PLATE 19. FREEZE-UP AND BREAK-UP OF RIVERS AND LAKES

Introduction

The four maps on the accompanying plate depict, in a general way, the average dates on which freshwater bodies in Canada become completely ice-covered in the fall, and become completely ice-free in the spring. The formation of an ice cover on a water body is called freeze-up; and the melting and dissipation of this ice cover is called break-up.

Freeze-up begins when surface water is cooled to 0°C and ice crystals begin to form; it ends when the water body has attained its maximum ice coverage. Most lakes freeze over completely; rivers may or may not, depending on their location, size, and flow characteristics. The final stage of the freeze-up process may be termed "freeze-over".

Break-up normally begins when air temperatures rise above 0°C, and surface and internal melting of the ice sheet begins. The process is aided by the action of winds and currents, which results in mechanical breaking of the ice. Break-up ends when the water body becomes completely clear of all ice. Many rivers and lakes in the Arctic region, however, may never become completely ice free because of the shortness of the melting season.

Data Collection and Map Compilation

Maps 19A and 19B display the isochrones (time lines) of the mean dates on which rivers and lakes respectively become completely frozen over. Maps 19C and 19D show the mean dates on which rivers and lakes become completely clear of ice.

The basic data used in the preparation of these maps were recorded at stations operated by or for the Atmospheric Environment Service (AES). A regular program to observe the dates on which significant events in the freeze-up and break-up processes occur was instituted in 1956 at weather stations across Canada. Normally, the observations are related to rivers and lakes in the immediate vicinity of the station. Many historical records of freeze-up and break-up, some dating back to the nineteenth century, were collected from a variety of sources before the weather station program started. The length of the record for individual lakes and rivers varies considerably, and data for some years are missing, i.e. the records are not necessarily continuous.

The stations whose data (up to the spring of 1973) were used in the analysis are shown on the accompanying maps by means of a symbol which indicates the length of the station's record. Records of less than five years' duration were not used except with caution to fill otherwise blank areas in the network.

Interpretation

The maps depict only a very generalized pattern of the occurrence of freeze-over and ice clearance. The isolines were, for the most part, constructed objectively, being based solely on the mean dates for the water bodies for which information was available [1,2]. Since many of the water bodies are adjacent to weather stations, and were chosen on the basis of convenience, their ice regimes are not necessarily representative of other rivers or lakes in the same general area. Thus the dates of freeze-over or ice clearance for a large lake for which no data are available cannot necessarily be inferred accurately because the map construction in the area may have been based on a small lake. However, freeze-up and break-up of large lakes such as Great Bear, Great Slave, and Athabasca are indicated because the relevant data were recorded for these lakes. No precise dates are available for the Great Lakes, but annual ice reconnaissance flights which began in the spring of 1960 indicate that maximum ice coverage occurs during February or March, whereas adjacent smaller lakes normally are frozen over in December. In Maps 19A and 19C the isolines may not be reliable for the St. Lawrence River above Quebec and they do not apply to the river below Quebec.

Dashed isolines are used to depict the dates on which the mean daily air temperature drops to 0°C in the fall, and rises to 0°C in the spring. It should be noted that these isolines roughly parallel the freeze-over and clearing isolines, indicating that air temperature is a factor of major significance in the processes of freeze-up and break-up.

In general, rivers freeze over later and clear earlier than lakes in the same area. This is due to the effect of river currents, which retard freezing in the fall and aid the breaking up of the ice in spring. After the mean daily air temperature drops below freezing, a large number of rivers take 4 to 5 weeks to become ice fast, although many small rivers require less than 2 weeks. A few large rivers, notably the Mackenzie and Upper Fraser, require 6 weeks or longer. On the other hand, most moderate-sized lakes, especially in the more northerly regions, require only 2 to 3 weeks to freeze over, although again many small lakes are frozen completely in less than 2 weeks, and large lakes such as Great Bear and Great Slave require 6 to 8 weeks.

The clearing time for rivers, reckoned from the date on which the mean daily air temperature rises to 0°C, varies from less than 1 week for small rivers in southern Canada, to more than 4 weeks for the upper reaches of the Mackenzie. For lakes, the clearing times range from less than 2 weeks for small lakes in southern Canada to more than 8 weeks for Great Bear.

Additional references [3-13] have been included for those wishing details on specific freeze-up and break-up studies conducted in various parts of the country.

Acknowledgments

The maps and text were prepared by W.T.R. Allen of the Atmospheric Environment Service, Department of Fisheries and the Environment.

Selected References

[1] Allen, W.T.R. and Cudbird, B.S.V. 1971. Freeze-up and break-up dates of water bodies in Canada. Atmospheric Environment Service, Department of the Environment, Toronto.

[2] Allen, W.T.R. 1964. Break-up and freeze-up dates in Canada. Department of Transport, Meteorological Branch, CIR-4116, ICE-17.

[3] Brown, R.J.E. 1957. Observations on break-up in the Mackenzie River and its delta in 1954. Journal of Glaciology, Vol. 3, No. 22, pp. 133-141.

[4] Burbidge, F.E. and Lauder, J.R. 1957. A preliminary investigation into break-up and freeze-up conditions in Canada. Department of Transport, Meteorological Branch, CIR-2939, TEC-252.

[5] Manual of freeze-up and break-up of water bodies. 1969. Meteorological Branch, Department of Transport.

[6] Catchpole, A.J.W. and Moodie, D.W. 1974. Changes in the Canadian definitions of break-up and freeze-up. Atmosphere, Vol. 12, No. 4, pp. 133-138.

[7] Catchpole, A.J.W., Moodie, D.W., and Kaye, B. 1970. Content analysis: a method for identification of dates of first freezing and first breaking from descriptive accounts. The Professional Geographer, Vol. XXII, No. 5, pp. 252-257.

[8] MacKay, D.K. and Mackay, J. Ross. 1965. Historical records of freeze-up and break-up on the Churchill and Hayes Rivers. Geographical Bulletin, Vol. 7, pp. 7-16.

[9] Mackay, J. Ross. 1963. Progress of break-up and freeze-up along the Mackenzie River. Geographical Bulletin, No. 10, pp. 103-116.

[10] Mackay, J. Ross. 1961. Freeze-up and break-up of the lower Mackenzie River, Northwest Territories. *In* Geology of the Arctic. University of Toronto Press, Vol. 2, pp. 1119-1134.

[11] Mackay, J. Ross. 1961. A study of freeze-up and break-up at Fort Good Hope, N.W.T. Thought, W.J. Gage, Toronto, pp. 65-71.

[12] Singh, B. 1973. Break-up and freeze-up dates: a case study of inconsistencies in climatological data. M.A. Thesis, University of Manitoba, Winnipeg.

[13] Williams, J.R. 1955. Observations of freeze-up and break-up of the Yukon River at Beaver, Alaska. Journal of Glaciology, Vol. 2, No. 17, pp. 488-495.

PLANCHE 19. GEL ET DÉBÂCLE DES GLACES DES COURS D'EAU ET DES LACS

Introduction

Les quatre cartes de la planche ci-jointe indiquent, d'une manière générale, les dates moyennes auxquelles les nappes d'eau douce du Canada deviennent complètement recouvertes de glace en automne et complètement libres au printemps. La formation d'une couverture de glace à la surface d'une nappe d'eau est désignée du nom de prise de la glace; la rupture et l'élimination du couvert de glace en rivière constituent la débâcle.

La glace commence à se former quand l'eau de surface atteint 0°C et que des cristaux font leur apparition. La surface de la plupart des lacs gèle complètement; cependant, celle de certains cours d'eau ne gèle pas, en vertu de leur situation géographique, leur dimension et les caractéristiques de leur écoulement.

La débâcle s'amorce habituellement quand la température de l'air dépasse 0°C et que la couverture de glace commence à fondre en surface et en profondeur. Ce processus est favorisé par l'action des vents et des courants qui provoquent un bris mécanique de la glace. La débâcle se termine lorsque la surface est complètement libre de glace. Cependant, plusieurs lacs et cours d'eau des régions arctiques ne deviennent jamais complètement libres de glace à cause de la courte durée de la saison de fonte.

Cueillette des données et cartographie

Les cartes 19A et 19B montrent les isochrones (lignes de temps égaux) des dates moyennes auxquelles les cours d'eau et les lacs, respectivement, deviennent complètement recouverts de glace. Les cartes 19C et 19D présentent les dates moyennes auxquelles les cours d'eau et les lacs, respectivement, deviennent complètement libres de glace.

Les données de base utilisées pour la préparation de ces cartes proviennent de stations météorologiques du Service de l'environnement atmosphérique. En 1956, on a instauré un programme d'observation régulière des dates significatives de la prise et de la débâcle des glaces. Le programme touche toutes les stations météorologiques du Canada. Habituellement, les observations ont trait aux cours d'eau et aux lacs adjacents à la station. Diverses sources ont fourni, bien avant le début de ce programme, un grand nombre de relevés historiques sur les dates de la prise et de la débâcle des glaces, certains relevés datant du 19e siècle. Les périodes d'enregistrement varient considérablement d'une nappe d'eau à une autre, et il manque des données pour certaines années; les relevés ne sont donc pas nécessairement continus.

Les stations dont les données (jusqu'au printemps de 1973) ont servi à l'étude, sont identifiées sur les cartes à l'aide d'un symbole qui décrit la durée de la période d'enregistrement. On n'a pas utilisé les périodes d'enregistrement de moins de cinq ans, à l'exception de certains endroits qui autrement seraient restés non documentés.

Interprétation

Les cartes ne donnent qu'une vue générale de la prise et de la débâcle des glaces. La plus grande partie des isochrones ont été tracés objectivement; ils sont uniquement basés sur les dates moyennes obtenues pour des nappes d'eau pour lesquelles on disposait d'observations [1 et 2]. Du fait qu'un grand nombre des nappes d'eau étudiées sont obligatoirement situées près des stations météorologiques, leur régime de formation de la glace n'est pas nécessairement représentatif de celui des autres lacs et cours d'eau de la même région. Les dates indiquées pour un grand lac où les données n'étaient pas disponibles ne peuvent donc pas être considérées comme exactes, car on a pu utiliser des données provenant d'un petit lac pour établir cette partie de la carte. Les dates de grands lacs tels le Grand lac de l'Ours, le Grand lac des Esclaves et le lac Athabasca sont cependant indiquées, les données étant enregistrées. On ne possède pas de données précises pour les Grands lacs, mais les vols de reconnaissance aérienne effectués chaque année depuis le printemps de 1960, montrent que la formation du couvert de glace est complétée en février ou en mars tandis que les lacs adjacents plus petits sont normalement gelés en décembre. Aux cartes 19A et 19C, les isochrones du fleuve Saint-Laurent en amont de Québec peuvent ne pas être exacts et ils ne s'appliquent pas à la partie du fleuve située en aval de Québec.

Les isochrones en pointillés sont utilisés pour représenter les dates où la température moyenne quotidienne de l'air baisse à 0°C en automne et s'élève à 0°C au printemps. Il est à remarquer que ces isochrones ont tendance à être parallèles à ceux des dates de prise de la glace et de la débâcle indiquant ainsi que la température de l'air est un facteur de la plus grande importance dans ce processus.

En général, les cours d'eau gèlent plus tard et sont libres plus tôt que les lacs dans une même région. Cela est dû à l'effet des courants qui retardent la prise de la glace en automne et favorisent la débâcle au printemps. Une fois la température moyenne quotidienne de l'air descendue au-dessous du point de congélation, un grand nombre de cours d'eau deviennent complètement recouverts de glace en quatre ou cinq semaines, bien que beaucoup de petits cours d'eau le font en moins de deux semaines. Quelques grands cours d'eau, comme le Mackenzie et le Fraser supérieur, gèlent en six semaines ou davantage. Mais des lacs de grandeur moyenne, surtout dans les régions les plus au nord, peuvent geler en deux ou trois semaines, bien qu'ici aussi beaucoup de petits lacs gèlent complètement en moins de deux semaines et les grands lacs, comme le Grand lac de l'Ours et le Grand lac des Esclaves, le font en six ou huit semaines.

Le temps nécessaire à un cours d'eau pour se libérer de la glace, calculé à compter de la date où la température moyenne quotidienne de l'air remonte à 0°C, varie de moins d'une semaine pour les petits cours d'eau du sud du Canada à plus de quatre semaines dans les parties les plus au nord du Mackenzie. Pour les lacs, il varie de moins de deux semaines pour les petits lacs du sud du pays à plus de huit semaines pour le Grand lac de l'Ours.

On a ajouté d'autres ouvrages de référence [3 à 13] pour ceux qui désireraient obtenir les détails d'études effectuées sur le gel et la débâcle des glaces à divers endroits du pays.

Remerciements

M. W.T.R. Allen du Service de l'environnement atmosphérique, ministère des Pêches et de l'Environnement, a préparé les cartes et le texte.

Références

[1] Allen, W.T.R. et Cudbird, B.S.V. 1971. *Freeze-up and Break-up Dates of Water Bodies in Canada.* Service de l'environnement atmosphérique, ministère de l'Environnement, Toronto.

[2] Allen, W.T.R. 1964. *Break-up and freeze-up dates in Canada.* Direction de la météorologie, ministère des Transports, CIR-4116, ICE-17.

[3] Brown, R.J.E. 1957. *Observations on break-up in the Mackenzie River and its delta in 1954.* Article tiré du *Journal of Glaciology*, vol. 3, n° 22, p. 133 à 141.

[4] Burbidge, F.E. et Lauder, J.R. 1957. *A preliminary investigation into break-up and freeze-up conditions in Canada.* Direction de la météorologie, ministère des Transports, CIR-2939, TEC-252.

[5] *Manual of freeze-up and break-up of water bodies, 1969.* Direction de la météorologie, ministère des Transports.

[6] Catchpole, A.J.W. et Moodie, D.W. 1974. *Changes in the Canadian definitions of break-up and freeze-up.* Article paru dans *Atmosphere*, vol. 12, n° 4, p. 133 à 138.

[7] Catchpole, A.J.W., Moodie, D.W. et Kaye, B. 1970. *Content analysis: a method for identification of date of first freezing and first breaking from descriptive accounts.* Article paru dans *The Professional Geographer*, vol. XXII, n° 5, p. 252 à 257.

[8] MacKay, D.K. et Mackay, J. Ross 1965. *Historical records of freeze-up and break-up on the Churchill and Hayes Rivers.* Article tiré du *Geographical Bulletin*, vol. 7, p. 7 à 16.

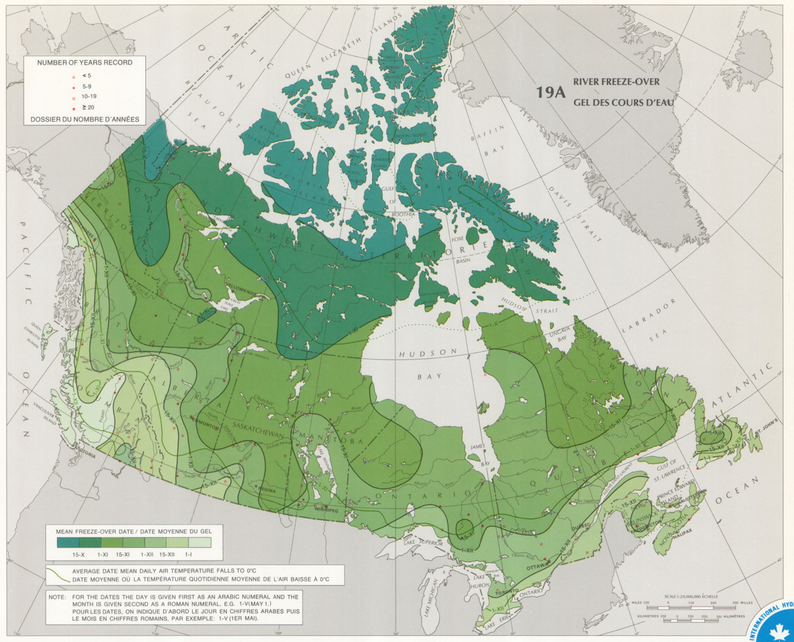
[9] Mackay, J. Ross. 1963. *Progress of break-up and freeze-up along the Mackenzie River.* Article tiré du *Geographical Bulletin*, no 10, p. 103 à 116.

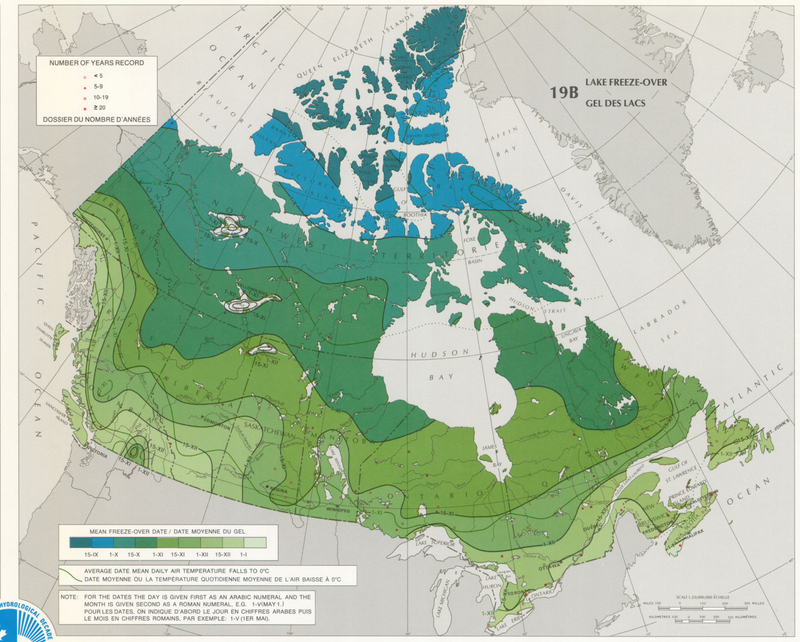
[10] Mackay, J. Ross. 1961. *Freeze-up and break-up of the lower Mackenzie River, Northwest Territories.* Article paru dans *Geology of the Arctic*, Presses de l'Université de Toronto, vol. 2, p. 1119 à 1134.

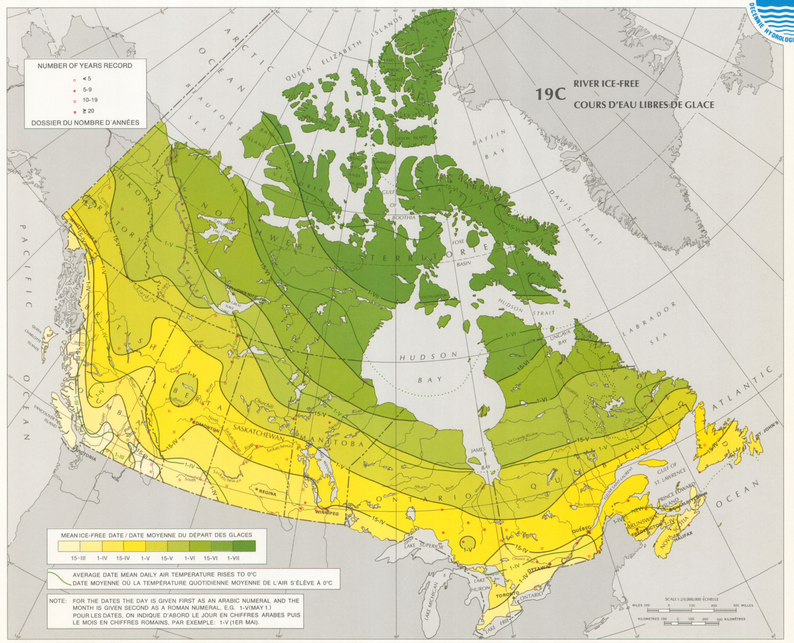
[11] Mackay, J. Ross. 1961. *A study of freeze-up and break-up at Fort Good Hope, N.W.T.* Thought, W.J. Gage, Toronto, p. 65 à 71.

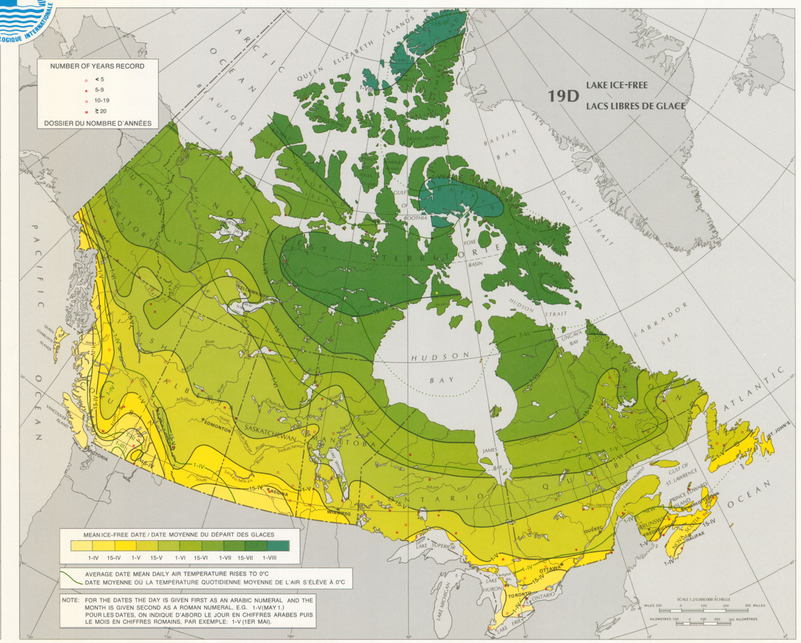
[12] Singh, B. 1973. *Break-up and freeze-up dates: a case study of inconsistencies in climatological data.* Thèse de maîtrise, l'Université du Manitoba, Winnipeg.

[13] Williams, J.R. 1955. *Observations of freeze-up and break-up of the Yukon River at Beaver, Alaska.* Article paru dans le *Journal of Glaciology*, vol. 2, n° 17, p. 488 à 495.









PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, PARALLÈLES STANDARD 49°N ET 77°N.
SOURCE DE DONNÉES: CANADA, MINISTÈRE DES PÊCHES ET DE L'ENVIRONNEMENT, SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHÉRIQUE, 1975.

LAMBERT CONFORMAL CONICAL PROJECTION, STANDARD PARALLELS 49°N AND 77°N.
DATA SOURCE: CANADA, DEPARTMENT OF FISHERIES AND THE ENVIRONMENT, ATMOSPHERIC ENVIRONMENT SERVICE, 1975.