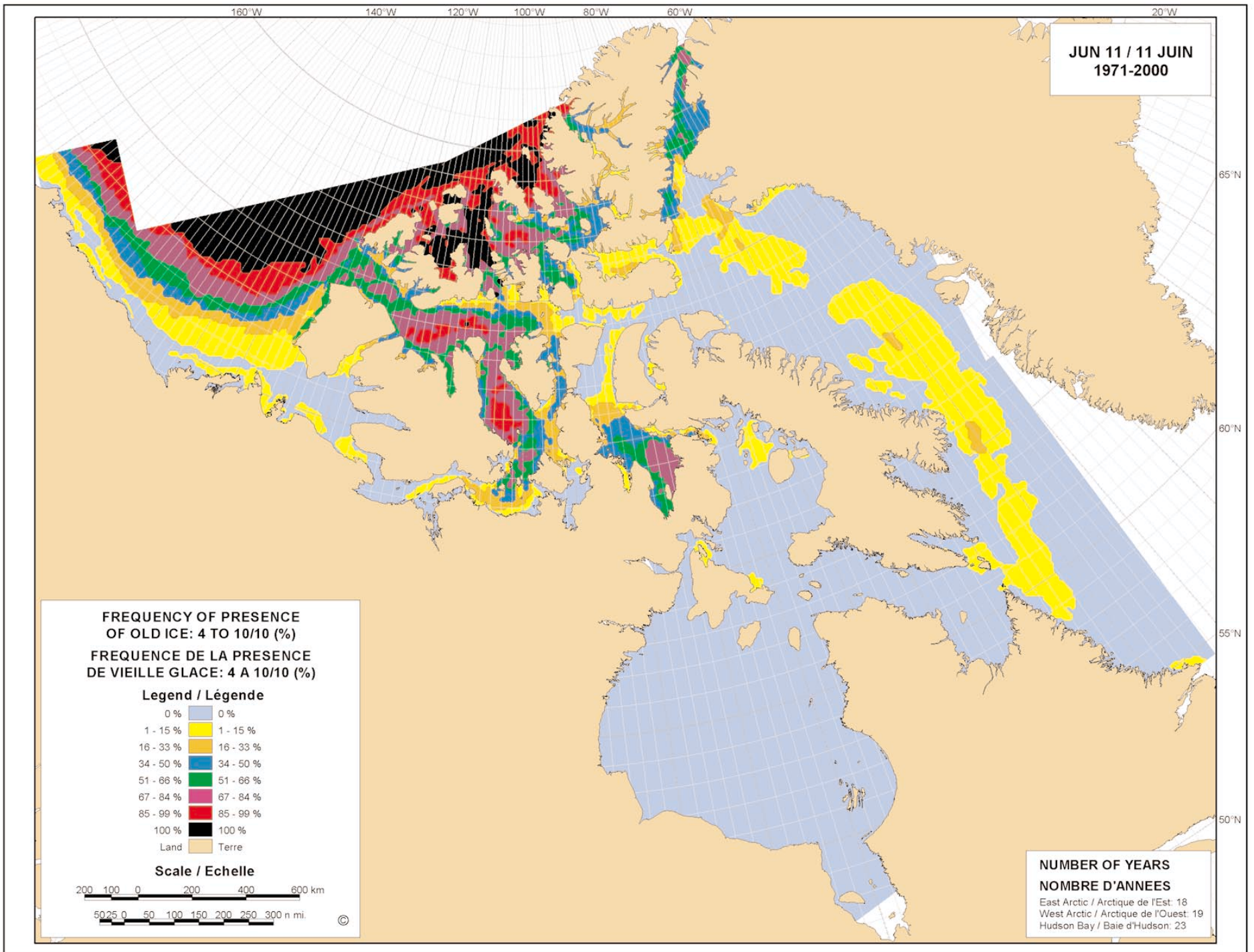


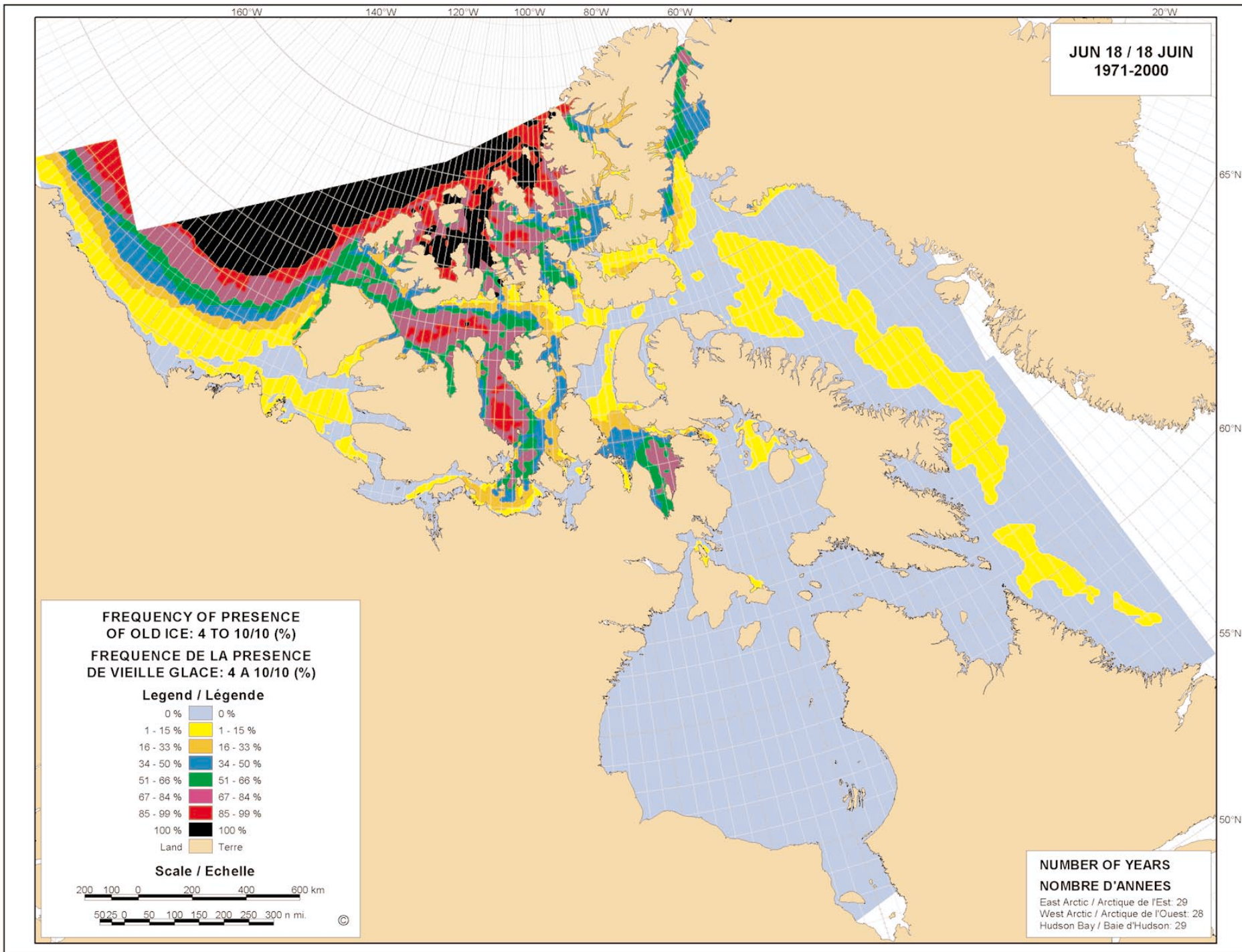


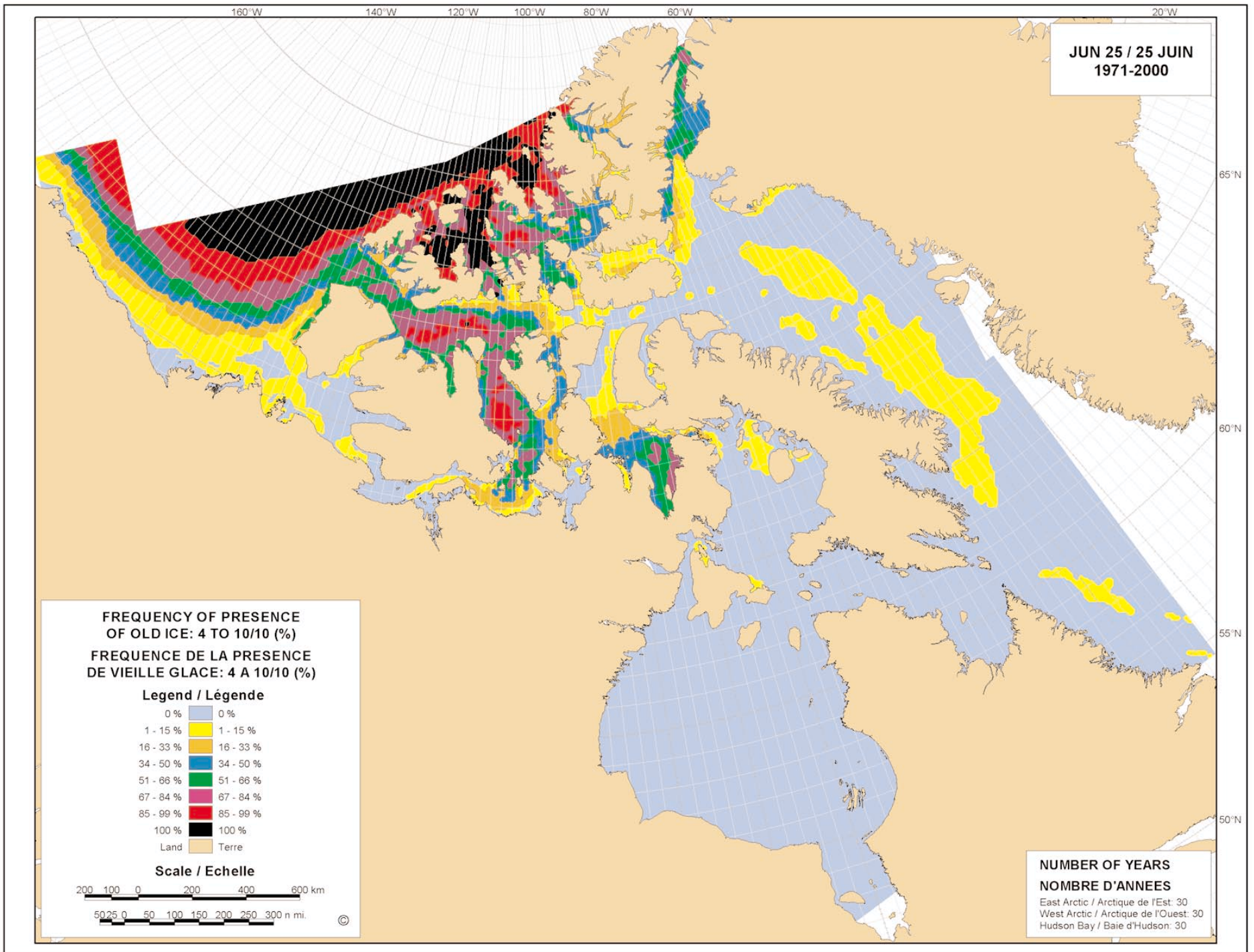


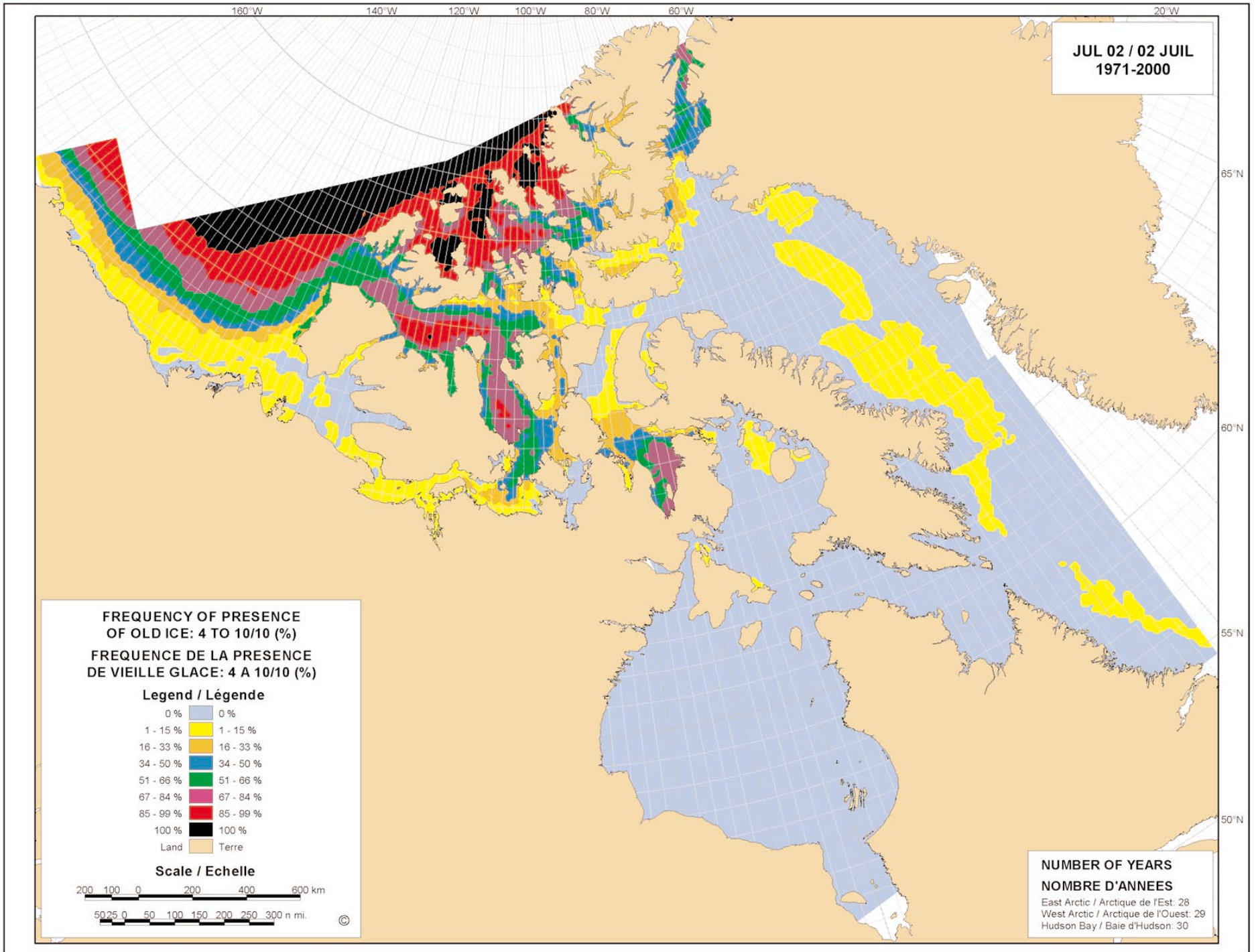


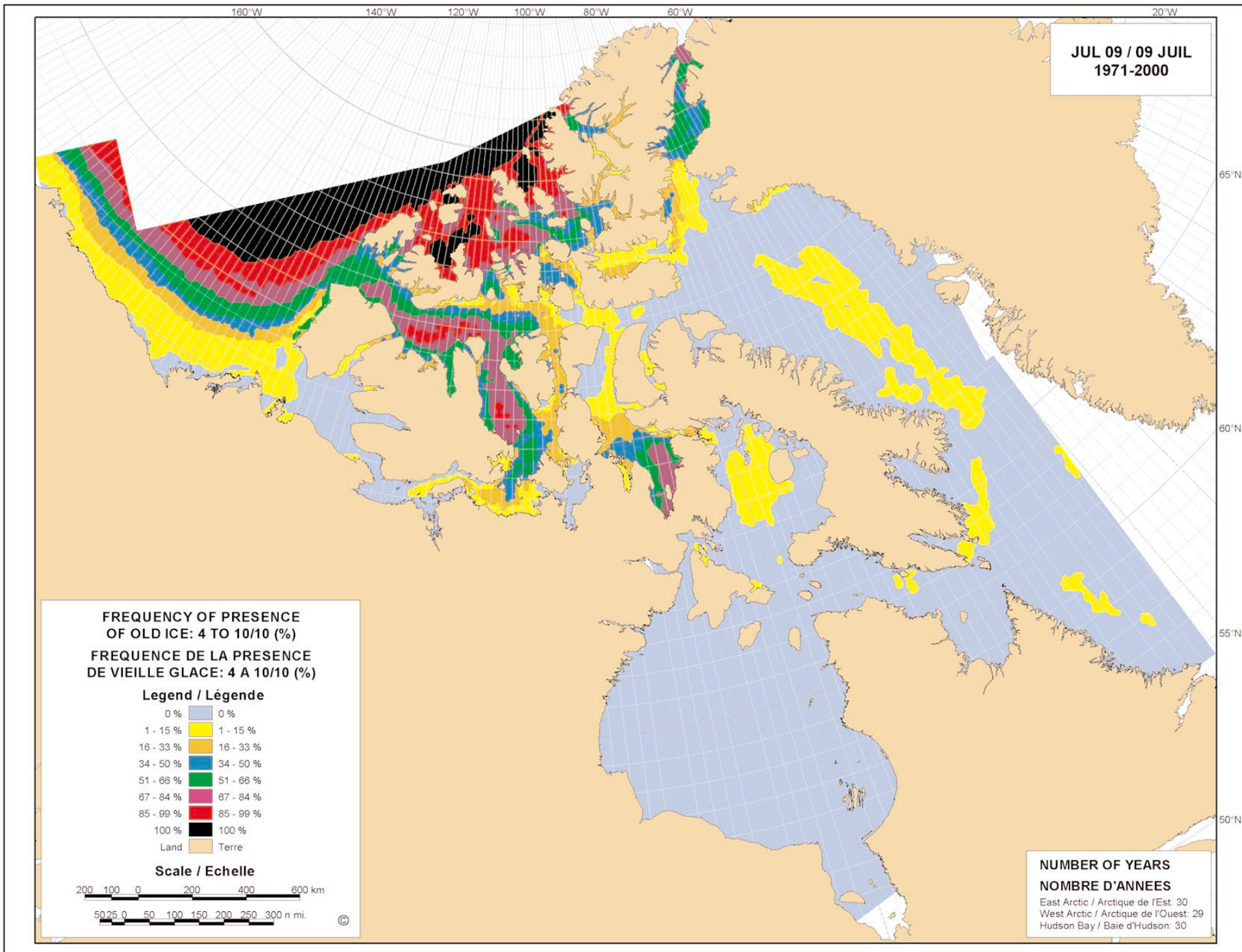


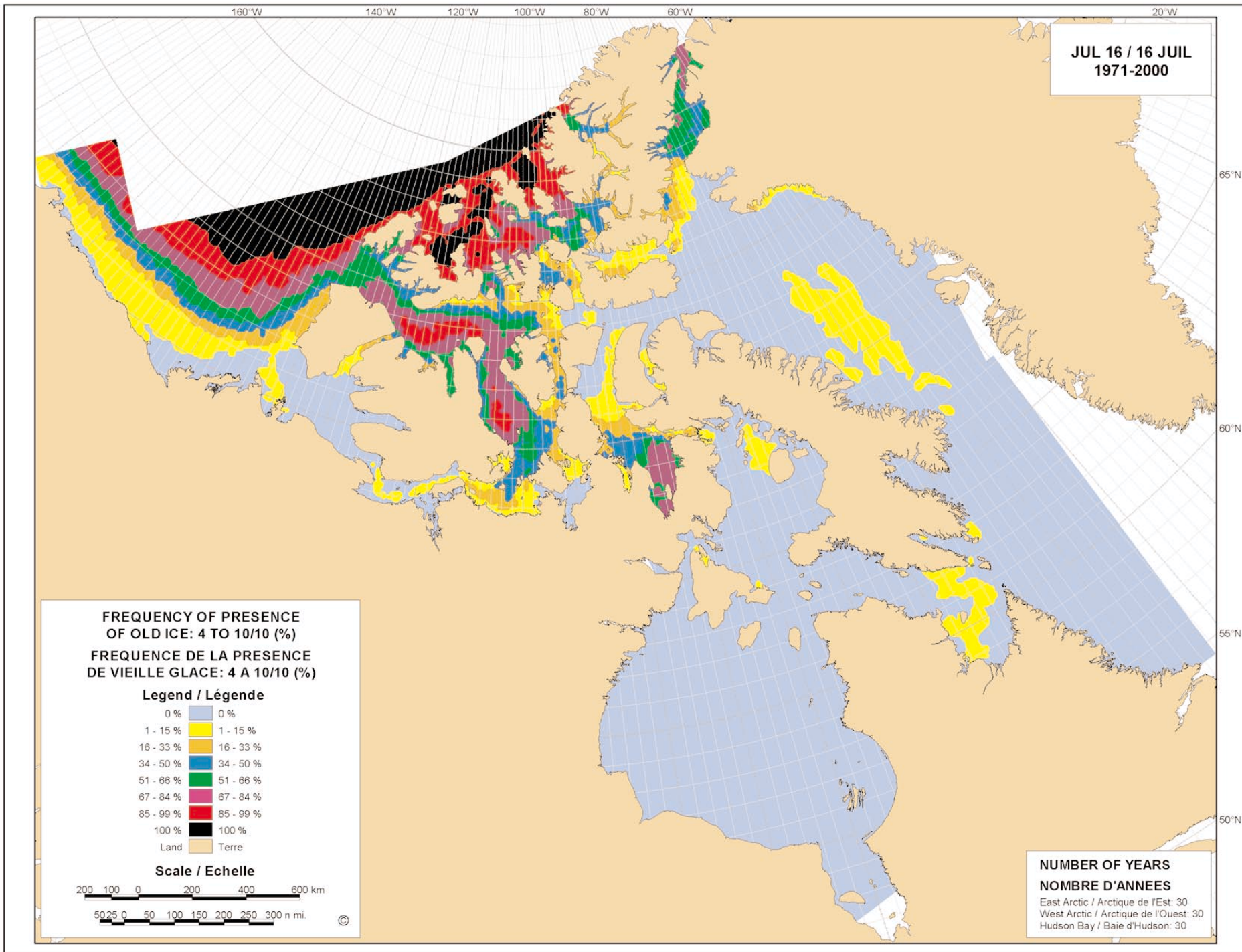


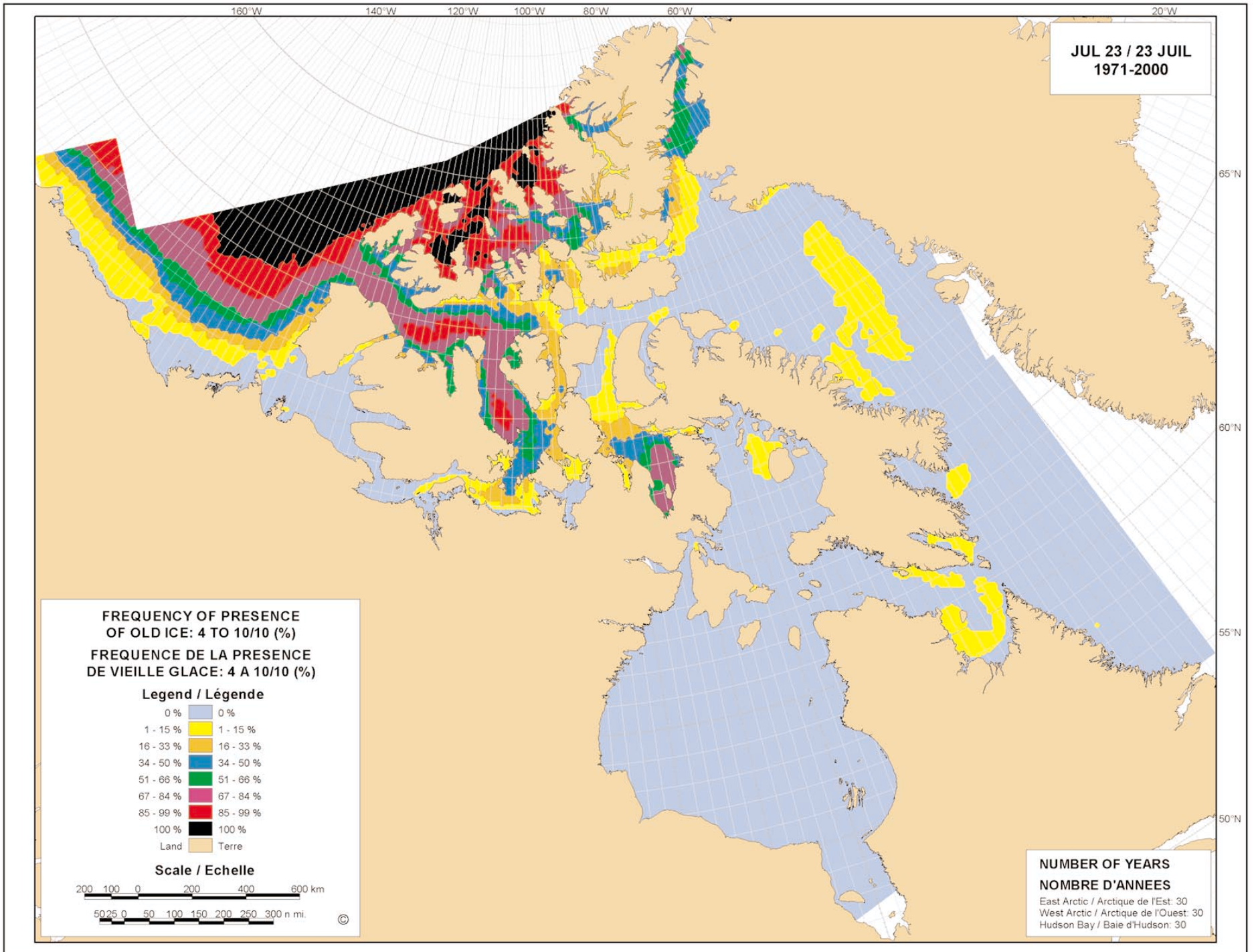


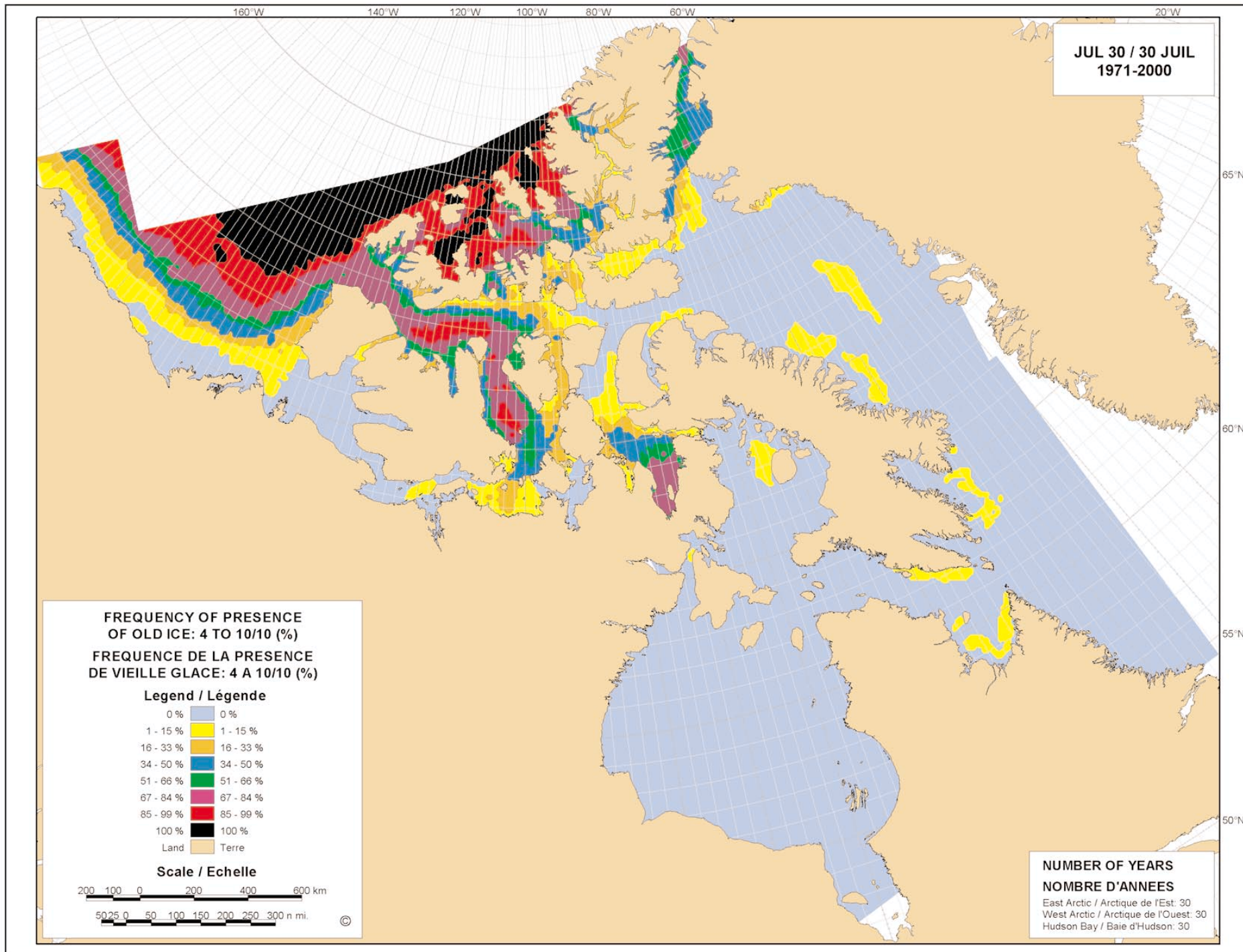


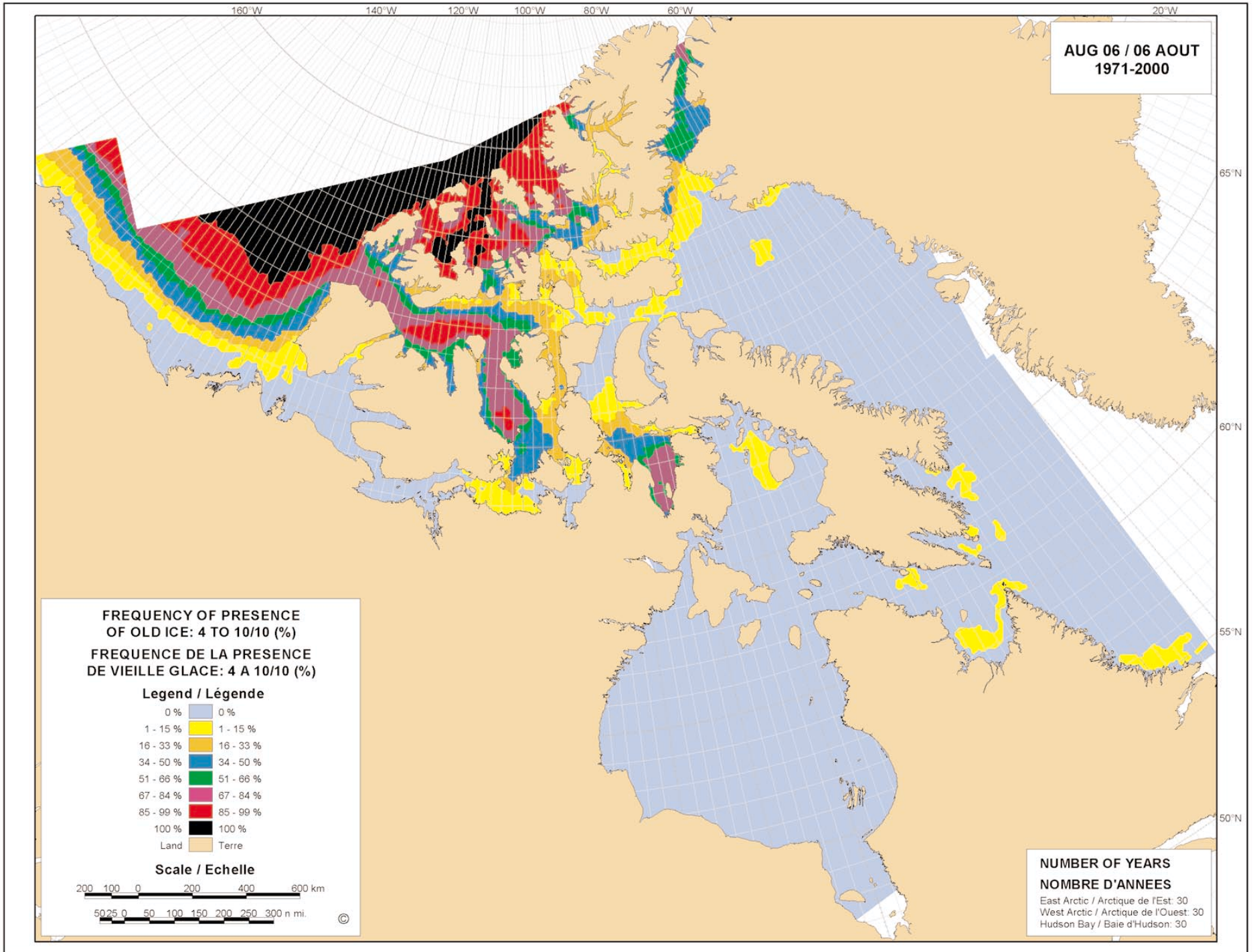


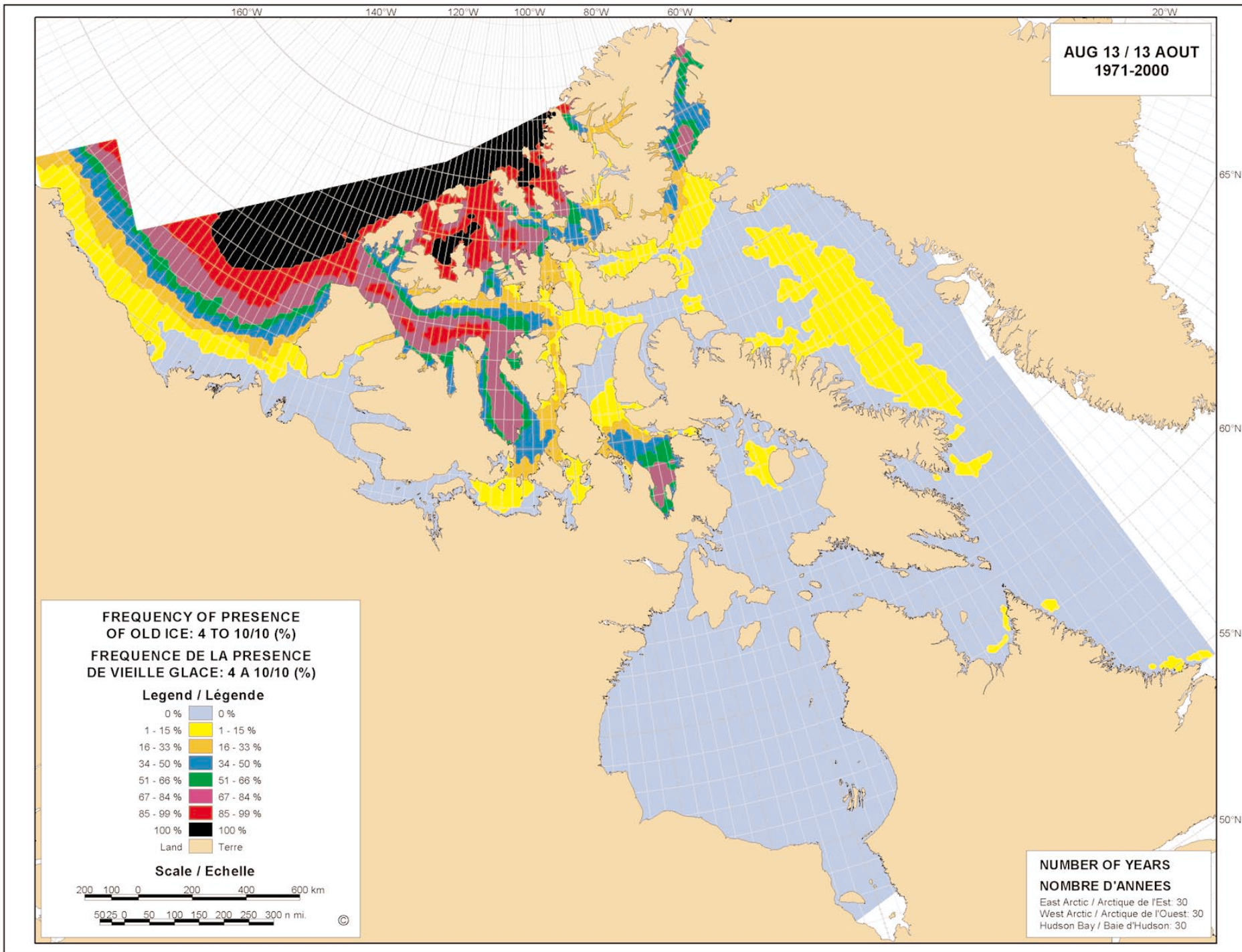


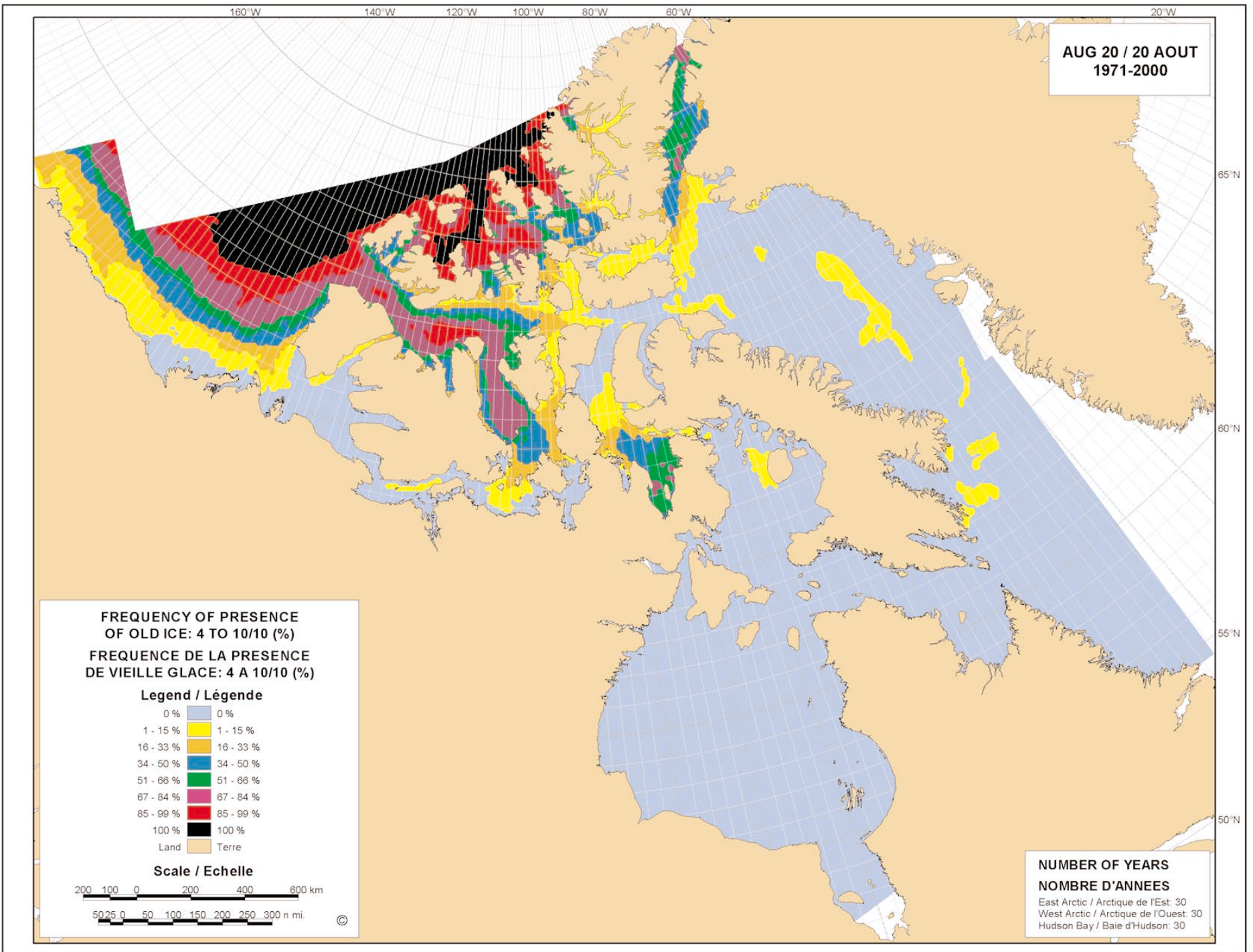


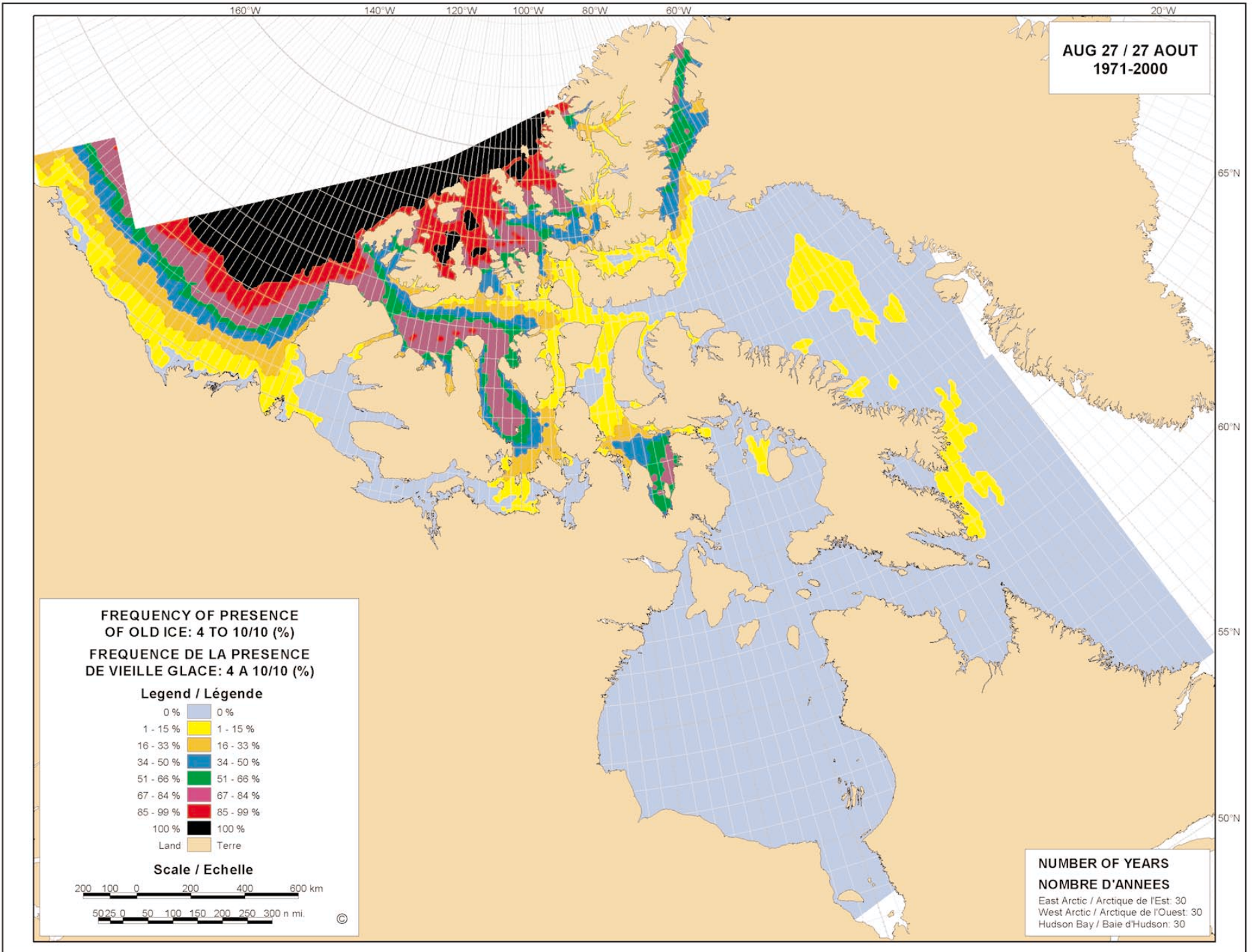


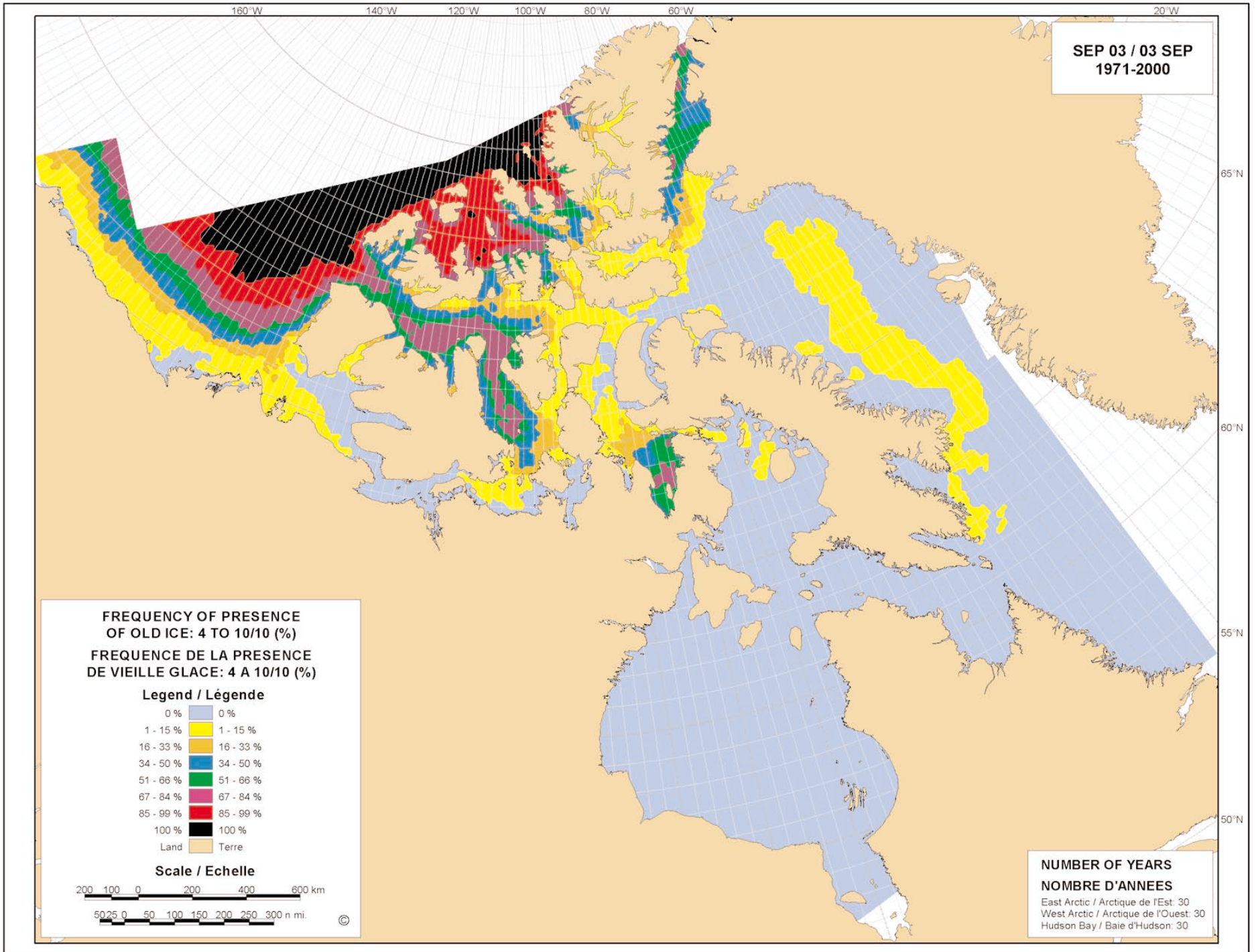


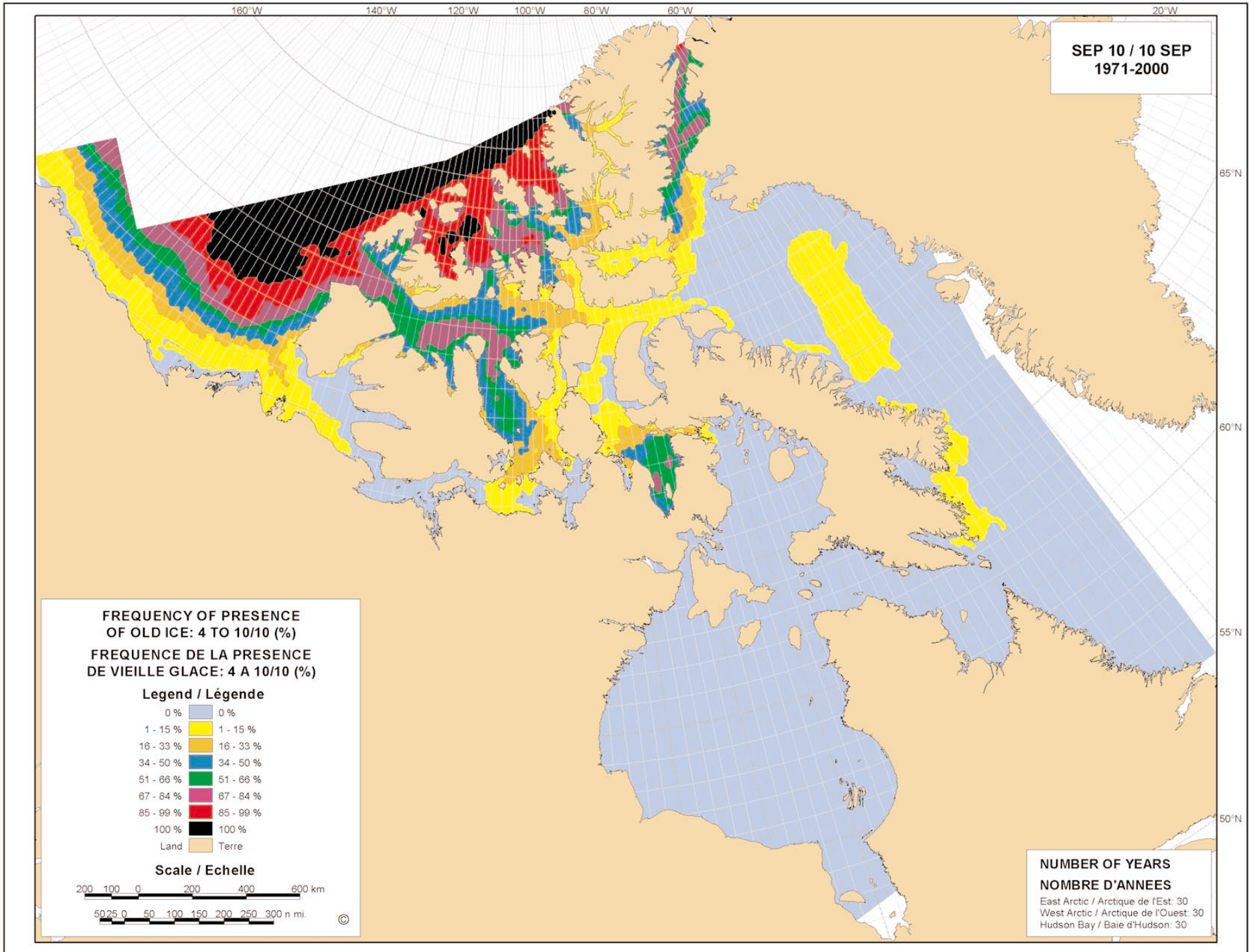


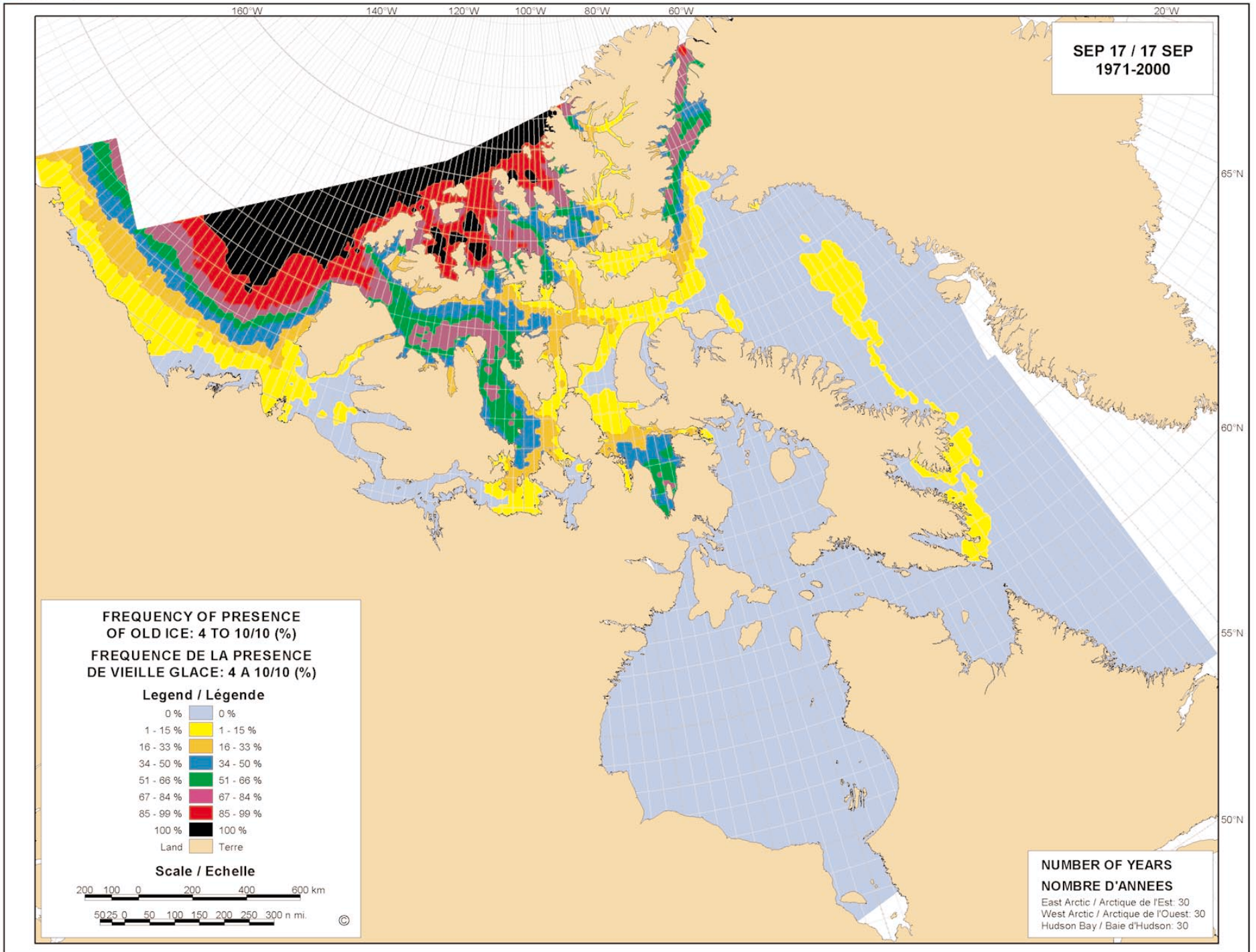


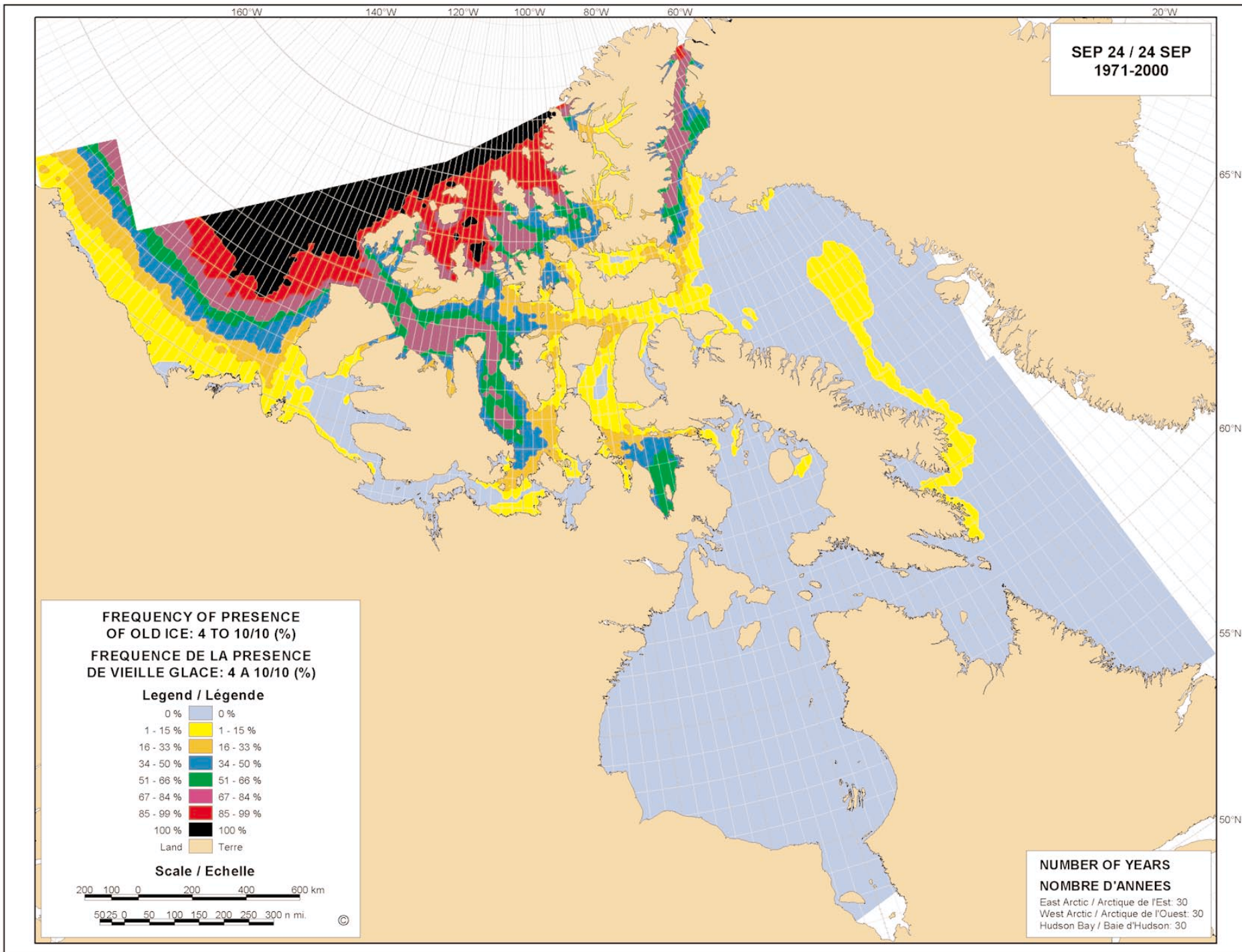


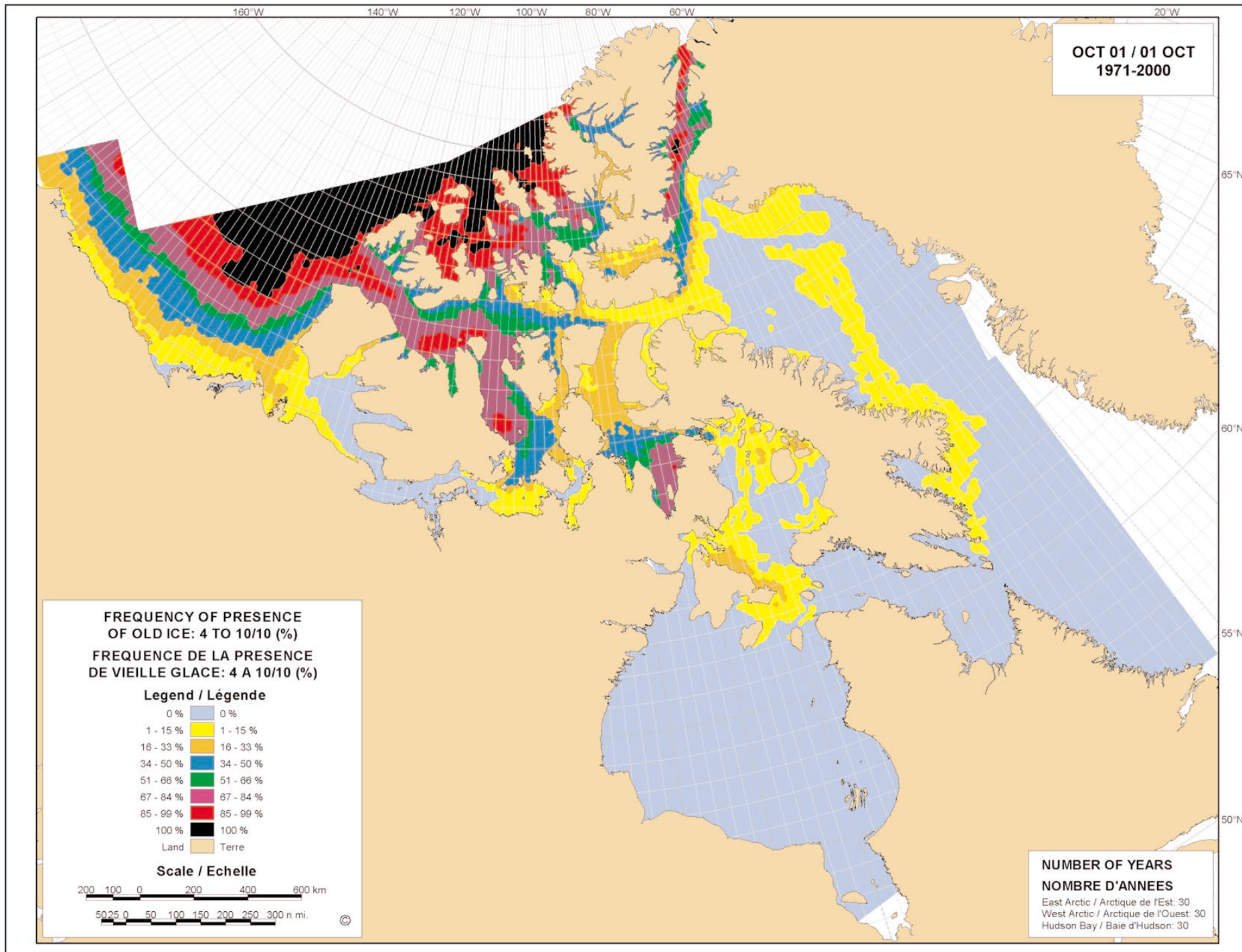


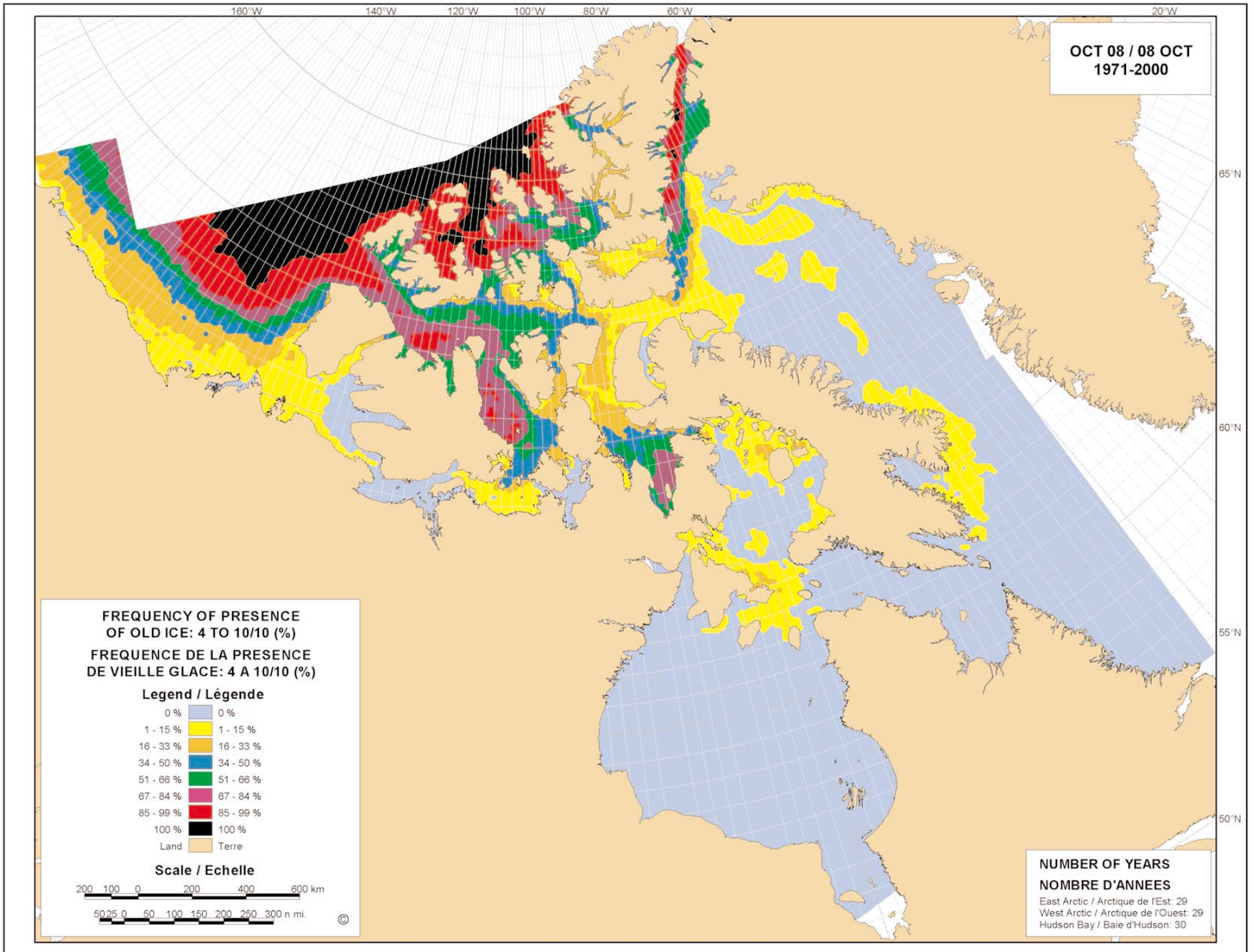


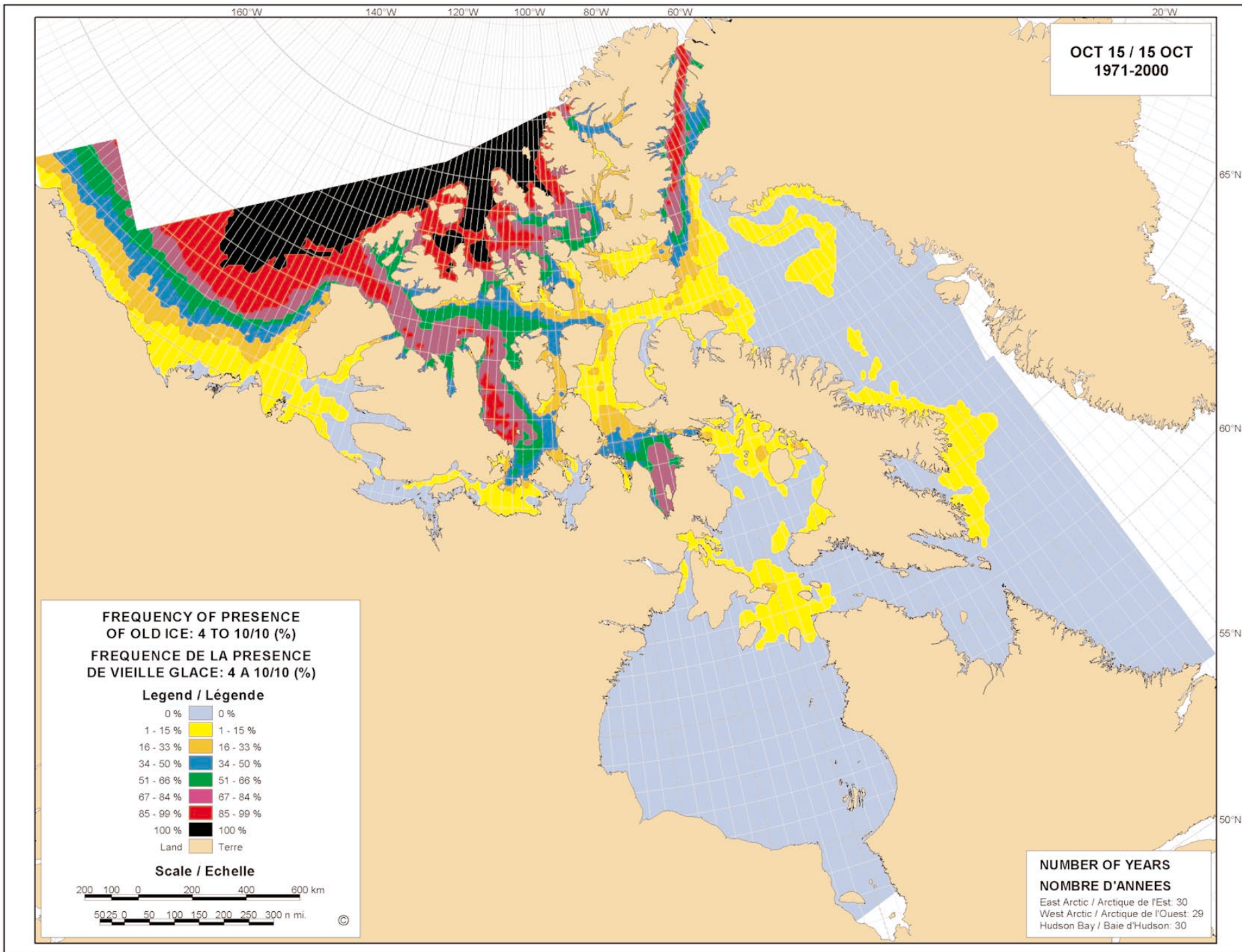


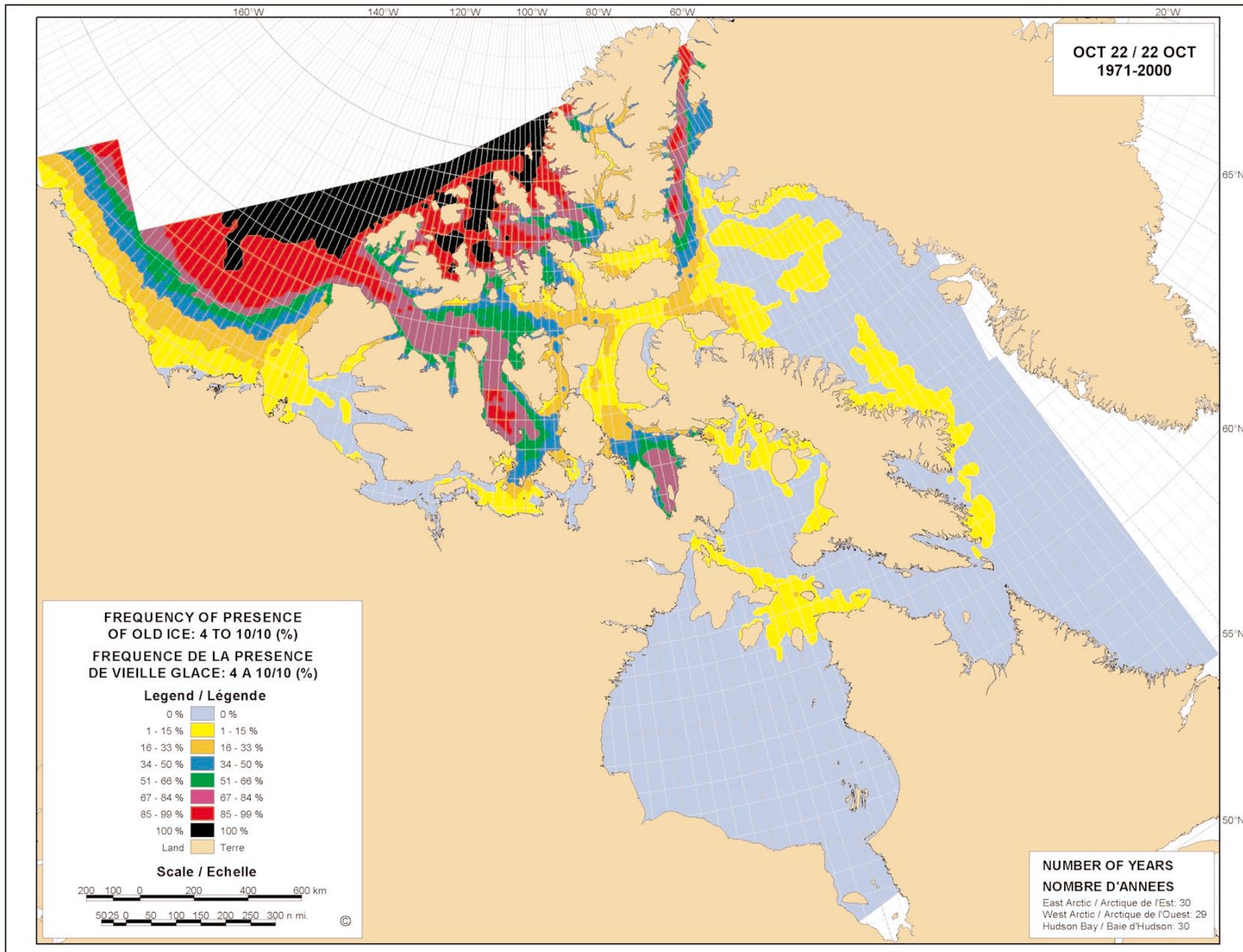


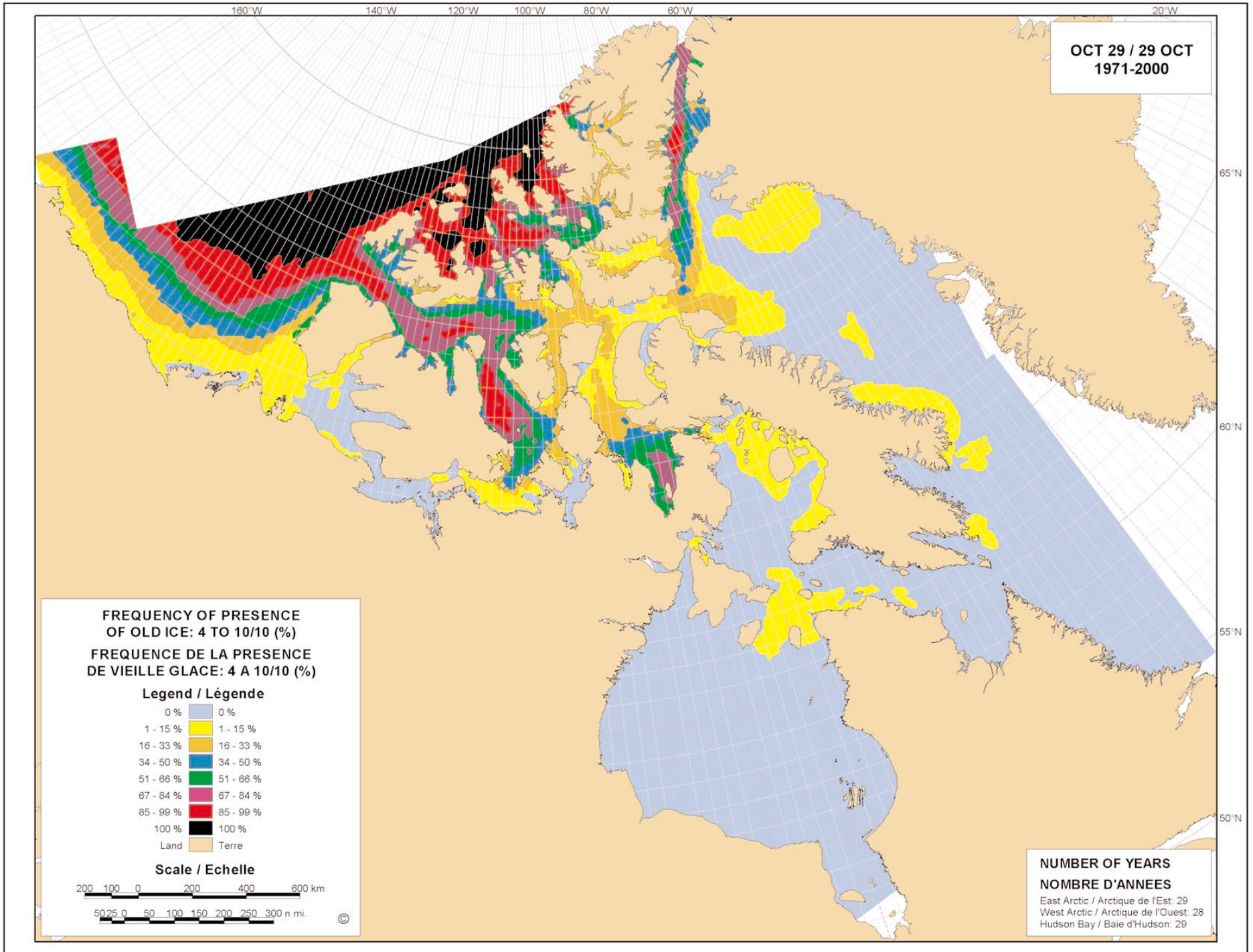


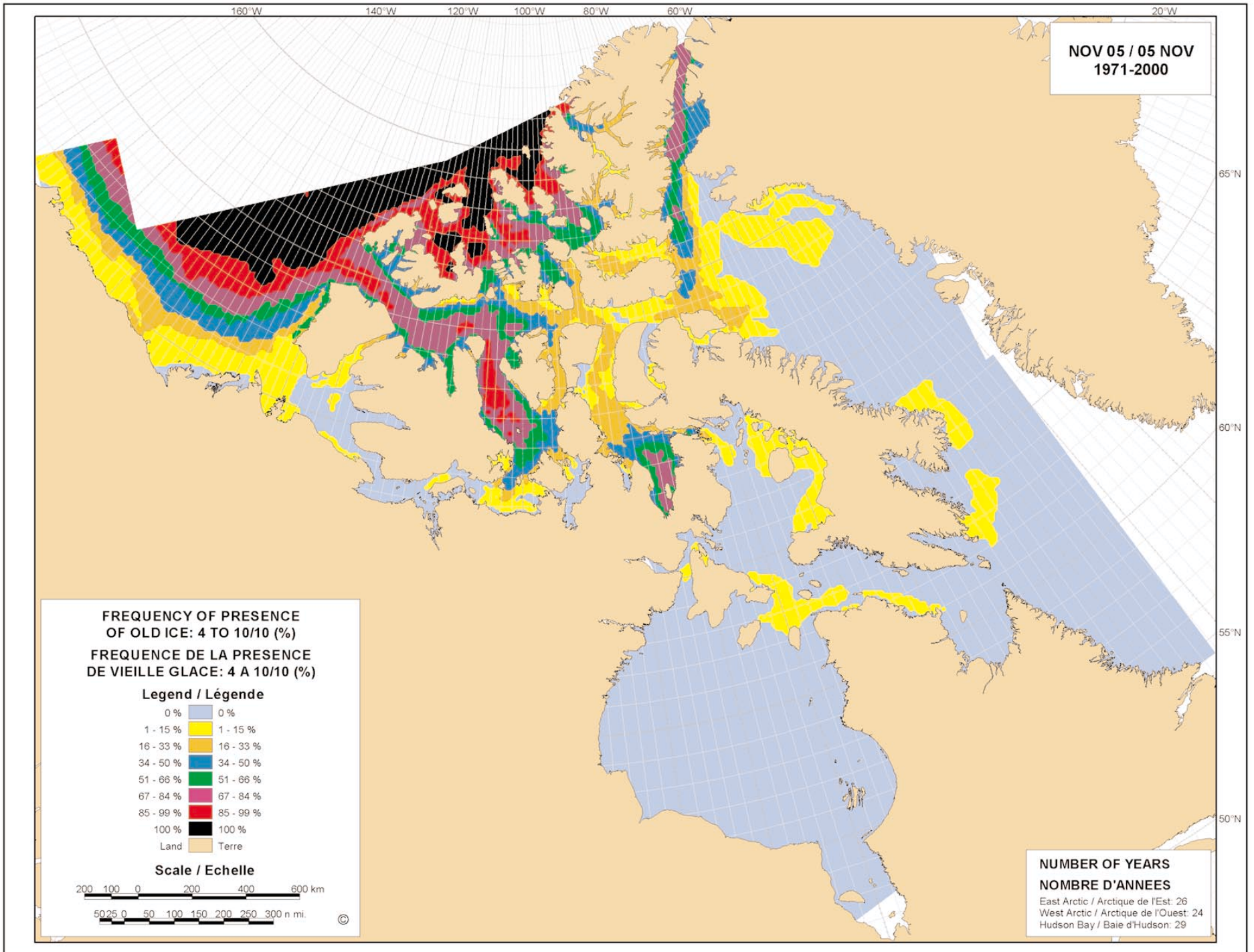


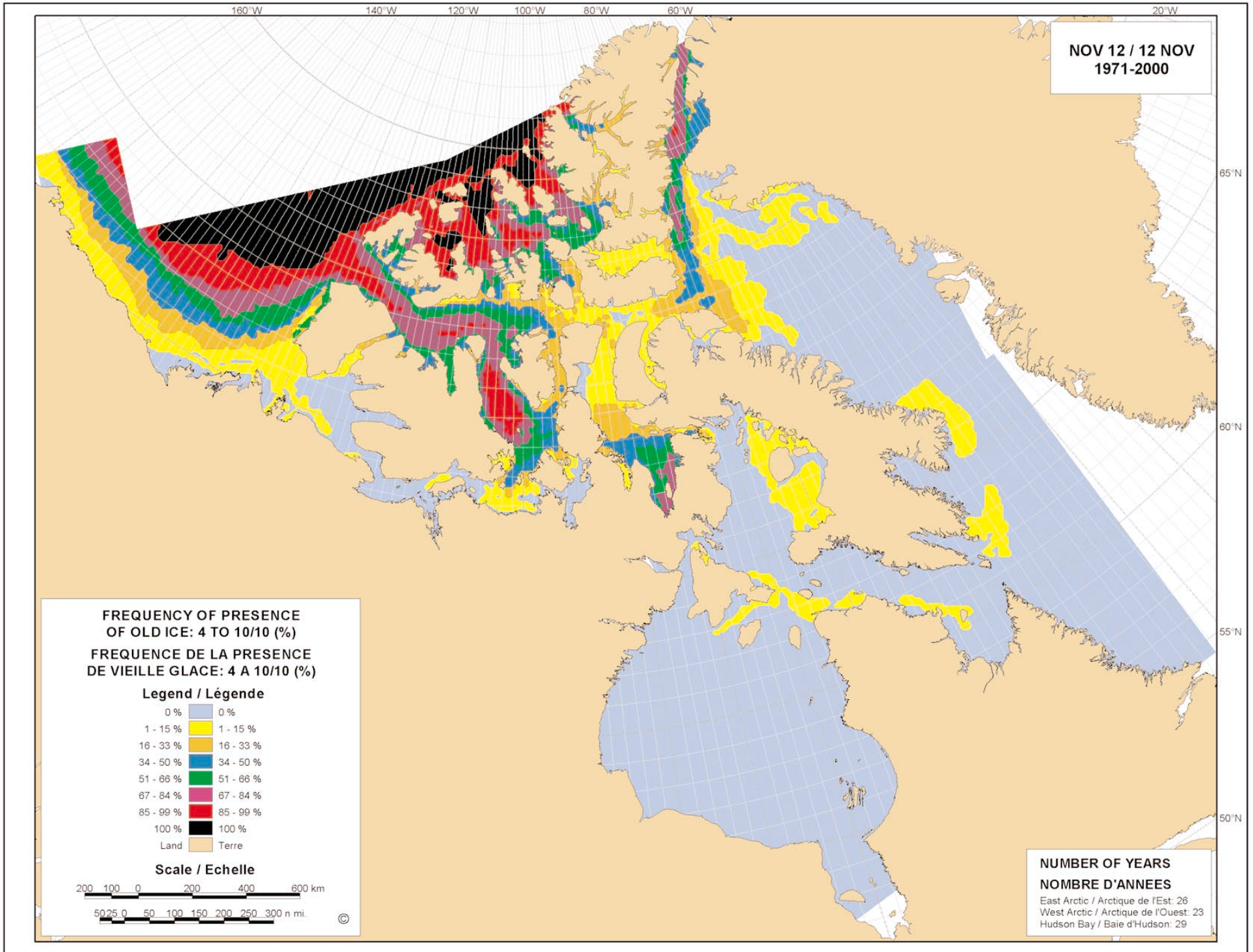


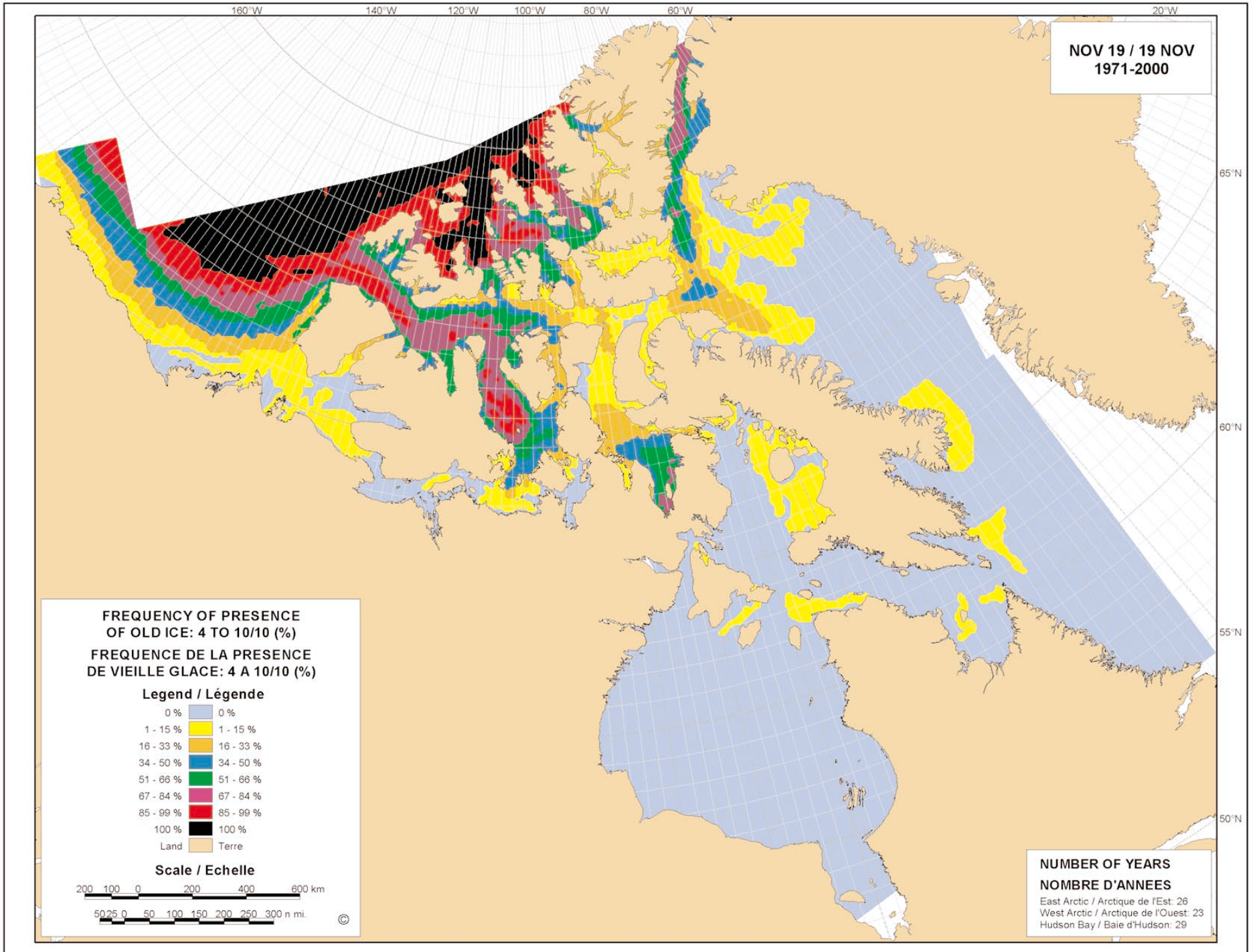


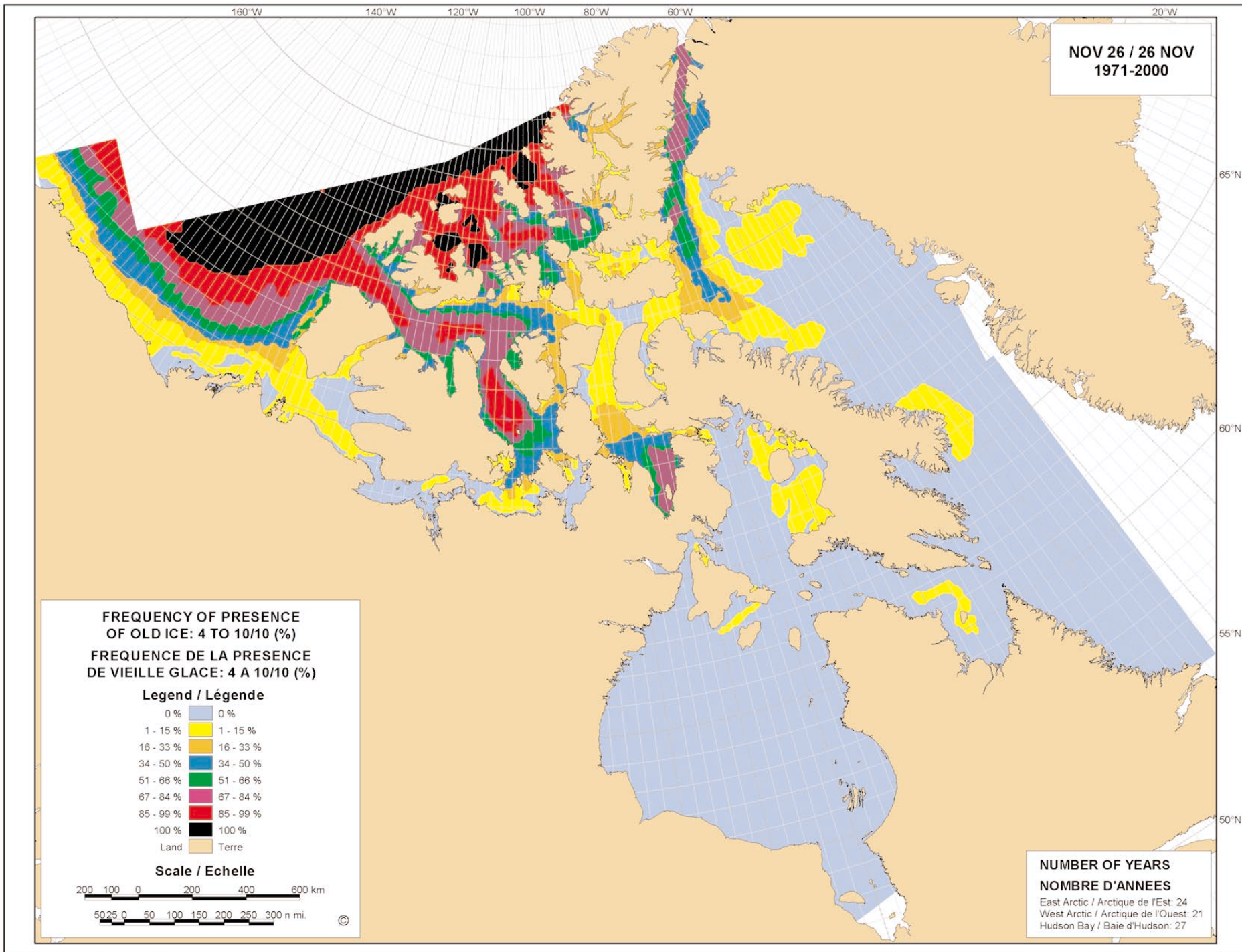


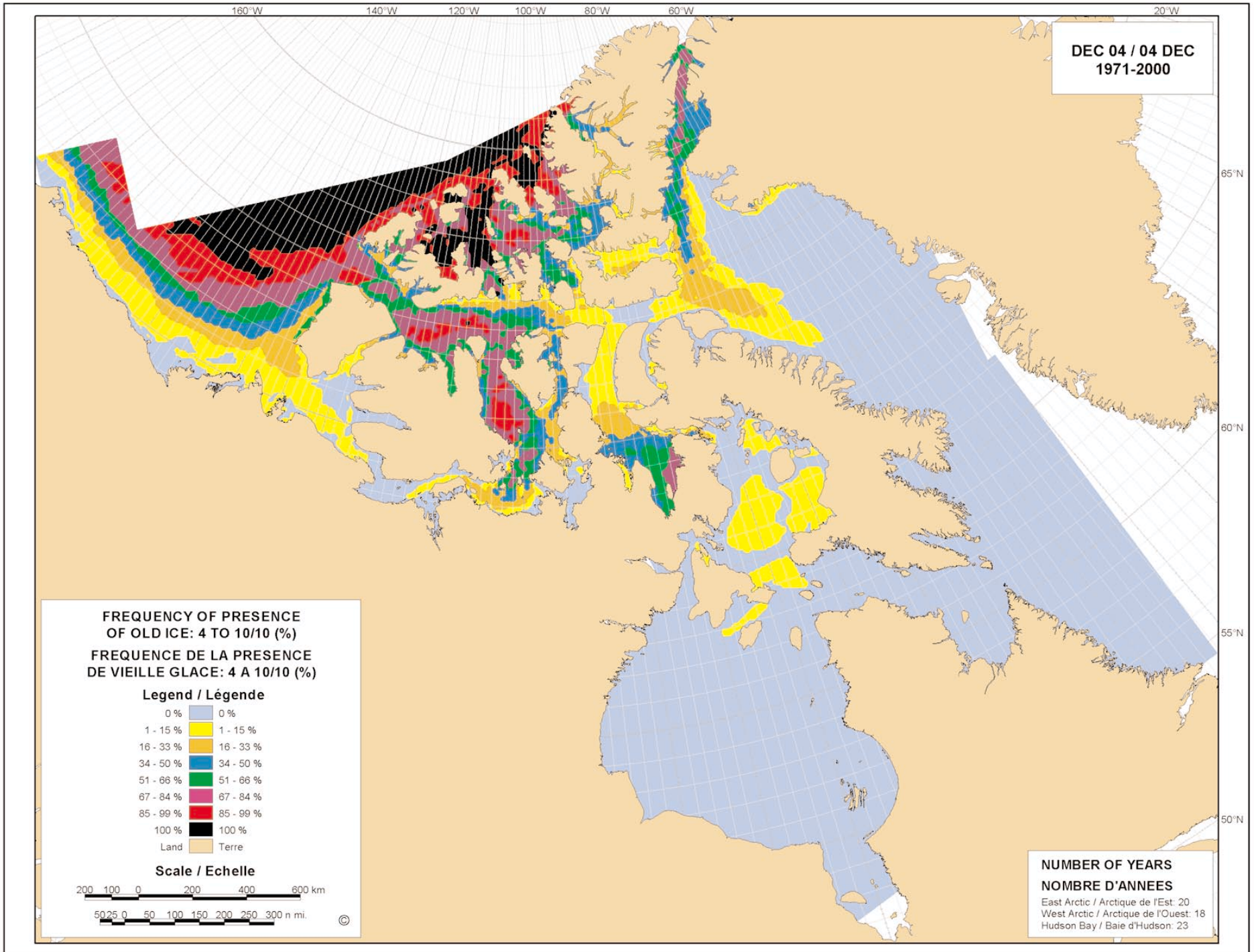






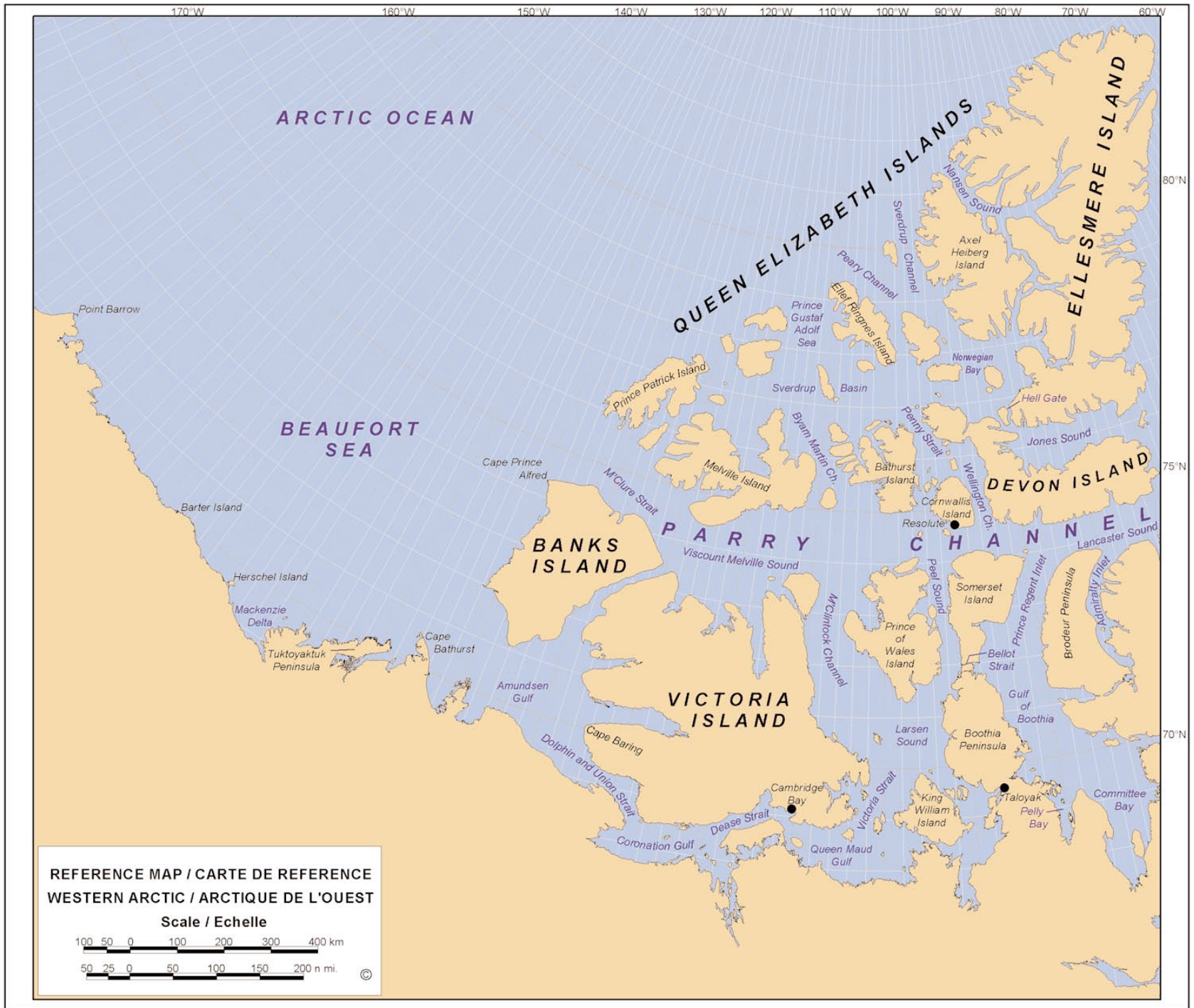


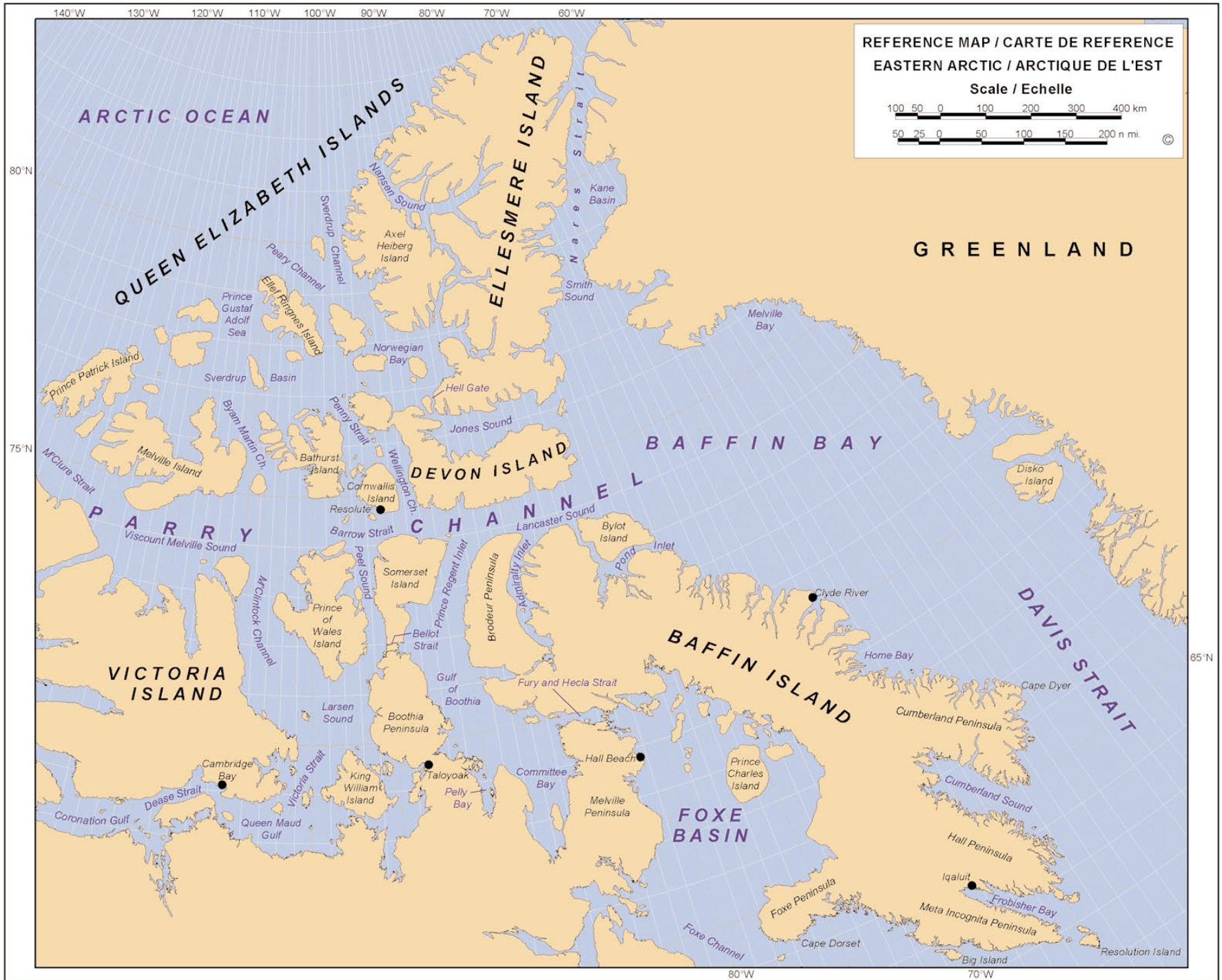


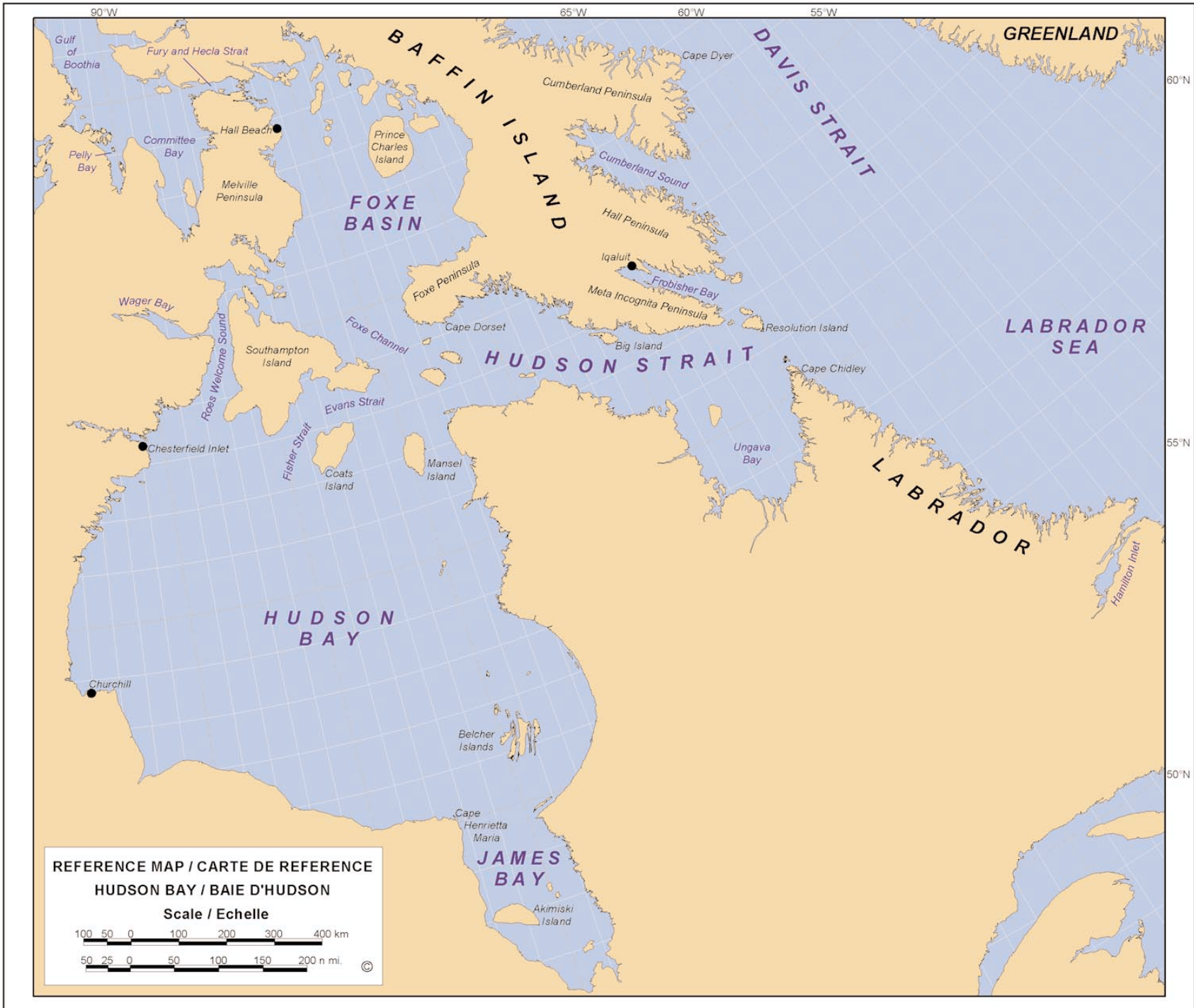


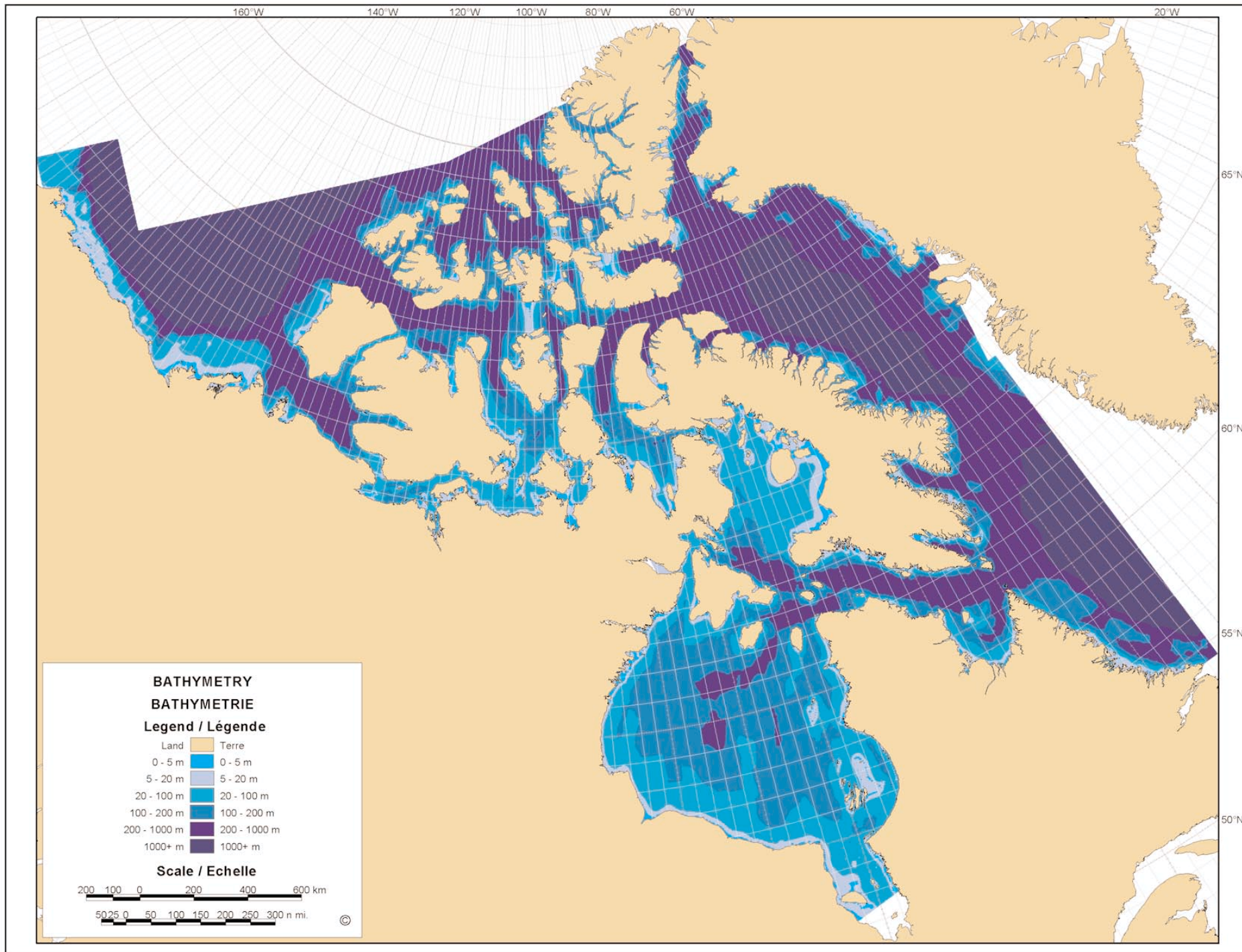
APPENDIX B: SUPPORT MAPS AND GRAPHS

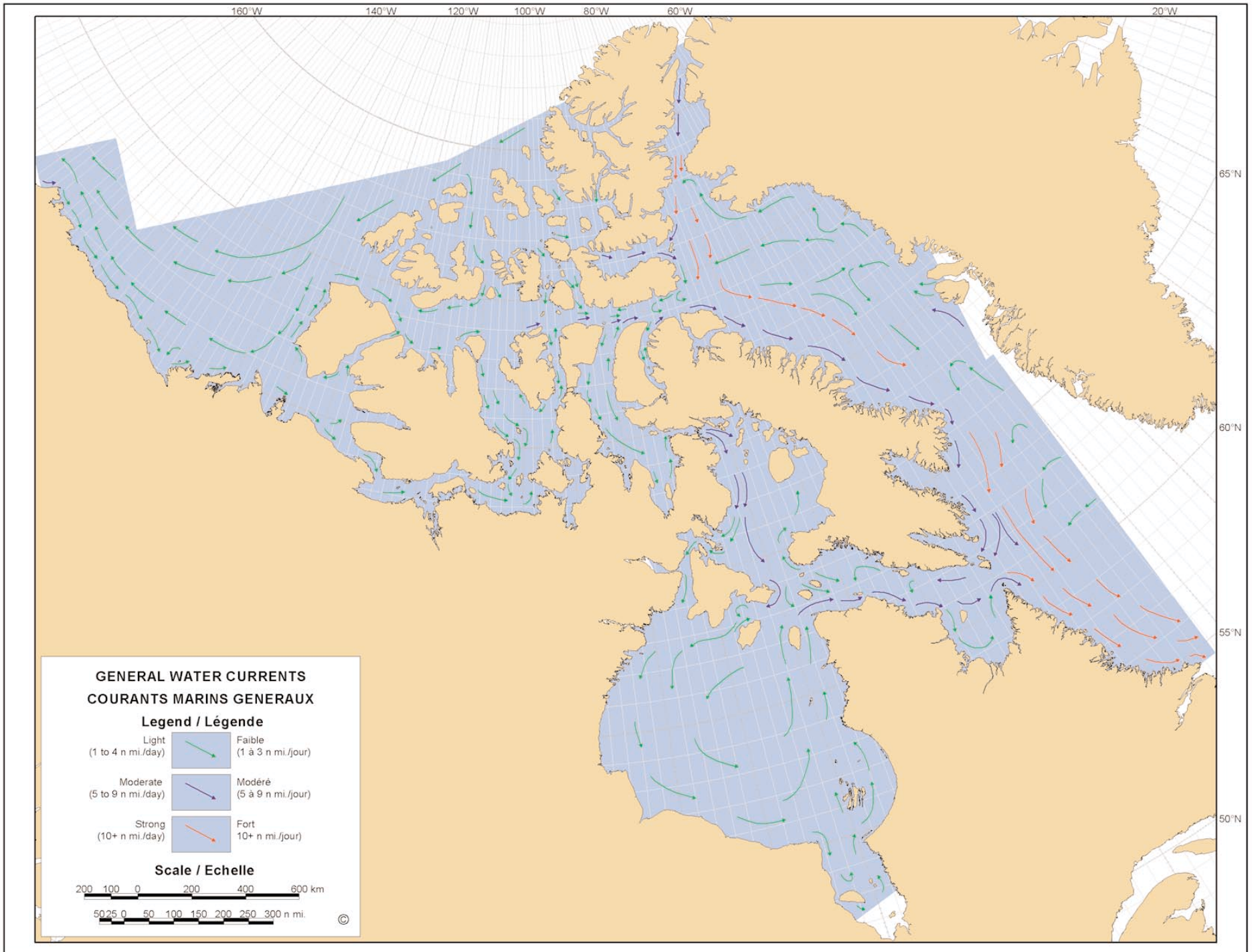
ANNEXE B: CARTES DE SOUTIEN ET GRAPHES











Total Ice Coverage for Northern Canadian Waters (September 10) / Couverture totale de glace pour les Eaux du nord canadien (10 Septembre)

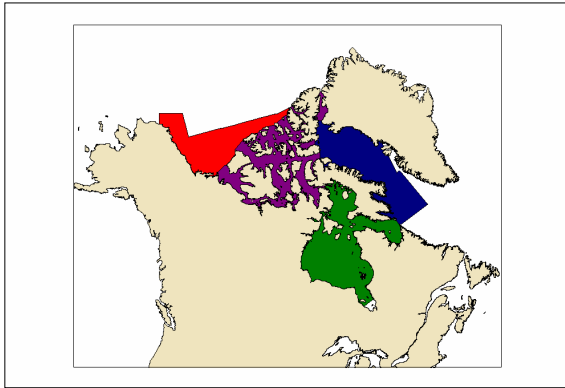


Figure b1. Areas for ice coverage calculations / Régions pour calculs de couverture de glace

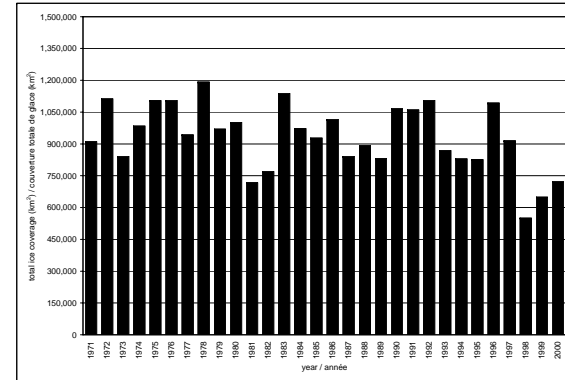


Figure b2. All Regions / Toutes les régions

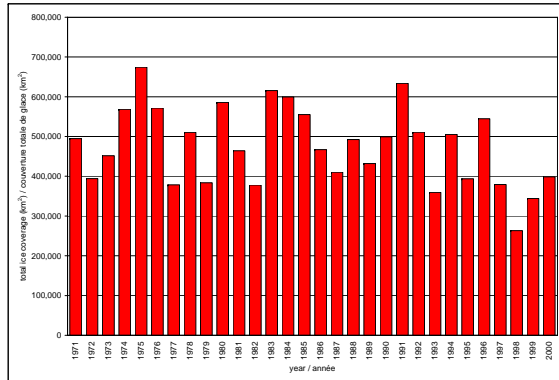


Figure b3. Beaufort Sea / Mer de Beaufort

Corrections March 2007
 Figures have been updated to correct erroneous values in b2 and b4 for 1996. Note that the modification of the areas may also result in minor differences in values (see figure b1 on this page). / **Correction Mars 2007**
 Les figures ont été mises à jour afin de corriger les valeurs erronées dans b2 et b4 pour 1996. Notez que la modification des régions peut aussi résulter en de légères différences des valeurs (voir figure b1 sur cette page).

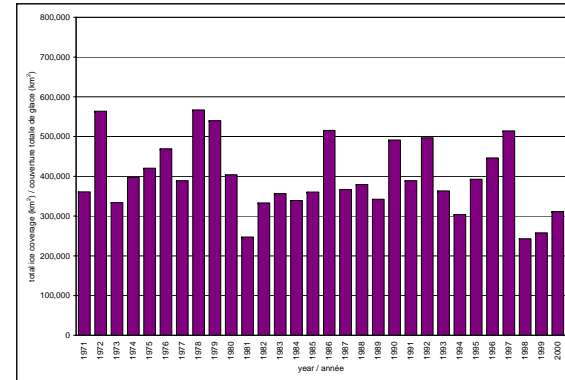


Figure b4. Arctic Archipelago / Archipel arctique

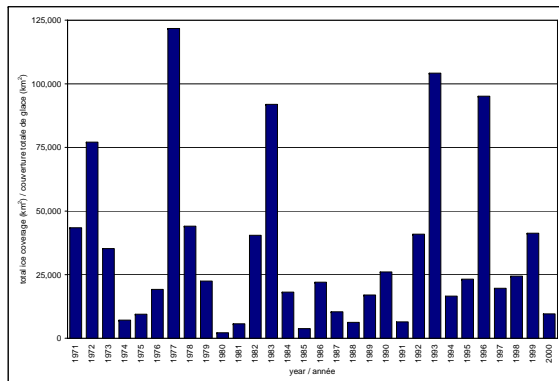


Figure b5. Baffin Bay and Davis Strait / Baie de Baffin et Détroit de Davis

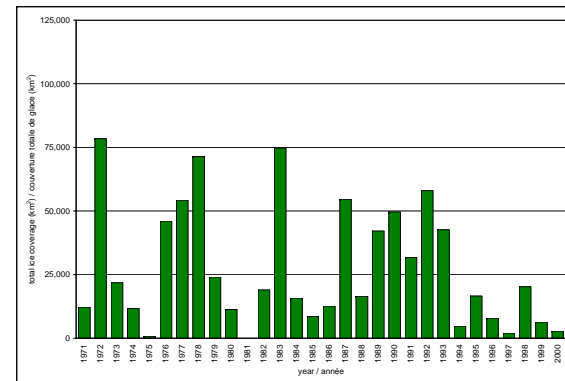


Figure b6. Hudson Bay, James Bay, and Foxe Basin / Baie d'Hudson, Baie James, et Bassin Foxe