PLATE 30. SURFICIAL HYDROGEOLOGY

Introduction

During the Pleistocene epoch Canada was almost entirely covered by glaciers. Hence, although there are extensive and hydrologically important alluvial (river) deposits, as well as lesser areas of eolian (wind-deposited) materials, the country's unconsolidated surficial materials are predominantly of glacial derivation.

These highly variable and irregular glacial materials contain many of the best local near-surface aquifers. The groundwater resource potential of the materials depends on their intergranular porosity and permeability, which result from the mode of deposition.

Some glacial materials were deposited directly by ice; others, by running water and standing meltwater. In size they range from a very fine rock flour and clays through sands and gravels to large blocks. Tills and clays, however, are the predominant glacial deposits. A till is a mixture of all sizes of materials in which clays, silts, and sands dominate. Till is found in large structureless sheets extending for many hundreds of kilometres and varying in thickness from a metre or less to 25 metres or more.

Other forms of glacial deposits commonly found in Canada are eskers, kames, and outwash deposits. They also have the potential to meet local water supply requirements, such as single-family domestic needs and the demands of small municipalities.

Alluvial deposits, although not large enough to show on this map, can be very important locally. They have the ability to supply medium-sized municipalities and major industrial plant needs.

Quantity and Quality Considerations

In Canada, groundwater supplies about 20 per cent of the total number of individual water systems, but only 5 to 10 per cent of the total volume. The majority of the better groundwater supplies tend to be obtained from surficial aquifers [1].

Quality requirements for groundwater vary depending on water use. For drinking water, Health and Welfare Canada has put forth the recommendations listed in Table 1 [2].

Data were supplied by various provincial agencies. The map shows quantity and quality of groundwater rather than type of surficial aquifer material because of the variability and complexity of the materials and because of scale limitations of the map. The common surficial aquifer types and the quantity and quality of water that might be obtained from them are depicted on this plate and are described below using the hydrogeological regions shown on Plate 29 [1].

Appalachian Hydrogeological Region

The surficial deposits of the Appalachian Hydrogeological Region are composed primarily of Pleistocene sand and gravel deposits which occur as eskers, kames, and outwash plains. The deposits are generally small in size and of limited distribution and are commonly confined to valleys. The thin layer of till that covers most of the Maritimes is a relatively poor aquifer. In general, in this region, the groundwater quality is in the range of 500-2500 ppm (parts per million) TDS (total dissolved solids) except in Prince Edward Island, where the range is less than 500 ppm TDS. Yields are approximately 2 to 8 litres per second (25 to 100 imperial gallons per minute) with yields from some limited areas, e.g. river valleys, being higher.

St. Lawrence Hydrogeological Region

The surficial deposits of the St. Lawrence Hydrogeological Region east of Kingston are composed primarily of sand deposits which originated either as beaches of the glacial era Champlain Sea or as high terraces formed during the early stages of the Ottawa and St. Lawrence Rivers. West of Kingston, the glacial sediments occur as kames and moraines of sands and gravels which are located to the north and west of Lake Ontario.

Water quality in this region varies from less than 500 ppm TDS in the west to a range of 500 to 2500 ppm TDS in the east. Yields are commonly from 0.5 to 2 litres per second (5 to 25 imperial gallons per minute), although areas do exist with yields of 2 to 8 litres per second (25 to 100 gallons per minute).

Canadian Shield Hydrogeological Region

Where the bedrock is not exposed, the Canadian Shield Hydrogeological Region is covered in most cases by a ground moraine consisting basically of a clay till, although some coarse-grained surficial materials may be found in existing bedrock valleys.

The quality of the water found in the region is generally less than 500 ppm TDS, and yields are less than 0.5 litres per second (5 imperial gallons per minute), although isolated areas of higher yields may occur.

Table 1. Recommended limits for chemicals in drinking water

Chemicals	Limit (milligrams per litre) Objective	Acceptable
Aldrin	Not detectable*	0.017
Ammonia as N	0.01	0.5
Arsenic as As	Not detectable	0.05
Barium as Ba	Not detectable	1.0
Boron as B		5.0
Cadmium as Cd	Not detectable	0.01
Calcium as Ca	< 75	200
Chlordane	Not detectable	0.003
Chloride as Cl	<250	250
Chromium as Cr+6	Not detectable	0.05
Copper as Cu	< 0.01	1.0
Cyanide as Cn	Not detectable	0.20
DDT	Not detectable	0.042
Dieldrin	Not detectable	0.017
Endrin	Not detectable	0.001
Heptaclor	Not detectable	0.018
Heptaclor Epoxide	Not detectable	0.018
Herbicides (e.g. 2,4-D, 2,4,5-T,2,4,5-TP)	Not detectable	0.100
Iron (dissolved) as Fe	< 0.05	0.3
Lead as Pb	Not detectable	0.05
Lindane	Not detectable	0.056
Magnesium as Mg	< 50	150
Manganese as Mn	< 0.01	0.05
Mercury as Hg†	Not detectable	0.002
Methoxyclor	Not detectable	0.035
Methylene blue active substance	< 0.2	0.2
Nitrate + Nitrite as N	< 10.0	10.0
Organic Phosphates ‡ Carbamates‖	Not detectable	0.100
Organics as CCE + CAE§	< 0.05	0.2
Phenolic substances as phenol	Not detectable	0.002
Phosphates as PO_4 (inorganic)	< 0.2	0.2
Selenium as Se	Not detectable	0.01
Silver as Ag		0.05
Sulphate as SO_4	<250	500
Sulphide as H_2S	Not detectable ¶	0.3
Total dissolved solids	<500	1000
Total hardness as $CaCO_3$	<120	No limit recommended¶
Toxaphene	Not detectable	0.005
Uranyl ion as UO_2	< 1.0	5.0
Zinc as Zn	< 1.0	5.0

* "Not detectable," i.e. by the specified approved analytical method.
† Based on limits established in United States; 0.001 acceptable limit in U.S.S.R.
‡ Expressed in parathion equivalents in cholinesterase inhibition.
§ Total of carbon chloroform and carbon alcohol extractibles.
‖ Based on taste and odour. Concentration greater than 0.05 mg/litre may be objected to by the majority of people.
¶ But any water containing >180 mg/litre is classified as "poor."

Note: Milligrams per litre corresponds approximately to parts per million as given on the map.

Interior Plains Hydrogeological Region

The surficial deposits of the Interior Plains Hydrogeological Region consist of till, lacustrine sediments, and outwash deposits. The till, which is commonly calcareous, is an unsorted mixture of clay, silt, sand, and boulders. In the Interior Plains the till thickens from west to east and averages approximately 20 metres in thickness, although thicknesses more than 100 metres have been measured. The relief of this till sheet varies locally from about 1 to 10 metres.

Major bedrock valley aquifers of either pre-glacial or post-glacial origin occur and form major aquifer systems with yields in excess of 80 litres per second (1000 imperial gallons per minute) and range in quality from 500 to 2500 ppm TDS.

The quality of water in the Interior Plains aquifers generally ranges from 500 to 2500 ppm TDS, with yields of less than 0.5 litres per second (5 imperial gallons per minute). Much higher yields are obtained from the stratified sands and gravels that are commonly found in the till. Lacustrine deposits composed chiefly of clay are found in lake basins and are not suitable for water supplies. Outwash deposits composed of well-sorted sands and gravels are found along the shores of former glacial lakes and at the mouths of meltwater channels. These deposits have a range of 500 to 2500 ppm TDS for water quality and yields in excess of 8 litres per second (100 imperial gallons per minute).

Cordilleran Hydrogeological Region

The surficial deposits of the Cordilleran Hydrogeological Region are composed of glacial, glaciofluvial, lacustrine, alluvial, and wind-blown materials. They are generally thin on the upland areas and thick in the valleys, so thick in some valleys that the rivers are entrenched 100 metres or more into these deposits.

The quality of water found in this region is estimated to be from 500 to 1000 ppm TDS. Yields are probably highly variable, but there is great potential in some of the thicker alluvial deposits for yields of 8 litres per second (100 imperial gallons per minute) or greater.

Northern Hydrogeological Region

The unconsolidated surficial deposits of the Northern Hydrogeological Region are widespread in the central lowlands extending outwards from the Mackenzie River. They are also found in the river valleys of the Canadian Shield and the Western Cordillera where it extends northward into this region. They are thickest in the valley bottoms of the major rivers, such as Mackenzie and Yukon. Hydrogeological data is lacking in the Northern Region; the water quality for this region is estimated at less than 500 ppm TDS. The yields in the unfrozen materials near the major rivers are from 0.5 to 2 litres per second (5 to 25 imperial gallons per minute), although higher yields may be available [1,3,4].

Acknowledgments

The map was prepared by R.L. Herr, G. Ward, and L. Hope of Inland Waters Directorate, Department of Fisheries and the Environment, in cooperation with provincial groundwater agencies. The text was prepared by R.L. Herr.

Note: More detailed information on groundwater resources is available from federal and provincial groundwater agencies. See listing on Plate 31.

Selected References

[1] Brown, I.C. 1970. Groundwater geology. *In* Geology and Economic Minerals of Canada, Economic Geology Report No. 1, Chapter XIII, Department of Energy, Mines and Resources.
[2] Canadian Drinking Water Standards and Objectives. 1968. Department of National Health and Welfare, Ottawa.
[3] Brandon, L.V. 1965. Groundwater hydrology and water supply in the District of Mackenzie, Yukon Territory and adjoining parts of British Columbia. Geological Survey of Canada Paper 64-39.
[4] Permafrost Hydrology. 1974. CNC/IHD Secretariat, c/o Inland Waters Directorate, Department of the Environment, Ottawa.

PLANCHE 30. HYDROGÉOLOGIE DES DÉPÔTS MEUBLES

Introduction

À l'époque du Pleistocène, la majeure partie du Canada était couverte par les glaciers; il est donc normal que les dépôts meubles d'origine glaciaire y soient prédominants. Les alluvions (dépôts de rivières) sont aussi très répandus et importants du point de vue hydrologique; les dépôts éoliens (dunes) par contre occupent des superficies relativement restreintes.

C'est dans ces dépôts glaciaires épais et de forme très irrégulière que l'on retrouve plusieurs de nos meilleurs aquifères de surface. Leurs potentialités aquifères sont fonction de la porosité et de la perméabilité qu'ils acquièrent lors de leur déposition.

Certains matériaux glaciaires ont été déposés directement par la glace, d'autres par les torrents ou les lacs proglaciaires issus de l'eau de fonte. Leur granulométrie varie de la farine de roche et de l'argile aux grands blocaux en passant par les sables et graviers. Les tills et les argiles forment la plus grande partie des dépôts glaciaires. Le till est un mélange de matériaux de toutes tailles où prédominent les argiles, les silts et les sables. Le till se présente sous forme de grandes couches sans structure particulière s'étendant sur plusieurs centaines de kilomètres et dont la puissance varie de moins de 1 mètre à plus de 25 mètres.

Les eskers, les kames et les dépôts de délavage sont d'autres formes de dépôts glaciaires que l'on retrouve au Canada. Ils peuvent fournir assez d'eau souterraine pour répondre aux besoins domestiques d'une famille ou à la demande d'une petite municipalité.

Bien que l'échelle de la carte ne permette pas de représenter les dépôts d'alluvions, ces derniers peuvent avoir localement une grande importance. Les municipalités de taille moyenne et les usines importantes peuvent y satisfaire leurs besoins en eau.

Quantité et qualité

Au Canada, les eaux souterraines alimentent environ 20 pour cent de tous les systèmes d'approvisionnement en eau, ce qui représente entre 5 pour cent et 10 pour cent du volume total d'eau utilisée. La plupart des meilleures sources d'approvisionnement en eau souterraine se trouvent dans les nappes libres de surface [1].

Les normes de qualité pour l'eau souterraine varient avec l'usage que l'on veut en faire. Pour l'eau potable, le ministère de la Santé et du Bien-Être social du Canada a fait les recommandations qui figurent au tableau 1 [2].

Des données ont été fournies par divers organismes provinciaux. La carte indique la quantité et la qualité des eaux souterraines plutôt que le type de matériaux constituant l'aquifère de surface. Ce mode de présentation est dû à la variabilité et à la complexité de ces matériaux et aux limites imposées par l'échelle de la carte. Les principaux types d'aquifères ainsi que les données quantitatives et qualitatives des eaux qui peuvent en être tirées sont indiqués à la planche 30 et décrits ci-dessous en fonction des régions hydrogéologiques de la planche 29.

Région hydrogéologique des Appalaches

Les dépôts meubles de cette région sont surtout composés de sable et de gravier du Pléistocène qui se présentent sous forme d'eskers, de kames et de plaines de délavage. Les dépôts sont généralement petits, peu nombreux et souvent confinés aux vallées. La mince couche de till qui recouvre la plus grande partie des provinces de l'Atlantique constitue un pauvre aquifère. En général, dans cette région, les teneurs en solides dissous (SD) des eaux souterraines varient entre 500 et 2500 mg/l (milligrammes par litre), sauf dans l'Île du Prince-Édouard où elle est inférieure à 500 mg/l. Les débits de 2 à 8 litres par seconde sont fréquents (de 25 à 100 gallons impériaux par minute), mais ceux de certaines régions, par exemple des vallées, sont plus élevés.

Région hydrogéologique du Saint-Laurent

Les dépôts meubles de la région sise à l'est de Kingston sont surtout constitués de sable et se présentent sous forme de plages de la mer Champlain ou de hautes terrasses datant de la phase initiale de la rivière des Outaouais et du fleuve Saint-Laurent. À l'ouest de Kingston, les sédiments glaciaires ont la forme de kames et de moraines de sable et de gravier sis au nord et à l'ouest du lac Ontario.

Dans cette région, les teneurs en SD sont inférieures à 500 mg/l dans la partie ouest et varient entre 500 et 2500 mg/l dans la partie est. Il est fréquent de rencontrer des débits de 0.5 à 2 litres par seconde (de 5 à 25 gallons impériaux par minute); ils peuvent atteindre de 2 à 8 litres par seconde (de 25 à 100 gallons par minute) dans certaines zones.

Région hydrogéologique du Bouclier canadien

Aux endroits où la roche de fond n'affleure pas, la région est généralement recouverte d'une moraine de fond principalement composée de till argileux. Des matériaux grossièrement grenus se retrouvent toutefois dans les vallées de la roche de fond.

L'eau souterraine de cette région contient généralement moins de 500 mg/l de SD et les débits disponibles sont inférieurs à 0.5 litre par seconde (5 gallons impériaux par minute). Il peut cependant exister des zones à débits plus élevés.

Tableau 1. Concentrations maximales recommandées pour les substances chimiques présentes dans l'eau potable.

Substances	Concentrations maximales (mg/l) Idéales	Acceptables
Aldrin	Non détectable*	0.017
Ammoniac (N)	0.01	0.5
Arsenic (As)	Non détectable	0.05
Baryum (Ba)	Non détectable	1.0
Bore (B)		5.0
Cadmium (Cd)	Non détectable	0.01
Calcium (Ca)	< 75	200
Chlordane	Non détectable	0.003
Chlorure (Cl)	<250	250
Chrome (Cr^{+6})	Non détectable	0.05
Cuivre (Cu)	< 0.01	1.0
Cyanure (Cn)	Non détectable	0.20
DDT	Non détectable	0.042
Dieldrin	Non détectable	0.017
Endrin	Non détectable	0.001
Heptaclor	Non détectable	0.018
Heptaclor (époxyde)	Non détectable	0.018
Herbicides (p. ex. 2,4-D, 2,4,5-T, 2,4,5-TP)	Non détectable	0.100
Fer dissous (Fe)	< 0.05	0.3
Plomb (Pb)	Non détectable	0.05
Lindane	Non détectable	0.056
Magnésium (Mg)	< 50	150
Manganèse (Mn)	< 0.01	0.05
Mercure (Hg)†	Non détectable	0.002
Méthoxyclor	Non détectable	0.035
Substance active du bleu de méthylène	< 0.2	0.2
Nitrate et nitrites (N)	< 10.0	10.0
Phosphates organiques et carbamates‡	Non détectable	0.100
Matières organiques sous forme de CEC et de CEA§	< 0.05	0.2
Substances phénoliques (phénol)	Non détectable	0.002
Phosphates inorganiques (PO_4)	< 0.2	0.2
Sélénium (Se)	Non détectable	0.01
Argent (Ag)	—	0.05
Sulfate (SO_4)	<250	500
Sulfure (H_2S)	Non détectable ‖	0.3
Solides dissous totaux	<500	1000
Dureté totale ($CaCO_3$)	<120	Aucune limite¶
Toxaphène	Non détectable	0.005
Ion uranyle (UO_2)	< 1.0	5.0
Zinc (Zn)	< 1.0	5.0

* «Non détectable» par les méthodes analytiques approuvées pour le produit.
† Basé sur les limites établies aux États-Unis; la limite acceptable est de 0.001 en U.R.S.S.
‡ Exprimées en équivalent parathion pour l'inhibition de la cholinestérase.
§ Toutes les substances carbonées extractibles au chloroforme et à l'alcool.
‖ Basée sur le goût et l'odeur. Une concentration supérieure à 0.05 mg/l peut être jugée indésirable par la majorité des gens.
¶ Toute eau ayant plus de 180 mg/l est considérée comme «peu désirable».

Note: Les milligrammes par litre correspondent à peu près aux parties par million indiquées sur la carte.

Région hydrogéologique des Plaines intérieures

Les dépôts meubles de cette région comprennent trois types de matériaux: le till, les sédiments lacustres et les dépôts glaciaires de délavage. Le till, généralement calcaire, est un mélange hétérogène d'argile, de silt, de sable et de blocs. Il s'épaissit d'ouest en est et son épaisseur moyenne est d'environ 20 mètres. Il existe cependant des zones où l'épaisseur est de plus de 100 mètres. Son relief varie localement d'environ 1 mètre à 10 mètres.

Les principales vallées pré ou post-glaciaires constituent des systèmes aquifères importants dont les débits sont supérieurs à 80 litres par seconde (1000 gallons impériaux par minute) et les teneurs en SD sises entre 500 et 2500 mg/l.

En général, les teneurs en SD des nappes aquifères des Plaines intérieures varient entre 500 et 2500 mg/l et les débits sont inférieurs à 0.5 litre par seconde (5 gallons impériaux par minute). Les sables et les graviers stratifiés présents dans le till offrent des débits beaucoup plus élevés. Les dépôts lacustres surtout constitués d'argile se trouvent dans les bassins des lacs et ne conviennent pas comme source d'approvisionnement en eau. Les dépôts de délavage formés de sables et de graviers bien triés longent les rives des lacs glaciaires et occupent les embouchures des chenaux des eaux de fonte. L'eau de ces dépôts contient entre 500 et 2500 mg/l de SD et les débits sont supérieurs à 8 litres par seconde (100 gallons impériaux par minute).

Région hydrogéologique de la Cordillère

Les dépôts meubles de cette région comprennent des matériaux glaciaires, fluvio-glaciaires, lacustres, alluvionnaires et éoliens. Ils sont généralement minces dans les terres hautes et épais dans les vallées. Du fait de leur forte épaisseur dans certaines vallées, ils sont recoupés par des cours d'eau qui y ont creusé des tranchées à plus de 60 mètres de profondeur.

Les teneurs en SD varient entre 500 et 1000 mg/l. Les débits sont probablement très variables, mais il est fort possible que ceux des dépôts alluvionnaires les plus épais soient d'au moins 8 litres par seconde (100 gallons impériaux par minute).

Région hydrogéologique du Nord

Les dépôts meubles de cette région recouvrent une grande partie des terres basses centrales et s'étendent vers l'extérieur à partir du fleuve Mackenzie. Ils se retrouvent aussi dans les vallées des cours d'eau du Bouclier canadien et de la Cordillère de l'Ouest où ils s'étendent vers le nord. C'est dans le fond des vallées des principaux cours d'eau, tels le Mackenzie et le Yukon qu'ils sont les plus épais. Peu de données hydrogéologiques sont disponibles pour cette région; les teneurs en SD sont estimées inférieures à 500 mg/l. Les débits associés aux matériaux non gelés situés dans les principaux sours d'eau varient entre 0.5 et 2 litres par seconde (5 à 25 gallons impériaux par minute), mais on peut s'attendre à des débits plus élevés [1, 3 et 4].

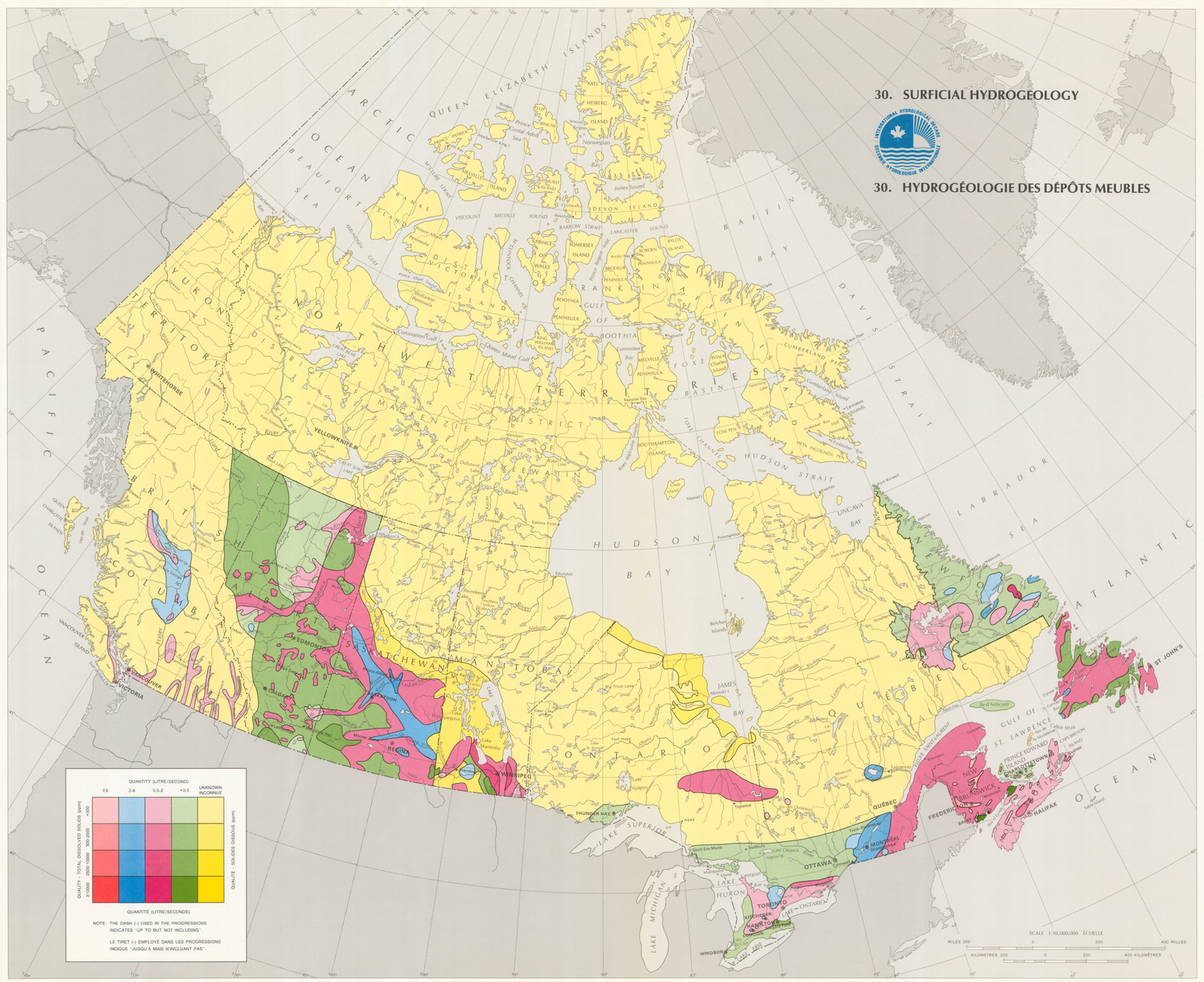
Remerciements

MM. R.L. Herr et G. Ward et Mlle. L. Hope de la Direction générale des eaux intérieures, ministère des Pêches et de l'Environnement, ont préparé la carte en collaboration avec les organismes provinciaux intéressés. Le texte est de M. R.L. Herr.

Note: Pour de plus amples renseignements sur les eaux souterraines, prière de s'adresser aux organismes fédéraux et provinciaux apparaissant à la planche 31.

Références

[1] Brown, I.C. 1970. *Groundwater geology. Geology and Economic Minerals of Canada, Economic Geology Report No. 1*, chapitre XIII, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.
[2] *Canadian Drinking Water Standards and Objectives*. 1968. Ministère de la Santé et du Bien-Être social, Ottawa.
[3] Brandon, L.V. 1965. *Groundwater hydrology and water supply in the District of Mackenzie, Yukon Territory and adjoining parts of British Columbia*. Commission géologique du Canada, rapport nº 64-39.
[4] *Permafrost Hydrology*. 1974. Publication du Secrétariat du Comité national canadien de la Décennie hydrologique internationale aux soins de la Direction générale des eaux intérieures, ministère de l'Environnement, Ottawa.



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.